



NAEMT



American College of Surgeons
**COMMITTEE
ON TRAUMA**



PHTLS

Soporte Vital de Trauma Prehospitalario

OCTAVA EDICIÓN

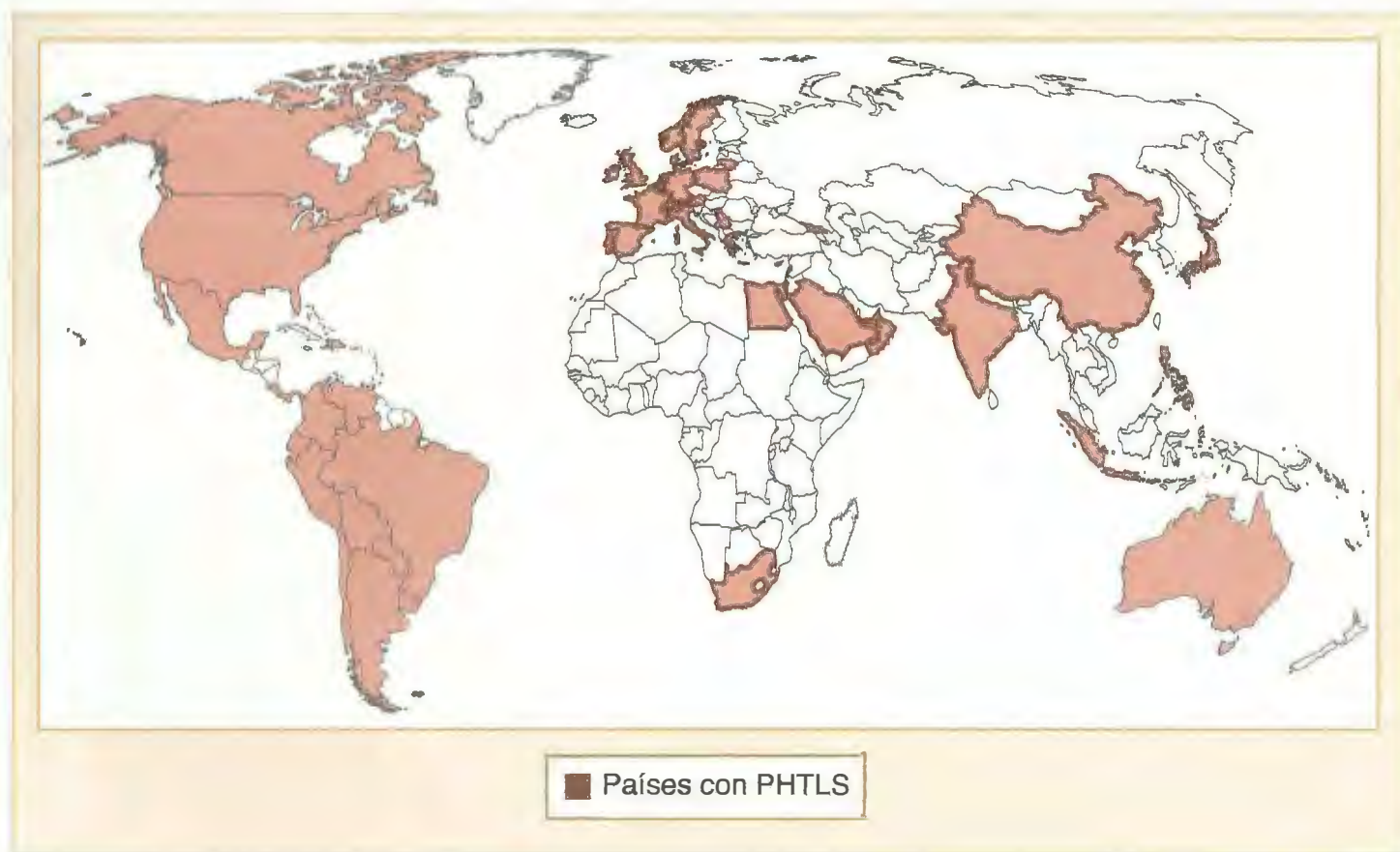


Comité del Soporte Vital de Trauma Prehospitalario de la National Association of Emergency Medical Technicians en cooperación con el Comité para el Trauma del American College of Surgeons

PHTLS

Extendiendo la mano de la educación a aquellos a quienes les preocupan los pacientes traumatizados

EN TODO EL MUNDO





NAEMT



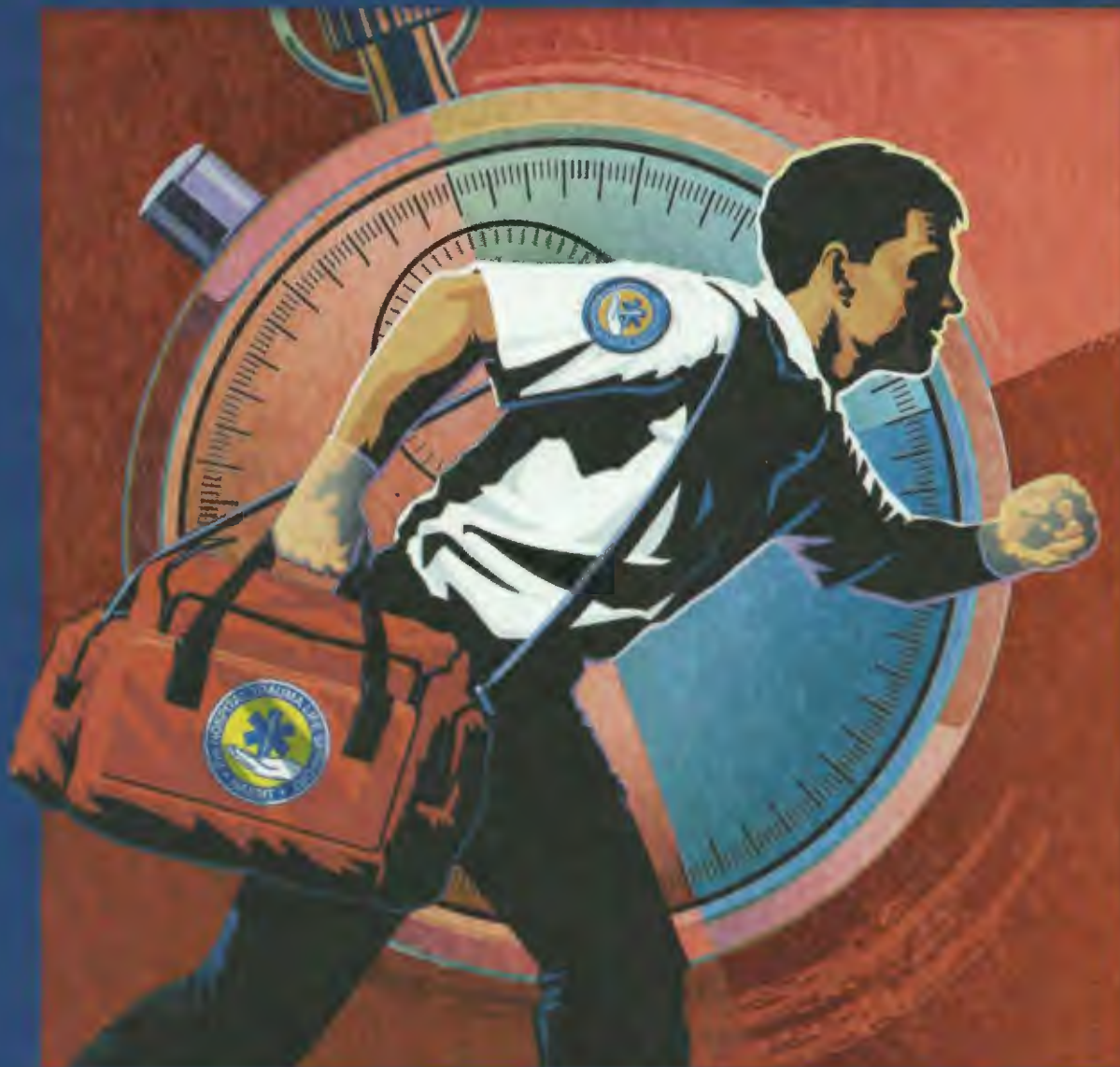
American College of Surgeons
COMMITTEE
ON TRAUMA



PHTLS

Soporte Vital de Trauma Prehospitalario

OCTAVA EDICIÓN



*“El destino del herido
yace en las manos
de aquel que aplica
la primera gasa.”*

—Nicholas Senn, MD (1844-1908)

Cirujano estadounidense (Chicago, Illinois)

Fundador, Association of Military Surgeons of the United States



NAEMT



American College of Surgeons
COMMITTEE
ON TRAUMA



PHTLS

Soporte Vital de Trauma Prehospitalario

OCTAVA EDICIÓN



JONES & BARTLETT
LEARNING



Oficinas Mundiales
Jones & Bartlett Learning
5 Wall Street
Burlington, MA 01803
978-443-5000
info@jblearning.com
www.jblearning.com

Los libros y productos de Jones & Bartlett Learning están disponibles en la mayoría de librerías y librerías en línea. Para contactar a Jones & Bartlett Learning directamente, llame al 800-832-0034, fax 978-443-8000, o visite nuestra dirección en internet, www.jblearning.com.

Están disponibles descuentos sustanciales para cantidades importantes de publicaciones de Jones & Bartlett Learning para instituciones, asociaciones profesionales y otras organizaciones calificadas. Para los detalles y descuentos específicos, contacte al departamento especial de ventas de Jones & Bartlett Learning a través de la información mencionada antes o envíe un email a specialsales@jblearning.com.

Derechos Reservados © 2016 por National Association of Emergency Medical Technicians

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este material protegido por estos derechos de autor puede ser reproducida o utilizada en ninguna forma, electrónica o mecánica, incluyendo fotocopiado, grabado, o algún otro sistema de almacenamiento y recuperación de datos, sin la autorización escrita del dueño de los derechos de autor.

Las referencias a productos comerciales específicos, procesos o servicios por nombre comercial, marca comercial, fabricante, no constituyen ni implican un respaldo o recomendación por parte de la National Association of Emergency Medical Technicians o de Jones & Bartlett Learning, LLC, y esa referencia no se utilizará para fines publicitarios ni de respaldo. Todas las marcas registradas mostradas son marcas comerciales de las partes aquí señaladas. *PHTLS: Soporte Vital de Trauma Prehospitalario, Octava edición* es una publicación independiente y no ha sido autorizado, patrocinado, o aprobado por los propietarios de las marcas comerciales o marcas de servicio mencionadas en este producto.

Puede haber imágenes en este libro que presentan modelos; estos modelos no necesariamente avalan, representan o participan de las actividades representadas en las imágenes. Cualquier captura de pantalla de este producto tiene únicamente propósitos educativos e instructivos. Cualquier escenario o individuo en los estudios de casos de este producto puede ser real o ficticio, pero se utiliza sólo con propósitos de instrucción.

Los procedimientos y protocolos de esta publicación están basados en las recomendaciones más actuales de fuentes médicas responsables. Sin embargo, la National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT) y el editor no tienen ninguna responsabilidad por la exactitud, la suficiencia o consecuencias de estas recomendaciones. Pueden requerir otras medidas de seguridad o adicionales en circunstancias particulares.

Este libro de texto únicamente es una guía de los procedimientos apropiados para utilizarse en la atención de urgencia para el enfermo y herido. No pretende ser una declaración de las normas de cuidado requerido en ninguna situación particular, debido a que las circunstancias y la condición física del paciente pueden variar extensamente de una emergencia a otra. Tampoco se pretende que esta obra, en forma alguna asesore al proveedor de urgencia en relación con la autoridad legal para llevar a cabo las actividades o procedimientos analizados. Tal determinación local se debe hacer sólo con ayuda de un asesor legal.

Créditos de producción

Director Ejecutivo: Ty Field
Presidente: James Homer
Oficial de Producto en jefe: Eduardo Moura
Vicepresidenta Editorial: Kimberly Brophy
Editor Ejecutivo —SMU: Christine Emerton
Director—PSG Desarrollo Editorial: Carol B. Guerrero
Desarrollador de Contenidos Senior: Jennifer Deforge-Kling
Editor Asociado de Producción: Nora Menzi
Director de Mercadotecnia: Alisha Weisman
Editor de Desarrollo de Arte: Joanna Lundeen
Vicepresidenta de Manufactura y Control de Inventarios: Therese Connell
Vicepresidente de Ventas: Matthew Maniscalco
Director de Ventas: Patricia Einstein
Portada y Diseño de Interiores: Kristin E. Parker
Derechos y Coordinador de medio de comunicación: Abigail Reip
Imagen de portada: © NAEMT; fondo © feoris/iStock/Thinkstock
Impresión y encuadernación: Courier Companies
Impresión de portada: Courier Companies

Traducción: Alberto Fernández, Martha Elsa Mauri, Félix García Roig
Revisión técnica: Adiel García Cuéllar, MEd, NRP, CCEMT-P, FP-C
Cuidado de la edición: Olga Adriana Sánchez N.
Formación: Eric Aguirre G., Aarón León G.

Traducido, editado y formado con autorización de Jones & Bartlett Learning, por:



Intersistemas, S.A. de C.V.

Aguir y Seijas 75
Lomas de Chapultepec
11000, México, D.F.
Tel. (5255) 5520 2073
Fax (5255) 5540 3764
intersistemas@intersistemas.com.mx
www.intersistemas.com.mx

ISBN: 978-1-284-04253-5

6048

Impreso en Estados Unidos de America

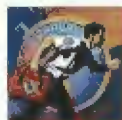
19 18 17 16 15 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Contenido breve

DIVISIÓN 1 Introducción	1	CAPÍTULO 14 Trauma musculoesquelético	379
CAPÍTULO 1 Soporte vital de trauma prehospitalario (PHTLS): pasado, presente y futuro	1	CAPÍTULO 15 Lesiones por quemaduras.....	406
CAPÍTULO 2 Prevención de lesiones	14	CAPÍTULO 16 Trauma pediátrico	429
DIVISIÓN 2 Evaluación y manejo.....	32	CAPÍTULO 17 Trauma geriátrico	456
CAPÍTULO 3 La ciencia, el arte y la ética del cuidado prehospitalario: principios, preferencias y pensamiento crítico	32	DIVISIÓN 4 Resumen	475
CAPÍTULO 4 Fisiología de la vida y la muerte	49	CAPÍTULO 18 Principios dorados de la atención del trauma prehospitalario	475
CAPÍTULO 5 Cinemática del trauma.....	70	DIVISIÓN 5 Víctimas múltiples y terrorismo.....	487
CAPÍTULO 6 Evaluación de la escena.....	114	CAPÍTULO 19 Manejo del desastre.....	487
CAPÍTULO 7 Evaluación y manejo del paciente	136	CAPÍTULO 20 Explosiones y armas de destrucción masiva	509
CAPÍTULO 8 Vía aérea y ventilación	163	DIVISIÓN 6 Consideraciones especiales	542
CAPÍTULO 9 Shock.....	217	CAPÍTULO 21 Trauma ambiental I: calor y frío	542
DIVISIÓN 3 Lesiones específicas.....	258	CAPÍTULO 22 Trauma ambiental II: rayos, ahogamiento, buceo y altitud.....	589
CAPÍTULO 10 Trauma en cabeza	258	CAPÍTULO 23 Atención de trauma en espacios naturales	635
CAPÍTULO 11 Trauma vertebral	289	CAPÍTULO 24 Soporte médico de urgencia táctica civil (TEMS).....	655
CAPÍTULO 12 Trauma torácico.....	334	Glosario.....	669
CAPÍTULO 13 Trauma abdominal	362	Índice	687

Contenido

DIVISIÓN 1 Introducción 1



CAPÍTULO 1 Soporte vital de trauma prehospitalario (PHTLS): pasado, presente y futuro 1

Introducción	2
Filosofía del PHTLS	2
El problema.....	2
Las fases del cuidado del trauma	3
Fase preevento	4
Fase del evento.....	5
Fase posevento	5
Historia del cuidado del trauma en los servicios médicos de urgencia	7
Periodo antiguo	7
Periodo Larrey (de finales de 1700 a aproximadamente 1950).....	7
Era Farrington (aproximadamente de 1950 a 1970).....	8
La era moderna del cuidado prehospitalario (aproximadamente de 1970 a hasta la actualidad).....	8
Soporte vital de trauma prehospitalario (PHTLS): pasado, presente, futuro.....	9
Soporte vital avanzado de trauma	9
PHTLS	10
PHTLS en el ejército	11
PHTLS internacional.....	11
Visión para el futuro.....	11
Resumen	12
Referencias.....	12
Lecturas sugeridas.....	13

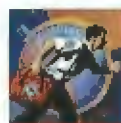


CAPÍTULO 2 Prevención de lesiones 14

Escenario	15
Introducción	15
Conceptos de lesión	16
Definición de lesión	16
La lesión como enfermedad	16
Matriz de Haddon	17
Modelo del queso suizo.....	18
Clasificación de lesiones.....	19

Alcance del problema	19
Lesiones del personal de SMU.....	22
La prevención como la solución.....	22
Conceptos de la prevención de lesiones	23
Meta.....	23
Oportunidades de intervención	23
Estrategias potenciales	23
Implementación de estrategias.....	23
Enfoque de la salud pública	26
La evolución del papel del SMU en la prevención de lesiones	27
Intervenciones uno a uno	27
Intervenciones a lo largo de la comunidad	28
La prevención de lesiones por los proveedores del SMU.....	28
Resumen	29
Recapitulación del escenario	30
Solución al escenario	30
Referencias.....	30
Lecturas sugeridas.....	31

DIVISIÓN 2 Evaluación y manejo ... 32



CAPÍTULO 3 La ciencia, el arte y la ética del cuidado prehospitalario: principios, preferencias y pensamiento crítico 32

Escenario	33
Introducción	33
Principios y preferencias	34
Situación.....	35
Condición del paciente	36
Fundamentos de los conocimientos del proveedor de atención prehospitalaria.....	36
Equipo disponible	36
Pensamiento crítico.....	37
Uso del pensamiento crítico para controlar los prejuicios....	39
Uso del pensamiento crítico en la toma de decisiones rápida	39
Uso del pensamiento crítico en el análisis de datos	39
Uso del pensamiento crítico a lo largo de las fases del cuidado del paciente	40
Ética	40
Principios éticos.....	40

Autonomía	41
No maleficencia	42
Beneficencia.....	42
Justicia	43
Investigación.....	43
Lectura de las publicaciones sobre SMU	43
Tipos de evidencia	43
Pasos en la evaluación	44
Resumen	46
Rescapitulación del escenario	46
Solución al escenario	47
Referencias.....	47
Lecturas sugeridas.....	48



CAPÍTULO 4 Fisiología de la vida y la muerte ... 49

Escenario	50
Introducción	50
Vías aéreas y sistema respiratorio.....	50
Oxigenación y ventilación del paciente de trauma	51
Fisiopatología	54
Sistema circulatorio	54
Circulación y oxigenación.....	54
Fisiopatología.....	54
Shock	54
Definición de shock	55
Fisiopatología del shock	55
Metabolismo: el motor humano	55
El principio de Fick	56
Perfusión celular y shock	57
Anatomía y fisiopatología del shock.....	57
Respuesta cardiovascular	57
Respuesta hemodinámica.....	59
Respuesta endocrina	61
Tipos de shock.....	61
Shock hipovolémico.....	61
Shock hemorrágico.....	61
Shock distributivo (vasogénico)	63
Shock cardiogénico.....	64
Complicaciones del shock.....	65
Falla renal aguda	66
Síndrome de insuficiencias respiratoria aguda	66
Falla hematológica	66
Falla hepática.....	67
Infección fulminante.....	67

Falla orgánica múltiple	67
Resumen	68
Rescapitulación del escenario	68
Solución al escenario	68
Referencias.....	69
Lecturas sugeridas.....	69



CAPÍTULO 5 Cinemática del trauma ... 70

Escenario	71
Introducción	71
Principios generales	72
Preevento.....	72
Evento.....	72
Posevento	72
Energía.....	72
Leyes de la energía y el movimiento	73
Intercambio de energía entre un objeto sólido y el cuerpo humano	75
Trauma contuso	79
Principios mecánicos	79
Colisión por vehículos automotores	79
Choques en motocicletas.....	88
Lesiones en los peatones.....	90
Caídas	92
Lesiones deportivas.....	93
Efectos regionales del trauma contuso	94
Trauma penetrante.....	98
Física del trauma penetrante.....	98
Niveles de energía y lesión.....	100
Anatomía	102
Efectos regionales del trauma penetrante	103
Heridas por escopetas	105
Lesiones por explosión	107
Lesiones por artefactos explosivos	107
Física de la explosión.....	108
Interacción entre las ondas de choque con el cuerpo	108
Lesiones relacionadas con explosiones	108
Lesión por los fragmentos	109
Lesión por causa múltiple.....	110
Uso de la cinemática en la evaluación	110
Resumen	110
Trauma contuso	110
Caídas	111
Trauma penetrante	111

Explosiones	111
Recapitulación del escenario	111
Solución al escenario	112
Referencias.....	112
Lecturas sugeridas.....	113



CAPÍTULO 6 Evaluación de la escena 114

Escenario	115
Introducción	115
Evaluación de la escena	115
Seguridad.....	116
Situación	116
Problemas de seguridad	116
Seguridad del tránsito.....	116
Estrategias de prevención	117
Violencia	118
Materiales peligrosos	119
Aspectos situacionales.....	121
Escenas de crimen	121
Armas de destrucción masiva.....	122
Zonas de control en la escena	123
Descontaminación	123
Dispositivos secundarios	123
Estructura de comando.....	125
Planes de acción ante un incidente	126
Patógenos transmitidos por la sangre.....	128
Evaluación de los pacientes y triage	130
Resumen	135
Recapitulación del escenario	135
Solución al escenario	135
Referencias.....	135
Lecturas sugeridas.....	135



CAPÍTULO 7 Evaluación y manejo del paciente .. 136

Escenario	137
Introducción	137
Establecimiento de prioridades.....	138
Evaluación primaria	138
Impresión general.....	139

Paso A: manejo de la vía aérea y estabilización de la columna cervical	139
Paso B: respiración (ventilación).....	140
Paso C: circulación y sangrado (hemorragia y perfusión)....	141
Paso D: discapacidad	143
Paso E: exposición/ambiental	144
Evaluación y manejo simultáneos	145
Anteares de la evaluación primaria	145
Respiración.....	145
Transportación	146
Terapia de fluidos	146
Niveles básico versus avanzado de los proveedores de atención prehospitalaria.....	146
Evaluación secundaria	146
Signos vitales.....	149
Historial SAMPLE	149
Evaluación de regiones anatómicas	149
Examinación neurológica.....	152
Cuidados definitivos en el campo.....	152
Preparación para la transportación.....	153
Transportación.....	153
Triage de los pacientes lesionados en el campo	153
Duración de la transportación	154
Método de transportación.....	154
Vigilancia y reevaluación (evaluación en curso)	156
Comunicación.....	156
Consideraciones especiales	156
Paro cardiopulmonar traumático.....	156
Manejo del dolor	158
Abuso	158
Transportación prolongada	158
Problemas del paciente	159
Problemas de la tripulación.....	159
Problemas del equipo.....	159
Resumen	160
Recapitulación del escenario	160
Solución al escenario	161
Referencias.....	161
Lecturas sugeridas.....	162



CAPÍTULO 8 Vía aérea y ventilación 163

Escenario	164
Introducción	164

Anatomía	164
Vía aérea superior	164
Vía aérea inferior	164
Fisiología	166
Oxigenación y ventilación del paciente de trauma.....	168
Fisiopatología	169
Función neurológica disminuida.....	169
Hiperventilación	170
Evaluación de la vía aérea y ventilación	170
Posición del paciente y la vía aérea	170
Sonidos de la vía aérea superior	171
Examen de la vía aérea en busca de obstrucciones.....	171
Revisión de la elevación torácica	171
Manejo	171
Control de la vía aérea	171
Destrezas esenciales.....	171
Despeje manual de la vía aérea	175
Maniobras manuales.....	175
Succión.....	175
Selección de dispositivo	176
Dispositivos básicos	177
Cánula orofaríngea.....	177
Cánula nasofaríngea.....	177
Vías aéreas complejas	177
Dispositivos supraglóticos.....	177
Intubación endotraqueal	178
Mejora continua de la calidad	188
Dispositivos ventilatorios	188
Mascarillas de bolsillo	188
Sistema bolsa-mascarilla	188
Dispositivos activados manualmente (activados por oxígeno).....	188
Ventiladores de presión positiva	189
Evaluación	190
Oximetría de pulso	190
Capnografía	191
Transportación prolongada	191
Resumen	193
Recapitulación del escenario	193
Solución al escenario	193
Referencias	194
Lecturas sugeridas	194



CAPÍTULO 9

Shock 217

Escenario	218
Introducción	218
Fisiología de shock	218
Metabolismo.....	218
Definición de shock	219
Clasificación de shock traumático	219
Tipos de shock traumático	219
Shock hipovolémico.....	219
Shock distributivo (vasogénico)	221
Shock cardiogénico.....	223
Evaluación	224
Evaluación primaria	225
Evaluación secundaria	229
Lesiones musculoesqueléticas.....	230
Factores de confusión	230
Manejo	231
Vía aérea.....	232
Respiración	232
Circulación: control de la hemorragia	232
Dispacidad	237
Exposición/ambiente.....	237
Traslado del paciente.....	237
Acceso vascular	237
Volumen para reanimación	238
Transportación prolongada	244
Resumen	245
Recapitulación del escenario	246
Solución al escenario	246
Referencias	246
Lecturas sugeridas	247

DIVISIÓN 3

Lesiones específicas	258
----------------------------	-----



CAPÍTULO 10

Trauma en cabeza 258

Escenario	259
Introducción	259

Anatomía	259
Fisiología	263
Flujo sanguíneo cerebral.....	263
Dióxido de carbono y flujo sanguíneo cerebral.....	264
Fisiopatología	264
Lesiones cerebrales primarias.....	264
Lesiones cerebrales secundarias.....	264
Evaluación	270
Cinemática.....	270
Evaluación primaria.....	270
Evaluación secundaria.....	272
Lesiones en cabeza y cuello específicas	273
Lesiones en el cuero cabelludo.....	273
Fracturas craneales.....	273
Lesiones faciales.....	274
Lesiones laríngeas.....	276
Lesiones de los vasos sanguíneos cervicales.....	276
Lesiones cerebrales.....	276
Manejo	280
Via aérea.....	280
Respiración.....	281
Circulación.....	281
Discapacidad.....	282
Transportación.....	282
Muerte cerebral y donación de órganos	283
Resumen	285
Recapitulación del escenario	285
Solución al escenario	286
Referencias	286
Lecturas sugeridas	288

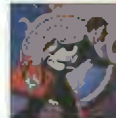


CAPÍTULO 11

Trauma vertebral.....289

Escenario	290
Introducción	290
Anatomía y fisiología	291
Anatomía vertebral.....	291
Anatomía de la médula espinal.....	293
Fisiopatología	295
Lesiones esqueléticas.....	295
Mecanismos específicos de lesiones que causan trauma espinal.....	296
Lesiones de la médula espinal.....	296
Evaluación	297

Examinación neurológica.....	297
Evaluación de las lesiones de la médula espinal mediante el mecanismo de la lesión.....	298
Indicaciones para la inmovilización espinal.....	299
Manejo	301
Método general.....	303
Estabilización manual en línea de la cabeza.....	303
Collarines cervicales rígidos.....	303
Inmovilización del torso sobre la camilla.....	304
El debate sobre la camilla rígida (<i>backboard</i>).....	305
Mantenimiento de la cabeza en posición neutral en línea.....	306
Completar la inmovilización.....	307
Extracción rápida <i>versus</i> dispositivo corto para el paciente sentado.....	309
Los errores de inmovilización más comunes.....	309
Pacientes obesos.....	309
Pacientes embarazadas.....	310
Uso de esteroides.....	310
Transportación prolongada	311
Resumen	311
Recapitulación del escenario	312
Solución al escenario	312
Referencias	313
Lecturas sugeridas	314



CAPÍTULO 12

Trauma torácico.....334

Escenario	335
Introducción	335
Anatomía	335
Fisiología	336
Ventilación.....	336
Circulación.....	338
Fisiopatología	339
Lesión penetrante.....	339
Lesión contusa.....	340
Evaluación	340
Evaluación y manejo de lesiones específicas	341
Fractura de costillas.....	341
Tórax inestable.....	341
Contusión pulmonar.....	342
Neumotórax.....	342
Hemotórax.....	349

Lesión cardiaca contusa.....	349
Taponamiento cardiaco	350
Comoción cardiaca	351
Disrupción traumática de la aorta.....	352
Disrupción traqueobronquial.....	354
Asfixia por trauma.....	355
Rotura diafragmática.....	355
Transportación prolongada	356
Resumen	357
Recapitulación del escenario	357
Solución al escenario	358
Referencias.....	358
Lecturas sugeridas.....	359



CAPÍTULO 13 Trauma abdominal 362

Escenario	363
Introducción	363
Anatomía.....	363
Fisiopatología	364
Evaluación	367
Cinemática.....	367
Historia	367
Examinación física	368
Examinaciones especiales e indicadores clave.....	370
Manejo.....	372
Consideraciones especiales.....	372
Objetos empalados.....	372
Evisceración.....	373
Trauma en pacientes obstétricos.....	373
Lesiones genitourinarias.....	376
Resumen.....	376
Recapitulación del escenario	377
Solución al escenario	377
Referencias.....	377
Lecturas sugeridas.....	378



CAPÍTULO 14 Trauma musculoesquelético 379

Escenario	380
Introducción	380

Anatomía y fisiología.....	381
Evaluación	382
Cinemática.....	382
Evaluación primaria y secundaria.....	383
Lesiones asociadas	385
Lesiones musculoesqueléticas específicas.....	386
Hemorragia.....	386
Inestabilidad (fracturas y dislocaciones).....	387
Consideraciones especiales	393
Paciente de trauma multisistémico crítico	393
Manejo del dolor	393
Alivio de la ansiedad (ansiolisis)	395
Amputaciones.....	395
Síndrome compartimental.....	397
Síndrome de aplastamiento	398
Extremidad mutilada	399
Esguinces	399
Manejo.....	399
Transportación prolongada	400
Resumen.....	400
Recapitulación del escenario	401
Solución al escenario	401
Referencias.....	401
Lecturas sugeridas.....	402



CAPÍTULO 15 Lesiones por quemaduras 406

Escenario	407
Introducción	407
Anatomía de la piel.....	407
Características de las quemaduras	408
Profundidad de la quemadura	409
Evaluación de la quemadura	411
Evaluación primaria y reanimación	411
Evaluación secundaria	413
Manejo.....	414
Cuidado inicial de las quemaduras	414
Reanimación con líquidos.....	416
Analgesia	418
Consideraciones especiales	418
Quemaduras eléctricas	418
Quemaduras circunferenciales.....	419
Lesiones por inhalación de humo	419
Abuso infantil	421

Quemaduras por radiación	422
Quemaduras químicas	423
Resumen	426
Resumen	426
Recapitulación del escenario	426
Solución al escenario	427
Referencias.....	427



CAPÍTULO 16

Trauma pediátrico 429

Escenario	430
Introducción.....	430
El niño como paciente de trauma	430
Demografía del trauma pediátrico.....	430
Cinemática del trauma pediátrico.....	431
Patrones comunes de lesiones.....	431
Homeostasis térmica	431
Aspectos psicosociales	431
Recuperación y rehabilitación	432
Fisiopatología	432
Hipoxia.....	433
Hemorragia.....	433
Lesión del sistema nervioso central	434
Evaluación	434
Evaluación primaria	434
Vía aérea.....	435
Respiración	436
Circulación	437
Discapacidad.....	439
Exposición/ambiente.....	439
Puntuación de trauma pediátrico	439
Evaluación secundaria (examinación física detallada).....	441
Manejo.....	441
Vía aérea.....	441
Respiración	442
Circulación	443
Manejo del dolor	445
Transportación	445
Lesiones específicas	445
Lesión cerebral por trauma	445
Trauma medular	446
Lesiones torácicas.....	447
Lesiones abdominales.....	447
Trauma de extremidad.....	448
Lesiones térmicas	448

Prevención de lesiones por vehículos de motor.....	449
Abuso infantil y negligencia.....	450
Transportación prolongada	450
Resumen	453
Resumen	453
Recapitulación del escenario	453
Solución al escenario	454
Referencias.....	454
Lecturas sugeridas.....	455




CAPÍTULO 17

Trauma geriátrico 456

Escenario	457
Introducción.....	457
Anatomía y fisiología del envejecimiento	458
Influencia de los problemas médicos crónicos.....	458
Oídos, nariz y garganta.....	459
Aparato respiratorio	459
Sistema cardiovascular	460
Sistema nervioso	461
Cambios sensoriales	461
Sistema renal	462
Sistema musculoesquelético	462
Piel.....	463
Nutrición y el sistema inmune	463
Evaluación	463
Cinemática.....	463
Evaluación primaria	464
Evaluación secundaria (examinación física detallada).....	465
Manejo.....	469
Vía aérea.....	469
Respiración	469
Circulación	469
Inmovilización.....	469
Control de la temperatura.....	469
Consideraciones legales.....	470
Reporte de abuso contra ancianos	470
Maltrato a adultos mayores.....	470
Perfil del que presenta abuso.....	471
Perfil del abusivo	471
Categorías de maltrato.....	471
Puntos importantes	472
Disposición	472
Transportación prolongada	472

Resumen	473
Recapitulación del escenario	473
Solución al escenario	474
Referencias.....	474
Lecturas sugeridas.....	474

DIVISIÓN 4 Resumen 475



CAPÍTULO 18
Principios dorados de la atención del trauma prehospitalario 475

Introducción	476
Por qué mueren los pacientes de trauma	476
Los principios fundamentales de atención prehospitalaria del trauma.....	477
1. Garantizar la seguridad de los proveedores de atención prehospitalaria y el paciente	477
2. Evaluar la situación del escenario para determinar la necesidad de recursos adicionales.....	478
3. Reconocer la cinemática que originó las lesiones	478
4. Usar de la evaluación primaria para identificar circunstancias que ponen en riesgo la vida	479
5. Proveer un control apropiado de vías aéreas mientras mantiene la estabilización de la columna cervical, como está indicado	480
6. Ventilación de sostén y administración de oxígeno para mantener la SpO ₂ por arriba de 95%.....	480
7. Control de cualquier hemorragia externa significativa.....	481
8. Proveer el tratamiento básico del estado de shock, incluidas férulas apropiadas en las lesiones musculoesqueléticas, así como el restablecimiento y mantenimiento de la temperatura corporal normal.....	481
9. Mantener la estabilización manual de la columna vertebral hasta que el paciente sea inmovilizado	482
10. Iniciar el transporte de los pacientes traumatizados críticamente lesionados a las instalaciones apropiadas más cercanas tan pronto como sea posible después del arribo del SMU al escenario	482
11. Iniciar la administración de soluciones intravenosas tibias de restitución en el trayecto a las instalaciones de recepción.....	483

12. Verificar los antecedentes médicos del paciente y realizar una evaluación secundaria cuando se han resuelto satisfactoriamente o se han descartado los problemas que ponen en riesgo la vida	484
13. Proveer alivio adecuado del dolor.....	484
14. Proveer una comunicación amplia y precisa acerca del paciente y las circunstancias de la lesión al personal de las instalaciones receptoras	484
15. Sobre todo, ningún daño adicional.....	484

Resumen.....	486
Referencias.....	486

DIVISIÓN 5
Víctimas múltiples y terrorismo... 487



CAPÍTULO 19
Manejo del desastre... 487

Escenario	488
Introducción	488
El ciclo del desastre.....	489
Manejo integral de la urgencia	490
Preparación personal.....	490
Manejo de incidentes con víctimas masivas.....	492
El Sistema Nacional de Atención de Desastres.....	493
Sistema de comando de incidentes.....	493
Organización del sistema de comando de incidentes	496
Respuesta médica a los desastres	498
Respuesta inicial.....	498
Búsqueda y rescate.....	498
Triage	499
Tratamiento	500
Transportación	501
Equipos de asistencia médica.....	501
Amenazas del terrorismo y armas de destrucción masiva	502
Descontaminación	502
Área de tratamiento	503
Respuesta psicológica a los desastres.....	503
Características de los desastres que afectan la salud mental	503
Factores que impactan en la respuesta psicológica	503
Secuelas psicológicas de los desastres.....	503
Intervenciones	503
Estrés de quien responde a las urgencias	503
Educación y entrenamiento sobre desastres.....	504

Errores comunes de la respuesta ante un desastre	505
Preparación	505
Comunicaciones	505
Seguridad de la escena.....	506
Asistencia por autodespacho	506
Suministros y recursos de equipamiento.....	506
Falta de notificación a los hospitales	506
Medios	506
Resumen	507
Resumen	507
Recapitulación del escenario	507
Solución al escenario	507
Referencias.....	508
Lecturas sugeridas.....	508



CAPÍTULO 20

Explosiones y armas de destrucción masiva ... 509

Escenario	510
Introducción	510
Consideraciones generales	511
Evaluación del escenario	511
Sistema de comando de incidentes	511
Equipo de protección personal.....	512
Zonas de control	514
Triage de pacientes.....	514
Principios de la descontaminación	514
Explosiones y explosivos	515
Categorías de los explosivos	516
Mecanismos de lesión.....	517
Patrones de lesión	521
Evaluación y tratamiento.....	521
Consideraciones de transportación	521
Agentes incendiarios.....	522
Termita.....	522
Magnesio	522
Fósforo blanco	522
Agentes químicos	522
Propiedades físicas de los agentes químicos	522
Equipo de protección personal.....	523
Evaluación y tratamiento.....	523
Consideraciones de transportación	523
Agentes químicos específicos seleccionados	524
Agentes biológicos.....	527
Agente de riesgo biológico concentrado	
<i>versus</i> paciente infectado.....	528

Agentes seleccionados	529
Desastres radiactivos	533
Efectos médicos de las catástrofes por radiación	534
Equipo de protección personal.....	537
Evaluación y tratamiento.....	537
Consideraciones de transportación	538
Resumen	538
Recapitulación del escenario	539
Solución al escenario	539
Referencias.....	539
Lecturas sugeridas.....	541

DIVISIÓN 6

Consideraciones especiales 542

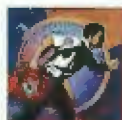


CAPÍTULO 21

Trauma ambiental I:
calor y frío 542

Escenario	543
Introducción	543
Epidemiología	543
Enfermedad relacionada con el calor	543
Enfermedad relacionada con el frío	544
Anatomía	544
La piel	544
Fisiología	545
Termorregulación y equilibrio de la temperatura	545
Homeostasis	546
Factores de riesgo en la afección térmica	546
Condición física e índice de masa corporal	547
Edad.....	547
Género	548
Alteraciones médicas.....	548
Medicamentos	548
Deshidratación.....	548
Lesiones causadas por el calor	549
Trastornos menores relacionados con el calor	549
Trastornos mayores relacionados con el calor	551
Prevención de las enfermedades relacionadas	
con el calor.....	556
Ambiente	560
Hidratación	560
Acondicionamiento.....	561
Aclimatación al calor	561

Rehabilitación incidental de urgencia	562
Almacenamiento de fármacos en SMU bajo condiciones térmicas extremas.....	564
Lesiones causadas por el frío	566
Deshidratación.....	566
Trastornos menores relacionados con el frío.....	566
Trastornos mayores relacionados con el frío.....	567
Guías de la American Heart Association de 2010 para la ciencia de la reanimación cardiopulmonar y la atención cardiovascular de urgencia.....	578
Paro cardiaco en circunstancias especiales (hipotermia accidental).....	578
Guías de soporte vital básico para el tratamiento de la hipotermia leve a grave.....	579
Guías de soporte vital cardiaco avanzado para el tratamiento de la hipotermia	579
Prevención de las lesiones relacionadas con el frío	579
Transportación prolongada	582
Enfermedades relacionadas con el calor	582
Enfermedades relacionadas con el frío	583
Resumen.....	584
Recapitulación del escenario	584
Solución al escenario	585
Referencias.....	585
Lecturas sugeridas.....	588



CAPÍTULO 22

Trauma ambiental II: rayos, ahogamiento, buceo y altitud..... 589

Escenario	590
Introducción	590
Lesiones relacionadas con rayos.....	590
Epidemiología.....	591
Mecanismo de lesión.....	591
Lesiones por rayos.....	594
Evaluación.....	595
Manejo.....	596
Prevención	596
Ahogamiento	597
Epidemiología.....	599
Factores de sumersión	600
Mecanismo de lesión.....	601
Rescate acuático.....	602

Predictores de supervivencia.....	603
Evaluación.....	604
Manejo.....	604
Prevención de lesiones relacionadas con la sumersión.....	606
Lesiones relacionadas con el buceo recreativo	608
Epidemiología.....	608
Efectos mecánicos de presión	609
Barotrauma.....	610
Evaluación de embolismo gaseoso arterial (EGA) y síndrome de descompresión rápida (DCS).....	614
Manejo.....	615
Prevención de lesiones relacionadas con el buceo	615
Mal de altura.....	622
Epidemiología.....	622
Hipoxia hipobárica.....	622
Factores relacionados con el mal de altura	623
Mal de gran altura	624
Prevención	628
Transportación prolongada	629
Ahogamiento	629
Lesiones por rayos.....	629
Lesiones por inmersión relacionadas con el buceo recreativo	629
Mal de gran altura	629
Resumen	630
Recapitulación del escenario	630
Solución al escenario	631
Referencias.....	631
Lecturas sugeridas.....	634

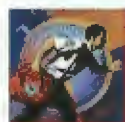


CAPÍTULO 23

Atención de trauma en espacios naturales 635

Escenario	636
Los cuidados apropiados dependen del contexto.....	636
El contexto del SMU en espacios naturales	638
Patrones de lesión en los espacios naturales	638
Seguridad.....	639
Los espacios naturales están en todos lados	639
Toma de decisiones de SMU: cómo sopesar riesgos y beneficios	639
Evacuaciones improvisadas	640
Atención del paciente en espacios naturales.....	641
Necesidades de eliminación	641
Uso del tablero dorsal largo.....	642

Necesidades de agua y alimentos	642	Barreras para el acceso usual de SMU.....	657
Protección del sol	642	Zonas de operación	658
Aspectos específicos de SMU en espacios naturales	644	Fases de la atención	658
Tratamiento de las heridas	644	Cuidados bajo fuego	
Luxaciones	646	(atención ante una amenaza directa).....	659
Reanimación cardiopulmonar en un espacio natural	646	Cuidados en el campo táctico	
Mordeduras y picaduras	647	(atención ante una amenaza indirecta)	660
Revisión del contexto de SMU en un espacio natural	651	Cuidados de la evacuación táctica	
Resumen	651	(atención en la evacuación)	663
Recapitulación del escenario	651	Incidentes con víctimas masivas.....	664
Solución al escenario	652	Inteligencia médica	664
Referencias.....	652	Resumen	664
Lecturas sugeridas.....	654	Recapitulación del escenario	665
		Solución al escenario	665
		Referencias.....	666
		Lecturas sugeridas.....	666



CAPÍTULO 24
Soporte médico de urgencia táctica civil (TEMS) **655**

Escenario	656
Historia y evolución del soporte médico de urgencia táctica.....	656
Componentes de la práctica de TEMS	657

Glosario	668
Índice	687

Contenido de destrezas específicas

Tracción mandibular en trauma	195	Colocación de apósito hemostático tópico o gasa simple en la herida	254
Tracción mandibular alterna en trauma	196	Apósito de presión usando un vendaje de trauma israelí	256
Levantamiento del mentón en trauma	197	Manejo de la columna – Aplicación y tamaño del collarín cervical	315
Cánula orofaríngea - Método de inserción levantando mandíbula y lengua	197	Rotación del cuerpo – paciente en decúbito supino	316
Cánula orofaríngea - Método de inserción con abatelenguas	199	Rotación del cuerpo – paciente en prona o semiprona	318
Cánula nasofaríngea	200	Inmovilización en posición sentado (dispositivo de extricación tipo chaleco)	320
Ventilación con bolsa-mascarilla – Método con dos proveedores	202	Extricación rápida – Tres o más proveedores de atención prehospitalaria	324
Cánula supraglótica – de doble lumen o Combitube	203	Medición y aplicación de collarín cervical	324
Dispositivo supraglótico laringotraqueal King	206	Extricación rápida – Dos proveedores de atención prehospitalaria	327
Vía aérea con mascarilla laríngea	208	Dispositivo de inmovilización infantil	328
Intubación orotraqueal visualizada en el paciente de trauma	210	Retiro del casco	330
La intubación orotraqueal cara a cara	212	Aplicación de férula de vacío	331
Cricotirotomía con aguja y ventilación transtraqueal percutánea	214	Descompresión con aguja	360
Acceso vascular intraóseo	248	Férula de tracción para fracturas de fémur	403
Autoaplicación de C-A-T a una extremidad superior	250	Venoclisis reforzada	667
Autoaplicación de C-A-T en una extremidad inferior	252		

Agradecimientos

En 1624 John Donne escribió: "Ningún hombre es en sí mismo una isla entera". Esta percepción describe en muchas formas el proceso de publicación de un libro. Es un hecho que ningún editor es una isla. Los libros de texto, como *PHTLS: Soporte vital de trauma prehospitalario*, los cursos, en especial aquellos que involucran material audiovisual, y los manuales de instructores no podrían ser publicados por editores de manera aislada. De hecho, mucho, sino la mayor parte, del trabajo involucrado en la publicación de un libro de texto no lo realizan los editores ni los autores cuyos nombres aparecen en las portadas y dentro del libro, sino el equipo de la editorial. Sin duda, la octava edición del *PHTLS* no es la excepción.

Del Comité de Trauma del American College of Surgeons, Ronald M. Stewart, MD, FACS, actual jefe del Comité de Trauma, y Michael F. Rotondo, MD, FACS, director Médico de Trauma del ACS, proporcionaron un apoyo sobresaliente en esta edición así como para el *PHTLS*.

De Jones & Bartlett Learning, debemos agradecer a Christine Emerton por la supervisión de este esfuerzo, a Jennifer Deforge-Kling, por su increíble trabajo en el manuscrito, a Kim Brophy por su apoyo global, a Carol Guerrero por guiar el programa de arte y fotografía del libro, a Jessica deMartin por dirigir la composición y a Nora Menzi por conducir la producción del programa auxiliar.

El editor y el Comité de *PHTLS* agradecen a Michael Hunter, los paramédicos, médicos de vuelo del cuidado crítico y enfermeros de vuelo de los servicios médicos de urgencias del Memorial Medical Center de la University of Massachusetts, al soporte médico de urgencias de Worcester y a LifeFlight por su apoyo y participación en la realización de las fotografías y videos para esta edición.

De igual manera, el editor y el Comité de *PHTLS* externan su agradecimiento a Douglas Cotanche, PhD, director; a Michael Doyle, director de Anatomy Labs; a Dianne Person, directora asociada, y a los donantes del Programa de Donaciones Anatómicas de la Escuela de Medicina de la University of Massachusetts, por su apoyo en este esfuerzo educativo.

Los editores también agradecen a Kelly Lowery por la revisión y edición del primer borrador de los capítulos del manuscrito.

Las esposas, hijos y otras personas importantes para los editores y autores que han tolerado las largas horas de preparación del material obviamente son la columna vertebral de cualquier publicación.

Peter T. Pons, MD, FACEP, Editor

Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P, Jefe de editores

Colaboradores

Jefe de editores

Norman E. McSwain, Jr., MD, FACS, NREMT-P

Medical Director, PHTLS
Professor of Surgery, Tulane University
Department of Surgery
Trauma Director, Spirit of Charity Trauma Center, Interim LSU Hospital
Police Surgeon, New Orleans Police Department
Nueva Orleans, Luisiana

Editor de la octava edición

Peter T. Pons, MD, FACEP
Associate Medical Director, PHTLS
Emergency Medicine
Denver, Colorado

Editores asociados

Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS
Chairperson, PHTLS Committee
Director of Performance Improvement, ATLS Program
American College of Surgeons
Chicago, Illinois

Gregory Chapman, EMT-P, RRT
Vice-Chairperson, PHTLS Committee
Center for Prehospital Medicine
Department of Emergency Medicine
Carolinas Medical Center
Charlotte, Carolina del Norte

Editores de la edición militar

Frank K. Butler, Jr., MD
CAPT, MC, USN (Ret)
Chairperson
Committee on Tactical Combat Casualty Care
Joint Trauma System

S. D. Giebner, MD, MPH

CAPT, MC, USN (Ret)
Past Chairperson
Developmental Editor
Committee on Tactical Combat Casualty Care
Joint Trauma System

Colaboradores

Katherine Bakes, MD
Director of Denver Emergency Center for Children Denver Health Medical

Center Assistant Professor, University of Colorado SOM
Denver, Colorado

Augie Bamonti III, BA, EMT-P
Medical Officer
Chicago Heights Fire Dept. (Ret.)

Brad L. Bennett, PhD, NREMT-P, FAWM
Adjunct Assistant Professor
Military and Emergency Medicine Department
F. Edward Hébert School of Medicine
Uniformed Services University of the Health Sciences
Bethesda, Maryland

David W. Callaway, MD, MPA
CEO, Operational Medicine International, Inc.
Associate Professor of Emergency Medicine
Carolinas Medical Center
Charlotte, Carolina del Norte

Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS
Chairperson, PHTLS Committee
Director of Performance Improvement, ATLS Program
American College of Surgeons
Chicago, Illinois

Gregory Chapman, EMT-P, RRT
Vice-Chairperson, PHTLS Committee
Center for Prehospital Medicine
Department of Emergency Medicine
Carolinas Medical Center
Charlotte, Carolina del Norte

Blaine L. Anderson, MD, MBA, FACS, FCCM
Professor of Surgery
University of Tennessee Medical Center
Knoxville, Tennessee

Jeffrey S. Guy, MD, MSc, MMHC, FACS
Chief Medical Officer
TriStar Health System/HCA
Nashville, Tennessee

Michael J. Hunter, EMT-P
Deputy Chief, Worcester EMS

UMass Memorial Medical Center—
University Campus
Worcester, Massachusetts

Craig H. Jacobus, EMT-P, BA/BS, DC
EMS Faculty Metro Community College
Fremont, Nebraska

David A. Kappel, MD, FACS
Clinical Professor of Surgery
West Virginia University
Deputy State Medical Director
West Virginia State Trauma System
Rural Emergency / Trauma Institute
Wheeling, West Virginia

Eduard Kompast
Deputy Officer
Vienna Ambulance
Instructor
Paramedic Academy
Vienna, Austria

Mark Lueder, EMT-P
PHTLS Committee
Chicago Heights Fire Department
Chicago Heights, Illinois

Norman E. McSwain, Jr., MD, FACS, NREMT-P
Medical Director, PHTLS
Professor of Surgery, Tulane University
Department of Surgery
Trauma Director, Spirit of Charity Trauma Center, Interim LSU Hospital
Police Surgeon, New Orleans Police Department
Nueva Orleans, Louisiana

Jeffrey Mott, DHSc, PA-C
Assistant Professor
Physician Assistant Studies
University of North Texas Health Science Center
Fort Worth, Texas

J. C. Pitteloud, MD
Staff Anesthesiologist
Hôpital du Valais
Sion, Suiza

Peter T. Pons, MD, FACEP
Associate Medical Director, PHTLS
Emergency Medicine
Denver, Colorado

Jeffrey P. Salomone, MD, FACS, NREMT-P
Chief, Division of Trauma and Surgical
Critical Care
Trauma Medical Director
Maricopa Medical Center
Phoenix, Arizona

Valerie Satkoske, PhD
Ethicist, Wheeling Hospital
Wheeling, West Virginia
Core Faculty
Center for Bioethics and Health Law
University of Pittsburgh
Pittsburgh, Pennsylvania

Lance E. Stuke, MD, MPH, FACS
Associate Medical Director, PHTLS
Assistant Professor of Surgery
Tulane University School of Medicine
Nueva Orleáns, Louisiana

**Asociación Nacional de Técnicos
en Urgencias Médicas
Junta de Directores 2014
Oficiales**

President: Don Lundy
President-Elect: C. T. Kearns
Secretary: James A. Judge, II
Treasurer: Dennis Rowe
Immediate Past-President: Connie Meyer

Directores

Rod Barrett	Scott Matin
Aimee Binning	Chad E. McIntyre
Chris Cebollero	Cory Richter
Ben Chlapek	James M. Slattery
Bruce Evans	Matt Zavadsky
Paul Hinchey, MD	

Presidentes de PHTLS

1996–present: Will Chapleau, EMT-P, RN,
TNS
1992–1996: Elizabeth M. Wertz, RN, BSN,
MPM
1991–1992: James L. Paturas
1990–1991: John Sinclair, EMT-P
1988–1990: David Wuertz, EMT-P

1985–1988: James L. Paturas
1983–1985: Richard Vomacka, NREMT-P†
†Finado

Director Médico de PHTLS

1983–present: Norman E. McSwain, Jr.,
MD, FACS, NREMT-P

**Directores Médicos Asociados
de PHTLS**

2010–present: Lance E. Stuke, MD, MPH,
FACS
2001–present: Jeffrey S. Guy, MD, FACS,
EMT-P
2000–present: Peter T. Pons, MD, FACEP
1996–2010: Jeffrey Salomone, MD, FACS,
NREMT-P
1994–2001: Scott B. Frame, MD, FACS,
FCCM†
†Finado

Comité de PHTLS

Frank K. Butler, Jr., MD
CAPT, MC, USN (Ret)
Chairperson
Committee on Tactical Combat Casualty
Care
Joint Trauma System

Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS
Chairperson, PHTLS Committee
Director of Performance Improvement,
ATLS Program
American College of Surgeons
Chicago, Illinois

Gregory Chapman, EMT-P, RRT
Vice-Chairperson, PHTLS Committee
Center for Prehospital Medicine
Department of Emergency Medicine
Carolinas Medical Center
Charlotte, Carolina del Norte

Jeffrey S. Guy, MD, MSc, MMHC, FACS
Associate Medical Director, PHTLS
Chief Medical Officer
TriStar Health System / HCA
Nashville, TN

Lawrence Hatfield, MEd, NREMT-P
Lead Analyst, Instructor
National Nuclear Security
Administration
Emergency Operations Training
Academy
Albuquerque, NM

Michael J. Hunter, EMT-P
Deputy Chief, Worcester EMS
UMass Memorial Medical Center—
University Campus
Worcester, Massachusetts

Craig H. Jacobus, EMT-P, BA/BS, DC
EMS Faculty Metro Community College
Fremont, Nebraska

Mark Lueder, EMT-P
PHTLS Committee Chicago Heights Fire
Department
Chicago Heights, Illinois

**Norman E. McSwain, Jr., MD, FACS,
NREMT-P**
Medical Director, PHTLS
Professor of Surgery, Tulane University
Department of Surgery
Trauma Director, Spirit of Charity Trauma
Center, Interim LSU Hospital
Police Surgeon, New Orleans Police
Department
Nueva Orleáns, Louisiana

Peter T. Pons, MD, FACEP
Associate Medical Director, PHTLS
Emergency Medicine
Denver, Colorado

Dennis Rowe, EMT-P
Director of Operations
Priority Ambulance
Knoxville, Tennessee

Lance E. Stuke, MD, MPH, FACS
Associate Medical Director, PHTLS
Assistant Professor of Surgery
Tulane University School of Medicine
Nueva Orleáns, Louisiana

Revisores

Linda M. Abrahamson, BA, ECRN, EMT-P, NCEE
Advocate Christ Medical Center—EMS Academy
Oak Lawn, Illinois

John Alexander, MS, NRP
Maryland Fire & Rescue Institute
University of Maryland
College Park, Maryland

Kristopher Ambrosia, FF, Paramedic, NCEE
Morton Fire Department
Morton, Illinois

Paul Arens, BS, NREMT-P
Iowa Central Community College
Fort Dodge, Iowa

William J. Armonaitis, MS, NREMT-P, NCEE
University Hospital EMS
Fairfield, Nueva Jersey

Daniel Armstrong, DPT, MS, EMT
Queensborough Community College
Bayside, Nueva York

Robyn M. Asher, EMT-P, IC, CC
Rural Metro of Tennessee
Knoxville, Tennessee

Juan M. Atan, MS, EMT-P
Orange County Fire Rescue
Condado de Orange, Florida

Chuck Baird, MS, EFO, NREMT-P
Cobb County Fire and Emergency Services
Powder Springs, Georgia

Mark Baisley, MA, NREMT-P
Gold Cross Ambulance
Rochester, Minnesota

Stanley W. Baldwin
Foothill College
Los Altos Hills, California

Bruce Barry, RN, CEN, NREMT-P
Peak Paramedicine, LLC
Wilmington, Nueva York

Ryan Batenhorst, BA, NREMT-P
Southeast Community College
Lincoln, Nebraska

John L. Beckman, AA, BS, FF/Paramedic, EMS Instructor
Addison Fire Protection
Distrito de Addison, Illinois

Deb Bell, MS, NREMT-P
Inspira Health Network—EMS (previously Underwood-Memorial EMS)
Richland, Nueva Jersey

Michael J. Berg, BSB/M, NREMT-P
Native Air/Air Methods
Globe, Arizona

Gerria Berryman, BS, EMT-P
Emergency Medical Training Professionals, LLC
Lexington, Kentucky

Robin E. Bishop, BA, MICP, CHS III, MEP
Crafton Hills College
Public Safety and Emergency Services
Departamento de Yucaipa, California

Tobby Bishop, BS, NREMT-P
Spartanburg EMS
Spartanburg, Carolina del Sur

Andy D. Booth, NREMT-P
Lanier Technical College
Oakwood, Georgia

Nick Bourdeau, RN, EMT-P I/C
Huron Valley Ambulance
Ann Arbor, Michigan

Sharon D. Boyles, BS, MEd, EMT-I
Shippensburg Area Senior High School
Shippensburg, Pennsylvania

Trent R. Brass, BS, EMT-P, RRT
SwedishAmerican Health System
Rockford, Illinois

Barbara Brennan, RN, BSN, CCRN
Hawaii PHTLS State Coordinator
Mililani, Hawaii

Lawrence D. Brewer, BA, NRP
Rogers State University
Claremore, Oklahoma

Billie Brown, BS, EMT-I, NREMT-P
Southern Alleghenies, EMS Council
Saxton, Pennsylvania

Robert K. Browning, AAS, NR-P, HMC (SCW) USN
Medical Education and Training Campus
Department of Combat Medic Training
Fort Sam Houston, Texas

Cherylenn Buckley, AEMT, EMT-I
Hartford Hospital
Hartford, Connecticut

David Burdett, NREMT-P
Hamilton County EMS
Chattanooga, Tennessee

Helen E. Burkhalter, BAS, NREMT-P, RN
Atlanta Technical College
Atlanta, Georgia

Liza K. Burrill, AEMT
New Hampshire Bureau of EMS
Concord, Nueva Hampshire

Kevin Carlisle, NREMT-P, Tactical Medic, 68W U.S. Army Reserves
Medical Center Ambulance Services
Madisonville, Kentucky

Elliot Carhart, EdD, RRT, NRP
Jefferson College of Health Sciences
Roanoke, Virginia

Greg Ceisner, EMT-P
Raleigh Fire Department
Raleigh, Carolina del Norte

Bernadette Cekuta, BS, EMT-P, CIC
Dutchess Community College
Wappingers Falls, Nueva York

Stacey G. Chapman, NREMT-P
Lancaster County EMS
Lancaster, Carolina del Sur

Julie Chase, MSED, FAWM FP-C
Immersion EMS Academy
Berryville, Virginia

Ted Chialtas, Fire Captain, Paramedic
San Diego Fire-Rescue Department
EMSTA College
Santee, California

**Patrick L. Churchwell, EMS
Instructor, EMT-P**
Allen Fire Department
Allen, Texas

**Jason L. Clark, NRP, CCEMT-P, FP-C,
CMTE**
Erlanger Life Force
Chattanooga, Tennessee

**John C. Cook, MBA, NREMT-P,
CCEMT-P, NCEE**
Jefferson College of Health
Sciences
Roanoke, Virginia

Scott Cook, MS, CCEMT-P
Southern Maine Community College
Portland del sur, Maine

Patt Cope, MEd, NRP
Arkansas State University—Beebe
Searcy, Arkansas

Dennis L. Cosby, PM, CCP, EMS II
Lee County EMS Ambulance, Inc.
Donnellson, Iowa

**Dwayne Cottel, ACP, A-EMCA,
CQIA, NCEE**
Southwest Ontario Regional Base Hospital
Program
London Health Sciences Centre
Londres, Ontario, Canadá

**Shawn Crowley, MSN, RN,
CCEMT-P**
Pee Dee Regional EMS
Florescia, Carolina del Sur

Lyndal M. Curry, MA, NRP
Southern Union State Community College
Opelika, Alabama

Mark Deavers, Paramedic
Gouverneur Rescue Squad
Gouverneur, Nueva York

James D. Dinsch, MS, NREMT-P
Indian River State College
Fort Pierce, Florida

**Robert L. Ditch, EdD, MSHS, CEM,
NREMT-P**
Arizona Academy of Emergency Services
Mesa, Arizona

Charles J. Dixon, NREMT-P, NCEE
Nucor Steel Berkeley EMS
Summerville, Carolina del Sur

**Stephanie Dornsife, MS, RN,
NREMT-P, CCEMT-P, I/C**
Wentworth Douglass Hospital
Dover, Nueva Hampshire

Rommie L. Duckworth, LP
New England Center for Rescue &
Emergency Medicine
Sherman, Connecticut

Michael J. Dunaway, BHS, NRP, CCP
Greenville Technical College
EMT/Paramedic Department
Greenville, Carolina del Sur

Richard Ellis, BSOE, NRP
Central Georgia Technical College
Macon, Georgia

**Erik M. Epskamp, Paramedic-IC,
Instructor II**
Huron Valley Ambulance EMS
Education
Ann Arbor, Michigan

Shari Evans, RN, FP-C
Air Evac EMS, Inc.
Mineral Wells, Texas

Ronald L. Feller, Sr., MBA, NRP
Oklahoma EMS for Children
Oklahoma City Community College
Moore, Oklahoma

Tom Fitts, RN, NREMT-P, MEd
East Central College
Union, Missouri

Gustavo E. Flores, MD, EMT-P
UCC School of Medicine
Bayamón, Puerto Rico

Don Fortney, AS, NREMT-P, CCEMT-P
EMMCO East, Inc.
Kersey, Pennsylvania

**Frederick E. Fowler, BS, MPS,
Paramedic**
EMS Solutions
Schuylerville, Nueva York

Christopher Gage, AS, NRP, FP-C
Davidson County Community
College
Lexington, Carolina Norte

**Alan Ganapol, EMT-B, EMT-I/C, BChE,
MChE**
objectiveQUEST
West Tisbury, Massachusetts

**Scott A. Gano, BS, NRP, FP-C,
CCEMT-P**
Columbus State Community College
Columbus, Ohio

Scott C. Garrett, AHS, EFO, NRP, CCP
Westview-Fairforest Fire Department
Spartanburg, Carolina del Sur

William Scott Gilmore, MD, EMT-P
Washington University School of Medicine
St. Louis Fire Department
Saint Louis, Missouri

David Glendenning, EMT-P
New Hanover Regional Medical
Center—EMS
Wilmington, Carolina del Norte

Kathleen D. Grote, EMT-P
Anne Arundel County Fire
Department
Millersville, Maryland

Anthony Guerne, BA, NREMT-P
Suffolk County Emergency Medical
Services
Condado de Suffolk, Nueva York

James R. Hanley, MD, FAAP
Ochsner Clinic Foundation Hospital
Department of Emergency Medicine
Nueva Orleáns, Louisiana

Poul Anders Hansen, MD
Head of the Prehospital Care
Organization, North Denmark Region
Chair PHTLS Denmark
Aalborg, Dinamarca

Anthony S. Harbour, BSN, MEd, RN, NRP
Southern Virginia Emergency Medical
Services
Roanoke, Virginia

Randy Hardick, BA, NREMT-P
Saddleback College Paramedic Program
Mission Viejo, California

Richard Hayne, RN
Glendale Community College
Glendale, California

Timothy M. Hellyer, MAT, EMT-P
Ivy Tech Community College
South Bend, Indiana

Greg P. Henington, L. Paramedic, NREMT-P
Terlingua Fire & EMS
Terlingua, Texas

Victor Robert Hernandez, BA, EMT-P
Emergency Training & Consultations
Truckee, California

David A. Hiltbrunn, AGS, NRP, CCTP
St. Mary Corwin Pre-Hospital Education
Pueblo, Colorado

Ed Hollowell, RN, CFRN, CEN, NREMT-P, CCP-C, FF
Regional Fire & Rescue
Estrella Mountain Community College
Avondale, Arizona

Cathryn A. Holstein, CCEMT-P, SEI
Rural/Metro Ambulance
Seattle, Washington

Dana Hunnewell, NREMT-P, CCEMT-P
Chocowinity EMS
Chocowinity, Carolina del Norte

Scott A. Jaeggi, AS, EMT-P
Mt. San Antonio College EMT &
Paramedic Program
Walnut, California

Vanessa L. Jewett, RN, CEN, NREMT-P
EMSTAR Educational Facility
Elmira, Nueva York

Michael B. Johnson, MS, NRP
Wallace State College
Hanceville, Alabama

Vincent J. Johnson, EMT-P
New York City Fire Department
Nueva York, Nueva York

Karen Jones, EMT-P
Mason County EMS
Point Pleasant, West Virginia

Twilla Jones, NREMT
South Bossier Parish Fire
District Two
Elm Grove, Louisiana

Kevin F. Jura, NRP
State of Maryland Department of
Health & Mental Hygiene
Office of Preparedness &
Response
Baltimore, Maryland

Greg J. Kapinos, EMT-P I/C, MPH, SPHR
Solutions in Human Resource
Management
Scarborough, Maine

Charmaine Kaptur, BSN, RN, NRP
Tualatin Valley Fire & Rescue
Sherwood, Oregon

Kevin Keen, AEMCA
Hamilton Fire Department
Hamilton, Ontario, Canadá

David Kemper, EMT-P, FP-C, CMTE, NAEMSE
University of Cincinnati Medical Center
Cincinnati, Ohio

Michael Kennard, AS, Paramedic, I/C
New Hampshire Division of Fire
Standards and Training—EMS
Concord, Nueva Hampshire

Alan F. Kicks, BE, EMT-Instructor
Bergen County EMS Training Center
Paramus, Nueva Jersey

Randall C. Kirby, BS/EMTP, PCC, I/C
Tennessee Technological University
Hartsville, Tennessee

Melodie J. Kolmetz, PA-C, EMT-P
Monroe Ambulance
Rochester, Nueva York

Edward "Ted" Lee, AAS, BS, MEd, NREMT-P, CCEMT-P
Trident Technical College
Charleston, Carolina del Sur

William J. Leggio, Jr., EdD, MS, BS EMS, NREMT-P
Prince Sultan bin Abdul Aziz College
for EMS
King Saud University
Riyadh, Reino de Arabia Saudita

David C. Leisten, BA, CCEMT-P, NREMT-P
Rochester, Nueva York

Arthur J. Lewis II, NREMT-P
East Baton Rouge Parish
Department of Emergency Medical
Services
Baton Rouge, Louisiana

Robert Loiselle, MA, NREMT-P, EMSIC
Education Training Connection
McLaren Bay Region EMS
Midland, Michigan

Elizabeth Morgan Luter, NREMT-P
O'Fallon, Missouri

Kevin M. Lynch, NYS-EMT/NYS-CLI
Greenburgh Police/EMS
Eastchester, Nueva York

Susan M. Macklin, BS, EMT-P
Central Carolina Community College
Olivia, Carolina del Norte

Larry Macy, NREMT-P
Western Wyoming Community College
Rock Springs, Wyoming

Jeanette S. Mann, RN, BSN, NREMT-P
Dabney S. Lancaster Community College
Clifton Forge, Virginia

Amy Marsh, BA, NREMT-P
Sioux Falls Fire Rescue
Sioux Falls, Dakota del Sur

Scott Matin, MBA
MONOC
Wall, Nueva Jersey

**Nancy Mayeda-Brescia, MD, OTD,
APRN, MBA, EMSI, NREMT-P**
Rocky Hill EMS
Rocky Hill, Connecticut

**David "Bernie" McBurnett, AAS,
NREMT-P I/C**
Chattanooga Fire Department
Chattanooga, Tennessee

Randall McCargar, NREMT-P
Cherry Hill Fire Department
Cherry Hill, Nueva Jersey

Kevin McCarthy, MPA, NREMT-P
Adjunct Faculty-Department
of Emergency Services
Utah Valley University
Orem, Utah

**Candace McClain, MBA, BSN, RN,
NREMT-P, CEN, CCEMT-P**
Ray County Ambulance District
Orrick, Missouri

**Cliff McCollum, Chief, EMT-B, Senior
EMS Instructor**
Pierce County Fire District 13
Tacoma, Washington

Joseph R. McConomy, Jr., MICP, EMT-I
Burlington County Emergency Services
Training Center
Westampton, Nueva Jersey

Michael McDonald, RN, NRP
Loudoun County Department of Fire
Rescue and Emergency Management
Leesburg, Virginia

Gerard McEntee, MS, EMT-P
Union County College
Plainfield, Nueva Jersey

Janis J. McManus, MS, NREMT-P
Virtua Emergency Medical Services
Mt Laurel, Nueva Jersey

Matt McQuisten, BS, NRP
Avera Health
Sioux Falls, Dakota del Sur

Darren S. Meador, NREMT-P
Valle Ambulance District
Desoto, Missouri

Christopher Metsgar, MS, NRP, NCEE
HealthONE EMS
Englewood, Colorado

Kelly Miyashiro, EMT
American Medical Response
Seattle, Washington

Aaron Miranda, EMT-P, Fire Engineer
Poway Fire Department
Poway, California

Jerry D. Morris, BA, NREMT-P
Center for Prehospital Medicine
Carolinas Medical Center
Charlotte, Carolina del Norte

**Frederick Mueller, EMTP, NREMT-P,
EMS I/C**
Temple University Health System
Transport Team
Filadelfia, Pensilvania

**Daniel W. Murdock, AAS,
NREMT-P, CLI**
SUNY Cobleskill Paramedic Program
Cobleskill, Nueva York

**Ivan A. Mustafa, EMT/P, MSN,
ARNP-C, CEMSO, EFO, CFO**
Seminole County Fire Department
Sanford, Florida

**Thomas W. Nichols, AAS,
NREMT-P**
Tulsa Technology Center
Tulsa, Oklahoma

**Keith Noble, Captain, MS, TX LP,
NREMT-P**
Austin Travis County EMS
Kyle, Texas

**Chris O'Connor, MSc, Dip EMT,
NREMT-P, NQEMT-AP**
Medical Ambulance Service
Dublín, Irlanda

Amiel B. Oliva, BSN, RN, R-EMT-B
EMR Healthcare & Safety Institute
Ciudad de Quezon, Filipinas

Chris Ottolini, EMT-P
Coast Life Support District
Gualala, California
Santa Rosa Junior College Public Safety
Training Center
Windsor, California

**Norma Pancake, BS, MEP,
NREMT-P**
Pierce County EMS Office
Tacoma, Washington

Sean F. Peck, MEd, EMT-P
WestMed College
Chula Vista, California

Mark Peterson, NREMT-P
Hardin County EMS
Elizabethtown, Kentucky

Rick Petrie, EMT-P
Atlantic Partners EMS
Winslow, Maine

**Deborah L. Petty, BS, CICP,
EMT-P I/C**
St. Charles County Ambulance
District
St. Peters, Missouri

John C. Phelps II, MAM, BS, NREMT-P
Sutton County EMS
UTHSCSA
Sonora, Texas

**Mark Podgwaite, NRAEMT,
NECEMS I/C**
Vermont EMS District 5
Danville, Vermont

John Eric Powell, PhD
Walters State Community College
Morristown, Tennessee

Alice J. Quiroz, BSN, CM
Past Affiliate Faculty
349th Medical Group, Travis Air Force
Base (2001–2008)
Gold River, California

Stephen Rea, NREMT-P, BS/HCM
Thomas Jefferson EMS Council
Charlottesville, Virginia

John Reed, MPH, BSN, RN, Paramedic
Birmingham Regional EMS System
Birmingham, Alabama

Timothy J. Reitz, BS, NREMT-P, NCEE
Conemaugh Memorial Medical Center
School of EMS
Johnstown, Pennsylvania

**Les Remington, EMT-P, I/C, EMS
Educator**
Genesys Regional Medical Center
Grand Blanc, Michigan

**Deborah Richeal, NREMT-P, EMS
Educator**
Capital Health System
Trenton, Nueva Jersey

**Paul Richardson, Paramedic, Lead
Instructor**
OSK St. Francis Medical Center
Peoria, Illinois

**Katharine P. Rickey, BS, NRParamedic,
EMS I/C**
EMS Educator
Epsom, Nueva Hampshire

Dr. Osvaldo Rois
Coordinador Latinoamericano PHTLS

**Nicholas Russell, AAS, NREMT-P,
EMS-I**
Edgewood Fire/EMS
Edgewood, Kentucky

Thomas Russell, MS, Paramedic
CT Training & Consulting Institute
Portland, Connecticut

Christopher T. Ryther, MS, NRP
American River College
Sacramento, California

**Paul Salway, Lieutenant, CCEMT-P,
NREMT-P**
South Portland Fire Department
Portland del sur, Maine

Ian T. T. Santee, MICT, MPA
City and County of Honolulu
Honolulu Emergency Services Department
Honolulu, Hawaii

**Jason Scheiderer, BA,
NREMT-P**
Wishard EMS
IUPUI
Indianapolis EMS
Indianapolis, Indiana

**Justin Schindler,
NREMT-P**
Brighton Volunteer Ambulance
Rochester, Nueva York

**Jared Schoenfeld, NREMT-P, CIC,
AHA TCF**
Kingsboro Community College
Brooklyn, Nueva York

**Barry M. Schyma, BSc (hons) Biomed,
MBChB, FRCA**
Department of Anaesthetics, Critical Care
and Pain Medicine
Royal Infirmary of Edinburgh
Reino Unido

Anthony Scott, BA, NREMT-P
Montgomery County,
Maryland Division of
Fire/Rescue Services
Westminster, Maryland

**Christopher M. Seguin, NR-P,
EMS-I/C**
Northwoods Center for Continuing
Education
Campton, Nueva Hampshire

**William D. Shelton, AAS, BS,
NREMT-P**
Fayetteville Technical Community College
Benson, Carolina del Norte

Shadrach Smith, BS Bio, NREMT-P, LP
Paramedic Advantage
Orange, California

Bradley L. Spratt, BS, LP, NRP, EMS-I
Salus Training Solutions
The Woodlands, Texas

Tynell N. Stackhouse, MTh, NREMT-P
Pee Dee Regional EMS, Inc.
Florenca, Carolina del Sur

Robert Stakem, Jr., CCEMT-P
Harrisburg Area Community College
Harrisburg, Pennsylvania

**Andrew W. Stern, NREMT-P, CCEMT-P,
MA, MPA**
Hudson Valley Community College
Cardiorespiratory & Emergency Medicine
Department
Troy, Nueva York

R. E. Suarez, CCEMT-P, NCEE
Suarez, Leppert, & Associates, LLC
Cape Fear Tactical Medicine
Clermont, Florida

Daniel A. Svenson, BA, NREMT-P
Portland Fire Department
Westbrook, Maine

**David M. Tauber, BS, NR-P, CCEMT-P,
FP-C, NCEE**

Yale New Haven Sponsor Hospital
New Haven, Connecticut
Advanced Life Support Institute
Conway, Nueva Hampshire

Brent Thomas, Paramedic

Orillia Fire Department
Orillia, Ontario, Canadá

**Candice Thompson, BS, LAT,
NREMT-P**

Centre for Emergency Health Sciences
Spring Branch, Texas

**Joshua Tilton, FF-II, NR-P, CCEMT-P,
EMS-I, FF-I**

Malta-McConnelsville Fire
Department
Zanesville, Ohio

**William F. Toon, EdD,
NREMT-P**

Johnson County MED-ACT
Olathe, Kansas

William Torres, Jr., NREMT-P

Marcus Daley Hospital—EMS
Hamilton, Montana

Patricia Tritt, RN, MA

HealthONE EMS
Englewood, Colorado

**Brian J. Turner, NREMT-P,
CCEMT-P, RN**

Clinton, Iowa

Elsa Tuttle, RN, BSN, CCEMT-P

Central Jackson County Fire Protection
District
Blue Springs, Missouri

**Rebecca Valentine, BS, EMT-P, I/C,
NCEE**

Clinical Education Specialist
Natick, Massachusetts

**Sara VanDusseldorp, NREMT-P,
CCEMT-P, NCEE**

Burlington, Wisconsin

**Eric P. Victorin, MBA, EMT-I,
NREMT-P**

Dutchess Community College
Wappingers Falls, Nueva York

**Patricia A. Vincent, NREMT-P, MICP,
BSOE**

Anchorage Fire Department
Anchorage, Alaska

Carl Voskamp, LP, CCEMT-P

Victoria College
Victoria, Texas

Gary S. Walter, BA, NREMT-P

Union College
International Rescue and Relief Program
Lincoln, Nebraska

David Watson, NREMT-P, CCEMT-P

Pickens County EMS
Pickens, Carolina del Sur

Christopher Weaver, NRP, CCEMT-P

Venture Crew 911
St. Anthony Hospital
Lakewood, Colorado

Ernie Whitener, MS, LP

Texas A&M Engineering Extension
Service
Station, Texas

Charlie Williams, EMTP, EdS

Walters State Community College
Morristown, Tennessee

**Jackilyn E. Williams, RN, MSN,
NREMT-P**

Portland Community College Paramedic
Program
Portland, Oregon

Evelyn Wilson, MHS, NREMT-P

Western Carolina University
Cullowhee, Carolina del Norte

Rich Wisniewski, BS, NREMT-P

South Carolina Department of Health and
Environmental Control
Division of EMS and Trauma
Columbia, Carolina del Sur

Andrew L. Wood, MS, NREMT-P

Emergency Medical Training
Professionals, LLC
Lexington, Kentucky

**Michael J. Young, BS, MEd, NREMT-P,
CCEMT-P**

University of Maryland Fire and Rescue
Institute, ALS Division
Oxford, Maryland

Justin Yurong, BS, NRP

Yakima County Department of EMS
Yakima, Washington

**Jeff Zuckernick, BS, MBA,
NREMT-P**

University of Hawaii—Kapiolani
Community College
Honolulu, Hawaii

Cuadro de honor del PHTLS

El PHTLS continúa prosperando y promoviendo altos estándares en el cuidado del trauma en todo el mundo. Este éxito no hubiera sido posible sin la contribución de muchos individuos dedicados e inspirados a lo largo de las últimas tres décadas. Algunas de los que se mencionan más adelante fueron fundamentales en la preparación de nuestro primer libro de texto. Otros estuvieron constantemente "en el camino" propagando la palabra. Otros más "apagaron incendios" y resolvieron problemas de manera diferente para mantener el crecimiento del PHTLS. El Comité del PHTLS, junto con los editores y coautores de esta, nuestra octava edición, desea expresar su agradecimiento a todas las personas que se mencionan en la lista que sigue. El PHTLS vive, respira y crece gracias a los esfuerzos de aquellos que dedican su tiempo a aquello en lo que creen.

Gregory H. Adkisson, MD
Melissa Alexander
Jameel Ali, MD
Stuart Alves
Augie Bamonti
J. M. Barnes
Morris L. Beard
Ann Bellows
Ernest Block, MD
Chip Boehm
Don E. Boyle, MD
Susan Brown
Susan Briggs, MD
Jonathan Busko
Alexander Butman
H. Jeannie Butman
Christain E. Callsen, Jr.
Steve Carden, MD
Edward A. Casker
Bud Caulkin
Hank Christen
David Ciraulo
Victoria Cleary
Philip Coco
Frederick J. Cole
Keith Conover
Arthur Cooper, MD
Jel Coward
Michael D'Auito
Alice "Twink" Dalton
Judith Demarest
Joseph P. Dineen, MD
Leon Dontigney, MD
Joan Drake-Olsen
Mark Elcock, MD
Blaine L. Endersen, MD
Betsy Ewing
Mary E. Fallat, MD
Milton R. Fields, III
Scott B. Frame, MD†
Sheryl G. A. Gabram
Bret Gilliam

Jack Grandey
Vincent A. Greco
Nita J. Ham
Mark C. Hodges
Walter Idol
Alex Isakov, MD
Lenworth Jacobs, MD
Craig Jacobus
Lou Jordan
Richard Judd
Jon A. King
Eduard Kompast
Jon R. Krohner, MD
Peter LeTarte, MD
Robert W. Letton, Jr.
Mark Lockhart
Dawn Loehn
Robert Loftus
Greg C. Lord
Fernando Magallenes-Negrete, MD
Paul M. Maniscalco
Scott W. Martin
Don Mauger
William McConnell, DO
Merry McSwain
John Mechtel
Claire Merrick
Bill Metcalf
George Moerkirk
Stephen Murphy
Lawrence D. Newell
Jeanne O'Brien
Dawn Orgeron
Eric Ossmann
James Paturas
Joseph Pearce
Thomas Petrich
Valerie J. Phillips, MD
James Pierce
Brian Plaisier
Mark Reading
Brian Reiselbara

Lou Romig, MD
Jeffrey S. Salomone, MD
Donald Scelza
John Sigafos
Paul Silverston, MD
David Skinner
Dale C. Smith
Richard Sobieray
Sheila Spaid
Michael Spain
Don Stamper
Kenneth G. Swan, MD
Kenneth G. Swan, Jr., MD
David M. Tauber
Joseph J. Tepas III, MD
Brian M. Tibbs
Josh Vayer
Richard Vomacka†
Demetrios Vourvachakis, MD†
Robert K. Waddell, II
Michael Werdmann
Carl Werntz
Elizabeth Wertz
Keith Wesley, MD
David E. Wesson
Roger D. White, MD
Kenneth J. Wright
David Wuertz
Al Yellin, MD
Steven Yevich
Doug York
Alida Zamboni

Gracias de nuevo a todos ustedes, y gracias a todo aquel alrededor del mundo que hace que funcione el PHTLS.

Consejo Ejecutivo del PHTLS
Editores y coautores del PHTLS

†Finado

Prólogo

Los miembros del personal prehospitalario desempeñan un servicio único que no puede realizar ningún otro individuo o grupo. Mediante la eficaz aplicación de sus conocimientos y habilidades en la escena de un accidente o enfermedad, ellos son los únicos que pueden enviarse y que son capaces de salvar vidas y prevenir o aliviar el sufrimiento.

El paciente que requiere atención prehospitalaria no está en posición de elegir a sus proveedores. Éstos aceptan la responsabilidad de atenderlo en una de las peores situaciones. La escena suele ser caótica, con riesgo e incluso clima inclemente. El profesionalismo que define al personal prehospitalario asegura que los pacientes sean atendidos por personas que están bien entrenadas y preparadas, que brindan con pasión cuidados que son una inspiración única en medicina.

Al final de cuentas, todos los profesionales médicos tienen un compromiso con el público, y la confianza de éste en nosotros se basa en nuestra preparación y responsabilidad. El *Soporte Vital de Trauma Prehospitalario (PHTLS)* proporciona las bases de esta confianza en la atención al trauma prehospitalario. Por diseño, se vincula al *Soporte Vital de Trauma Avanzado (ATLS)* en el nivel hospitalario. La premisa básica del PHTLS es que los proveedores del cuidado prehospitalario piensan críticamente, en particular bajo estrés, y utilicen sus habilidades técnicas para proporcionar excelente cuidado al paciente, sustentada en una excelente base de conocimientos.

De todos los avances de los últimos 50 años sobre el cuidado de trauma, el desarrollo del cuidado prehospitalario, el entrenamiento que establece la preparación, así como el desarrollo de los centros y sistemas de trauma han llevado a las mayores reduc-

ciones de la mortalidad. El doctor Norman McSwain ha dedicado su vida, por más de 40 años, al desarrollo del cuidado prehospitalario. En asociación con Will Chapleau, por más de 20 años ha desarrollado el programa del PHTLS, a tal punto que es un estándar del cuidado del trauma prehospitalario en todo el mundo.

Su asociación se ha acompañado de las contribuciones de muchos otros, pero su relación y el profesionalismo que han engendrado por medio de su liderazgo han hecho del programa lo que es hoy. Los proveedores de cuidado prehospitalario son individuos orgullosos y llevan la cabeza en alto por su mayor dedicación. No veríamos los logros sorprendentes que han ocurrido en la atención al trauma sin su participación. Su profesionalismo se debe en parte al liderazgo del doctor McSwain y del señor Chapleau.

En nombre de los colaboradores de esta edición y por el honor de escribir este prólogo, desearía dedicar la octava edición del libro de texto del programa PHTLS a las asociaciones y equipos de trabajo que vemos cada día en los proveedores de atención prehospitalaria y los médicos y enfermeros que trabajan con ellos. Lo anterior se ejemplifica con el modelo de liderazgo y por vivir los valores del doctor McSwain y el señor Chapleau. Somos afortunados al tener el legado que se ha creado en la comunidad prehospitalaria y las contribuciones que estos dos líderes han provisto para hacer esto posible.

David B. Hoyt, MD, FACS
Director Ejecutivo
American College of Surgeons
Chicago, Illinois

Prefacio

Los proveedores de atención prehospitalaria deben aceptar la responsabilidad de proporcionar al paciente un cuidado que sea casi absolutamente perfecto, tanto como sea posible. Esto no puede lograrse si no se cuenta con los conocimientos suficientes sobre la materia. Debemos recordar que el paciente no eligió involucrarse en una situación traumática. Por otro lado, el proveedor de atención prehospitalaria eligió estar allí para atender al paciente. El proveedor de atención prehospitalaria está obligado a dar 100% de su esfuerzo durante el contacto con cada paciente. Su paciente tuvo un mal día, pero él no puede tenerlo también. Debe ser sagaz y capaz en la competencia entre el paciente, y el trauma, y la muerte.

El paciente es la persona más importante en la escena de una urgencia. No hay tiempo para pensar en qué orden debe hacerse la evaluación del paciente o qué tratamientos deberían tener prioridad. No hay tiempo de practicar una habilidad antes de usarla en un paciente en particular ni de pensar en dónde están guardados el equipamiento o los suministros dentro del *kit* auxiliar. Tampoco hay tiempo de pensar a dónde transportar el paciente herido. El proveedor de atención prehospitalaria debe almacenar en su mente toda esta información y más; todo el equipamiento y los suministros deben estar en el kit cuando el proveedor arribe a la escena. Sin el conocimiento apropiado del equipamiento, el proveedor de atención prehospitalaria podría desatender cosas que podrían incrementar la oportunidad de vivir del paciente, y su responsabilidad es demasiado grande como para cometer ese tipo de errores.

Quienes dan atención prehospitalaria son miembros integrales de un equipo de cuidado de pacientes de trauma, como los enfermeros y médicos del servicio de urgencias, quirófano, unidad de cuidados intensivos y unidad de rehabilitación. Los proveedores de atención prehospitalaria deben tener práctica en sus habilidades, de manera que puedan sacar al paciente con rapidez y eficacia del ambiente de urgencia y transportarlo al hospital adecuado más cercano.

¿Por qué PHTLS?

Filosofía educativa del curso

El Soporte Vital de Trauma Prehospitalario (PHTLS) se enfoca en los principios, no en las preferencias. Al enfocarse en los principios del buen cuidado del trauma, el PHTLS promueve el pensamiento crítico. El Comité del PHTLS de la National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT) considera que los profesionales de los servicios médicos de urgencias (SMU) toman las mejores decisiones en beneficio de sus pacientes cuando se les proporcionan bases sólidas de principios fundamentales y el conocimiento basado en la evidencia. No se promueve la memorización por repetición de mnemotecnias. Además, no hay una "forma PHTLS" de realizar una destreza específica. Se enseña el principio de la destreza y después se presenta un método aceptable para realizar la destreza que cumple con el principio. Los auto-

res dan cuenta que ningún método puede aplicarse a la miríada de situaciones únicas que se encuentran en la fase prehospitalaria.

Información actualizada

El desarrollo del programa Soporte Vital de Trauma Prehospitalario (PHTLS), inició en 1981, sobre los talones del inicio del Soporte Vital de Trauma Avanzado (ATLS) el programa para médicos. Debido a que el curso ATLS se revisa cada 4 a 5 años, los cambios pertinentes son incorporados en la siguiente edición del PHTLS. Esta octava edición del programa PHTLS ha sido revisada con base en el curso 2012 del ATLS así como publicaciones subsecuentes en la literatura médica. Aunque después de los principios del ATLS, el PHTLS está expresamente diseñado para los requerimientos específicos de los pacientes de trauma en el contexto prehospitalario. Se ha diseñado un capítulo nuevo y otros capítulos han sido revisados minuciosamente. El capítulo nuevo incluye la información sobre la fisiología de la vida y la muerte. Los videoclips de destrezas críticas y un eBook están disponibles en línea.

Bases científicas

Los autores y los editores adoptaron un enfoque "basado en evidencias" que incluye las referencias de la literatura médica que sustentan los principios clave y trabajos de investigación adicionales publicados por organizaciones nacionales citadas cuando la situación lo amerita. Se añadieron muchas referencias, lo que permite a aquellos proveedores con una mente crítica la lectura de los datos científicos que dan soporte a nuestras recomendaciones.

La oferta educativa de la familia PHTLS

Desde la introducción del curso PHTLS en 1981, PHTLS ha continuado ampliando su oferta educativa para cubrir todos los niveles y tipos de proveedores de atención de trauma prehospitalario.

- **PHTLS:** un curso de 16 horas para respondedores médicos de urgencia, técnicos médicos de urgencia, paramédicos, enfermeros, médicos auxiliares, asociados médicos y médicos. El curso de proveedor PHTLS se ofrece en uno de dos formatos: el curso presencial en un formato con estaciones de destrezas y conferencias; o un formato híbrido, en el cual una parte interactiva se imparte en línea, en formato para web, que se cursa el día previo a la interacción presencial en el aula para instructores de estación de destrezas y evaluaciones.
- **Curso de actualización PHTLS:** curso con duración de 8 horas para que los estudiantes que ya han cursado de manera satisfactoria el curso de proveedor del PHTLS u otro curso de proveedor de trauma aprobado dentro de los últimos 4 años.

- **Primera Respuesta al Trauma (TFR, Trauma First Response):** curso de 8 horas que imparte los principios de PHTLS a los profesionales que no pertenecen a los SMU, lo que incluye a los primeros respondedores (respondedores médicos de urgencias), policía, bomberos, personal de rescate, y oficiales de seguridad, para capacitarlos en su preparación para brindar atención a los pacientes de trauma, mientras que participa como parte de un equipo de transporte o a la espera de un proveedor de transporte.
- **Atención Táctica a Víctimas de Combate (TCCC, Tactical Combat Casualty Care):** curso de 16 horas que introduce técnicas basadas en pruebas, técnicas y estrategias para salvar vidas y proporcionar la mejor atención de trauma en el campo de batalla. Los cursos de TCCC se imparten con el patrocinio del programa PHTLS. El curso está diseñado para el personal de SMU/militar de combate, incluyendo médicos, enfermeros, rescatistas y pararescatistas en apoyo de operaciones de combate. Los cursos de TCCC de NAEMT utilizan los programas de PHTLS: *Soporte Vital de Trauma Prehospitalario, Edición Militar*, como libros y de texto y son compatibles por completo con las Guías del Department of Defense's Committee on Tactical Combat Casualty Care (CoTCCC). Es el único curso TCCC avalado por el American College of Surgeons.
- **Atención Táctica de Víctimas de Urgencias (TECC, Tactical Emergency Casualty Care):** curso de 16 horas, derivado de TCCC, que con base en evidencias, introduce técnicas y estrategias para salvar vidas y para brindar la mejor atención del trauma en una situación táctica civil o en un ambiente peligroso. El curso TECC se lleva a cabo con el auspicio de PHTLS. El curso está dirigido al personal de SMU que brinda apoyo en operaciones tácticas o de peligro.
- **Fuerzas de la Ley y Primera Respuesta - Atención Táctica de víctimas (LEFT-TCC, Law Enforcement and First Response Tactical Casualty Care):** curso de 8 horas que se imparte a los primeros respondedores de seguridad pública como la policía, otras fuerzas del orden, bomberos y otros rescatistas (respondedores médicos de urgencias) las intervenciones básicas de atención médica que ayudarán a salvar la vida de un respondedor lesionado hasta médicos de SMU para que puedan entrar con seguridad a una escena táctica. Este curso combina los principios de PHTLS y TCCC, y encuentra las recomendaciones del documento de Acuerdo general Hartford y las guías de TECC.
- **Control de la hemorragia para el lesionado (BCon, Bleeding Control for the Injured):** curso de 2 horas que enseña a personas legas los pasos básicos necesarios para detener la hemorragia externa luego de un evento de trauma.

rios para detener la hemorragia externa luego de un evento de trauma.

PHTLS: misión y compromiso

Como continuamos persiguiendo el potencial del curso PHTLS y la comunidad mundial de proveedores de atención prehospitalaria, es necesario recordar las metas y los objetivos del programa:

- Proporcionar una descripción de la fisiología y la cinemática de la lesión
- Facilitar la comprensión de la necesidad de la evaluación rápida del paciente de trauma
- Avanzar el nivel de los participantes de los conocimientos con respecto a las destrezas de exploración y diagnóstico
- Realzar el rendimiento de los participantes en la evaluación y tratamiento del paciente con trauma
- Avanzar el nivel del participante de competencia con respecto a destrezas específicas de intervención de trauma prehospitalario
- Proporcionar una descripción general y establecer un método de dirección para la atención prehospitalaria del paciente de trauma multisistémico
- Para promover el enfoque común para la iniciación y la transición de la atención que inicia con los primeros respondedores que continua a través de los niveles de cuidado hasta que el paciente es entregado al servicio médico definitivo

También es propicio para repetir nuestra declaración de la misión, escrita en una sesión maratónica en la conferencia NAEMT en 1997:

El programa Soporte Vital de Trauma Prehospitalario (PHTLS), de la National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT) sirve a las víctimas de trauma mediante la educación global de los proveedores de atención prehospitalaria de todos los niveles. Con la supervisión médica del American College of Surgeons Committee on Trauma (ACS-COT), los programas de PHTLS, desarrollan y difunden materiales didácticos, información científica y promueven la excelencia en el manejo de los pacientes de trauma por medio de todos los proveedores que participan en la prestación de servicios de atención prehospitalaria.

La misión del programa PHTLS está ligada al logro de la misión de la NAEMT. El programa PHTLS está comprometido con la mejora del funcionamiento y la calidad. De esta forma, PHTLS

está siempre atento a los cambios de la tecnología y los métodos de atención de trauma prehospitalario que se pueden utilizar para la mejora de la calidad clínica y el servicio de este programa.

Apoyo de la NAEMT

La NAEMT aporta la estructura administrativa para el programa PHTLS. Todos los beneficios del programa PHTLS son utilizados exclusivamente por NAEMT para financiar temas y programas que son de primera importancia para los profesionales de los SMU, como conferencias educativas y acciones de promoción a favor de los proveedores de la atención prehospitalaria.

PHTLS es un líder mundial

Debido al éxito sin precedentes de las ediciones anteriores del PHTLS, el programa continúa creciendo a pasos agigantados. Los cursos del PHTLS siguen proliferando en Estados Unidos y el US Armed Forces lo ha adoptado, enseñando el programa al personal de las Fuerzas Armadas de Estados Unidos en más de 100 sitios de entrenamiento a lo largo del mundo. El PHTLS se ha exportado a más de 66 países y muchos otros están expresando su interés para llevar el PHTLS a sus países como esfuerzo para mejorar los niveles de atención prehospitalaria al trauma.

Los proveedores de la atención prehospitalaria tienen la responsabilidad de asimilar estos conocimientos y estas destrezas a fin de utilizarlas en beneficio del paciente de los cuáles son responsables los proveedores. Los editores y autores de este material y el Comité Ejecutivo de la División PHTLS de la NAEMT esperan que usted incorpore esta información en su práctica y se dedique diariamente a la atención de aquellas personas que no se pueden atender por sí solas –los pacientes de trauma.

National Association of Emergency Medical Technicians

La National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT) se fundó en 1975 para servir y representar los intereses profesionales de los expertos del SMU, incluyendo paramédicos, técnicos médicos de emergencia, y los servicios de emergencia médica. Los miembros de la NAEMT trabajan en todos los sectores de SMU, incluidos los organismos gubernamentales de servicios, departamentos de bomberos, servicios de ambulancia con base en los hospitales, empresas privadas, entornos industriales y de operaciones especiales, y los militares.

Una de las principales actividades de la NAEMT es la educación continua de SMU. La misión de los programas de educación continua de la NAEMT es mejorar la atención del paciente a través de alta calidad, la educación basada en la evidencia y rentable que refuerza y mejora los conocimientos y habilidades de los profesionales de SMU.

La NAEMT se esfuerza en ofrecer los programas de educación continua de la más alta calidad. Todos los programas de educación continua de la NAEMT son desarrollados por educadores altamente experimentados en SMU, médicos clínicos y directores médicos. El contenido del curso incorpora las últimas investigaciones, las técnicas más recientes y enfoques innovadores en el aprendizaje del SMU. Todos los programas de educación continua de la NAEMT promueven el pensamiento crítico como la base para proporcionar una atención de calidad. Esto se sustenta en la creencia de que los profesionales de SMU toman las mejores decisiones en nombre de sus pacientes cuando se les brinda una base sólida de conocimientos basados en la evidencia y principios fundamentales.

Una vez desarrollados, los programas de educación continua son probados y refinados para asegurar que los materiales de estos cursos son claros, precisos y pertinentes a las necesidades de los profesionales de SMU. Por último, todos los programas de educación continua son actualizadas regularmente al menos cada 4 años para asegurar que el contenido incorpora la investigación y las prácticas más actualizadas.

La NAEMT proporciona apoyo continuo a sus instructores y los sitios de entrenamiento SMU que adoptan sus cursos. Más de 1800 sitios de entrenamiento, lo que incluye colegios, agencias de SMU, hospitales y otros centros de entrenamiento ubicados en Estados Unidos y más de 50 países que ofrecen programas de educación continua de la NAEMT. Las oficinas centrales de la NAEMT trabajan con la red de voluntarios del programa de educación continua de los miembros del comité, coordinadores nacionales, estatales y regionales; y la facultad de afiliados para proporcionar apoyo administrativo y educativo.

Peter T. Pons, MD, FACEP
Editor

Norman E. McSwain, Jr., MD, FACS, NREMT-P
Editor en Jefe, PHTLS

Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS
Gregory Chapman, EMT-P, RRT
Editores Asociados



Dedicatoria

Este texto está dedicado a todas aquellas personas alrededor del mundo entero que gastan incontables horas en el frío o el calor, durante todas las horas del día o la noche, en el sol o la lluvia o la nieve, en las situaciones que son seguras o peligrosas, lejos de su familia y sus seres amados, que se ocupan de proporcionar la atención prehospitalaria a las víctimas de trauma.



Soporte vital de trauma prehospitalario (PHTLS): pasado, presente y futuro

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Reconocer la magnitud del problema tanto en términos humanos como financieros causada por la lesión traumática.
- Entender las tres fases del cuidado del trauma.
- Entender la historia y la evolución del cuidado del trauma prehospitalario.



Introducción

Nuestros pacientes no nos escogieron. Nosotros los escogimos. Pudimos haber elegido otra profesión, pero no fue así. Aceptamos la responsabilidad del cuidado del paciente en algunas de las peores situaciones: cuando estamos cansados o con frío; cuando está lloviendo y está oscuro; cuando no podemos predecir las condiciones que encontraremos. Así que debemos aceptar esta responsabilidad o dejarla ir. Debemos dar a nuestros pacientes el mejor cuidado que podamos –no soñando despiertos, no con un equipo sin verificar, no con falta de suministros y, por supuesto, no con el conocimiento de ayer. No podemos saber la información médica actual, no podemos pretender estar listos para atender a nuestros pacientes, si no leemos y aprendemos cada día. El curso sobre *Soporte Vital de Trauma Prehospitalario (PHTLS*, por sus siglas en inglés) proporciona una parte de ese conocimiento al Técnico en urgencias médicas (TUM) en activo, técnico de transporte sanitario, enfermeros y médicos, pero lo más importante es que en última instancia beneficia a la persona quien nos necesita del todo –el paciente. Al final de cada jornada, deberíamos sentir que el paciente recibió nada menos que nuestro mejor esfuerzo.

Filosofía del PHTLS

El PHTLS proporciona un entendimiento de la anatomía, la fisiología, la fisiopatología del trauma, la evaluación y el cuidado del paciente traumatizado mediante el método del ABCDE y de las habilidades necesarias para proporcionar ese cuidado –ni más ni menos. Los pacientes que sangran o respiran de manera inadecuada tienen poco tiempo antes de que su condición dé como resultado una grave discapacidad o se vuelva letal. Los proveedores del cuidado prehospitalario deben poseer y utilizar las habilidades del pensamiento crítico para tomar y llevar a cabo las decisiones que mejorarán la sobrevivencia del paciente traumatizado. El PHTLS no entrena a los proveedores del cuidado prehospitalario para que memoricen un método de “solución única”. En su lugar, enseña un entendimiento del cuidado del trauma y un pensamiento crítico. Cada contacto entre el proveedor y el paciente involucra un conjunto único de circunstancias. Si el primero entiende las bases del cuidado médico y las necesidades específicas de cada paciente según las circunstancias del momento, entonces podrá tomar decisiones únicas que aseguren la mayor oportunidad de supervivencia al paciente.

Los principios más importantes del PHTLS son que los proveedores del cuidado prehospitalario deben tener buenas bases del conocimiento, pensar de manera crítica y tener las habilidades técnicas apropiadas para dar un excelente cuidado al paciente, incluso en circunstancias que no son óptimas. El PHTLS tampoco proscribe ni prescribe acciones específicas, en lugar de ello proporciona el conocimiento y las habilidades adecuadas que permitan a los proveedores del cuidado prehospitalario utilizar el pensamiento crítico para lograr el mejor manejo de cada paciente.

La oportunidad de que un proveedor de atención prehospitalaria ayude a un paciente es mayor en el manejo de las víctimas de trauma que en cualquier otra circunstancia en que el paciente se llegara a encontrar. La probabilidad de sobrevivir de un paciente traumatizado que recibe un cuidado excelente del trauma, tanto en un contexto

prehospitalario como en uno hospitalario, probablemente sea mayor que el de cualquier enfermo en estado crítico. El proveedor de atención prehospitalaria puede alargar el lapso de vida y los años productivos del paciente traumatizado y beneficiar a la sociedad en virtud del cuidado proporcionado. Por medio de un manejo efectivo del paciente con traumatismo, la atención prehospitalaria tiene una influencia significativa en la sociedad.

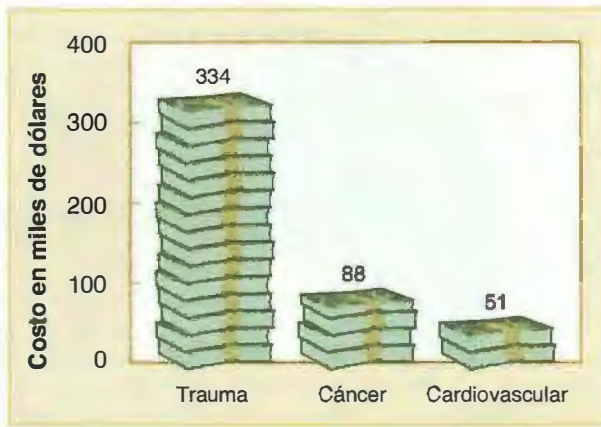
Aprender, entender y practicar los principios del PHTLS será más beneficioso para sus pacientes que terminar cualquier otro programa educativo.¹

El problema

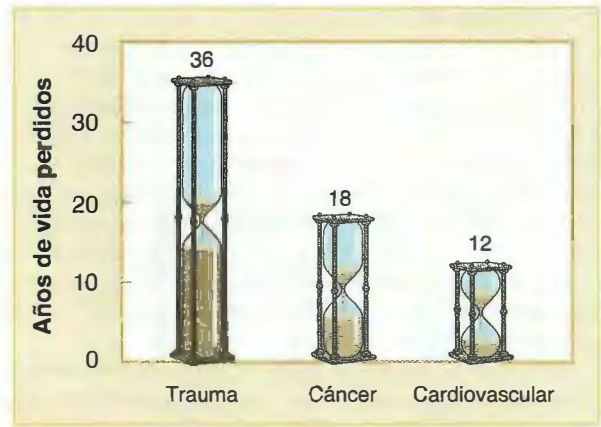
El trauma es la causa principal de muerte en las personas de entre 1 y 44 años de edad.² Más de 70% de las muertes entre las edades de 15 y 24 años y más de 40% de las muertes entre las edades de 1 y 14 años se deben al trauma. El trauma continúa siendo la octava causa de muerte en los ancianos. Cada año mueren casi tres veces más estadounidenses por trauma de los que murieron en la guerra de Vietnam y de Irak en 2008.³ Cada 10 años más estadounidenses mueren de algún trauma que los que murieron en todos los conflictos militares combinados de Estados Unidos. Solamente en la quinta década de la vida las enfermedades de cáncer y del corazón compiten con el trauma como la principal causa de muerte. Cerca de 70 veces más estadounidenses mueren cada año a causa de traumas contusos y penetrantes en Estados Unidos de los que murieron anualmente en la guerra de Irak.

Los proveedores de atención prehospitalaria pueden hacer poco para incrementar la sobrevivencia del paciente con cáncer; sin embargo, con los pacientes traumatizados pueden marcar la diferencia entre la vida y la muerte, entre la discapacidad temporal y la discapacidad de cuidado o permanente, entre una vida productiva y una de dependencia. Se estima que cerca de 60 millones de lesiones ocurren cada año en Estados Unidos. De éstas, 40 millones requieren la atención del servicio de urgencias, 2.5 millones demandan hospitalización y 9 millones produce discapacidad. Cerca de 8.7 millones de pacientes traumatizados estarán discapacitados de manera temporal y 300 000 de manera permanente.^{4,5}

El costo de la atención de los pacientes traumatizados es asombroso. Miles de millones de dólares se gastan en el manejo de pacientes traumatizados, sin incluir los dólares perdidos en salarios, costos en administración de los seguros, daños en propiedad y costos al empleador. La National Safety Council estimó que en 2007 el impacto económico de traumas tanto fatales como no fatales fue aproximadamente de \$684 mil millones.⁶ La pérdida en productividad debida a los pacientes traumatizados equivale a 5.1 millones de años, a un costo de más de \$65 mil millones por año. Con respecto a los pacientes que mueren, se pierden 5.3 millones de años de vida (34 años por persona) a un costo de más de \$50 mil millones. De manera comparativa, los costos por paciente (medidos en dólares y en años perdidos) de enfermedades de cáncer y del corazón son mucho menores (Figura 1-1). El proveedor de atención prehospitalaria tiene una oportunidad de reducir estos costos. Por ejemplo, la protección adecuada de una columna cervical fracturada puede marcar la diferencia entre una cuadriplejía de por vida y una vida saludable, productiva y sin restricciones de actividad. Los proveedores del cuidado prehospitalario pueden encontrar muchos ejemplos de este tipo casi todos los días.



A



B

Figura 1-1 A. Costos comparativos en miles de dólares de las víctimas estadounidenses de trauma, cáncer y enfermedades cardiovasculares cada año. B. Comparación entre el número de años perdidos como resultado de un trauma y por cáncer o enfermedad cardiovascular.

Fuente: Información de la National Safety Council.

La siguiente información proviene de la Road Traffic Injuries Fact Sheet No. 358 de la World Health Organization (WHO):

- **Las lesiones ocasionadas por el tránsito son un gran problema de salud pública y de desarrollo.** Los accidentes de tránsito matan a 1.24 millones de personas al año en todo el mundo, 3242 personas al día en promedio. Entre 20 y 50 millones de personas se lesionan o se discapacitan al año. En general, este tipo de accidentes es la novena causa de muerte y la causa número uno de las muertes por trauma, y contabilizan 2.2% de todas las muertes de manera global. El costo estimado de estas lesiones y muertes es \$518 mil millones de dólares cada año.⁷ La WHO predice que, sin mejoras en la prevención, 1.9 millones de personas morirán anualmente en accidentes automovilísticos para el año 2020.
- **La mayoría de las lesiones ocasionadas por el tránsito afectan a las personas en países de bajos y medianos ingresos, en especial hombres jóvenes y usuarios vulnerables de la carretera.** De todas las muertes ocasionadas por el tránsito, más de 90% ocurre en países de bajos y medianos ingresos⁸ (Figura 1-2).
- **En todo el mundo, más de 5.8 millones de personas mueren cada año a causa del trauma, tanto intencional como no intencional.**⁹ Mientras que los incidentes de tránsito son la causa más común de muerte, el suicidio (844 000) y el homicidio (600 000) son la segunda y tercera causas, respectivamente.¹⁰

Como muestran con claridad estas estadísticas, el trauma es un problema mundial. Aunque los eventos específicos que llevan a las lesiones y a las muertes difieren de un país a otro, las consecuencias son las mismas. El impacto de lesiones prevenibles es global.

Quienes trabajamos en la comunidad del trauma tenemos una obligación con nuestros pacientes de prevenir lesiones, no sólo tratarlas después de que ocurren. Una historia que se cuenta con frecuencia en los servicios médicos de urgencia o SMU, ilustra este punto. En un largo y sinuoso camino montañoso, había una curva donde los autos con frecuencia se salían del camino y caían por un precipicio de cerca de 30 metros (100 pies). La comunidad decidió que en el fondo del precipicio se estacionara una ambulancia para

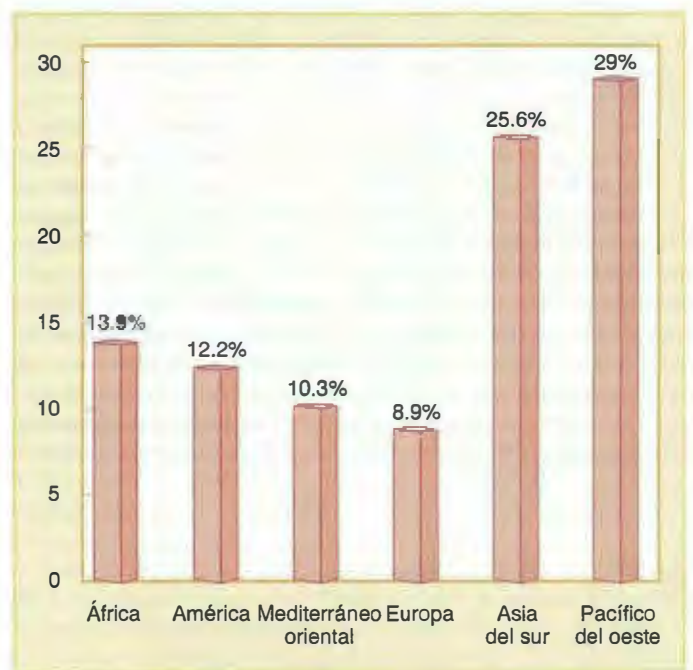


Figura 1-2 Distribución mundial de las muertes ocasionadas por accidentes de tránsito.

Fuente: Información proveniente de la Road Traffic Injuries Fact Sheet No. 358 de la World Health Organization (WHO).

atender a los pacientes involucrados en estos accidentes. Una mejor alternativa hubiera sido colocar vallas de contención a lo largo de la curva para prevenir en primer lugar que ocurriera algún incidente.

Las fases del cuidado del trauma

El trauma no es un accidente, aunque con frecuencia se le reconoce como tal. El accidente se define ya sea como "un evento que ocurre por la probabilidad o el surgimiento de causas desconocidas" o "una desafortunada ocurrencia resultado del descuido,

el desconocimiento o la ignorancia.” La mayoría de las muertes por trauma y lesiones caen en la segunda definición, pero no en la primera, y son prevenibles. La prevención tiene mucho éxito en los países desarrollados, no así en los países en desarrollo, donde hay mucho camino por recorrer, con sólo 15% de las naciones en el mundo que tienen leyes sobre seguridad en el tránsito.¹¹ Los incidentes traumáticos se clasifican en dos categorías: *intencional* y *no intencional*. Las lesiones intencionales son resultado de un acto llevado a cabo con el propósito de hacer daño, lastimar o matar. La lesión traumática que ocurre no como resultado de una acción deliberada, sino como una consecuencia sin intención o accidental es considerada no intencional.

El cuidado del trauma se divide en tres fases, preevento, evento y pos-evento, en cada una de las cuales el proveedor de atención prehospitalaria tiene responsabilidades.

Fase preevento

La **fase del preevento** involucra las circunstancias que llevan a una lesión. Aquí los esfuerzos se enfocan principalmente en su prevención. Al trabajar en la prevención de las lesiones, debemos educar al público a incrementar el uso de los sistemas de sujeción de los ocupantes del vehículo, promover métodos para reducir el uso de armas que tengan que ver con el crimen y fomentar la resolución pacífica de los conflictos. Además de la preocupación por el paciente traumatizado, todos los miembros del equipo del cuidado de la salud tienen la responsabilidad de reducir el número de víctimas por trauma. En la actualidad, en Estados Unidos la violencia y los traumas no intencionales causan más muertes cada año que todas las enfermedades combinadas.¹² Cerca de un tercio de estas muertes se asocia con la violencia (Figura 1-3). Los vehículos y las armas de fuego suman un tercio más de las muertes por trauma, la mayoría de las cuales son prevenibles (Figura 1-4).

Las leyes sobre cascos para los motociclistas son un ejemplo de la legislación que ha influido en la prevención de lesiones. En 1966, el

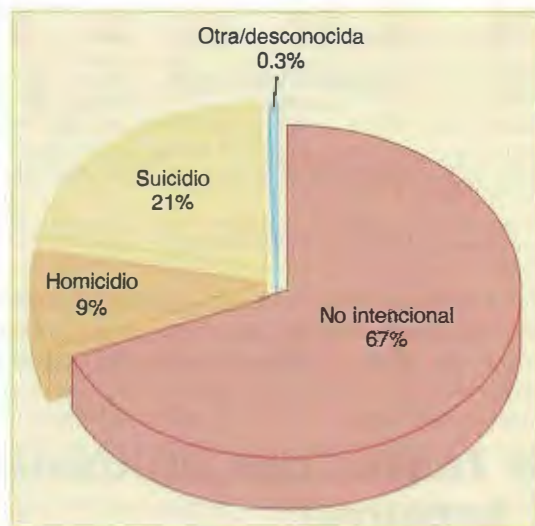


Figura 1-3 El trauma intencional da cuenta de más muertes que todas las otras causas combinadas de muerte por trauma.

Fuente: Datos del National Center for Injury Prevention and Control: WISQARS. Fatal Injury Reports 1999–2010. Centers for Disease Control and Prevention. http://www.cdc.gov/injury/wisqars/fatal_injury_reports.html. Consultado el 2 de enero de 2013.

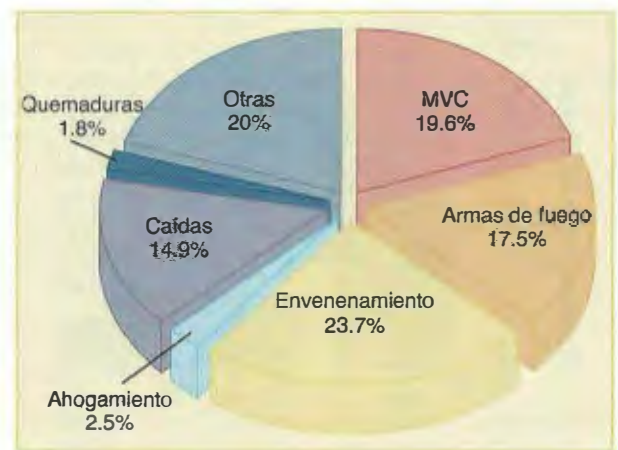


Figura 1-4 Los traumas ocasionados por vehículos de motor y armas de fuego dan cuenta de más de un tercio de las muertes como resultado de una lesión traumática.

Fuente: Información de la National Center for Injury Prevention and Control: WISQARS. Reportes por lesiones fatales 1999–2010. Centers for Disease Control and Prevention. http://www.cdc.gov/injury/wisqars/fatal_injury_reports.html. Consultado el 2 de enero de 2013.

congreso de Estados Unidos concedió al Department of Transportation la autoridad de mandar que los estados pasaran una legislación que requiriera a los motociclistas usar cascos. El uso de cascos se incrementó 100% de manera subsecuente y la tasa de mortalidad en accidentes con motocicletas disminuyó de manera drástica. En 1975, el Congreso rescindió este mandato. Más de la mitad de los estados rechazó o modificó su legislación existente. Conforme los estados han reincorporado o revocado estas leyes, también lo han hecho las tasas de mortalidad. En fecha reciente, más estados han revocado tales leyes; como resultado, se han incrementado las tasas de mortalidad en 2006 y 2007.¹³

Las muertes en motocicleta se incrementaron 11% en 2006.¹⁴ La explicación más probable para este incremento drástico en la mortalidad es la disminución en el uso del casco. En la actualidad, sólo 20 estados tienen leyes universales sobre el casco. En esos estados, el uso del casco es de 74%, mientras que en aquellos donde no existen tales leyes, la tasa de uso es de 42%.¹⁵ La disminución del número de estados con leyes sobre el uso del casco ha llevado a una caída global en la utilización de este elemento de protección de 71% en 2000 a 51% en 2006. Para ilustrar los efectos de estas tendencias, en Florida, a un cambio de la ley que se hizo en 2002, le siguió un incremento en la tasa de mortalidad de 24% mayor que el incremento que se había predicho en los registros.

En agosto de 2008, la entonces secretaria de transporte de Estados Unidos, Mary Peters, informó un descenso en las muertes relacionadas con automóviles en autopistas, pero al mismo tiempo reportó un incremento en las muertes por motocicleta. Ha habido una mejora importante en todos los aspectos de la seguridad vehicular, excepto para los motociclistas.¹⁶

Otro ejemplo de muertes por trauma prevenibles tiene que ver con conducir mientras se está intoxicado con alcohol.¹⁷ Como resultado de la presión para cambiar las leyes estatales con respecto al nivel de intoxicación al conducir y gracias a las actividades educativas de organizaciones como Mothers Against Drunk Driving (MADD), el número de conductores ebrios involucrados en accidentes fatales ha disminuido de manera consistente desde 1989.

Otra manera de prevenir el trauma es por medio del uso de asientos de seguridad para los niños. Muchos centros de trauma,

organizaciones a favor de aplicar la ley y sistemas de servicios médicos de urgencia tienen programas para educar a los padres en la instalación correcta y uso de los asientos de seguridad para los niños.

El otro componente de esta fase es la preparación de los proveedores del cuidado prehospitalario para los eventos que no se han podido prevenir mediante los esfuerzos antes mencionados. La preparación incluye una educación adecuada y completa con información actualizada, a fin de proporcionar el cuidado médico más actualizado. Así como se debe actualizar la computadora de casa, así también se debe actualizar el conocimiento con prácticas médicas y conocimientos de avanzada. Además, se debe revisar el equipo en la unidad de respuesta al principio de cada cambio de turno y repasar con el compañero las responsabilidades individuales y las expectativas sobre quién llevará a cabo cuáles deberes. Es tan importante revisar la conducta del cuidado cuando se llega a la escena, como decidir quién conducirá y quién estará en la parte de atrás con el paciente.

Fase del evento

La **fase del evento** es el momento del trauma real. Los pasos efectuados en la fase preevento pueden influir en el resultado de la fase del evento. Esto aplica no sólo para los pacientes, sino para uno mismo. “No hacer más daño” es la consigna para un buen cuidado del paciente. Ya sea que conduzcan el vehículo personal o uno de urgencias, los proveedores de atención prehospitalaria necesitan cuidarse a sí mismos y enseñar con el ejemplo. Uno es responsable de sí mismo, de su compañero y de los pacientes bajo su cuidado cuando se encuentra en la ambulancia; por tanto, es necesario que prevenga lesiones manejando con seguridad y estando alertas. El mismo nivel de atención que pone en el cuidado de su paciente debe ponerlo en su forma de conducir. Siempre conduzca con seguridad, respete el reglamento de tránsito, evite actividades distractoras, como usar el teléfono móvil o escribir o leer mensajes de texto, y emplee los dispositivos de protección personal disponibles, como los cinturones de seguridad, que se encuentran en la cabina de conducción, en la del pasajero y en el compartimento del cuidado del paciente.

Fase posevento

La **fase del posevento** tiene que ver con el resultado del evento traumático. Evidentemente, el peor resultado posible de éste es la muerte del paciente. Un cirujano de trauma, el doctor Donald Trunkey, ha descrito una distribución trimodal de las muertes por trauma.¹⁸ La *primera fase* de las muertes ocurre dentro de los primeros minutos y hasta 1 hora después del incidente. Estas muertes ocurren de igual manera incluso con una atención médica inmediata. La mejor manera de combatir estas muertes es con la prevención de lesiones y con estrategias de seguridad. La *segunda fase* de las muertes ocurre dentro de las primeras horas del incidente. Con frecuencia, estas muertes se pueden prevenir con un buen cuidado tanto prehospitalario como hospitalario. La *tercera fase* de las muertes ocurre desde unos días hasta varias semanas después del incidente. Por lo general, los decesos se deben a la falla orgánica múltiple. Aunque hay muchas necesidades más que atender en el manejo y prevención de la falla múltiple orgánica, un manejo temprano y agresivo del shock en el contexto prehospitalario puede prevenir algunas de estas muertes (Figura 1-5).

El doctor R Adams Cowley, fundador del Maryland Institute of Emergency Medical Services (MIEMS), uno de los primeros centros

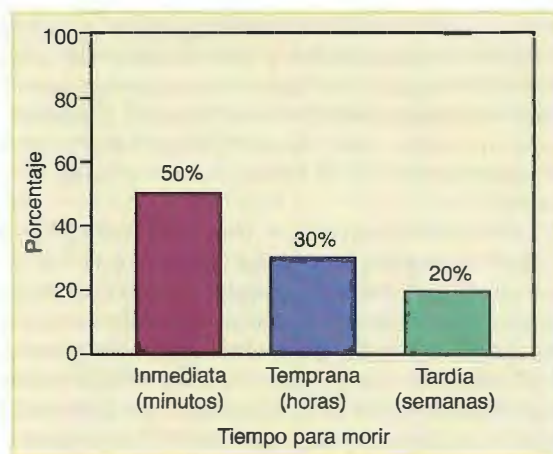


Figura 1-5 Las muertes inmediatas se previenen sólo mediante la educación sobre la prevención de lesiones, ya que la posibilidad de sobrevivencia para algunos pacientes es que el incidente no hubiera ocurrido. Las muertes tempranas se pueden prevenir con el cuidado prehospitalario adecuado y oportuno para reducir la mortalidad y la morbilidad. Las muertes tardías sólo se previenen con una transportación rápida a un hospital con personal adecuado para la atención del trauma.

para el trauma en Estados Unidos, definió lo que él llamó la “Hora dorada”.¹⁹ Con base en su investigación, el doctor Cowley creyó que los pacientes que recibían un cuidado definitivo pronto después de una lesión tenían una tasa de sobrevivencia más alta que quienes no lo recibían. Una razón de esta mejora en la sobrevivencia es el tratamiento rápido de la hemorragia y la preservación de la habilidad del cuerpo para producir energía a fin de mantener el funcionamiento de los órganos. Para el proveedor de atención prehospitalaria, esto se traduce en mantener la oxigenación y la perfusión y proporcionar una transportación rápida a una instalación que esté preparada para continuar con el proceso de reanimación usando sangre y plasma (reanimación con control de daños), evitando que se eleve la presión sanguínea (a más de 90 mm Hg) mediante el uso de grandes cantidades de cristaloides.

En Estados Unidos, un sistema de servicios médicos de urgencia tiene un tiempo de respuesta (desde el momento de la notificación de que ha ocurrido un incidente hasta la llegada a la escena) de 6 a 8 minutos. El tiempo de transportación típico hasta la instalación receptora es de otros 8 a 10 minutos. Entre 15 y 20 minutos de la mágica Hora dorada se emplean en sólo llegar a la escena y transportar al paciente. Si el cuidado prehospitalario en la escena no es eficiente y bien organizado, se pueden perder fácilmente de 30 a 40 minutos en la escena. Con este tiempo en la escena agregado al tiempo de transportación, la Hora dorada se habrá perdido mucho antes de que el paciente llegue al hospital, donde los mejores recursos de un servicio de urgencia bien preparado y una sala de operaciones están disponibles en beneficio del paciente.

Los datos de la investigación apoyan este concepto.^{20,21} Uno de estos estudios mostró que los pacientes lesionados de manera crítica tuvieron una tasa de mortalidad significativamente menor (17.9 vs. 28.2%) cuando fueron transportados al hospital por un vehículo privado en lugar de una ambulancia.²⁰ Este hallazgo inesperado fue quizá el resultado de que los proveedores de atención prehospitalaria pasan mucho tiempo en la escena.

En las décadas de los 80 y 90, un centro de traumatología documentó que los tiempos en la escena de los servicios médicos de

urgencia promediaron de 20 a 30 minutos para pacientes lesionados en accidentes automovilísticos y para víctimas con traumas penetrantes. Este hallazgo trae luz a las preguntas que todos los proveedores del cuidado prehospitalario necesitan plantearse cuando cuidan a una víctima traumatizada: "¿Lo que estoy haciendo va a beneficiar al paciente? ¿Este beneficio supera el riesgo de retrasar el transporte?"

Una de las responsabilidades más importantes del proveedor del cuidado prehospitalario es pasar tan poco tiempo en la escena como sea posible y en su lugar apresurar el cuidado en el campo y el transporte del paciente. En los primeros minutos preciosos después de llegar a la escena, un proveedor de atención prehospitalaria evalúa el paciente con rapidez, realiza maniobras de salvamento y prepara al paciente para su transportación. En la primera década del siglo XXI, siguiendo los principios del PHTLS, los momentos en la escena prehospitalaria han disminuido y ha permitido a todos los proveedores (bomberos, policía y servicios médicos de urgencia) desempeñarse como una sola unidad con un estilo uniforme al tener una metodología estándar en todos los servicios de urgencia, lo que ha dado como resultado un incremento en la sobrevivencia del paciente.

La segunda responsabilidad es transportar al paciente a una instalación apropiada. El factor más crítico para la sobrevivencia del paciente es todo el tiempo que transcurre entre el incidente y el suministro de un cuidado definitivo. Para un paciente con ataque cardíaco, definitivamente el cuidado es la restauración de un ritmo cardíaco normal y una perfusión adecuada. La reanimación cardiopulmonar (RCP) es simplemente un patrón que se mantiene. Para un paciente cuya vía respiratoria esté comprometida, el cuidado definitivo es el manejo de la vía respiratoria y la restauración de una ventilación adecuada. El restablecimiento ya sea de la ventilación o de un ritmo cardíaco normal mediante la desfibrilación se logra por lo regular con facilidad en el campo. Sin embargo, conforme los hospitales de cuidado intensivo desarrollan los programas de infarto de miocardio con elevación del segmento ST (IMEST), la cantidad de tiempo desde el inicio de los síntomas cardíacos hasta la dilatación del globo de las válvulas cardíacas involucradas se ha vuelto más importante.²²⁻²⁵

Aun cuando el manejo de los pacientes traumatizados ha cambiado, el tiempo es tan crítico como siempre, quizá más. Definitivamente el cuidado del paciente traumatizado por lo regular involucra el control de la hemorragia y la restauración de una perfusión adecuada mediante el reemplazo de fluidos, y la recuperación de la hemoglobina. La administración de sangre total (glóbulos rojos y plasma, en una proporción de 1:1) reconstituida para reemplazar la sangre perdida por los militares ha producido resultados impresionantes en Irak y Afganistán, y ahora en la comunidad civil. Estos fluidos reemplazan la capacidad perdida de transportar oxígeno, los componentes de coagulación y la presión oncótica para prevenir la pérdida de fluido del sistema vascular. Sin embargo, no están disponibles para su uso en el campo y son una razón importante para un transporte rápido al hospital. En la ruta al hospital, una reanimación balanceada (véase el Capítulo, Shock) ha probado ser muy importante. La homeostasis (capacidad de mantener el medio interno estable) no puede lograrse siempre en el campo o en el servicio de urgencias (SU); con frecuencia se alcanza en el quirófano. Por lo tanto, al determinar una instalación adecuada a donde transportar al paciente, es importante que el proveedor de atención prehospitalaria recurra al proceso del pensamiento crítico y considere el tiempo de transportación a una instalación en particular y las capacidades de ésta.

Un centro de trauma que cuenta con un cirujano disponible antes o poco después de la llegada del paciente, un equipo de urgencias médicas bien entrenado y con experiencia en traumas, un equipo de cirugía disponible de inmediato suelen tener en el quirófano a un paciente traumatizado con una hemorragia que pudiera amenazar su vida dentro de los 10 a 15 minutos de la llegada del paciente (a menudo más rápido) y marcar la diferencia entre la vida y la muerte.

Por otro lado, un hospital sin estas capacidades quirúrgicas debe esperar a la llegada del cirujano y al equipo médico antes de trasladar al paciente del servicio de urgencias al quirófano. Pueden pasar más tiempo para controlar la hemorragia, lo que da por resultado un incremento asociado en la tasa de mortalidad (Figura 1-6). Existe un incremento significativo de la sobrevivencia cuando se pasan por alto los centros donde no se atienden traumas y todos los pacientes gravemente lesionados se llevan a un centro de trauma.²⁶⁻³³

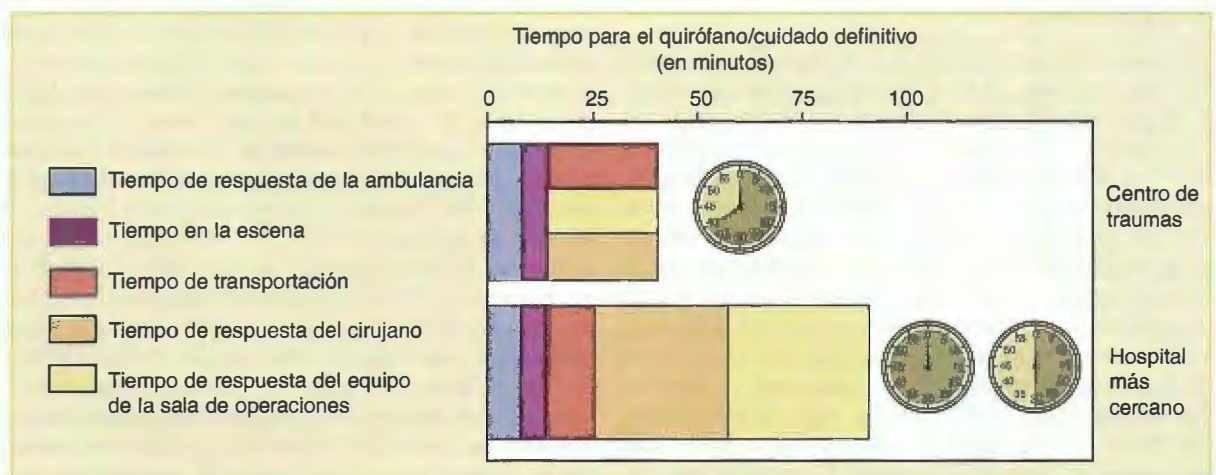


Figura 1-6 En lugares en donde se cuenta con centros de trauma, evitar los hospitales que no están comprometidos con el cuidado de los pacientes traumatizados mejora de manera significativa el cuidado del paciente. En pacientes traumatizados gravemente lesionados, el cuidado definitivo en general ocurre en el quirófano. Emplear de 10 a 20 minutos en dirigirse a un hospital con un cirujano de planta y un personal de urgencias de planta hará que se reduzca en forma significativa el tiempo hacia una sala de operaciones de cuidado definitivo. (Azul, tiempo de respuesta del servicio médico de urgencias; morado, tiempo en la escena; rojo, tiempo de transportación del servicio médico de urgencias; naranja, respuesta del equipo de cirujanos desde fuera del hospital; amarillo, respuesta del equipo de la sala de operaciones desde fuera del hospital.)

La experiencia es importante, además del entrenamiento inicial en cirugía y trauma. Los estudios han demostrado que en un centro de trauma, los cirujanos más experimentados tienen mejores resultados que los que tienen menos experiencia.^{34,35}

Historia del cuidado del trauma en los servicios médicos de urgencia

Las etapas y el desarrollo del manejo del paciente traumatizado se dividen aproximadamente en cuatro periodos, como lo describe el doctor Norman McSwain, en el Discurso Scudder del American College of Surgeons de 1999.³⁶ Estos son: (1) el periodo antiguo, (2) el periodo Larrey, (3) la era Farrington y (4) la era moderna. Este texto, todo el curso de PHTLS y el cuidado del paciente traumatizado se basan en los principios desarrollados y enseñados por los pioneros del cuidado prehospitalario. Si bien la lista de estos innovadores es larga, pocos merecen un reconocimiento especial.

Periodo antiguo

Todo el cuidado médico que se llevó a cabo en Egipto, Grecia y Roma, aquel realizado por los israelitas y hasta la era de Napoleón se clasifica como servicios médicos de urgencia premodernos. La mayor parte del cuidado médico se logró dentro de algunas instalaciones médicas rudimentarias; poco fue desempeñado por los proveedores del cuidado prehospitalario en el campo. La contribución más significativa a nuestro conocimiento dentro de este periodo es el papiro de Edwin Smith de hace 4500 años, donde se describe el cuidado médico en varios informes de casos.

Periodo Larrey (de finales de 1700 a aproximadamente 1950)

A finales de 1700, el Barón Dominique Jean Larrey, el doctor militar en jefe de Napoleón, reconoció la necesidad de un cuidado prehospitalario rápido. En 1797 hizo esta observación: "... la lejanía de nuestras ambulancias privan a los heridos de la atención requerida. Se me autorizó a construir un carruaje al cual llamo ambulancia voladora."³⁷ Desarrolló estas carretas tiradas por caballos, "ambulancias voladoras", para la recuperación oportuna de los guerreros lesionados en el campo de batalla e introdujo la premisa de que los individuos que trabajan en éstas deberían estar entrenados en el cuidado médico para proporcionar la atención a los pacientes en la escena y en la ruta.

A principios de 1800, ya había establecido la teoría básica del cuidado prehospitalario que continuamos empleando hasta este día:

- La ambulancia "voladora"
- Entrenamiento médico adecuado para el personal médico
- Movimiento dentro del campo durante la batalla para el cuidado y la recuperación de los pacientes
- Control en el campo de la hemorragia
- Transporte a un hospital cercano
- Provisión del cuidado en la ruta
- Desarrollo de hospitales de vanguardia

Desarrolló hospitales que estaban cerca de las líneas enemigas (casi como el ejército hoy en día) y enfatizó el movimiento rápido de los pacientes desde el campo hasta el cuidado médico. Ahora se reconoce al Barón Larrey como el **padre de los servicios médicos de urgencia en la era moderna**.

Desafortunadamente, el ejército de la Unión no utilizó el tipo de cuidado desarrollado por Larrey en Estados Unidos 60 años más tarde, cuando inició la Guerra Civil estadounidense. En la primera batalla de Bull Run en agosto de 1861, los heridos yacían en el campo -3000 durante 3 días, 600 más a la semana.³⁸ Cuando Jonathan Letterman fue designado como cirujano general, creó los cuerpos médicos separados con una mejor organización del cuidado médico. En la segunda batalla de Bull Run, un año más tarde, había 300 ambulancias y los auxiliares recogieron 10 000 heridos en 24 horas.³⁸

En agosto de 1864 se creó la Cruz Roja Internacional en la Primera Convención de Ginebra.³² La convención reconoció la neutralidad de los hospitales, los enfermos y los heridos, de todo el personal involucrado y de las ambulancias, y garantizó el libre paso de las ambulancias y personal médico, con el propósito de mover a los heridos. También enfatizó la igualdad del cuidado médico proporcionado, sin importar de qué lado del conflicto estuviera la víctima. Esta convención marcó el primer paso hacia el código de conducta empleado por el ejército de Estados Unidos hoy en día. Este código de conducta es un componente importante del Curso sobre el Cuidado de bajas de Combate Táctico o TCCC, el cual ahora forma parte integral del programa PHTLS.

Hospitales, ejército y morgues

En 1865 se creó en Cincinnati, Ohio, el primer servicio de ambulancias privado, en el Cincinnati General Hospital.³⁸ Pronto se desarrollaron varios sistemas de servicio médico de urgencias en Estados Unidos: Bellevue Hospital Ambulance,³⁸ en Nueva York en 1867; Grady Hospital Ambulance Service (la ambulancia con base en hospital en operación continua más antiguo), en Atlanta desde 1880; Charity Hospital Ambulance Services, en Nueva Orleans, creado en 1885 por el cirujano, doctor A. B. Miles; y muchas otras instalaciones en Estados Unidos. Estos servicios de ambulancia eran operados básicamente por hospitales, el ejército o morgues hasta 1950.³⁶

En 1891, el doctor Nicholas Senn, fundador de la Association of Military Surgeons, afirmó: "el destino de los heridos yace en las manos del que aplica la primera gasa". Aunque el cuidado prehospitalario era rudimentario cuando el doctor Senn hizo esta declaración, las palabras todavía son verdaderas al momento en que los proveedores del cuidado prehospitalario atienden las necesidades específicas del paciente traumatizado en el campo.

Algunos cambios ocurrieron en el cuidado médico durante las diversas guerras hasta el final de la Segunda Guerra Mundial, pero en general el sistema y el tipo de cuidado proporcionado antes de la llegada a la estación de ayuda del Batallón (Echelon II) en el ejército o a la puerta trasera del hospital civil permanecieron sin cambio hasta mediados de los años 50 del siglo pasado.

Durante este periodo, muchas ambulancias de las grandes ciudades con hospitales escuela eran atendidas por los internos que empezaban su primer año de entrenamiento. El último servicio de ambulancia en requerir médicos durante su operación fue el Charity Hospital en Nueva Orleans en la década de los 60 del siglo xx. A pesar del hecho de que los médicos estaban presentes, la mayor parte del cuidado del trauma era primitivo. El equipo y los suministros no eran diferentes de aquellos usados durante la Guerra Civil Estadounidense.³⁶

Era Farrington (aproximadamente de 1950 a 1970)

La era del doctor J. D. "Deke" Farrington (1909 a 1982) empezó en 1950. El doctor Farrington, el padre de los Servicios de Urgencias Médicas en Estados Unidos, estimuló el desarrollo de un cuidado prehospitalario mejorado con su emblemático artículo: "Muerte en la trinchera".³⁹ A finales de la década de 1960, el doctor Farrington y otros líderes de la época, tales como el doctor Oscar Hampton y el doctor Curtis Artz, llevaron a Estados Unidos a la era moderna del servicio médico de urgencias y de la atención prehospitalaria.³⁶ El doctor Farrington se involucraba de manera activa en todos los aspectos del cuidado en ambulancia. Su trabajo como presidente de los comités que produjeron tres de los primeros documentos que establecían las bases del Servicio Médico de Urgencias —la lista del equipo esencial para las ambulancias del American College of Surgeons,⁴⁰ las especificaciones de diseño de la ambulancia KKK 1822 del U.S. Department of Transportation⁴¹ y el primer programa de entrenamiento básico del técnico en urgencias médicas o TUM—, propugnó la idea y el desarrollo del cuidado prehospitalario. Además de los esfuerzos del doctor Farrington, otros ayudaron de manera activa promoviendo la importancia de la atención prehospitalaria para la víctima traumatizada. El doctor Robert Kennedy fue autor de *Early Care of the Sick and Injured Patient*.⁴² En 1957 los doctores Sam Banks y Farrington enseñaron el primer curso de entrenamiento prehospitalario en el Chicago Fire Department, lo cual dio inicio del cuidado adecuado del paciente traumatizado.

En un libro de 1965 editado y compilado por el doctor George J. Curry, líder del American College of Surgeons y su comité sobre el trauma, se declaró que:

Las lesiones por accidentes afectan cada parte del cuerpo humano. Varían desde simples raspones y contusiones hasta lesiones complejas múltiples que involucran muchos tejidos del cuerpo. Esto demanda una apreciación primaria eficiente e inteligente, además de cuidado sobre la base individual, antes de transportar. Es evidente que los servicios de que es esencial el entrenamiento de los auxiliares de la ambulancia. Si esperamos una máxima eficiencia de ellos, debe arreglarse un programa de entrenamiento especial.⁴²

La emblemático libro blanco, "Accidental Death and Disability: The Neglected Disease of Modern Society", aceleró aún más el proceso en 1967.⁴³ La National Academy of Sciences/National Research Council (NAS/NCR) publicó este trabajo justo un año después de que el doctor Curry llamara a la acción.

La era moderna del cuidado prehospitalario (aproximadamente de 1970 hasta la actualidad)

1970

La era moderna del cuidado prehospitalario empezó con los informes Dunlap y Associates para el U.S. Department of Transportation en 1968, al definir el programa de estudios de un entrenamiento TUM-ambulancia. A éste se le conoció como el TUM-Básico, y en nuestros días se le conoce como TUM.

El National Registry del EMT (NREMT) se estableció en 1970 y desarrolló los estándares de examinación y registro del personal de los Servicios Médicos de Urgencias (SMU) entrenado como propulsor en el libro blanco del NAS/NRC. Rocco Morando fue el líder del NREMT por muchos años y se asoció con los doctores Farrington, Hampton y Artz.

La convocatoria del doctor Curry para un entrenamiento especializado de los auxiliares de la ambulancia *para el trauma* fue respondido de manera inicial mediante el uso del programa educativo desarrollado por los doctores Farrington y Banks, la publicación de *Emergency Care and Transportation of the Sick and Injured* ("Libro Naranja"), de la American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS), los programas de entrenamiento de EMT para la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) y por el programa de entrenamiento PHTLS durante los pasados 25 años. Los primeros esfuerzos de entrenamiento fueron primitivos, pero progresaron de manera significativa en un tiempo relativamente breve.

El primer libro de texto de esta era fue *Emergency Care and Transportation of the Sick and Injured*, publicado en 1971 por la AAOS.³⁶ Fue una creación del doctor Walter A. Hoyt Jr. El libro ahora está en su 10ª edición.

Durante este mismo periodo, en Glasgow, Escocia, los doctores Graham Teasdale y Bryan Jennett desarrollaron la escala de coma Glasgow, para propósitos de investigación. El doctor Howard Champion la presentó en Estados Unidos y la incorporó dentro del cuidado del paciente traumatizado, para evaluar el estado neurológico continuo del paciente.⁴⁴ La escala de coma Glasgow es un indicador muy sensible de la mejoría o deterioro de tales pacientes.

En 1973 se creó la legislación federal sobre los Servicios de Emergencias Médicas para promover el desarrollo de los SMU (completos, amplios). La legislación identificó 15 componentes individuales que eran necesarios para tener un sistema integrado de servicios en urgencias médicas. El doctor David Boyd fue el encargado de implementar esta legislación. Uno de estos componentes fue la educación. Esto se volvió la base para el desarrollo del programa de estudios del entrenamiento para el cuidado: TUM Básico, TUM Intermedio y TUM Paramédicos en todo EUA. Hoy en día, estos niveles de entrenamiento reciben el nombre de Técnico de Urgencias Médicas (TUM), Advanced Emergency Medical Technician (AEMT) y Paramédico. El U.S. Department of Transportation (DOT) definió de manera inicial el programa académico en el NHTSA, que se conoció como el National Standard Curriculum o programa de estudios DOT.

La doctora Nancy Caroline definió los estándares y temas de estudio del primer programa para paramédicos y escribió el primer libro de texto, *Emergency Care in the Streets*, empleado en el entrenamiento de paramédicos. Este libro se encuentra en su 7ª edición.

La Estrella de la Vida azul fue diseñada por la American Medical Association (AMA) como símbolo de la indicación "Alerta Médica" de que el paciente tenía una condición médica importante que el EMS debía notar. La AMA la cedió a la NREMT como logo de esa organización para el registro y la examinación. Debido a que la American Red Cross no permitiría que el logo de la "Cruz Roja" fuera empleado en las ambulancias como símbolo de urgencia, Lew Schwartz, el presidente de la rama EMS de la NHTSA, le pidió al doctor Farrington, quien era presidente de la junta de la NREMT, que permitiera a la NHTSA emplear el emblema para las ambulancias. El permiso lo otorgaron los doctores Farrington y Rocco Morando, el director ejecutivo del NREMT. Desde entonces es el símbolo internacional para los sistemas del SMU.³⁶

La National Association de EMTs (NAEMT) se desarrolló en 1975, gracias a Jeffrey Harris, con el apoyo financiero de la NREMT. La NAEMT es la única organización de la nación que está dedicada únicamente a representar los intereses profesionales de todos los practicantes de los Servicios de Emergencias Médicas, incluidos paramédicos, técnicos de urgencias médicas (TUM), quienes responden a urgencias médicas y otros profesionistas que trabajan en urgencias médicas prehospitalarias.

1980

Hacia mediados de los años 80 del siglo pasado, se hizo evidente que el paciente traumatizado era diferente del cardíaco. Los cirujanos de trauma como los doctores Frank Lewis y Donald Trunkey reconocieron la distinción clave entre estos dos grupos: para el segundo todas o la mayoría de las herramientas necesarias para reestablecer el gasto cardíaco (RCP, desfibrilación externa y medicamentos) estaban disponibles para los paramédicos entrenados de manera adecuada en el campo. Sin embargo, para el paciente traumatizado, las herramientas más importantes (control quirúrgico para la hemorragia interna y el reemplazo de sangre) no estaban disponibles en el campo. La importancia de mover al paciente con rapidez al hospital adecuado se volvió evidente tanto para los proveedores del cuidado prehospitalario como para los directores médicos. Una instalación bien preparada incorporó un equipo de trauma bien entrenado, compuesto de doctores, cirujanos y enfermeras entrenados en urgencias y personal de quirófano; un banco de sangre, registro y procesos de seguridad en la calidad, y todos los componentes necesarios para el manejo del paciente traumatizado. Todos estos recursos necesitaban estar a la espera de la llegada del paciente, con el equipo de cirugía listo para llevarlo directo a la sala de operaciones. Con el tiempo, estos estándares se han modificado para incluir conceptos como hipotensión permisiva (doctor Ken Mattox) y una transfusión en una proporción cercana a una parte de glóbulos rojos por una parte de plasma (1:1) (doctores John Holcomb del ejército de Estados Unidos y Juan Duchesne por la parte civil). Sin embargo, la base de una disponibilidad rápida de un quirófano bien equipado no ha cambiado.

El tratamiento rápido del paciente traumatizado depende del sistema de cuidado prehospitalario que ofrezca fácil acceso al sistema. Este acceso tiene la ayuda de un número único de urgencias (p. ej., el 9-1-1 de Estados Unidos), un buen sistema de comunicación para despachar la unidad médica de urgencias y proveedores del cuidado prehospitalario bien preparados y bien entrenados. A mucha gente se le ha enseñado que un acceso temprano, como una RCP a tiempo, salva la vida de aquellos que experimentan un ataque cardíaco. El trauma puede ser tratado de la misma manera. Los principios mencionados son la base del buen cuidado del paciente; a estos principios se les ha agregado la importancia del control de la hemorragia interna, lo cual no puede lograrse fuera de un centro de trauma ni de un quirófano. Por tanto, la evaluación rápida, el empaquetado adecuado y la entrega rápida del paciente a la instalación con los recursos del quirófano disponibles de manera inmediata se han vuelto el principio adicional que no se entendió hasta mediados de la década de los 80 del siglo xx. Hoy en día estos principios básicos permanecen como el cimiento del cuidado del SMU.

Destacan los logros de estos grandes doctores, proveedores del cuidado prehospitalario y organizaciones; sin embargo, existen muchas personas más, demasiadas para mencionarlas, que han

contribuido al desarrollo del SMU. Tenemos una gran deuda de gratitud con todos ellos.

PHTLS: pasado, presente, futuro

Soporte vital avanzado de trauma

Como ocurre con frecuencia en la vida, una experiencia personal causó los cambios de cuidado de urgencias que dieron como resultado el nacimiento del curso de Soporte vital avanzado de trauma (ATLS, por sus siglas en inglés) y con el paso del tiempo el programa PHTLS. El ATLS inició en 1978, 2 años después de que un avión privado se estrellara en un área rural de Nebraska. Nació del metal retorcido, los lesionados y los muertos. El piloto, un cirujano ortopédico, su esposa y sus cuatro hijos volaban en su avión bimotor cuando se estrellaron. Su esposa murió de manera instantánea y los niños estaban lesionados de manera crítica. Esperaron la ayuda, pero ésta nunca llegó. Después de 8 horas, el doctor caminó casi un kilómetro a lo largo de un camino de tierra hasta la autopista. Después de que pasaron dos camiones, le hizo señas al conductor de un automóvil y juntos avanzaron hasta el sitio del accidente, metieron a los niños lesionados al automóvil y condujeron al hospital más cercano, a pocos kilómetros al sur del sitio del accidente.

Cuando llegaron a la puerta del servicio de urgencias del hospital rural local, se dieron cuenta de que estaba cerrado. La enfermera de turno llamó a dos practicantes generales de una comunidad granjera pequeña que estaban disponibles. Después de examinar a los niños, uno de los doctores cargó por los hombros y rodillas a uno de los niños lesionados hasta la sala de rayos X. Más tarde, regresó y anunció que los rayos X no mostraban fractura de cráneo, sin embargo no se había considerado una lesión en la columna cervical, por lo que el doctor empezó a suturar la laceración que tenía. El cirujano ortopédico llamó a su socio en Lincoln, Nebraska, y le comunicó lo que había ocurrido. Su socio le dijo que él haría los arreglos para llevar a los sobrevivientes de la familia a Lincoln tan pronto como fuera posible.

Los doctores y el personal de este pequeño hospital rural tuvieron poca o ninguna preparación para evaluar múltiples pacientes con lesiones traumáticas. Desafortunadamente, había una carencia de entrenamiento y experiencia en triage y en la evaluación y manejo de lesiones traumáticas. En los años que siguieron, el cirujano ortopédico de Nebraska y sus colegas reconocieron que algo debía hacerse acerca de la carencia general del sistema de atención del trauma para tratar con precisión a los pacientes lesionados en áreas rurales. Ellos decidieron que los médicos necesitaban estar entrenados de una manera sistemática sobre cómo tratar pacientes traumatizados. Decidieron utilizar un formato similar al Soporte Vital Cardiovascular Avanzado (Advanced Cardiovascular Life Support o ACLS) y le llamaron Soporte Vital Avanzado de Trauma.

Se creó un temario y se le organizó de una manera lógica para manejar el trauma. Se desarrolló la metodología de "trata a medida que avanza", como también el ABC del trauma (vías aéreas de *Airway*, respiración de *Breathing* y Circulación) para dar prioridad al orden de evaluación y tratamiento. En 1978, el prototipo del ATLS se probó en el campo, en Auburn, Nebraska, con la ayuda de muchos cirujanos. A continuación, el curso se presentó en la Universidad de Nebraska y con el tiempo al American College of Surgeons Committee on Trauma.

Desde ese primer curso de ATLS en Auburn, Nebraska, han pasado más de tres décadas y el ATLS continúa difundándose y

creciendo. Lo que se pretendió en el inicio como un curso para la Nebraska rural se ha convertido en un curso para todo el mundo, para todos los tipos de escenarios de trauma. Este curso es la base del PHTLS.

PHTLS

Como el doctor Richard H. Carmona, excirujano general de U.S., manifestó en el prólogo de la sexta edición de PHTLS:

Se ha dicho que estamos parados en los hombros de gigantes en muchos éxitos aparentes, y el PHTLS no es diferente. Con una gran visión y pasión, pero también con retos, un pequeño grupo de líderes perseveró y desarrolló el PHTLS hace más de un cuarto de siglo.

En 1958, el doctor Farrington convenció al Chicago Fire Department de que los bomberos deberían estar entrenados para manejar pacientes de urgencia. Al trabajar con el doctor Sam Banks, el doctor Farrington inició el Programa de Entrenamiento en Trauma (TTP, por sus siglas en inglés) en Chicago. Millones han sido entrenados siguiendo la guía desarrollada en este programa emblemático. El doctor Farrington continuó trabajando en cada nivel del SMU, desde el campo a la educación a la legislación, para ayudar a expandir y mejorar el SMU como una profesión. Los principios del cuidado del trauma descritos en el trabajo del doctor Farrington forman parte importante del núcleo del PHTLS.

El primer presidente del comité *ad hoc* del ATLS del American College of Surgeons y presidente del Prehospital Care Subcommittee on Trauma for the American College of Surgeons, el doctor Norman E. McSwain, Jr., FACS, sabía que el ATLS tendría un profundo efecto en el resultado de los pacientes traumatizados. Además, él tenía un fuerte sentimiento de que se podría tener un efecto mucho mayor al llevar este tipo de entrenamiento crítico a los proveedores del cuidado prehospitalario.

El doctor McSwain, miembro fundador de la junta de directores de la National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT), obtuvo el apoyo del presidente de la asociación, Gary LaBeau, y empezó a trazar los planes de una versión prehospitalaria de la ATLS.⁴⁴ El presidente LaBeau dirigió al doctor McSwain y a Robert Nelson, NREMT-P, para determinar la posibilidad de un programa tipo ATLS para los proveedores del cuidado prehospitalario.

Como profesor de cirugía de la Tulane University School of Medicine en Nueva Orleans, Louisiana, el doctor McSwain obtuvo el apoyo de la universidad para formar el borrador del programa de estudios de lo que se convertiría en Soporte Vital de Trauma Prehospitalario o Prehospital Trauma Life Support (PHTLS, por sus siglas en inglés). Con este borrador, en 1983 se estableció un comité para el PHTLS. Este comité continuó refinando el curriculum y más tarde, ese mismo año, se llevaron a cabo cursos piloto en Lafayette y Nueva Orleans, Louisiana, en el Marian Health Center en Sioux City, Iowa, en Yale University School of Medicine en Nueva Heaven, Connecticut y en el Norwalk hospital in Norwalk, Connecticut.

Richard W. Vomacka (1946-2001) fue parte de la fuerza de tarea que desarrolló el curso inicial de PHTLS. El PHTLS se volvió su pasión conforme el curso tomaba forma y él trabajaba a lo largo del país a principios de los años 80 del siglo pasado llevando a cabo

cursos pilotos y talleres regionales para el profesorado. Trabajó con el doctor McSwain y los miembros originales de la fuerza de tarea a fin de afinar el programa. El señor Vomacka fue clave para forjar la relación entre el PHTLS y el ejército de Estados Unidos. También trabajó en el primer curso internacional de PHTLS.

La diseminación a lo largo de la nación del PHTLS empezó con la enseñanza de tres talleres intensivos en Denver, Colorado, Bethesda, Maryland, y Orlando, Florida, entre septiembre de 1984 y febrero de 1985. Los graduados de estos primeros cursos de PHTLS formaron lo que sería los *barnstormers*. Estos individuos eran profesores miembros nacionales y regionales del PHTLS que viajaban a lo largo del país entrenando a otros profesores miembros, corriendo la voz sobre los principios centrales del PHTLS. Alex Butman, NREMT-P, junto con el señor Vomacka trabajó diligentemente, con frecuencia empleando dinero de sus propios bolsillos para lograr tener las primeras dos ediciones del programa de PHTLS.

Los primeros cursos se enfocaron en intervenciones con el Soporte Vital Avanzado o (ALS, por sus siglas en inglés) en pacientes traumatizados en el campo. En 1986 se desarrolló un curso que incluía el Soporte Vital Básico (SVB, por sus siglas en inglés). El curso creció en forma exponencial, empezando con unos cuantos profesores entusiastas, las primeras docenas, luego los cientos y ahora los miles de proveedores del cuidado prehospitalario que participan cada año en los cursos de PHTLS en todo el mundo. Con el tiempo, estos dos cursos se unieron en un programa que enseña el método completo para el manejo de la víctima traumatizada en un escenario prehospitalario.

Conforme el curso creció, el comité del PHTLS se volvió una división del NAEMT. La demanda del curso y la necesidad de mantener su continuidad y calidad requirió de la construcción de redes de afiliación del profesorado estatal, regional y nacional. Existen coordinadores nacionales por cada nación donde se enseña el PHTLS. En cada país, hay coordinadores regionales y estatales junto con los profesores afiliados para asegurar que la información se divulgue y los cursos sean congruentes, ya sea que los proveedores del cuidado hospitalario participantes estén en un programa en Chicago Heights, Illinois o en Buenos Aires, Argentina.

Por el proceso de crecimiento, el American College of Surgeons Committee on Trauma ha proporcionado la supervisión médica. Durante casi 20 años, la sociedad entre el American College of Surgeons y el NAEMT se ha asegurado de que los participantes del curso de PHTLS reciban la oportunidad de ayudar a proporcionar a los pacientes traumatizados su mejor oportunidad de sobrevivencia.

Recientemente, el doctor Scott B. Frame, FACS, FCCM (1952-2001), fue el Director Médico Asociado del programa de PHTLS. Su mayor énfasis estaba en el desarrollo de audiovisuales para el PHTLS y su promulgación internacional. Al momento de su muerte, había asumido la responsabilidad de llevar a cabo la quinta edición del curso de PHTLS. Ésta incluyó la revisión de no sólo el libro de texto sino también del manual del profesor y todos los materiales de enseñanza asociados. Él aceptó el nombramiento para convertirse en el Director Médico del curso PHTLS cuando ya estaba publicada la quinta edición. El programa de PHTLS creció tremendamente bajo el liderazgo del doctor Frame y su continuación hacia el futuro se debe a sus esfuerzos y a la parte de su vida que dedicó al PHTLS y a sus pacientes.

Es en los hombros de éstos y muchos otros individuos, demasiados para mencionarlos, se sostiene el PHTLS y continúa creciendo.

PHTLS en el ejército

A principios de 1988, el ejército de Estados Unidos se enfocó de manera audaz en entrenar a sus médicos de combate en PHTLS. Coordinado por el Defense Medical Readiness Training Institute (DMRTI) en el Fuerte Sam Houston en Texas, el PHTLS se enseñó a los médicos de combate en Estados Unidos y a los destacados en el extranjero. En 2001, el programa 91WB del ejército estandarizó el entrenamiento de más de 58 000 médicos de combate, incluyendo el PHTLS.

En la cuarta edición de PHTLS se agregó un capítulo destinado al ejército a fin de atender las necesidades de los militares que tratan lesiones relacionadas con el combate. Antes de que fuera publicada la quinta edición, se forjó una fuerte relación entre el comité del PHTLS y el recién establecido Committee on Tactical Combat Casualty Care of the Defense Health Board o CTCCCDHB del Department of Defense (DOD). Como resultado de esta relación, la quinta edición revisada fue publicada en 2005 con una versión militar del PHTLS y con un capítulo para el ejército revisado rigurosamente. Esta colaboración ante el comité del PHTLS y el Committee on Tactical Combat Casualty Care llevó a la creación de múltiples capítulos para el ejército en la sexta edición de PHTLS.

El PHTLS se ha enseñado varias veces "en el teatro" durante las guerras de Afganistán e Iraq, lo cual contribuyó a la tasa más baja de mortalidad de todos los conflictos armados de la historia de Estados Unidos.

PHTLS internacional

Los principios sólidos del manejo del trauma prehospitalario enfatizados en el curso de PHTLS han llevado a los proveedores del cuidado prehospitalario y médicos fuera de Estados Unidos a pedir la importación del programa en sus países de origen. Los miembros del profesorado del ATLS han ayudado en este esfuerzo. La red de cirujanos del trauma proporciona la dirección médica y la continuidad del curso.

Conforme el PHTLS se ha movido a lo largo de Estados Unidos y en todo el mundo, los miembros del comité del PHTLS se han deslumbrado con las diferencias en nuestras culturas y climas y también por las similitudes de la gente que dedica su vida al cuidado de los enfermos y de los lesionados. Todos los que hemos sido bendecidos con la oportunidad de enseñar en el extranjero hemos vivido la camaradería con nuestros pares internacionales y sabemos que todos somos personas en busca del cuidado de aquellos que más lo necesitan.

La familia del PHTLS continúa creciendo con más de 700 000 proveedores del cuidado prehospitalario entrenados en 66 países y territorios desde el inicio del programa (desde la publicación de esta edición). Cada año ofrecemos más de 3700 cursos y entrenamos aproximadamente 43 000 estudiantes.

Desde la publicación de esta edición, las naciones y territorios de la siempre creciente familia PHTLS incluyen a Argentina, Aruba, Australia, Barbados, Bélgica, Bolivia, Brasil, Brunei, Canadá, Chile, China y Hong Kong, Colombia, Costa Rica, Chipre, Dinamarca,

República Dominicana, Ecuador, Egipto, Francia, Georgia, Alemania, Grecia, Granada, Haití, India, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Kenia, Líbano, Lituania, Luxemburgo, México, Holanda, Islas Marianas del Norte, Noruega, Omán, Paraguay, Perú, Filipinas, Polonia, Portugal, Puerto Rico, Arabia Saudita, Serbia y Montenegro, Singapur, Sudáfrica, España, Suecia, Suiza, Trinidad y Tobago, Los Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos y Uruguay. Se han dado cursos de demostración en Bulgaria, Croacia, Macedonia, Nueva Zelanda, Panamá y Venezuela, esperando que estos países se agreguen a la familia del PHTLS en el futuro cercano.

Traducciones

Nuestra creciente familia internacional ha generado traducciones del texto del PHTLS, el cual ahora está disponible en inglés, español, alemán, griego, portugués, francés, holandés, georgiano, mandarín e italiano. Las negociaciones continúan para tener el texto publicado en otros diversos idiomas.

Visión para el futuro

La visión para el futuro del PHTLS es la familia. El padre del PHTLS, el doctor McSwain, permanece como la base de la creciente familia que proporciona el entrenamiento vital y contribuye al conocimiento y experiencia para el mundo. La inauguración internacional del Simposio sobre el Trauma PHTLS se llevó a cabo cerca de Chicago, Illinois, en el año 2000. En el 2010 se efectuó la primera reunión Pan-Europea PHTLS. Estos programas trajeron el trabajo de profesionales e investigadores de todo el mundo para determinar los estándares del cuidado del trauma para el nuevo milenio. El apoyo de la familia del PHTLS en todo el mundo, todas las horas incontables de voluntariado de sus vidas, permitieron el liderazgo del PHTLS para mantenerlo creciendo.

Conforme continuamos persiguiendo el potencial del curso del PHTLS y de la comunidad mundial de los proveedores del cuidado prehospitalario, debemos recordar nuestro compromiso con el paciente de lograr lo siguiente:

- Evaluación rápida y precisa
- Identificación del shock e hipoxemia
- Iniciación de las intervenciones adecuadas en el momento adecuado
- Transporte inmediato al lugar oportuno

Es también adecuado repetir nuestra misión. La misión del PHTLS sigue siendo la de proveer la más alta calidad en la educación del trauma prehospitalario a todos los que desean aprovechar esta oportunidad. El programa PHTLS está comprometido con el Mejoría progresiva de la calidad y el desempeño. Como tal, el PHTLS siempre está atento a los cambios en la tecnología y a los métodos de proveer el cuidado del trauma prehospitalario que pueden emplearse para mejorar la calidad clínica y el servicio de este programa.



Resumen

- La atención prehospitalaria de la víctima traumatizada ha desarrollado una evolución profunda durante los pasados 60 años y se divide esencialmente en cuatro métodos.³⁶
 - *Cargar y correr.* Sin cuidado —ya sea en el campo o en la ruta, con una transportación rápida al hospital, a menudo sin alguien en el compartimento del cuidado del paciente— era el sistema antes de 1950.
 - *Manejo del campo y cuidado.* Este periodo empezó con la publicación del National Estandard Curriculum y continuó hasta finales de la década de los 60 del siglo pasado.
 - *Permanecer y actuar.* A partir de mediados de los años 70 y hasta la primera mitad de los 80 del siglo xx, el paciente traumatizado y el cardiaco fueron tratados casi de la misma manera; esto es, se hicieron intentos para estabilizar al paciente en el campo, con frecuencia con gran pérdida de tiempo.
 - *Cuidado del trauma sin retraso.* De mediados hasta finales de la pasada década de los ochenta, se reconoció que el paciente traumatizado crítico no podía ser “estabilizado” en el campo, ya que requería de una evaluación rápida e intervención en un quirófano para controlar la hemorragia. Este entendimiento llevó al cambio en el manejo prehospitalario del paciente traumatizado al minimizar el tiempo en la escena, la extracción y la transportación rápidas a un centro de trauma apropiado con la mayoría, si no con todas, de las intervenciones efectuadas mientras se está en ruta.
- El trauma es la causa líder de muerte en pacientes menores de 44 años. Nuestros esfuerzos de proporcionar cuidado prehospitalario a las víctimas traumatizadas y limitar la muerte y discapacidad tienen un efecto directo en el futuro de nuestras comunidades al reincorporar personas jóvenes productivas a sus familias y a su trabajo.
- Incluso en poblaciones adultas, la gente puede esperar tener más años productivos si sobreviven al trauma con la menor discapacidad posible por medio del mejor cuidado posible.
- Un método sistemático, organizado para el cuidado de estos pacientes puede mejorar su sobrevivencia. Este método organizado empieza con los esfuerzos por prevenir que ocurra una lesión. Cuando la lesión ocurre, la respuesta organizada y sistemática de todo el cuerpo del cuidado de la salud, empezando en el escenario prehospitalario, ayudará a disminuir la morbilidad y la mortalidad relacionadas con las lesiones traumáticas.

Referencias

1. Ali J, Adam RU, Gana TJ, et al. Effect of the Prehospital Trauma Life Support program (PHTLS) on prehospital trauma care. *J Trauma.* 1997;42(5):786-790.
2. Hoyert DL, Jiaquan X; for U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, National Vital Statistics System. National vital statistics report. Deaths: Preliminary data for 2011. http://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr61/nvsr61_06.pdf. Publicado el 12 de octubre de 2012. Consultado el 2 de enero de 2012.
3. GlobalSecurity.org. US casualties in Iraq. http://www.globalsecurity.org/military/ops/iraq_casualties.htm. Consultado el 9 de febrero de 2010.
4. US Department of Transportation (DOT), National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Not-in-traffic surveillance 2007—Highlights. En: NHTSA's National Center for Statistics and Analysis: *Traffic Safety Facts*, HS 811 085. Washington, DC: DOT, NHTSA; 2009.
5. Townsend CM Jr, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL, eds. *Sabiston Textbook of Surgery*. 18th ed. Philadelphia: Saunders; 2008.
6. National Safety Commission. *Highlights from Injury Facts, 2009 Edition*. http://www.nsc.org/news_resources/injury_and_death_statistics/Pages/HighlightsFromInjuryFacts.aspx. Consultado el 6 de noviembre de 2009.
7. World Health Organization (WHO). World report on road traffic injury prevention. Geneva, Switzerland: WHO; 2004.
8. World Health Organization. Road traffic injuries fact sheet no. 358. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/index.html>. Publicado en marzo de 2013. Consultado el 3 de octubre de 2013.
9. World Health Organization (WHO). Injuries and violence: the facts. Geneva, Switzerland: WHO; 2010.
10. World Health Organization (WHO). The global burden of disease: 2004 update. Geneva, Switzerland: WHO; 2008.
11. World Health Organization. Global burden of disease: Switzerland, 2008 update. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates_regional/en/index.html. Consultado el 2 de enero de 2013.
12. National Center for Injury Prevention and Control: WISQARS. Leading causes of death, 1999-2010. Centers for Disease Control and Prevention. http://www.cdc.gov/injury/wisqars/fatal_injury_reports.html. Consultado el 2 de enero de 2013.
13. US Department of Transportation (DOT), National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Motorcycles. In NHTSA's National Center for Statistics and Analysis: *Traffic Safety Facts*, HS 810 990. Washington, DC: DOT, NHTSA; 2007.
14. Cars Blog. Motorcycle death rates doubled; supersport bikes the most dangerous. <http://www.consumerreports.org/cro/news/2007/09/motorcycle-death-rates-doubled-supersport-bikes-the-most-dangerous/index.htm>. Publicado el 18 de septiembre de 2007. Consultado el 3 de octubre de 2013.
15. Krisberg K. Motorcycle safety, helmets an issue as US deaths increase: more than 5,000 US deaths in 2007. *Nation's Health.* 2008;38(9):11-20.
16. US Secretary of Transportation Mary Peters announces historic drop in highway fatalities and rate. <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811017.PDF> <http://www.aggregateresearch.com/article.aspx?id=14468>. Publicado el 14 de agosto de 2008. Consultado el 8 de octubre de 2013.

17. Mothers Against Drunk Driving. <http://www.madd.org/>. Consultado el 8 de octubre de 2013.
18. Trunkey DD. Trauma. *Sci Am*. 1983;249(2):28–35.
19. R Adams Cowley Shock Trauma Center: tribute to R Adams Cowley, MD. <http://umm.edu/programs/shock-trauma/about/history>. Consultado el 8 de octubre de 2013.
20. Demetriades D, Chan L, Cornwell EE, et al. Paramedic vs. private transportation of trauma patients: effect on outcome. *Arch Surg*. 1996;131(2):133–138.
21. Cornwell EE, Belzberg H, Hennigan K, et al. Emergency medical services (EMS) vs. non-EMS transport of critically injured patients: a prospective evaluation. *Arch Surg*. 2000;135(3):315–319.
22. Smith S, Hildebrandt D. Effect of workday vs. after-hours on door to balloon time with paramedic out-of-hospital catheterization laboratory activation for STEMI. *Acad Emerg Med*. 2007;14(5)(suppl 1):S126–S127.
23. Tantisirawat W, Jiar W, Ngamkasem H, et al. Clinical outcomes of fast track managed care system for acute ST elevation myocardial infarction (STEMI) patients: Chonburi Hospital experience. *J Med Assoc Thai*. 2008;91(6):822–827.
24. So DY, Ha AC, Turek MA, et al. Comparison of mortality patterns in patients with ST-elevation myocardial infarction arriving by emergency medical services vs. self-transport (from the Prospective Ottawa Hospital STEMI Registry). *Am J Cardiol*. 2006;97(4):458–461.
25. Bjorklund E, Stenstrand U, Lindback J, et al. Prehospital diagnosis and start of treatment reduces time delay and mortality in real-life patients with STEMI. *J Electrocardiol*. 2005;38(4)(suppl):186.
26. Bio-Medicine.org. Trauma victims' survival may depend on which trauma center treats them. <http://news.bio-medicine.org/medicine-news-3/Trauma-victims-survival-may-depend-on-which-trauma-center-treats-them-8343-1/>. Publicado en octubre de 2005. Consultado el 25 de enero de 2010.
27. Peleg K, Aharonson-Daniel L, Stein M, et al. Increased survival among severe trauma patients: the impact of a national trauma system. *Arch Surg*. 2004;139(11):1231–1236.
28. Edwards W. Emergency medical systems significantly increase patient survival rates, Part 2. *Can Doct*. 1982;48(12):20–24.
29. Haas B, Jurkovich GJ, Wang J, et al. Survival advantage in trauma centers: expeditious intervention or experience? *J Am Coll Surg*. 2009;208(1):28–36.
30. Scheetz LJ. Differences in survival, length of stay, and discharge disposition of older trauma patients admitted to trauma centers and nontrauma center hospitals. *J Nurs Scholarsh*. 2005;37(4):361–366.
31. Norwood S, Fernandez L, England J. The early effects of implementing American College of Surgeons level II criteria on transfer and survival rates at a rurally based community hospital. *J Trauma*. 1995;39(2):240–244; discussion 244–245.
32. Kane G, Wheeler NC, Cook S, et al. Impact of the Los Angeles county trauma system on the survival of seriously injured patients. *J Trauma*. 1992;32(5):576–583.
33. Hedges JR, Adams AL, Gunnels MD. ATLS practices and survival at rural level III trauma hospitals, 1995–1999. *Prehosp Emerg Care*. 2002;6(3):299–305.
34. Konvolinka CW, Copes WS, Sacco WJ. Institution and per-surgeon volume vs. survival outcome in Pennsylvania's trauma centers. *Am J Surg*. 1995;170(4):333–340.
35. Margulies DR, Cryer HG, McArthur DL, et al. Patient volume per surgeon does not predict survival in adult level I trauma centers. *J Trauma*. 2001;50(4):597–601; discussion 601–603.
36. McSwain NE. Prehospital care from Napoleon to Mars: the surgeon's role. *J Am Coll Surg*. 2005;200(44):487–504.
37. Larrey DJ. *Mémoires de Chirurgie Militaire, et Campagnes [Memoirs of Military Surgery and Campaigns of the French Armies]*. Paris: J. Smith and F. Buisson; 1812–1817. English translation with notes by R. W. Hall of volumes 1–3 in 2 volumes, Baltimore, 1814. English translation of volume 4 by J. C. Mercer, Philadelphia, 1832.
38. Rockwood CA, Mann CM, Farrington JD, et al. History of emergency medical services in the United States. *J Trauma*. 1976;16(4):299–308.
39. Farrington JD. Death in a ditch. *Bull Am Coll Surg*. 1967;52(3):121–132.
40. Federal Specifications for Ambulance, KKK-A-1822D. United States General Services Administration, Specifications Section, November 1994.
41. Curry G. *Immediate Care and Transport of the Injured*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas Publisher; 1965.
42. Kennedy R. *Early Care of the Sick and Injured Patient*. Chicago: American College of Surgeons; 1964.
43. Committee on Trauma and Committee on Shock, Division of Medical Sciences. *Accidental Death and Disability: The Neglected Disease of Modern Society*, Washington, DC: National Academy of Sciences/National Research Council; 1966.
44. McSwain NE. Judgment based on knowledge: a history of Prehospital Trauma Life Support, 1970–2013. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;75:1–7.

Lecturas sugeridas

- Callahan M. Quantifying the scanty science of prehospital emergency care. *Ann Emerg Med*. 1997;30:785.
- Cone DC, Lewis RJ. Should this study change my practice? *Acad Emerg Med*. 2003;10:417.
- Haynes RB, McKibbon KA, Fitzgerald D, et al. How to keep up with the medical literature: II. Deciding which journals to read regularly. *Ann Intern Med*. 1986;105:309.
- Keim SM, Spaite DW, Maio RF, et al. Establishing the scope and methodological approach to out-of-hospital outcomes and effectiveness research. *Acad Emerg Med*. 2004;11:1067.
- Lewis RJ, Bessen HA. Statistical concepts and methods for the reader of clinical studies in emergency medicine. *J Emerg Med*. 1991;9:221.
- MacAvley D. Critical appraisal of medical literature: an aid to rational decision making. *Fam Pract*. 1995;12:98.
- Reed JF III, Salen P, Bagher P. Methodological and statistical techniques: what do residents really need to know about statistics? *J Med Syst*. 2003;27:233.
- Sackett DL. How to read clinical journals: V. To distinguish useful from useless or even harmful therapy. *Can Med Assoc J*. 1981;124:1156.



Prevención de lesiones

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Describir el concepto de energía como causa de lesiones.
- Construir una matriz Haddon para un tipo de lesión de interés.
- Relacionar la importancia de las observaciones precisas, atentas, de la escena y de la documentación de la información por parte de los proveedores del cuidado prehospitalario en el éxito de las iniciativas de prevención de lesiones.
- Ayudar en el desarrollo, implementación y evaluación de los programas de prevención de lesiones en su comunidad u organización de servicios médicos de urgencia (SMU).
- Describir y abogar porque el rol del SMU en la prevención de lesiones incluya:
 - Al individuo
 - A la familia
 - A la comunidad
 - Al profesional
 - A la organización
 - A las coaliciones de organizaciones
- Identificar las estrategias que los proveedores de atención prehospitalaria pueden implementar y que reducirán el riesgo de lesión.

ESCENARIO

Usted y su compañera se encuentran en la escena de la colisión de un vehículo y están trabajando para liberar rápidamente a un paciente con sobrepeso del asiento del conductor de su vehículo. Él no tenía puesto el cinturón de seguridad al momento de la colisión. Usted y su compañera tienen puestos sobre su ropa de trabajo los chalecos de seguridad aprobados, pues están cerca de la vía. La policía está en la escena para controlar el tráfico, y la ambulancia está estacionada de tal modo que maximiza su protección de los vehículos que se aproximan. Empacan y aseguran al paciente en la camilla motorizada, que se utiliza debido a su sobrepeso. Esta camilla les permite a usted y a su compañera meter al paciente de manera segura en la ambulancia, sin ejercer demasiada tensión corporal.

Una vez dentro de la ambulancia, usted se asegura en el asiento orientado hacia atrás y continúa el cuidado del paciente mientras su compañera opera la sirena y las luces estroboscópicas de la ambulancia para atraer la atención de los demás conductores. Ella maniobra con seguridad para incorporarse a su carril y maneja hasta el hospital. La ambulancia llega segura y usted transfiere el cuidado del paciente al personal del servicio de urgencias. Mientras realiza el papeleo después de la llamada, usted considera las estadísticas sobre el total de las lesiones a nivel nacional y las muertes de los proveedores del cuidado prehospitalario. Se da cuenta de que, gracias a una atención cuidadosa de todos los aspectos de la prevención de lesiones que usted y su compañera tuvieron, su llamada se concluyó de manera segura para todos los involucrados.

- ¿La prevención de accidentes es un método realista para prevenir lesiones y muertes en colisiones de automóviles y otras causas de lesión traumática?
- ¿Existe alguna evidencia de que cumplir con el uso del cinturón y los asientos de seguridad tenga un impacto en la prevención de lesiones y muertes?
- ¿Qué pueden hacer los proveedores de atención prehospitalaria para prevenir las muertes y lesiones por colisiones de vehículos?



Introducción

La publicación del ensayo *Accidental Death and Disability: the Neglected Disease of Modern Society* en 1966, por la Academy of Sciences/National Research Council (NAS/NRC) tuvo que ver con un mayor ímpetu en el desarrollo de modernos sistemas de servicios médicos de urgencia (SMU). El ensayo señaló las desavenencias del manejo de las heridas en Estados Unidos, con lo que ayudó a lanzar un sistema formal del cuidado en la escena y un rápido transporte de los pacientes lesionados como resultado de "accidentes". Esta iniciativa educativa fue el instrumento para crear un sistema más eficiente de la atención prehospitalaria de los pacientes enfermos y lesionados.¹

La incidencia de muerte y discapacidad por lesiones en Estados Unidos ha caído desde la publicación del ensayo.² A pesar de este progreso, las lesiones permanecen como el mayor problema de salud pública. Más de 182 000 estadounidenses mueren a causa de lesiones cada año y millones más son afectados de manera adversa en algún grado.^{3,4} Las lesiones permanecen como la causa líder de muerte para todos los grupos de edad.^{5,6} Para algunos, particularmente los niños, los adolescentes y los adultos jóvenes, las lesiones son la principal causa de muerte.

Las lesiones también son un problema global. A consecuencia de éstas, cerca de cinco millones de personas en todo el mundo murieron en 2010.⁵ A nivel mundial, cada minuto nueve personas mueren a causa de lesiones.

El deseo de atender a los pacientes afectados por lesiones lleva a muchos al campo del SMU. El curso sobre *Soporte Vital de Trauma Prehospitalario* (PHTLS) enseña a los proveedores de atención prehospitalaria a ser eficientes y efectivos en el manejo de las lesiones. Siempre existirá la necesidad de proveedores de este tipo que estén bien entrenados para atender los pacientes lesionados. Sin

embargo, el método más eficiente y efectivo para combatir las lesiones es prevenir que ocurran en primer lugar. Los proveedores de atención prehospitalaria de todos los niveles desempeñan un papel activo en la prevención de lesiones, a fin de lograr mejores resultados no sólo para toda la comunidad sino también para ellos mismos.

En 1966, los autores del ensayo de la NAS/NRC reconocieron la importancia de la prevención de lesiones al escribir:

La solución a largo plazo del problema de las lesiones es la prevención... La prevención de los accidentes involucra el entrenamiento en casa, en la escuela y en el trabajo, reforzada por las frecuentes peticiones de seguridad en los medios de información, en los cursos de primeros auxilios y reuniones públicas, y mediante la inspección y vigilancia de las agencias reguladoras.¹

La prevención de algunas enfermedades como la rabia o el sarampión ha sido tan efectiva que la ocurrencia de un solo caso hace que sea noticia de primera plana. Los oficiales de la salud pública reconocen que la prevención da por resultado una gran recompensa hacia la mejora de la enfermedad. El programa académico para los proveedores de atención prehospitalaria ha incluido desde hace mucho la enseñanza formal de la seguridad en la escena y del equipo de protección personal como un medio para la prevención de lesiones autoinfligidas del técnico en urgencias médicas (TUM). Con el fin de estimular los sistemas de SMU a que tengan un papel más activo en las estrategias de prevención en la comunidad, la comunidad de SMU desarrolló la *EMS Agenda for the Future*, la cual enumera de 1 a 14 atributos más para desarrollar aún más la prevención, con el fin de "mejorar la salud de la comunidad y dar como resultado el uso más apropiado de recursos de la salud más precisos".⁷ Para este fin, los Estándares Educativos Nacionales de SMU (*National EMS Education Standards*) incluyen la prevención de lesiones comunitaria.

Los sistemas de SMU están transformándose de una disciplina reaccionaria a una más amplia, más efectiva, con un mayor énfasis en la prevención. Este capítulo introduce los conceptos clave de la prevención de lesiones para el proveedor de atención prehospitalaria.

Conceptos de lesión

Definición de lesión

El análisis sobre la prevención de lesiones debe empezar con una definición del término **lesión**. Ésta se define por lo regular como el evento dañino que surge de la liberación de algunas formas específicas de energía física o barreras hacia el flujo normal de la energía.⁸ La amplia variabilidad de las causas de la lesión al principio representaron el mayor obstáculo en su estudio y prevención. Por ejemplo, ¿qué tiene en común la fractura de cadera de un anciano debido a una caída con una herida de bala autoinfligida en la cabeza de un adulto joven? Aún más, ¿cómo se compara la fractura de un fémur producida por la caída de una mujer anciana con la de un hombre joven que se accidentó en su motocicleta? Todas las posibles causas de lesión—desde el choque de un vehículo, hasta el apuñalamiento, el suicidio, el ahogamiento— tienen un factor en común: la transferencia de energía a la víctima.

La energía existe en cinco formas físicas: mecánica, química, térmica, radiactiva o eléctrica.

- La **energía mecánica** es aquella que un objeto contiene cuando está en movimiento. Es la causa más común de lesión. Por ejemplo, la energía mecánica se transfiere de un vehículo cuando un conductor sin cinturón de seguridad colisiona con el parabrisas durante un accidente.
- La **energía química** es aquella que resulta de la interacción de un químico con el tejido humano expuesto. Por ejemplo, tiene como resultado la quemadura por la exposición a un ácido o a una base.
- La **energía térmica** es aquella asociada con el incremento de la temperatura y calor. Por ejemplo, esta energía causa lesiones cuando un cocinero esparce un líquido combustible sobre carbón encendido en una parrilla al aire libre, lo cual provoca una llamarada que le quema la cara.
- La **energía radioactiva** es la onda electromagnética que viaja en los rayos (como los rayos X) y que carece de masa física. Esta energía produce quemaduras de sol en el adolescente que busca el bronceado dorado en el verano.
- La **energía eléctrica** es el resultado del movimiento de los electrones entre dos puntos. Está asociada con la lesión directa como también con la lesión térmica. Causa daño en la piel, los nervios y los vasos sanguíneos de un proveedor de atención prehospitalaria que no hace una evaluación apropiada de la escena, antes de tocar un vehículo que chocó con un poste.

Cualquier forma de energía física en suficiente cantidad puede causar daños en tejidos. El cuerpo puede tolerar la transferencia de la energía dentro de ciertos límites; sin embargo, el resultado es una lesión, cuando se **traspasa** este límite.

Energía fuera de control

La gente usa y aprovecha las cinco formas de energía en muchos procesos productivos todos los días. En estas situaciones, la energía está bajo control y no se le permite que afecte el cuerpo de manera adversa. La habilidad de una persona de mantener el control de la energía depende de dos factores: el desempeño de la tarea y la demanda de ésta.⁹ Mientras que la habilidad de la persona para desarrollar una tarea exceda las exigencias de ésta, la energía se libera de manera controlada y utilizable.

Sin embargo, en las siguientes tres situaciones la demanda podría exceder el desempeño, lo cual llevaría a una liberación no controlada de la energía:

1. *Cuando la dificultad de la tarea de repente excede la habilidad del desempeño del individuo.* Por ejemplo, el proveedor de atención prehospitalaria pudiera operar una ambulancia de manera segura durante condiciones normales de conducción, pero perdería el control si el vehículo pasara sobre una capa de hielo resbaladizo. El repentino incremento en la demanda de la tarea excedería el desempeño de las capacidades del proveedor de atención prehospitalaria, lo que llevaría a un accidente.
2. *Cuando el nivel del desempeño del individuo cae por debajo de las demandas de la tarea.* La persona que se queda dormida al volante de un vehículo mientras maneja por un camino rural registraría una caída repentina del desempeño, sin que hubiera cambio en la demanda de la tarea, lo cual desembocaría en un accidente.
3. *Cuando ambos factores cambian de manera simultánea.* Hablar por el teléfono celular mientras se conduce puede reducir la concentración del conductor en el camino. Si un animal corre de repente frente al auto, la demanda de la tarea sube rápidamente. En condiciones normales, el conductor podría manejar este incremento. Una disminución en la concentración en el momento preciso en que se requiere una habilidad adicional puede ocasionar un accidente.

Por tanto, la lesión resulta cuando existe una liberación de energía de una manera no controlada en proximidad de las víctimas.

La lesión como enfermedad

El proceso de la enfermedad se ha estudiado durante años. Ahora se entiende que tres factores deben estar presentes e interactuar de manera simultánea para que ocurra la enfermedad: (1) un agente que la cause, (2) un huésped en el que el agente pueda residir y (3) un ambiente adecuado donde el agente y el huésped puedan convivir. Una vez que los profesionales de la salud pública reconocieron esta "tríada epidemiológica", descubrieron cómo combatir la enfermedad (Figura 2-1). La erradicación de algunas enfermedades infecciosas ha sido posible mediante la vacunación del huésped, destruyendo el agente con antibióticos, reduciendo la transmisión ambiental por medio de un saneamiento mejorado o la combinación de las tres.

Apenas desde finales de la década de los 40 del siglo pasado ha habido una exploración significativa del **proceso de la lesión**. Los pioneros en el estudio de lesiones demostraron que a pesar de los diferentes resultados, la enfermedad y la lesión son extremada-



Figura 2-1 Tríada epidemiológica.

mente similares. Ambas requieren la presencia de tres elementos de la tríada epidemiológica y, por lo tanto, ambas son tratadas como una enfermedad:

1. Para que ocurra una lesión, debe existir el huésped (es decir, el ser humano). Como con la enfermedad, la susceptibilidad del huésped no permanece constante de individuo a individuo; varía como resultado de los factores internos y externos. Los factores *internos* son la inteligencia, el género y el tiempo de reacción. Los factores *externos* incluyen la intoxicación, el enojo y las creencias sociales. La susceptibilidad también varía con el tiempo en la misma persona.
2. Como se describió previamente, el agente de la lesión es la *energía*. La velocidad, la forma, el material y el tiempo de exposición al objeto que libera la energía desempeñan un papel importante en la superación del nivel de tolerancia del huésped.
3. El huésped y el agente deben juntarse en un ambiente que les permita interactuar a los dos. Típicamente el ambiente se divide en los componentes *físico* y *social*. Los factores ambientales *físicos* se observan y se tocan. Los factores ambientales *sociales* son las actitudes, las creencias y los juicios. Por ejemplo, es más probable que los adolescentes participen en un comportamiento arriesgado (el componente físico), ya que tienen un mayor sentido de la invencibilidad (el componente social) que otros grupos de edad.

Las características del huésped, el agente y el ambiente cambian con el tiempo y las circunstancias. Los profesionales de la salud pública Tom Christoffel y Susan Scavo Gallagher describen esta dinámica como sigue:

Para ilustrar, piense en los componentes de la tríada epidemiológica como ruedas que giran constantemente. Dentro de cada rueda hay secciones en forma de pastel, una por cada variable circunstancial posible, buena o mala. Las tres ruedas corren a diferentes velocidades, así que las diferentes características interactúan a diferentes tiempos en diferentes combinaciones. Algunas combinaciones predicen que no ocurrirá lesión alguna; otras predicen el desastre.¹⁰

En el caso de una lesión, el huésped podría ser un niño de 2 años, curioso y en movimiento; el agente de la lesión quizá sea una

alberca llena de agua y una pelota de playa que flota en la orilla; el ambiente podría ser la puerta que se queda abierta mientras la niñera corre a contestar el teléfono. Con el huésped, el agente y el ambiente, todos combinados al mismo tiempo, puede ocurrir una lesión no intencional, en este caso, ahogamiento.

Matriz de Haddon

Al doctor William J. Haddon Jr., se le considera el padre de la ciencia de la prevención de lesiones. Al trabajar con el concepto de la tríada epidemiológica, a mediados de la década de los 60 del siglo xx, él reconoció que la lesión puede dividirse en las siguientes tres fases temporales:

1. *Preevento*: antes de la lesión
2. *Evento*: el punto cuando se libera la energía
3. *Posevento*: la consecuencia de la lesión (ver también el capítulo PHTLS: pasado, presente y futuro).

Al examinar los tres factores de la tríada epidemiológica durante cada fase temporal, Haddon creó una matriz "fase-factor" de nueve celdas (Figura 2-2). La cuadrícula se ha llegado a conocer como la **matriz Haddon**. Ésta proporciona un medio para representar gráficamente los eventos o acciones que incrementan o disminuyen las probabilidades de que ocurra una lesión. También puede emplearse para identificar las estrategias de prevención. La matriz Haddon demuestra que *múltiples* factores pueden llevar a la lesión y, por lo tanto, existen múltiples oportunidades de prevenir o reducir su gravedad. La matriz desempeña un papel importante en echar por tierra el mito de que la lesión es el resultado de una sola causa, mala suerte o el destino.

La Figura 2-2 muestra una matriz Haddon para el accidente de una ambulancia. Los componentes de cada celda de la matriz son diferentes dependiendo de la lesión que se está examinando. La *fase del preevento* incluye factores que pueden contribuir a la probabilidad de un accidente; sin embargo, la energía todavía puede estar bajo control. Esta fase puede durar desde segundos hasta varios años. La fase del evento muestra los factores que influyen en la gravedad de la lesión. Durante este tiempo, la energía no controlada se libera y ocurre la lesión, si la energía transferida excede la tolerancia del cuerpo. La *fase del evento* es por lo general muy breve; puede durar tan sólo una fracción de segundo y rara vez dura más de unos cuantos minutos. Los factores en la *fase posevento* afectan el resultado, una vez que ha ocurrido la lesión. Dependiendo del tipo de evento, puede durar desde unos cuantos segundos hasta el resto de la vida del huésped. (Ver también el capítulo PHTLS: pasado, presente y futuro).

Los programas de salud pública han adoptado la terminología de la prevención primaria, secundaria y terciaria.

- La prevención primaria está dirigida a evitar la lesión antes de que ocurra. Este tipo de prevención involucra activamente los programas educativos que ayudan a minimizar los comportamientos comprometidos con el riesgo y a usar equipo de protección como cascos, asientos de seguridad para niños y sistemas de sujeción en el vehículo.
- La prevención secundaria se refiere a aquellas acciones que se toman para prevenir la progresión de una lesión aguda una vez que ha ocurrido —por ejemplo, evitar que se suscite la hipoxia o la hipotensión después de una lesión

traumática del cerebro o corregirla tan rápido como sea posible si ya está presente.

- La prevención terciaria está orientada a minimizar la probabilidad de muerte y discapacidad de largo plazo por una lesión (o enfermedad) después de que ésta ha sucedido. Los programas de rehabilitación activa y energética pertenecen a esta categoría.

Modelo del queso suizo

El psicólogo británico James Reason propuso otra manera de pensar acerca de cómo ocurren los accidentes.¹¹ Él comparó el proceso con un queso suizo. En toda situación existe un peligro que tiene el potencial de causar una lesión o permitir que suceda un error.

Figura 2-2 Matriz Haddon para un accidente de ambulancia

Tríada epidemiológica			
Fases temporales	Factores del huésped	Factores del agente	Factores ambientales
Preevento	Agudeza visual del conductor Experiencia y juicio Cantidad de tiempo en la ambulancia por turno Nivel de fatiga Nutrición adecuada Nivel de estrés Respeto a las leyes de conducir de la compañía y de la comunidad Calidad de los cursos de manejo	Mantenimiento de los frenos, llantas, etc. Equipo defectuoso Centro de gravedad alto de la ambulancia Velocidad Facilidad de control	Riesgos de visibilidad Curvatura y gradiente del camino Coeficiente de fricción de la superficie Acotamiento u orilla del camino estrechos Señales de tráfico Límites de velocidad
Evento	Uso del cinturón de seguridad Condición física Umbral de la lesión Eyección	Capacidad de la velocidad Tamaño de la ambulancia Cinturones de seguridad automáticos Dureza y filo de las superficies en contacto Dureza y filo de las superficies en contacto (p. ej., tablas sujetas papeles, linternas) Columna de la dirección Práctica de hábitos de manejo seguro: velocidad, uso de luces/sirena, rebase, intersecciones, acompañamiento Práctica de hábitos del buen compañero en la ruta: observar el camino, despeje de intersecciones Estacionamiento seguro	Carencia de vallas Barreras cortas Distancia entre el camino y los objetos estáticos Límites de velocidad El otro tráfico Actitudes hacia el cinturón de seguridad Mantener una ruta de escape No hacer suposiciones acerca de que el ambiente es seguro (p. ej., "parte bonita del pueblo", casa de ingreso alto) Clima
Posevento	Edad Condición física Tipo o extensión de la lesión	Integridad del sistema de combustible Atrapamiento	Capacidad de comunicación de urgencia Distancia hacia los servicios médicos de urgencia (SMU) que responden y calidad de éstos Entrenamiento del personal de SMU Disponibilidad del equipo de liberación Sistema de cuidado del trauma de la comunidad Programas de rehabilitación en la comunidad

Existe una serie de salvaguardas o barreras para prevenir que esto ocurra. Él sugirió que cada una de estas barreras o salvaguardas son como un pedazo de queso suizo. Los hoyos del queso son los errores o fallas que incrementan el potencial de peligro o error de causar una lesión. Estas fallas pueden ser el resultado de deficiencias en la organización o administración, ocurrir por un descuido del sistema (condiciones latentes) o como resultado de actos de omisión o comisión (fallas activas). Las razones que se han argumentado son que todo peligro tiene una trayectoria, que por lo general debe ocurrir una serie de fallas para que se suscite el daño subsecuente y que la trayectoria debe ser tal que interseque los hoyos o fallas que se han alineado para permitir que todas las salvaguardas fracasen y la lesión ocurra (Figura 2-3).¹¹



Figura 2-3 Modelo del queso suizo.

Fuente: Reproducido de: British Medical Journal. Reason, J, Human error: Models and Management, 320, p. 768, © 2000 con permiso de BMJ Publishing Group Ltd.

Clasificación de lesiones

Un método común para subclasificar las lesiones se basa en la intención. La lesión puede ser resultado de causas ya sea intencionales o no intencionales. Si bien esta es una manera lógica de ver las lesiones, subraya la dificultad de los esfuerzos encaminados a prevenirlos.

La **lesión intencional** se asocia por lo regular con un acto de violencia interpersonal o autoinfligida. Los problemas como homicidio, suicidio, asalto, asalto sexual, violencia doméstica, abuso infantil y bajas de guerra caen dentro de esta categoría. Antes, se enseñaba que la prevención de lesiones intencionales era responsabilidad única de la impartición de justicia y de los sistemas de salud mental. Aunque estas agencias son integrales en la reducción de las muertes violentas, las lesiones intencionales pueden prevenirse mejor por medio de un método multidisciplinario más amplio, que abarca a la profesión médica.

En el pasado, las **lesiones no intencionales** recibían el nombre de accidentes. Los autores del ensayo del libro blanco de la NAS/NRC se refieren de manera apropiada a la muerte accidental y a la discapacidad; este fue el vocabulario de ese tiempo.¹ Desde que se ha entendido que todos los factores específicos deben conjuntarse para que ocurra una lesión, los proveedores del cuidado de la salud ahora se dan cuenta de que el término *accidental* no describe la lesión no intencional como resultado de eventos como colisiones de vehículos, ahogamientos, caídas y electrocuciones. Los sistemas de Servicios Médicos de urgencia (SMU) han acogido este concepto al utilizar el término colisiones por vehículos de automotor (CVA) o choques. Sin embargo, la percepción pública ha cambiado mucho más despacio. Los reporteros de las noticias todavía se refieren a personas lesionadas en accidentes automovilísticos o disparos accidentales. El término accidente sugiere que la persona fue lesionada como resultado del destino, la intervención divina o la mala suerte. Implica que la lesión es al azar y, por tanto, inevitable. Mientras exista esta mala interpretación, la implementación de medidas correctivas será obstaculizada.

También es importante notar que existe una superposición entre estas dos clasificaciones comunes de lesiones.¹² Por ejemplo, la colisión de un vehículo de motor puede ser el resultado de que el conductor haya querido suicidarse. Clasificar el incidente como un mero choque de vehículo de motor implica que no hubo intención de herir por parte del conductor, mientras que conocer la idea de suicidio por parte del conductor claramente implica la intención de chocar o colisionar.

Alcance del problema

La muerte por lesiones es el mayor problema de salud en todo el mundo, origina más de 14000 muertes *diariamente* (Figura 2-4), con accidentes de tránsito que dan cuenta de cerca de 1.3 millones, de los cuales 844000 corresponden a suicidios y 600000 a homicidios.⁵ En la mayor parte de los países, sin importar su nivel de desarrollo, las lesiones figuran entre las cinco causas líderes de muerte.⁴ Aunque las causas de las muertes por lesiones varían poco entre las naciones, existe una amplia variabilidad entre las causas que tienen el mayor impacto en grupos de edad específicos. Debido a los temas económicos, sociales y de desarrollo, la causa de la muerte relacionada con la lesión varía de país en país, e incluso de región en región dentro del mismo país.

Por ejemplo, en países occidentales de bajos y medianos ingresos, las principales causas de muerte que se refieren a las lesiones son las lesiones relacionadas con el tránsito, el ahogamiento y el suicidio, mientras que en África las causas líderes son las lesiones de tránsito, la guerra y la violencia interpersonal. En los países de ingresos altos de América, la principal causa de muerte entre las personas de 15 y 29 años de edad son las lesiones de tránsito. Para este mismo grupo de edad en países de bajos y medianos ingresos de América, la causa líder es la violencia interpersonal.⁶ La Figura 2-5 muestra que las lesiones desempeñan un papel importante en la carga global de la enfermedad.

En 2010, cerca de 33000 personas en Estados Unidos murieron en colisiones de vehículos de motor, cifra que fue la más baja desde 1949. Más de 10000 murieron a manos de conductores bajo los efectos del alcohol y cerca de 2.6 millones de conductores y pasajeros fueron tratados en el servicio de urgencias (SU) después de la colisión de un vehículo de motor.³ En Estados Unidos, las lesiones son la quinta causa principal de muerte, dan cuenta de más de 180 000 muertes por año, es decir, una persona cada 3 minutos³ (Figura 2-6). Las lesiones son un problema especialmente grave para la juventud en Estados Unidos, como también para la mayoría de las naciones industrializadas del mundo. En ese país, las lesiones matan más niños y adultos jóvenes que todas las enfermedades combinadas (más de 32 000 en 2006).³ De las muertes de personas menores de 19 años de edad, 65% se debe a lesiones no intencionales.¹³

Desafortunadamente, las muertes por lesiones son apenas una parte de la punta del *iceberg*. El "triángulo de la lesión" proporciona una imagen más completa del impacto en la **salud pública de la lesión** (Figura 2-7).

Figura 2-4 Estadísticas mundiales relacionadas con lesiones, hojas de datos de 2012

Panorama de las lesiones

- Las ocho causas principales de muerte relacionadas con lesiones fueron, en orden:
 1. Lesiones de tránsito
 2. Violencia autoinfligida
 3. Violencia interpersonal
 4. Ahogamiento
 5. Envenenamiento
 6. Guerra
 7. Caídas
 8. Fuegos
- Un estimado de cinco millones de personas murieron en el mundo por lesiones.
- Las lesiones dieron cuenta de 9% de las muertes en el mundo y 16% de todas las discapacidades.
- Para las personas de 5 a 44 años de edad, 6 de las 10 causas principales de muerte se relacionaban con las lesiones.
- Se espera que la carga de la enfermedad referente a las lesiones, en particular las lesiones de tránsito, se eleve de manera drástica para el año 2020.
- El número de hombres que murieron por lesiones es el doble del de las mujeres; las lesiones relacionadas con el fuego son notablemente la excepción.
- Los hombres en África tienen las tasas más altas de muerte relacionadas con lesiones.
- Más de 90% de todas las muertes relacionadas con lesiones ocurren en países de bajos y medianos ingresos.
- Las lesiones corresponden a 12% del total de años de vida potenciales perdidos, ya sea por muerte prematura o por discapacidad.

Lesiones de tránsito

- Un estimado de 1.3 millones de personas murió como resultado de lesiones de tránsito, 50 millones más quedaron lesionados o con discapacidad.
- Las lesiones de tránsito son la principal causa de muerte en los niños y jóvenes de entre 10 y 29 años.
- La mortalidad relacionada con el tránsito es casi tres veces más alta para los hombres que para las mujeres.
- El sudeste de Asia representa el porcentaje más alto de muertes a causa de lesiones por accidentes de tránsito.

Quemaduras relacionadas con el fuego

- Aproximadamente 195 000 muertes por quemaduras relacionadas con el fuego ocurren cada año en el mundo
- Las mujeres del sudeste de Asia tienen las tasas más altas de mortalidad por quemaduras relacionadas con el fuego.
- Los niños menores de 5 años de edad y los ancianos tienen las tasas más altas de mortalidad relacionadas con el fuego.
- Al sudeste de Asia corresponde poco más de la mitad de las muertes por quemaduras relacionadas con el fuego.

Ahogamiento

- Aproximadamente 389 000 personas se ahogaron en 2004.
- Casi todas las muertes por ahogamiento, 97%, ocurrieron en países de bajos y medianos ingresos.
- Entre los diversos grupos de edad, los niños menores de 5 años tiene las tasas más altas de mortalidad por ahogamiento, más de 50%.
- Los hombres de África y del Pacífico Oeste tienen las tasas más altas de mortalidad por ahogamiento.

Caídas

- Se estima que cada año 424 000 personas mueren como resultado de caídas.
- La cuarta parte de todas las caídas mortales ocurrió en países de ingresos altos.
- En todas las regiones del mundo, los adultos de más de 65 años de edad, en particular las mujeres, tienen la tasa más alta de mortalidad por caídas.
- Europa y el Pacífico Oeste combinados suman más de 60% del total de todas las muertes relacionadas con caídas.

Envenenamiento

- Se estima que 346 000 personas murieron a causa de envenenamiento en todo el mundo.
- Más de 94% de los envenenamientos mortales aconteció en países de bajos y medianos ingresos.
- La tasa de envenenamiento entre los hombres en Europa es aproximadamente tres veces más alta que la tasa de ese género en cualquier otra región del mundo.
- La región europea da cuenta de más de un tercio de todas las muertes por envenenamiento en el mundo.

Violencia interpersonal

- Cerca de 520 000 personas mueren en el mundo como resultado de la violencia interpersonal.
- Del total de los homicidios, 95% ocurrió en países de bajos y medianos ingresos.
- Las tasas más altas de violencia interpersonal se encuentran en Estados Unidos entre los hombres de 15 a 29 años de edad.
- Entre las mujeres, África tiene la tasa más alta de mortalidad.

Suicidio

- 815 000 personas en el mundo se suicidaron.
- 86% de todos los suicidios ocurrieron en países de medianos y bajos ingresos.
- Las mujeres en China tienen una tasa de suicidio que es aproximadamente el doble del de las mujeres en otras partes del mundo.
- Más de 50% de los suicidios fue cometido por personas cuyas edades iban de los 15 a los 44 años.

Todas las cifras se obtuvieron de las hojas de datos de la Organización Mundial de la Salud (WHO, World Health Organization).

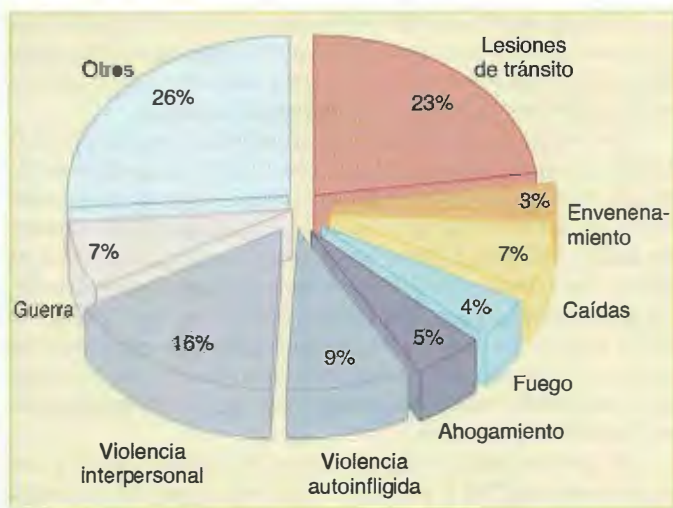


Figura 2-5 Distribución de la mortalidad global a causa de lesiones. Fuente: Información tomada de WHO Global Burden of Disease Project, 2002, Version 1.

En 2009 en Estados Unidos más de 118 000 individuos murieron a causa de una lesión y otros 2.8 estuvieron hospitalizados debido a lesiones no letales. Las lesiones también provocaron más de 45.4 visitas al servicio de urgencias (SU).³

El impacto puede evidenciarse al analizar el número de **años de vida potenciales perdidos (YPLL, years of potential life lost)** como resultado de una lesión. Los YPLL se calculan al restar la edad al momento de la muerte de la edad fija del grupo bajo examen, usualmente 65 o 70 años o la expectativa de vida del grupo. La lesión mata o discapacita a individuos de todas las edades; sin embargo, afecta en forma desproporcionada a los niños, jóvenes y adultos jóvenes, sobre todo en los países industrializados. Debido a que las lesiones constituyen la principal causa de muerte de estadounidenses entre 1 y 44

años de edad, son responsables de más YPLL que cualquier otra causa. En 2006, las lesiones robaron un estimado de 3.68 millones de años a sus víctimas, en comparación con los 1.8 millones de años del cáncer, aun cuando este último reclama más vidas que las lesiones.³

Una tercera medición de la gravedad de las lesiones se demuestra de manera financiera. Los efectos económicos de las lesiones se sienten mucho más allá del paciente y de la familia inmediata. El costo de las lesiones se extiende por un ancho espectro. Todos los miembros de la sociedad sienten el efecto, ya que las agencias federales y otras, los programas de seguro privado que pasan el gasto a otros suscriptores, los empleadores y el paciente cargan con los costos de las lesiones. Como resultado, todo mundo paga cuando un individuo se lesiona gravemente. Los costos estimados por lesión llegan hasta los \$406 mil millones por año, lo cual incluye el costo directo del cuidado médico y los costos indirectos tales como la pérdida de ganancias.^{4,6} Datos de la World Health Organization (WHO) indican que las actividades de prevención son una buena inversión:

- Cada dólar americano invertido en cascos de motocicleta representa un ahorro de 32 dólares en costos médicos.
- Los cinturones de seguridad disminuyen el riesgo de eyección y de presentar lesiones graves o letales en 40 a 65%; han salvado un estimado de 255 000 vidas entre 1975 y 2008.¹⁴

La cuota total de las lesiones en términos de morbilidad, mortalidad y estrés económico es excesiva. Como lo declararon Maguire y sus colegas:

Las lesiones siempre han sido una amenaza para el bienestar público, sin embargo hasta mediados del siglo xx, las enfermedades infecciosas rebasaron la terrible contribución de las lesiones a la morbilidad y mortalidad humanas. El éxito de la salud pública en otras áreas ha dejado a las lesiones como la mayor preocupación de salud pública, que se ha llamado "la epidemia desatendida."¹⁵

Figura 2-6 Clasificación de las causas de muerte relacionadas con las lesiones por grupos de edad, 2010

	Grupos de edad										Todas las edades (número de muertes)
	< 1	1-4	5-9	10-14	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65 +	
Lesión no intencional	5 ^a	Líder	Líder	Líder	Líder	Líder	Líder	3 ^a	4 ^a	9 ^a	5 ^a (120 859)
Lesión intencional											
Suicidio	*	*	13 ^a	3 ^a	3 ^a	2 ^a	4 ^a	4 ^a	8 ^a	18 ^a	10 ^a (38 364)
Homicidio	14 ^a	3 ^a	4 ^a	4 ^a	2 ^a	3 ^a	5 ^a	13 ^a	17 ^a	*	16 ^a (16 259)

*Datos no disponibles o no pertinentes.

Fuente: Tomado del National Vital Statistics System, National Center for Health Statistics, Center for Disease Control and Prevention (CDC), Office of Statistics and Programming National Center for Injury Prevention and Control. CDC: ranking of causes of injury-related deaths by age groups, 2010. http://www.cdc.gov/injury/wisqars/pdf/10LCID_All_Deaths_By_Age_Group_2010-a.pdf. Consultado el 11 de enero de 2013.



Figura 2-7 Triángulo de las lesiones.

Fuente: Información del US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics. Injury in the United States 2007 Chartbook.

La sociedad hace un llamado a todos los segmentos de la comunidad médica para que incrementen sus actividades de prevención. Con tantos como 840 000 proveedores de atención prehospitalaria en Estados Unidos solamente, los sistemas de SMU pueden dar una gran contribución a los esfuerzos de prevención de lesiones a nivel comunidad.

Lesiones del personal de SMU

El personal de SMU está expuesto a una amplia variedad de situaciones que pueden tener como resultado que los proveedores tengan lesiones. Las escenas con frecuencia son inseguras, a pesar de los mejores esfuerzos del personal de SMU y de la policía, ya que en estos sitios suele haber personas en crisis emocional y física. La propia naturaleza del trabajo de urgencia presenta oportunidades de lesionarse. El sólo hecho de conducir hacia la escena puede ser peligroso. Levantar objetos pesados, la exposición a los peligros ambientales y enfermedades infecciosas, la privación de sueño y la tensión del trabajo también presentan oportunidades significativas de lesión.

La privación del sueño es un factor importante que claramente afecta el desempeño del proveedor de atención prehospitalaria.¹⁶ Cuanto más tiempo esté despierta una persona, mayor será la fatiga y la somnolencia; mayor será la deficiencia en el tiempo de respuesta, la toma de decisiones médicas y en el juicio; será más alta la probabilidad de cometer errores, lesionarse uno mismo o a los demás e incluso de muerte.¹⁷ Se ha comparado la privación del sueño con la intoxicación con alcohol, al no dormir por 18 horas aproximadamente la concentración del alcohol en la sangre (CAS) es de 0.05 y al no dormir por 24 horas el CAS es de aproximadamente 0.1.

Además, la privación del sueño puede tener efectos profundos en la salud del proveedor de atención prehospitalaria, como también interferir con las relaciones personales y familiares. La carencia de sueño puede llevar a irritabilidad, ansiedad y depresión.

De 1992 a 1997 se estima que ocurrieron 12.7 muertes por cada 100 000 trabajadores en el SMU por año.^{18, 19} Esto se compara con la tasa de mortalidad promedio nacional de 5.0 por cada 100 000 para todos los trabajadores, una tasa de 14.2 por cada 100 000 oficiales de policía 16.5 para los bomberos en el mismo periodo. Más de 58% de esas muertes del SMU involucró accidentes de ambulancias; 9% implicó asalto u homicidio. Como con las muertes, también es difícil estimar las lesiones no mortales. Sin embargo, entre los proveedores de atención prehospitalaria urbanos, se ha documentado una lesión discapacitante grave que requiere hospitalización por cada 31 616 despachos.

Un estudio publicado en 2011 revisó las lesiones mortales y no mortales de los TUM y paramédicos durante el periodo de 2003 a 2007.²¹ Los autores revisaron la información del Bureau of Labor Statistics Census of Fatal Occupational Injuries como también de la porción laboral del National Electronic Injury Surveillance System. Durante ese periodo, encontraron 99 400 lesiones no mortales y 65 mortales. La mayoría de las muertes estaba relacionada con el transporte, ya sea en accidentes en vehículos de motor (45%) o accidentes de avión (31%). Entre el personal del SMU pagado, la tasa de mortalidad fue de 6.3 por cada 100 000, la cual es más alta que la tasa para los bomberos (6.1 por cada 100 000) para el mismo periodo. La única buena noticia en el informe es que el número de muertes es menor que el documentado 10 años antes.

Estos números revelan una verdad arrolladora. De acuerdo con Garrison:

...los momentos más peligrosos para el personal del SMU son cuando están dentro de su ambulancia, cuando ésta se encuentra en movimiento y cuando están trabajando en la escena del accidente cerca de otros vehículos en movimiento.²²

Es crítico que el personal del SMU sepa y entienda los conceptos de lesión y prevención de lesiones a fin de identificar y corregir los riesgos inherentes del SMU. A partir del primer día de entrenamiento, a los estudiantes se les enseña que nada es más importante en la escena que el proveedor de atención prehospitalaria, de manera que su seguridad es lo primero. El uso del cinturón de seguridad en la ambulancia es el primer paso de la seguridad.

En 2009, la National EMS Advisory Council (NEMSAC) observó que la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) debería crear la cultura nacional del SMU sobre la seguridad. Para lograr esto, se desarrolló un documento que describe los diversos pasos recomendados y acciones necesarias para implementar este concepto.²³

La prevención como la solución

Lo ideal es prevenir que ocurra una lesión en primer lugar, esto evidencia la necesidad de tratarla después de que ocurra. Cuando se previene la lesión, libra al paciente y a la familia de desarrollar un problema económico. El National Center for Injury Prevention

and Control (NCIP) de los Centers for Disease Control and Prevention (CDC) estima que:

- \$1 gastado en detectores de humo ahorra \$69.
- \$1 gastado en cascos para bicicleta ahorra \$29.
- \$1 gastado en asientos de seguridad para niños ahorra \$32.
- \$1 gastado en líneas centrales y laterales de los caminos ahorra \$3 tan sólo en costos médicos.
- \$1 gastado en consejería de pediatras para prevenir lesiones ahorra \$10.
- \$1 gastado en servicios del centro del control de veneno ahorra \$7 en gastos médicos.³

Además de los hallazgos del NCIPC:

- Un estudio de evaluación financiado por el CDC de un sistema regional del cuidado del trauma en Portland Oregon encontró una disminución de 35% en el riesgo de morir en pacientes lesionados gravemente que habían sido tratados en el sistema.²⁴
- El programa de distribución de detectores de humo en Oklahoma redujo las lesiones relacionadas con quemaduras en 80%.²⁵

Debido a la variabilidad entre el huésped, el agente y el ambiente en un momento dado, los proveedores del cuidado de la salud no siempre pueden predecir o prevenir toda lesión individual. Sin embargo, es posible identificar las poblaciones de alto riesgo (las cuales incluyen proveedores de atención prehospitalaria), así como los productos y ambientes de alto riesgo. Los esfuerzos de prevención enfocados en los grupos o escenarios de alto riesgo influyen un rango de la sociedad tan amplio como sea posible. Los proveedores del cuidado de la salud van en busca de la prevención de múltiples maneras. Algunas estrategias han probado su éxito a lo largo de Estados Unidos y alrededor del mundo. Sin embargo, otras funcionan en una región y en otra no. Antes de implementar una estrategia de prevención de lesiones, se deben enfocar los esfuerzos en determinar si funcionará. Aunque no es necesario reinventar la rueda, los proveedores de cuidado de la salud tal vez necesiten modificar una estrategia de prevención para mejorar sus oportunidades de éxito. Los métodos para hacer esto se examinan en la siguiente sección.

Conceptos de la prevención de lesiones

Meta

La meta de los programas de prevención de lesiones es traer el cambio en el conocimiento, actitud y comportamiento en un segmento previamente identificado de la sociedad. Simplemente proporcionar información a las víctimas potenciales no es suficiente para prevenir lesiones. El programa debe implementarse de tal manera que tenga influencia en la actitud de la sociedad y, lo más importante, que cambie el comportamiento. La esperanza es que cualquier cambio en el comportamiento sea de largo plazo. Esta tarea es monumental, pero no insuperable.

Oportunidades de intervención

Las estrategias de prevención se arreglan de acuerdo con su efecto en el evento de la lesión. Coinciden con las fases temporales de la matriz Haddon. Las intervenciones preevento, conocidas como intervenciones primarias, pretenden prevenir que ocurran las lesiones. Las acciones que se llevan a cabo para mantener a los conductores intoxicados fuera del camino, disminuir los límites de velocidad, y la instalación de semáforos se diseñan para prevenir accidentes. Las intervenciones en la fase del evento se realizan para reducir la gravedad de las lesiones amortiguando el golpe de las lesiones que ocurren. El uso de los cinturones de seguridad, la instalación de paneles de instrumentos suaves y bolsas de aire en los vehículos y el cumplimiento de las leyes sobre asientos de seguridad para niños son medios para reducir la gravedad de la lesión que se presenta en los accidentes. Las intervenciones posevento proporcionan un medio para mejorar la probabilidad de supervivencia de quienes se han resultado lesionados.

Los sistemas prehospitalarios tradicionalmente han limitado el involucramiento de la comunidad en la fase posevento. Muchas vidas se han salvado como resultado de ello. Sin embargo, debido a las limitaciones inherentes de esperar hasta que ocurra la lesión, no se han logrado los mejores resultados. Los sistemas del SMU deben explorar el entrar más temprano al ciclo de la lesión. Utilizando la matriz Haddon, los sistemas del SMU pueden identificar oportunidades de colaborar con otras organizaciones de salud pública y seguridad pública para prevenir que ocurran las lesiones o suavizar su impacto.

Estrategias potenciales

Ninguna estrategia por sí sola proporciona el mejor método para la prevención de las lesiones. La opción u opciones más efectivas dependen del tipo de lesión por estudiar. Sin embargo, Haddon desarrolló una lista de 10 estrategias genéricas diseñadas para romper la cadena de evento que produce las lesiones en numerosos puntos (Figura 2-8). Estas estrategias representan maneras de prevenir la liberación de energía no controlada o cuando menos reducirla a cantidades que el cuerpo tolere mejor. La Figura 2-8 también presenta las contramedidas que pueden tomarse en las fases preevento, del evento y posevento y que se dirigen al huésped, al agente o al ambiente. Esta lista no está completa y simplemente sirve como un punto de inicio para ayudar a determinar las opciones más efectivas para un problema en particular en estudio.

La mayoría de las estrategias de prevención de lesiones son activas o pasivas. Las **estrategias pasivas** requieren poca o nada de acción por parte del individuo; los sistemas rociadores y las bolsas de aire de los vehículos son algunos ejemplos. Las **estrategias activas** requieren la cooperación de la persona que se está protegiendo, como los cinturones de seguridad manuales y la decisión de utilizar un casco para motocicleta o bicicleta. Las medidas pasivas son en general más efectivas ya que la gente no necesita estar consciente para hacer algo para tomar ventaja de la protección. Sin embargo, las estrategias pasivas son más difíciles de implementar, ya que son costosas o requieren de una acción legislativa o regulatoria. A veces la mejor opción es una combinación de ambas estrategias.

Implementación de estrategias

Los tres métodos más comunes para implementar una estrategia de prevención de lesiones se conocen como las tres E de la prevención

Figura 2-8 Estrategias básicas para las contramedidas

Estrategia	Posibles contramedidas
Prevenir la creación inicial del peligro	No producir fuegos artificiales, vehículos todo terreno de tres ruedas o varios venenos. Eliminar el alancear en el fútbol colegial.
Reducir la cantidad de energía contenida en el peligro	Limitar los caballos de fuerza de las máquinas de los vehículos automotores. Empacar los medicamentos tóxicos en cantidades más pequeñas y más seguras. Obedecer o reducir los límites de velocidad. Mejorar el transporte público para reducir el número de vehículos particulares en el camino. Alentar la reducción de la temperatura en los calentadores de agua de las casas. Limitar la velocidad en boca de cañón de las armas. Limitar la cantidad de pólvora en los petardos.
Prevenir la liberación de un peligro que ya existe	Almacenar las armas en contenedores cerrados o usar candados para pistola. Cerrar las albercas y playas cuando no haya salvavidas de turno. Fomentar el uso de superficies no resbalosas en tinas y regaderas. Contenedores a prueba de niños para todos los medicamentos y químicos domésticos peligrosos. Limitar el uso del teléfono celular en vehículos o usar modelos de manos libres. Requerir protectores de seguridad en maquinaria de granja rotativa. Mejorar el manejo vehicular.
Modificar la tasa o la distribución espacial del peligro	Requerir el uso de cinturones de seguridad y asientos de seguridad para niños. Proveer de frenos antibloqueo. Alentar el uso de tacos cortos en los zapatos de fútbol a fin de que el pie rote en lugar de transmitir fuerza repentina a las rodillas. Requerir bolsas de aire en los vehículos. Proporcionar parachoques hidráulicos en los vehículos. Proporcionar redes de seguridad para proteger de caídas a los trabajadores. Alentar el uso de pijamas con retardantes para el fuego.
Separar en tiempo o espacio el peligro del cual se quiere estar protegido	Construir puentes peatonales en intersecciones de alto volumen. Mantener los lados de la carretera libre de postes y árboles. No tener áreas de juego cerca de cuerpos de agua sin vigilancia. Construir ciclovías. Rociar pesticidas cuando no haya gente presente. Instalar banquetas. Trazar las rutas de los camiones que transporten material peligroso por caminos de baja densidad. Alentar el uso de detectores de humo en las casas.
Separar el peligro del cual va estar protegido mediante una barrera material	Instalar cercas alrededor de las albercas. Promover el uso de gafas protectoras para los deportes u ocupaciones peligrosas. Construir caminos de baja velocidad. Colocar protectores alrededor de maquinaria peligrosa. Instalar vallas de contención entre las banquetas y los caminos. Instalar paneles reforzados en las puertas de los vehículos. Requerir que los trabajadores del cuidado de la salud coloquen las agujas usadas directamente en contenedores cerrados. Requerir el uso de cascos a los motociclistas, ciclistas y en actividades deportivas de alto riesgo.
Modificar la naturaleza básica del peligro	Instalar bolsas de aire en los vehículos de motor. Proporcionar columnas de dirección colapsables. Poner postes de seguridad. Construir cunas con espacios estrechos entre los barrotes para no estrangular al bebé. Adoptar las bases de separación de seguridad en el béisbol. Quitar las alfombras y tapetes en las casas donde vivan ancianos.

(Continúa en la siguiente página)

Figura 2-8 Estrategias básicas para las contramedidas (continuación)

Estrategia	Posibles contramedidas
Hacer más resistente lo que necesita estar protegido del peligro	Alentar la ingesta de calcio para reducir la osteoporosis. Alentar el acondicionamiento musculoesquelético en los atletas. Prohibir la venta y el consumo de alcohol cerca de áreas recreativas. Tratar las condiciones médicas como la epilepsia para prevenir episodios que puedan resultar en quemaduras, ahogamientos y caídas. Verificar los códigos de construcción de resistencia a terremotos en áreas susceptibles.
Empezar a contrarrestar el daño producido por el peligro	Proporcionar atención médica de urgencia. Utilizar sistemas para dirigir a las personas lesionadas a los proveedores de atención prehospitalaria apropiados. Desarrollar protocolos escolares para responder a urgencias de lesiones. Proporcionar entrenamiento de primeros auxilios a los residentes. Instalar sistemas de aspersores automáticos.
Estabilizar, reparar y rehabilitar el objeto dañado	Desarrollar planes de rehabilitación en la primera etapa del tratamiento de las lesiones. Hacer uso de la rehabilitación ocupacional para pacientes parapléjicos.

*Los ejemplos se listan con propósitos de ilustración solamente y no necesariamente son las recomendaciones oficiales del PHTLS, la National Association of EMTs ni el American College of Surgeons Committee on Trauma.

Negritas = oportunidades para el personal del SMU para proporcionar educación y liderazgo.

de lesiones, por las iniciales de *Education, Enforcement and Engineering* (Educación, Ejecución e Ingeniería), que se describen a continuación.

Educación

Se supone que las estrategias de educación imparten información. La audiencia meta pueden ser individuos que tiene que ver en actividades de alto riesgo, encargados de elaborar políticas que tengan la autoridad de promulgar leyes o reglamentos para la prevención o proveedores de atención prehospitalaria que aprendan a convertirse en participantes activos en la prevención de lesiones.

La educación una vez fue el medio principal de implementar los programas de prevención, ya que la sociedad creía que la mayoría de las lesiones eran simplemente el resultado del error humano. Aunque esta suposición es verdadera hasta cierto grado, muchos no reconocieron el papel que la energía y el ambiente tienen en las causas de la lesión. Sin embargo, todavía se emplea con frecuencia la educación, y probablemente es la más fácil de implementar de las tres estrategias.

La experiencia ha demostrado que las estrategias educativas no han tenido un éxito abrumador por varias razones. Para los que inician, es probable que la audiencia meta nunca haya escuchado el mensaje. Si lo han escuchado, hay quienes pudieran haberlo rechazado por completo o no abrazarlo lo suficiente para modificar el comportamiento. Aquellos que lo abrazaron quizá lo hicieron esporádicamente o con un entusiasmo que declinó con el tiempo.²⁸ Sin embargo, la educación todavía puede ser particularmente útil para reducir las lesiones en las siguientes cuatro áreas:

1. *Enseñar a los niños pequeños los comportamientos básicos de seguridad y habilidades para que permanezcan en su vida.* Como ejemplos tenemos que responder de manera apropiada cuando un detector de humo hace sonar la alarma, llamar al número de urgencias local (p. ej., 9-1-1 en EUA) para pedir ayuda o ajustarse los cinturones de seguridad.

2. *Enseñar acerca de algunos tipos y causas de lesiones a determinados grupos de edad.* La educación puede ser la única estrategia disponible para estos grupos.
3. *Alterar la percepción del público acerca del riesgo y del riesgo aceptable para cambiar las normas sociales y actitudes.* Este método se empleó con respecto a la bebida y el manejo y ahora para utilizar un casco cuando se monte una bicicleta, una motocicleta, una patineta o se usen patines sobre ruedas.
4. *Promover una política de cambio y educar a los consumidores para que exijan productos más seguros.*¹⁸

Como método particular en la prevención de lesiones, los programas educativos han tenido resultados desalentadores. Como muchos medicamentos, la educación necesita ser "administrada" después de un periodo determinado a fin de tener un efecto continuo. Sin embargo, cuando se le acompaña de otras formas de implementación de estrategias, la educación puede ser una herramienta valiosa. La educación sirve como un punto de inicio para pavimentar el camino de la ejecución de sanciones y la aplicación y diseño de estrategias.

Ejecución de sanciones

La ejecución de sanciones busca emplear el poder persuasivo de la ley para obligar la adherencia a estrategias de prevención simples, pero efectivas. Las leyes estatutarias pueden requerir o prohibir y ser dirigidas al comportamiento individual (personas), productos (cosas) o condiciones ambientales (lugares), conforme a lo siguiente:

- Los requerimientos legales que aplican a las personas son leyes mandatorias para el uso de cinturones de seguridad, sistemas de sujeción para niños y cascos.
- Las prohibiciones que aplican a las personas son las leyes sobre conducir bajo los influjos del alcohol, límites de velocidad y leyes relacionadas con agresiones.

- Los requerimientos legales que aplican a los productos incluyen el diseño y los estándares de desempeño, tales como los Estándares Federales de Seguridad de Vehículos de Motor (MVSS, *Motor Vehicle Safety Standards*).
- Las prohibiciones que aplican a los productos incluyen las restricciones sobre animales peligrosos y telas inflamables.
- Los requerimientos legales que aplican a lugares incluyen la instalación o postes de seguridad a lo largo de las autopistas y cercas alrededor de albercas.
- Las prohibiciones que aplican a lugares incluyen prohibir estructuras rígidas a lo largo de las autopistas y las armas de fuego en las terminales aeroportuarias.
- Los requerimientos que aplican a grupos meta y ubicaciones específicos incluyen los preceptos federales de que quienes atiendan a los llamados de urgencia y quienes pertenezcan a la seguridad pública utilicen ropa altamente visible en los sitios de accidentes de mucho tránsito.¹⁵

La ejecución de sanciones es también otra contramedida activa, ya que la gente debe obedecer la ley para beneficiarse de ella. Es menos probable que las audiencias meta cumplan si creen que la directriz infringe la libertad personal, si son pocas las oportunidades de ser atrapados o si no tendrán que enfrentar consecuencias al violar la ley.

Debido a que la sociedad como un todo tiende a obedecer las leyes o cuando menos permanecer dentro de estrechos límites alrededor de ellas, la ejecución de sanciones es con frecuencia más efectiva que la educación. En conjunto con la educación, parece producir mejores resultados que cualquier iniciativa por sí sola. Las leyes a favor del uso del casco en motociclistas proporcionan un interesante caso de estudio en el papel de la ejecución de sanciones en la prevención de lesiones. En estados en los cuales las leyes a favor del casco han sido rechazadas por los motociclistas, la tasa de lesiones graves y muertes se ha incrementado.²⁶⁻²⁸

Ingeniería

Con frecuencia los medios más efectivos en la prevención de lesiones son aquellos en los cuales la liberación de la energía destructiva se separa permanentemente del huésped. Las contramedidas pasivas logran esta meta con poco o ningún esfuerzo por parte del individuo. Las estrategias de ingeniería luchan por construir la prevención de lesiones dentro de los productos o ambientes mismos, con el objeto de que el huésped no tenga que actuar de manera diferente para estar protegido. De igual manera, ayudan a las personas que en realidad las necesitan a actuar en forma distinta para estar protegidas, y lo hacen en todo momento. Las medidas como un sistema de aspersores en los edificios, los cascos de flotación en los botes y las alarmas de respaldo en las ambulancias han probado salvar vidas con poco o sin esfuerzo alguno por parte del huésped.

La ingeniería parece ser la respuesta perfecta en la prevención de lesiones. Es pasiva, efectiva y por lo regular la menos disruptiva de las tres. Desafortunadamente, es la más costosa de implementar. Diseñar la seguridad dentro de un producto lo hace más costoso y requiere del impulso legislativo y regulatorio. El precio puede ser mayor al que el fabricante está dispuesto a absorber o el cliente a pagar. La sociedad dicta cuánta seguridad desea dentro del producto y cuánto está dispuesta a apoyar financieramente estos esfuerzos.

Las iniciativas educativas deben preceder a la ejecución de sanciones y a las estrategias de ingeniería. Al final, las contramedidas más efectivas pueden ser aquellas que incorporan la implementación de las tres estrategias.

Enfoque de la salud pública

Mucho se ha aprendido de las lesiones y su prevención. Lamentablemente, hay una gran discrepancia entre lo que se conoce acerca de las lesiones y lo que se está haciendo al respecto.¹⁹ Las lesiones son un problema complejo en todas las sociedades del mundo. Desafortunadamente, una sola persona o agencia, por sí solas, tienen poco impacto. El enfoque de la salud pública ha logrado tener éxito en el manejo de otras enfermedades y también ha progresado en la prevención de lesiones. Las agencias del SMU que han unido sus fuerzas con otras organizaciones públicas y privadas han sido capaces de lograr tanto o más de lo que hubieran logrado por cuenta propia. La formación de sociedades reúne la experiencia de la comunidad para derribar un tema complejo y desconcertante.

El enfoque de la salud pública crea una coalición con base en la comunidad para combatir la enfermedad por medio de un proceso de cuatro fases, como se muestra a continuación:

1. Vigilancia
2. Identificación del factor de riesgo
3. Evaluación de la intervención
4. Implementación

La coalición se compone de expertos de tal diversidad de campos como el epidemiológico, la comunidad médica, las escuelas y las agencias de salud pública, los programas de apoyo a la comunidad, la economía, la sociología y la impartición de justicia. Los sistemas de SMU tienen un lugar importante en el enfoque de la salud pública para la prevención de lesiones. Participar en la coalición para mejorar la seguridad del campo de juego puede no tener un efecto inmediato al proporcionar cuidado en la escena de un horrible accidente de tránsito, pero los resultados serán mucho más amplios.

Vigilancia

La **vigilancia** es el proceso de recolectar información dentro de la comunidad. La recopilación de datos a partir de la población ayuda en el descubrimiento de la verdadera magnitud de las lesiones y el efecto en la comunidad. La comunidad puede ser una colonia, una ciudad, un municipio, un estado o incluso el servicio de ambulancia mismo. Apoyar el programa, la distribución adecuada de los recursos e incluso saber a quién incluir en el equipo interdisciplinario depende de entender el alcance del problema.

Las fuentes de la información disponible dentro de la comunidad son:

- Datos sobre mortalidad
- Estadística sobre admisión y egreso hospitalarios
- Registros médicos
- Registros sobre lesiones
- Informes policíacos
- Hojas de servicios del SMU

- Informes de seguros
- Datos de vigilancia única registrada sólo para el estudio a la mano

Identificación del factor de riesgo

Después de identificar un problema e investigarlo, es necesario saber quién está en riesgo para dirigir una estrategia de prevención a la población correcta. Los enfoques de “escopetazo” para la prevención de las lesiones son menos exitosos que los que son dirigidos. La identificación de las causas y de los factores de riesgo determina quién es lesionado; qué tipos de lesiones son infligidas; y dónde, cuándo y por qué ocurren esas lesiones.²⁹ A veces el factor de riesgo es obvio, tal como la presencia de alcohol en accidentes de vehículos mortales. En otros momentos, se requiere hacer una investigación para descubrir los factores de riesgo verdaderos involucrados en los eventos de la lesión. Los sistemas de SMU funcionan como los “ojos y oídos” de la salud pública en la escena de las lesiones para identificar los factores de riesgo que nadie más es capaz de descubrir. Conforme se identifican de manera adecuada, los factores de riesgo pueden entonces ser graficados en la matriz de Haddon.

Evaluación de la intervención

Conforme los factores de riesgo se hacen claros, las estrategias de intervención empiezan a emerger. La lista de Haddon de las 10 estrategias de prevención de lesiones sirve como un punto de partida (Figura 2-8). Aun cuando las comunidades tienen diferentes características, con ciertas modificaciones, una iniciativa de prevención de lesiones de una comunidad puede funcionar en otra. Una vez que se ha seleccionado una intervención potencial, un programa piloto que usa una o más de las tres E puede dar indicaciones del éxito de la implementación a toda escala.

Implementación

El paso final en el enfoque de salud pública es la implementación y la evaluación de la intervención. Los procedimientos de la implementación en detalle están preparados de manera que otros interesados en la puesta en práctica de programas similares tengan una guía que seguir. La recabación de información sobre la evaluación mide la efectividad de un programa. Responder las tres preguntas siguientes puede ayudar a determinar el éxito de un programa:

1. ¿Ha cambiado las actitudes, habilidades o juicio?
2. ¿Ha cambiado el comportamiento?
3. ¿El cambio de comportamiento lleva a un resultado favorable?⁸

El enfoque de la salud pública proporciona un medio probado para combatir una enfermedad como una lesión. Por medio de un esfuerzo multidisciplinario con base en la comunidad, es posible identificar “quién, qué, dónde, cuándo y por qué” de un problema de lesión y desarrollar un plan de acción. Los sistemas del SMU necesitan desempeñar un papel mucho más sustancial para ayudar a cerrar la brecha entre lo que se conoce acerca de las lesiones y lo que se está haciendo al respecto. Este enfoque se enseña como un círculo continuo. La vigilancia continua ocurre después de la implementación de una estrategia de control de lesiones. Después, esta información se emplea para modificar o cambiar la estrategia.

Los éxitos de la prevención de lesiones pueden extenderse a poblaciones cuyo riesgo es mayor.

La evolución del papel del SMU en la prevención de lesiones

Por tradición, el papel del proveedor de atención prehospitalaria en el cuidado de la salud se enfoca casi exclusivamente en el pos-evento, en el tratamiento uno a uno del individuo. Se concede muy poco énfasis en entender las causas de las lesiones o lo que podría hacer el proveedor de atención prehospitalaria para prevenirlas. Como resultado, los pacientes pueden regresar al mismo ambiente y lesionarse otra vez. Además, la información que pudiera ayudar a desarrollar un programa de prevención en toda la comunidad, con el propósito de evitar que otros se lesionen en primer lugar podría no documentarse y, por lo tanto, permanecer oculta para los otros sectores de la salud pública.

El enfoque de la salud pública de las lesiones es más proactivo. Funciona para determinar cómo modificar al huésped, el agente y el ambiente para prevenir lesiones. Por medio de las coaliciones que conducen a la vigilancia e implementan las intervenciones, la salud pública trabaja para desarrollar programas de prevención que abarquen a toda la comunidad. La Agenda de los Servicios Médicos de Urgencia concibe lazos estrechos entre los sistemas del SMU y la salud pública que harían más efectivos a ambos sectores del cuidado de la salud.⁷

Los proveedores de atención prehospitalaria pueden adoptar un papel más activo en el desarrollo de programas de prevención de lesiones a lo largo y ancho de la comunidad. Los sistemas de SMU disfrutan de una posición única en ella. Con cerca de 840 000 proveedores solamente en Estados Unidos, los proveedores de atención prehospitalaria básica y avanzada están distribuidos ampliamente a nivel de comunidad. Los proveedores de atención prehospitalaria disfrutan de una reputación creíble en la comunidad, y hacen de ellos modelos de alto perfil. Además, son bienvenidos en los hogares y negocios. Todas las fases del enfoque de la salud pública en la prevención de lesiones se benefician de la presencia del SMU.

Intervenciones uno a uno

Los sistemas de SMU no tienen que darse por vencidos con su método uno a uno para el cuidado del paciente para conducir intervenciones valiosas de prevención de lesiones. El enfoque uno a uno hace que los sistemas SMU sean capaces de realizar iniciativas de prevención de lesiones. Los proveedores de atención prehospitalaria pueden llevar los mensajes de la prevención de lesiones directamente a los individuos de alto riesgo. Un indicador de un programa educacional exitoso es que la información se recibe con el suficiente entusiasmo para cambiar el comportamiento. Los proveedores de atención prehospitalaria emplean su estatus de modelo para llevar los mensajes de prevención. En forma implícita, la gente busca modelos a seguir, escucha lo que tienen que decir y emula lo que hacen.

El asesoramiento sobre la prevención en la escena aprovecha el “momento de la enseñanza”. Éste es aquel cuando el paciente no requiere de intervenciones médicas críticas o los miembros de la familia del paciente están en un estado que los hace más receptivos a lo que dice el modelo. El proveedor de atención prehospitalaria

puede pensar en el tiempo de la escena como desperdiciado cuando pareciera que pocas o ninguna intervención médica son necesarias. Sin embargo, este puede ser el mejor momento para llevar la prevención primaria.³⁰

No todas las llamadas permiten el asesoramiento sobre la prevención de lesiones. Las llamadas de gravedad y que ponen en peligro la vida requieren de la concentración en la atención. Sin embargo, en cerca de 95% de las llamadas de ambulancia no está en riesgo la vida. Una proporción significativa de las llamadas de SMU requieren de un tratamiento menor, si es que requiere alguno. El asesoramiento sobre la prevención uno a uno puede ser apropiada en estas llamadas no críticas.

Las interacciones con el paciente por lo regular son encuentros breves, en especial aquellos que requieren un tratamiento menor o ninguno. Sin embargo, proporcionan el suficiente tiempo para analizar y demostrar a los pacientes y familiares prácticas que pueden prevenir una lesión en el futuro. Los proveedores de atención prehospitalaria están en una posición única en la cual ellos son los únicos trabajadores del cuidado de la salud que entran en el ambiente del paciente, por lo tanto ven situaciones que pueden predisponer a una lesión. Un modelo a seguir que analiza la importancia de reemplazar un foco fundido y quitar un tapete de un corredor con poca luz puede prevenir la caída de un anciano. Los proveedores de atención prehospitalaria tienen un audiencia atenta durante el camino al hospital. La prevención es un tema más valioso para analizar que el clima o el equipo deportivo local. Los momentos de enseñanza le toman 1 o 2 minutos y no interfieren con el tratamiento o la transportación.

Los programas educativos se han desarrollado para entrenar a los proveedores de atención prehospitalaria a dar asesoramiento sobre la prevención de lesiones en la escena.³¹ Estos tipos de programas deben desarrollarse aún más y evaluarse para descubrir cuáles son los más valiosos y, por lo tanto, que valen más la pena incluir en la educación primaria de un proveedor de atención prehospitalaria.

Intervenciones a lo largo de la comunidad

El método de salud pública para la prevención de lesiones se basa en la comunidad e involucra un equipo multidisciplinario. Los proveedores de atención prehospitalaria tienen la experiencia para ser miembros valiosos de ese equipo. Las estrategias de prevención a lo largo y ancho de la comunidad dependen de la información para atender de manera adecuada "quién, que, cuándo, dónde y por qué" de un problema de lesión. Las múltiples fuentes de información proporcionan los datos necesarios, como se describió con anterioridad. Los proveedores del cuidado prehospitalario, quizás más que otro miembro del equipo, tienen la oportunidad de examinar la interacción del paciente con el ambiente al momento de la lesión. Esto permite la identificación del individuo de alto riesgo, la actitud de alto riesgo o el comportamiento de alto riesgo que no está presente al momento de que llega el paciente al servicio de urgencias (SU).

El proveedor de atención prehospitalaria emplea la documentación que se obtuvo en la ruta hacia una instalación médica de las siguientes maneras:

1. La información se emplea inmediatamente por el personal de urgencias que recibe al paciente. También se pide a los doctores y enfermeras de urgencias que mejoren e incrementen su papel en la prevención de lesiones. Su "momento

de la enseñanza" puede reforzar y complementar el asesoramiento en la escena del proveedor de atención prehospitalaria, si saben lo que se ha analizado y demostrado.

2. Otros miembros de la salud pública pueden emplear los datos de la lesión proporcionados por los proveedores de atención prehospitalaria en retrospectiva para desarrollar un programa exhaustivo de prevención de lesiones a lo largo de la comunidad.

Los proveedores de atención prehospitalaria por lo regular no llevan a cabo la documentación para ayudar a apoyar el programa de prevención a lo largo de la comunidad. Saber qué recabar y cuándo documentar la información benéfica para el desarrollo de los programas de prevención para toda la comunidad requiere de una apertura al diálogo con otros miembros del equipo de la salud pública. Los líderes de sistema SMU necesitan construir una coalición con otros de la salud pública para desarrollar políticas de documentación que promuevan la documentación completa de las lesiones.

El SMU puede ser la punta de lanza de programas de prevención de lesiones efectivos y factibles que tengan un profundo impacto en la comunidad. Los programas se han creado por el deseo de un pequeño grupo de profesionales del SMU de prevenir las muertes de niños.^{32,33} Los servicios en Louisiana, Florida, Washington, Oregon y Hawái han sido reconocidos por sus esfuerzos en el diseño, la coordinación y la conducción de programas de prevención de lesiones mediante el premio Nicholas Rosecrans, por las mejores prácticas en la prevención de lesiones del SMU.^{34,35}

Aunque existen oportunidades para los proveedores de atención prehospitalaria de educar a los pacientes, un estudio del doctor David Jaslow y colegas sugiere que sólo una minoría de estos proveedores aprovechan el momento de la enseñanza. Uno de los hallazgos fue que sólo 33% educa de manera rutinaria a sus pacientes sobre cómo modificar los comportamientos de riesgo y sólo 19% proporciona instrucción rutinaria sobre el uso adecuado de los dispositivos de protección.³⁶

La prevención de lesiones por los proveedores del SMU

¿Quién es la persona más importante en la escena del incidente? Esta es la pregunta que se les hace a los estudiantes del SMU a principios de su entrenamiento para hacerlos pensar acerca de su propia seguridad. Invariablemente, uno o dos estudiantes dirán "el paciente", que es lo que el instructor quiere escuchar. Esta respuesta incorrecta proporciona el momento de la enseñanza con el cual el instructor comienza la directriz de siempre para reforzar el punto de que la prevención de autolesiones es el servicio más valioso que un proveedor de atención prehospitalaria puede proporcionar.

Los ambientes hostiles que son resultado de las actividades terroristas o los derrames de materiales peligrosos lamentablemente son noticias muy frecuentes. Sin embargo, las actividades de todos los días de los proveedores prehospitalarios proporcionan las suficientes oportunidades de lesionarse que pudieran terminar con la carrera o la vida. El Bureau of Labor Statistics (Agencia de Estadísticas Laborales) dibuja un cuadro apropiado de los peligros "normales" en el SMU:

Los TUM y los paramédicos trabajan tanto en interiores como exteriores, en todos los tipos de clima. Tienen que ponerse en cucullas, agacharse y levantar pesos considerables demasiadas

veces. Estos trabajadores se arriesgan a la pérdida del oído por el ruido inducido de las sirenas y a sufrir lesiones de espalda por levantar a los pacientes. Además, el TUM y los paramédicos se exponen a enfermedades tales como la hepatitis B y el SIDA, como también a la violencia de parte de las víctimas con sobredosis de drogas o pacientes mentalmente inestables. El trabajo no sólo es extenuante, sino también estresante, involucra situaciones de vida o muerte y pacientes en sufrimiento.³⁶

Los proveedores de atención prehospitalaria están en riesgo sustancial de lesiones o muerte al momento que responden a una llamada médica de urgencia, manejan al paciente y lo transportan. Los riesgos asociados con lesiones tanto en la escena como en una ambulancia en movimiento pueden minimizarse empleando las medidas preventivas adecuadas, como los cinturones de seguridad y la ropa reflectante.

Los proveedores de atención prehospitalaria pueden volverse complacientes hacia los peligros diarios del trabajo. La complacencia es un sentimiento de seguridad ante el desconocimiento de un peligro potencial. Componer la situación es el idealismo e invisibilidad del joven tipo de algunos trabajadores del SMU.³⁷ La administración es necesaria para crear una cultura de la prevención de lesiones, o mejor, una cultura de la seguridad al instituir la política de la prevención, mantener la adherencia al procedimiento y recompensar el desempeño positivo. Los proveedores de atención prehospitalaria por sí mismos deben estar igualmente comprometidos con los principios de la prevención de lesiones. No adoptar esta iniciativa, ya sea por parte de la administración o por los proveedores de atención prehospitalaria, puede tener efectos devastadores.

Otros factores a considerar son el nivel de experiencia del personal o su grado de fatiga. Los conductores deben estar preparados y entrenados de manera adecuada para operar los vehículos con seguridad, así como también debe vigilarse el personal del SMU para asegurar que ha dormido lo suficiente para realizar las operaciones con seguridad. En un estudio que analizó los factores comunes del personal del SMU involucrado en accidentes de ambulancia, se encontró que las mayores probabilidades correspondían a los conductores más jóvenes y al personal que reportó problemas de sueño.³⁸

El doctor Neil Stanley, de la Sociedad Británica del Sueño o Brithish Sleep Society, observó que "nadie debería estar haciendo algo importante durante los 15 a 30 minutos después de despertarse". Esto tiene graves implicaciones para el SMU, considerando que el personal debe responder de inmediato, sin importar si es de noche, ya sea que esté despierto o dormido, y que se espera que funcione "con normalidad".

En el servicio prehospitalario, los empleados no son sólo el activo más valioso, sino también el más costoso. El servicio, la comunidad, y de modo más importante, el proveedor de atención prehospitalaria, se benefician cuando el empleado permanece sin lesiones. Un programa interno de prevención de lesiones vale por sus propios méritos. Cuando se lleva a cabo por medio de un enfoque de la salud pública, proporciona una experiencia valiosa por el involucramiento de las iniciativas de prevención de lesiones en la comunidad. La comunidad (p. ej., el servicio de ambulancias) es pequeña, hay 100% de acceso a ella, y la vigilancia es más fácil, ya que el servicio de ambulancias tiene acceso a muchas de las fuentes de información que pudiera necesitar. La identificación de los factores de riesgo se simplifica, pues la audiencia meta consiste de compañeros de trabajo. Obtener información de la evaluación debería ser casi de inmediato y los resultados de los datos deberían estar disponibles también con rapidez.

La doctora Janet Kirnane y sus colegas mencionaron programas de prevención internos que utilizan las estrategias de implementación de la educación, la ejecución de sanciones y la ingeniería.³⁹ La amplia variabilidad de los programas demuestra los peligros involucrados en las comunidades de los sistemas de SMU y la necesidad de iniciativas de prevención. También demuestra la variabilidad entre las comunidades del SMU. Aun cuando todos los sistemas de SMU son similares, los servicios individuales (comunidades) tienen diferentes factores de riesgo y diferentes prioridades de prevención.

Como se describió antes, los programas educativos mejoran el bienestar, previenen lesiones de espalda e incrementan la conciencia del potencial de pacientes violentos. Los programas de ejecución de sanciones introducen programas de acondicionamiento obligatorios y establece protocolos para manejar a los pacientes violentos. Las iniciativas de ingeniería se dirigen a incrementar el uso del cinturón de seguridad en la parte trasera de la ambulancia al evaluar la posición del equipo y la ubicación del asiento. La selección de empleados y el fortalecimiento físico ayudan a reducir la lesión de espalda.

A pequeña escala, un programa interno de prevención de lesiones puede tener recompensas más allá del resultado más importante de mejorar la salud de los empleados. Los pequeños éxitos yacen en el campo de trabajo por la participación en esfuerzos más grandes y complicados. Éstos otorgan una herramienta de aprendizaje en el trabajo acerca de la prevención de lesiones para todos los empleados. Además, los programas internos de prevención proporcionan una introducción al sistema del SMU por parte de otras agencias de salud pública en la comunidad, que ayudan a implementar y evaluar sus propios programas internos.



Resumen

- El trauma es la epidemia actual más desatendida. La industria del cuidado de la salud ha fallado en disminuir de manera medible la incidencia de las lesiones.
- Los proveedores de atención prehospitalaria están en una posición única para influir en las tasas de morbilidad y mortalidad por medio de esfuerzos de prevención. Existen muchas oportunidades para que el personal del SMU proporcione educación y liderazgo al público.
- El avance en los sistemas de SMU en la prevención de lesiones depende de la adopción de este nuevo papel por parte de cada uno de los proveedores de atención prehospitalaria.
- Al comprometerse en los esfuerzos para la prevención de lesiones y al reconocer los factores de riesgo de lesiones, los proveedores del cuidado hospitalario pueden ayudar a prevenir la muerte y la discapacidad en su comunidad.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Usted y su compañera se encuentran en la escena de la colisión de un vehículo y están trabajando para liberar rápidamente a un paciente con sobrepeso del asiento del conductor de su vehículo. Él no tenía puesto el cinturón de seguridad al momento de la colisión. Usted y su compañera tienen puestos sobre su ropa de trabajo los chalecos de seguridad aprobados, pues están cerca de la vía. La policía está en la escena para controlar el tráfico, y la ambulancia está estacionada de tal modo que maximiza su protección de los vehículos que se aproximan. Empacan y aseguran al paciente en la camilla motorizada, que se utiliza debido a su sobrepeso. Esta camilla les permite a usted y a su compañera meter al paciente de manera segura en la ambulancia, sin ejercer demasiada tensión corporal.

Una vez dentro de la ambulancia, se asegura usted en el asiento orientado hacia atrás y continúa el cuidado del paciente mientras su compañera opera la sirena y las luces estroboscópicas de la ambulancia para atraer la atención de los demás conductores. Ella maniobra con seguridad hasta su carril y maneja hasta el hospital. La ambulancia llega segura y usted transfiere el cuidado del paciente al personal del servicio de urgencias. Mientras realiza el papeleo después de la llamada, usted considera las estadísticas sobre el total de las lesiones a nivel nacional y las muertes de los proveedores de atención prehospitalaria. Se da cuenta de que, gracias a una atención cuidadosa de todos los aspectos de la prevención de lesiones que usted y su compañera tuvieron, su llamada se concluyó de manera segura para todos los involucrados.

- ¿La prevención de accidentes es un método realista para prevenir lesiones y muertes en las colisiones de automóviles y otras causas de lesión traumática?
- ¿Existe alguna evidencia de que cumplir con el uso del cinturón y los asientos de seguridad tenga un impacto en la prevención de lesiones y muertes?
- ¿Qué pueden hacer los proveedores de atención prehospitalaria para prevenir las muertes y lesiones por colisiones de vehículos?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Usted y su compañera permanecieron seguros en la escena de la colisión de vehículos ya que recordó y siguió los protocolos de seguridad de su departamento. Ustedes estaban conscientes de que las luces parpadeantes y estroboscópicas no siempre son suficientes para atraer la atención de los conductores, así que usaron sus chalecos reflectantes aprobados para ser más visibles ante los demás conductores mientras estaban en la escena. Usted también recordó y siguió las técnicas apropiadas para levantar objetos pesados y los procedimientos de seguridad. También resguardó su integridad física al utilizar el cinturón de seguridad en el área de tratamiento de la ambulancia.

Además, su departamento recientemente actualizó el diseño *chevron* reflectante de la parte trasera de la ambulancia para mejorar la visibilidad de ésta desde la distancia. Para mejorar la visibilidad en la noche, se reemplazaron las luces rojas y blancas del exterior de la ambulancia por azules. Estas medidas han probado ser muy útiles y reducen las preocupaciones sobre la visibilidad en la escena y contribuyen a la seguridad de los miembros de la tripulación.

Referencias

1. National Academy of Sciences/National Research Council (NAS/NRC). *Accidental death and disability: the neglected disease of modern society*, Washington, DC: NAS/NRC; 1966.
2. National Center for Health Statistics (NCHS). *Health, United States, 2000, with Adolescent Health Chartbook*, Hyattsville, MD: NCHS; 2000.
3. National Center for Injury Prevention and Control, Centers for Disease Control and Prevention. <http://www.cdc.gov/injury/wisqars/index.html>. Consultado en agosto de 2009.
4. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control, Web-based Injury Statistics Query and Reporting System.
5. World Health Organization (WHO). *Injuries and violence: the facts*. Geneva, Switzerland: WHO; 2010.
6. Peden M, McGee K, Sharma G. *The Injury Chart Book: A Graphical Overview of the Global Burden of Injuries*. Geneva: World Health Organization; 2002.
7. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), US Department of Health and Human Services, Health Resources and Services Administration, Maternal and Child Health Bureau. *Emergency Medical Services Agenda for the Future*. Washington, DC: NHTSA; 1999.
8. Martinez R. *Injury control: a primer for physicians*. *Ann Emerg Med*. 1990;19:72-77, 1990.
9. Waller JA. *Injury Control: A Guide to the Causes and Prevention of Trauma*. Lexington, MA: Lexington Books; 1985.
10. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. *PIER: Public Information, Education, and Relations for EMS Injury Prevention Modules*. Washington, DC: DOT HS 809 520;2002.
11. Reason J. Human error: models and management. *BMJ*. 2000;320:768-770.
12. Cohen L, Miller T, Sheppard MA, Gordon E, Gantz T, Atnafou R. *Bridging the gap: bringing together intentional and unintentional injury prevention efforts to improve health and well being*. *J Safety Res*. 2003;34:473-483.

13. Alterman MD, Daniel M. Considerations in pediatric trauma: epidemiology. <http://emedicine.medscape.com/article/435031-overview#aw2aab6b3>. Consultado el 23 de marzo de 2013.
14. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control. *Saving Lives and Protecting People from Injuries and Violence*. http://www.cdc.gov/injury/pdfs/NCIPC_Overview_FactSheet_Overview-a.pdf. Consultado el 4 de octubre de 2013.
15. Christoffel T, Gallagher SS. *Injury Prevention and Public Health: Practical Knowledge, Skills, and Strategies*. Gaithersburg, MD: Aspen; 1999.
16. VanDale K. Sleep deprivation in EMS. <http://www.fireengineering.com/articles/print/volume166/issue-02/departments/fireems/sleep-deprivation-in-ems.html>. Consultado el 10 de julio de 2013.
17. Patterson PD, Weaver MD, Frank RC, et al. Association between poor sleep, fatigue, and safety outcomes in emergency medical services providers. *Prehosp Emerg Care*. 2012;16:86-97.
18. Maguire BJ, Huntington KL, Smith GS, Levick NR. Occupational fatalities in emergency medical services: a hidden crisis. *Ann Emerg Med*. 2002;40:6.
19. Centers for Disease Control and Prevention. Ambulance crash-related injuries among emergency medical services workers United States, 1991-2002. *MMWR*. 2003;52(8):154-156.
20. Tortella BJ, Lavery RF. Disabling job injuries among EMS providers. *Prehosp Disaster Med*. 1994;9:2120-2213.
21. Reichard A, Marsh S, Moore P. Fatal and nonfatal injuries among emergency medical technicians and paramedics. *Prehosp Emerg Care*. 2011;15(4):511-517.
22. Garrison HG. Keeping rescuers safe. *Ann Emerg Med*. 2002;40:633-635.
23. National EMS Advisory Council. Strategy for a National EMS Culture of Safety (draft). <http://www.emscultureofsafety.org/wp-content/uploads/2012/Strategy-for-a-National-EMS-Culture-of-Safety-NEMSAC-DRAFT.pdf> Consultado el 8 de octubre de 2013.
24. Mullins RJ, Veum-Stone J, Helfand M, et al. Outcome of hospitalized injured patients after institution of a trauma system in an urban area. *JAMA*. 1994;271(24):1919-1924.
25. Haddix AC, Mallonee S, Waxweiler R, et al. Cost effectiveness analysis of a smoke alarm giveaway program in Oklahoma City, Oklahoma. *Inj Prev*. 2001;7:276-281.
26. Mertz KJ, Weiss HB. Changes in motorcycle-related head injury deaths, hospitalizations, and hospital charges following repeal of Pennsylvania's mandatory motorcycle helmet law. *Am J Public Health*. 2008; 98(8):1464-1467.
27. Bledsoe GH, Li G. Trends in Arkansas motorcycle trauma after helmet law repeal. *South Med J*. 2005;98(4):436-440.
28. Chenier TC, Evans L. Motorcyclist fatalities and the repeal of mandatory helmet wearing laws. *Accid Anal Prev*. 1987;19(2):133-139.
29. Todd KH. *Accidents Aren't: Proposal for Evaluation of an Injury Prevention Curriculum for EMS Providers—A Grant Proposal to the National Association of State EMS Directors*. Atlanta: Department of Emergency Medicine, Emory University School of Medicine; 1998.
30. Kinnane JM, Garrison HG, Coben JH, et al. Injury prevention: is there a role for out-of-hospital emergency medical services? *Acad Emerg Med*. 1997;4:306.
31. EPIC Medics. <http://www.epicmedics.org/Conferences.html> Consultado el 8 de octubre de 2013.
32. Hawkins ER, Brice JH, Overby BA. Welcome to the world: findings from an emergency medical services pediatric injury prevention program. *Pediatr Emerg Care*. 2007;23(11):790-795.
33. Griffiths K. Best practices in injury prevention. *J Emerg Med Serv*. 2002;27:8.
34. Krimston J, Griffiths K. Best practices in injury prevention. *J Emerg Med Serv*. 2003;28:9.
35. Jaslow D, Ufberg J, Marsh R. Primary injury prevention in an urban EMS system. *J Emerg Med*. 2003;25(2):167-170.
36. US Department of Labor. Emergency medical technicians and paramedics. En: US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, eds. *Occupational Outlook Handbook, 2004-2005 Edition*. <http://stats.bls.gov/oco/ocos101.htm>. Consultado en julio de 2004.
37. Federal Emergency Management Agency, US Fire Administration. *EMS Safety: Techniques and Applications*. International Association of Fire Fighters, FEMA contract EMW-91-C-3592.
38. Studnek JR, Fernandez AR. Characteristics of emergency medical technicians involved in ambulance crashes. *Prehosp Disaster Med*. 2008;23(5):432-437.

Lecturas sugeridas

American College of Surgeons Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago: American College of Surgeons; 2012.



La ciencia, el arte y la ética del cuidado prehospitalario: principios, preferencias y pensamiento crítico

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Describir la diferencia entre los principios y las preferencias.
- Analizar cómo los principios y las preferencias se relacionan con la toma de decisiones en el campo.
- Dado un escenario de trauma, analizar los principios de la atención del trauma para una situación específica, condiciones, conocimiento del proveedor de la atención prehospitalaria y nivel de habilidad, así como el equipo disponible.
- Dado un escenario de trauma, emplear las habilidades del pensamiento crítico para determinar el método de preferencia para lograr los principios de la atención del trauma de urgencia.
- Explicar la relación de la ética con la atención de trauma prehospitalario.
- Relacionar los cuatro principios de la toma de decisiones éticas.
- Dado un escenario de trauma, analizar los temas éticos involucrados y cómo atenderlos.
- Identificar los componentes y la importancia de la investigación prehospitalaria y la bibliografía especializada.

ESCENARIO

Un equipo prehospitalario compuesto de un técnico en urgencias médicas (TUM) y un paramédico es llamado a la escena de una colisión de dos vehículos en T. Esta es la única unidad disponible por el momento. En una camioneta desverecijada, se encuentra el conductor que es un hombre joven, sin cinturón de seguridad, que exhala un fuerte olor a alcohol y cuyo antebrazo evidentemente está deformado. Esta camioneta se impactó contra un auto sedán a la altura de la puerta del pasajero, con una significativa intrusión en el compartimiento del pasajero. La mujer anciana que se encuentra en ese lugar parece no estar respirando y el parabrisas está estrellado directamente enfrente de ella. La conductora del sedán también está lesionada, consciente pero extremadamente ansiosa. En la parte trasera, hay dos niños sujetos a sus respectivos asientos para niños. El que se encuentra del lado del pasajero parece tener alrededor de 3 años de edad, está inconsciente y desplomado en el asiento. Del lado del pasajero se encuentra un niño de 5 años de edad sujeto a su asiento infantil, sin lesión aparente, aunque llora histéricamente.

Es evidente que el conductor de la camioneta se encuentra herido, tiene una fractura expuesta, sin embargo está beligerante y verbalmente abusivo; se rehúsa a recibir tratamiento. Mientras tanto, la conductora de la sedán pregunta frenéticamente por sus hijos y su madre.

- ¿Cómo manejaría este incidente de múltiples pacientes?
- ¿Cuál de estos pacientes tiene la prioridad más alta?
- ¿Qué le diría a la madre acerca de la condición de los dos niños?
- ¿Cómo manejaría al conductor aparentemente intoxicado del otro vehículo?
- ¿Permitiría que el conductor que parece estar intoxicado se rehúse a recibir la atención?



Introducción

La medicina ha cambiado mucho desde la famosa pintura de Sir Luke Fildes de 1887 que muestra la preocupación y la frustración del médico sentado en la cama del niño enfermo (Figura 3-1). En esa época, no había antibióticos, un entendimiento mínimo de la enfermedad y del padecimiento y una cirugía apenas rudimentaria. El medicamento consistía principalmente en remedios herbolarios. Durante muchos años, se ha entendido y aceptado que la medicina no es una ciencia exacta y que hay mucho de arte en su práctica. Este reconocimiento se ha aplicado a todos los aspectos de la medicina y a todos los practicantes, desde el personal de salud aliado hasta los enfermeros y médicos. En décadas recientes, nuestro entendimiento de la enfermedad, la tecnología y la electrónica han avanzado a paso veloz tanto como lo ha permitido la investigación siempre en expansión para promover un mejor cuidado del paciente. La práctica de la medicina se ha vuelto más y más una ciencia y menos un arte. Sin embargo, el arte permanece y la medicina todavía tiene un largo camino para llegar a ser una ciencia precisa como las matemáticas o la física.

No fue hasta la década de 1950 del siglo xx que se pensó que había algún beneficio al entrenar a quienes entran en contacto con el paciente antes de la llegada al servicio de urgencias. En aquellos días, el servicio de urgencias era (literalmente) una "sala" por lo regular en la parte trasera del hospital, que permanecía cerrada hasta que alguien fuera a abrirla. El bagaje de conocimientos provisto por los proveedores de atención prehospitalaria ha avanzado de manera significativa desde esos años. Ese crecimiento viene aparejado con una mayor responsabilidad para estos proveedores, pues deben asegurarse de que están actualizados con el último conocimiento y que sus habilidades están finamente pulidas. El conocimiento se obtiene a partir de la lectura y de las clases de la educación médica



Figura 3-1 "El Doctor" de Sir Luke Fildes muestra un médico preocupado sentado al lado de la cama de un niño enfermo. El estado relativamente primitivo del cuidado de la salud ofrecía pocas opciones para la intervención más allá de aguardar y observar con esperanza.

Fuente: © Tate, London 2014

continua (EMC); las habilidades se mejoran mediante la experiencia y la crítica, como las de un cirujano o un piloto de avión. Así como un piloto no hace un solo después de un vuelo, el técnico en urgencias médicas (TUM) no madura utilizando una sola habilidad una vez o en un solo tipo de situación.

La ciencia del cuidado prehospitalario involucra un conocimiento funcional de lo siguiente:

1. Anatomía –los órganos, huesos, músculos, arterias, nervios y venas del cuerpo humano.
2. Fisiología –incluyendo cómo el cuerpo produce y mantiene el calor, la ley del corazón de Starling (el incremento de

la carga incrementa el volumen sistólico) y el principio de Ficke (el cual describe el gasto cardíaco y la extracción del oxígeno).

3. La farmacología y las acciones fisiológicas producidas por varios medicamentos y su interacción entre sí dentro del cuerpo.
4. La relación entre estos componentes.

Al aplicar su propio entendimiento de estos elementos, los proveedores pueden tomar decisiones correctas, completamente científicas, al tratar a sus pacientes.

Una importante mejora de la ciencia de la medicina se ha suscitado en los componentes técnicos y en la disponibilidad del equipo de diagnóstico. La habilidad de evaluar la condición del paciente, diagnosticarlo y tratarlo se ha mejorado de manera drástica con las técnicas de escaneo de imagen de tomografía axial computarizada (TAC), ultrasonido e imágenes de resonancia magnética (IRM); con laboratorios clínicos de avanzada que pueden medir casi cualquier electrolito, hormona o sustancia producida de manera metabólica; con el refinamiento de medicamentos complejos producidos por la industria farmacéutica; con los avances técnicos en la cirugía, medicina y radiología invasiva; con las mejoras en los equipos de comunicación de los servicios médicos de urgencia (SMU) y en equipos de logística, como los sistemas de posicionamiento global (GPS) para mejorar la búsqueda y el acceso al paciente; y con el cuidado avanzado que puede ser proporcionado por los médicos y el personal del SMU que trabaja en conjunto como parte del mismo equipo del cuidado medio. La ciencia de la medicina se ha vuelto un campo de muchos progresos.

Sin embargo, con todos esos avances, los proveedores del cuidado de la salud siguen apoyándose en el arte de la medicina para usar su conocimiento y las habilidades del pensamiento crítico para hacer los juicios apropiados, tomar decisiones e identificar los dispositivos de diagnóstico adecuados, el medicamento preciso o los procedimientos más eficientes que beneficiarán más al paciente. Para los proveedores del cuidado prehospitalario, esto significa la determinación de cuál paciente está potencialmente lesionado con gravedad; cuál paciente necesita una transportación rápida a qué hospital; qué tanto debe hacerse en la escena *versus* durante la transportación; cuáles técnicas deben emplearse para lograr las intervenciones necesarias, y qué equipo es el mejor para utilizar en una situación en particular. Todo esto es el arte de la medicina, o las preferencias. ¿Qué técnica, procedimiento o dispositivo tiene el proveedor de atención prehospitalaria en su equipamiento que, en sus manos, satisfará las necesidades del paciente en la situación que exista en ese momento? ¿Cuál es el método de preferencia? Todas estas preguntas deben contestarse con base en las habilidades del pensamiento crítico del proveedor del cuidado prehospitalario.

Principios y preferencias

La ciencia de la medicina proporciona los **principios** de cuidado médico. En términos simples, los principios son aquellas cosas que el proveedor del cuidado prehospitalario debe buscar que estén presentes, lograr o asegurar, con el fin de optimizar la supervivencia del paciente y el resultado. La manera en que cada proveedor ponga en práctica estos principios para manejar con mayor eficiencia

al paciente en el momento del contacto con éste depende de las **preferencias**, con base en una situación que existe en un momento específico, la condición clínica del paciente, el entrenamiento y las habilidades individuales, así como el equipo disponible. Así es como la *ciencia* y el *arte* de la medicina se unen para un buen cuidado del paciente.

La importancia del principio y preferencia, y la diferencia entre éstos, puede ilustrarse mediante el manejo de las vías aéreas. El *principio* es que el aire, que contiene oxígeno, debe moverse a través de una vía aérea abierta hacia los pulmones para proporcionar oxigenación a los eritrocitos conforme éstos pasan a través de los pulmones hacia las células tisulares. Este principio es verdadero para todos los pacientes. La *preferencia* está en cómo se lleva a cabo el manejo de la vía aérea en un paciente en particular. En algunos casos, los pacientes manejarán ellos mismos sus vías aéreas; en otros, el proveedor de atención prehospitalario tendrá que decidir qué dispositivos usará, ya sea que se requiera o no la ventilación asistida, y así en cada necesidad que se presente. En otras palabras, el proveedor determinará la mejor manera de asegurar que los conductos de aire estén abiertos para llevar el oxígeno hasta los pulmones y, de manera secundaria, sacar el dióxido de carbono. El arte radica en cómo el proveedor del cuidado prehospitalario toma esta determinación y la lleva a cabo para satisfacer el principio.

Las preferencias de cómo satisfacer los principios dependen de cuatro factores: la situación, la condición del paciente, las bases del conocimiento del proveedor y el equipo disponible (Figura 3-2).

La filosofía del programa de *Soporte Vital de Trauma Prehospitalario* (PHTLS) es que cada situación y cada paciente son diferentes. El PHTLS enseña la importancia de tener un sólido entendimiento de la materia y las habilidades necesarias para lograr las intervenciones necesarias. Los juicios y decisiones que se tomen en la escena deben individualizarse a las necesidades de *este* paciente específico que se maneja en *este* momento específico y en *esta* situación específica. Los protocolos no son la respuesta final. Éstos resultan inflexibles para la variabilidad del evento. El proveedor de atención prehospitalaria debe conocer la escena, la situación, las habilidades del proveedor de atención prehospitalaria que se involucran y el equipo disponible. Entender lo que se puede

Figura 3-2 Principios versus preferencias

Principio —Lo que es necesario para el mejoramiento o supervivencia del paciente

Preferencia —Cómo se satisface un principio en un momento dado y por el proveedor de atención prehospitalaria disponible

La preferencia empleada para lograr el principio depende de cuatro factores:

- La situación que existe
- La condición del paciente
- Bagaje de conocimientos del proveedor de atención prehospitalaria
- Equipo disponible

y lo que se debe lograr en un paciente en particular se basa en esta información. Al entender los principios involucrados y emplear las habilidades del pensamiento crítico se toman las decisiones apropiadas.

Las preferencias describen la manera en que el proveedor de atención prehospitalaria puede satisfacer mejor este principio. El principio no se llevará a cabo de la misma manera en toda situación para toda condición de todo paciente. No todos los proveedores del cuidado prehospitalario tienen destreza en todas las técnicas disponibles. Las herramientas para llevar a cabo estas técnicas no necesariamente están disponibles en el sitio de todas las urgencias. El solo hecho de que un instructor, profesor o doctor prefiera una técnica no significa que es la mejor para *todo* proveedor del cuidado prehospitalario en *toda* situación. El punto es satisfacer el principio. La manera en que se lleve a cabo y cómo se proporciona el cuidado al paciente depende de los cuatro factores listados en la Figura 3-2, descritos con más detalle en las siguientes secciones.

Situación

La situación involucra todos los factores en la escena que afectan el cuidado que se proporciona al paciente. Estos factores incluyen los siguientes, aunque de hecho no se limitan a ellos:

- Peligros en la escena
- Número de pacientes involucrados
- Ubicación del paciente
- Posición del vehículo
- Preocupación por la contaminación o materiales peligrosos
- Fuego o posibilidad de fuego
- Clima
- Control de la escena y seguridad por la policía
- Tiempo/distancia del cuidado médico, incluyendo las capacidades del hospital más cercano *versus* el centro de trauma más cercano
- Número de proveedores de atención prehospitalaria y otros que estén ayudando en la escena
- Testigos
- Transportación disponible en la escena
- Otros medios de transportación disponibles a la distancia (es decir, helicópteros, ambulancias adicionales)

Todas estas condiciones y circunstancias, como también muchas más, cambian de manera constante y afectan la manera en que usted, como proveedor del cuidado prehospitalario, puede responder a las necesidades del paciente.

Tomemos como ejemplo la siguiente situación: un vehículo choca contra un árbol en un camino rural de un área boscosa. El tiempo está despejado y sin luz (horario 02:00 horas). El tiempo de transportación por tierra al centro de trauma es de 35 minutos. Con la aprobación del control médico, puede enviarse un helicóptero ambulancia. Poner en operación el helicóptero requiere 5 minutos; el tiempo de viaje es de 15 minutos; el centro hospitalario no especializado en trauma está a 15 minutos y tiene un helipuerto. ¿Transportar por tierra hasta el helipuerto o se queda en la escena y espera el helicóptero?

Algunos ejemplos de la manera en que la situación afecta el procedimiento como la inmovilización de la columna son los siguientes:

Situación 1:

- Choque de automóvil
- Fractura tipo ojo de buey en el parabrisas
- Día caluroso y soleado
- Sin tráfico en el camino

Manejo:

- Paciente examinado en el automóvil
- Aplicación de collar cervical
- Paciente asegurado a la tabla corta
- Rotado a la tabla larga
- Retirado del automóvil
- Colocado en la camilla
- Evaluación física terminada
- Paciente transportado al hospital

Situación 2:

- La misma que la anterior con el agregado que está cayendo gasolina del tanque
- Preocupación por fuego

Manejo:

- Técnicas de extracción rápida efectuadas
- Paciente movido a distancia significativa del vehículo
- Evaluación física terminada
- Paciente transportado al hospital

Situación 3:

- Casa totalmente en llamas
- Paciente incapaz de moverse

Manejo:

- Sin evaluación
- Paciente arrastrado del fuego
- Colocado en una tabla
- Movido rápidamente a una distancia segura lejos del fuego
- Evaluación terminada del paciente
- Paciente transportado rápidamente al hospital dependiendo de su condición

Situación 4:

- Situación de combate con un perpetrador cercano o combatientes enemigos disparando activamente (acción policíaca o militar)
- Oficial (o soldado) con herida de arma de fuego en la rodilla y sangrando de manera significativa

Manejo:

- Evaluación a distancia (binoculares)
- Presencia de otras heridas
- Paciente todavía capaz de disparar su arma
- Decir al paciente que aplique torniquete en la parte superior de la pierna
- Decir al paciente que se arrastre hasta una posición protegida
- Rescatar al paciente cuando las condiciones lo permitan

Condición del paciente

Este componente del proceso de toma de decisiones tiene que ver con la condición médica del paciente. La principal pregunta que afectará la toma de decisiones tiene que ver con: "¿qué tan grave está el paciente?" Algunos ejemplos de temas que facilitan esta determinación incluyen la causa de la condición médica, la edad del paciente, los factores fisiológicos que afectan la producción de energía (presión sanguínea, pulso, velocidad de la respiración, temperatura, etc.) la causa del trauma, la condición médica del paciente antes del evento, los medicamentos que usa el paciente, el uso de drogas ilícitas y alcohol. Todos estos factores y otros requieren del pensamiento crítico para decidir cuándo y cómo transportar al paciente, qué es necesario hacer para preparar el transporte y lo que se necesita llevar a cabo en la escena *versus* en el camino.

Regresemos al escenario del choque del auto con el árbol: el paciente respira con dificultad a un ritmo de 30 respiraciones por minuto, su ritmo cardiaco es de 110 latidos por minuto, la presión sanguínea es de 90 mm Hg por palpación y su calificación de la escala de coma de Glasgow es de 11 (O3V3M5); tiene 20 años de edad, no usaba el cinturón de seguridad y su posición está alejada de la bolsa de aire del conductor; tiene la pierna derecha deformada a la mitad del muslo y una fractura expuesta en el tobillo izquierdo.

Fundamentos de los conocimientos del proveedor de atención prehospitalaria

El bagaje de conocimientos del proveedor del cuidado prehospitalario proviene de varias fuentes, incluyendo el entrenamiento inicial, cursos recientes de EMC, experiencia en el campo, experiencia con una condición específica y habilidad con los procedimientos potenciales disponibles que el paciente pudiera requerir.

Por ejemplo, consideremos el control de las vías aéreas. El nivel del proveedor de atención prehospitalaria tiene un impacto significativo en las opciones de preferencias disponibles. Las intervenciones autorizadas dependen del nivel del proveedor en la escena. Además, la habilidad con una intervención en particular y la comodidad al desempeñarla depende en gran medida de la frecuencia con la cual se ha llevado a cabo. Como proveedor de atención prehospitalaria, quizá quiera considerar: ¿cuándo fue la última vez que manejó activamente las vías aéreas?; ¿qué dispositivos utilizó?; ¿cuándo fue la

última vez que realizó una intubación?; ¿cuántas veces ha realizado una cricotirotomía en un paciente con vida o incluso en un modelo de entrenamiento animal? Sin las habilidades adecuadas ni experiencia, el paciente podría estar mejor, al igual que el proveedor de atención prehospitalaria, si éste escogiera una ventilación oral más un dispositivo de bolsa-mascarilla, en lugar de una intervención más avanzada, tal como una intubación endotraqueal o una cirugía de las vías aéreas como la preferencia para el manejo.

Regresando al ejemplo del paciente del accidente vehicular, los proveedores del cuidado prehospitalario que atendieron la llamada llevan 2 años trabajando juntos. Ambos son paramédicos registrados a nivel nacional (NRP). Su entrenamiento más reciente de actualización para el uso endotraqueal fue hace 1 año. Un paramédico colocó un tubo endotraqueal (ET) hace 2 meses y su compañero puso uno hace 1 mes. No están autorizados para usar medicamentos paralizantes para la inserción del ET, sin embargo pueden usar sedantes si es necesario. Acaban de ser entrenados en el control de hemorragias empleando torniquetes y agentes hemostáticos. ¿De qué manera impactará su entrenamiento en lo que harán para manejar al paciente en el campo?

Equipo disponible

La experiencia de cualquier proveedor del cuidado prehospitalario con la mayor parte del equipamiento de alta tecnología en el mundo es que no es bueno si el equipo no está disponible. El proveedor de atención prehospitalaria debe utilizar el equipo o los suministros que están disponibles. Por ejemplo, la sangre podría ser el mejor fluido en la reanimación de las víctimas traumatizadas; sin embargo, no está disponible en el campo; por lo tanto, el fluido a la mano (cristaloide) es la opción disponible más adecuada para la reanimación, dependiendo de la situación. Otra consideración es si la reanimación hipotensiva (hipotensión permisiva) sería una mejor opción, dada la naturaleza de las lesiones del paciente. Este tema en particular se analiza con más detalle en el Capítulo 9 (Shock).

Regresemos de nuevo al paciente del accidente automovilístico: hay todo un equipo paramédico que fue verificado al inicio del turno. Incluye tubos ET, laringoscopios, torniquetes y otros equipos y suministros, como lo indica la lista de equipo de la American College of Surgeons/American College of Emergency Physicians (ACS/ACEP). Los paramédicos cuentan con todos los fármacos apropiados lo que incluye agentes hemostáticos. Ellos aplican presión manual al tobillo sangrante y son capaces de controlar la hemorragia. Entablillan el fémur del paciente y lo transportan al centro de trauma más cercano.

La base del PHTLS es enseñar al proveedor de atención prehospitalaria a tomar las decisiones apropiadas para el cuidado del paciente con base en el conocimiento, no en un protocolo. La meta del cuidado del paciente es satisfacer el principio. Cómo se logra esto (esto es, la decisión que toma el proveedor de atención prehospitalaria para manejar al paciente) es la elección o preferencia con base en la situación, la condición del paciente, el bagaje de conocimientos y la habilidad, así como el equipo disponible en el momento.

Por ejemplo, se encuentra un paciente que no respira, el *principio* es que hay que abrir las vías aéreas para que llegue oxígeno a los pulmones. La opción que se prefiera depende de los cuatro factores de la preferencia (situación, condición del paciente, bagaje de conocimientos y experiencia/habilidad, equipo disponible). El testigo de la calle con sólo un entrenamiento en reanimación cardiopulmonar

(RCP) puede realizar una ventilación boca a mascarilla; el TUM puede escoger una ventilación de la vía respiratoria oral y bolsa-mascarilla; el paramédico puede escoger colocar un tubo ET o decidir que es más ventajoso emplear un dispositivo bolsa mascarilla con una transportación rápida; el médico del ejército en combate puede escoger una cricotiroidotomía o nada si el fuego del enemigo es muy intenso; y el doctor en el servicio médico de urgencias (SMU) puede emplear medicamentos paralizantes o colocar un tubo ET guiado por fibra óptica. Ninguna de las opciones es equivocada en algún momento específico, con un paciente dado, y, aplicando la misma lógica, ninguna es correcta todo el tiempo.

Este concepto del principio y preferencia del cuidado del paciente traumatizado tienen su más drástica aplicación en la situación de combate en el ejército. Por esta razón, el Tactical Combat Casualty Care Committee (COTCCC) escribió el componente militar del programa de PHTLS. Para el proveedor militar, la situación de la escena consiste en que haya o no combate activo, la ubicación del enemigo, la situación táctica, las armas actualmente (o potencialmente) utilizadas y la protección disponible para guarecer a los heridos. Aunque esta diferencia crítica en la situación lleva a alteración en la preferencia para el cuidado del paciente, es más evidente en combate, de manera similar a las consideraciones que existen en el escenario civil para los proveedores de apoyo médico táctico de urgencias y aquellos proveedores de atención prehospitalaria que trabajan en ambientes peligrosos, como escenarios de incendio. Por ejemplo, a mitad de una casa que está completamente envuelta en un incendio, el paramédico de los bomberos que descubre un paciente caído no puede detenerse a verificar los principios básicos de la evaluación del paciente, como la vía aérea y el gasto cardiaco. El primer paso es sacar al paciente, llevarlo lejos del peligro inmediato del fuego y luego verificar el la vía aérea y el pulso.

Para el médico militar involucrado potencialmente en el combate, el proceso de los tres pasos para el manejo de los heridos desarrollado por el (TCCC) es el siguiente:

1. **Atención bajo fuego.** Manejo en medio de una batalla.
2. **Cuidado en el campo táctico.** Manejo después de que termina el tiroteo, pero continúa el peligro.
3. **Cuidado en la evacuación táctica.** Tratamiento del herido una vez que se ha controlado la situación y se considera segura.

Mientras que los principios del cuidado del paciente no cambian, las preferencias del cuidado de paciente pueden ser drásticamente diferentes debido a uno o más de estos factores. Para otros análisis, detalles y aclaraciones, véase el Capítulo 24 Soporte médico de urgencia táctica civil (TEMS) o la versión militar del PHTLS. (Estas diferencias situacionales se describen con más detalle en el Capítulo 6 Evaluación de la escena).

Pensamiento crítico

Para cumplir de manera exitosa con el principio necesario para un paciente en particular y elegir la mejor opción con el objetivo de implementar dicho principio, las habilidades del pensamiento crítico son tan importantes, e incluso pueden ser más importantes, como las habilidades manuales que se emplearán para realizar una intervención. El pensamiento crítico en la medicina es un proceso

en el cual el proveedor de atención prehospitalaria evalúa la situación, el paciente y todos los recursos que están disponibles (Figura 3-3). Después, esta información se analiza e integra con rapidez para proporcionar el mejor cuidado posible al paciente. El proceso del pensamiento crítico requiere que el proveedor de atención prehospitalaria desarrolle un plan de acción, lo inicie, lo reevalúe según avanza el proceso del cuidado del paciente y le haga ajustes conforme la condición del paciente cambie hasta que termina la fase del cuidado (Figura 3-4). El pensamiento crítico es una habilidad que se aprende y que se mejora con el uso y la experiencia.¹ Para que el proveedor de atención prehospitalaria funcione de manera exitosa, debe estar equipado con el aprendizaje de toda la vida y con las habilidades del pensamiento crítico necesarias para adquirir y procesar la información en un mundo rápido y siempre cambiante.²

Para el proveedor de atención prehospitalaria, este proceso empieza con la información inicial proporcionada en el momento de la salida y continúa hasta la transferencia en el hospital al siguiente componente en la cadena del cuidado del paciente. Este proceso del pensamiento crítico requiere primero que el proveedor de atención prehospitalaria evalúe y reevalúe la situación en la que se encuentra el paciente. Luego, la condición del paciente debe ser evaluada y reevaluada durante el tiempo en la escena y mientras se esté en ruta a la mejor/apropiada instalación. El pensamiento crítico también tiene que ver con la selección de la mejor/apropiada instalación para el paciente, los recursos disponibles y el tiempo de transportación a varias instalaciones en las inmediaciones. Todas estas decisiones críticas se basan en la situación, la condición del paciente, el caudal de conocimientos del proveedor de atención prehospitalaria y el equipo disponible.

Al analizar e integrar toda esta información, el proveedor del cuidado prehospitalario desarrollará un plan de tratamiento inicial para la atención de la víctima de trauma lesionada y actuará

Figura 3-3 Componentes del pensamiento crítico en el cuidado médico de urgencias

1. Evaluación de la situación.
2. Evaluación del paciente.
3. Evaluación de los recursos disponibles.
4. Análisis de las soluciones posibles.
5. Selección de la mejor respuesta para manejar la situación y al paciente.
6. Desarrollar un plan de acción.
7. Iniciar el plan de acción.
8. Reevaluar la respuesta del paciente al plan de acción.
9. Hacer los ajustes necesarios o los cambios al plan de acción.
10. Continuar con los pasos 8 y 9 hasta terminar esta fase del cuidado.

conforme a él. En cada etapa a lo largo del camino, el proveedor de atención prehospitalaria debe reevaluar con exactitud cómo ha respondido el paciente a este proceso. Debe continuar con el plan de tratamiento o bien, llevar a cabo los pasos para cambiar el proceso conforme se dispone de más información. Todo esto depende de sus habilidades de pensamiento crítico empleadas para realizar sus

responsabilidades. El pensamiento crítico se basa en no aceptar nada al pie de la letra y siempre hacerse la pregunta: "¿Por qué?", como lo enseñó Sócrates.³

El proceso de pensamiento crítico no puede ser dogmático o ingenuo; debe ser de mente abierta con escepticismo.⁴ El proveedor de atención prehospitalaria debe cuestionar la precisión científica de

Figura 3-4 Pasos del pensamiento crítico

Evaluación

¿Qué está pasando? ¿Qué necesita hacerse? ¿Cuáles son los recursos para lograr esta meta? El análisis involucra:

- Evaluar la escena
- Identificar cualquier peligro ya sea para el paciente o para el proveedor de atención prehospitalaria
- Condición del paciente
- Rapidez necesaria en la respuesta
- Ubicación del cuidado (en el campo, durante la transportación, después de la llegada al hospital)
- Número de pacientes en la escena
- Número de vehículos de transporte requeridos
- Necesidad de un transporte más rápido (aeromédico)
- Destino del paciente para el cuidado adecuado

Análisis

Cada una de las condiciones descritas con anterioridad deben ser analizadas de manera individual y con rapidez, y deben correlacionarse con el bagaje de conocimientos del proveedor de atención prehospitalaria y los recursos disponibles. Es necesario también definir los pasos para proporcionar el mejor cuidado.

Construcción del plan

El plan para lograr el mejor resultado para el paciente se desarrolla y se revisa críticamente. ¿Hay algún paso en falso? ¿Se pueden lograr todos los pasos planeados? ¿Están disponibles los recursos que permitirán seguir adelante con el plan? ¿Es más probable que lleven a un resultado exitoso que al fracaso?

Acción

Se aprueba y se pone en marcha el plan. Esto se lleva a cabo de manera decisiva y con la fuerza de la orden de manera que no quede duda o vacilación en alguno de los individuos involucrados de lo que se necesita hacer, quien está al mando y quien está tomando las decisiones. Si las decisiones son incorrectas, incompletas o causan dificultades o complicaciones, el proveedor de atención prehospitalaria a cargo debe hacer los cambios adecuados. Las contribuciones al cambio provienen de las observaciones de la persona al mando o de otras fuentes disponibles.

Reevaluación

¿El proceso avanza de manera correcta? ¿Ha cambiado la situación en la escena? ¿Necesita modificarse algo en el plan de acción? ¿Cuál es la condición del paciente? ¿Qué cambios ha provocado el plan del tratamiento en la condición del paciente?

Cambios a lo largo del camino

Cualquier cambio que identifique el proveedor de atención prehospitalaria debe evaluarlo y analizarlo, como ya se indicó, para hacer apropiadamente las alteraciones, a fin de continuar prodigando el mejor cuidado posible al paciente. La toma de decisiones y la reevaluación del paciente debe proceder sin la preocupación de: "Si hago un cambio, ¿es un signo de debilidad o de una toma de decisiones mediocre al inicio?" El cambio con base en la necesidad del paciente no es debilidad, sino fortaleza. Una decisión se toma, conforme continúa el proceso y responden la situación y el paciente, el proveedor de atención prehospitalaria reevalúa y hace los cambios apropiados como se requiere para proporcionar el mejor cuidado posible al paciente.

todos los enfoques. Esta es la razón por la cual el proveedor de atención prehospitalaria debe tener un bagaje de conocimientos sólido que le sirva para tomar las decisiones apropiadas. Sin embargo, el cuestionamiento no puede ir demasiado lejos. Aristóteles sugirió que no debe requerirse de más certidumbre de la que el individuo permite.⁵ Sería muy absurdo que el proveedor de atención prehospitalaria proporcionara la evaluación y el cuidado de un paciente, reteniendo la acción con la esperanza de asegurar la certidumbre absoluta en el diagnóstico del paciente; la certidumbre es imposible y buscarla sólo retrasaría las intervenciones necesarias. El proveedor del cuidado debe hacer la evaluación más informada y tomar la decisión con base en la información disponible en el momento.

En otras palabras, el pensamiento crítico involucra determinar cómo proveer mejor los principios necesarios para el cuidado del paciente con base en las circunstancias actuales que se han notado. Se apoya con base en el cuidado médico apropiado propugnado por el PHTLS: "Juicio basado en el conocimiento". Robert Carroll describió el pensamiento crítico como fundamentado en los conceptos y principios, no en reglas rígidas y rápidas o en procedimientos paso a paso.⁴ El énfasis en toda la educación en PHTLS es que los protocolos que involucran una memoria de tipo robótico no son benéficos para el manejo del paciente. La guía para el cuidado de éste debe ser flexible. El pensamiento crítico requiere esa flexibilidad. Los protocolos deben servir simplemente como una guía para ayudar al proveedor del cuidado prehospitalario a alinear el proceso del pensamiento. No son los pasos definitivos, de principio a fin que no pueden ser violados por un análisis razonado, perspicaz de la situación, ni por la aplicación de los pasos apropiados para asegurar el mejor cuidado posible al paciente en cada situación única.

Uso del pensamiento crítico para controlar los prejuicios

Todos los proveedores de atención prehospitalaria tienen prejuicios que afectan el proceso del pensamiento crítico y la toma de decisiones respecto del paciente. Deben reconocerse los prejuicios y no permitir que se entrometan durante el proceso del cuidado del paciente. Éstos surgen a partir de experiencias previas que dieron como resultado un significativo impacto, ya sea positivo o negativo. Al estar conscientes de los prejuicios y controlarlos, se toman en consideración todas las condiciones, y la acción se basa en la represión de "Asumir que la peor lesión posible está presente y probar que no es así" como también en "No hacer más daño." El plan del tratamiento del paciente se diseña sin importar las actitudes de los proveedores de atención prehospitalaria con respecto a las condiciones "aparentes" que pudieran haber llevado a las circunstancias actuales. Por ejemplo, la impresión inicial de que el conductor está intoxicado puede ser correcta, pero otras condiciones pueden existir también. Debido a que se encuentra que el paciente está intoxicado, no significa que no esté lesionado. El hecho de que el paciente esté intoxicado, con sus facultades mentales deterioradas, no quiere decir que en parte ese deterioro pudiera no deberse a la lesión del cerebro o a una disminución de la perfusión cerebral debido a un shock.

Con frecuencia, no se puede ver toda la imagen hasta que el paciente llega al hospital (o quizá incluso varios días después); por lo tanto, el pensamiento crítico y la respuesta del proveedor del cuidado

prehospitalario deben basarse en el escenario del peor caso. Los juicios deben hacerse con base en la mejor información posible. El pensador crítico busca de manera constante la "otra información", y conforme ésta se vuelve disponible actúa con base en ella. El proceso del pensamiento crítico debe continuar a través de la evaluación del paciente, la situación y las condiciones. El cerebro del pensador crítico siempre está buscando nueva información, haciendo y revisando los juicios y planeando dos o tres pasos por adelantado a la actividad actual.

Uso del pensamiento crítico en la toma de decisiones rápida

El SMU es un campo de rápida acción y dependencia de la habilidad innata del proveedor de atención prehospitalaria de responder decisivamente a las presentaciones y enfermedades variables. Estas acciones rápidas requieren de la habilidad del pensamiento crítico y de la habilidad para decidir, con base en el conocimiento actual, cuáles pasos proporcionan la mejor oportunidad de sobrevivencia del paciente –preferencia, no rigidez.

El pensamiento crítico en el sitio de una urgencia debe ser veloz, metódico, flexible y objetivo. El proveedor del cuidado prehospitalario en el sitio de una emergencia puede tener apenas unos segundos para evaluar la situación, la condición del(los) paciente(s) y los recursos, con el propósito de tomar las decisiones e iniciar el cuidado del paciente. El pensamiento crítico abarca el proceso de discernimiento, análisis, evaluación, juicio, reevaluación y toma de nuevas decisiones hasta que el paciente finalmente llegue al hospital. Dicho esto, a veces involucra reconocer que puede tomarse el tiempo para llegar a una decisión, tomarse un momento y permanecer en la escena un poco más para desarrollar una intervención significativa clave o tomarse otro momento y observar toda la escena antes de transportar un paciente.

Como medio de comparación, el proceso del pensamiento crítico de un administrador puede permitir por varios días, semanas o incluso meses trabajar por medio del proceso de la toma de decisiones. En el SMU, un fuerte bagaje del conocimiento poseído por el proveedor del cuidado prehospitalario y la habilidad de comunicar estos juicios con vehemencia y convicción a todos los involucrados en la respuesta al paciente son la base del pensamiento crítico.

Uso del pensamiento crítico en el análisis de datos

Como se enseña en el Capítulo 7, Evaluación y manejo del paciente, la información se reúne utilizando los sentidos del proveedor de atención prehospitalaria, visión, olfato, tacto, oído, y de manera simultánea se alimenta a la "computadora" dentro del cerebro. Luego, el proveedor analiza la información obtenida con base en las prioridades predeterminadas de la evaluación primaria (vías aéreas, ventilación y circulación), reanimación y transportación rápida a la instalación médica apropiada para seleccionar los pasos del manejo adecuado de las necesidades individuales del paciente en particular.

Por lo regular, el proceso de evaluación de un paciente traumatizado empieza con las prioridades ABCDE (vías aéreas [Airway],

respiración [*Breathing*], Circulación, Discapacidad, Exposición), pero el pensamiento crítico primero guía al proveedor de atención prehospitalaria a la condición más crítica. Si el paciente está en shock debido a una severa hemorragia externa continua, presionar con un vendaje (y el torniquete si eso falla) en el sitio de la hemorragia es el paso inicial apropiado después de la evaluación. El pensamiento crítico es el reconocimiento de que seguir la prioridad estándar del ABCDE puede llevar a que un paciente tenga una vía aérea permeable pero que se haya desangrado; por lo que, en lugar de atender la vía aérea, el primer paso debe ser controlar el sangrado. El pensamiento crítico es el proceso de reconocer que si la presión directa y la presión con vendaje no funcionan, es necesario hacer algo más, y la aplicación de un torniquete es el siguiente mejor paso para detener la hemorragia. ¿Cómo llegó el cerebro del proveedor del cuidado prehospitalario a esta decisión?, pues con el *pensamiento crítico*. Éste se basa en la evaluación de la situación, la condición del paciente, el bagaje de conocimientos y las habilidades del proveedor del cuidado prehospitalario, y el equipo disponible. Como lo manifestó Banning,

El pensamiento crítico es una habilidad penetrante que involucra el escrutinio, la diferenciación y la valoración de la información para reflejarla en aquella obtenida, con el fin de hacer juicios e informar las decisiones clínicas.⁶

Uso del pensamiento crítico a lo largo de las fases del cuidado del paciente

El arte y la ciencia de la medicina, el conocimiento de los principios y la aplicación apropiada de las preferencias llevan a un resultado anticipado del mejor cuidado posible para el paciente en las circunstancias en las cuales el cuidado es proporcionado. Esencialmente existen cuatro fases en el proceso del cuidado de los pacientes con lesiones precisas:

- La fase prehospitalaria
- La fase inicial (reanimadora) en el hospital
- La fase de la estabilización y del cuidado definitivo
- La fase de la resolución de largo plazo y rehabilitación para regresar al paciente al estado funcional

Todas estas fases utilizan los mismos principios del cuidado del paciente en cada paso. Todos los proveedores de atención prehospitalaria deben utilizar el pensamiento crítico durante todas las fases del cuidado del paciente. El pensamiento crítico continúa desde el momento de la lesión hasta el momento en que el paciente se va a casa. El resultado final de cada paso del pensamiento crítico a lo largo del camino varía de acuerdo con los recursos que están disponibles para proporcionar el cuidado necesario y la respuesta del paciente a las decisiones que se han tomado previamente. Por lo tanto, entender los principios del manejo, las opciones disponibles, la reevaluación conforme a la situación y al cambio de las condiciones, y la modificación del plan de manejo a lo largo de todo el cuidado del paciente requiere del uso del proceso del pensamiento crítico.

El personal del SMU que está involucrado en forma directa en la fase inicial (prehospitalaria) del cuidado debe emplear el pensa-

miento crítico y estar consciente de todo el proceso, con el objetivo de proporcionar un cuidado continuo al paciente conforme éste se mueve a través del sistema. El proveedor del cuidado prehospitalario debe pensar más allá de la situación actual hasta las necesidades del cuidado definitivo y el resultado último del paciente. La meta es manejar las lesiones del paciente con el doble propósito de que sanen y de que éste pueda ser dado de alta en la mejor condición posible. Por ejemplo, el pensamiento crítico involucra reconocer que, si bien, el entablillado del antebrazo de un paciente traumatizado de múltiples sistemas no es una de las prioridades iniciales del cuidado, al considerar el resultado definitivo del paciente y su habilidad para llevar una vida productiva, la preservación del funcionamiento de la extremidad (y, por lo tanto, su entablillamiento) es una preocupación importante en el tratamiento prehospitalario del paciente.

Ética

Los profesionales prehospitalarios enfrentan muchos escenarios éticamente desafiantes que son tanto urgentes como sensibles al tiempo. Sin embargo, la carencia de educación ética prehospitalaria específica puede dejar a estos profesionales con un sentimiento de no estar preparados y sentirse sin apoyo cuando se confrontan con situaciones confusas o en conflicto.⁷ Las habilidades del pensamiento crítico proporcionan una base sólida para tomar muchas de las decisiones éticas difíciles que requieren hacer los proveedores del cuidado prehospitalario.

La meta de esta sección es emplear los principios y conceptos bioéticos para empezar a desarrollar una conciencia ética y habilidades del razonamiento ético, y proporcionar marcos de referencia comunes y vocabulario para pensar extensamente y analizar incluso los casos más desafiantes y difíciles desde el punto de vista de la ética. Esta sección se basa en los elementos tradicionales de la educación bioética básica, que son familiares para la mayoría de los proveedores de la salud, pero utilizará ejemplos prehospitalarios y casos para proporcionar el contenido que es auténtico, práctico y aplicable a la configuración del escenario. Además, al exponer a los proveedores de atención prehospitalaria a los principios y los conceptos bioéticos comunes, se alentarán y promoverán las conversaciones éticas a través de las disciplinas y escenarios del cuidado de la salud.

Principios éticos

Todo mundo emplea cierto(s) conjunto(s) de valores, creencias o reglas sociales y leyes para tomar decisiones acerca de lo que está bien y lo que está mal. Se suelen referir estas reglas, creencias aceptadas por lo general acerca de un comportamiento moral, como principios. La ética implica emplear un conjunto de principios morales en los que se está de acuerdo para ayudar a determinar lo que está bien hacer. En medicina, se refiere a un conjunto de principios que con frecuencia se toman como apoyo para asegurarse de que un comportamiento es éticamente apropiado, para guiar la práctica clínica y ayudar a tomar decisiones éticas; considera la **autonomía**, la **no maleficencia**, la **beneficencia** y la **justicia**. El uso de estos cuatro principios, conocidos también como **principismo** (Figura 3-5), proporciona un marco de referencia dentro del cual uno puede sopesar y balancear los beneficios y cargas, generalmente dentro del contexto de tratar un paciente específico, a fin de hacer lo que corresponde al mejor interés del paciente.⁸

Figura 3-5 Principismo: guía de la toma de decisiones ética

- Autonomía
- No maleficencia
- Beneficencia
- Justicia

Autonomía

La palabra autonomía proviene de los vocablos griegos *auto*, (él mismo) y *nomos* (ley o gobierno), que significa "autogobierno." En medicina, se refiere al derecho del paciente a dirigir su propio cuidado de la salud libre de interferencia o influencia indebida.⁸ En otras palabras, los adultos competentes saben tomar sus propias decisiones sobre el cuidado de su salud. La autonomía es el principio por el cual han fructificado muchos conceptos éticos, como consentimiento informado, privacidad, confidencialidad y decir la verdad. Sin embargo, la naturaleza no controlada y limitada en tiempo (urgente) de la medicina de urgencias, en especial en un escenario prehospitalario, puede desafiar la habilidad del proveedor de atención prehospitalaria para saber cómo apoyar mejor la autonomía y la toma de decisiones del paciente.

El consentimiento informado es un proceso a través del cual el profesional médico proporciona al paciente que tiene la capacidad de tomar decisiones o a un tutor (la persona elegida para tomar las decisiones relativas al cuidado de la salud en beneficio del paciente, si éste no es capaz de tomar decisiones por sí mismo),⁸ la información necesaria para dar un consentimiento informado, o rechazarlo, para el tratamiento médico que se ofrece. Si bien, muchos piensan que el consentimiento informado es una forma legal, la forma es, en realidad, sólo un registro de la conversación de consentimiento. Existe la obligación ética por parte de los proveedores del cuidado prehospitalario de proporcionar a los pacientes la información médica adecuada, a fin de permitirles tomar decisiones de salud con base en sus propios valores, creencias y deseos.

A fin de que sea válido un consentimiento informado, los pacientes:

1. Deben tener la capacidad de tomar la decisión
2. Deben tener la habilidad de comunicar que han entendido su diagnóstico, pronóstico y opciones de tratamiento
3. Deben ser capaces de dar su consentimiento o rechazo de manera voluntaria
4. Deben dar de hecho el rechazo o el consentimiento al tratamiento^{8,9,10}

Evaluar cualquiera de estos elementos puede ser muy difícil para lograrlo en un escenario clínico controlado, pero en una situación de urgencia, es especialmente difícil. Aunque muchas personas usan los términos competencia y capacidad de tomar decisiones de manera indistinta, **competencia** es un término legal que se refiere a la habilidad en general de la persona para tomar buenas decisiones por sí misma, y la capacidad de tomar decisiones se refiere a la habilidad del paciente para tomar decisiones con respecto a un conjunto específico de opciones de tratamiento médico o terapias.

Evaluar la capacidad del paciente es particularmente difícil en una situación de urgencia. Rara vez existe un conocimiento previo o de referencia del paciente o una relación de preevaluación, y la evaluación debe ser hecha cuando el paciente está enfermo, con miedo o dolor. Al evaluar la capacidad de la toma de decisiones de los pacientes adultos, es necesario tratar de determinar si entienden las opciones médicas y pueden sopesar los riesgos y los beneficios asociados con estas opciones. Los pacientes deben tener también la capacidad de apreciar los resultados anticipados de sus opciones como también ser capaces de expresar sus deseos al proveedor de atención prehospitalaria. Mientras que el proceso del consentimiento informado respeta los derechos de los pacientes de tomar su propia decisión, el requerimiento del consentimiento informado puede ser anulado en situaciones de urgencia bajo ciertas condiciones:

1. El paciente carece de la capacidad de tomar decisiones debido a la inconciencia o a un impedimento cognitivo importante y no hay un tutor disponible.
2. La condición pone en peligro la vida o amenaza la salud y el paciente puede presentar un daño irreversible en la ausencia de un tratamiento.
3. Una persona razonable daría su consentimiento al tratamiento, en cuyo caso el proveedor de atención prehospitalaria debe proceder con el tratamiento en ausencia de un consentimiento autónomo del paciente o del tutor.⁹

Privacidad y confidencialidad

Es importante proporcionar al paciente o al tutor la información necesaria para tomar decisiones médicas así como entender los conceptos de privacidad y confidencialidad. En el contexto del cuidado de la salud, la **privacidad** se refiere al derecho de los pacientes a controlar quién tiene acceso a su información de salud personal. La **confidencialidad** se refiere a la obligación de los proveedores del cuidado de la salud a no compartir la información del paciente que se les revele dentro de la relación paciente-proveedor a otros que no sean aquellos a quienes el paciente haya autorizado, otros profesionales médicos involucrados en el cuidado del paciente y las agencias responsables de procesar los informes obligatorios estatales y federales, como en casos de maltrato infantil y abuso de ancianos.

Dependiendo de las circunstancias, los proveedores del cuidado prehospitalario pueden necesitar apoyarse e interactuar con alguien más, además del paciente discapacitado, como familiares, amigos, vecinos, con el objetivo de obtener la información necesaria para el cuidado del paciente. Sin embargo, se debe realizar un gran esfuerzo para proteger la información del paciente de quienes no sean proveedores del cuidado de la salud, tales como testigos, medios noticiosos que pueden estar en la escena de un evento que involucra lesiones traumáticas o la pérdida de la vida y limitar la información dada por los demás hasta que el tomador de decisiones sustituto quede identificado.

Decir la verdad

Decir la verdad también presenta desafíos éticos.¹⁰ La veracidad es tanto una expectativa como una parte necesaria para la construcción de una relación de confianza entre paciente y proveedor. Comunicar con honestidad muestra respeto por el paciente y permite la toma de decisiones con base en la información verdadera. Sin embargo, especialmente en el escenario prehospitalario, existen situaciones en

las cuales decirle al paciente la verdad tiene el potencial de causar gran daño, como en los casos de trauma con múltiples víctimas en los cuales los sobrevivientes preguntan acerca de la condición de los no sobrevivientes o los seres queridos lesionados y en estado crítico. En esos momentos, la obligación inmediata de decir la verdad a veces puede pesar más que la obligación de no dañar, dependiendo del nivel y la condición del paciente que pregunta.⁷

Directivas anticipadas

El derecho de los pacientes a tomar sus propias decisiones sobre la salud no necesariamente termina cuando se vuelven discapacitados o ya no pueden tomar las mejores decisiones por sí mismos. De igual manera, los niños y los adultos que nunca han sido competentes tienen el derecho a tener un responsable competente que tome las decisiones que protejan sus mejores intereses médicos. Proteger esos derechos es el papel de las directrices avanzadas (documento de directiva anticipada y poder médico), las órdenes médicas fuera del hospital como la orden médica para tratamiento de sostener la vida (POLST, por sus siglas en inglés) y de los responsables de tomar las decisiones. Con el fin de proteger y respetar los derechos de pacientes incompetentes, es importante tener conocimiento del funcionamiento de esos recursos.

Las **directivas anticipadas** son declaraciones, por lo regular por escrito, que describen los deseos del tratamiento médico para la terminación de la vida y señala a los tomadores de la decisión médica en el evento de que el paciente antes competente sea incapaz de tomar la decisión médica por sí mismo.¹¹ Los dos tipos de directivas anticipadas escritas que se encuentran con frecuencia en una situación médica son las del documento de voluntades anticipadas y poder médico. El **documento de voluntad anticipada** es aquel que expresa los deseos del tratamiento para la terminación de la vida, así como también si la persona quiera ventilación mecánica, RCP, diálisis u otros tipos de tratamiento para prolongar la vida o mantenerla la vida. La ley sobre las directivas anticipadas varía en cada localidad, el documento de voluntad anticipada no entra en efecto a menos que el paciente carezca de la capacidad de tomar decisiones y un profesional del cuidado de la salud, por lo general un médico, haya certificado que es enfermo terminal o está permanentemente inconsciente. Ya que los proveedores del cuidado prehospitalario con frecuencia carecen de un conocimiento extensivo de la historia clínica del paciente y reaccionan a una situación médica de urgencia, es difícil determinar si el documento de voluntades anticipadas es operativo o no y, por lo tanto, el proveedor de atención prehospitalaria puede ser incapaz de apoyarse en él para proporcionar la indicación médica.

El **poder médico legal (MPOA, por sus siglas en inglés)** es el documento de una directiva avanzada a la que recurren adultos competentes para señalar a alguien para que tome las decisiones médicas por ellos en el evento de que sean incapaces de hacerlo por sí mismos. A diferencia del documento de voluntad anticipada, el MPOA entra en efecto inmediatamente después de que el paciente es incapaz de tomar su propia decisión, a pesar de la condición preexistente, y se vuelve inactivo una vez que el paciente obtiene de nuevo la capacidad de tomar decisiones, en caso de que así suceda. La persona designada por el MPOA está autorizada a tomar sólo las decisiones médicas en beneficio del paciente. Estas dos directivas anticipadas tratan de proteger y respetar los derechos y deseos de los pacientes que antes eran competentes cuando ya no son capaces de hablar por sí mismos.

La **orden médica extrahospitalaria u orden de no reanimación fuera del hospital (DNR, do not resuscitate)** es una orden

dada por el médico para asegurar que los paramédicos o cualquier personal de urgencias no realicen RCP en un paciente enfermo terminal en casa o en algunas otras comunidades o escenario no clínico, para no contravenir de los deseos expresados previamente por el paciente. La orden DNR debe ser llenada en la forma especificada por el estado donde ocurre la urgencia. Cada estado tiene sus propias formas de DNR y la mayoría de los estados no reconoce las de otras entidades. A diferencia de las directivas avanzadas, la orden DNR entra en efecto inmediatamente después de que el doctor o el profesional del cuidado de la salud autorizado la firmen, y permanece válida sin importar el escenario.¹²

Mientras que la forma DNR sólo se circunscribe a no realizar la RCP, la **orden médica para tratamiento de sostener la vida (POLST, por sus siglas en inglés)** tiene un alcance mayor y está hecha para "mejorar la calidad del cuidado que reciben las personas al final de la vida. Se basa en una comunicación efectiva acerca de los deseos del paciente, la documentación de las órdenes médicas en una forma de color brillante y una promesa de los profesionales del cuidado de la salud para honrar estos deseos."¹³ El POLST permite la aceptación o el rechazo de una amplia variedad de tratamientos de mantener la vida, como la RCP, la nutrición e hidratación médicas y el apoyo respiratorio con ventilador, y permite a los proveedores de atención prehospitalaria acceder a una orden del médico con respecto a los deseos de terminar la vida de un enfermo terminal y un anciano delicado. Obsérvese que los diferentes estados pueden usar diferentes nombres y abreviaciones para esta forma, por ejemplo, órdenes médicas sobre el alcance del tratamiento (MOST, por sus siglas en inglés) y órdenes del médico sobre el alcance del tratamiento (POST, por sus siglas en inglés).

No maleficencia

Así como los proveedores del cuidado de la salud están legal y éticamente obligados a respetar los derechos de la toma de decisiones de aquellos a quienes cuidan, también tienen la obligación de evitar poner los pacientes en riesgo. El principio de no maleficencia obliga al profesional médico a no tomar acciones que pudieran dañar al paciente. La máxima "no dañar", con frecuencia atribuida al médico griego Hipócrates y reflejada en el juramento Hipocrático, es la esencia del principio de la no maleficencia.⁸ Si un paciente le dice al proveedor de atención prehospitalaria que es alérgico a un medicamento en particular y el profesional de la salud, desatendiendo la advertencia del paciente, le administra el medicamento al paciente y éste tiene una reacción alérgica, el proveedor de atención prehospitalaria habrá dañado físicamente al paciente.

Además, los proveedores del cuidado prehospitalario tienen la obligación no sólo de "no dañar" a los pacientes, sino de evitar ponerlos en peligro. Al transportar a un paciente entre una instalación de cuidados médicos crónicos y el consultorio del doctor, el principio de la no maleficencia dictaría que el conductor no debe poner al paciente en peligro al conducir de manera descuidada o escribiendo mensajes de texto mientras conduce.

Beneficencia

La beneficencia involucra tomar una acción en beneficio de otro. Significa "hacer el bien" y requiere que los proveedores de atención prehospitalaria actúen de una manera que maximice los beneficios y minimice los riesgos del paciente. Por ejemplo, el proveedor del

cuidado prehospitalario quizá tenga que poner una línea intravenosa para administrar los medicamentos o fluidos. Las inyecciones infligen dolor, pero son necesarias para beneficiar al paciente. Además, cuando se hace con delicadeza, los proveedores del cuidado prehospitalario pueden reducir el riesgo de lesiones adicionales como moretones, inflamación o múltiples piquetes de aguja.

La beneficencia también incluye ir más allá de lo que requieren los estándares de la práctica profesional para beneficiar al paciente. Por ejemplo, asegurar que el paciente sea transportado a una temperatura adecuada y ponerle cobijas adicionales para mantenerlo confortable puede no estar incluido en el protocolo prehospitalario, pero se hace para cuidar y beneficiar al paciente. Por lo tanto, la beneficencia es maximizar lo bueno que se hace en beneficio de un paciente y minimizar el riesgo, y la no maleficencia es una obligación de no lastimar al paciente o ponerlo en un riesgo innecesario.⁸

Justicia

La justicia, que generalmente se concibe como aquello que es equitativo o justo, suele referirse a cómo distribuimos los recursos médicos cuando se analizan con respecto al cuidado de la salud. La justicia distributiva es la distribución equitativa de los bienes y servicios con base en un conjunto de directrices o reglas morales acordadas socialmente.⁹ Muchos asumen que la justicia, o el trato equitativo a los demás, significa tratar a todas las personas por igual manera, sin importar la edad, la raza, el género o la capacidad de pago. Sin embargo, tratar a todo mundo con igualdad no siempre es justificable desde el punto de vista de la ética. Por ejemplo, en el triaje de una situación de urgencia común, aquellos con grandes necesidades médicas tienen la prioridad sobre aquellos con menos. Por lo tanto, a los más vulnerables se les da una porción mayor de bienes y servicios del cuidado de la salud, con base en el valor que comparte la comunidad de atender a los enfermos y marginados.

Al contrario, en un incidente de víctimas en masa, el triaje se basa en la posibilidad de sobrevivencia, de manera que aquellos con la mejor oportunidad de sobrevivencia reciben los recursos antes que los más enfermos o más vulnerables. Por lo tanto, lo que es más justo en una situación en particular puede depender de la disponibilidad de los recursos y la manera más equitativa y benéfica de usar y distribuir esos recursos en un caso específico.¹⁴

Investigación

Históricamente ha habido una carencia de investigación específica de importancia sobre la atención prehospitalaria; en años recientes eso ha empezado a cambiar. La investigación con base en la evidencia desafía muchos de nuestros estándares prehospitalarios del cuidado establecidos. En la bibliografía especializada, se ha desafiado el uso de vías aéreas avanzadas, tablas rígidas y collares cervicales. Aunque algunas de las propuestas son controversiales, empieza a ver un incremento en el énfasis de la evidencia de lo que el apoyo brindado por los proveedores de atención prehospitalaria hace y lo que no hace en el campo, así como también nuevos pensamientos sobre cómo cuidar mejor a los pacientes. A lo largo de este texto, se describirá y analizará la evidencia de estos estudios para permitirle a usted que tome las mejores opciones para sus pacientes con base en su entrenamiento, sus habilidades y las herramientas disponibles a su alcance.

Lectura de las publicaciones sobre SMU

Una meta importante del PHTLS ha sido asegurar que las recomendaciones prácticas presentadas en este texto representen con precisión la mejor evidencia médica disponible en el momento de la publicación. El PHTLS empezó este proceso con la sexta edición y lo ha continuado en las ediciones subsecuentes. Continuamos agregando, como Referencias y Lecturas sugeridas, aquellos manuscritos, fuentes y recursos que son fundamentales para los temas cubiertos y las recomendaciones hechas en cada capítulo (*Véanse Lecturas sugeridas al final de este capítulo para mayor información sobre la evaluación de la bibliografía acerca del SMU*). Cada profesional médico y proveedor del cuidado de la salud debe obtener y evaluar críticamente las publicaciones y fuentes que crean la base de todos los componentes de la práctica diaria.

Para hacer un uso óptimo del material de referencia disponible, es esencial entender qué constituye con exactitud la literatura médica y cómo interpretar las diversas fuentes de información. En muchos casos, la primera fuente que se consulta en busca de información acerca de un tema en particular es el libro de texto médico. Conforme nuestro nivel de interés y la complejidad crecen, se lleva a cabo una investigación para encontrar las referencias específicas que se presentan en aquellos capítulos del libro de texto para encontrar, si es que hay, los primeros estudios de investigación que se han llevado a cabo y publicado. Después de revisar y analizar las diversas fuentes, se puede tomar una decisión acerca de la calidad y fortaleza de la evidencia que guiarán la toma de decisiones y las intervenciones del cuidado del paciente.

Tipos de evidencia

Existe un gran número de sistemas diferentes de clasificar la calidad y solidez de la evidencia médica. Sin importar la exactitud del sistema de clasificación que se use, varias evaluaciones comunes se pueden encontrar. El proceso de evaluación empieza con la lectura de la sección "Métodos o metodología" del artículo para determinar el tipo de estudio del que se informa. El tipo de estudio por sí solo tiene varias implicaciones importantes en términos de la fortaleza de las recomendaciones en la conclusión del estudio.

La fuente de más alta calidad que lleva a la recomendación más fuerte acerca del tratamiento bajo análisis es el estudio con distribución aleatoria, doble ciego y controlado. Los estudios de este tipo son referidos por lo regular como evidencia de Clase I. Se considera que este tipo de estudio es el mejor, ya que: (1) todos los pacientes que entran al estudio son al azar (significa que cada paciente tiene igual posibilidad de asignación cualquiera que sea el tipo de tratamiento que se estudie); (2) ni los investigadores ni los pacientes saben qué tipo de tratamiento recibe el paciente (doble ciego), y (3) los investigadores controlan y contabilizan tantos aspectos del estudio como sea posible. Estos factores minimizan la probabilidad y cualquier sesgo que pudiera entrar al estudio o afectar los resultados o interpretación de los resultados.

La evidencia de Clase II por lo general incluye los otros tipos de estudios que pueden encontrarse en la literatura médica, incluyendo estudios no aleatorios, no ciegos; series de casos de control retrospectivos, y estudios de cohortes.

Por último, la evidencia de Clase III consta de estudios de caso, informes de casos, documentos de consensos, material de libros de

texto y opinión médica. La evidencia Clase III es la fuente más débil de pruebas, aunque con frecuencia es la más fácil de obtener.

Lamentablemente, si se revisa de manera crítica la literatura relacionada con el cuidado prehospitalario, la mayoría de la investigación publicada califica como evidencia de Clase III. Hay muy poca evidencia que pudiera clasificarse como de Clase I. Gran parte de la práctica de la medicina que se ha aplicado al escenario prehospitalario se ha adoptado y adaptado al ambiente extrahospitalario a partir de la atención en el hospital del cuidado de urgencias. El resultado es que la mayor parte del cuidado prehospitalario en la actualidad se basa en evidencia de Clase III. Sin embargo, cada vez más estudios de Clases I y II relacionados con el cuidado prehospitalario se llevan a cabo. Desafortunadamente, los estudios de Clase I están limitados en Estados Unidos debido a las rígidas regulaciones sobre consentimiento. En específico, con pocas excepciones, la práctica médica de atención prehospitalaria se basa en la opinión "experta" que se encuentra por lo regular en los capítulos de los libros de texto, las credenciales y calificaciones del individuo que ofrece esa opinión, y la contundencia y "volumen" de la comunicación de esa opinión.

Recientemente, el consenso ha sido construir para utilizar un sistema formal que califique la calidad de la evidencia y la solidez de una recomendación de la práctica clínica resultante.^{1,15-17} Se han desarrollado diversos sistemas de calificación; sin embargo, ninguno ha mostrado ser mejor que otro. Algunos sistemas de calificación han sufrido por los temas de confiabilidad entre calificaciones.

Pasos en la evaluación

Cada profesional médico debe leer publicaciones médicas y evaluar de manera crítica cada estudio sacado a la luz que pueda alterar las decisiones de tratamiento a fin de distinguir la información y terapia útiles de aquellas que son inútiles o que incluso son potencialmente dañinas. ¿Cómo, entonces, va a leer y evaluar críticamente la literatura médica?

El primer paso en este proceso es desarrollar una lista de revistas que formarán la base de la revisión de la literatura médica regular. Esta lista debe constar no sólo de aquellas revistas con la especialidad deseada en su nombre, sino también con publicaciones que tratan especialidades o temas relacionados y que tienen alta probabilidad de también publicar estudios aplicables (Figura 3-6).

Una alternativa para revisar las múltiples revistas es realizar una búsqueda de la literatura médica por computadora, si existe un tema de interés en particular. El uso de buscadores por computadora, como PubMed u Ovid, permite a la computadora investigar

Figura 3-6 Sugerencia de Revistas para revisar

- *Academic Emergency Medicine*
- *American Journal of Emergency Medicine*
- *Annals of Emergency Medicine*
- *Journal of Emergency Medicine*
- *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*
- *Prehospital Emergency Care*

Figura 3-7 Realizar una búsqueda por computadora de la literatura

Se puede consultar PubMed a través del sitio web de la Biblioteca Nacional del Medicina (National Library of Medicine) cuya dirección es la siguiente: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. Para realizar una búsqueda de artículos y estudios en las revistas, es necesario introducir los términos de búsqueda en PubMed que serán empleados como palabras clave para encontrar los artículos apropiados. Cuanto más específico sea con los términos, más probable es que encuentre los artículos que satisfagan sus necesidades. Sin embargo, ser demasiado específico puede excluirlo de artículos que pueden ser de interés para usted. Por lo tanto, una buena estrategia es primero hacer una búsqueda empleando términos muy específicos y luego llevar a cabo una búsqueda de seguimiento con términos más genéricos. Por ejemplo, si está interesado en encontrar artículos acerca de cricotiroidotomía en un escenario prehospitalario, la búsqueda inicial que debe realizar podría ser empleando los términos "cricotiroidotomía" y "prehospitalario". La siguiente búsqueda podría ser empleando los términos "manejo de vías aéreas" y "servicios médicos de urgencia", reconociendo que "manejo de vías aéreas" quizá refiere a artículos que incluyen no sólo cricotiroidotomía, sino también otras formas de manejo de vías aéreas.

una base de datos enorme de múltiples revistas médicas y desarrollar de manera automática una lista de estudios sugeridos y publicaciones. (Figura 3-7).

Reducción de la selección

El siguiente paso es revisar el título de cada artículo en la tabla de contenido de las revistas seleccionadas para reducir las opciones de artículos de aquellos que claramente se relacionan con el tema de interés. Sería imposible leer cada uno de los diarios seleccionados de principio a fin, y no es necesario. La revisión de la tabla de contenido permite descartar de inmediato los artículos que no son de interés.

Una vez que se ha reducido la selección, existen todavía muchas acciones preliminares que efectuar antes de leer el texto del artículo. Revise la lista de autores del artículo para ver si alguno de ellos ya es conocido por su trabajo en el área. A continuación, lea el resumen o la síntesis del artículo con el objetivo de verificar si la visión del artículo cubre las expectativas generadas cuando primero revisó el título. Entonces, navegue por el sitio donde se llevó a cabo el estudio para revisar las similitudes, diferencias y aplicabilidad al escenario en el cual los resultados del estudio podrían ser aplicados de manera subsecuente. Se debe enfatizar que la lectura del resumen por sí sola no es suficiente. Sirve sólo como un "filtro" para determinar si vale

la pena revisar todo el artículo. La práctica médica nunca debe cambiarse con base en el resumen.

Lectura y evaluación

Una vez que se evalúan los puntos iniciales, se lee todo el texto del artículo y se evalúa de manera crítica. Al hacerlo, deben considerarse varios temas. El primero es si el tipo de estudio y la distribución aleatoria de los pacientes que participaron en él son satisfactorios. Cada paciente incluido debe tener la misma probabilidad de recibir uno u otro tratamientos o intervenciones que se comparan en el estudio, y esa probabilidad debe conocerse de primera mano. Debe describirse el primer método de asignación del tratamiento a los pacientes y debe ser similar a echar a la suerte una moneda.

A continuación, se evalúa la población de pacientes que entraron al estudio para determinar similitudes o diferencias con la población meta para las cuales las conclusiones del estudio serán implementadas. Para hacerlo, se debe proporcionar la información adecuada en el texto describiendo la constitución clínica y sociodemográfica de la población en el estudio. Idealmente, los estudios que se emplearán para alterar el cuidado proporcionado en el escenario prehospitalario se deben desarrollar ahí mismo. Como lo manifestó el doctor Dan Spaite.

La fuerte evidencia por la eficacia de una intervención no significa que será efectiva al aplicarse en el campo.¹⁷

El siguiente tema a considerar es el resultado de la medición de los autores seleccionados. Todos los resultados que son clínicamente relevantes deben considerarse e informarse en el estudio. Por ejemplo, los estudios sobre paro cardíaco pueden describir los criterios de valoración o resultados, como la conversión del ritmo cardíaco, el regreso espontáneo de la circulación, sobrevivencia a la admisión hospitalaria o sobrevivencia al egreso del hospital.

El análisis de la sección de resultados también requiere una revisión crítica. Así como es importante evaluar la población de estudio y los criterios de entrada, es igualmente importante ver si todos los pacientes dentro del estudio al inicio son contabilizados al final de éste. En especial, los autores deben describir cualquier criterio empleado para excluir a los pacientes del análisis del estudio. La simple suma del lector de los diversos grupos de tratamiento o subgrupos, rápidamente confirmará si todos los pacientes fueron contabilizados. Sobre todo, deben también los autores describir los incidentes que podrían introducir sesgos a los resultados. Por ejemplo, los autores tienen que informar de los percances; por ejemplo, pacientes de control que por accidente recibieron tratamiento o pacientes de estudio que recibieron otros diagnósticos o intervenciones.

Además, es importante considerar tanto el significado clínico como el estadístico de los resultados. Aunque los análisis estadísticos pueden ser difíciles de entender, una comprensión básica de la selección de prueba estadística y su utilización validarán las pruebas estadísticas que se lleven a cabo. Igual o quizá más importante que el significado estadístico de un resultado es el significado clínico del resultado informado. Por ejemplo, al evaluar el efecto de un nuevo medicamento antihipertensivo, el análisis estadístico

quizá muestre que el nuevo medicamento causa disminución significativa estadísticamente en la presión de la sangre de 4 mm Hg. Clínicamente, sin embargo, la disminución informada es insignificante. Por lo tanto el proveedor de atención prehospitalaria debe evaluar no sólo el significado estadístico del resultado sino también el significado clínico.

Si todos los temas anteriores han sido resueltos de manera satisfactoria, se atenderá, entonces, el último, que se relaciona con la implementación de los resultados del estudio y la conclusión en el sistema del cuidado de la salud del lector. Para determinar la practicidad de aplicar la terapia, los autores necesitan describir el tratamiento con suficiente detalle, la intervención o la terapia deben estar disponibles para su uso y deben ser clínicamente sensibles en el escenario planeado.

Existen algunas diferencias en la evaluación de las declaraciones de consenso, panoramas y capítulos del libro de texto. Idealmente, las declaraciones o las visiones deben estar dirigidas a una pregunta enfocada y específica. Los autores tienen que describir los criterios que emplearon en la selección de los artículos que incluyeron como referencias; el lector determinará lo apropiado de esos criterios. Esto a cambio ayudará a determinar la probabilidad de que se incluyan estudios importantes, en lugar de excluirlos. Además, debe revisarse la lista de referencias en busca de estudios conocidos que deberían haber sido incluidos.

Una visión de alta calidad o declaración de consenso debe incluir un análisis de los procesos por los cuales se valoró la validez de los estudios incluidos. La evaluación de la validez debe ser reproducible, sin importar quién haya llevado a cabo la valoración. También, múltiples estudios con resultados similares ayudan a apoyar las conclusiones y la decisión última acerca de cambiar o no la práctica actual.

De manera similar a la revisión de los estudios individuales, la revisión y evaluación de las declaraciones de consenso, panoramas y capítulos del libro de texto incluyen la determinación de si todos los resultados relevantes clínicamente fueron considerados y analizados y si los resultados se pueden aplicar al marco del cuidado del paciente del lector. Esa determinación también incluye un análisis de los beneficios *versus* los riesgos potenciales y el daño.

Determinar el impacto

El último paso en la evaluación es determinar cuándo una publicación debe causar un cambio en la práctica médica diaria. De manera ideal, cualquier cambio en la práctica médica será resultado de un estudio de la más alta calidad, específicamente distribuido de manera aleatoria, controlado, de doble ciego. La conclusión de ese estudio debe basarse en los resultados que han sido evaluados en forma crítica, tener significado tanto estadístico como clínico y haber sido revisados y juzgados como válidos. El estudio tiene que ofrecer la mejor información disponible en la actualidad sobre el tema. Además, el cambio en la práctica debe ser posible para la planeación del sistema para hacer el cambio, y el beneficio de hacer ese cambio debe superar los riesgos.

Toda la práctica médica en un escenario extrahospitalario debe basarse en evidencia de Clase I de alta calidad. Como se observó, sin embargo, la mayor parte de la literaria del SMU califica como evidencia de Clase III.



Resumen

- Los principios (o la *ciencia* de la medicina) determinan lo que debe tener el paciente con el propósito de optimizar el resultado y la sobrevivencia.
- Las preferencias (o el *arte* de la medicina) son los métodos para satisfacer el principio. Las consideraciones para escoger el método incluyen:
 - Situación que actualmente existe
 - Condición del paciente
 - Conocimientos y experiencia
 - Equipo disponible
- El pensamiento crítico es la evaluación de todas las preocupaciones y componentes del evento traumático a la mano. Al aplicar las habilidades del pensamiento crítico, el proveedor de atención prehospitalaria debe:
 - Usar todos los sentidos para lograr la evaluación
 - Revisar la necesidad de información, equipo y personal adicionales
 - Identificar los hospitales en las cercanías y conocer sus capacidades
 - Desarrollar un plan de acción y manejo
 - Reevaluar la situación, el paciente y la respuesta al plan de acción
 - Hacer correcciones en el camino, si es necesario
- La meta del pensamiento crítico es un manejo exitoso.
- El pensamiento crítico *no* consiste en seguir protocolos. Es rápido, flexible y objetivo.
- La ética se refiere a aplicar y balancear los cuatro principios de la ética biomédica (autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia). Los profesionales prehospitalarios deben desarrollar, y sentirse cómodos con las habilidades de razonamiento ético y el vocabulario necesario para manejar con mayor confianza el conflicto ético y la confusión en el ambiente prehospitalario.
- La investigación proporciona los fundamentos y las bases de toda la práctica médica, incluida la atención prehospitalaria.
- La calidad de la investigación y la fortaleza de las conclusiones y recomendaciones varían dependiendo del tipo de estudio. El estudio de la más alta calidad, el cual proporciona las recomendaciones más fuertes para guiar la práctica médica, es un estudio controlado, con distribución aleatoria, doble ciego.
- Todo aquel que lee publicaciones médicas sabe cómo evaluar el tipo y la calidad del estudio que lee.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Un equipo prehospitalario compuesto de un técnico en urgencias médicas (TUM) y un paramédico es llamado a la escena de una colisión de dos vehículos en T. Esta es la única unidad disponible por el momento. En una camioneta desvencijada, se encuentra el conductor, que es un hombre joven, sin cinturón de seguridad, que exhala un fuerte olor a alcohol y cuyo antebrazo evidentemente está deformado. Esta camioneta se impactó contra un auto sedán a la altura de la puerta del pasajero, con una significativa intrusión en el compartimiento del pasajero. La mujer anciana que se encuentra en ese lugar parece no estar respirando y el parabrisas está estrellado directamente enfrente de ella. La conductora del sedán también está lesionada, consciente pero extremadamente ansiosa. En la parte trasera, hay dos niños sujetos a sus respectivos asientos para niños. El que se encuentra del lado del pasajero parece tener alrededor de 3 años de edad, está inconsciente y desplomado en el asiento. Del lado del pasajero se encuentra un niño de 5 años de edad sujeto a su asiento infantil, sin lesión aparente, aunque llora histéricamente.

Es evidente que el conductor de la camioneta se encuentra herido, tiene una fractura expuesta, sin embargo está beligerante y verbalmente abusivo; se rehúsa a recibir tratamiento. Mientras tanto, la conductora de la sedán pregunta frenéticamente por sus hijos y su madre.

- ¿Cómo manejaría este incidente de múltiples pacientes?
- ¿Cuál de estos pacientes tiene la prioridad más alta?
- ¿Qué le diría a la madre acerca de la condición de los dos niños?
- ¿Cómo manejaría al conductor aparentemente intoxicado del otro vehículo?
- ¿Permitiría que el conductor que parece estar intoxicado se rehúse a recibir la atención?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

En este escenario de cinco víctimas, el equipo de la ambulancia enfrenta una situación de triage con pacientes que superan a los proveedores de atención prehospitalaria. Es en este tipo de situación donde el concepto de justicia se vuelve inmediatamente aplicable. Los recursos disponibles, dos proveedores del cuidado hospitalario, son limitados y deben distribuirse de una manera que hagan el mayor bien al mayor número de personas. Esto involucra decidir quién debe ser tratado primero y por cuál proveedor de atención prehospitalaria.

En este escenario, debe tomarse una decisión rápida entre tratar primero a la mujer anciana o al niño inconsciente. Con frecuencia un niño tiene una probabilidad de sobrevivencia más alta que un paciente anciano, cuando ambos han tenido lesiones traumáticas similares. Sin embargo, una evaluación adicional y el historial médico podrían cambiar la imagen clínica y lo apropiado de las decisiones de triage. Por ejemplo, la madre puede informar que el niño menor tiene una condición terminal, así que la decisión de triage con base solamente en la edad puede no ser la acción justa en este ejemplo. Mientras que los protocolos del triage proporcionan por lo general dirección en tales situaciones y se basan en conceptos de justicia, no pueden tomarse en cuenta para toda situación única que se encuentre. Por lo tanto, un entendimiento básico del principio de justicia puede ser útil en situaciones en las cuales se necesita tomar decisiones de triage "en el momento".

La apariencia del conductor y su camioneta puede llevar de manera potencial a estereotipar los comportamientos y juicios por parte de los proveedores de atención prehospitalaria. Los estereotipos son un conjunto de generalizaciones imprecisas y simplistas o creencias acerca de un grupo que permite a los demás categorizarlos y tratarlos con base en esas creencias. Las nociones preconcebidas acerca de la apariencia de un paciente y los comportamientos pueden interferir en el tratamiento justo y equitativo.

Mientras que existe un deber de tratar a los pacientes de una manera justa y consistente, los proveedores de atención prehospitalaria son un recurso valioso y no tienen la obligación de ponerse ellos mismos en riesgo. Tienen el derecho de protegerse no sólo a sí mismos, sino también su habilidad de cuidar a los demás.

Además de las preocupaciones acerca de la justicia, existen varios retos a la autonomía en este escenario. El proveedor de atención prehospitalaria debe evaluar la capacidad de tomar decisiones tanto del conductor de la camioneta como de la conductora del automóvil. Ambos conductores están lesionados y emocionalmente turbados, el conductor está impedido potencialmente por el intoxicante. Además, se le puede pedir a la conductora que tome decisiones médicas por ella misma y actúe como tutor de los dos niños y su madre. Si, después de evaluar la capacidad de toma de decisiones de los dos conductores, se encuentra que ambos están incapacitados, entonces los proveedores de atención prehospitalaria deberán proceder con el cuidado médico de urgencia del caso, de acuerdo con los protocolos clínicos establecidos en el mejor de los intereses de los pacientes.

El sopeso y balanceo de los beneficios y daños o cargas es una parte importante de la toma de decisiones médicas. En este caso, la conductora está pidiendo información acerca de su madre y los niños. Al mismo tiempo que el proveedor de atención prehospitalaria tiene la obligación de decirle la verdad, así como de establecer la confianza entre la paciente y el proveedor y ayudar a la conductora a tomar decisiones de conformidad para los ocupantes de su vehículo, el proveedor debe tener en mente que esta paciente puede estar lesionada y quizá traumatizada, con una capacidad impedida de tomar decisiones. Una divulgación completa y verdadera acerca de las condiciones de su madre y del niño inconsciente pueden traumatizarla más (dañarla). Sus reacciones potenciales a tal información podrían impedirle aún más su capacidad de decisión y alarmar a su hijo de 5 años, quien está consiente e histérico. Dependiendo del nivel potencial de daño o carga que esa acción pudiera causar, en este caso, comunicar a la conductora la condición de sus seres queridos, el principio de no maleficencia (no dañar) y el de beneficencia (hacer bien) pueden hacer que se posponga la divulgación completa de la situación hasta que la paciente esté en un ambiente más estable.

Como está claro en este escenario, la ética raramente da soluciones en blanco o negro a situaciones difíciles. En su lugar, la ética puede proporcionar un marco de referencia, como los cuatro principios analizados en este capítulo: autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia, con base en el cual considerar y razonar por completo las situaciones éticamente difíciles en un intento de hacer lo correcto.

Referencias

- Hendricson WD, Andrieu SC, Chadwick DG, et al. Educational strategies associated with development of problem-solving, critical thinking, and self-directed learning. *J Dent Educ.* 2006;70(9):925-936.
- Cotter AJ. Developing critical-thinking skills. *EMS Mag.* 2007; 36(7):86.
- Wang SY, Tsai JC, Chiang HC, et al. Socrates, problem-based learning and critical thinking—a philosophic point of view. *Kaohsiung J Med Sci.* 2008;24(3)(suppl):S6-S13.
- Carroll RT. *Becoming a Critical Thinker: A Guide for the New Millennium.* 2nd ed. Boston, MA: Pearson Custom Publishing; 2005.
- Aristotle. *Nicomachean Ethics* (Book I, part 3). Translation by W. D. Ross, The Internet Classics Archive, 1994-2009. <http://classics.mit.edu/Aristotle/nicomachaen.html>. Consultado el 5 de octubre de 2013.
- Banning M. Measures that can be used to instill critical-thinking skills in nurse prescribers. *Nurse Educ Pract.* 2006;6(2):98-105.
- Bamonti A, Heilicser B, Stotts K. To treat or not to treat: identifying ethical dilemmas in EMS. *JEMS.* 2001;26(3):100-107.

8. Beauchamp TL, Childress JF. *Principles of Biomedical Ethics*. 6th ed. New York, NY: Oxford University Press; 2009.
9. Derse AR. Autonomy and informed consent. In: Iserson KV, Sanders AB, Mathieu D, eds. *Ethics in Emergency Medicine*. 2nd ed. Tucson, AZ: Galen Press; 1995:99-105.
10. Post LF, Bluestein J, Dubler NN. *Handbook for Health Care Ethics Committees*. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press; 2007.
11. Tubbs JB. *A Handbook of Bioethics Terms*. Washington, DC: Georgetown University Press; 2009.
12. The Eldercare Team website. The out of hospital do not resuscitate (DNR). <http://www.eldercareteam.com/public/606.cfm>. Consultado el 31 de agosto de 2012.
13. Center for Ethics in Healthcare website. Physician order for life-sustaining treatment paradigm. <http://www.ohsu.edu/polst/>. Consultado el 31 de agosto de 2012.
14. Daniels N. *Just Health Care*. New York, NY: Cambridge University Press; 1985.
15. Atkins D, Best D, Briss PA, et al. Grading quality of evidence and strength of recommendations (GRADE). *BMJ*. 2004;328:1490.
16. Guyatt GH, Oxman AD, Vist G, et al. Rating quality of evidence and strength of recommendations GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2008;336:924.
17. Spaite D. Prehospital evidence-based guidelines (presentation). From Evidence to EMS Practice: Building the National Model, a Consensus-Building Conference sponsored by The National Highway Traffic Safety Administration, the Federal Interagency Committee on EMS and The National EMS Advisory Council. Septiembre de 2008.

Lecturas sugeridas

- Adams JG, Arnold R, Siminoff L, Wolfson AB. Ethical conflicts in the pre-hospital setting. *Ann Emerg Med*. 1992;21(10):1259.
- Beauchamp TL, Childress JF. *Principles of Biomedical Ethics*. 6th ed. New York, NY: Oxford University Press; 2009.
- Buchanan AE, Brock DW. *Deciding for Others: The Ethics of Surrogate Decision Making*. New York: Cambridge University Press; 1990.
- Fitzgerald DJ, Milzman DP, Sulmasy DP. Creating a dignified option: ethical consideration in the formulation of prehospital DNR protocol. *Am J Emerg Med*. 1995;13(2):223.
- Iverson KV. Foregoing prehospital care: should ambulance staff always resuscitate? *J Med Ethics*. 1991;17:19.
- Iverson KV. Withholding and withdrawing medical treatment: an emergency medicine perspective. *Ann Emerg Med*. 1996;28(1):51.
- Marco CA, Schears RM. Prehospital resuscitation practices: a survey of prehospital providers. *Ethics Emerg Med*. 2003;24(1):101.
- Mohr M, Kettler D. Ethical aspects of prehospital CPR. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl*. 1997;111:298-301.
- Sandman L, Nordmark A. Ethical conflict in prehospital emergency care. *Nurs Ethics*. 2006;13(6):592.
- Travers DA, Mears G. Physicians' experiences with prehospital do-not-resuscitate orders in North Carolina. *Prehosp Disaster Med*. 1996;11(2):91.
- Van Vleet LM. Between black and white. The gray area of ethics in EMS. *JEMS*. 2006;31(10):55-6, 58-63; quiz 64-65.

CAPÍTULO



Fisiología de la vida y la muerte

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Definir shock.
- Describir cómo responde el cuerpo después del trauma.
- Explicar el método de la producción de energía.
- Describir el principio de Fick.
- Analizar la falla en la producción de energía.
- Explicar la fisiopatología del shock y su progreso a través de fases.
- Clasificar el shock con una base etiológica.
- Relacionar el shock con la producción de energía, la causa, la prevención y el tratamiento.

ESCENARIO

Son las 02:15 horas de una noche calurosa de verano. Se le envía a un bar del vecindario, conocido por los frecuentes disturbios que allí se suscitan, ya que se informó que hubo disparos con arma de fuego. Mientras se dirige a la escena, usted confirma con el despachador que también la policía está en camino. Cuando está a varias cuadras de distancia, el despachador comunica que la policía ya llegó y aseguró la escena; además, que la víctima es un hombre. Al llegar, encuentra un joven de alrededor de 25 años de edad con una herida de bala a la mitad del abdomen. Lo nota confundido, pálido, diaforético y de color ligeramente cianótico.

- ¿Cuáles son los principales procesos patológicos que ocurren en este paciente?
- ¿Qué sistemas del cuerpo deben ser atendidos para asegurar que funcionan de manera adecuada?
- ¿Cómo corregirá la fisiopatología que causa la presentación de este paciente?



Introducción

La vida depende de complejas interrelaciones e interdependencia de varios sistemas del cuerpo que funcionan en conjunto para asegurar que los elementos necesarios para sostener la producción de energía celular y los procesos metabólicos vitales abastezcan y lleguen a cada célula de cada órgano del cuerpo. El sistema respiratorio, empezando con las vías aéreas y avanzando a los alvéolos de los pulmones, y el sistema circulatorio son sistemas cruciales que deben funcionar juntos para proporcionar y distribuir el componente crítico de la producción de energía celular: el oxígeno. Cualquier cosa que interfiera con la habilidad del cuerpo para proporcionar oxígeno a los eritrocitos del sistema circulatorio o que afecte la entrega de eritrocitos oxigenados a los tejidos del cuerpo llevará a la muerte de la célula y, por último, a la muerte del paciente, si no se corrige de inmediato.

La evaluación y el manejo del paciente traumatizado empieza con la evaluación primaria, la cual se enfoca en la identificación y corrección de los problemas que afectarán o interferirán con la función crítica de entregar o suministrar oxígeno a cada célula del cuerpo. Por lo tanto, entender la fisiología de la vida y la fisiopatología que puede llevar a la muerte es esencial para el proveedor de atención prehospitalaria, con el propósito de encontrar y atender las anomalías.

Vías aéreas y sistema respiratorio

Las vías aéreas son el camino que guía y conduce el aire de la atmósfera a través de la nariz, boca, faringe, tráquea y bronquios a los alvéolos (Figura 4-1). Con cada respiración, el aire es llevado a los pulmones. El movimiento del aire hacia dentro y fuera de los alvéolos es resultado de los cambios en la presión intratorácica

generados por la contracción y relajación de los grupos específicos de músculos (Figura 4-2). El músculo principal de la respiración es el diafragma. En una persona saludable, las fibras del músculo del diafragma se acortan cuando se recibe el estímulo del cerebro. Este aplanamiento del diafragma es un movimiento activo que crea una presión negativa dentro de la cavidad torácica. Esta presión negativa causa que el aire atmosférico entre intacto al árbol pulmonar (Figura 4-3).

Otros músculos unidos a la pared del pecho también contribuyen a la creación de esta presión negativa; entre los que están los músculos *esternocleidomastoideo* y el *escaleno* (véase Figura 4-2). El uso de estos músculos secundarios se pone en evidencia cuando el trabajo de respirar se incrementa en el paciente traumatizado. En contraste, la exhalación por lo regular es un proceso pasivo por naturaleza, causado por la relajación del diafragma y de los músculos de la pared del pecho. Esta relajación permite al pecho contraerse de regreso a su posición de reposo; que en el proceso, incrementa la presión dentro del pecho, lo que fuerza al aire a salir. Sin embargo, este proceso puede volverse activo conforme el trabajo de respirar se incrementa.

Con cada respiración, el adulto promedio toma aproximadamente 500 mililitros (mL) de aire. El sistema respiratorio mantiene hasta 150 mL de aire que en realidad nunca alcanza a los alvéolos para participar en el proceso crítico de intercambio gaseoso. El espacio se conoce como **espacio muerto**. El aire dentro de este espacio muerto no está disponible para la oxigenación del cuerpo ya que nunca llega a los alvéolos. Por lo tanto, a fin de que el aire (y el oxígeno) alcance a los alvéolos, el volumen inhalado debe exceder el espacio muerto de las vías respiratorias.

Cuando los 350 mL remanentes de aire atmosférico alcanzan los alvéolos en una respiración promedio, el oxígeno se mueve desde los alvéolos, a lo largo de la membrana capilar alveolar, y hacia el interior de los **eritrocitos** o **glóbulos rojos (RBC)**, donde se adhiere a la hemoglobina para transportarse (Figura 4-4). Luego el sistema circulatorio suministra el oxígeno transportado por los RBC a los

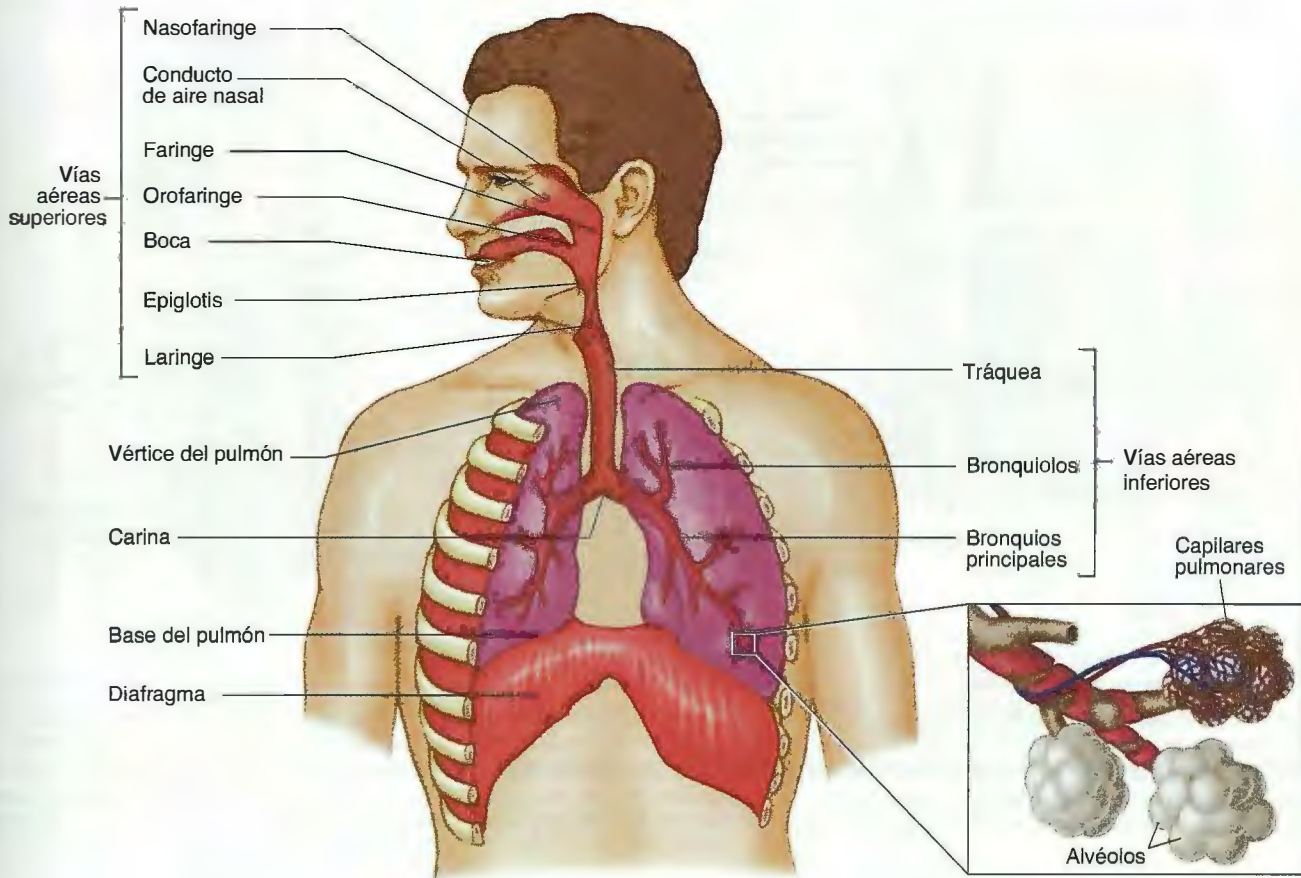


Figura 4-1 Órganos del sistema respiratorio: tracto respiratorio superior e inferior.

tejidos del cuerpo. A nivel celular, el RBC oxigenado entrega su oxígeno, que las células utilizan en el metabolismo aeróbico.

El dióxido de carbono, un producto del metabolismo aeróbico y la producción de energía, se libera en el plasma de la sangre. La sangre desoxigenada junto con el plasma rico en dióxido de carbono regresa entonces al lado derecho del corazón. Una vez más, el oxígeno se transfiere desde el interior de los alvéolos a través de la pared celular y el endotelio capilar, a través del plasma y en los RBC. Al mismo tiempo, el dióxido de carbono, que es transportado por el plasma en los RBC, y como bicarbonato, se mueve en la dirección opuesta, desde la corriente sanguínea, a través de la membrana alveolar capilar, y a los alvéolos, donde se elimina durante la exhalación. Al terminar este intercambio, los RBC oxigenados y el plasma con un nivel de dióxido de carbono bajo, regresan al lado izquierdo del corazón para ser bombeados a todas las células del cuerpo.

Los alvéolos deben llenarse constantemente mediante una fuente fresca de aire que contenga una adecuada cantidad de oxígeno. Este llenado de aire, conocido como ventilación, también es esencial para la eliminación de dióxido de carbono. (Véase el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación para tener más información sobre la ventilación).

La evaluación de la función ventiladora o respiratoria siempre implica valorar qué tan bien el paciente captura, dispersa y suministra el oxígeno a las células del tejido. Si no hay una adecuada aspiración, la entrega del oxígeno a las células y su procesamiento dentro de éstas para mantener el metabolismo aeróbico y la producción de energía, se inicia el metabolismo anaeróbico.

Oxigenación y ventilación del paciente de trauma

El proceso de oxigenación dentro del cuerpo humano involucra las siguiente tres fases:

1. La **respiración externa** es la transferencia de las moléculas de oxígeno del aire a la sangre. El aire contiene oxígeno (20.95%), nitrógeno (78.1%), argón (0.93% y dióxido de carbono (0.031%). Para propósitos prácticos, considere que el contenido del aire es 21% de oxígeno y 79% de nitrógeno. Todo el oxígeno alveolar existe como gas libre; por lo tanto, cada molécula de oxígeno ejerce presión. Aumentar el porcentaje de oxígeno en la

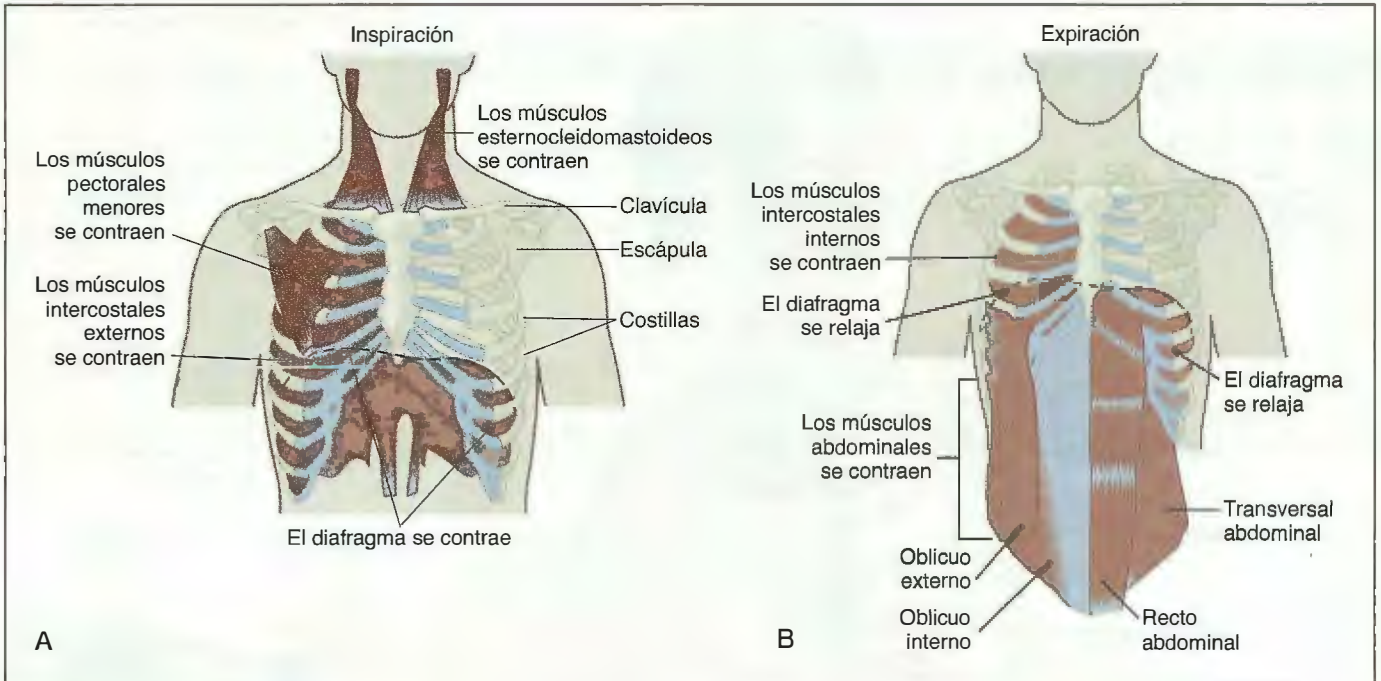


Figura 4-2 **A.** Durante la inspiración, el diafragma se contrae y se aplana. Los músculos accesorios de la inspiración, como el intercostal externo, el pectoral menor y los esternocleidomastoideos, levantan las costillas y el esternón, lo que incrementa el diámetro y el volumen de la cavidad torácica. **B.** En la expiración, durante la respiración tranquila, la elasticidad de la cavidad torácica causa que el diafragma y las costillas asuman sus posiciones de reposo, lo cual disminuye el volumen de la cavidad torácica. En la expiración, durante la respiración con dificultad, los músculos de la expiración, como el intercostal y el abdominal, se contraen, lo que causa que el volumen de la caja torácica disminuya más rápidamente.

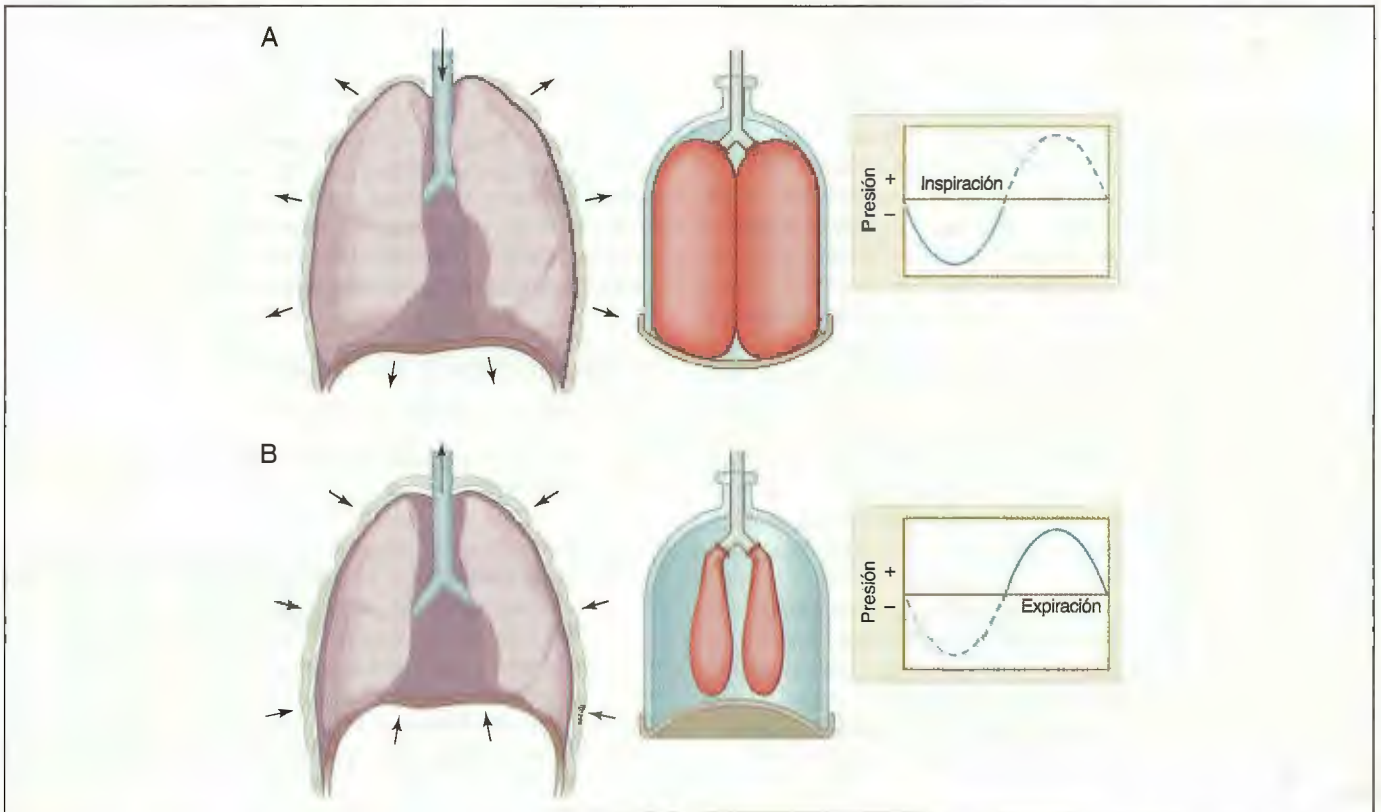


Figura 4-3 **A.** Con la inspiración, el diafragma se contrae y aplana, por lo tanto incrementa el volumen del pecho y pulmones, creando así una presión negativa dentro del pecho, lo cual lleva aire a los pulmones. **B.** Con la expiración, el diafragma se relaja y la presión del pecho se incrementa forzando la salida del aire.

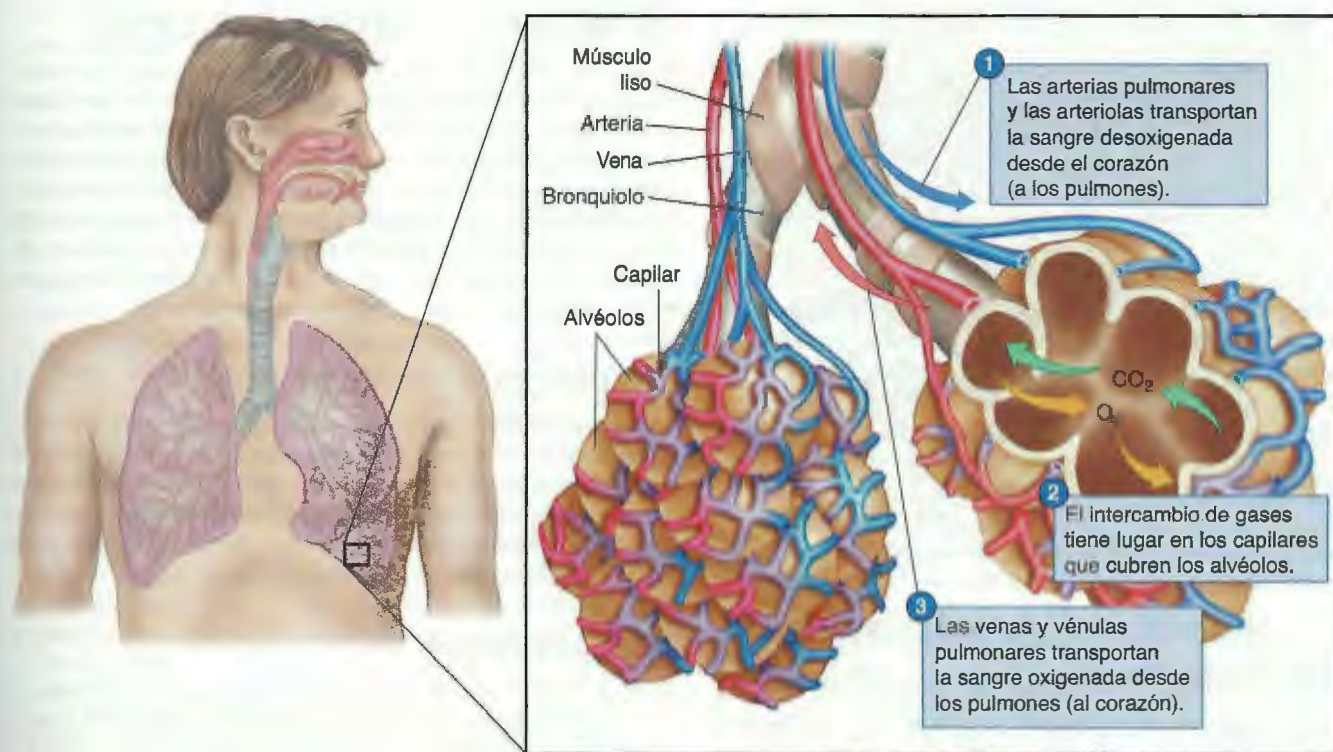


Figura 4-4 El oxígeno se dispersa de los alvéolos a los capilares para ser transportado por las células rojas. El dióxido de carbono se mueve en la dirección opuesta entrando al aire alveolar para que sea sacado durante la espiración.

atmósfera inspirada incrementará la presión o tensión del oxígeno alveolar. Cuando se proporciona oxígeno adicional, aumenta el porcentaje de oxígeno en cada inspiración, lo que causa incremento en la cantidad de oxígeno en cada alvéolo.

2. La **entrega o suministro de oxígeno** es el resultado de la transferencia de oxígeno entre la atmósfera y los RBC durante la ventilación y la transportación de estos RBC ricos en oxígeno a los tejidos vía el sistema cardiovascular. El volumen de oxígeno consumido por el cuerpo en 1 minuto con el fin de mantener la producción de energía se conoce como *consumo de oxígeno* y depende del gasto cardíaco y la entrega del oxígeno a las células por los RBC. Se podría describir a los RBC como los "tanques del oxígeno" del cuerpo. Estos tanques se mueven a lo largo de las autopistas del sistema vascular para descargar su suministro de oxígeno en los puntos de distribución del cuerpo, en las camas capilares.
3. La **respiración (celular) interna** es el movimiento o difusión del oxígeno desde los RBC a las células tisulares. El metabolismo normalmente ocurre a través de la glucólisis y el ciclo de Krebs para producir energía que se almacena en una molécula llamada trifosfato de adenosina (ATP). La glucosa es dividida durante la glucólisis para formar dos moléculas de *piruvato*, cada una de las cuales entra al ciclo de Krebs para producir energía y los derivados del

dióxido de carbono y del agua. En la ausencia de oxígeno, el piruvato se convierte en ácido láctico.

Debido a que el intercambio real de oxígeno entre los RBC y los tejidos ocurre en la delgada pared de los capilares, cualquier situación que interrumpa el suministro de oxígeno afecta el metabolismo del cuerpo. Un factor importante en este respecto es la cantidad de fluido (o edema) localizado entre las paredes alveolares, las paredes capilares y la pared de las células tisulares (también conocido como espacio intersticial). La sobrehidratación del espacio vascular con cristaloides, el cual se fuga fuera del sistema vascular al espacio intersticial dentro de 30 a 45 minutos después de su administración, es un problema importante durante la reanimación, que puede impedir la difusión del oxígeno de los alvéolos a los capilares (Figura 4-5). El oxígeno complementario ayuda a superar esto al incrementar la cantidad de oxígeno disponible a lo largo de la membrana alveolar-capilar. Los tejidos y células no son capaces de consumir las cantidades adecuadas de oxígeno si éstas no están disponibles.

La oxigenación adecuada depende de todas estas tres fases. Aunque la habilidad de evaluar la oxigenación del tejido en las situaciones prehospitalarias mejora con rapidez, asegurar una ventilación adecuada para todos los pacientes traumatizados ayudará a corregir la hipoxia o evitarla por completo.

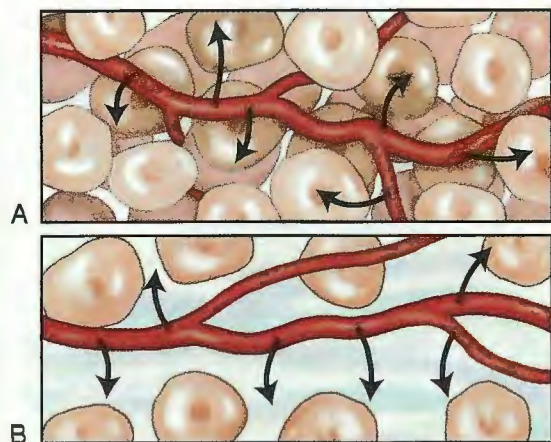


Figura 4-5 A. Si las células tisulares están cerca de los capilares, el oxígeno puede dispersarse con facilidad en ellas y el dióxido de carbono puede salirse. B. Si las células tisulares están separadas de las paredes capilares por incremento en el edema (líquido intersticial), es más difícil que el oxígeno y el dióxido de carbono se dispersen.

Fisiopatología

El trauma puede afectar la habilidad del sistema respiratorio para proporcionar de manera adecuada el oxígeno y eliminar el dióxido de carbono de las siguientes maneras:

- **Hipoxemia** (disminución del nivel del oxígeno en la sangre), puede ser resultado de la disminución de la difusión del oxígeno a lo largo de la membrana alveolocapilar
- **Hipoxia** (oxigenación deficiente del tejido), puede ser resultado de:
 - La inhabilidad del aire por alcanzar los capilares, por lo general debido a que los alvéolos están llenos de fluido o desechos
 - Disminución del flujo sanguíneo en los alvéolos
 - Disminución del flujo sanguíneo en el tejido celular
- **Hipoventilación**, puede ser resultado de:
 - Obstrucción del aire a través de las vías aéreas superiores e inferiores
 - Disminución en la expansión de los pulmones como resultado de una lesión directa a la pared del pecho o pulmones
 - Pérdida del impulso respiratorio, por lo general debido a la disminución de la función neurológica, con más frecuencia después de una lesión traumática del cerebro

La hiperventilación puede provocar vasoconstricción, la cual es especialmente perjudicial en el manejo del paciente con trauma cerebral.

La hipoventilación es el resultado de una reducción del volumen por minuto, que es la cantidad de aire que se mueve hacia dentro y hacia afuera de los pulmones en un minuto. Si no se trata a tiempo, tiene como consecuencia la acumulación de dióxido de carbono, acidosis y con el tiempo la muerte. El manejo consiste en mejorar la frecuencia respiratoria del paciente y la profundidad corrigiendo los problemas de las vías aéreas y ayudando en la ventilación como sea más apropiado.

Sistema circulatorio

El sistema circulatorio es el segundo sistema del cuerpo que es un componente crucial para asegurar el suministro de cantidades adecuadas de oxígeno a las células corporales mientras que, al mismo tiempo, remueven los productos de desecho como el dióxido de carbono. Así como el trauma puede impedir la ventilación y la oxigenación en el sistema respiratorio, el trauma que involucra el sistema circulatorio también puede afectar el suministro de oxígeno a las células del cuerpo. (Véase el Capítulo 9, Shock para más información).

Circulación y oxigenación

El sistema circulatorio debe funcionar de manera adecuada a fin de suministrar oxígeno a cada célula del cuerpo (Figura 4-6). El corazón debe bombear de manera efectiva, los vasos sanguíneos de cada órgano deben estar intactos y tiene que haber una cantidad adecuada de sangre dentro del sistema vascular para alcanzar y perfundir cada órgano.

Fisiopatología

El trauma puede afectar la capacidad del sistema circulatorio de entregar el oxígeno a y eliminar el dióxido de carbono del cuerpo de las siguientes formas:

- El corazón puede soportar un trauma directo, lo que tiene como resultado que se vea impedida su habilidad de bombear de manera efectiva.
- El trauma puede producir condiciones como un taponamiento o neumotórax de tensión que comprometa el regreso de la sangre al corazón y, por lo tanto, disminuya el flujo de la sangre fuera del corazón.
- La lesión de los vasos sanguíneos tiene como resultado una hemorragia y compromete la capacidad de los RBC para transportar oxígeno.

Shock

Aunque el **shock** por consecuencia del trauma se ha reconocido durante más de tres siglos, la descripción por Samuel Gross en 1872 como un "rudo trastorno de la maquinaria de la vida" y por John Collins Warren como "una pausa momentánea en el acto de la

Figura 4-6 Tolerancia de los órganos a la isquemia

Órgano	Tiempo de advertencia para la isquemia
Corazón, cerebro, pulmones	4 a 6 minutos
Riñón, hígado, tracto gastrointestinal	45 a 90 minutos
Músculo, hueso, piel	4 a 6 horas

muerte",² respectivamente, enfatizan su papel central continuo en las causas de mayor morbilidad y mortalidad en el paciente traumatizado. El diagnóstico oportuno, la reanimación y el manejo definitivo del shock provocado por el trauma son esenciales en determinar el resultado del paciente. El proveedor de atención prehospitalaria enfrenta retos significativos para lograr todas estas acciones esenciales en el shock. Para mejorar la sobrevivencia a un shock, es esencial un claro entendimiento de la definición, la fisiopatología y las características clínicas del shock. En los últimos 5 a 10 años, se encuentra disponible más información sobre el manejo del shock o reanimación para los proveedores del cuidado del trauma que hace 30 años. Es crítico que aquellos que atienden a los pacientes traumatizados entiendan la fisiología del proceso corporal que llamamos vida. Así como el conocimiento se incrementará en los siguientes 5 a 10 años, la administración de estos pacientes también debe continuar evolucionando con base en un entendimiento comprensivo de los procesos involucrados y no en protocolos desactualizados.

Este capítulo define el proceso de la producción de energía y su pérdida, a la cual llamamos "shock". También describe los cambios en la fisiopatología que amenazan la vida misma. Enfatiza la importancia de la producción de energía y la preservación del metabolismo aeróbico en la fabricación de la energía, la cual es la clave de la vida.

Definición del shock

Probablemente no existe mejor definición hoy en día que describa el devastador impacto del shock en un paciente que la citada por Samuel Gross de 1872 como el "rudo trastorno de la maquinaria de la vida".³ Las definiciones más recientes tienen que ver con identificar el mecanismo del shock y los efectos en la homeostasis del paciente. Estas definiciones son más específicas y quizá ofrecen un mejor panorama de las disfunciones fisiopatológicas particulares que tienen lugar en el cuerpo. Sin embargo, es un principio básico de atención prehospitalaria que el shock no se defina como una presión sanguínea baja, ritmos de pulso rápidos o piel fría y húmeda; estas son solo simples manifestaciones sistémicas de todo el proceso patológico llamado shock.

Con frecuencia se trata el shock como un estado del cambio de la función celular generalizada de un metabolismo aeróbico a un metabolismo anaeróbico secundario a la hipoperfusión del tejido celular, en la cual el suministro de oxígeno a nivel celular es inadecuado para cumplir las necesidades metabólicas. Con base en esta definición, el shock puede clasificarse en términos de las determinantes de la perfusión celular y la oxigenación. Entender los cambios celulares que surgen de este estado de hipoperfusión, como también los efectos endocrinos, microvasculares, tejidos cardiovasculares y en los órganos, ayudará a dirigir las estrategias de tratamiento.

La clave de la sobrevivencia del paciente radica en entender por qué un paciente muere: la carencia de producción de energía. La producción de energía, la cual es el fundamento de la vida, depende del metabolismo aeróbico. La causa de tal pérdida de producción de energía en el paciente traumatizado es la pérdida de sangre y su capacidad de transportar oxígeno.

Para que el proveedor de atención prehospitalaria entienda esta condición anormal y sea capaz de desarrollar un plan de tratamiento para prevenir o revertir el shock, es importante que él o ella sepa y entienda lo que sucede en el cuerpo a nivel celular. Es necesario entender, reconocer e interpretar las respuestas fisiológicas

normales que el cuerpo utiliza para protegerse a sí mismo a partir de que se desarrolla el shock. Sólo entonces se podrá desarrollar un enfoque racional para administrar los problemas del paciente en shock. La palabra crítica es "entender".

El shock puede matar a un paciente en el campo, en la sala de urgencias, en el quirófano o en la unidad de cuidados intensivos. Aunque la muerte física real pueda retrasarse varias horas o semanas, la causa más común de la muerte es la falta de una reanimación temprana y adecuada desde el shock. La carencia de perfusión de las células por la sangre oxigenada tiene como resultado un metabolismo anaeróbico, la muerte de las células y una disminución en la producción de energía. Incluso cuando algunas células en un órgano inicialmente están de repuesto, la muerte puede ocurrir más tarde, pues las pocas células remanentes son incapaces de llevar a cabo las funciones del órgano de manera indefinida. La siguiente sección explica este fenómeno. Entender este proceso es clave para ayudar al cuerpo a restaurar el metabolismo aeróbico y la producción de energía.

Fisiología del shock

Metabolismo: el motor humano

El cuerpo humano consta de más de 100 millones de células. Cada una de ellas requiere de energía para funcionar, glucosa y oxígeno que produzcan esa energía. Las células toman el oxígeno y lo metabolizan por medio de un proceso fisiológico complicado que produce energía. Al mismo tiempo, el metabolismo de la célula requiere de energía, y las células deben tener combustible y glucosa, para llevar a cabo este proceso. Cada molécula de glucosa produce 38 ATP de energía almacenada en las moléculas cuando está disponible el oxígeno. Como en cualquier evento de combustión, también se obtiene un subproducto. En el cuerpo, el oxígeno y la glucosa son metabolizadas para producir energía, agua y dióxido de carbono.

Este proceso metabólico es similar al que ocurre en la máquina de un vehículo de motor cuando la gasolina y el aire se mezclan y se queman para producir energía, y se crea el monóxido de carbono como un subproducto. El motor mueve el automóvil, la calefacción calienta al conductor y la electricidad generada se emplea para las luces, todo esto accionado por la gasolina en combustión y la mezcla del aire de la máquina del vehículo.

Lo mismo es cierto para el motor humano. El metabolismo aeróbico es el principal sistema "impulso" pero el metabolismo anaeróbico es el sistema de respaldo. Desafortunadamente, éste no es lo suficientemente fuerte. Produce mucho menos energía que el metabolismo aeróbico, y no puede producir energía por un largo periodo. De hecho, el metabolismo anaeróbico sólo produce dos moléculas ATP, una disminución de 19 veces la energía. Sin embargo, puede ayudar con la sobrevivencia por un corto periodo mientras el cuerpo se repara a sí mismo con la ayuda del proveedor de atención prehospitalaria.

El metabolismo aeróbico describe el uso del oxígeno por las células. Esta forma de metabolismo es el principio del proceso de combustión del cuerpo. Produce energía empleando oxígeno en el complicado proceso de la glucólisis y el ciclo de Krebs. El metabolismo anaeróbico ocurre sin el uso de oxígeno. Es el sistema de energía de respaldo en el cuerpo y emplea la grasa almacenada en

el cuerpo como fuente de energía. Desafortunadamente, la cantidad de energía producida por el metabolismo anaeróbico es significativamente menor que aquella producida por el metabolismo aeróbico.

A manera de comparación, las fuentes de combustible alternativas están disponibles en los vehículos híbridos; es posible conducir un automóvil híbrido impulsado sólo por su batería y el motor eléctrico de encendido si no hay aire ni gasolina. El automóvil híbrido se mueve mientras dure la energía almacenada en la batería. Este movimiento es más lento y menos eficiente que el impulsado por gasolina y aire; sin embargo, la batería es capaz de mantener el automóvil en movimiento hasta que su energía se agota con rapidez al impulsar todos los sistemas en el automóvil, una tarea cuya ejecución no fue diseñada para periodos largos.

En el cuerpo, los problemas con usar el metabolismo anaeróbico para proporcionar energía son similares a las desventajas de utilizar nada más una batería para impulsar un automóvil: puede durar sólo un corto periodo, no produce mucha energía, produce derivados que son dañinos para el cuerpo, y pueden ser irreversibles.

El mayor subproducto del metabolismo anaeróbico es la cantidad excesiva de ácido. Si el metabolismo anaeróbico no se revierte de inmediato, las células no pueden continuar funcionando en el ambiente ácido cada vez mayor y sin la adecuada energía, por lo que finalmente mueren. Si un número suficiente de células de cualquier órgano muere, todo el órgano deja de funcionar. Si un número grande de células de un órgano muere, la función del órgano se reducirá de manera significativa y las células restantes en ese órgano tendrán que trabajar con mayor dificultad para tenerlo en funcionamiento. Estas células saturadas pueden o no ser capaces de apoyar la función de todo el órgano, y aun así el órgano podría morir.

Un ejemplo clásico es el paciente que ha tenido un ataque al corazón. El flujo de la sangre y el oxígeno no llegan a una porción del miocardio (músculo cardíaco) y algunas células del corazón mueren. Esto impide el funcionamiento cardíaco, por lo tanto disminuye el gasto cardíaco y el suministro de oxígeno al resto del corazón. Esto causa mayor reducción en la oxigenación de las células del corazón remanentes. Si no hay suficientes células que permanezcan viables o si las células restantes no son lo suficientemente fuertes para asegurar que el corazón pueda cumplir con las necesidades de flujo de sangre del cuerpo, entonces el corazón falla como resultado. A menos que ocurra una mejora en el gasto cardíaco, el paciente terminará por no sobrevivir.

Otro ejemplo de este proceso mortal ocurre en los riñones. Cuando los riñones son lesionados o son privados de la adecuada sangre oxigenada, algunas células renales empiezan a morir y disminuye la función renal. Otras células pueden estar comprometidas y aún así continuar funcionando por un tiempo antes de morir. Si mueren suficientes células en el riñón, entonces disminuye el nivel de funcionamiento renal lo que da por resultado una inadecuada eliminación de los productos tóxicos del metabolismo. El incremento en el nivel de toxinas exacerba más la muerte celular por todo el cuerpo. Si este deterioro sistémico continúa, mueren más células y órganos, y con el tiempo todo el organismo (el ser humano) muere.

Dependiendo del órgano inicialmente involucrado, la progresión de la muerte celular a la muerte del organismo puede ser rápida o demorada. Puede ser tan breve como de 4 a 6 minutos o tan lenta como de 2 a 3 semanas antes de que el daño causado por la hipoxia o la hipoperfusión en los primeros minutos del postrauma tenga como resultado la muerte del paciente. La efectividad de las acciones del proveedor de atención prehospitalaria para revertir o prevenir la

hipoxia y la hipoperfusión en el periodo prehospitalario crítico puede no ser aparente de inmediato. Sin embargo, las medidas de reanimación son necesariamente incuestionables para que el paciente sobreviva. Las acciones iniciales son un componente crítico de la *Hora de oro* del cuidado del trauma descrito por el doctor R. Adams Cowley y que ahora se conoce como el *periodo dorado*, ya que sabemos que no todos los pacientes tienen una hora en la cual se pueden corregir las anomalías críticas.

La sensibilidad de las células a la carencia de oxígeno y la utilidad del metabolismo anaeróbico para la sobrevivencia de la célula varía de un sistema orgánico a otro. Esta sensibilidad recibe el nombre de **sensibilidad isquémica** (carencia de oxígeno), y la mayor corresponde al cerebro, el corazón y los pulmones (véase Figura 4-6). Pueden bastar apenas de 4 a 6 minutos de metabolismo anaeróbico para que uno de estos órganos vitales se lesione más allá de la reparación. La piel y el tejido muscular tienen una sensibilidad isquémica grande, de 4 a 6 horas. Los órganos abdominales generalmente se ubican entre estos dos grupos y son capaces de sobrevivir de 45 a 90 minutos de metabolismo anaeróbico.

La sobrevivencia a largo plazo de los órganos individuales y del cuerpo como un todo requiere el suministro de los dos nutrientes más importantes (oxígeno y glucosa) al tejido celular. Otros nutrientes también son importantes, pero debido a que el reabastecimiento de estos materiales no son un componente del sistema de los servicios médicos de urgencia (SMU) prehospitalaria, no se abordan aquí. Aunque estos factores son importantes, están más allá del alcance de la práctica y recursos del proveedor de atención prehospitalaria. El suministro más importante es el oxígeno.

El principio de Fick

El principio de Fick es una descripción de los componentes necesarios para la oxigenación de las células del cuerpo. Dicho de manera sencilla, estos tres componentes son:

1. Carga de oxígeno a los RBC en el pulmón
2. Suministro de los RBC a las células tisulares
3. Descarga del oxígeno de los RBC a las células tisulares

Una parte crucial de todo este proceso es que el paciente debe tener suficientes RBC disponibles para entregar cantidades adecuadas de oxígeno a las células tisulares en todo el cuerpo, a fin de que estas células puedan producir energía. Además, las vías respiratorias del paciente deben estar permeables y debe haber un volumen adecuado y profundas respiraciones. (Véase el capítulo 8, Vía aérea y ventilación.)

El tratamiento prehospitalario del shock está dirigido a asegurar que se mantengan los componentes críticos del principio de Fick con la meta de prevenir o revertir el metabolismo anaeróbico, evitando con ello la muerte celular, que termina en la muerte del órgano que, a su vez, tiene como resultado la muerte del paciente. En la primera evaluación que realiza el proveedor de atención prehospitalaria se pone el mayor énfasis en estos componentes y se implementan en el manejo del paciente traumatizado mediante las siguientes acciones:

- Mantener las vías aéreas y la ventilación adecuada, de modo que se proporcione el oxígeno adecuado a los RBC

- Uso juicioso del oxígeno suplementario como parte de la ventilación del paciente
- Mantener la circulación adecuada y, de este modo perfundir las células tisulares con sangre oxigenada
 - Detener la pérdida de sangre adicional para mantener tantos RBC como sea posible para que transporten oxígeno

El primer componente (oxigenación de los pulmones y RBC) se analizó previamente en este capítulo y se cubre con mayor detalle en el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación. El segundo componente del principio de Fick involucra la perfusión. Ésta es la dotación de sangre a las células tisulares. Una analogía útil para describir la perfusión es pensar que los RBC son camionetas de transporte; los pulmones, almacenes de oxígeno; los vasos sanguíneos, caminos y autopistas, y las células tisulares del cuerpo, el destino del oxígeno. Un número insuficiente de camionetas, obstrucciones a lo largo de los caminos y autopistas y/o camionetas de transporte lentas pueden todos contribuir a la disminución del suministro de oxígeno y la consecuente inanición de las células de los tejidos.

El componente fluido del sistema circulatorio, la sangre, contiene no sólo RBC sino también factores de lucha contra las infecciones (glóbulos blancos y anticuerpos), plaquetas y factores de coagulación para apoyar en el taponeo de la hemorragia, proteína para la reconstrucción celular, nutrición en la forma de glucosa y otras sustancias necesarias para el metabolismo y la sobrevivencia.

Perfusión celular y shock

Los principales determinantes de la perfusión celular son el corazón (que actúa como la bomba o el motor del sistema), el volumen del fluido (que actúa como el líquido hidráulico), las vasos sanguíneos (que sirven como conductores o la plomería) y, por último, las células del cuerpo. Con base en estos componentes del sistema de perfusión, el shock puede clasificarse en las siguientes categorías.

1. Hipovolémico, fundamentalmente hemorrágico en el paciente traumatizado, se relaciona con la pérdida de células sanguíneas en circulación y volumen del fluido con capacidad de transportar oxígeno. Esta es la causa más común del shock en el paciente traumatizado.
2. Distributivo (o vasogénico), relacionado con la anomalía en del tono vascular que surge a partir de varias causas diferentes, incluyendo la lesión de la médula espinal y la anafilaxia, etcétera.
3. Cardiogénico, relacionado con la interferencia con la acción de bombeo del corazón, después de que ocurre un ataque al corazón.

Por mucho la causa más común del shock en el paciente traumatizado es hipovolémica, como resultado de una hemorragia; el método más seguro en el manejo del paciente traumatizado es considerar la causa del shock como hemorrágica hasta que se pruebe lo contrario.

Se presentan más descripciones detalladas de los diferentes tipos de shock después de analizar la anatomía relevante y la fisiopatología del shock.

Anatomía y fisiopatología del shock

Respuesta cardiovascular

Corazón

El corazón consiste en dos cámaras receptoras (aurículas) y dos grandes cámaras de bombeo (ventrículos). La función de las aurículas es acumular y almacenar sangre a fin de que los ventrículos puedan llenarse rápidamente, minimizando el retraso del ciclo de bombeo. La aurícula derecha recibe la sangre de las venas del cuerpo y lo bombea al ventrículo derecho. Con cada contracción del ventrículo derecho (Figura 4-7), la sangre es bombeada a través de los pulmones para cargar de oxígeno a los RBC (véase Figura 4-4). La sangre oxigenada de los pulmones es regresada a la aurícula izquierda y bombeada al ventrículo izquierdo. Luego los RBC son bombeados por las contracciones del ventrículo a través de las arterias del cuerpo a las células tisulares (Figura 4-8).

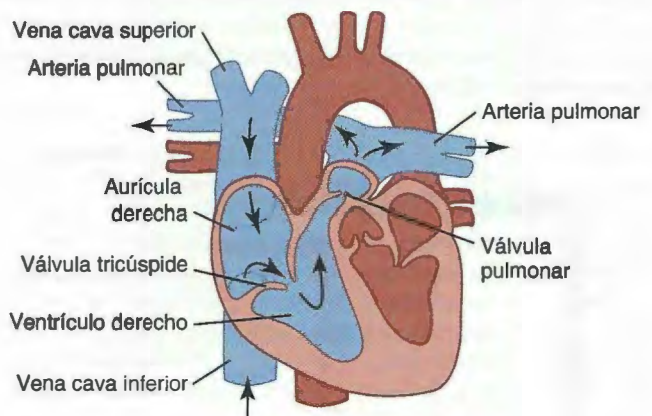


Figura 4-7 Con cada contracción del ventrículo derecho, la sangre es bombeada a través de los pulmones. La sangre de los pulmones entra al lado izquierdo del corazón, y el ventrículo izquierdo lo bombea al sistema vascular sistémico.

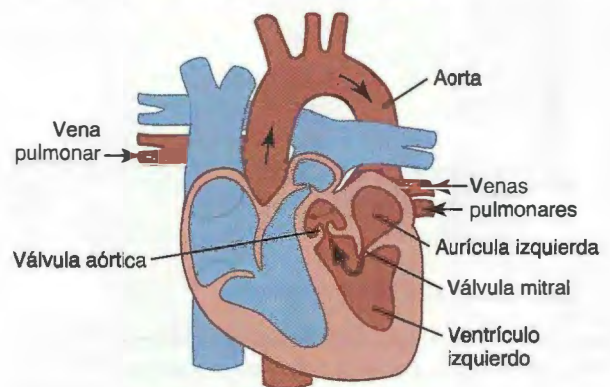


Figura 4-8 La sangre que regresa de los pulmones es bombeada fuera del corazón a través de la aorta al resto del cuerpo mediante la contracción ventricular izquierda.

Aunque es un órgano, el corazón tiene en realidad dos subsistemas. La aurícula derecha, que recibe la sangre del cuerpo, y el ventrículo derecho, que bombea sangre a los pulmones, son conocidos como el *corazón derecho*. La aurícula izquierda, que recibe la sangre oxigenada de los pulmones y el ventrículo izquierdo, que bombea sangre al cuerpo, se conocen como el *corazón izquierdo* (Figura 4-9). Los sistemas de bombeo de la **precarga** (volumen de sangre que entra al corazón) y la **poscarga** (presión en contra de la cual la sangre tiene que empujar cuando es exprimida fuera del ventrículo) del corazón derecho (*pulmonar*) y el corazón izquierdo (*sistémico*) son conceptos importantes que es necesario entender.

La contracción del ventrículo izquierdo fuerza a la sangre a través del sistema circulatorio. Este repentino incremento de la presión produce una onda de pulso para empujar la sangre a través de los vasos sanguíneos. El incremento pico de la presión es la presión sanguínea sistólica y representa la fuerza de la onda de pulso producida por la contracción ventricular (*sístole*). La presión en reposo en los vasos entre las contracciones ventriculares es la tensión sanguínea diastólica y representa la fuerza que permanece en los vasos sanguíneos que continúa moviendo la sangre a través de los vasos mientras el ventrículo se vuelve a llenar para el siguiente pulso de la sangre (*diástole*). La diferencia entre las presiones sistólica y diastólica recibe el nombre de presión de pulso. La **presión de pulso** es la presión de la sangre que es empujada a la circulación. Es la presión que los proveedores de atención prehospitalaria sienten con su dedo cuando verifican el pulso del paciente.

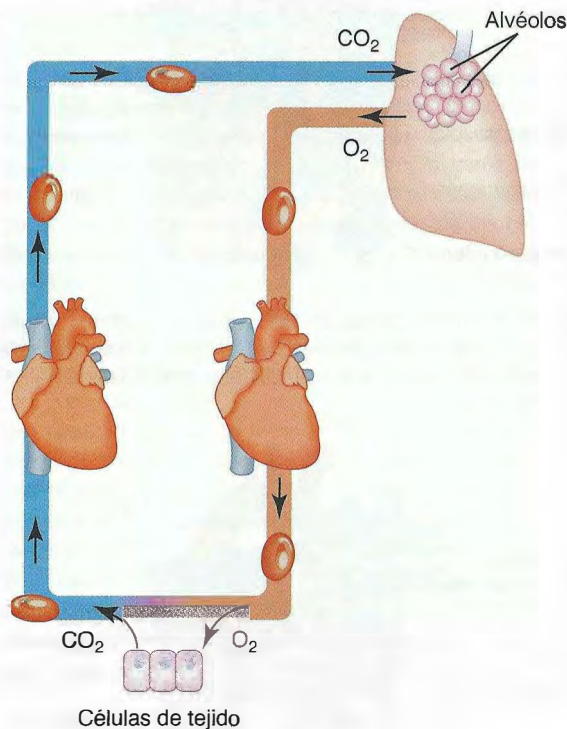


Figura 4-9 Aunque el corazón parece ser un solo órgano, funciona como si fueran dos. La sangre no oxigenada se recibe en el corazón derecho de las venas cavas superior e inferior y luego es bombeada a través de la arteria pulmonar hacia los pulmones. La sangre se oxigena en los pulmones, fluye de regreso al corazón a través de la vena pulmonar y luego es bombeada al ventrículo izquierdo.

Otro término empleado en la discusión de la tensión sanguínea y shock pero al que no suele ponerse énfasis en el escenario prehospitalario es la **tensión arterial media (TAM)**. Este número da una evaluación más realista de la presión global para producir flujo sanguíneo que por sí solas las tensiones sistólica o diastólica. La TAM es la tensión promedio en el sistema vascular y se calcula como sigue:

$$\text{TAM} = \text{tensión diastólica} + 1/3 \text{ Presión del pulso}$$

Por ejemplo, la TAM de un paciente con una tensión arterial de 120/80 mm Hg se calcula como sigue:

$$\begin{aligned} \text{TAM} &= 80 + [(120 - 80)/3] \\ &= 80 + (40/3) \\ &= 80 + 13.3 \\ &= 93.3, \text{ redondeado a } 93 \end{aligned}$$

Muchos dispositivos de presión automáticos, no invasivos, calculan automáticamente la TAM y lo indican, además de las tensiones sistólica y diastólica.

El volumen del fluido bombeado dentro del sistema circulatorio con cada contracción del ventrículo recibe el nombre de **volumen sistólico**, y el volumen de la sangre bombeada dentro del sistema durante 1 minuto recibe el nombre de **gasto cardíaco**, cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{Gasto cardíaco (GC)} = \text{Frecuencia cardíaca (FC)} \times \text{Volumen sistólico (VS)}$$

Las unidades del gasto cardíaco están en litros por minuto (LPM o l/min), sin embargo no se mide en el ambiente prehospitalario. No obstante, comprender el gasto cardíaco y su relación con el volumen sistólico es importante para entender el shock. Para que el corazón funcione de manera efectiva, debe haber un volumen de sangre adecuado en la vena cava y en los vasos pulmonares para llenar los ventrículos.

La ley de Starling sobre el corazón es un concepto importante que ayuda a explicar cómo funcionan las relaciones. La presión que llena el corazón (*precarga*) estira las fibras musculares del miocardio. Cuanto más se llena el ventrículo, mayor es el estiramiento de las fibras musculares cardíacas y mayor la fuerza de la contracción del corazón, hasta el punto de sobreestirarse. Una hemorragia significativa o una hipovolemia relativa disminuye la precarga cardíaca, de manera que un volumen reducido de sangre está presente y las fibras no se estiran tanto, lo que tiene como resultado un volumen sistólico más bajo; por lo tanto, la presión de la sangre cae. Si la presión de llenado del corazón es muy alta, las fibras musculares cardíacas se sobreestiran y pueden fallar en proporcionar un volumen sistólico satisfactorio y nuevamente la presión de la sangre cae.

La resistencia al flujo sanguíneo que el ventrículo izquierdo debe superar para bombear la sangre fuera del sistema arterial se llama **poscarga** o **resistencia vascular sistémica**. Conforme la vasoconstricción arterial periférica se incrementa, la resistencia al flujo sanguíneo aumenta y el corazón tiene que generar una mayor fuerza para bombear la sangre al sistema arterial. Al contrario, la vasodilatación periférica disminuye la poscarga.

La circulación sistémica contiene muchos capilares y una mayor longitud de vasos sanguíneos que la circulación pulmonar. Por lo tanto, el sistema del corazón izquierdo (*lado izquierdo*) funciona con una presión mayor y mantiene una carga de trabajo mayor que el sistema del corazón derecho (*lado derecho*). Anatómicamente, el músculo del ventrículo izquierdo es mucho más grueso y más fuerte que el del lado derecho.

Vasos sanguíneos

Los vasos sanguíneos contienen la sangre y la llevan a las diversas áreas y células del cuerpo. Son las "autopistas" del proceso fisiológico de la circulación. El único tubo, largo, de salida del corazón, la aorta, no puede, por sí mismo, atender cada célula del cuerpo de manera individual, por lo tanto, se divide en múltiples arterias que van disminuyendo de tamaño, los más pequeños son los capilares (Figura 4-10). Un capilar puede ser el ancho de una sola célula; por lo tanto, el oxígeno y los nutrientes transportados por los RBC y el plasma son capaces de dispersarse con facilidad a través de las paredes de la capilaridad al tejido cercano de las células (Figura 4-11). Cada tejido celular tiene una membrana que la cubre llamada membrana celular. El líquido intersticial se localiza entre la membrana de la célula y la pared capilar. La cantidad de este fluido varía enormemente. Si hay poco líquido intersticial, la membrana celular y la pared capilar están

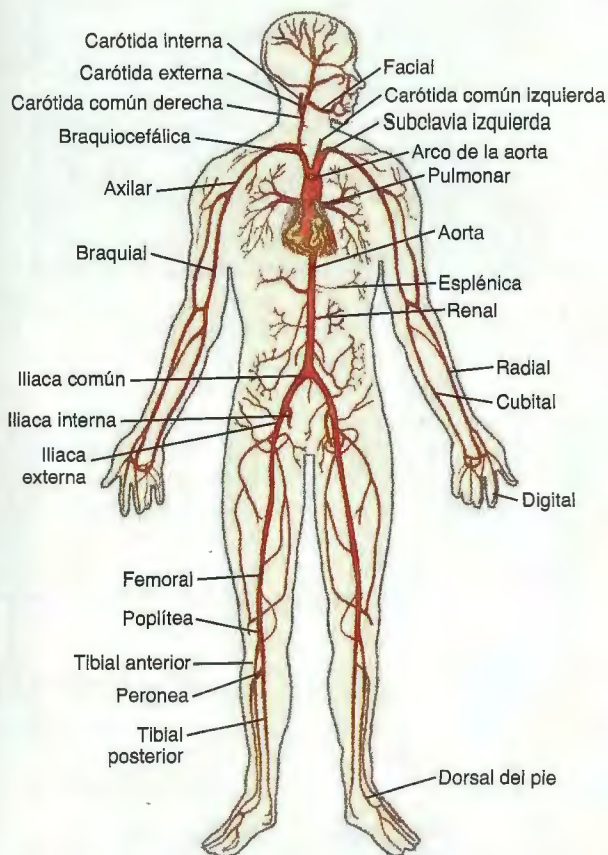


Figura 4-10 Principales arterias del cuerpo.

más cerca entre sí, y el oxígeno puede dispersarse de manera fácil entre ellas (véase la Figura 4-5A). Cuando hay fluido extra (edema) forzado dentro de este espacio (como ocurre en la sobreenimación con fluidos cristaloides), las células se alejan de los capilares, lo que hace menos eficiente la transferencia de oxígeno y nutrientes (véase Figura 4-5B).

El tamaño del "contenedor" está controlado por los músculos suaves de las paredes de las arterias y arteriolas y, en menor grado, por los músculos de las venas y vénulas. Estos músculos responden a señales del cerebro vía el sistema nervioso simpático, a las hormonas epinefrina y norepinefrina que circulan y a otros químicos, como el monóxido de nitrógeno. Dependiendo de si se les estimula para contraerse o relajarse, estas fibras de los músculos en las paredes de los vasos tienen como resultado la constricción o la dilatación de los vasos sanguíneos, por lo tanto al cambiar el tamaño del componente contenedor del sistema cardiovascular, se afecta la tensión sanguínea del paciente.

Existen tres compartimientos de líquidos: el intravascular (el líquido que está dentro de los vasos), el intracelular (líquido que está dentro de las células) y el intersticial (líquido que está entre las células y los vasos). El líquido intersticial que excede las cantidades normales produce edema y provoca una sensación en la piel de tipo esponjoso y húmedo al presionarla con un dedo.

Respuesta hemodinámica

Sangre

El componente fluido del sistema circulatorio, la sangre, contiene: (1) los RBC que transportan el oxígeno, (2) factores que luchan contra las infecciones (**leucocitos** o **glóbulos blancos** [WBC] y anticuerpos) y (3) plaquetas y factores de coagulación esenciales para coagular la sangre en casos de lesiones vasculares, proteínas para la reconstrucción celular, nutrientes como la glucosa y otras sustancias necesarias para el metabolismo y la sobrevivencia. Las diversas proteínas y minerales proporcionan una **presión oncótica** alta para ayudar a evitar que el agua se fugue fuera de

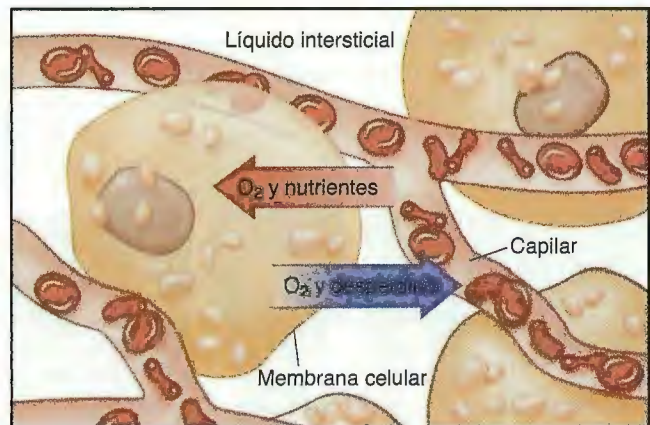


Figura 4-11 El oxígeno de los RBC y los nutrientes se difunden a través de la pared capilar, el líquido intersticial y la membrana celular a la célula. La producción de ácido es un derivado de la generación de energía celular durante el ciclo de Krebs. Mediante el sistema de taponeo del cuerpo, este ácido se convierte en dióxido de carbono y viaja en el plasma junto con los RBC hasta que los pulmones lo eliminan del sistema circulatorio.

las paredes de los vasos. El volumen del fluido dentro del sistema vascular debe ser igual a la capacidad de los vasos sanguíneos si es que el contenedor se llena de manera adecuada y se mantiene la perfusión. Cualquier diferencia en el volumen del contenedor del sistema vascular en comparación con el volumen de la sangre en ese contenedor afectará el flujo de la sangre, ya sea negativa o positivamente.

El cuerpo humano es 60% agua, la cual es la base de todos los fluidos corporales. Una persona que pesa 70 Kg (154 libras) contiene alrededor de 40 litros de agua. El agua del cuerpo está presente en dos componentes: fluido intracelular y extracelular. Como se observó con anterioridad, cada tipo de fluido tiene propiedades específicas e importantes (Figura 4-12). El **líquido intracelular** es aquel que se encuentra dentro de las células y da cuenta de aproximadamente 45% del peso corporal. El **líquido extracelular** es el que está fuera de las células y se clasifica en dos tipos: intersticial e intravascular. El **líquido intersticial** es el que rodea las células tisulares, incluyendo el fluido cerebroespinal (que se encuentra en el cerebro y el canal medular) y el fluido sinovial (que se encuentra en las articulaciones), corresponde a cerca de 10.5% del peso corporal. El fluido intravascular, el cual se encuentra en los vasos y transporta los componentes formados de la sangre como también el oxígeno y otros nutrientes vitales, constituye cerca de 4.5% del peso corporal.

Una revisión de algunos conceptos clave ayudará al análisis de cómo los fluidos operan en el cuerpo. Además del movimiento del fluido a través del sistema vascular, existen dos tipos importantes de movimiento del fluido: (1) movimiento entre el plasma y el líquido intersticial (a lo largo de los capilares) y (2) el movimiento entre los compartimientos del líquido intracelular e intersticial (entre las membranas celulares).

El movimiento del fluido a través de las paredes capilares está determinado por: (1) la diferencia entre la *presión hidrostática* interna del capilar (que tiende a empujar el fluido hacia afuera) y la presión hidrostática externa del capilar (que tiende a empujar el fluido hacia dentro); (2) la diferencia en la presión oncótica de

la concentración de proteína dentro del capilar (que mantiene dentro el fluido) y la presión oncótica fuera del capilar (que empuja el fluido hacia afuera), y (3) la *filtración* o permeabilidad del capilar (Figura 4-13). La presión hidrostática, la presión oncótica y la permeabilidad capilar se ven afectadas por el mismo estado de shock, como también por el tipo y volumen de reanimación de fluidos, lo que lleva a alteraciones en el volumen de la sangre en circulación, la hemodinámica y el tejido o edema pulmonar.

El movimiento del fluido entre el espacio intracelular e intersticial a lo largo de las membranas celulares, el cual está determinado principalmente por los *efectos osmóticos*. La **ósmosis** es un proceso por medio del cual los solutos separados por una membrana a la que son impermeables dominan el movimiento del agua a través de esa membrana semipermeable con base en la concentración de los solutos. El agua se mueve del compartimiento de baja concentración de solutos al de alta concentración para mantener el equilibrio osmótico a través de la membrana semipermeable (Figura 4-14).

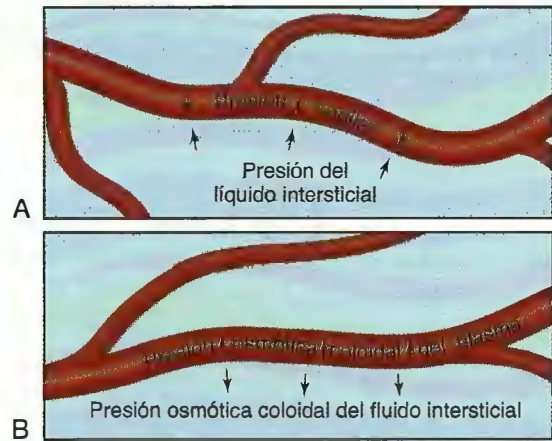


Figura 4-13 Fuerzas que gobiernan el flujo del fluido a través de los capilares.

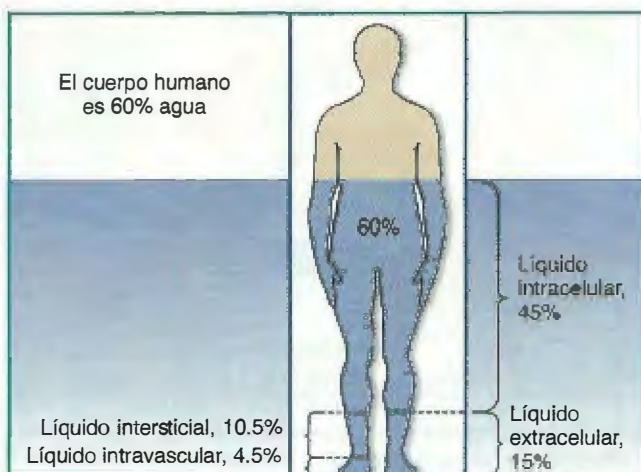


Figura 4-12 El agua en el cuerpo representa 60% del peso corporal. Esta agua se divide en líquido intracelular y extracelular. El líquido extracelular, a su vez, se divide en fluido intersticial e intravascular.

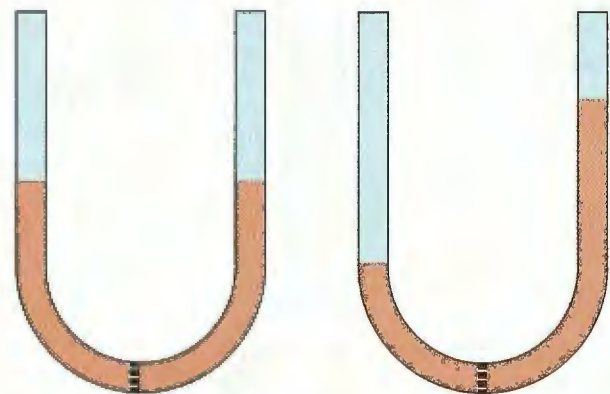


Figura 4-14 Un tubo en forma de U, cuyas mitades están separadas por una membrana semipermeable, contiene igual cantidad de agua y partículas sólidas. Si un soluto que no puede difundirse a través de la membrana se agrega a un lado pero no al otro, el líquido fluirá a través para diluir las partículas agregadas. La diferencia de presión de la altura del líquido en el tubo en forma de U se conoce como presión osmótica.

Respuesta endocrina

Sistema nervioso

El **sistema nervioso autónomo** dirige y controla las funciones involuntarias del cuerpo, como la respiración, la digestión y la función cardiovascular. Se divide en dos subsistemas, los sistemas nerviosos simpático y parasimpático. Estos sistemas se oponen entre sí para mantener en equilibrio los sistemas vitales del cuerpo.

El **sistema nervioso simpático** produce la respuesta de pelear o volar. Esta respuesta causa de manera simultánea que el corazón late más rápido y con más fuerza, incrementa la frecuencia respiratoria y constriñe los vasos sanguíneos de los órganos no esenciales (piel y tracto gastrointestinal) mientras que dilata los vasos y mejora el flujo de sangre a los músculos. El objetivo de este sistema de respuesta es mantener las suficientes cantidades de sangre oxigenada en los tejidos críticos para que un individuo pueda responder a una situación de urgencia, mientras aleja a la sangre de las áreas no esenciales. En contraste, el **sistema nervioso parasimpático** disminuye el ritmo cardíaco, reduce la frecuencia respiratoria e incrementa la actividad gastrointestinal.

En los pacientes que presentan hemorragia después de presentar un trauma, el cuerpo trata de compensar la pérdida de sangre y mantener la producción de energía. El sistema cardiovascular se encuentra regulado por el centro vasomotor en la médula. En respuesta a esta falla temporal en la presión de la sangre, los estímulos viajan al cerebro vía los nervios craneales IX y X, a partir de los receptores estirados en el seno carotídeo y en el arco aórtico. Estos estímulos llevan a un incremento en la actividad del sistema simpático, con un aumento en la resistencia vascular periférica, resultado de la constricción arteriolar y el aumento en el gasto cardíaco del incremento del ritmo y la fuerza de la contracción cardíaca. El tono venoso incrementado mejora el volumen de la sangre en circulación. La sangre se dirige de las extremidades, intestinos e hígado a áreas más vitales, el corazón y el cerebro, donde los vasos se constriñen muy poco bajo la intensa estimulación simpática. Estas respuestas tienen como resultado extremidades frías, cianóticas, disminución de la micción y disminución de la perfusión intestinal.

Una disminución en la presión del llenado de la aurícula izquierda, una caída en la presión de la sangre y los cambios en la *osmolaridad del plasma* (la concentración total de todos los químicos en la sangre) pueden liberar la hormona antidiurética (ADH) de la glándula pituitaria y la aldosterona de las glándulas adrenales, la cual incrementa la retención del sodio y el agua en los riñones. Este proceso también ayuda a expandir el volumen intravascular, sin embargo, se requieren muchas horas para que este mecanismo marque una diferencia clínica.

Tipos de shock

Existen tres grandes categorías de shock:

- Shock hipovolémico
 - El volumen vascular es más pequeño de lo normal
 - Pérdida de líquido y electrolitos (deshidratación)
 - Pérdida de sangre y líquido (shock hemorrágico)

- Shock distributivo
 - El espacio vascular es más grande de lo normal
 - “Shock” neurogénico (hipotensión)
 - “Shock” psicogénico
 - Shock séptico
 - Shock anafiláctico
- Shock cardiogénico
 - Falla en el bombeo

Aunque se describirá brevemente cada uno de los diversos tipos de shock en las siguientes secciones de este capítulo, no todos son causados por trauma.

Shock hipovolémico

La pérdida aguda del volumen sanguíneo, ya sea por deshidratación (pérdida de fluido y electrolitos) o hemorragia (pérdida de plasma y RBC), provoca un desequilibrio en la relación entre el volumen de fluido y el tamaño del contenedor. El contenedor mantiene su tamaño normal, sin embargo el volumen de fluido es menor. El **shock hipovolémico** es la causa más común de shock encontrado en el ambiente prehospitalario, y la pérdida de sangre es por mucho la causa más común del shock en los pacientes traumatizados y la más peligrosa para el paciente.

Cuando se pierde sangre de la circulación, el corazón se estimula para incrementar el gasto cardíaco, por medio del incremento de la fuerza y el ritmo de las contracciones. La liberación de epinefrina de las glándulas adrenales causa este incremento en el gasto. El sistema nervioso simpático libera la noradrenalina para constreñir los vasos sanguíneos para reducir el tamaño del contenedor y elevar la proporción con el volumen del fluido remanente. La vasoconstricción tiene como resultado el cierre de los capilares periféricos, lo cual reduce el suministro de oxígeno a las células afectadas, por lo tanto fuerza el cambio de metabolismo aeróbico a anaeróbico en estas células.

Estos mecanismos de defensa compensatorios funcionan bien y mantienen la perfusión celular hasta cierto punto. Cuando estos mecanismos no pueden compensar más la reducción del volumen, la presión de la sangre del paciente cae. La disminución de la presión sanguínea señala el cambio de un shock compensado a uno descompensado, una señal de muerte inminente. Un paciente que tiene signos de compensación como taquicardia, ya está en shock, no “entrando en shock”. A menos que ocurra una reanimación dinámica e intensa, el paciente que entra en shock descompensado tiene una sola etapa más de descenso, un shock irreversible que lleva a la muerte.

Shock hemorrágico

El **shock hemorrágico** (shock hipovolémico que resulta de la pérdida de sangre) se divide en cuatro categorías, dependiendo de la gravedad de la hemorragia, como sigue, con la advertencia de que los valores y descripciones de los criterios que se listan en estas clases de shock no deben ser interpretados como determinantes absolutos de la clase de shock, pues existe una significativa superposición (Figura 4-15):

1. *Hemorragia clase I* representa pérdida de hasta 15% del volumen sanguíneo en el adulto (hasta 750 mL). Esta etapa

Figura 4-15 Clasificación del shock hemorrágico

	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
Pérdida de sangre (mL)	< 750	750–1500	1500–2000	> 2000
Pérdida de sangre (% de volumen sanguíneo)	< 15%	15–30%	30–40%	> 40%
Frecuencia cardíaca	< 100	100–120	120–140	> 140
Presión sanguínea	Normal	Normal	Menor	Menor
Presión del pulso (mm Hg)	Normal o mayor	Menor	Menor	Menor
Frecuencia respiratoria	14–20	20–30	30–40	> 35
SNC/estado mental	Ligeramente ansioso	Moderadamente ansioso	Ansioso, confundido	Confuso, letárgico
Reemplazo del fluido	Cristaloide	Cristaloide	Cristaloide y sangre	Cristaloide y sangre

Nota: Los valores y descripciones de los criterios que se listan para estas clases de shock no deben ser interpretados como determinantes absolutos de la clase de shock, pues existe una significativa superposición.

Fuente: tomado de: American College of Surgeons Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 8th ed. Chicago: American College of Surgeons; 2008.

tiene pocas manifestaciones clínicas. La taquicardia con frecuencia es mínima y no ocurren cambios mensurables en la tensión sanguínea, la presión del pulso o la frecuencia de respiración. La mayoría de los pacientes saludables que presenta esta cantidad de hemorragia requiere sólo de fluido de mantenimiento mientras la hemorragia esté controlada y no haya más pérdida de sangre. Los mecanismos compensatorios del cuerpo restauran la proporción entre el volumen del contenedor y el fluido para ayudar a mantener la presión sanguínea.

2. La *hemorragia clase II* representa una pérdida de 15 a 30% del volumen sanguíneo (de 750 a 1500 mL). La mayoría de los adultos son capaces de compensar esta cantidad de pérdida sanguínea mediante la activación del sistema nervioso simpático, lo cual mantendrá su presión sanguínea. Los hallazgos clínicos incluyen el incremento en frecuencia respiratoria, taquicardia y una reducción de la presión del pulso. Las pistas clínicas de esta fase son taquicardia, taquipnea y presión sanguínea sistólica normal. Debido a que la presión de la sangre es normal, esto se considera como "shock compensado": el paciente está en shock pero es capaz de compensar por el momento; suele mostrar ansiedad o temor. Aunque no se mide por lo regular en el campo, la micción cae ligeramente entre 20 y 30 mL/hora en el adulto. En ocasiones, estos pacientes requieren de transfusión sanguínea; sin embargo, la mayoría responde de manera favorable a la infusión de cristaloides si la hemorragia está controlada en este punto.
3. La *hemorragia clase III* representa una pérdida de 30 a 40% del volumen sanguíneo (1500 a 2000 mL). Cuando la pérdida de sangre alcanza este punto, la mayoría de los pacientes ya no es capaz de compensar la pérdida de volumen, y ocurre una hipotensión. Los hallazgos clásicos del shock son evidentes e incluyen la taquicardia (el ritmo

cardíaco es mayor de 120 latidos/mínuto), taquipnea (frecuencia respiratoria de 30 a 40 respiraciones/mínuto), y una grave ansiedad o confusión. La producción de orina cae de 5 a 15 mL/hora. Muchos de estos pacientes requerirán de una transfusión sanguínea y una intervención quirúrgica para la reanimación adecuada y el control de la hemorragia.

4. La *hemorragia clase IV* representa una pérdida de más de 40% del volumen sanguíneo (mayor de 2000 mL). Esta etapa de shock grave se caracteriza por una marcada taquicardia (ritmo cardíaco mayor a 140 latidos/mínuto), taquipnea (frecuencia respiratoria mayor a 35 respiraciones/mínuto), profunda confusión o letargo y una gran caída de la presión sanguínea sistólica, por lo general en el rango de los 60 mm Hg. Estos pacientes en verdad tienen apenas unos minutos de vida. La sobrevivencia depende del control inmediato de la hemorragia (cirugía para la hemorragia interna) y una reanimación dinámica y enérgica, incluyendo transfusiones de sangre y plasma con mínimo cristaloides.

La rapidez con la cual un paciente desarrolla el shock depende de que tan rápido se pierde la sangre de la circulación. Daniel Bernoulli, matemático suizo, desarrolló la fórmula física matemática que calcula la tasa de pérdida de fluido desde un tubo interno a uno externo. No se requieren los detalles para entender la pérdida de sangre y la producción del shock, sin embargo sí son necesarias las bases del principio. Con un enfoque simplista, el principio de Bernoulli sostiene que la tasa de pérdida de fluido de un tubo es directamente proporcional al tamaño del orificio de la pared del tubo y a la diferencia de presión entre el interior y el exterior del tubo. Estos mismos principios aplican a los vasos sanguíneos.

Imagine que los vasos sanguíneos son como la plomería dentro de una casa y que la sangre que está dentro de los vasos son como el agua en los tubos. Si la plomería tiene una fuga, la cantidad de

agua que se pierde está directamente relacionada con el tamaño del orificio y con la diferencia de presión dentro y fuera del tubo. Por ejemplo, si el orificio del tubo es de 2.5 cm (1 pulgada) de diámetro y la presión dentro de la plomería es de 689 kilopascals (kPa) (100 psi, *pounds per square inch*), más agua se fugará que si el orificio es de 2.5 cm (1 pulgada) de diámetro y la presión dentro de la plomería es de 345 Kpa (50 psi). De manera similar, el flujo de sangre en una herida de un vaso es proporcional a la diferencia entre el tamaño del orificio en la pared del vaso y la diferencia entre las presiones *intraluminal* (dentro del vaso) y *extraluminal* (fuera del vaso).

El *manejo definitivo del déficit de volumen* es detener la pérdida de fluidos y reemplazar los que se hayan perdido. Para detener dicha pérdida, hay que tratar la diarrea, el vómito u otra causa. Un *paciente deshidratado* necesita un reemplazo de fluidos con agua y sal. En un paciente consciente que puede beber, puede tratarse la deshidratación moderada con una solución electrolítica. Un paciente inconsciente o gravemente deshidratado debe recibir el reemplazo de manera intravenosa. Un *paciente traumatizado* que ha perdido sangre necesita resolver la fuente de dicha pérdida (véase el Capítulo 9, Shock), y si ésta es significativa, es necesario llevar a cabo la reposición de la sangre (Figura 4-16).

Shock distributivo (vasogénico)

El **shock distributivo** o shock vasogénico ocurre cuando el tamaño del contenedor vascular se agranda sin que haya un incremento proporcional del volumen del fluido. Aunque la cantidad de fluido intravascular no ha cambiado, hay relativamente menos fluido disponible para el ahora tamaño agrandado del contenedor. Como resultado, disminuye el volumen del fluido disponible para el bombeo del corazón (precarga), lo que lleva a una disminución del gasto cardíaco. En la mayoría de las situaciones, el fluido no se ha perdido del sistema vascular. Esta forma de shock no es causa de una verdadera hipovolemia, en la cual el fluido se ha perdido con la hemorragia, el vómito o la diarrea. En su lugar, el problema es el tamaño del contenedor, el cual ahora es más grande que el fluido disponible para llenarlo. Por esta razón, esta condición es conocida a veces como *hipovolemia relativa*. Aunque algunos de los signos presentes y síntomas pueden imitar cercanamente a los del shock hipovolémico, la causa de las dos condiciones es diferente.

En un shock distributivo, la resistencia al flujo sanguíneo disminuye debido al tamaño relativamente más grande de los vasos sanguíneos. Esta disminución de la resistencia causa un decremento de la presión sanguínea diastólica. Cuando se combina esta resistencia disminuida con una merma en la precarga, hay un gasto cardíaco

reducido, el resultado neto es una decremento en las presiones sanguíneas tanto sistólica como diastólica. La oxigenación del tejido permanece adecuada en la forma neurogénica del shock y el flujo de sangre permanece normal, aunque la presión sea baja (hipotensión neurogénica). Además, la producción de energía permanece adecuada en la hipotensión neurogénica.

El shock distributivo es el resultado de la pérdida del control que tiene el sistema nervioso autónomo de los músculos lisos que controlan el tamaño de los vasos sanguíneos o la liberación de químicos que dan por resultado la vasodilatación periférica. Esta pérdida de control puede originar el trauma de la médula espinal, desmayos simples, infecciones graves o reacciones alérgicas. El manejo del shock distributivo está dirigido a mejorar la oxigenación de la sangre y mejorar o mantener el flujo sanguíneo en el cerebro y los órganos vitales.

"Shock" neurogénico

El **shock neurogénico**, o más apropiadamente hipotensión neurogénica, ocurre cuando la lesión de la médula espinal interrumpe el camino del sistema nervioso simpático. Esto por lo común involucra una lesión en el área toracolumbar. Debido a la pérdida del control simpático del sistema vascular, el cual controla los músculos lisos de las paredes de los vasos sanguíneos, los vasos periféricos se dilatan por debajo de la lesión. El marcado descenso de la resistencia vascular sistémica y la vasodilatación periférica que ocurre mientras el contenedor del volumen sanguíneo se incrementa tiene como resultado una hipovolemia relativa. El paciente no está hipovolémico en realidad, sino que el volumen de sangre normal es insuficiente para llenar el contenedor expandido. Esta disminución en la presión sanguínea no altera la perfusión ni compromete la producción de energía, por lo tanto, no es un shock, ya que la generación de energética parece no haber sido afectada. Sin embargo, puesto que hay menos resistencia al flujo sanguíneo, las tensiones sistólica y diastólica son más bajas.

El shock hipovolémico descompensado y el shock neurogénico, ambos producen una disminución en la presión sanguínea sistólica. Sin embargo, los otros signos vitales y clínicos, como también el tratamiento para cada uno, son diferentes (Figura 4-17). Las tensiones disminuidas sistólica y diastólica y una presión de pulso aminorada son características de shock hipovolémico. El "shock" neurogénico también muestra tensiones sistólica y diastólica menores, pero la presión de pulso permanece normal o es ampliada. La hipovolemia tiene como resultado una piel fría, húmeda, pegajosa, pálida o cianótica y un tiempo lento de relleno. En el "shock" neurogénico, el paciente tiene una piel tibia, seca sobre todo por debajo del área de la lesión. El pulso en los pacientes en shock hipovolémico es débil y rápido. Durante el "shock" neurogénico, debido a la actividad parasimpática sin oposición en el corazón, por lo general se ve una bradicardia en lugar de una taquicardia, pero igualmente la calidad del pulso puede ser débil. La hipovolemia produce un nivel reducido de la conciencia o cuando menos ansiedad y con frecuencia combatividad. En la ausencia de una lesión cerebral traumática, el paciente en "shock" neurogénico por lo regular está alerta, orientado y lúcido cuando está en una posición supina (Figura 4-18).

Los pacientes en "shock" neurogénico con frecuencia pueden tener lesiones asociadas que producen una hemorragia significativa. Por lo tanto, el paciente que tiene un "shock" neurogénico y signos de hipovolemia, como taquicardia, debe ser tratados como si hubiera pérdida de sangre.

Figura 4-16 Plasma liofilizado

Al momento de la preparación de esta edición, el *plasma liofilizado* (congelado-secado) se emplea en el campo en varios países, y se encuentra en investigación en Estados Unidos. Sin embargo, el plasma líquido se usa en varios sistemas de SMU y helicópteros de SMUH en Estados Unidos y en algunos sistemas de SMUH se llevan RBC empaquetados.

Figura 4-17 Signos asociados con los tipos de shock

Signo vital	Hipovolémico	Neurogénico	Séptico	Cardiogénico
Temperatura de la piel	Fría, pegajosa, húmeda	Tibia, seca	Fría, pegajosa, húmeda	Fría, pegajosa, húmeda
Color de la piel	Pálida, cianótica	Rosa	Pálida, moteada	Pálida, cianótica
Presión sanguínea	Cae	Cae	Cae	Cae
Nivel de conciencia	Alterada	Lúcida	Alterada	Alterada
Tiempo de rellenado capilar	Lento	Normal	Lento	Lento

Figura 4-18 "Shock" neurogénico versus shock espinal

El término "shock" neurogénico se refiere a la perturbación del sistema nervioso simpático, por lo general a partir de una lesión en la médula espinal, que tiene como resultado la dilatación significativa de las arterias periféricas. Si no se trata, esta condición puede ocasionar que no se permita la perfusión a los tejidos del cuerpo. El "shock" neurogénico no debe confundirse con el **shock espinal**, un término que se refiere a una lesión de la médula espinal que origina la pérdida temporal de la función de la médula espinal.

"Shock" psicogénico (vasovagal)

El **shock psicogénico** suele estar mediado por el sistema nervioso simpático. La estimulación del nervio craneal X (nervio vago) produce bradicardia. El incremento de la actividad del parasimpático tiene como resultado una vasodilatación periférica transitoria e hipotensión. Si la bradicardia y la vasodilatación son lo suficientemente graves, el gasto cardiaco cae de manera drástica, lo que ocasiona un flujo sanguíneo insuficiente al cerebro. El síncope vasovagal (desmayo) ocurre cuando el paciente pierde la conciencia. En comparación con el "shock" neurogénico, los periodos de bradicardia y vasodilatación en el "shock" psicogénico son por lo general muy breves y se limitan a unos cuantos minutos, mientras que el "shock" neurogénico puede durar hasta varios días. En pacientes con "shock" psicogénico, la presión sanguínea normal se restaura con rapidez cuando se les coloca en posición horizontal. Debido a que se autolimita, el episodio vasovagal es improbable que sea resultado de un verdadero shock y el cuerpo se recupera rápido antes de que ocurra un impedimento sistémico significativo de la perfusión.

Shock séptico

El **shock séptico**, visto en pacientes con infecciones que amenazan la vida, es otra condición que muestra la dilatación vascular. Las **citocinas**, liberadas como respuesta a la infección, provocan daño

a las paredes de los vasos sanguíneos, vasodilatación periférica, y fuga de fluido de los capilares al espacio intersticial. Por lo tanto, el shock séptico tiene características tanto de shock distributivo como de shock hipovolémico. La precarga se desecha debido a la vasodilatación y a la pérdida de fluido, y la hipotensión ocurre cuando el corazón no puede compensarlo más. El shock séptico prácticamente nunca se suscita en los primeros minutos de la lesión; sin embargo, es posible que el proveedor de atención prehospitalaria reciba un llamado para atender a un paciente traumatizado en shock séptico durante una transferencia entre instalaciones o a un paciente que tenga una lesión en el tracto gastrointestinal y no busque atención médica inmediata.

Shock anafiláctico

El **shock anafiláctico** es una severa reacción alérgica que pone en riesgo la vida y que involucra diversos sistemas de órganos. Cuando los individuos se exponen por primera vez a un alérgeno, se hacen sensibles a él. Si vuelven a exponerse al mismo alérgeno, ocurre una respuesta sistémica. Además de los síntomas más comunes de una reacción alérgica, como el enrojecimiento de la piel (*eritema*), el desarrollo de ronchas (*urticaria*) y la comezón (*prurito*), se observan más hallazgos graves, como la insuficiencia respiratoria, la obstrucción de las vías respiratorias y la vasodilatación que llevan al shock. En algunos casos, es necesario el manejo activo de las vías respiratorias. El tratamiento involucra la administración de epinefrina, antihistamínicos y esteroides en el hospital.

Shock cardiogénico

El **shock cardiogénico** o la falla de la actividad de bombeo del corazón es resultado de causas que pueden ser categorizadas como intrínsecas (resultado del daño directo al corazón mismo) o extrínsecas (relacionado con un problema fuera del corazón).

Causas intrínsecas

Daño del músculo cardiaco

Cualquier proceso que debilite el músculo cardiaco afectará la habilidad del corazón de bombear sangre. El daño puede ser resultado de una interrupción aguda del suministro de sangre al mismo corazón (como en el infarto de miocardiaco por una enfermedad de la arteria coronaria) o de una lesión directa al músculo cardiaco (como en una lesión cardiaca con un objeto cortante). Un ciclo recurrente

tiene este resultado: la disminución de la oxigenación causa decremento en la contractilidad, lo que ocasiona disminución en el gasto cardíaco y, por lo tanto, disminución de la perfusión sistémica. El decremento de la perfusión provoca una continua disminución de la oxigenación y, en consecuencia, la continuación del ciclo. Como cualquier músculo, el músculo cardíaco no funciona de manera tan eficiente cuando se le lastima o se daña.

Disritmia

El desarrollo de la disritmia cardíaca afecta la eficiencia de las contracciones, lo que da como resultado el impedimento de la perfusión sistémica. La hipoxia puede llevar a la isquemia del miocardio y causar disritmias, como las contracciones prematuras y la taquicardia. Debido a que el gasto cardíaco es el resultado del volumen expulsado con cada contracción (volumen sistólico), cualquier disritmia que provoque un ritmo lento de contracciones (bradicardia) o que acorte el tiempo de llenado del ventrículo izquierdo (taquicardia) puede disminuir el volumen sistólico y el gasto cardíaco. La lesión cardíaca con objeto punzante genera disritmias, la más común de éstas es una taquicardia leve persistente.

Alteración valvular

Un golpe contundente conciso y repentino al pecho o al abdomen (véase el Capítulo 5, Cinemática del trauma) puede dañar las válvulas del corazón. La lesión valvular grave tiene como resultado una regurgitación valvular aguda del corazón, en la cual una cantidad significativa de sangre regresa a la cámara de donde acaba de ser bombeada. Con frecuencia, estos pacientes desarrollan rápidamente una insuficiencia cardíaca congestiva (ICC), que se manifiesta por un edema pulmonar y shock cardiogénico. La presencia de un nuevo susurro del corazón es una pista importante al hacer este diagnóstico.

Causas extrínsecas

Taponamiento cardíaco

El fluido en el saco pericardial previene que el corazón se vuelva a llenar en su totalidad durante la fase diastólica (relajación) del ciclo cardíaco. En caso de trauma, la sangre llega al saco pericardial del agujero en el músculo cardíaco. Esta masa de fluido ocupa el espacio e impide que las paredes del ventrículo se expandan por

completo (Figura 4-19). Esto tiene dos efectos negativos: (1) el ventrículo no se puede abrir completamente y, por lo tanto, menos volumen entra al ventrículo para ser bombeado hacia afuera con cada contracción, y (2) un llenado inadecuado reduce el alargamiento del músculo cardíaco, lo que da como resultado la disminución de la fortaleza de la contracción cardíaca. Además, más sangre se fuerza a salir del ventrículo a través de la lesión cardíaca y ocupa más espacio en el saco pericardial con cada contracción, comprometiendo aún más el gasto cardíaco. Un shock severo y la muerte pueden seguir rápidamente. (Véanse los Capítulos 9, Shock; y 12, Trauma torácico para más detalle sobre el reconocimiento y tratamiento de estas condiciones.)

Neumotórax a tensión

Cuando cualquiera de las cavidades torácicas o ambas se llenan de aire, el pulmón se comprime e impide que se llene de aire nuevamente a través de la nasofaringe, lo que reduce el volumen tidal o corriente con cada respiración. Esto produce múltiples problemas: (1) los alvéolos colapsados no están disponibles para transferir el oxígeno a los RBC; (2) los vasos sanguíneos pulmonares se colapsan, de modo que se reduce el flujo sanguíneo a los pulmones y al corazón; (3) se requiere una gran fuerza de la contracción cardíaca (hipertensión pulmonar) para forzar la sangre a través de los vasos pulmonares; (4) el mediastino es empujado hacia el otro lado del pecho, y se produce el colapso del pulmón opuesto, y (5) la compresión y la torcedura de las venas cavas superior e inferior, lo que produce una caída significativa de la precarga (Figura 4-20). Todos estos componentes reducen el gasto cardíaco, y dan como resultado el shock (véanse los Capítulos 9, Shock; y 12, Trauma torácico, para más detalle sobre el reconocimiento y tratamiento de estas condiciones.)

Complicaciones del shock

La tríada de la muerte se describe como hipotermia, coagulopatía (que se analiza a continuación) y acidosis. Estas no son causas de muerte, sino síntomas que indican la muerte inminente. Son los marcadores del metabolismo anaeróbico y la pérdida de producción de energía y constituyen el indicador de que las intervenciones necesarias para revertir el metabolismo anaeróbico deben realizarse

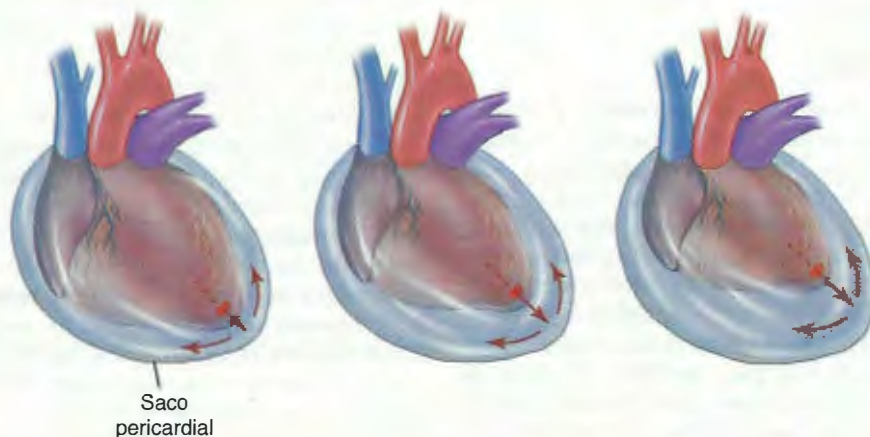


Figura 4-19 Taponamiento cardíaco.

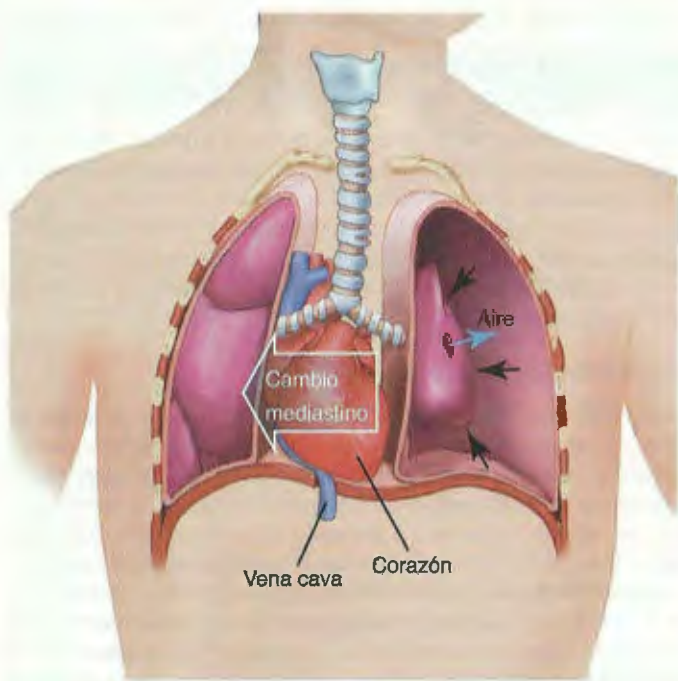


Figura 4-20 Neumotórax a tensión.

con rapidez. En pacientes con shock persistente o en shock que han sido reanimados de manera inadecuada, pueden suscitarse varias complicaciones, razón por la cual un reconocimiento temprano y un manejo dinámico y energético del shock son esenciales. La calidad del cuidado proporcionado en el escenario prehospitalario afecta el curso y el resultado del paciente en el hospital. *Reconocer el shock e iniciar un tratamiento adecuado en la escena prehospitalaria puede acortar la duración de la permanencia del paciente en el hospital y mejorar sus oportunidades de sobrevivencia.* Las siguientes complicaciones del shock no siempre se ven en el escenario prehospitalario, pero son resultado del shock en el campo y en la sala de urgencia. Además, se pueden encontrar al transferir los pacientes de una instalación a otra. Conocer el resultado del proceso de shock ayuda a entender la gravedad de la condición, la importancia del control rápido de la hemorragia y el remplazo de fluidos apropiado.

Falla renal aguda

El impedimento de la circulación a los riñones cambia el metabolismo aeróbico en el riñón a un metabolismo anaeróbico. La reducción de la producción de energía lleva a la inflamación celular renal, lo que disminuye la perfusión renal; de ese modo, se causa el metabolismo anaeróbico adicional. Las células que conforman los túbulos renales son más sensibles a la isquemia y pueden morir si se impide el suministro de oxígeno por más de 45 a 60 minutos. Esta condición, referida como **necrosis tubular aguda (NTA)** o falla renal aguda, reduce el proceso de filtración de los túbulos renales. El resultado es la disminución del gasto renal y la reducción en el desecho de productos tóxicos y electrolitos. Debido a que los riñones dejan de funcionar, hay una sobrecarga de fluidos ya que éstos no se excretan. Asimismo, los riñones pierden su habilidad de

excretar los ácidos metabólicos y electrolitos, lo que desemboca en una acidosis metabólica y a una hiperpotasiemia (incremento del potasio en la sangre). Estos pacientes con frecuencia requieren de diálisis durante varias semanas o meses. La mayoría de quienes desarrollan el NTA como consecuencia de un shock con el tiempo llegan a recuperar la función renal normal.

Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda

El **síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA)** es el resultado del daño de las células alveolares del pulmón y de la disminución de la producción de la energía que mantiene el metabolismo de estas células. Esta lesión, en combinación con la sobrecarga de fluidos producida por la administración de demasiados cristaloides durante la reanimación, propicia la fuga del fluido a los espacios intersticiales y a los alvéolos de los pulmones, lo que hace que sea mucho más difícil difundir el oxígeno por todas las paredes alveolares y a los capilares y que se fije a los RBC. Este problema se describió primero durante la Segunda Guerra Mundial, pero se le reconoció formalmente durante la Guerra de Vietnam, donde se le dio el nombre de Pulmón Da Nang (*Da Nang Lung*) (después de que se vieron muchos de estos casos en el hospital de ese lugar). Aunque estos pacientes tenían un edema pulmonar, éste no era el resultado del impedimento de la función cardiaca, como en la falla cardiaca congestiva (edema pulmonar *cardiogénico*). El SDRA representa un edema pulmonar *no cardiogénico*. El cambio en el proceso de reanimación en cuanto a la restricción de cristaloides, a la hipertensión permisiva y al Control de Daños de la Reanimación (razón RBC a plasma 1:1) ha reducido de manera significativa el SDRA en el periodo inmediato al trauma (de 24 a 72 horas).

Falla hematológica

El término **coagulopatía** se refiere al impedimento de las capacidades normales de coagulación de la sangre. Esta anomalía puede ser resultado de la hipotermia (disminución de la temperatura del cuerpo), de la dilución de los factores de coagulación debido a la administración de fluidos o de la disminución de las sustancias coagulantes, conforme éstas se utilizan en un esfuerzo por controlar el sangrado (*coagulopatía por consumo*). La cascada de la coagulación sanguínea normal involucra diversas enzimas y factores que con el tiempo generan la creación de moléculas de fibrina que sirven como matriz para atrapar plaquetas y formar un tapón en la pared del vaso para detener el sangrado (Figura 4-21). Este proceso funciona mejor dentro de un estrecho margen de temperatura (p. ej., la temperatura corporal cercana a la normal). Conforme desciende la temperatura central del cuerpo (incluso apenas unos grados) y disminuye la producción de energía, se compromete la coagulación de la sangre, lo que desemboca en una hemorragia continua. Los factores de coagulación de la sangre pueden acabarse conforme hacen más y más coágulos en un esfuerzo por disminuir y controlar la hemorragia. El descenso de la temperatura corporal empeora los problemas de coagulación, lo que exagera la hemorragia, la cual reduce más la habilidad del cuerpo de mantener su temperatura. Con una inadecuada reanimación, esto se vuelve un ciclo cada vez peor. Varios estudios han informado de pocas dificultades con la coagulopatía desde que se ha incrementado el uso de plasma en la reanimación.^{3,4}

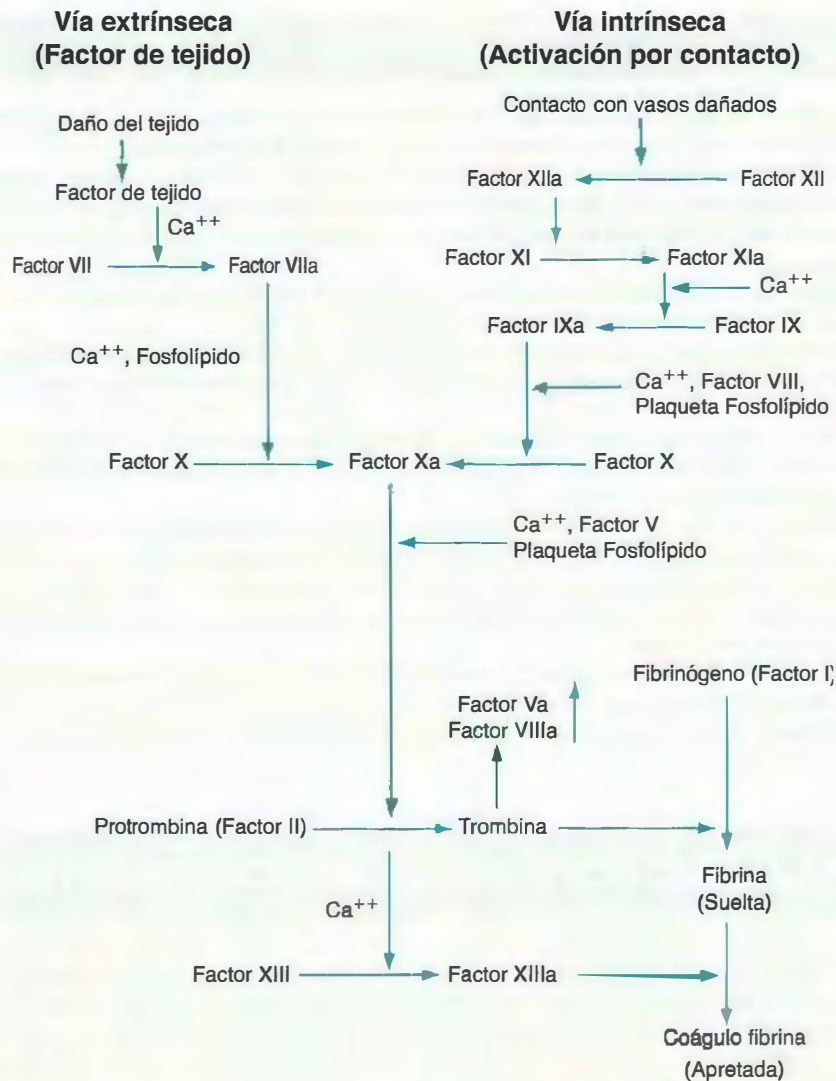


Figura 4-21 La cascada de la coagulación involucra una serie escalonada de activaciones de factores de coagulación que tiene como resultado la formación de un coágulo sanguíneo.

Falla hepática

Si bien es un resultado menos común del shock prolongado, puede ocurrir un daño grave del hígado. Por lo general, la evidencia de daño del hígado por el shock se pone de manifiesto sólo después de varios días, hasta que los resultados de laboratorio documentan exámenes de funcionamiento elevado del hígado. La falla del hígado se manifiesta por una persistente hipoglucemia (bajo nivel de glucosa en sangre), una persistente acidosis láctica e ictericia. Debido a que el hígado produce muchos de los factores de coagulación necesarios para la homeostasis, la coagulopatía puede presentarse junto con la falla del hígado.

Infección fulminante

Existe un alto riesgo de infección asociado con un shock grave. Esto se debe a varias causas:

- Una disminución marcada en el número de leucocitos (WBC), que predispone al paciente en shock a la infección, es otra manifestación de una falla hematológica.

- La isquemia y la reducción en la producción de energía en las células de la pared intestinal del paciente en shock pueden permitir que la fuga de las bacterias hacia la cavidad peritoneal.
- Hay una disminución de la función del sistema inmune en relación con la isquemia y la pérdida de la producción de energía.

Falla orgánica múltiple

Si no se logra tratar el shock, éste puede provocar primero la disfunción de un órgano y luego la de otros órganos de manera simultánea, con la presencia común de la sepsis, lo que desemboca en el síndrome de disfunción orgánica múltiple.

La falla de uno de los principales sistemas del cuerpo (p. ej., los pulmones, los riñones, la cascada de la coagulación de la sangre, el hígado) se asocia con una tasa de mortalidad de 40%. La falla cardiovascular, en la forma de shock cardiogénico y séptico, puede revertirse sólo en algunas ocasiones. En el momento en que fallan cuatro sistemas de órganos, la tasa de mortalidad es esencialmente de 100%.⁵



Resumen

- Todas las máquinas y todos los animales vivos deben tener energía para funcionar. Algunos usan fuentes externas, mientras que unos cuantos, como los humanos, producen su propia energía.
- La energía que generan los humanos se produce mediante un sistema complejo, llamado metabolismo aeróbico, que usa la glucosa y el oxígeno. Todo el proceso depende del sistema respiratorio para proporcionar cantidades adecuadas de oxígeno al sistema circulatorio, el cual debe ser capaz de suministrar el oxígeno a las células del cuerpo.
- El sistema de respaldo del metabolismo aeróbico es el metabolismo anaeróbico. No requiere de oxígeno, pero es muy ineficiente y genera sólo una pequeña cantidad de energía.
- La energía producida por el metabolismo aeróbico es 19 veces mayor que aquella producida por el metabolismo anaeróbico, pero, incluso así, la energía generada dura sólo un periodo breve sin un abastecimiento continuo de oxígeno.
- Para que todos los órganos funcionen de manera adecuada, requieren de esta energía, la cual se almacena en forma de una molécula llamada trifosfato de adenosina. Si las células del cuerpo humano no tienen las cantidades adecuadas de energía, mueren.
- El shock es un estado de cambio generalizado de la función celular, de un metabolismo aeróbico a un metabolismo anaeróbico secundario a la hipoperfusión de las células tisulares, en las cuales el suministro de oxígeno a nivel celular es inadecuado para satisfacer las necesidades metabólicas. Como resultado, falla la producción de energía celular y en un periodo relativamente corto, las funciones celulares se ven impedidas, lo que con el tiempo lleva a la muerte de la célula.
- Para maximizar la sobrevivencia después del trauma, los proveedores de atención prehospitalaria deben anticipar el desarrollo del shock; tratar de prevenir que ocurra, en primer lugar, y corregirlo cuando ya se ha suscitado, llevando a cabo los pasos necesarios para atender primero las funciones más críticas.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Son las 02:18 horas de una noche calurosa de verano. Se le envía a un bar del vecindario, conocido por los frecuentes disturbios que allí se suscitan, ya que se informó que hubo disparos con arma de fuego. Mientras se dirige a la escena, usted confirma con el despachador que también la policía está en camino. Cuando está a varias cuadras de distancia, el despachador comunica que la policía ya llegó y aseguró la escena; además, que la víctima es un hombre. Al llegar, encuentra un joven de alrededor de 25 años de edad con una herida de bala a la mitad del abdomen. Lo nota confundido, pálido, diaforético y de color ligeramente cianótico.

- ¿Cuáles son los principales procesos patológicos que ocurren en este paciente?
- ¿Qué sistemas del cuerpo deben ser atendidos para asegurar que funcionan de manera adecuada?
- ¿Cómo corregiría la fisiopatología que causa la presentación de este paciente?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Usted se da cuenta de que el paciente está en shock hemorrágico. Sabe que a fin de que este último sea atendido, debe proveerse una cantidad adecuada de oxígeno al sistema circulatorio por medio del sistema respiratorio. El hecho de que el paciente esté cianótico indica que no recibe el oxígeno adecuado para que llegue a las células del cuerpo. Usted sabe que si permanece hipóxico, la producción de energía celular caerá como resultado del metabolismo anaeróbico, y esto llevará a la célula y al órgano a su muerte. De inmediato inicia ventilaciones de bolsa-mascarilla con oxígeno adicional y nota que el color del paciente mejora. Sabe que este cambio indica que el metabolismo aeróbico puede iniciar de nuevo, si su sistema circulatorio está intacto.

Con base en la ubicación de la herida, usted está preocupado de que el paciente esté perdiendo sangre de manera continua y de que sea incapaz de perfundir sus órganos y células, así que lo prepara para un transporte inmediato al centro de trauma. A los pocos minutos de su llegada a la instalación, se le lleva a quirófano para reparar su lesión intraabdominal. Da seguimiento del caso al siguiente día y se entera de que le está yendo bien al paciente.

Referencias

1. Gross SD. *A System of Surgery: Pathological, Diagnostic, Therapeutic, and Operative*. Philadelphia: Blanchard and Lea; 1859.
2. Thal AP. *Shock: A Physiologic Basis for Treatment*. Chicago: Yearbook Medical Publishers; 1971.
3. Duchesne JC, Hunt JP, Wahl G, et al. Review of current blood transfusions strategies in a mature level I trauma center: were we wrong for the last 60 years? *J Trauma*. 2008;65(2):272–276; discussion 276–278.
4. Holcomb JB, Jenkins D, Rhee P, et al. Damage control resuscitation: directly addressing the early coagulopathy of trauma. *J Trauma*. 2007;62(2):307–310.
5. Marshall JC, Cook DJ, Christou NV, et al. The multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of a complex clinical syndrome. *Crit Care Med*. 1995;23:1638.

Lecturas sugeridas

- Shock Overview. In: Chapleau W, Burba AC, Pons PT, Page D, eds. *The Paramedic*. Updated ed. New York, NY: McGraw-Hill Publisher; 2012:259–273.
- Otero RM, Nguyen HB, Rivers EP. Approach to the patient in shock. In: Tintinalli J, ed. *Emergency Medicine. A Comprehensive Study Guide*. New York, NY: McGraw-Hill Publisher; 2011:165–172.
- Hypoperfusion. In: Bledsoe B, Porter RS, Cherry RA, eds. *Essentials of Paramedic Care*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Brady-Pearson Education; 2011:257–265.
- Shock. In: Bledsoe B, Porter RS, Cherry RA, eds. *Essentials of Paramedic Care*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Brady-Pearson Education; 2011:837–849.



Cinemática del trauma

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Definir la energía en el contexto de generación de una lesión.
- Explicar la asociación entre las leyes del movimiento, la energía y la cinemática del trauma.
- Describir la relación de la lesión y el intercambio de energía con la velocidad.
- Analizar el intercambio de energía y la cavitación.
- Dada la descripción del choque de un vehículo de motor, aplicar la cinemática para predecir el patrón de lesión probable en un ocupante sin cinturón de seguridad.
- Describir las lesiones específicas y sus causas en relación con el daño interior y exterior al vehículo.
- Analizar la función de los sistemas de sujeción para los ocupantes de vehículos.
- Relacionar las leyes del movimiento y la energía con otros mecanismos diferentes de los choques de vehículos de motor (p. ej., explosiones, caídas).
- Definir las cinco fases de las lesiones por explosión y las lesiones producidas en cada fase.
- Explicar las diferencias en la producción de lesiones con armas de baja, media y alta energía.
- Analizar la relación entre la superficie frontal de un objeto que se impacta con el intercambio de energía y la producción de lesiones.
- Integrar los principios de la cinemática a la evaluación del paciente traumatizado.

ESCENARIO

Antes del amanecer, en una mañana fría de invierno, usted y su compañero son enviados al choque de un solo vehículo. A su llegada, encuentran un vehículo que colisionó con un árbol en un camino rural. La parte delantera del vehículo parece haberse impactado con el árbol, por lo que el automóvil giró alrededor del tronco y la parte trasera quedó sobre la cuneta del drenaje del lado del camino. El conductor parece ser el único ocupante. La bolsa de aire está desplegada y el conductor gime, todavía sujetado por su cinturón de seguridad. Usted nota daños en la parte delantera del vehículo donde éste impactó con el árbol, y en la parte trasera, a causa del giro y de quedar sobre la cuneta.

- ¿Cuál es la lesión potencial para este paciente con base en la cinemática de este evento?
- ¿Cómo describiría la condición del paciente con base en la cinemática?
- ¿Qué lesiones espera encontrar?



Introducción

Mientras que las muertes por accidentes de tránsito bajaron en 2011 a niveles que no se habían visto desde la década de 1940,¹ la Organización Mundial de la Salud (WHO, World Health Organization) informó que cerca de 1.3 millones de personas mueren cada año en accidentes automovilísticos en todo el mundo. Eso promedia cerca de 3562 muertes por día. En su publicación de 2009, Global Status Report on Road Safety, la WHO predice que, para el año 2030, los accidentes de tránsito pasarán del noveno sitio al quinto como causa de muerte en el mundo. Más de 90% de esas muertes ocurrirán en los países de ingreso medio y bajo.²

Las lesiones por trauma penetrante por armas de fuego es muy elevado en Estados Unidos. En 2011, hubo más de 32000 muertes por armas de fuego. De estos decesos, más de 11000 fueron homicidios.³ En 2011 se reportaron más de 59000 heridas no fatales por armas de fuego.³ Las lesiones por explosión constituyen la causa principal de lesión en muchos países, mientras que las lesiones penetrantes por cuchillos son importantes en otros.

El manejo exitoso de los pacientes traumatizados depende en la identificación de las lesiones o posibles lesiones y del uso de buenas habilidades de evaluación. A menudo resulta difícil en el escenario prehospitalario determinar la lesión exacta que se ha producido, pero entender el potencial de lesión y la pérdida potencial de sangre permitirá al proveedor de atención prehospitalaria echar mano de sus habilidades de pensamiento crítico para reconocer esta posibilidad y tomar decisiones adecuadas hacer un triage apropiado, así como para el manejo y la transportación del paciente.

El manejo de cada paciente comienza (después de la reanimación inicial) con la historia de la lesión en cuestión. En trauma, la historia es el relato del impacto y el intercambio de energía que se suscitó por ese golpe.⁴ Entender el proceso de intercambio de energía permitirá a los proveedores de atención prehospitalaria sospechar de 95% de las posibles lesiones.

La **cinemática** es la rama de la mecánica que estudia el movimiento de los objetos sin hacer referencia a las fuerzas que causan el movimiento.⁴ Cualquier lesión que sea resultado de una fuerza aplicada al cuerpo está directamente relacionada con la interacción entre el huésped y el objeto en movimiento que se impacta en este

último (el huésped). Si el proveedor, de cualquier nivel del cuidado, no entiende los principios de la cinemática o el mecanismo involucrado, podría pasar por alto lesiones. La comprensión de estos principios aumentará el nivel de sospecha con base en determinadas lesiones asociadas con el patrón observado en la escena al momento de llegar. Esta información y la sospecha de lesiones sirven para valorar apropiadamente al paciente en la escena y pueden transmitirse a los médicos y enfermeros en el servicio de urgencias (SU). En la escena y durante el traslado, se pueden manejar las lesiones de las que se tiene sospecha para brindar al paciente la atención más apropiada y “no producir más daño”.

Las lesiones que no son evidentes pero aun así son graves pueden ser fatales si no se manejan en la escena y en ruta al centro de trauma o a un hospital apropiado. Saber dónde mirar y cómo valorar las lesiones es tan importante como saber qué hacer después de encontrar las lesiones. Una historia clínica completa y precisa del incidente traumático y una interpretación apropiada de los datos proporcionará esa información. Es posible predecir la mayoría de las lesiones del paciente mediante una inspección apropiada de la escena, incluso antes de valorar al paciente.

Este capítulo analiza los principios generales y los mecánicos involucrados en la cinemática del trauma; las secciones sobre los efectos regionales del trauma contundente y penetrante abordan la fisiopatología local de la lesión. Los principios generales son las leyes de la física que gobiernan el intercambio de energía y los efectos generales del intercambio de energía. Los principios mecánicos abordan la interacción del cuerpo humano con los componentes de un choque. Un choque es el intercambio de energía que ocurre cuando un objeto con energía, por lo regular algo sólido, impacta con el cuerpo humano. Los tipos de choques incluyen el trauma contundente, el trauma de penetración y las explosiones. Aunque la palabra choque suele asociarse con el impacto de un vehículo de motor, también se refiere al choque de la caída del cuerpo sobre el pavimento, el impacto de una bala en los tejidos externos e internos del cuerpo y la sobrepresión y desechos de una explosión. Todos estos sucesos implican el intercambio de energía y todos provocan lesiones, todos conllevan condiciones que pueden poner en peligro la vida y todas requieren que un proveedor de atención prehospitalaria efectúe un manejo correcto con base en su conocimiento y perspicacia.

Principios generales

Un evento traumático se divide en tres fases: preevento, del evento y posevento. La fase *preevento* corresponde a la de prevención. La fase *del evento* es aquella parte del suceso traumático que involucra el intercambio de energía o la cinemática (mecánica de la energía). Por último, la fase del *posevento* es la etapa del cuidado del paciente.

Ya sea que la lesión sea resultado de la colisión de un vehículo, de un arma, de una caída o del colapso de un edificio, la energía se transforma en lesión cuando el cuerpo absorbe esa energía.

Preevento

La fase *preevento* incluye todos los eventos que preceden al incidente. Las condiciones existentes antes de que ocurriera el incidente y que son importantes en el manejo de las lesiones del paciente se valoran como parte de la historia del preevento. Estas consideraciones incluyen las condiciones médicas agudas o preexistentes del paciente (y los medicamentos para tratar esas condiciones), ingestión de sustancias recreativas (drogas ilegales y medicamentos de prescripción, alcohol, etc.) y el estado de conciencia del paciente.

Normalmente, los pacientes jóvenes traumatizados no tienen enfermedades crónicas. Sin embargo, en los pacientes mayores las condiciones médicas que están presentes antes del evento del trauma pueden causar complicaciones graves en la evaluación y el manejo prehospitalarios del paciente y pueden influir de manera significativa en el desenlace. Por ejemplo, el conductor anciano de un vehículo que se haya impactado contra un poste puede presentar dolor torácico indicativo de un infarto del miocardio (ataque cardíaco). ¿El conductor colisionó contra el poste y después tuvo el infarto del miocardio o le dio el ataque cardíaco primero y después chocó contra el poste? ¿El conductor toma algún medicamento (p. ej., betabloqueadores) que evitaría que se elevara su pulso si estuviera en shock? La mayoría de estas condiciones no sólo influyen de manera directa en las estrategias de evaluación y manejo que se analizan en Capítulos 6, Evaluación de la escena; y 7, Evaluación y manejo del paciente, pero son importantes en el cuidado general del paciente, incluso si no necesariamente influyen en la cinemática del choque.

Evento

La fase *del evento* inicia al momento del impacto entre un objeto en movimiento y un segundo objeto. Este último puede estar en movimiento o estacionario y puede ser un objeto o una persona. Empleando como ejemplo los choques vehiculares, en la mayoría de éstos ocurren tres impactos:

1. El impacto de los dos objetos
2. El impacto de los ocupantes dentro del vehículo
3. El impacto de los órganos vitales dentro de los ocupantes

Por ejemplo, cuando un vehículo golpea un árbol, el primer impacto es la colisión del vehículo contra el árbol. El segundo se da entre el ocupante del vehículo contra el volante o el parabrisas. Si el ocupante tiene puesto el cinturón de seguridad, habrá un impacto

entre él y este dispositivo de seguridad. El tercer impacto se suscita entre los órganos internos del ocupante y su pared torácica, pared abdominal o cráneo.

Si bien el término choque trae a la mente un incidente con un vehículo de motor, no necesariamente se refiere a un choque vehicular. El impacto de un vehículo contra un peatón, de un misil (bala) contra el interior del abdomen y de un trabajador de la construcción contra el asfalto después de una caída son todos ejemplos de choques. Observe que en la caída, sólo se presentan el segundo y el tercer impactos.

En todos los choques se intercambia la energía entre un objeto en movimiento y el tejido del cuerpo humano o entre el cuerpo humano en movimiento y un objeto inmóvil. La dirección en la que ocurre el intercambio de energía, la cantidad de energía que se intercambia y el efecto que tienen estas fuerzas en el paciente son todas consideraciones importantes conforme la evaluación da inicio.

Posevento

Durante la fase *postevento*, la información recabada acerca del choque y la fase *preevento* se emplea para evaluar y manejar al paciente. Esta fase inicia tan pronto como se absorbe la energía del choque. El inicio de las complicaciones del trauma que ponen en riesgo la vida puede ser lento o rápido (o bien, estas complicaciones se pueden prevenir o reducir de manera significativa), dependiendo en parte del cuidado proporcionado en la escena y en el trayecto al hospital. En la fase *posevento*, entender la cinemática del trauma, el índice de sospecha acerca de las lesiones y la aplicación de sólidas habilidades de evaluación son cruciales para el desenlace del paciente.

Para entender los efectos de las fuerzas que producen lesiones en el cuerpo, el proveedor de atención prehospitalaria necesita primero comprender dos componentes, el intercambio de energía y la anatomía humana. Por ejemplo, en una colisión de un vehículo de automotor (CVA), ¿cómo se ve la escena? ¿Quién golpeó qué y a qué velocidad? ¿Cuál fue el tiempo de frenado? ¿Los ocupantes usaban dispositivos de sujeción, como los cinturones de seguridad? ¿Se activaron las bolsas de aire? ¿Los niños estaban asegurados de manera adecuada en asientos infantiles o carecían de alguna sujeción y fueron lanzados del vehículo? ¿Los ocupantes fueron lanzados fuera del vehículo? ¿Ellos golpearon objetos? Si así fue, ¿cuántos objetos y de qué naturaleza eran éstos? El proveedor de atención prehospitalaria podrá responder estas preguntas y muchas otras más si entiende el intercambio de fuerzas que tuvo lugar y traduce esta información en la predicción de lesiones y la atención apropiada al paciente.

El proveedor de atención prehospitalaria astuto utilizará su conocimiento de la cinemática en el proceso de inspección de la escena para determinar qué fuerzas y movimientos estuvieron involucrados y qué lesiones podrían haber resultado de esas fuerzas. Debido a que la cinemática se basa en los principios fundamentales de la física, es necesario entender las leyes pertinentes de la física.

Energía

Los pasos iniciales para obtener una historia son evaluar los eventos que se presentaron al momento del choque (Figura 5-1),



Figura 5-1 La evaluación de la escena de un incidente es crítica. La información como la dirección del impacto, la intrusión del compartimento de pasajeros, así como la cantidad de energía que se intercambiaba aporta la sospecha de las posibles lesiones de los ocupantes.
Fuente: © Jack Dagley Photography/Shutterstock, Inc.

Estimar la energía que se intercambiaba con el cuerpo humano y hacer una aproximación bruta de las condiciones específicas que resultaron.

Leyes de la energía y el movimiento

La primera ley del movimiento de Newton establece que un cuerpo en reposo permanecerá en reposo y un cuerpo en movimiento seguirá en movimiento a menos que intervenga una fuerza externa. El esquiador de la Figura 5-2 estaba estacionario hasta que la energía de la gravedad lo movió hacia abajo por la pendiente. Una vez en movimiento, aunque dejara la tierra, él seguiría en movimiento hasta que golpearse con algo o regresar a la superficie y detenerse.

Como se mencionó con anterioridad, en cualquier colisión, cuando el cuerpo de un paciente potencial está en movimiento, hay tres colisiones:

1. El vehículo del choque que golpea un objeto, en movimiento o estacionario
2. El paciente potencial que golpea el interior del vehículo, choca contra un objeto o se golpea por la energía de una explosión
3. Los órganos internos que interactúan con las paredes de los compartimentos del cuerpo o se desgarran de sus estructuras de soporte.

Un ejemplo es el de un ocupante del asiento delantero de un vehículo que no tiene puesto el cinturón de seguridad. Cuando el vehículo golpea un árbol y se detiene, el individuo sin sujeción continúa en movimiento, con la misma tasa de velocidad, hasta que golpea la columna de la dirección, el tablero y el parabrisas. El impacto con estos objetos detiene el movimiento hacia adelante del



Figura 5-2 Un esquiador está estacionario hasta que la energía de la gravedad lo mueve hacia abajo, por la pendiente. Una vez en movimiento, aunque deje la tierra, él seguiría en movimiento hasta que golpee algo o regrese a la superficie y se detenga.

Fuente: © technotr/StockPhoto.

torso o la cabeza, pero los órganos internos del ocupante continúan en movimiento hasta que golpean el interior de la pared torácica, la pared abdominal o el cráneo, lo que detiene su movimiento.

Así como lo describen la ley de la conservación de la energía y la segunda ley del movimiento de Newton, la energía no se crea ni se destruye, pero puede cambiar de forma. El movimiento de un vehículo es una forma de energía. Al encenderlo, la gasolina explota dentro de los cilindros del motor. Esta explosión mueve los pistones. El movimiento de los pistones se transfiere a un grupo de engranes hacia las llantas, las cuales están en contacto con el camino conforme ruedan y le dan movimiento al vehículo. Para detener el vehículo, la energía de su movimiento debe cambiar de forma, tal como el calor que se genera por la fricción de aplicar los frenos o golpear un objeto y deformar la defensa. Cuando un conductor frena, la energía del movimiento se convierte en el calor de la fricción (energía térmica) por las pastillas de los frenos contra los discos/tambores de los mismos y por las llantas contra el camino. Así, el vehículo desacelera.

La tercera ley del movimiento de Newton es quizá la más conocida de las tres leyes. Sostiene que para cada acción o fuerza existe una reacción igual y opuesta. Mientras caminamos, la tierra ejerce una fuerza contra nosotros, que es igual a la que aplicamos sobre la tierra. Aquellos que hayan disparado un rifle habrán sentido la tercera ley como el impacto de la "patada" del rifle en contra de su hombro.

De la misma manera en que la energía mecánica de un vehículo que choca contra una pared se disipa por la deformación de la estructura del marco u otras partes del vehículo (Figura 5-3), la energía del movimiento de los órganos y las estructuras dentro del cuerpo deben disiparse según estos órganos detienen su movimiento hacia adelante. Los mismos conceptos aplican al cuerpo humano cuando está estacionario y se pone en contacto e interactúa con un objeto en movimiento, como un cuchillo, una bala o un bate de béisbol.

La energía cinética está en función de la masa y velocidad del objeto. Aunque técnicamente no son lo mismo, el peso de la víctima



Figura 5-3 La energía se disipa al deformar el chasis del vehículo.

Fuente: © Peter Seyfferth/image/age fotostock.

se usa para representar su masa. De la misma manera, la rapidez se emplea para representar la velocidad (la cual es rapidez y dirección). La relación entre el peso y la rapidez afectan la energía cinética de la siguiente manera:

Energía cinética = la mitad de la masa multiplicada por la velocidad al cuadrado

$$EC = 1/2mv^2$$

Así, pues, la energía cinética involucrada cuando una persona de 68 kg (150 libras) viaja a 48 km/hora (30 millas por hora) se calcula de la siguiente manera:

$$EC = 150/2 \times 30^2 = 67\,500 \text{ unidades}$$

Para el propósito de este análisis, no se empleó una unidad de medición física específica (p. ej., metros-kilogramo, joules). Las unidades se utilizan simplemente para ilustrar cómo esta fórmula afecta el cambio en la cantidad de energía. Como se vio, una persona de 68 kg (150 libras) que viaja a 48 km/hora (30 millas por hora) tendría 67 500 unidades de energía que tendría que convertir en otra forma cuando se detuviera. Ese cambio adquiere la forma de daño al vehículo y lesiones en la persona que está en su interior, a menos que la disipación de la energía pueda tomar una forma menos dañina, como en el cinturón de seguridad o en una bolsa de aire.

¿Qué factor en la fórmula, sin embargo, tiene el mayor efecto sobre la cantidad de energía cinética producida: la masa o la velocidad? Considere añadir 4.5 kg (10 libras) a la persona que viaja a 48 km/hora (30 millas por hora) del ejemplo anterior, lo que hace que la masa sea de 73 kg (160 libras):

$$EC = 160/2 \times 30^2 = 72\,000 \text{ unidades}$$

Este aumento de 4.5 kg (10 libras) dio como resultado un incremento de 4500 unidades de energía cinética. Regresando al ejemplo

inicial de una persona de 68 kg (150 libras), veamos cómo el incremento de la velocidad en 16 km/hora (10 millas por hora) afecta la energía cinética:

$$EC = 150/2 \times 40^2 = 120\,000 \text{ unidades}$$

El aumento de la velocidad dio como resultado un incremento en la energía cinética de 52 500 unidades.

Estos cálculos demuestran que al aumentar la velocidad (rapidez), se incrementa la energía cinética mucho más que al aumentar la masa. Ocurrirá un intercambio de energía mucho mayor (y, por lo tanto, se producirán mayores daños al vehículo o al ocupante o a ambos) en un choque a alta velocidad en comparación con uno a baja velocidad. La velocidad es exponencial y la masa es lineal; esto es crítico incluso cuando hay una gran disparidad entre dos objetos.

En la anticipación de las lesiones ocurridas durante un choque a alta velocidad, es útil tener en mente que la fuerza involucrada al inicio del evento es igual a la fuerza transferida o disipada al final de ese evento.

$$\text{Masa} \times \text{aceleración} = \text{fuerza} = \text{masa} \times \text{desaceleración}$$

Para hacer que se mueva un objeto, se requiere fuerza (energía). También esta fuerza (energía) es necesaria para crear una velocidad específica. La velocidad impartida depende del peso (masa) de la estructura. Una vez que se pasa la energía a la estructura y se le pone en movimiento, el movimiento permanecerá hasta que la energía sea cedida (primera ley del movimiento de Newton). Esta pérdida de energía pondrá en movimiento otros componentes (partículas de tejido) o se perderá en forma de calor (disipada en los discos de los frenos de las llantas). Un ejemplo de este proceso es el trauma relacionado con armas de fuego. En la cámara de una pistola se encuentra un cartucho de pólvora. Si se enciende esta pólvora, se quemará con rapidez, y creará la energía para empujar la bala hacia fuera del cañón a una gran velocidad. Esta velocidad es equivalente al peso de la bala y a la cantidad de energía que se produce al quemarse la pólvora o fuerza. Para reducir la velocidad (primera ley del movimiento de Newton), la bala debe ceder su energía a la estructura que golpea. Esto producirá una explosión en el tejido que es igual a la explosión que ocurrió en la cámara de la pistola, cuando se le dio la velocidad inicial a la bala. El mismo fenómeno se presenta en el automóvil en movimiento, un paciente que cae de un edificio o la explosión de un dispositivo explosivo improvisado.

Otro factor importante en un choque es la **distancia de frenado**. Cuanto menor sea la distancia de frenado y más rápida la tasa de ese frenado, mayor será la energía que se transfiere al ocupante y habrá mayor daño o lesión para el paciente. Un vehículo que choca y golpea una pared de ladrillos *versus* otro que se detiene usando los frenos disipan la misma cantidad de energía, sólo que de diferente manera. La tasa del intercambio de energía (dentro del cuerpo del vehículo o dentro de los discos de frenado) es diferente y se presenta a una distancia y tiempo diferentes. En el primer ejemplo, la energía se absorbe en una distancia muy corta y un tiempo muy breve al deformarse la estructura del vehículo. En el segundo caso, la energía se absorbe a una distancia y en un tiempo

mayores por el calor de los frenos. El movimiento hacia adelante del ocupante del vehículo (energía) es absorbido en el primer ejemplo por la lesión de los tejidos blandos y huesos del ocupante. En el segundo caso, la energía se disipa, junto con la energía del vehículo, en los frenos.

Esta relación inversa entre la distancia de frenado y la lesión también aplica a las caídas. Una persona tiene una mejor probabilidad de sobrevivir una caída si aterriza sobre una superficie compresible, como una capa de nieve profunda. La misma caída, pero que termine en una superficie dura, como el concreto, puede producir lesiones más graves. El material compresible (como la nieve) aumenta la distancia de frenado y absorbe por lo menos un poco de la energía, en lugar de que el cuerpo absorba toda la energía. Como resultado, la lesión y el daño al cuerpo son menores. Este principio también aplica a otros tipos de choques. Además, un conductor sin cinturón de seguridad tendrá lesiones más graves que un conductor con sujeción. El sistema de sujeción, en lugar del cuerpo, absorberá una porción significativa de la transferencia de energía.

Por lo tanto, una vez que un objeto está en movimiento y tiene energía en la forma de movimiento, para que éste termine en reposo total, el objeto debe perder energía convirtiéndola en otra forma de energía o transfiriéndola a otro objeto. Por ejemplo, si un vehículo golpea a un peatón, éste es lanzado lejos del vehículo (Figura 5-4). Aunque el impacto lo alenta en cierta medida, la fuerza mayor del vehículo imparte una mayor aceleración al peatón, cuyo peso es más ligero, que la que pierde en velocidad debido a la diferencia de masas entre los dos. Las partes más blandas del cuerpo del peatón *versus* la mayor dureza de las partes del vehículo también significan mayor daño al peatón que al vehículo.



Figura 5-4 El intercambio de energía de un vehículo en movimiento a un peatón aplasta los tejidos y le imparte velocidad y energía al peatón, de modo que la víctima queda alejada del punto del impacto. La lesión del paciente puede ocurrir como peatón que es golpeado por el vehículo y como peatón que es lanzado hacia la tierra o hacia otro vehículo.

Intercambio de energía entre un objeto sólido y el cuerpo humano

Cuando el cuerpo humano colisiona contra un objeto sólido, o viceversa, el número de partículas de los tejidos corporales que resultan impactados por el objeto sólido determinan la cantidad de intercambio de energía que tiene lugar. Esta transferencia de energía determina la cantidad de daño (lesión) que le ocurre al paciente. El número de partículas del tejido afectadas está determinado por: (1) la densidad (partículas por volumen) del tejido y (2) el tamaño del área de contacto del impacto.

Densidad

Cuanto más denso es un tejido (medido en partículas por volumen), mayor será el número de partículas que serán golpeadas por un objeto en movimiento y, por lo tanto, mayor será la tasa y la cantidad total de intercambio de energía. Golpear una almohada de plumas con el puño y golpear a la misma velocidad una pared de ladrillos producirá diferentes efectos en la mano. El puño absorbe más energía al chocar con la pared densa de ladrillos que con la almohada de plumas menos densa (Figura 5-5).

En términos simples, el cuerpo tiene tres diferentes tipos de densidad en los tejidos: **densidad aire** (la mayor parte de los pulmones y algunas porciones del intestino), **densidad agua** (músculo y la mayoría de los órganos sólidos, p. ej. hígado y bazo)

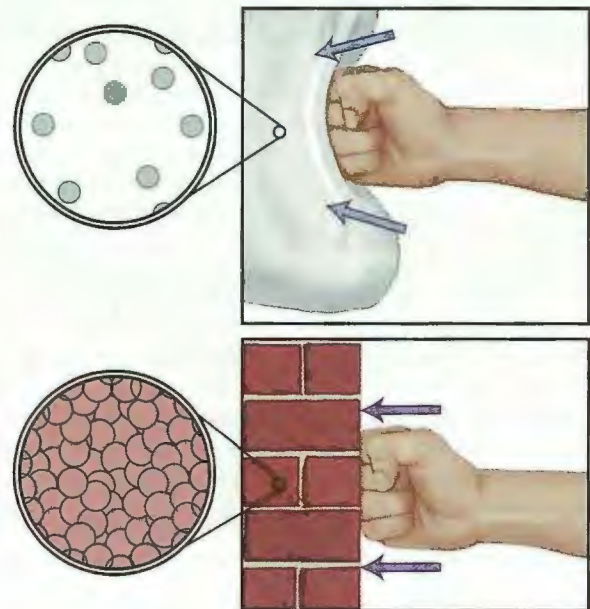


Figura 5-5 El puño absorbe más energía al golpear un muro de ladrillos que al golpear una almohada de plumas, que es menos densa y que disipa la fuerza.

y **densidad sólida** (hueso). Por lo tanto, la cantidad de intercambio de energía (con lesión resultante) dependerá de qué tipo de órgano sea impactado.

Área de contacto

Cuando se saca una mano extendida por la ventanilla de un vehículo en movimiento, el viento ejerce una presión sobre la mano. Cuando la palma de la mano está horizontal y paralela a la dirección del flujo a través del viento, se ejerce cierta presión hacia atrás en el frente de la mano (dedos) conforme las partículas del aire chocan con la mano. Si se gira la mano 90 grados en posición vertical pone una mayor área de superficie contra el viento; así, las partículas de aire hacen contacto con la mano, y aumenta la cantidad de fuerza sobre ésta.

Para los eventos traumáticos, la energía impartida y el daño resultante se modifican mediante cualquier cambio en el tamaño del área superficial del impacto. Ejemplos de este efecto en el cuerpo humano incluyen el frente de un automóvil, el bate de béisbol o la bala de un rifle. La superficie frontal del automóvil entra en contacto con una porción grande de la víctima. Un bate de béisbol pone en contacto una superficie más pequeña y una bala contacta un área muy pequeña. La cantidad del intercambio de energía que produciría una lesión al paciente depende de la energía del objeto y la densidad del tejido en la trayectoria del intercambio de energía.

Si todo el impacto de energía está en un área pequeña y esta fuerza excede la resistencia de la piel, el objeto es forzado a través de la piel. Considere la diferencia entre golpear una tabla de madera con un martillo y golpear la cabeza de un clavo contra la superficie de la misma tabla con el mismo martillo. Cuando golpea la tabla con el martillo, la fuerza de la herramienta al golpear la tabla se disemina a lo largo de la superficie de la misma y a toda la cabeza del martillo, lo que limita la penetración y crea sólo una aboyadura. En contraste, golpear la cabeza del clavo con el martillo empleando la misma cantidad de fuerza impulsa al clavo dentro de la madera, puesto que toda esa fuerza se aplica sobre un área muy pequeña. Si se disemina la fuerza sobre una área más grande y no se penetra la piel (como el martillo que golpea la tabla), entonces se ajusta a la definición de **trauma contuso**. Si la fuerza es aplicada sobre un área pequeña, el objeto puede penetrar la piel y los tejidos debajo de ella (como el martillo que impulsa el clavo a través de la tabla), lo cual se ajusta a la definición de **trauma penetrante**. En cualquier caso, se crea una cavidad en el paciente por la fuerza del impacto del objeto.

Incluso con un objeto como una bala, el área de superficie de impacto puede ser diferente, con base en factores como el tamaño de la bala, su movimiento dentro del cuerpo humano, deformación ("hongo") y fragmentación. Estos factores se analizan más adelante en este capítulo.

Cavitación

Las mecánicas básicas del intercambio de energía son relativamente simples. El impacto en las partículas de un tejido acelera dichas

partículas lejos del punto del impacto. Estos tejidos entonces se ponen en movimiento y chocan contra otras partículas de tejido, de modo tal que se produce un efecto "dominó". De igual manera, cuando un objeto sólido golpea el cuerpo humano o cuando éste se encuentra en movimiento y golpea un objeto inmóvil, las partículas del tejido del cuerpo humano son sacadas de su posición normal, lo que crea un hoyo o cavidad. Este proceso recibe el nombre de **cavitación**. Un juego común que brinda un efecto visual de cavitación es el billar.

La bola blanca es impulsada a lo largo de la mesa de billar por la fuerza de los músculos del brazo y choca con las bolas organizadas en el otro extremo de la mesa. La energía del brazo hacia la bola blanca se transfiere entonces a cada una de las bolas organizadas (Figura 5-6). La bola blanca cede su energía a las otras bolas, las cuales empiezan a moverse, mientras que la bola blanca, que ha perdido su energía, reduce su velocidad o incluso se detiene. Las otras bolas toman esta energía como movimiento y se desplazan lejos del punto del impacto. Se crea una cavidad en donde estuvieron las bolas organizadas. El mismo intercambio de energía se presenta cuando una bola de boliche rueda por la línea hasta golpear el conjunto de pines del otro lado. El resultado de este intercambio de energía es una cavidad. Este tipo de intercambio de energía se presenta tanto en el trauma contuso como en el penetrante.

Se crean dos tipos de cavidades:

- Una *cavidad temporal* se origina por el estiramiento de los tejidos al momento del impacto. Debido a las propiedades elásticas de los tejidos del cuerpo, parte o todo el contenido de la cavidad temporal regresa a su posición previa. El tamaño, la forma y las porciones de la cavidad que se convierten en parte del daño permanente depende del tipo de tejido, la elasticidad de éste y qué tanto rebote haya tenido el tejido. La extensión de esta cavidad por lo general no es visible cuando el proveedor de atención prehospitalaria o el proveedor hospitalario examinan al paciente, incluso segundos después del impacto.
- Una *cavidad permanente* queda después del colapso de la cavidad temporal, y constituye la parte visible de la destrucción tisular. Además, se produce una cavidad por choque por el impacto directo del objeto contra el tejido. Estas dos cavidades se pueden ver al examinar al paciente⁶ (Figura 5-7).

El tamaño de la cavidad temporal que queda como cavidad permanente se relaciona con la elasticidad (capacidad de estirarse) de los tejidos involucrados. Por ejemplo, golpear con fuerza un bate contra un barril de acero deja una muesca o cavidad, en su costado. Golpear con ese mismo bate con la misma fuerza contra una masa de hule espuma de igual tamaño y forma no dejaría ninguna muesca una vez que se quita el bate (Figura 5-8). La diferencia es la **elasticidad**; el hule espuma es más elástico que el barril de acero. El cuerpo humano se parece más al hule espuma que al barril de acero. Si una persona golpea con su puño el abdomen de otra, sentirá cómo se introduce el puño. Sin embargo, cuando la persona retira el puño, no se observa ninguna muesca. De igual manera un bate de béisbol que golpea contra la pared torácica no dejará ninguna

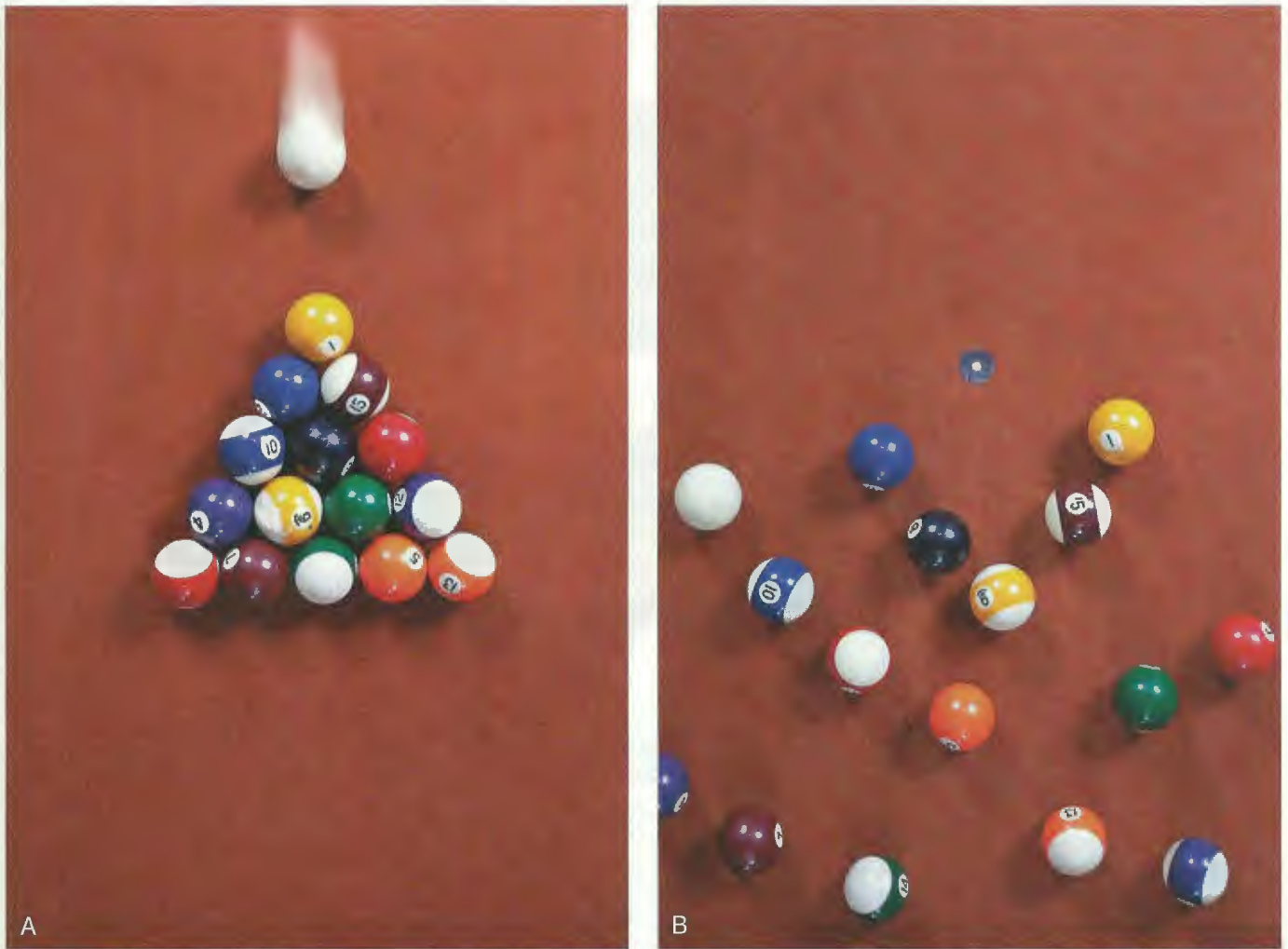


Figura 5-6 A. La energía de una bola blanca se transfiere al resto de las bolas. B. El intercambio de energía impulsa y aleja al resto de las bolas para crear una cavidad.

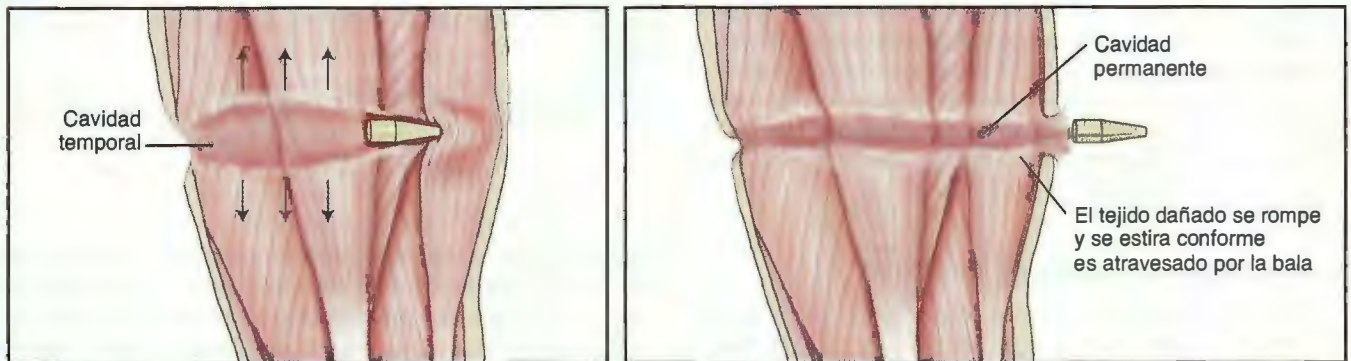


Figura 5-7 El daño al tejido es mayor que la cavidad permanente que deja la lesión causada por un misil. Cuanto más pesado y rápido sea el misil, más grande será la cavidad temporal y mayor será la zona de tejido lesionado.

cavidad notoria en ésta, pero producirá lesiones, tanto por contacto directo como por la cavidad creada por el intercambio de energía. La historia del incidente y su interpretación brinda la información

necesaria para determinar el tamaño potencial de la cavidad temporal al momento del impacto. Los órganos o estructuras afectadas predicen las lesiones.



Figura 5-8 A. Al golpear un barril de acero con un bate de béisbol se deja una abolladura o una cavidad en su interior. B. Al golpear a una persona con un bate de béisbol usualmente no deja una cavidad visible, debido a que la elasticidad del tronco hace que el cuerpo regrese a su forma normal, aun cuando se haya producido un daño.

Cuando se jala el gatillo de un arma de fuego cargada, el percutor golpea la cápsula y se produce una explosión en el cartucho. La energía creada por esta explosión se aplica a la bala, la cual se acelera hacia la bocacha de la pistola. La bala ahora tiene energía o fuerza (aceleración \times masa = fuerza). Una vez que se imparte esa fuerza, la bala no reduce la velocidad hasta que una fuerza externa actúa sobre ella (primera ley del movimiento de Newton). A fin de que la bala se detenga dentro del cuerpo humano, debe ocurrir una explosión dentro de los tejidos que sea equivalente a la explosión en el arma (aceleración \times masa = fuerza = masa \times desaceleración) (Figura 5-9). Esta explosión es el resultado del intercambio de energía que acelera las partículas del tejido y las mueve fuera de su posición, creando así una cavidad.

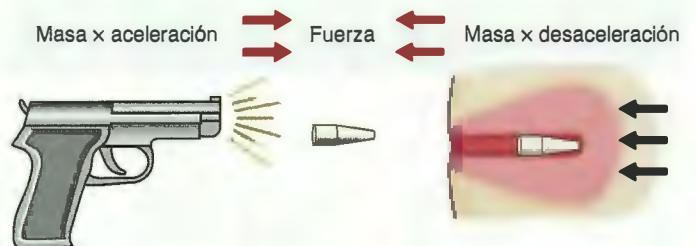


Figura 5-9 Cuando una bala atraviesa el tejido, su energía cinética se transfiere al tejido con el que entra en contacto, y lo acelera lejos de la bala.

Trauma contuso y trauma penetrante

El trauma por lo general se clasifica en contuso o penetrante. Sin embargo, el intercambio de energía y las lesiones que se producen son similares en ambos tipos de trauma. En ambos se produce cavitación; sólo el tipo y la dirección son diferentes. La única diferencia real es la penetración de la piel. Si la energía entera de un objeto se concentra en una pequeña área de la piel, es probable que la piel se desgarre y el objeto entre al cuerpo y cree un intercambio de energía más concentrado a lo largo de su trayectoria. Esto puede dar como resultado un poder destructivo mayor en un área. Un

objeto más grande cuya energía se dispersa sobre un área de piel mucho más grande podría no penetrar la piel. La lesión se distribuiría en un área más grande del cuerpo y el patrón de lesión sería menos localizado. Un ejemplo sería la diferencia entre el impacto de una camioneta grande contra un peatón (Figura 5-10) versus el impacto de una bala.

La cavitación en el trauma contuso suele ser sólo una cavidad temporal y se dirige lejos del punto de impacto. El trauma penetrante ocasiona tanto una cavidad temporal y como una permanente. La cavidad temporal que se crea se dispersa lejos de la trayectoria del misil en dirección tanto frontal como lateral.

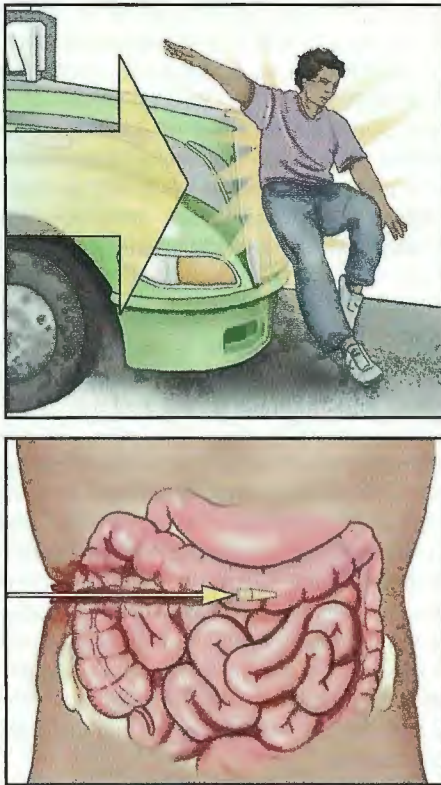


Figura 5-10 La fuerza de la colisión de un vehículo con una persona por lo general se distribuye en un área grande, mientras que la fuerza de la colisión entre una bala y una persona se localiza en un área muy pequeña y tiene como resultado la penetración del cuerpo y las estructuras subyacentes.

Trauma contuso

Principios mecánicos

Esta sección se divide en dos partes principales. Primero se analizan los efectos mecánicos y estructurales del vehículo en un choque, y después los efectos internos en los órganos y las estructuras del cuerpo. Ambos son importantes y se deben entender bien para evaluar de manera apropiada al paciente traumatizado y las posibles lesiones que existen después del choque.

Las observaciones en la escena de las probables circunstancias que llevaron al choque que ocasionó un trauma contuso proporcionan claves sobre la gravedad de las lesiones y los posibles órganos involucrados. Los factores por evaluar son: (1) dirección del impacto, (2) daño externo al vehículo (tipo y gravedad) y (3) lesión interna (p. ej., invasión al compartimento del ocupante, columna de la dirección o manubrio doblado, rotura en forma de diana o en forma de ojo de buey en el parabrisas, daño en el espejo, impactos del tablero con las rodillas).

En el trauma contuso, se involucran dos fuerzas en el impacto: de desgarramiento y **compresión**, las dos pueden producir una cavitación. El **desgarro** es el resultado de que un órgano o estructura (o parte de un órgano o estructura) cambie de velocidad más rápido que otro órgano o estructura (o parte de un órgano o estructura). Esta diferencia en aceleración (o desaceleración) causa que las

partes se separen y se desgarran. Un ejemplo clásico de la fuerza de desgarramiento es la rotura de la aorta torácica. La aorta ascendente y el arco aórtico están sostenidos libremente dentro del mediastino, mientras que la aorta descendente está unida de manera fuerte a la columna vertebral. En un incidente de desaceleración repentina, la aorta ascendente y el arco aórticos continúan moviéndose mientras que la aorta descendente se mantiene en ese lugar, lo que da como resultado el corte y la rotura de la aorta (véase la Figura 5-14).

La **compresión** es el resultado de que un órgano o estructura (o parte de ellos) sea presionado en forma directa entre otros órganos o estructuras. Un ejemplo común de compresión es el intestino que es comprimido entre la columna vertebral y el interior de la pared anterior abdominal en un paciente que utiliza sólo de manera parcial el cinturón de seguridad (véase la Figura 5-29). Se puede producir una lesión por cualquier tipo de impacto, como en los choques de vehículos de motor (vehículos o motocicletas), colisión de un vehículo contra un peatón, caídas, lesiones deportivas o lesiones por explosión. Todos estos mecanismos se estudian por separado, seguidos de los resultados del intercambio de energía sobre la anatomía específica en cada una de las partes del cuerpo.

Como se analizó con anterioridad en este capítulo, ocurren tres colisiones en el trauma contuso. La primera es la colisión entre el vehículo y otro objeto. La segunda se presenta cuando el ocupante golpea el interior del compartimento de pasajeros del vehículo, golpea la tierra al final de la caída o es golpeado por la fuerza que genera una explosión. La tercera colisión ocurre cuando las estructuras internas dentro de las diversas regiones del cuerpo (cabeza, tórax, abdomen, etc.) golpean la pared de esa región o son desgarradas (fuerza de desgarramiento) de su medio de fijación a este compartimento. La primera de estas colisiones se analizará en relación con vehículos de motor, caídas y explosiones. Las otras dos se discutirán en las regiones específicas involucradas.

Colisión por vehículos automotores

Se suscitan muchas formas de trauma contuso, pero las colisiones por vehículos automotores (incluyendo los choques con motocicleta) son los más comunes.⁶ En 2011, 32367 personas murieron y un estimado de 2.2 millones más resultaron lesionadas en este tipo de accidentes en Estados Unidos. Mientras que la mayoría de las muertes correspondió a los ocupantes de los vehículos, más de 5000 fueron peatones, ciclistas y otros no ocupantes.¹

Los choques con vehículos de motor se pueden dividir en los siguientes cinco tipos:

1. Impacto frontal
2. Impacto trasero
3. Impacto lateral
4. Impacto rotacional
5. Volcadura⁷

Aunque cada patrón tiene sus variantes, la identificación precisa de los cinco patrones proporcionará conocimientos para otros tipos similares de choques.

Un método para estimar el potencial de la lesión del ocupante es echar un vistazo al vehículo y determinar cuál de los cinco tipos

de colisiones ocurrió, la energía transferida involucrada y la dirección del impacto. El ocupante recibe el mismo tipo de fuerza que el vehículo desde la misma dirección que éste, y es posible predecir las lesiones potenciales.⁷ Sin embargo, la cantidad de fuerza intercambiada con el ocupante de alguna manera puede haber sido reducida, debido a la absorción de la energía por parte del vehículo.

Impacto frontal

En la Figura 5-11, por ejemplo, el vehículo golpea un poste justo en el centro del automóvil. El punto de impacto detiene su movimiento hacia delante, pero el resto del vehículo continúa hacia delante hasta que la energía se absorba por la deformación del automóvil. El mismo tipo de movimiento sucede con el conductor, lo que origina lesiones. La columna estable del volante es golpeada por el tórax, quizá en el centro del esternón. Así como el automóvil continúa su movimiento hacia delante, deformando de manera significativa el frente del vehículo, también lo hace el pecho del conductor. Al detener el esternón su movimiento hacia delante contra el tablero, la pared torácica posterior continúa su movimiento hasta que la energía es absorbida por la deformación y la posible fractura de las costillas. Este proceso también produce aplastamiento del corazón y los pulmones entre el esternón y la columna vertebral y la pared torácica posterior.

La cantidad de daño al vehículo indica la velocidad aproximada de éste al momento del impacto. Cuanto mayor sea la invasión al cuerpo del vehículo, mayor será la velocidad al momento del impacto. Cuanto mayor sea la velocidad del vehículo, mayor será el intercambio de energía y habrá más probabilidad de que los ocupantes resulten lesionados.



Figura 5-11 Cuando un vehículo se impacta contra un poste de luz, el frente del automóvil se detiene pero la parte trasera del vehículo continúa su movimiento hacia delante, lo que produce la deformación del vehículo.
Fuente: © Jack Dagley Photography/Shutterstock, Inc.

Aunque el vehículo detiene súbitamente su movimiento hacia delante en un impacto frontal, el ocupante continúa moviéndose y seguirá uno de dos posibles trayectorias: hacia arriba y por encima o hacia abajo y por debajo.

El uso del cinturón de seguridad y el despliegue de una bolsa de aire o el sistema de sujeción absorberán algo o la mayor parte de la energía, lo que aminorará la lesión a la víctima. Para fines de claridad y simplicidad del análisis, en estos ejemplos se asumirá que el ocupante no cuenta con medios de sujeción.

Trayectoria hacia arriba y por encima

En esta secuencia, el movimiento hacia delante continúa hacia arriba y sobre el volante (Figura 5-12). La cabeza suele ser la parte que golpea primero el parabrisas o el marco del parabrisas o el techo. Así, la cabeza detiene su movimiento hacia delante. El tronco continúa su movimiento hasta que la energía/fuerza es absorbida a lo largo de la columna vertebral. La columna cervical es el segmento menos protegido de la columna. Entonces, el tórax o el abdomen colisionan con la columna de la dirección (el volante), dependiendo de la posición del tronco. El impacto del tórax contra el volante produce lesiones a la caja torácica, cardíacas, pulmonares y de la aorta (Véase la sección Efectos regionales del trauma contuso). El impacto del abdomen contra la columna del volante puede comprimir y aplastar los órganos sólidos, produciendo con ello lesiones por sobrepresión (sobre todo al diafragma) y rotura de las órganos huecos.

Los riñones, el bazo y el hígado son sometidos a lesiones por desgarramiento conforme el abdomen golpea la columna del volante y se detiene en forma abrupta. Un órgano se puede desgarrar



Figura 5-12 La configuración del asiento y la posición del ocupante pueden dirigir la fuerza inicial contra el tronco superior, con la cabeza como puntero.

de sus tejidos de sujeción y soporte anatómicos normales (Figura 5-13). Por ejemplo, el movimiento que continúa hacia delante de los riñones después de que la columna vertebral se ha detenido produce un desgarro a lo largo de la sujeción de los órganos y su suministro sanguíneo. La aorta y la vena cava se encuentran estrechamente ligados a la pared abdominal posterior y la columna vertebral. La continuación del movimiento hacia delante por parte de los riñones puede estirar los vasos renales a tal punto que se rompen. Una acción similar puede desgarrar la aorta en el tórax ya que el arco sin sujeción se encuentra fuertemente adherido a la aorta descendente (Figura 5-14).

Trayectoria hacia abajo y por debajo

En una trayectoria hacia abajo y por debajo el ocupante se mueve hacia adelante, por debajo y fuera del asiento hacia el tablero (Figura 5-15). La importancia de entender la cinemática se ilustra por las lesiones producidas por la extremidad inferior en esta vía. Debido a que muchas de las lesiones son difíciles de identificar, es muy importante entender el mecanismo de la lesión.

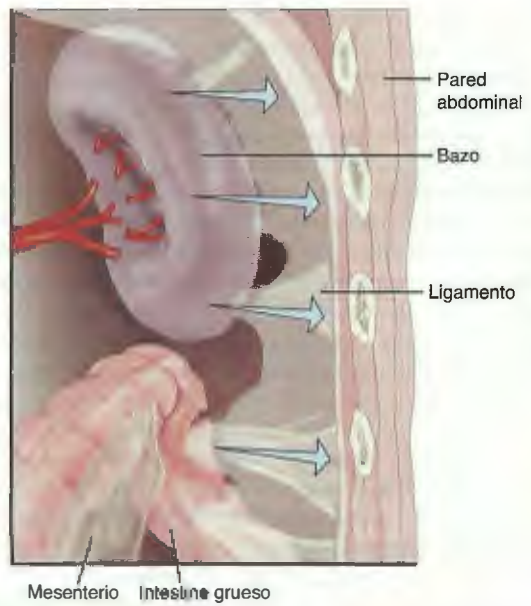


Figura 5-13 Los órganos se pueden desgarrar de su punto de fijación a la pared abdominal. El bazo, el riñón y el intestino delgado son particularmente susceptibles a estos tipos de fuerzas de desgarro.

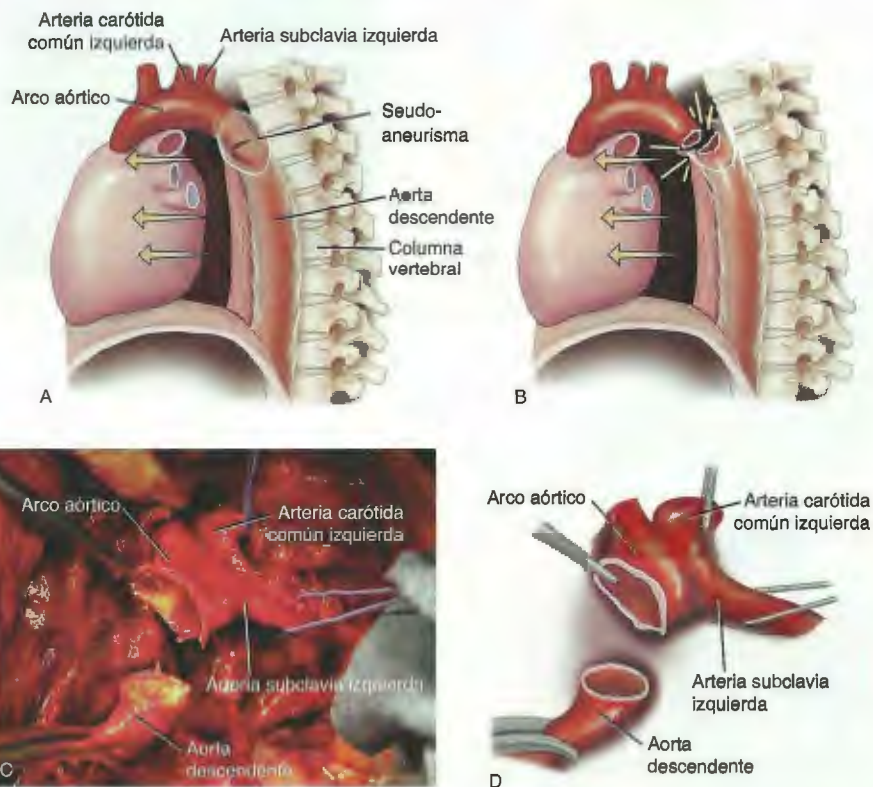


Figura 5-14 **A.** La aorta descendente es una estructura fija que se mueve junto con la columna torácica. El arco, la aorta y el corazón se mueven de forma libre. La aceleración del tronco en una colisión con impacto lateral o una desaceleración rápida del tronco en una colisión con impacto frontal ocasiona una tasa de movimiento diferente entre el complejo del arco aórtico-corazón y la aorta descendente. Este movimiento puede resultar en un desgarramiento de la capa interna de la aorta que se contiene por la capa más externa, lo que produce un pseudoaneurisma. **B.** Los desgarramientos en la unión del arco aórtico con la aorta descendente también pueden dar como resultado una rotura completa, lo que lleva a una exanguinación inmediata en el tórax. **C.** y **D.** Fotografía operatoria y dibujo de un desgarro aórtico traumático.

Fuente: C., D. Courtesy Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

El pie, si se encuentra plantado en el panel del piso o en el pedal de freno con una rodilla estirada, se puede torcer conforme el movimiento del tronco sigue y angula y fractura la articulación del tobillo. Sin embargo, es más común que las rodillas ya estén dobladas y que la fuerza no se dirija contra el tobillo. Por lo tanto, las rodillas golpean el tablero.

La rodilla tiene dos puntos de posible impacto contra el tablero: la tibia y el fémur (Figura 5-16A). Si la tibia golpea el tablero y se detiene primero, el fémur continúa en movimiento y la sobrepasa. El resultado puede ser una rodilla luxada con rotura de ligamentos, tendones y otras estructuras de soporte. Debido a que la arteria poplítea yace cerca de la articulación de la rodilla, la luxación de la articulación a menudo se asocia con la lesión de este vaso. La arteria se puede romper por completo o se puede dañar sólo la capa de revestimiento (*íntima*) (Figura 5-16B). En cualquier caso, se forma un coágulo de sangre en el vaso lesionado, lo que ocasiona la reducción significativa del flujo sanguíneo hacia los tejidos de la pierna por debajo de la rodilla. El reconocimiento temprano de las lesiones de las rodillas y de posibles lesiones vasculares alertará a los médicos sobre la necesidad de evaluar el vaso en esta área.

La identificación y tratamiento tempranos de una lesión de la arteria poplítea disminuye de manera significativa las complicaciones de la isquemia distal del miembro (falta de flujo sanguíneo y oxígeno). Es necesario restablecer la perfusión a estos tejidos en las siguientes 6 horas. Pueden ocurrir retrasos debido a que el proveedor de atención prehospitalaria no haya considerado la cinemática de la lesión o haya pasado por alto claves importantes durante la evaluación del paciente.

Aunque la mayoría de estos pacientes muestran evidencia de lesión en la rodilla, una marca en el tablero en donde se impactó la rodilla es un indicador clave de que una cantidad importante de energía se concentró en esta articulación y las estructuras adyacentes (Figura 5-17). Se requiere mayor investigación en el hospital para descartar las posibles lesiones.

Cuando el fémur es el punto de impacto, la energía se absorbe en el diáfisis del hueso, el cual se puede romper (Figura 5-18). La continuación del movimiento de la pelvis hacia el fémur que permanece

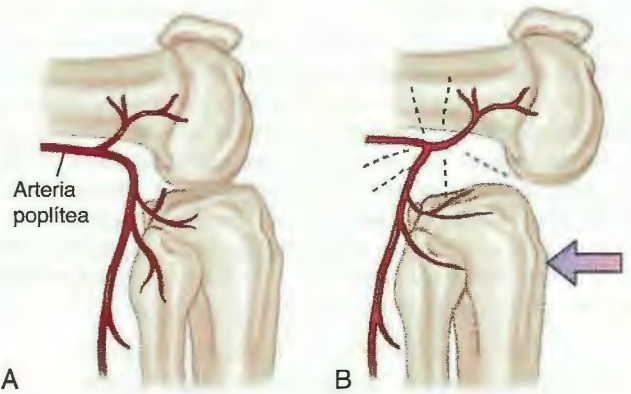


Figura 5-16 A. La rodilla tiene dos posibles puntos de impacto en un choque de vehículo de motor: la tibia y el fémur. B. La arteria poplítea yace próxima a la articulación, cerca del fémur por arriba y la tibia por debajo. La separación de estos dos huesos, estira, tuerce y desgarr a la arteria.



Figura 5-17 El punto de impacto de la rodilla en el tablero indica tanto una trayectoria hacia abajo y por debajo como una absorción importante de energía por la extremidad inferior.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

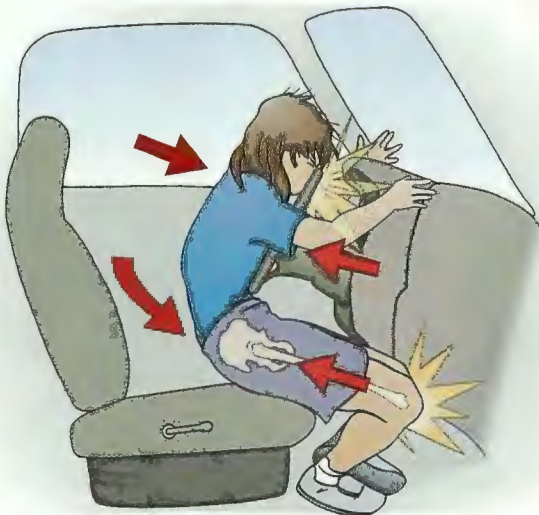


Figura 5-15 El ocupante y el vehículo viajan juntos hacia adelante. El vehículo se detiene y el ocupante sin sujeción continúa su movimiento hacia adelante hasta que algo lo detiene.



Figura 5-18 Cuando el fémur es el punto de impacto, la energía se absorbe en la diáfisis del hueso, la cual se puede romper.

intacto puede sobrepasar la cabeza femoral y provocar una luxación posterior de la articulación acetabular (Figura 5-19).

Después de que las rodillas y piernas detienen su movimiento hacia delante, la parte superior del cuerpo se inclina hacia delante en dirección al volante o el tablero. El ocupante sin sujeción puede presentar entonces muchas de las lesiones descritas para la trayectoria hacia arriba y por encima.

Reconocer estas posibles lesiones y proporcionar esta información a los médicos en el servicio de urgencias puede generar beneficios a largo plazo para el paciente.

Impacto trasero

Las colisiones con impacto trasero se presentan cuando un vehículo con movimiento más lento o detenido es golpeado por detrás por un vehículo que se mueve a una mayor velocidad. Para entender esto más fácilmente, el vehículo que se mueve con mayor velocidad recibe el nombre de "vehículo bala" y el objeto más lento o parado el de "vehículo objetivo o blanco". En este tipo de colisiones la energía del vehículo bala al momento del impacto se convierte en la aceleración del vehículo objetivo y provoca daños en ambos vehículos. Cuanto mayor sea la diferencia en el impulso de los dos vehículos, mayor será la fuerza del impacto inicial y mayor la energía disponible para ocasionar daños y aceleración.

Durante una colisión con impacto trasero, el vehículo objetivo al frente es acelerado hacia delante. Todo aquello que esté fijo a la estructura del vehículo también se moverá hacia delante con la misma velocidad. Esto incluye los asientos en los cuales están los ocupantes. Los objetos que no se estén fijos al vehículo, incluyendo los ocupantes, iniciarán el movimiento hacia delante sólo después de que algo en contacto con la estructura del vehículo inicie la transmisión de la energía del movimiento hacia ellos. A manera de ejemplo, el tronco es acelerado por el respaldo del asiento después de que parte de la energía ha sido absorbida por los resortes de los asientos.

Si el cabezal se encuentra en una posición inadecuada por debajo y detrás del occipucio de la cabeza, la cabeza comenzará su

movimiento después del tronco, lo que causará la hiperextensión del cuello. El estiramiento y desgarramiento de los ligamentos y otras estructuras de soporte, en especial en la parte anterior del cuello, puede producir lesiones (Figura 5-20A).

Si el cabezal se encuentra en una posición apropiada, la cabeza se mueve aproximadamente al mismo tiempo que el tronco sin que haya hiperextensión (Figura 5-20B y 5-21). Si el vehículo objetivo puede moverse hacia delante sin ninguna interferencia y disminuir la velocidad hasta detenerse, es probable que el ocupante no tenga una lesión importante, porque la mayor parte del movimiento del cuerpo es soportada por el asiento, de manera similar al lanzamiento a órbita de un astronauta.

Sin embargo, si el vehículo choca contra otro vehículo u objeto o si el conductor presiona los frenos y se detiene de manera abrupta, los ocupantes continuarán moviéndose hacia delante, siguiendo las características de un patrón de colisión con impacto frontal. Entonces, la colisión incluye dos impactos, trasero y frontal. El doble impacto aumenta la probabilidad de lesión.

Impacto lateral

Los mecanismos de un impacto lateral entran en escena cuando el vehículo se involucra en una colisión en un cruce (en "T") o cuando se derrapa en el camino y golpea un poste, un árbol o algún otro obstáculo que esté al lado del camino. Si la colisión sucede en un cruce, el vehículo objetivo es acelerado desde el impacto en una dirección que se aleja de la fuerza generada por

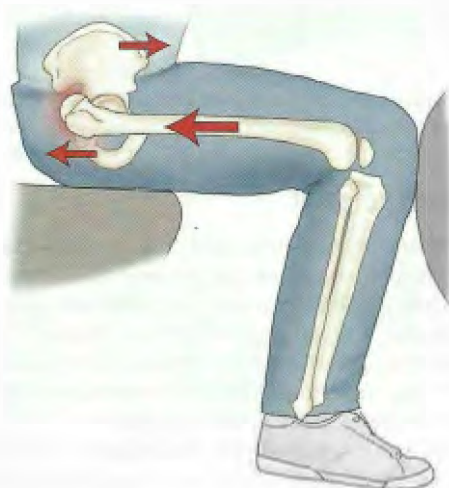


Figura 5-19 La continuación del movimiento de la pelvis hacia delante del fémur puede sobrepasar a la cabeza del fémur, lo que produce una luxación posterior del fémur en la articulación acetabular.

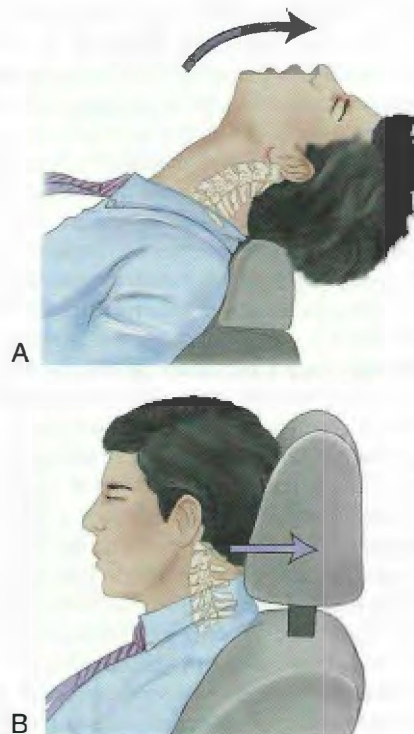


Figura 5-20 **A.** Una colisión con un impacto trasero fuerza al tronco hacia delante. Si el cabezal está en mala posición, la cabeza tendrá una hiperextensión por encima del cabezal. **B.** Si éste se encuentra arriba, la cabeza se mueve junto con el tronco y se evita la lesión del cuello.

Figura 5-21 Cabezales

Si se demuestra que el cabezal de la víctima no estaba en una posición apropiada cuando ocurrió la lesión del cuello, algunos jueces pueden considerar disminuir la responsabilidad de la parte acusada del choque, con base en que la negligencia de la víctima contribuyó a las lesiones (negligencia contribuyente). Se han considerado medidas similares en casos en los que no se utilizaron cinturones de seguridad. Los adultos mayores tienen una frecuencia elevada de lesiones de cuello, incluso con el uso adecuado del cabezal.⁸

el vehículo bala. El lado del vehículo o la puerta que recibe el golpe es impulsado contra el lado del ocupante. Entonces el ocupante se puede lesionar al ser acelerado de manera lateralmente (Figura 5-22) o conforme el compartimento de pasajeros se deforma hacia adentro por la proyección de la puerta (Figura 5-23). La lesión causada por el movimiento del vehículo es menos grave si el ocupante se encuentra sujeto y se mueve con el movimiento inicial del vehículo.⁹

Cinco regiones del cuerpo se pueden lesionar en un impacto lateral:

- **Clavícula.** La clavícula se puede comprimir y fracturar si la fuerza se imprime contra el hombro (Figura 5-24A).
- **Tórax.** La compresión hacia dentro de la pared torácica puede ocasionar fractura de costillas, contusión pulmonar o lesión por compresión de los órganos sólidos por debajo de la parrilla costal, así como también lesiones por exceso de presión (p. ej., neumotórax) (Figura 5-24B). Las lesiones por desgarramiento de la aorta pueden producirse por la aceleración lateral (25% de las lesiones por desgarramiento de la aorta se suscita en colisiones con impacto lateral).¹⁰⁻¹²
- **Abdomen y pelvis.** La invasión comprime y fractura la pelvis y empuja la cabeza femoral a través del acetábulo (Figura 5-24C). Los ocupantes del lado del conductor son vulnerables a las lesiones esplénicas, debido a que el bazo se ubica del lado izquierdo del cuerpo, mientras que quienes que se encuentran del lado del pasajero tienen mayor probabilidad de una lesión en el hígado.
- **Cuello.** En las colisiones laterales, al igual que en los impactos traseros, el tronco se puede mover hacia fuera por debajo de la cabeza. El punto de fijación de la cabeza es posterior e inferior al centro de gravedad de la cabeza. Por lo tanto, el movimiento de la cabeza en relación con el cuello es de flexión lateral y rotación. El lado contralateral de la columna se abrirá (distracción) y el lado ipsilateral se comprimirá. Este movimiento puede fracturar las vértebras o más probablemente causar que las facetas se imbriquen, una posible luxación y una lesión de la médula espinal (Figura 5-25).
- **Cabeza.** La cabeza puede golpear el marco de la puerta. Los impactos en el lado más cercano producen más lesiones que los impactos en el lado más alejado.



Figura 5-22 El impacto lateral del automóvil empuja a todo el vehículo hacia el ocupante sin sujeción. Un pasajero con cinturón de seguridad se mueve lateralmente con el vehículo.



Figura 5-23 La invasión de los paneles laterales en el compartimento del pasajero es otra fuente de lesión.

Impacto rotacional

Las colisiones con impacto rotacional ocurren cuando la esquina de un vehículo golpea contra un objeto inmóvil, contra la esquina de otro vehículo o contra otro con un movimiento más lento o en dirección opuesta a la del primer vehículo. Siguiendo la primera ley del movimiento de Newton, la esquina del vehículo se detendrá mientras que el resto continúa su movimiento hacia delante hasta que la energía se transforma por completo.

Las colisiones con impacto rotacional causan lesiones que son la combinación de aquellas que se ven en los impactos frontales y en las colisiones laterales. El ocupante continúa moviéndose hacia delante y después es golpeada por el lado del vehículo (como en una colisión lateral) conforme el vehículo rota alrededor del punto de impacto (Figura 5-26).

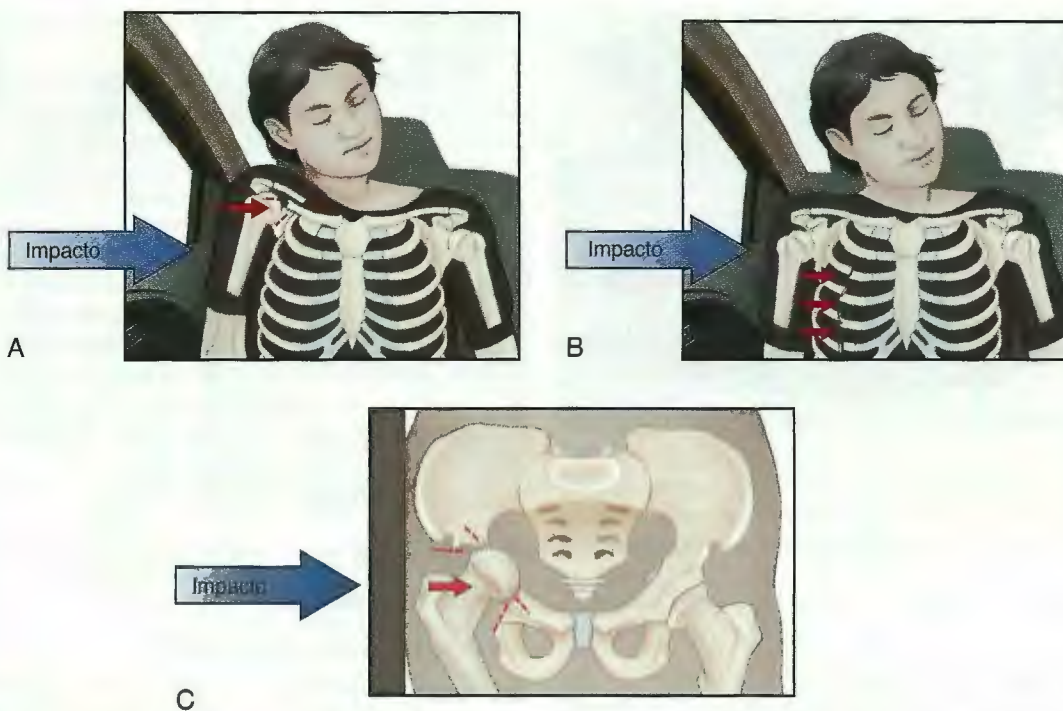


Figura 5-24 A. La compresión del hombro contra la clavícula produce fracturas de la diáfisis de este hueso. B. La compresión contra la cara lateral de la pared torácica y abdominal puede fracturar las costillas y causar lesiones al bazo, hígado y riñón subyacentes. C. El impacto lateral del fémur empuja la cabeza a través del acetábulo o fractura la pelvis.

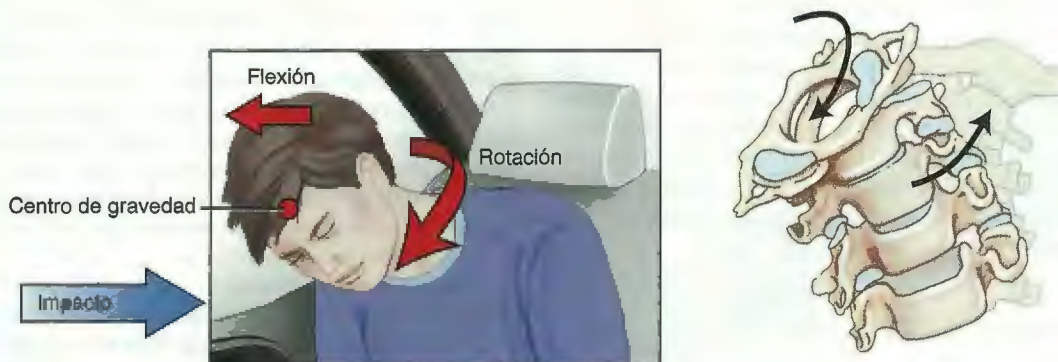


Figura 5-25 El centro de gravedad del cráneo es anterior y superior a su punto pivote entre el cráneo y la columna cervical. Durante un impacto lateral, cuando el tronco es acelerado con rapidez por debajo de la cabeza, la cabeza rota hacia el punto de impacto en ambos ángulos, lateral y anteroposterior. Este movimiento separa los cuerpos vertebrales en el lado opuesto al impacto y los rota hacia fuera. Esto da como resultado facetas y ligamentos imbricados, desgarros y fracturas por compresión lateral.

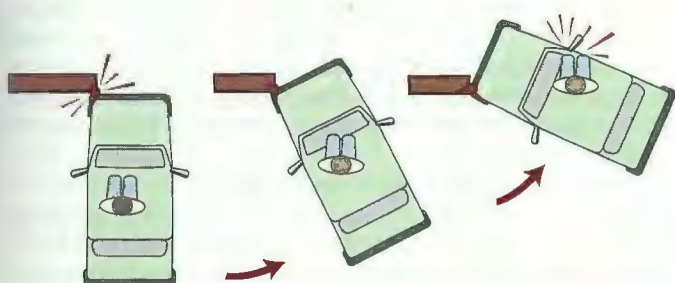


Figura 5-26 El ocupante de un choque con impacto rotatorio primero se mueve hacia adelante y después de manera lateral conforme el vehículo pivota alrededor del punto de impacto.

Con múltiples ocupantes, el paciente más cercano al punto de impacto tendrá probablemente las peores lesiones, pues toda la energía del impacto se transfiere a su cuerpo. Los demás ocupantes pueden beneficiarse de la deformación y rotación del vehículo, el cual absorberá parte de la energía antes de que sea absorbida por sus cuerpos.

Volcadura

Durante una volcadura, un vehículo puede presentar varios impactos a diferentes ángulos, al igual que el cuerpo y los órganos internos de su ocupante sin sujeción (Figura 5-27). Se puede presentar lesión y daño con cualquiera de estos impactos. En las colisiones con volcadura,



Figura 5-27 Durante una volcadura, el ocupante sin cinturón de seguridad puede ser expulsado de manera parcial o total del vehículo o puede quedar colgando dentro del vehículo. Esa acción produce múltiples lesiones que de cierta manera son impredecibles, pero por lo regular graves.

Fuente: © Rechitan Sorin/Shutterstock, Inc.

un ocupante sin sujeción casi siempre presenta lesiones del tipo desgarrado debido a que se crean fuerzas importantes por el vehículo que rota. Estas fuerzas son similares a las de una atracción de feria de carnaval. Aunque los ocupantes son asegurados con dispositivos de sujeción, los órganos internos se mueven y se pueden desgarrar en las áreas de conexión de los tejidos. Se pueden producir lesiones más graves al estar sin sujeción. En muchos casos los ocupantes son lanzados del vehículo mientras éste rueda y son aplastados conforme el vehículo rota, o bien presentan lesiones a causa del impacto contra la tierra. Otros vehículos pueden golpearlos, cuando son expulsados hacia el camino. La Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras (NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration) informa que en los choques en los que hubo muertes en el año 2008, 77% de los ocupantes que fueron expulsados por completo del vehículo perdió la vida.¹³

Incompatibilidad del vehículo

El tipo de vehículo involucrado en un choque desempeña un papel importante en las lesiones y muerte posibles de los ocupantes. Por ejemplo, en un impacto lateral entre dos automóviles que no cuentan con bolsas de aire, los ocupantes del vehículo golpeado en su cara lateral tienen una probabilidad de 5.6 veces mayor de morir que los ocupantes del automóvil que golpea. Este riesgo desproporcionado para los ocupantes del vehículo golpeado se puede explicar por la relativa falta de protección en el lado del automóvil. En comparación, una gran cantidad de deformación puede ocurrir en el extremo frontal de un vehículo antes de que haya intrusión hacia el compartimiento de pasajeros. Cuando el vehículo que es golpeado en una colisión lateral (por un automóvil) es una camioneta, SUV o pick up en lugar de un automóvil, el riesgo de muerte de los ocupantes es casi el mismo para todos los vehículos involucrados. Lo anterior se debe a que en las camionetas, SUV o pickups, el compartimiento de los ocupantes se encuentra más alto en relación con la tierra que el

de un coche, de modo que los ocupantes reciben un golpe menos directo en un impacto lateral.

Se han documentado lesiones más graves y mayor riesgo de muerte para los ocupantes de un vehículo cuando un automóvil es golpeado en su cara lateral por una camioneta, SUV o pickup. En una colisión en la cara lateral entre una camioneta y un automóvil, los ocupantes del automóvil que es golpeado de lado tienen una probabilidad 13 veces mayor de morir que los de la camioneta. Si el vehículo que golpea es una pickup o SUV, los ocupantes del automóvil golpeado de lado tienen una probabilidad 25 a 30 veces mayor de morir que los de la pickup o SUV. Esta tremenda disparidad se debe al mayor centro de gravedad y a la mayor masa de la camioneta, SUV o pickup. Conocer el tipo de vehículo en que los ocupantes se encontraban durante el choque puede llevar al proveedor de atención prehospitalaria a tener un mayor índice de sospecha de lesiones graves.

Sistemas de protección y sujeción de los ocupantes

Cinturones de seguridad

En los patrones de lesiones que se han descrito con anterioridad, se asumió que los ocupantes no tenían medios de sujeción. La NHTSA reportó que en 2011 sólo 16% de los ocupantes no estaban sujetos, en comparación con 67% en el reporte de la NHTSA en 1999.¹⁴ La expulsión de los vehículos representó aproximadamente 25% de las 44 000 muertes relacionadas con vehículos en 2002. Cerca de 77% de los pasajeros del vehículo que fueron expulsados por completo murieron, en 1 de cada 13 expulsiones, las víctimas presentaron fractura de la columna vertebral.¹³ Después de la expulsión de un vehículo, el cuerpo sufre un segundo impacto cuando el cuerpo golpea la tierra (o otro objeto) fuera del vehículo. Este segundo impacto puede causar lesiones incluso más graves que las del impacto inicial. El riesgo de muerte de las víctimas expulsadas es seis veces mayor que el de las que no son expulsadas. Queda claro que el cinturón de seguridad salva vidas.¹

La NHTSA informa que 49 estados y el distrito de Columbia tienen legislación sobre el uso del cinturón de seguridad. La única excepción es New Hampshire. De 2004 a 2008, más de 75 000 vidas se salvaron con el uso de estos mecanismos de sujeción.¹⁵ La NHTSA estima que se han salvado más de 255 000 vidas sólo en Estados Unidos desde 1975. La NHTSA reporta que se salvaron más de 13 000 vidas por los cinturones de seguridad en Estados Unidos en 2008 y que si todos los ocupantes hubieran usado los cinturones de seguridad, el número total de vidas salvadas podría haber sido de 17 000. Mientras que los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, Centers for Disease Control and Prevention) y la NHTSA informan que en 2011, 86% de los ocupantes de vehículos de motor usó un mecanismo de sujeción, eso implica que todavía uno de cada siete adultos no usan los cinturones de seguridad en cada viaje.¹⁶

¿Qué ocurre cuando los ocupantes se encuentran sujetos? Si un cinturón de seguridad se encuentra en una posición apropiada, la presión del impacto es absorbida por la pelvis y el tórax, lo que origina pocas lesiones graves (Figura 5-28), si es que se presentan.



Figura 5-28 A. Un cinturón de seguridad colocado de manera correcta se ubica por debajo de la columna iliaca anterosuperior de cada lado, por encima del fémur, y está lo suficientemente justo para permanecer en esta posición. La pelvis con forma de tazón protege los órganos intraabdominales blandos. B. El cinturón de seguridad mal colocado da por resultado una lesión significativa en el caso de un choque.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografiado por Darren Stahlman.

El uso apropiado de los dispositivos de sujeción transfiere la fuerza del impacto del cuerpo de los ocupantes a los cinturones de seguridad y el sistema de restricción. Con las sujeciones, la probabilidad de presentar una lesión que ponga en riesgo la vida se reduce sobremanera.^{1,16,17}

Para que sean efectivos, los cinturones de seguridad se deben usar de manera apropiada. Un cinturón colocado de manera inadecuada puede no proteger contra una lesión en caso de un choque e incluso puede provocarla. Cuando los cinturones en la pelvis quedan flojos o se ajustan por encima de la pelvis, pueden ocurrir lesiones por compresión de los órganos abdominales blandos. Las lesiones de estos órganos (bazo, hígado y páncreas) se originan por la compresión entre el cinturón de seguridad y la pared abdominal posterior (Figura 5-29). El incremento de la presión intraabdominal puede provocar la ruptura del diafragma y la herniación de los órganos abdominales. Los cinturones a nivel de la pelvis tampoco se deben usar solos, sino en combinación con la sujeción del hombro. Se pueden suscitar fracturas por compresión de la columna lumbar conforme las partes superior e inferior del tronco pivotan por encima del cinturón a nivel de la pelvis y las vértebras decimosegunda torácica (T12), primera lumbar (L1) y segunda lumbar (L2). Muchos de los ocupantes de los vehículos aún colocan la cinta diagonal del cinturón por debajo del brazo y no sobre el hombro.

En Estados Unidos, con la adopción de nuevas leyes relativas al uso del cinturón de seguridad y su aplicación, la gravedad general de las lesiones se ha reducido y el número de choques fatales ha disminuido de manera significativa.

Bolsas de aire

Las bolsas de aire (además de los cinturones de seguridad) dan una protección suplementaria al ocupante de un vehículo. Originalmente, los sistemas de bolsas de aire del conductor y el pasajero

del asiento delantero se diseñaron para amortiguar sólo el movimiento frontal de los ocupantes de los asientos. Las bolsas de aire absorben con lentitud la energía al aumentar la distancia de frenado del cuerpo. Son extremadamente efectivas en la primera colisión con impacto frontal y casi frontal (de 65 a 70% de los choques ocurren con una angulación de 30 grados respecto de los faros). Sin embargo, las bolsas se desinflan inmediatamente después del impacto y, por lo tanto, no son efectivas en las colisiones con múltiples impactos o en los impactos traseros. Una bolsa de aire se despliega y se desinfla en 0.5 segundos. Conforme el vehículo gira hacia el camino de otro vehículo que se acerca o hacia fuera del camino en dirección de un árbol después del impacto inicial, no queda ninguna protección con bolsas de aire. Las bolsas laterales añaden protección a los ocupantes.

Cuando se despliegan las bolsas de aire, pueden producir lesiones menores pero notables que el proveedor de atención prehospitalaria debe manejar (Figura 5-30). Éstas incluyen abrasiones en los brazos, tórax y cara (Figura 5-31); cuerpos extraños en la cara y ojos y lesiones causadas por los anteojos de los ocupantes (Figura 5-32).

Las bolsas de aire que aún no se despliegan pueden ser peligrosas tanto para el paciente como para el proveedor de atención prehospitalaria. Un especialista entrenado puede desactivar las bolsas de aire

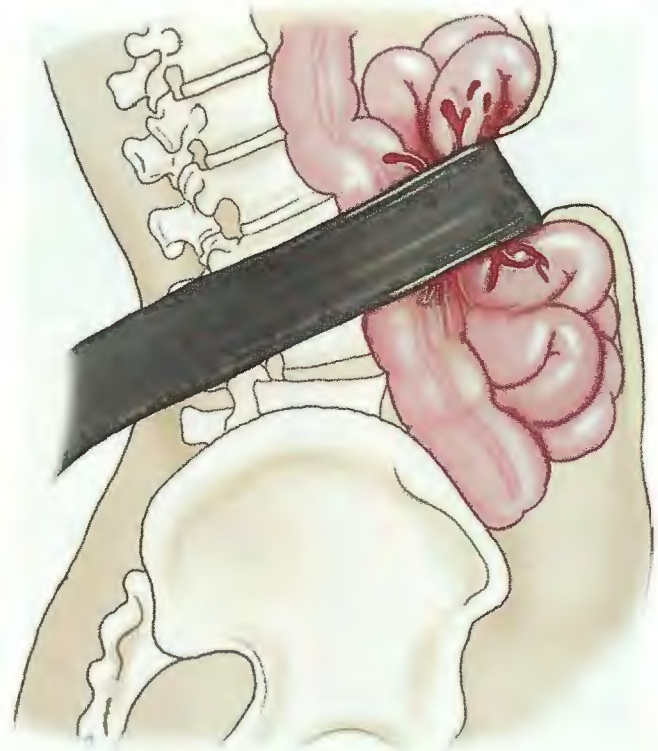


Figura 5-29 Un cinturón de seguridad colocado de manera inadecuada por encima del anillo pélvico permite que los órganos abdominales sean atrapados entre la pared posterior en movimiento y el cinturón de seguridad. Esto genera lesiones del páncreas y otros órganos retroperitoneales, así como roturas por estallamiento del intestino delgado y el colon.

Figura 5-30 Bolsas de aire

Se ha demostrado que las bolsas de aire para el pasajero del asiento delantero son peligrosas para los niños y los adultos pequeños, en especial cuando los niños son colocados en posiciones incorrectas en el asiento delantero o en asientos para niños mal instalados. Los niños de 12 años de edad y menos deben estar en el dispositivo de sujeción adecuado a su tamaño y deben viajar en el asiento trasero. Cuando menos un estudio ha demostrado que cerca de 99% de los padres entrevistados no sabía cómo instalar de manera adecuada los sistemas de sujeción para niños.³

Los conductores deberían estar siempre cuando menos a 25 cm (10 pulgadas) de la cubierta de la bolsa de aire y los pasajeros del asiento delantero deberían estar cuando menos a 45 cm (18 pulgadas). En la mayoría de los casos, cuando se emplean los arreglos de sentado y distancias adecuados, las lesiones por las bolsas de aire son abrasiones simples:

Las bolsas de aire ahora están disponibles en muchos vehículos en los lados y en la parte superior de las puertas.



Figura 5-31 Las abrasiones del antebrazo son secundarias a una expansión rápida de la bolsa de aire, cuando las manos están apretadas contra el volante.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

de manera apropiada y segura. Esta desactivación no debe retrasar el cuidado o la extracción de un paciente en estado crítico.



Figura 5-32 La expansión de la bolsa de aire hacia los anteojos produce abrasiones.

Fuente: Cortesía de Norman E. McSwain, JR, MD, FACS, NREMT-P

Las bolsas de aire representan un riesgo importante para los lactantes y los niños si éstos se encuentran sin sujeción o si están colocados en un asiento con vista hacia atrás en el compartimento frontal de pasajeros. De las más de 290 muertes por el despliegue de las bolsas de aire, casi 70% eran pasajeros en el asiento delantero y 90% de éstos correspondió a infantes y niños.

Choques en motocicletas

Los choques de motocicletas representan un número importante de las muertes por vehículos de motor cada año. Aunque las leyes de la física para los choques en motocicleta son las mismas, el mecanismo de lesión varía de los choques en automóvil y camioneta. Esta variación ocurre en cada uno de los siguientes tipos de impacto: de cabeza, angular y eyección. Un factor adicional que lleva a un aumento en las muertes, incapacidad y lesiones es la falta de una estructura como marco alrededor del motociclista que sí se encuentra en otros vehículos de motor.

Impacto de cabeza

Una colisión de cabeza hacia un objeto sólido detiene el movimiento frontal de una motocicleta (Figura 5-33). Debido a que el centro de gravedad del motociclista está por encima y detrás del ángulo frontal, que es el punto pivote en dicha colisión, la motocicleta se inclinará hacia delante y el motociclista se estrellará contra el manubrio. El motociclista puede presentar lesiones en la cabeza, tórax, abdomen o pelvis dependiendo de qué parte de la anatomía golpee el manubrio. Si los pies del motociclista permanecen en los estribos de la motocicleta y los muslos golpean

el manubrio, el movimiento hacia delante será absorbido por la diáfisis del fémur, lo que por lo común provoca fractura bilateral de fémur (Figura 5-34). Las fracturas pélvicas “en libro abierto” suelen presentarse como resultado de la interacción entre la pelvis del motociclista y el manubrio.

Impacto angular

En una colisión con impacto angular, la motocicleta golpea un objeto a cierto ángulo. La motocicleta entonces colapsará hacia el motociclista o causará el aplastamiento de éste entre la motocicleta y el objeto golpeado. Pueden ocurrir lesiones en las extremidades superiores e inferiores, y tener como resultado fracturas y lesiones extensas de los tejidos blandos (Figura 5-35). Asimismo, como resultado del intercambio de energía, se pueden suscitar lesiones de los órganos de la cavidad abdominal.



Figura 5-33 Cuando una motocicleta se impacta de frente con un objeto, la posición de un motociclista es por encima del punto pivote de la lanta delantera.

Fuente: © TRL Ltd./Science Fuente.



Figura 5-34 El cuerpo viaja hacia delante y por encima de la motocicleta, lo que produce que los muslos y los fémures se impacten contra el manubrio. El conductor también puede ser expulsado.



Figura 5-35 A. Si la motocicleta no choca de frente con un objeto, colapsa como unas tijeras. B. Este colapso atrapa la extremidad inferior del motociclista entre el objeto impactado y la motocicleta.

Impacto de eyección

Debido a la falta de sujeción, el motociclista puede ser expulsado. El motociclista continuará en vuelo hasta que la cabeza, brazos, tórax, abdomen o piernas choquen contra otro objeto, como un vehículo de motor, un poste telefónico o el camino. Ocurrirá lesión en el punto de impacto y se irradiará hacia el resto del cuerpo conforme se absorbe la energía.⁷

Prevención de lesiones

Muchos motociclistas no usan una protección apropiada. La protección para los motociclistas incluye botas, ropa de cuero y cascos. De los tres, el casco ofrece la mejor protección. Está construido de manera similar al cráneo: fuerte y de soporte en el exterior y absorbente de energía en el interior. La estructura del casco absorbe la mayor parte del impacto, en consecuencia reduce las lesiones en la cara, el cráneo y el cerebro. Se ha demostrado que no usar casco aumenta las lesiones en la cabeza en más de 300%. El casco proporciona una protección mínima al cuello y no le produce lesiones por sí mismo. Las leyes para el uso obligatorio de casco funcionan. Por ejemplo, en Louisiana hubo una disminución de 60% en las lesiones de cabeza en los primeros 6 años después de que se aprobó la ley sobre el uso de casco. La mayoría de los estados que han aprobado leyes para el uso obligatorio de casco han registrado una reducción asociada en los incidentes de motocicleta.

Una maniobra de protección que usan los motociclistas para separarse ellos mismos de la motocicleta en un choque inminente es la de "recostar a la motocicleta" (Figura 5-36). El motociclista voltea la motocicleta de lado y arrastra una pierna sobre la tierra. Esta acción reduce más la velocidad del motociclista que la de la moto por lo que la motocicleta se sale por debajo del motociclista. El motociclista se desliza entonces por el pavimento, pero impide quedar atrapado entre la motocicleta y el objeto que ésta golpea. Estos conductores por lo general presentan lesiones tales como abrasiones ("erupción cutánea del camino") y fracturas menores, pero en general evitan las lesiones graves asociadas con los otros tipos de impacto, a menos que golpeen de forma directa a otro objeto (Figura 5-37).



Figura 5-36 Para evitar quedar atrapado entre dos pedazos de acero (motocicleta y vehículo), el conductor "recuesta la motocicleta" para disipar la lesión. Esta táctica casi siempre produce abrasiones ("erupción cutánea del camino") conforme el asfalto reduce la velocidad del conductor.



Figura 5-37 "Quemaduras" del camino (abrasiones) después de un choque en motocicleta sin una vestimenta protectora.

Fuente: Cortesía del Dr. Jeffrey Guy.

Lesiones en los peatones

Las colisiones entre peatones y vehículos de motor tienen tres fases separadas, cada una con su propio patrón de lesiones, según la siguiente descripción:

1. El impacto inicial es contra las piernas y, en ocasiones, contra las rodillas (Figura 5-38A).
2. El tronco gira hacia el cofre del vehículo (y puede golpear el parabrisas) (Figura 5-38B).
3. La víctima entonces cae del vehículo hacia la tierra, por lo general con la cabeza por delante, con un posible trauma en la columna cervical (Figura 5-38C).

Las lesiones producidas en los choques contra peatones varían de acuerdo con la altura de éstos y y la del vehículo (Figura 5-39). Los puntos de impacto de un niño y de un adulto parados frente a un automóvil presentan diferentes puntos de impacto anatómicos.

Los adultos por lo general son golpeados primero por la defensa del vehículo en la parte inferior de las piernas, lo que provoca la fractura de la tibia y el peroné. Conforme el peatón es impactado por el frente del cofre del vehículo, dependiendo de la altura del cofre, el abdomen y tórax resultarán golpeados por la parte superior del cofre y el parabrisas. Este importante segundo golpe puede ocasionar fracturas de la parte superior del fémur, la pelvis, las costillas y la columna vertebral, produciendo con ello aplastamiento o desgarramientos intraabdominales e intratorácicos. Si la cabeza de la víctima golpea el cofre o si ésta continúa moviéndose por encima del cofre, de manera que la cabeza golpee el parabrisas, pueden ocasionarse lesiones en la cara, cabeza y columna vertebral cervical y torácica. Si el vehículo tiene un área frontal grande (p. ej., camionetas y SUV), probablemente el cuerpo entero del peatón sea golpeado de manera simultánea.

El tercer impacto ocurre cuando la víctima es lanzada lejos del vehículo y golpea el pavimento. La víctima puede recibir un considerable golpe en un lado del cuerpo, lesionando así la cadera, el hombro y la cabeza. La lesión de la cabeza suele presentarse cuando el peatón es golpeado por el vehículo o contra el pavimento. De manera similar,



Figura 5-38 A. Fase 1. Cuando un vehículo golpea a un peatón, el impacto inicial lo reciben las piernas y, en ocasiones, las caderas. B. Fase 2. El tronco del peatón rueda hacia el cofre del vehículo. C. Fase 3. El peatón cae del vehículo y golpea contra el piso.



Figura 5-39 Las lesiones que se producen en los choques entre un vehículo y un peatón varían de acuerdo con la altura de la víctima y la altura del vehículo.

ya que los tres impactos producen un movimiento violento, repentino, del tronco, cuello y cabeza, puede haber fractura inestable de la columna. Después de caer, la víctima puede ser golpeada por un segundo vehículo que vaya pasando al lado o atrás del primero.

En comparación con los adultos, los niños son golpeados inicialmente más arriba debido a su menor estatura (Figura 5-40A). El primer impacto suele ocurrir cuando la defensa golpea las piernas del niño (arriba de las rodillas) o la pelvis, de tal modo que lesiona el fémur o la cintura pélvica. El segundo impacto se suscita casi de manera instantánea conforme el cofre del vehículo continúa moviéndose hacia delante y golpea el tórax del niño. Entonces, la cabeza y la cara golpean el frente o la parte superior del cofre del vehículo (Figura 5-40B). Debido a que el tamaño y el peso del niño son menores, éste puede no ser arrojado lejos del vehículo, como sucede por lo regular con un adulto. En su lugar, el niño puede ser arrastrado por el vehículo mientras se encuentra parcialmente por debajo del extremo frontal (Figura 5-40C). Si el niño cae de lado, los miembros inferiores pueden ser arrollados por la llanta delantera. Si el niño cae de espaldas y termina por completo por debajo del vehículo, puede

presentarse casi cualquier lesión (p. ej., que sea arrastrado, golpeado por las proyecciones o que una llanta le pase por encima).

Si el pie se encuentra plantado en la tierra al momento del impacto, el niño recibirá el intercambio de energía en la parte superior de la pierna, la cadera y el abdomen. Esto forzará las caderas y el abdomen lejos del impacto. La parte superior del tronco seguirá después, al igual que los pies plantados. El intercambio de energía que mueve el tronco pero no los pies fracturará la pelvis y romperá el fémur, produciendo así una angulación grave en el punto de impacto y también una probable lesión de la columna.

Estas lesiones pueden complicarse aún más, un niño probablemente girará hacia el automóvil por curiosidad, con lo que expondrá la parte anterior del cuerpo y la cara a lesiones, mientras que un adulto intentará escapar, por lo que será golpeado en la parte trasera o de lado.

Así como con un adulto, cualquier niño golpeado por un vehículo puede sufrir algún tipo de lesión en la cabeza. Debido a las fuerzas repentinas y violentas que actúan contra la cabeza, el cuello y el tronco, se debe sospechar fuertemente de lesiones en la columna cervical.

Conocer la secuencia específica de los múltiples impactos en las colisiones de peatones contra vehículos y entender las lesiones subyacentes múltiples que aquéllas pueden producir son claves para llevar a cabo una valoración inicial y determinar el manejo apropiado de un paciente.

Caídas

Las víctimas de caídas también pueden presentar lesiones por múltiples impactos. La altura estimada de la cual cayó la víctima, la superficie sobre la cual aterrizó y la parte del cuerpo que impactó primero son factores importantes por determinar ya que éstos indican la energía involucrada y, por lo tanto, el intercambio de energía que se suscitó. Las víctimas que caen de alturas mayores tienen mayor incidencia de lesión, ya que su velocidad aumenta conforme caen. Las caídas de más de 6.1 m (20 pies) en los adultos y de 3.0 m (10 pies) en los niños (de dos a tres veces la altura de un niño) casi siempre son graves.¹⁸ El tipo de superficie sobre la cual la víctima aterriza y su grado de **compresibilidad** (capacidad de ser deformada por la transferencia de energía) también tiene un efecto en la distancia de frenado.

El patrón de la lesión en las caídas con los pies por delante se llama **síndrome de Don Juan**. Sólo en las películas, el personaje de Don Juan puede brincar de un balcón alto, aterrizar con sus pies y alejarse caminando sin dolor. En la vida real, este síndrome por lo general se asocia con fracturas bilaterales del calcáneo (hueso del talón), fracturas por desgarro o compresión de los tobillos y fracturas distales de la tibia o peroné. Después de que los pies aterrizan y dejan de moverse, las piernas son la siguiente parte del cuerpo que absorbe energía. Pueden ocurrir fracturas de la meseta tibial de la rodilla, fracturas de huesos largos y de la cadera. El cuerpo se comprime por el peso de la cabeza y el tronco, los cuales continúan su movimiento, de modo que se pueden causar fracturas por compresión en la columna vertebral en las áreas torácica y lumbar. Se presenta hiperflexión con inclinación cóncava en S de la columna vertebral, lo que provoca lesiones por compresión en el lado cóncavo y lesiones por distracción del lado convexo. Por lo regular estas víctimas se refieren como con rotura de su "S".

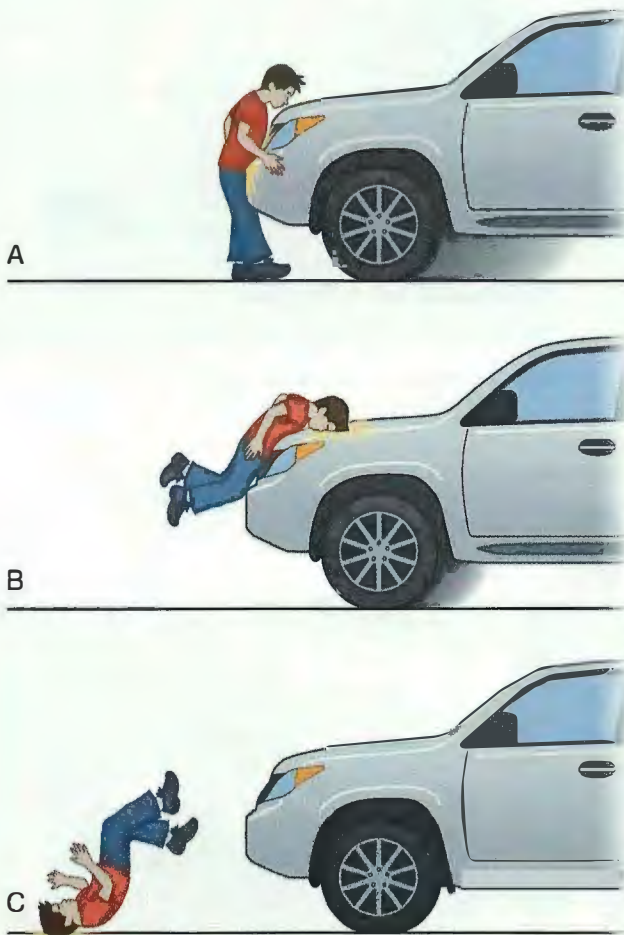


Figura 5-40 A. El impacto inicial con un niño se presenta cuando el vehículo golpea la parte superior de la pierna o la pelvis del niño. B. El segundo impacto ocurre cuando la cabeza y la cara golpean la parte superior del cofre del vehículo. C. Aunque un niño puede no ser lanzado lejos del vehículo, puede quedar atrapado o ser arrastrado por el vehículo.

Si una víctima cae hacia delante con las manos con extensión hacia fuera, puede desarrollar fracturas bilaterales de las muñecas por compresión y flexión (fractura de Colles). Si la víctima no aterriza con los pies, el proveedor de atención prehospitalaria evaluará la parte del cuerpo que golpeó primero, evaluará la trayectoria del desplazamiento de la energía y determinará el patrón de lesión.

Si la víctima de una caída aterriza con la cabeza con el cuerpo casi en línea, como suele suceder en las lesiones por clavados en aguas poco profundas, el peso completo del tronco, la pelvis y las piernas en movimiento comprimen la cabeza y la columna cervical. Una fractura en la columna cervical es un resultado frecuente, como con la trayectoria hacia arriba y por encima de las colisiones vehiculares con impacto frontal.

Lesiones deportivas

La práctica de muchos deportes y actividades recreativas, como esquiar, clavados, béisbol y fútbol, pueden conducir a lesiones importantes. Estas pueden producirse debido a las fuerzas de desaceleración súbita o por una compresión, rotación, hiperextensión o hiperflexión excesivas. En años recientes, varias actividades deportivas se han puesto a disposición de un amplio espectro de participantes ocasionales con intenciones recreativas que con frecuencia carecen del entrenamiento y acondicionamiento necesarios o el equipo de protección apropiado. Los deportes y actividades recreativas incluyen participantes de todas las edades. Los deportes como esquiar colina abajo, el esquí acuático, el ciclismo y el esquí en patineta son actividades potencialmente de alta velocidad. Otros deportes como el ciclismo de montaña, la conducción de vehículos todo terreno y motonieves pueden producir lesiones por desaceleración de la velocidad, colisiones e impactos similares a los de los choques en motocicletas o por vehículos motores. El equipo protector que se usa en los deportes proporciona cierto resguardo pero también debe considerarse que tiene el potencial de crear lesiones, tal como cuando un jugador de fútbol americano con casco arremete su cabeza contra otro jugador.

Las posibles lesiones de una víctima de una colisión a alta velocidad y que es expulsada de una tabla de patinar, una motonieve o una bicicleta son similares a las que presenta una persona que es expulsada de un automóvil a la misma velocidad, debido a que la cantidad de energía es la misma. (Véanse los mecanismos específicos de los choques en vehículos de motor y motocicletas que se describieron antes.)

Los posibles mecanismos asociados con cada deporte son muy numerosos para mencionarlos en detalle. Sin embargo, los principios generales son los mismos que para los choques en vehículos de motor. Mientras el proveedor de atención prehospitalaria evalúa el mecanismo de lesión, debe considerar las siguientes preguntas que ayudarán en la identificación de las lesiones:

- ¿Qué fuerzas actuaron sobre la víctima y de qué manera?
- ¿Cuáles son las heridas aparentes?
- ¿A qué objeto o parte del cuerpo se transmitió la energía?
- ¿Qué otras lesiones es probable que se hayan producido con la transferencia de energía?
- ¿Se utilizó algún dispositivo de protección?
- ¿Hubo una compresión, desaceleración o aceleración súbitas?
- ¿Qué movimientos que producen lesiones se presentaron (p. ej., hiperflexión, hiperextensión, compresión, inclinación lateral excesiva)?

Cuando el mecanismo de lesión incluye una colisión a alta velocidad entre dos participantes, como en un choque entre dos esquiadores, la reconstrucción de la secuencia exacta de eventos por testigos oculares suele ser difícil. En dichos choques las lesiones presentadas por un esquiador casi siempre son claves para la exploración del otro. En general, es importante saber qué parte de una víctima golpeó a qué parte de la otra víctima y qué lesión fue consecuencia de la transferencia de energía. Por ejemplo, si una víctima tiene una fractura por impacto en la cadera, una parte del cuerpo del otro esquiador debió de haber sido golpeada con una fuerza importante y, por lo tanto, debe presentar una lesión similar de alto impacto. Si la cabeza del segundo esquiador golpeó la cadera del primero, el proveedor de atención prehospitalaria sospechará una lesión en la cabeza potencialmente grave y una columna inestable en el segundo esquiador.

Un equipo roto o dañado también es un importante indicador de lesión y también se deberá incluir en la evaluación del mecanismo de la lesión. Un casco deportivo roto es evidencia de la magnitud de la fuerza con la cual fue golpeado. Puesto que los esquís están hechos de un material altamente duradero, un esquí roto indica que tuvo que resistir una fuerza localizada extrema, incluso cuando el mecanismo de lesión parezca poco impresionante. El frente gravemente golpeado de una motonieve indica la fuerza con la que golpeó un árbol. La presencia de un palo roto después de una disputa de poca importancia entre jugadores de hockey sobre hielo hace que surjan las preguntas contra qué cuerpo se rompió, cómo se rompió y específicamente qué parte del cuerpo de la víctima fue golpeada por el palo o cayó sobre éste.

Las víctimas de choques significativos que no refieren lesiones deben ser evaluadas como si existieran estas lesiones. Los pasos a seguir se enuncian a continuación:

1. Evaluar el paciente en busca de una lesión que ponga en riesgo su vida
2. Evaluar el posible mecanismo de lesión del paciente. (¿Qué pasó y exactamente cómo ocurrió?)
3. Determinar cómo las fuerzas que produjeron lesiones en una víctima pudieron haber afectado a otra persona.
4. Determinar si se utilizaba algún equipo de protección (podría ya haber sido retirado)
5. Evaluar el daño al equipo de protección. (¿Cuáles son las implicaciones de este daño en relación con el cuerpo del paciente?)
6. Evaluar las posibles lesiones asociadas en el paciente.

Las caídas a gran velocidad, colisiones y caídas de alturas sin consecuencias de lesiones graves son comunes en muchos deportes de contacto. La habilidad de los atletas para experimentar colisiones y caídas increíbles con apenas lesiones menores, en gran medida como resultado del equipo que absorbe el impacto, puede provocar confusión. El potencial de lesiones en los participantes de estos deportes puede ignorarse. Los principios de cinemática y la consideración cuidadosa de la secuencia exacta, así como el mecanismo de la lesión favorecerán la comprensión de las colisiones deportivas en las que se soportan fuerzas mayores a las usuales. La cinemática es una herramienta esencial para identificar las posibles lesiones subyacentes y para determinar qué pacientes requieren de una mayor evaluación y tratamiento en una instalación médica.

Efectos regionales del trauma contuso

El cuerpo se puede dividir en seis regiones: cabeza, cuello, tórax, abdomen, pelvis y extremidades. Cada región del cuerpo se subdivide en: (1) la parte externa del cuerpo, por lo común compuesta por piel, huesos, tejidos blandos, vasos y nervios, y (2) la parte interna del cuerpo, por lo general los órganos vitales. Las lesiones producidas por las fuerzas de desgarro, cavitación o compresión se usan para proporcionar una visión general de las lesiones potenciales en cada componente y región.

Cabeza

La única indicación de que el paciente tiene una lesión por compresión y desgarro en la cabeza puede ser una lesión de tejidos blandos en la piel cabelluda, una contusión en ésta o una fractura en forma de diana u ojo de buey en el parabrisas (Figura 5-41).

Compresión

Cuando el cuerpo está en movimiento hacia adelante con la cabeza al frente, como en un choque frontal en un vehículo de motor o una caída de cabeza, la cabeza es la primera estructura en recibir el impacto y el intercambio de energía. La continuación del impulso del tronco comprime entonces la cabeza. El intercambio de energía inicial tiene lugar en la piel cabelluda y en el cráneo. El cráneo se puede comprimir y fracturar, de modo que puede empujar los segmentos óseos fracturados del cráneo contra el cerebro (Figura 5-42).

Desgarro

Después de que el cráneo detiene su movimiento hacia adelante, el cerebro continúa moviéndose en la misma dirección, y se comprime contra el cráneo intacto o fracturado, lo que provoca concusión, contusiones o laceraciones. El cerebro es suave y compresible;



Figura 5-41 Una fractura en forma de diana en el parabrisas es una indicación importante de un impacto del cráneo y del intercambio de energía tanto con el cráneo como con la columna cervical.

Fuente: © Kristin Smith/Shutterstock, Inc.

por lo tanto, su longitud se acorta. La parte posterior del cerebro puede seguir hacia adelante, jalándose del cráneo, que ya ha dejado de moverse. Conforme el cerebro se separa del cráneo, se suscita estiramiento o rotura (desgarro) del tejido cerebral en sí mismo o de cualquier vaso sanguíneo en el área (Figura 5-43). Se puede producir, entonces, una hemorragia hacia el espacio epidural, subdural o subaracnoideo, así como también lesión axonal difusa del cerebro. Si el cerebro se separa de la médula espinal, será más probable que ocurra a nivel del tronco del encéfalo.

Cuello

Compresión

El domo del cráneo es suficientemente fuerte y puede absorber el impacto de una colisión; sin embargo, la columna cervical es mucho



Figura 5-42 Conforme el cráneo impacta con un objeto, se fracturan piezas de hueso que son empujadas hacia la sustancia cerebral.

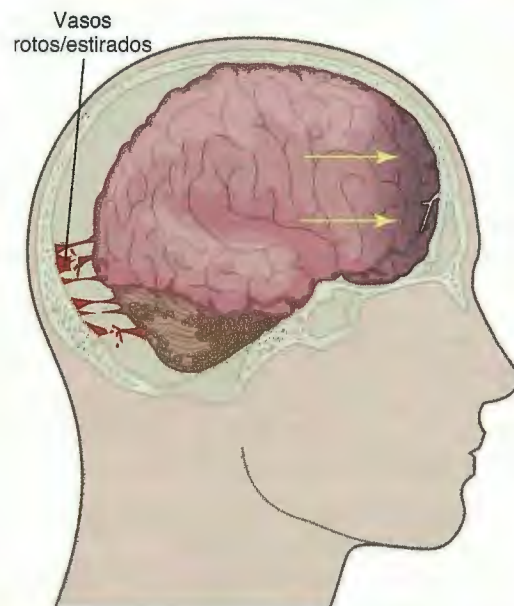


Figura 5-43 Conforme el cráneo detiene su movimiento hacia adelante, el cerebro continúa moviéndose hacia adelante. La parte del cerebro más cercana al punto del impacto se comprime, presenta contusión e incluso se lacera. La parte más alejada se separa del cráneo, lo que puede producir desgarro y laceración de los vasos.

más flexible. La presión continua por el impulso del tronco hacia el cráneo estacionario produce angulación o compresión (Figura 5-44). La hiperextensión o hiperflexión del cuello suele provocar fractura o luxación de una o más vértebras y lesión de la médula espinal. El resultado puede ser facetas imbricadas (luxadas), fracturas potenciales, compresión de la médula espinal o fracturas inestables en el cuello (Figura 5-45). La compresión directa en línea aplasta los cuerpos vertebrales óseos. Tanto la angulación como la compresión en línea pueden generar una columna inestable.

Desgarro

El centro de gravedad del cráneo es anterior y cefálico en el punto en que el cráneo se fija a la columna ósea. Por lo tanto, un impacto lateral en el tronco cuando el cuello no está sujetado producirá una flexión lateral y rotación del cuello (Figura 5-25). La flexión o hiperextensión extremas también pueden causar lesiones por estiramiento de los tejidos blandos del cuello.

Tórax

Compresión

Si el impacto de una colisión se centra en la parte anterior del tórax, el esternón recibirá el intercambio de energía inicial. Cuando el esternón deja de moverse, la pared posterior del tórax (músculos y columna torácica) y los órganos dentro de la cavidad torácica continúan su movimiento hacia delante hasta que los órganos golpean y son comprimidos contra el esternón.

La continuación del movimiento hacia delante del tórax posterior dobla las costillas. Si se excede la fuerza tensil de las costillas, se pueden producir fracturas de costillas y un tórax inestable (Figura 5-46). Esto es similar a lo que sucede cuando un vehículo se detiene de repente contra un terraplén o dique de tierra (Figura 5-3).



Figura 5-44 El cráneo con frecuencia detiene su movimiento hacia el frente, pero el tronco no. El tronco continúa moviéndose hacia delante hasta que se absorbe la energía. El punto más débil de este movimiento hacia delante es la columna cervical.

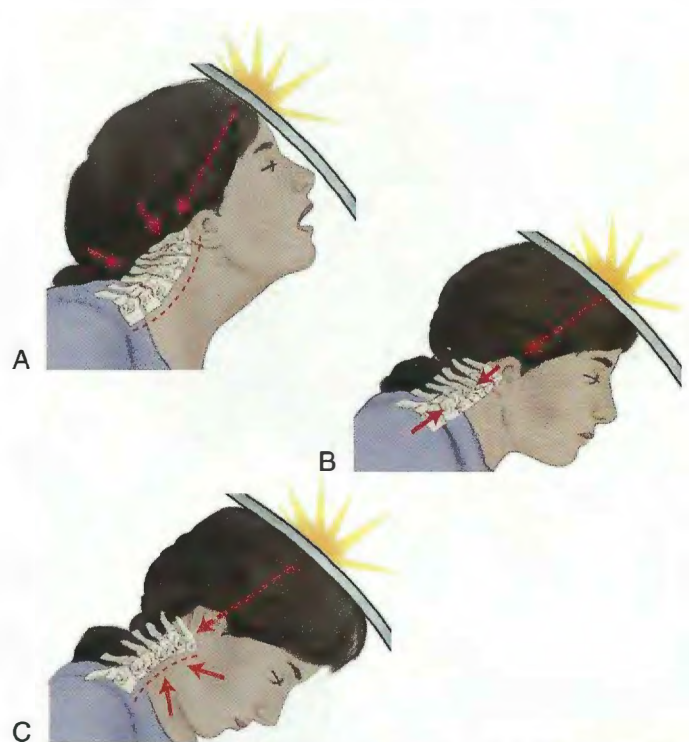


Figura 5-45 La columna puede comprimirse de manera directa sobre su propio eje o angularse en hiperextensión o hiperflexión.

El marco del vehículo se deforma, lo cual absorbe una parte de la energía. La parte trasera del vehículo continúa el movimiento hasta que la deformación de la estructura del vehículo absorbe toda la energía. De la misma manera, la pared torácica posterior continúa su movimiento hasta que las costillas absorben toda la energía.

La compresión de la pared torácica con los impactos frontal y lateral es común y produce un fenómeno interesante conocido como efecto de la bolsa de papel, el cual puede dar como resultado un neumotórax (pulmón colapsado). Una víctima toma una inspiración profunda en forma instintiva y la mantiene justo antes del impacto. Esto hace que se cierre la glotis y sella de manera efectiva los pulmones. Con un intercambio significativo de energía en el impacto y la compresión de la pared torácica, los pulmones pueden explotar como una bolsa de papel llena de aire que se hace reventar (Figura 5-47). Los pulmones también pueden comprimirse y presentar contusión, lo cual compromete la ventilación.

Las lesiones por compresión de las estructuras internas del tórax también pueden incluir contusión cardíaca, que ocurre cuando el corazón se comprime entre el esternón y la columna vertebral, lo que puede producir disritmias importantes. Tal vez una de las lesiones más comunes sea la compresión de los pulmones que produce contusión pulmonar. Aunque se pueden desarrollar consecuencias clínicas con el transcurso del tiempo, puede suceder que el paciente pierda su capacidad para ventilar de manera apropiada. La contusión pulmonar puede tener consecuencias en el campo para el proveedor de atención prehospitalaria y para los médicos durante la reanimación después de su llegada al hospital. En las situaciones

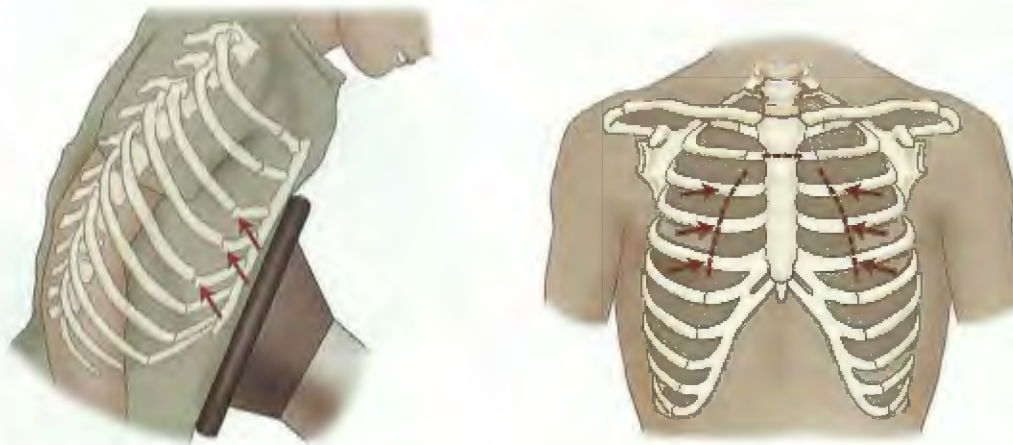


Figura 5-46 Las costillas forzadas hacia dentro de la cavidad torácica por la compresión externa por lo regular presentan fracturas en múltiples sitios, lo que produce una condición conocida como tórax inestable.

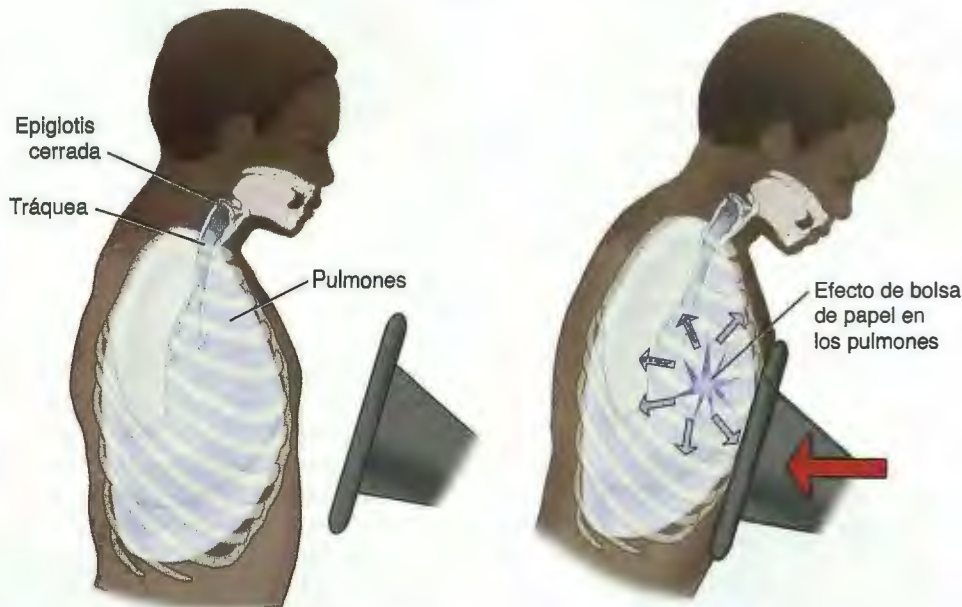


Figura 5-47 La compresión del pulmón contra una glotis cerrada, por impacto en las paredes anterior o lateral del tórax, produce un efecto similar al que resulta cuando se comprime una bolsa de papel llena de aire y cerrada firmemente con las manos. La bolsa de papel se rompe, al igual que el pulmón.

en las que se requieren tiempos de transportación prolongados, esta condición puede tener un papel durante transportación.

Desgarro

El corazón, la aorta ascendente y el arco aórtico se encuentran relativamente sin medios de sujeción dentro del tórax. La aorta descendente, sin embargo, se encuentra firmemente adherida a la pared torácica posterior y la columna vertebral. El movimiento resultante de la aorta es similar a sostener los tubos flexibles de un estetoscopio justo por debajo de donde terminan los tubos rígidos que vienen de las orejas y balancear la cabeza acústica del estetoscopio de un lado a otro. Conforme el marco esquelético frena de

manera abrupta en una colisión, el corazón y el segmento inicial de la aorta continúan su movimiento hacia delante. Las fuerzas de rotura producen un desgarro en la aorta en la unión de la porción que se mueve con libertad con la que se encuentra fija y firme (Figura 5-14).

Un desgarro de la aorta puede producir una transacción completa e inmediata de la aorta seguido de una exsanguinación rápida. Algunos desgarros de la aorta son sólo parciales y se mantienen intactas una o más capas del tejido. Sin embargo, las capas que quedan se encuentran bajo una gran presión por lo que suele desarrollarse un aneurisma traumático, de manera similar a la burbuja que se forma en una parte débil de una llanta. El aneurisma se puede romper en minutos, horas o días después de

la lesión original. Alrededor de 80% de los pacientes muere en la escena al momento del impacto inicial. De los pacientes restantes, 20%, un tercio muere en las primeras 6 horas, un tercio adicional muere en las primeras 24 horas y el tercio restante vivirá 3 días o más. Es importante que el proveedor de atención prehospitalaria reconozca la posibilidad de estas lesiones y transmita esta información al personal del hospital.

Abdomen

Compresión

Los órganos internos comprimidos por la columna vertebral contra el volante o tablero durante una colisión frontal pueden romperse. El efecto de esta elevación repentina de la presión es similar a colocar un órgano interno en un yunque y golpearlo con un martillo. Los órganos sólidos que a menudo se lesionan de esta manera son el páncreas, el bazo, el hígado y los riñones.

La lesión también puede ser resultado de la mayor presión dentro del abdomen. El diafragma es un músculo de 5 mm (1/4 de pulgada) de grosor que se ubica a través de la parte superior del abdomen y separa las cavidades abdominal y torácica. Su contracción produce que la cavidad pleural se expanda para la respiración. La pared anterior del abdomen está compuesta por dos capas de fascia y un músculo muy fuerte. En la porción lateral hay tres capas musculares con sus fascias y la columna lumbar y los músculos asociados dan la fortaleza de la pared abdominal posterior. El diafragma es la pared más débil de todas las paredes y estructuras que rodean la cavidad abdominal. Se puede desgarrar o romper conforme aumenta la presión intraabdominal (Figura 5-48). Esta lesión tiene las siguientes cuatro consecuencias comunes:

- Se pierde el efecto de "descenso" que crea el diafragma y se afecta la respiración.
- Los órganos abdominales pueden entrar a la cavidad torácica y reducir el espacio para la expansión de los pulmones.

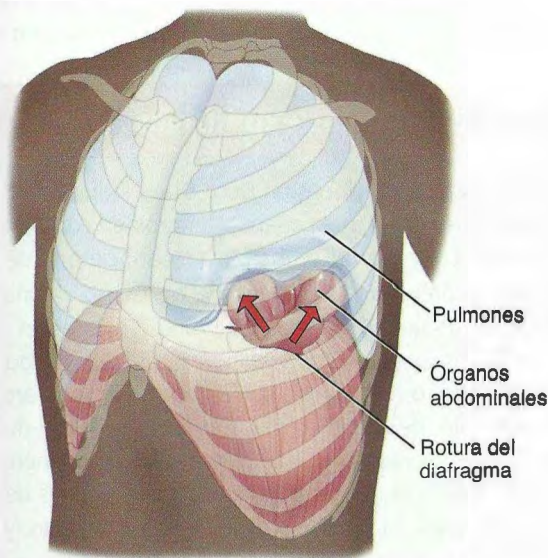


Figura 5-48 Con el aumento de la presión dentro del abdomen se puede romper el diafragma.

- Los órganos desplazados con frecuencia presentan isquemia por la compresión de su suministro sanguíneo.
- Se presenta hemorragia intraabdominal, la sangre también puede producir un hemotórax.

Otra lesión provocada por el incremento en la presión abdominal debido al repentino regreso del flujo sanguíneo hasta la aorta y en contra de la válvula aórtica. Esta fuerza en contra de la válvula la puede romper. La lesión es rara pero existe. Ocurre en las colisiones contra el volante o en otro tipo de incidente (como puede ser el derrumbe de una zanja o un túnel), cuando se produce un incremento rápido en la presión intraabdominal. Este aumento rápido da por resultado un incremento repentino en la presión sanguínea aórtica. La sangre es empujada de regreso (retrogrado) contra la válvula aórtica con la suficiente presión para que provoque el rompimiento de la cúspide de la válvula.

Desgarro

La lesión de los órganos abdominales se presenta en sus puntos de fijación en el mesenterio. Durante una colisión, el movimiento del cuerpo hacia delante se detiene pero los órganos siguen su movimiento hacia delante, lo que ocasiona desgarros en los puntos de fijación de los órganos a la pared abdominal. Si el órgano está fijo por un pedículo (un tallo de tejido), el desgarro se puede presentar en el punto en el que se fija a la pared abdominal o en cualquier punto a lo largo del pedículo (Figuras 5-13). Los órganos que se pueden desgarrar de esta manera son los riñones, intestino delgado, intestino grueso y bazo.

Otro tipo de lesión que con frecuencia se presenta durante la desaceleración es la laceración del hígado, causada por su impacto con el *ligamento redondo*. El hígado está suspendido del diafragma pero está fijo mínimamente al abdomen posterior cerca de las vértebras lumbares. El ligamento redondo se fija a la pared abdominal anterior a nivel del ombligo y al lóbulo izquierdo del hígado en la línea media del cuerpo. (El hígado no es una estructura de la línea media; yace más a la derecha que a la izquierda). Una trayectoria hacia abajo y por debajo en un impacto frontal o una caída con los pies por delante produce que el hígado jale consigo al diafragma mientras desciende hacia el ligamento redondo (Figura 5-49). El ligamento redondo fracturará o seccionará al hígado, como el alambre de un cortador de queso al momento de cortar un bloque de este alimento.

Las fracturas pélvicas son el resultado de la lesión al abdomen exterior y pueden producir lesión de la vejiga o laceraciones de los vasos sanguíneos en la cavidad pélvica. Aproximadamente 10% de los pacientes con fracturas pélvicas también tienen lesiones genitourinarias.

Las fracturas pélvicas producidas por la compresión de un lado, por lo común se producen debido a una colisión con impacto lateral, tienen dos componentes. Uno es la compresión del fémur proximal hacia la pelvis, lo cual empuja la cabeza del fémur a través del acetábulo. Esto con frecuencia produce fracturas radiantes que involucran la articulación completa. Una mayor compresión del fémur o de las paredes laterales de la pelvis produce fracturas por compresión de los huesos pélvicos o del anillo de la pelvis. Debido a que un anillo por lo general no se fractura sólo en un lugar, esto implica por lo normal dos fracturas del anillo pélvico, aunque algunas pueden incluir el acetábulo.

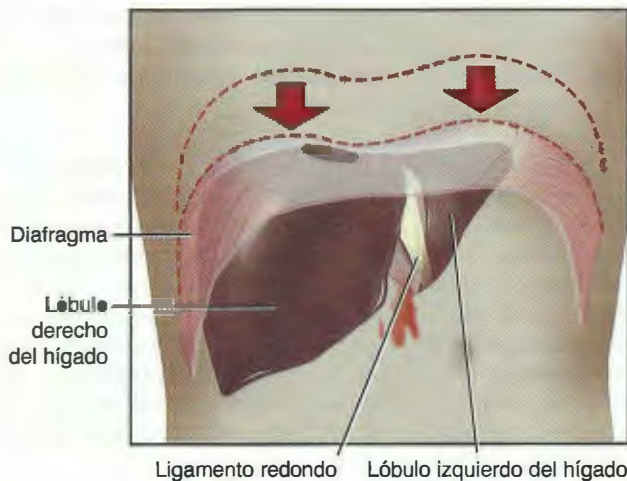


Figura 5-49 El hígado no está soportado por ninguna estructura fija. Su principal soporte es el diafragma, el cual se mueve libremente. Conforme el cuerpo se mueve en la trayectoria hacia abajo y por debajo también lo hace el hígado. Cuando el tronco se detiene pero el hígado no, éste continúa su movimiento hacia abajo hacia el ligamento redondo, lo cual desgarrará el hígado. Esto se parece mucho a presionar el alambre de un cortador de queso contra un bloque de queso.

El otro tipo de fractura por compresión se presenta con anterioridad cuando la compresión se produce directamente contra la sínfisis del pubis. Esto romperá la sínfisis al empujarla hacia ambos lados o romperá uno de éstos y lo empujará hacia atrás hacia la articulación sacroiliaca. Esto abre la articulación, produciendo la fractura conocida como de "libro abierto".

Las fracturas por desgarrar por lo general involucran el iliaco y el área sacra. Esta fuerza de rotura desgarrará la articulación y la abre. Debido a que las articulaciones en anillo, como lo es la pelvis, por lo general se fracturan en dos sitios, suele haber otra fractura en cualquier otro sitio del anillo pélvico.

Para información más detallada acerca de las fracturas pélvicas, consúltese lo que Andrew Burgess y sus coautores han analizado sobre estos mecanismos de lesión.¹⁹

Trauma penetrante

Física del trauma penetrante

Los principios de la física que se analizaron con anterioridad cobran la misma importancia cuando se trata de las lesiones penetrantes. De nuevo, la energía cinética del objeto que golpea el tejido del cuerpo se representa mediante la fórmula:

$$KE = 1/2mv^2$$

La energía no se crea ni se destruye, pero puede cambiar de forma. Este principio es importante para comprender el trauma penetrante. Por ejemplo, aunque una bala de plomo se encuentre en el cartucho recubierto de latón que está lleno de pólvora explosiva, la bala por sí misma no tiene fuerza alguna. Sin embargo, cuando el primer explota, la pólvora se quema, lo que origina una expansión rápida de gases que se transforma en fuerza. La bala se mueve entonces hacia fuera de la pistola y en dirección a su objetivo.

De acuerdo con la primera ley del movimiento de Newton, después de que la fuerza ha actuado sobre el misil, la bala mantendrá esa velocidad y fuerza hasta que una fuerza externa actúe sobre ella. Cuando la bala golpea algo, tal como un cuerpo humano, ésta golpea las células individuales de los tejidos. La energía (velocidad y masa) del movimiento de la bala se intercambia por la energía que aplasta estas células y las desplaza (cavitación) de la trayectoria de la bala.

$$\text{Masa} \times \text{aceleración} = \text{fuerza} = \text{masa} \times \text{desaceleración}$$

Factores que afectan el tamaño del área frontal

Cuanto mayor sea el área frontal del misil en movimiento, mayor será el número de partículas que golpeará; en consecuencia, será mayor el intercambio de energía que ocurra y mayor la cavidad que se cree. El tamaño del área frontal de un proyectil es influido por tres factores: perfil, voltereta y fragmentación. El intercambio de energía o intercambio potencial de energía se puede analizar con base en estos factores.

Perfil

El **perfil** describe el tamaño inicial del objeto y si ese tamaño cambia al momento del impacto. El perfil, o área frontal, de un picahielos es mucho más pequeño que el de un bate de béisbol, que a su vez es más pequeño que el de una camioneta. Una bala de punta hueca se aplana y se extiende al impactarse (Figura 5-50). Este cambio agranda el área frontal por lo que se golpean más partículas del tejido y produce un mayor intercambio de energía. Como resultado, se forma una cavidad más grande y hay una mayor lesión.

En general, una bala debe ser muy aerodinámica para que viaje por el aire hacia su objetivo. Se beneficia de la baja resistencia mientras atraviesa el aire (golpeando el menor número posible de partículas del aire). Esto permite que la bala mantenga la mayor parte de su velocidad.

Figura 5-50 Balas expansivas

Una fábrica de municiones en Dum Dum, India, fabricó una bala que se expandía cuando entraba en contacto con la piel. Los expertos en balística reconocieron que este diseño provocaría más daño del necesario en una guerra; por lo tanto estas balas fueron prohibidas en los conflictos armados. La Declaración de Petersburgo de 1868 y la Convención de la Haya de 1899 afirmaron este principio, denunciaron estos proyectiles "dum-dum" y otros misiles expansivos, por ejemplo los que tienen punta de plata, puntas huecas, cartuchos o fundas de plomo marcado y las balas parcialmente recubiertas, y prohibieron su uso en la guerra.

Para evitar la resistencia, el área frontal se mantiene pequeña con una forma cónica. Un mayor arrastre (resistencia al viaje) es algo malo. Un buen diseño de bala deberá considerar un arrastre muy pequeño al pasar a través del aire, pero un mayor arrastre cuando pase a través de los tejidos del cuerpo. Si ese misil golpea la piel y se deforma, cubriendo así un área más grande, creando de ese modo un arrastre más grande, entonces habrá mayor intercambio de energía. Así, pues, el diseño de la bala ideal le permite mantener su forma mientras viaja por el aire y que se deforme sólo al impacto.

Voltereta

La **voltereta** describe si un objeto se voltea una y otra vez y asume un ángulo diferente dentro del cuerpo al ángulo asumido al entrar al cuerpo, lo que produce un mayor arrastre dentro del cuerpo que en el aire. El centro de gravedad de una bala en forma de cuña se ubica más cerca de la base que de la punta de la bala. Cuando la punta de la bala golpea algo, ésta reduce su velocidad con rapidez. El impulso sigue en la base y la empuja hacia delante; el centro de gravedad busca entonces ser el puntero de la bala. Una forma un tanto asimétrica causa un movimiento de fin sobre fin o voltereta. Conforme la bala hace volteretas, los lados normalmente horizontales de la bala se vuelven los lados punteros, golpeando así más partículas que cuando la bala está en el aire (Figura 5-51). Se produce mayor intercambio de energía y, en consecuencia, mayor lesión a los tejidos.

Fragmentación

La **fragmentación** describe si el objeto se rompe para producir múltiples partes o escombros y, por lo tanto, mayor arrastre y mayor intercambio de energía. Hay dos tipos de balas de fragmentación: (1) fragmentación al salir del arma (p. ej., los perdigones de las escopetas) (Figura 5-52) y (2) fragmentación después de entrar al cuerpo. A su vez, ésta puede ser una fragmentación activa o pasiva. La primera involucra una bala con un explosivo en su interior que detona dentro del cuerpo. En contraste, las balas con puntas suaves o cortes verticales en la punta y las balas de múltiples municiones, las cuales contienen muchos fragmentos pequeños para aumentar la lesión al cuerpo al romperse al momento del impacto, y son ejemplos de fragmentación pasiva. La masa resultante de los fragmentos

produce un área frontal mayor que el de una bala única sólida y la energía se dispersa con rapidez en el interior del tejido. Si el misil se desbarata, se diseminará sobre un área mayor, con lo que producirá dos resultados: (1) se golpean más partículas del tejido por la proyección frontal mayor y (2) las lesiones se distribuirán en una porción del cuerpo mayor, ya que se golpearán más órganos (Figura 5-53). Las múltiples piezas de la explosión de un disparo de rifle producen resultados similares. Las heridas por rifle son un excelente ejemplo del patrón de lesión por fragmentación.

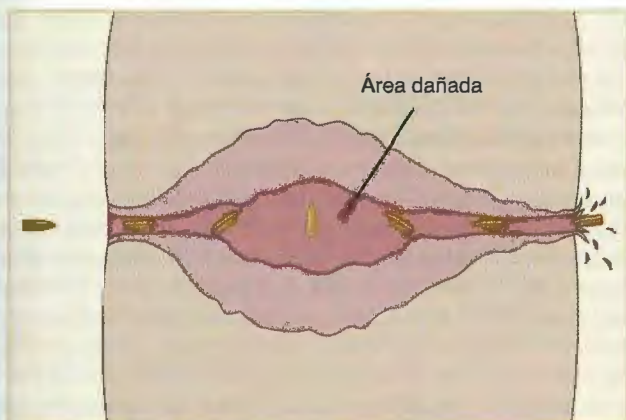


Figura 5-51 El movimiento de voltereta de un misil maximiza la lesión en 90 grados.



Figura 5-52 La lesión máxima por fragmentación es aquella producida por una escopeta.

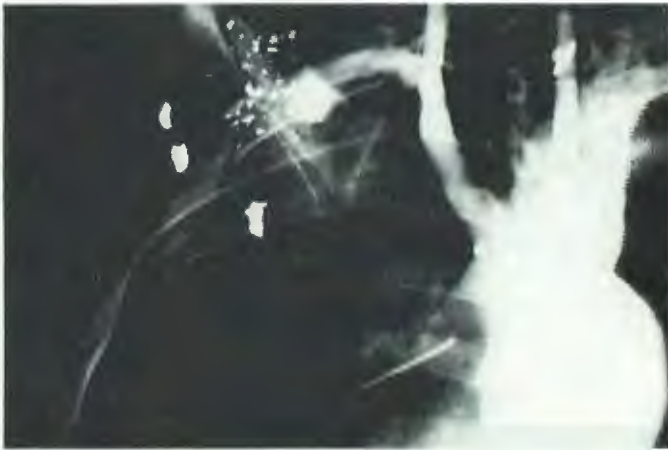


Figura 5-53 Cuando el misil se rompe en partículas más pequeñas, esta fragmentación aumenta su área frontal y aumenta la distribución de la energía.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

Niveles de energía y lesión

La lesión producida por una lesión penetrante puede estimarse clasificando los objetos penetrantes en tres categorías según su capacidad de energía: armas de baja, mediana y alta energía.

Armas de baja energía

Las heridas de baja energía incluyen las armas manuales como un cuchillo o un picahielos. Estos misiles producen lesión sólo con sus puntas agudas o bordes cortantes. Debido a que son heridas de baja velocidad, por lo común se asocian con menos traumas secundarios (p. ej., se produce una menor cavitación). La lesión en estas víctimas puede predecirse al seguir la trayectoria del arma dentro del cuerpo. Si el arma no está, el proveedor de atención prehospitalaria deberá intentar identificar el tipo de arma que se utilizó, si el tiempo lo permite.

El género del atacante es un factor determinante en la trayectoria de un cuchillo. Los hombres tienden a impulsarse con la cuchilla del lado del pulgar y con un movimiento hacia arriba y adentro, mientras que las mujeres tienden a sostener la cuchilla del lado del dedo meñique y apuñalar hacia abajo (Figura 5-54).

Un atacante puede apuñalar a una víctima y después mover el cuchillo dentro del cuerpo. Una herida simple de entrada puede producir una falsa sensación de seguridad. La herida de entrada puede ser pequeña pero el daño en el interior puede ser extenso. El alcance potencial del movimiento de una cuchilla en el interior es el área de daño posible (Figura 5-55).

Es importante evaluar al paciente en busca de heridas asociadas. Por ejemplo, el diafragma puede llegar hacia arriba hasta el nivel de los pezones con una espiración profunda. Una herida por arma punzocortante en la parte inferior del tórax puede lesionar estructuras intraabdominales así como intratorácicas y una herida en el abdomen superior puede también involucrar la parte inferior del tórax.

Un trauma penetrante puede ser resultado de objetos atravesados como los postes de un cerco y señales en la calle en choques con vehículos de motor y caídas, postes de esquí en deportes de nieve y lesiones por el manubrio en ciclismo.



Figura 5-54 El género de un atacante casi siempre determina la trayectoria de la lesión en los incidentes por apuñalamiento. Los atacantes masculinos tienden a adoptar una postura hacia arriba, mientras que las atacantes femeninas, una postura hacia abajo.

Armas de mediana energía y alta energía

Las armas de fuego se clasifican en dos grupos: de mediana energía y de alta energía. Entre las primeras están las pistolas y algunos rifles cuya velocidad de boca es de 305 m/seg (1000 pies/segundo). La cavidad temporal que crean estas armas es de tres a cinco veces el calibre de la bala. Las armas de alta energía tienen velocidades de boca de más de 610 m/seg (2000 pies/seg) y una energía de boca significativamente mayor. Éstas crean una cavidad temporal 25 o más veces mayor al calibre de la bala. Es evidente que conforme aumenta la cantidad de pólvora que hay dentro del cartucho y el tamaño de la bala es más grande, la velocidad y la masa de la bala y, por lo tanto, su energíacinética aumentan (Figura 5-56). La masa de la bala es importante, pero, un componente menor ($EC = \frac{1}{2} mv^2$). Sin embargo, no se debe menospreciar la masa de la bala. En la Guerra Civil de Estados Unidos, las balas Mini Ball de calibre 0.55 de un rifle largo de Kentucky tenía casi la misma energía de boca que la moderna M16. La masa del misil se vuelve más importante cuando se considera la lesión producida por una escopeta de calibre 12 a una distancia cercana o por un dispositivo explosivo improvisado (DEI).



Figura 5-55 El daño producido por un cuchillo depende del movimiento de la cuchilla dentro de la víctima.

En general, las armas de mediana y alta energía producen lesión del tejido no sólo de manera directa en la trayectoria del misil sino también del tejido involucrado en la cavidad temporal a cada lado de la trayectoria del misil. Las variables de perfil, volteo y fragmentación del misil influyen en la rapidez del intercambio de energía y, por lo tanto, en la extensión y dirección de la lesión. La fuerza de las partículas del tejido que son separadas y apartadas de la trayectoria directa del misil comprime y estira el tejido circundante (Figura 5-57).

Las armas de alta energía descargan misiles de alta energía (Figura 5-58). La lesión de tejidos es mucho más extensa con un objeto penetrante de alta energía que con uno de mediana energía. El vacío que se genera en la cavidad creada por este misil de alta velocidad puede arrastrar fragmentos de ropa, bacterias y otros desechos de la superficie al interior de la lesión.

Al predecir una lesión por arma de fuego, es importante considerar el rango o la distancia desde la cual el arma (sea de mediana o de alta energía) se dispara. La resistencia del aire reduce la velocidad de la bala; por lo tanto, si se aumenta la distancia, se reduce la energía al momento del impacto, lo que dará como resultado menos lesiones. La mayoría de los tiroteos se realizan a una distancia corta con pistolas, por lo que la probabilidad de una lesión grave está relacionada tanto con la anatomía involucrada como con la energía del arma, y no con la pérdida de la energía cinética.

Armas de alta energía

Cavitación

Packler y Malinowski describieron el patrón de lesión inusual de un arma AK-47. Debido a su excentricidad, la bala da volteretas y viaja casi en ángulo recto respecto del área de entrada. Durante



A



B

Figura 5-56 A. Las armas de mediana energía por lo regular son pistolas que tienen cañones cortos y que contienen cartuchos de menor potencia. B. Armas de alta energía.

Fuente: A. © RaidenV/Shutterstock, Inc. B. Cortesía de Norman Mc Swain, MD, FACS, NREMT-P

esta acción, la rotación continúa una y otra vez, de manera que hay dos o a veces hasta tres (dependiendo de cuánto tiempo se mantenga la bala en el cuerpo) cavitaciones.²⁰ Este intercambio de

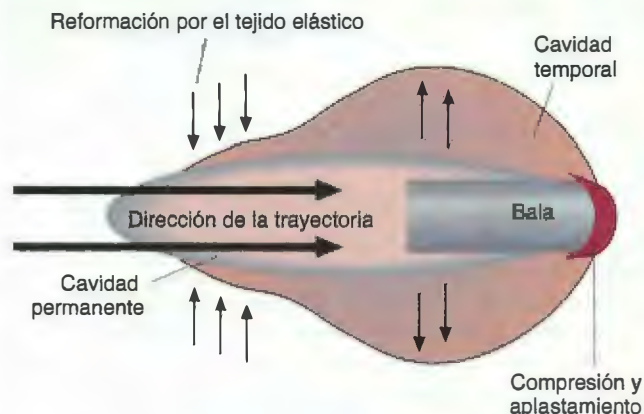


Figura 5-57 Una bala aplasta directamente el tejido que se encuentra en su trayectoria. Con la estela de la bala, se crea una cavidad. La parte aplastada es permanente. La expansión temporal también puede producir lesión.



Figura 5-58 A. lesión por rozadura a la piel cabelluda creada por un proyectil de un arma de alta velocidad. El cráneo no se fracturó. B. Herida por disparo de un arma de alta velocidad a la pierna que muestra una cavidad permanente y grande.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

energía bastante alto produce la cavitación y una cantidad significativa de daño.

El tamaño de la cavidad permanente se asocia con la elasticidad del tejido golpeado por el misil. Por ejemplo, si la misma bala a la misma velocidad penetra tanto el músculo como el hígado, los resultados son muy diferentes. Los músculos tienen mucho más elasticidad y se expanden y regresan a la cavidad permanente relativamente pequeña. El hígado, sin embargo, tiene muy poca elasticidad; desarrolla líneas de fractura y una cavidad permanente mucho más grande que la que se produce por la misma energía de intercambio en el músculo.^{21,22}

Fragmentación

La combinación de un arma de alta energía con la fragmentación produce un daño importante. Si el misil de alta energía se fragmenta al impacto (muchos no lo hacen), el sitio inicial de entrada puede ser muy grande y puede tener una lesión del tejido blando significativa. Si la bala se fragmenta sólo cuando golpea una estructura dura del cuerpo (como el hueso), da por resultado una gran cavitación en el punto de impacto y los fragmentos óseos por sí mismos se vuelven parte del componente productor del daño. Puede presentarse una destrucción significativa del hueso y de los órganos y vasos cercanos.²⁰

Emil Theodor Kocher, un cirujano que vivió a finales del siglo XIX, era extremadamente activo en el entendimiento de la balística y el daño producido por las armas. Se manifestó vehementemente en contra de la bala "dum-dum" (producida por una fábrica de armas en Dum, Dum, India).²³ La declaración de San Petersburgo de 1868 prohibió los proyectiles explosivos menores de 400 gramos de peso. Esta medida fue seguida por la Convención de la Haya de 1899, la cual prohibió el uso de balas dum-dum en la guerra.

Anatomía

Heridas de entrada y de salida

La lesión tisular se presenta en el sitio de entrada del misil en el cuerpo, a lo largo de la trayectoria del objeto penetrante y en la salida del cuerpo. Conocer la posición de la víctima, la posición del atacante y el arma utilizada es útil para determinar la trayectoria de la lesión. Si se pueden relacionar las heridas de entrada y de salida, se pueden aproximar las estructuras anatómicas que podrían haber presentado lesión con la trayectoria.

Al evaluar los sitios de las heridas se obtiene información valiosa para guiar el manejo del paciente y transmitirla a la unidad hospitalaria que lo recibe. ¿La presencia de dos agujeros en el abdomen de la víctima indican la entrada y salida de una sola bala o que dos misiles entraron y continúan dentro del paciente? ¿El misil cruzó la línea media (por lo general produciendo una lesión más grave) o sigue en el mismo lado? ¿En qué dirección viajó el misil? ¿Cuáles órganos internos podrían encontrarse en esta trayectoria?

Las heridas de entrada y de salida suelen producir, aunque no siempre, patrones de lesión identificables en los tejidos blandos. La evaluación de la trayectoria aparente de un objeto penetrante es útil para el clínico. Debe proporcionarse esta información a los médicos del hospital. Por otro lado, los proveedores de atención prehospitalaria (y la mayoría de los médicos) no tienen la experiencia de un patólogo forense; por lo tanto, la valoración de cuál es una herida de entrada y cuál una de salida está cargada de incertidumbre. Esta información sólo tiene utilidad para el cuidado del paciente al tratar de identificar la trayectoria del misil y no para propósitos legales para determinar las características específicas del incidente. No deben confundirse estos dos temas. El proveedor de atención prehospitalaria debe tener la mayor cantidad de información posible para determinar las posibles lesiones que podría presentar el paciente y para decidir mejor cuál debe ser el manejo del paciente. Los temas legales relacionados con las características específicas de entrada y salida se deben dejar a otros.

Una herida de entrada por un balazo presiona contra el tejido subyacente mientras que la herida de salida carece de dicho apoyo. El primero suele ser una herida redonda u ovalada, dependiendo de

la trayectoria de entrada, y la segunda usualmente es una **herida estelar (explosión de estrella)** (Figura 5-59). Debido a que el misil está rotando al momento de entrar, deja una pequeña área de abrasión (de 1 a 2 mm) de color rosa (Figura 5-60). No hay abrasión en el sitio de la herida salida. Si la bocacha se colocó directo contra la piel al momento de la detonación, los gases en expansión entrarán al tejido y producirán crepitación en la exploración (Figura 5-61). Si la bocacha se encontraba de 5 a 7 cm (de 2 a 3 pulgadas), los gases calientes que salen quemarán la piel; si la bocacha estaba a entre 5 y 15 cm (de 2 a 6 pulgadas) el humo se impregnará en la piel, y si se encontraba a 25 cm (10 pulgadas), las partículas de cordita ardiente tatarán la piel en pequeñas áreas de quemadura (de 1 a 2 mm) (Figura 5-62).



Figura 5-59 La herida de entrada suele tener una forma redonda u ovalada, mientras que la herida de salida casi siempre es de forma estelar o lineal.

Fuente: Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.



Figura 5-60 La abrasión en el borde indica que la bala viajó de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.



Figura 5-61 Los gases calientes que salen de la bocacha sostenida en proximidad a la piel producen en ésta quemaduras de espesor parcial y completo.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

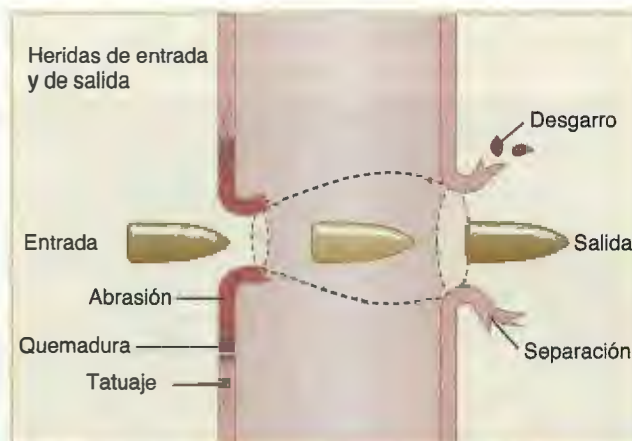


Figura 5-62 Al entrar, el giro y la compresión de la bala producen agujeros redondos u ovalados. Al salir, la herida se abre por presión hacia fuera.

Efectos regionales del trauma penetrante

En esta sección se analizan las lesiones presentadas por varias partes del cuerpo durante el trauma penetrante.

Cabeza

Después de que un misil penetra el cráneo, su energía se distribuye en un espacio cerrado. Las partículas que se aceleran lejos de la trayectoria del misil son forzadas contra el cráneo subyacente, el cual no se puede expandir al igual que la piel, los músculos o incluso el abdomen. Por lo tanto, el tejido cerebral se comprime

contra el interior del cráneo, lo que provoca mayor daño del que se presentaría si el cráneo se expandiera con libertad. Es como poner un petardo dentro de una manzana y después se colocara la manzana dentro de una lata de metal. Cuando el petardo explota, la manzana se destruirá contra la pared de la lata. En el caso de que un misil penetre el cráneo, si las fuerzas son lo suficientemente grandes, el cráneo explotará de adentro hacia fuera (Figura 5-63).

Una bala puede seguir la curvatura del interior del cráneo si entra con una angulación y no tiene suficiente fuerza para salir del cráneo. Esta trayectoria puede producir una lesión importante (Figura 5-64). Debido a esta característica, las armas de pequeño calibre de mediana velocidad, como las pistolas de calibre 0.22 o 0.25, se han conocido como las "armas de los asesinos". Estas balas entran e intercambian toda su energía dentro del cerebro.

Tórax

Hay tres grupos principales de estructuras en el interior de la cavidad torácica: el sistema pulmonar, el sistema vascular y el tracto gastrointestinal. Los huesos y músculos de la pared torácica y la columna vertebral forman la estructura externa del tórax. Un objeto penetrante puede lesionar una o más estructuras anatómicas de estos sistemas.

Sistema pulmonar

El tejido pulmonar es menos denso que la sangre, órganos sólidos o huesos; por lo tanto, un objeto penetrante golpeará un número menor de partículas, producirá un menor intercambio de energía



Figura 5-63 Después que un misil penetra el cráneo, su energía se distribuye en un espacio cerrado. Es como colocar un petardo dentro de un recipiente cerrado. Si la fuerza es suficiente, el recipiente (el cráneo) puede explotar desde el interior.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

y provocará una lesión menor al tejido pulmonar. La lesión a los pulmones puede ser clínicamente importante (Figura 5-65), pero menos de 15% de los pacientes requiere exploración quirúrgica.²⁴

Sistema vascular

Los vasos más pequeños que no se encuentran dentro de la pared torácica son desplazados sin que presenten una lesión importante. Sin embargo, los vasos mayores, como la aorta y la vena cava, son menos móviles porque se encuentran fijos a la columna vertebral o el corazón. No se pueden hacer a un lado con facilidad y son más susceptibles a presentar una lesión.

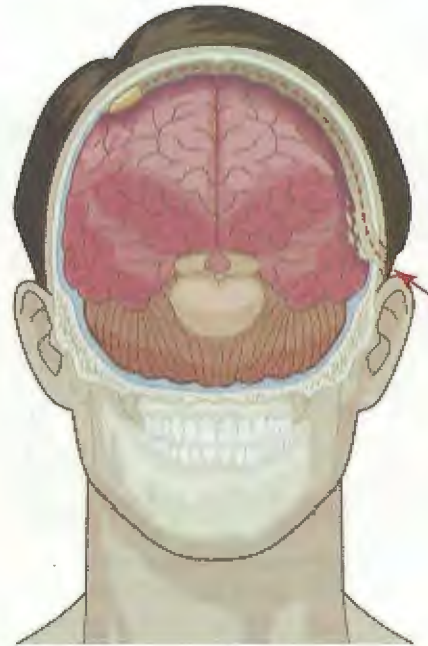


Figura 5-64 La bala puede seguir la curvatura del cráneo.



Figura 5-65 Lesión pulmonar producida por la cavidad alejada del punto de impacto. La flecha muestra el fragmento de la bala.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

El miocardio (músculo casi en su totalidad) se estira según lo atraviesa la bala para después contraerse, lo que deja un defecto menor. El grosor del músculo puede controlar una penetración de baja energía como con un cuchillo o incluso una pequeña bala de mediana energía de calibre 0.22. Este cierre puede prevenir una exanguinación inmediata y da tiempo para que la víctima sea transportada a una instalación médica apropiada.

Tracto gastrointestinal

El **esófago**, la parte del tracto gastrointestinal que atraviesa la cavidad torácica, puede ser penetrado y puede haber fuga de su contenido hacia la cavidad torácica. Los signos y síntomas de una lesión con esas características pueden manifestarse de manera tardía varias horas e incluso días después de la lesión inicial.

Abdomen

El abdomen contiene estructuras de tres tipos: llenas de aire, sólidas y óseas. La penetración por un misil de baja energía puede no producir una lesión importante; sólo 30% de las lesiones con cuchillo que penetran la cavidad abdominal requieren una exploración quirúrgica para reparar la lesión. Una lesión de mediana energía (p. ej., una lesión por pistola) produce una lesión mayor: De 85 a 95% requiere una reparación quirúrgica. Sin embargo, en las lesiones producidas por misiles de mediana energía, el daño a estructuras sólidas y vasculares casi nunca se produce exanguinación inmediata. Esto permite que los proveedores de atención prehospitalaria transporten al paciente a una unidad médica apropiada a tiempo para una intervención quirúrgica efectiva.

Extremidades

Las lesiones penetrantes a las extremidades pueden producir lesión de los huesos, músculos, nervios o vasos. Cuando se golpean los huesos, los fragmentos óseos pueden convertirse en misiles

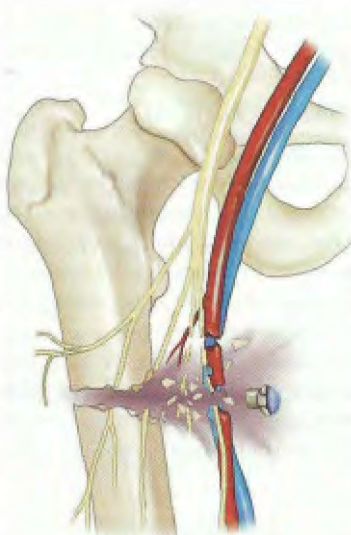


Figura 5-66 Los fragmentos óseos en sí mismos se vuelven misiles secundarios y causan daño por el mismo mecanismo que el objeto penetrante original.

secundarios y lacerar el tejido circundante (Figura 5-66). Los músculos por lo común se expanden lejos de la trayectoria del misil, lo que causa hemorragia. El misil puede penetrar los vasos sanguíneos o rozar y lesionar el revestimiento de un vaso, lo que produce la formación de coágulos y la obstrucción del vaso en minutos u horas.

Heridas por escopetas

Aunque las escopetas no son armas de alta velocidad, sino de alta energía, y, a una distancia corta pueden ser más letales que algunos de los rifles de mayor energía. Las pistolas y los rifles usan predominantemente el **rayado** (canales) en el interior del cañón para hacer girar el misil durante el patrón de vuelo hacia el blanco. En contraste, la mayoría de las escopetas poseen un cañón cilíndrico, liso, que dirige una carga de misiles en la dirección del blanco. Los instrumentos conocidos como **cebadores** y **desviadores** pueden colocarse en el extremo del cañón de la escopeta para dar forma a la columna de misiles con un patrón específico (p. ej., cilíndrica o rectangular). Sin importar, cuándo sea disparada una escopeta, se expulsa una gran cantidad de misiles con un patrón **diseminado** o en **espray**. Los cañones pueden ser recortados ("cortados con sierra") para ensanchar de manera prematura la trayectoria de los misiles.

Aunque las escopetas pueden usar varios tipos de municiones, la estructura del obús de la mayoría de las escopetas es similar. Un obús de escopeta típica contiene pólvora, relleno y proyectiles. Cuando se detona, todos estos componentes individuales son expulsados a través de la boca y producen lesiones en la víctima. Algunos tipos de pólvora pueden **puntear** ("tatuar") la piel en lesiones de corta distancia. El relleno, que por lo general consiste en papel, fibras o plástico lubricado para separar el disparo (misiles) de la carga de pólvora, puede ser otra fuente de infección dentro de la herida si no es retirado. Los misiles varían en cuanto a tamaño, peso y composición. Hay una amplia variedad de misiles disponibles, desde polvo metálico comprimido hasta *perdigones* de bolas de metal pequeñas (birdshot), *postas* o *perdigones* de bolas de metal grandes (buckshot), *balas* (misil de metal individual) y recientemente, alternativas de plástico y hule. El obús promedio está cargado con 30 a 45 g (1 a 1.5 libras) de disparo. Los rellenos que se colocan con el disparo (gránulos de polietileno o polipropileno) se pueden introducir en las capas superficiales de la piel.

Un obús promedio de perdigones pequeños puede contener entre 200 a 2000 perdigones, mientras que un obús de perdigones más grande puede tener entre 6 a 20 perdigones (Figura 5-67). Es importante notar que conforme aumenta el tamaño de los perdigones, éstos se acercan a las características de los misiles de calibre 0.22 con respecto al rango de efectividad y características de transferencia de energía. También existen obuses más grandes o *mágnam*. Estos obuses pueden contener mayor cantidad de perdigones y más pólvora o sólo mayor carga de pólvora, para impulsar la velocidad en la boca del disparo.

Categorías de las heridas por escopeta

En la estimación de las lesiones, es importante considerar el tipo de munición que se utilizó; sin embargo, el rango (distancia) al cual fue disparado el paciente constituye la variable más importante en la evaluación de la víctima lesionada por disparo de arma de fuego. Las escopetas expulsan una gran cantidad de misiles, la



Figura 5-67 A. Un obús de perdigones pequeños promedio puede contener de 200 a 2000 perdigones. B. Un obús de postas perdigones más grandes puede contener sólo de 6 a 20.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

mayoría de los cuales tienen forma esférica. Estos proyectiles son en especial susceptibles a los efectos de la resistencia del aire, pues alentan con rapidez su movimiento, una vez que salen de la boca (Figura 5-68). El efecto de la resistencia del aire en los proyectiles disminuye el rango efectivo del arma y cambia las características

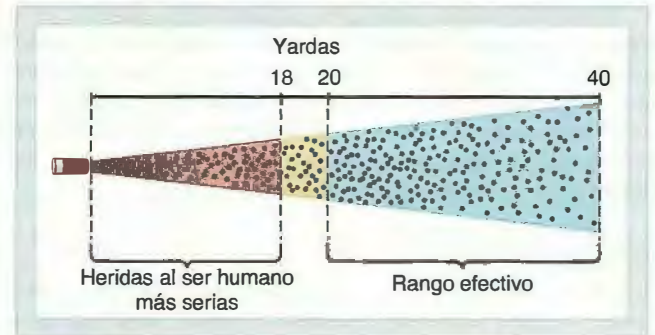


Figura 5-68 El diámetro de la dispersión de una columna de disparo se expande conforme lo hace el rango.

Fuente: De DeMuth WE. The mechanism of gunshot wounds. *J Trauma*. 1971;11:219. Modificado por Sherman RT, Parrish RA. Management of shotgun injuries: a review of 152 cases. *J Trauma*. 1978;18:236.

básicas de las heridas que genera. En consecuencia, las heridas por escopetas se clasifican en cuatro principales categorías: heridas de contacto, a corta distancia, a distancia intermedia y a distancia grande (Figura 5-69).

Heridas de contacto

Las **heridas de contacto** se suscitan cuando la boca está tocando a la víctima en el momento en que se detona el arma. El resultado típico de esto son heridas circulares de entrada, las cuales pueden o no tener hollín o impresión de la boca (Figura 5-61). También es común la abrasión o quemadura de los bordes de la herida, secundaria a las elevadas temperaturas y la expansión de gases calientes, según salen los misiles a través de la boca. Algunas heridas de contacto pueden tener una apariencia más estelar (forma de estrella), producida por los gases sobrecalentados del cañón que escapan de los tejidos. Las heridas de contacto por lo general producen una lesión tisular extendida y se asocian con una mortalidad elevada. La longitud del cañón de una escopeta estándar hace difícil que se cometa suicidio con esta arma, ya que es difícil alcanzar y jalar el gatillo. Tales intentos por lo común terminan en una cara partida sin que el disparo haya llegado al cerebro.

Heridas a corta distancia

Las heridas a corta distancia (menos de 2 m [6 pies]), aunque aún se caracterizan por las heridas circulares de entrada, probablemente tengan más evidencia de hollín, pólvora o abrasiones por el relleno alrededor de los márgenes de la herida que en las heridas de contacto. Además, se pueden encontrar abrasiones y marcas por el impacto del relleno que coincide con las heridas de los misiles. Las **heridas a corta distancia** también crean una lesión significativa en el paciente; los misiles disparados a esta distancia aún tienen una energía suficiente para penetrar a estructuras profundas y exhiben un patrón de diseminación ligeramente más ancho. Esto aumenta la extensión de la lesión conforme los misiles viajan a través de los tejidos blandos.

Heridas a distancia intermedia

Las **heridas a distancia intermedia** se caracterizan por la aparición de agujeros satélite, hechos por los perdigones, que surgen del





Tipo	De contacto	Corta distancia	Distancia intermedia	Larga distancia
Apariencia de la lesión				
Descripción de la lesión	Causa daño del tejido con dispersión amplia	Penetra a una profundidad más allá de la fascia	Penetra el tejido subcutáneo y la fascia profunda	Penetra la piel superficial
Tasa de Mortalidad	85 a 90%	15 a 20%	0 a 5%	0%

Figura 5-69 Patrones de lesión por escopeta.

borde circundante de una herida de entrada central. Este patrón es un resultado de la dispersión de los perdigones individuales desde la columna principal del disparo y por lo general ocurre a una distancia de 1.8 a 5.5 m (6 a 18 pies). Estas lesiones son una mezcla de heridas penetrantes profundas, heridas superficiales y abrasiones. Sin embargo, debido a los componentes de penetración profunda de esta lesión, las víctimas aún pueden tener elevadas tasas de mortalidad.

Heridas a larga distancia

Las **heridas a larga distancia** rara vez son letales. Estas heridas se caracterizan típicamente por una diseminación clásica de lesiones causadas por la extensión de los perdigones y se producen a una distancia mayor de 5 ½ metros (18 pies). Sin embargo, incluso a estas menores velocidades, los perdigones pueden causar daño importante en algunos tejidos sensibles (p. ej., los ojos). Además, los perdigones más grandes pueden retener suficiente velocidad para infligir daño a estructuras profundas, incluso a gran distancia. El proveedor de atención prehospitalaria también necesita considerar los efectos acumulados de las muchas heridas causadas por pequeños misiles y sus localizaciones, enfocándose en los tejidos sensibles. Es esencial la *exposición adecuada* al examinar a todos los pacientes involucrados en el trauma, y las lesiones por escopeta no son la excepción.

Evaluación de las heridas de escopeta

Las características variables se deben tomar en cuenta al momento de evaluar los patrones de lesiones en los pacientes con lesiones por escopetas. Por ejemplo, una herida única circular por escopeta podría representar una lesión en contacto o a corta distancia con un cartucho de perdigones en las cuales los misiles se pueden mantener en columna o grupo cerrado. Por el contrario, esto también podría representar una lesión a distancia intermedia o a larga distancia

con una bala o un misil único. Sólo una exploración detallada de la herida permitirá diferenciar las lesiones que probablemente involucren una lesión importante a las estructuras internas a pesar de unas características muy diferentes.

Las heridas de contacto o a corta distancia infligidas al tórax pueden producir una lesión grande, visualmente impresionante que causa un neumotórax abierto y que el intestino se eviscere por las heridas en el abdomen. En ocasiones, un solo perdigón de una herida a una distancia intermedia puede penetrar con la suficiente profundidad para perforar el intestino. Esto, con el tiempo lleva a peritonitis o a la lesión de una arteria importante, lo que origina compromiso vascular de una extremidad. De otra manera, un paciente que se presenta con múltiples heridas pequeñas en un patrón diseminado puede tener docenas de heridas de entrada. Sin embargo, ninguno de estos misiles podría haber mantenido una energía suficiente para penetrar a través de la fascia y, por lo tanto, no produce lesión significativa a las estructuras internas.

Aunque la atención inmediata del paciente debe ser siempre la prioridad, cualquier información (tipo de obús, distancia que se sospecha entre el paciente y el arma, número de disparos) que los proveedores de atención prehospitalaria puedan obtener de la escena y transmitir a la unidad receptora puede ayudar a una evaluación diagnóstica y tratamiento apropiados de un paciente con herida por escopeta. Además, el reconocimiento de varios tipos de heridas puede ayudar a los proveedores de atención prehospitalaria a mantener un elevado índice de sospecha de una lesión interna sin importar la impresión inicial de la lesión.

Lesiones por explosión

Lesiones por artefactos explosivos

Los artefactos explosivos son las armas más comúnmente usadas en el combate y por los terroristas. Producen lesiones al humano por múltiples mecanismos, algunos de los cuales son



Figura 5-70 Paciente con heridas por múltiples fragmentos a causa de la explosión de una bomba.

Fuente: Foto cortesía de Maj. Scott Gering, Operation Iraqi Freedom.

extremadamente complejos. Los mayores retos de los clínicos de todos los niveles del cuidado después de una explosión son la gran cantidad de heridos y las múltiples lesiones penetrantes (Figura 5-70).²⁵

Física de la explosión

Las explosiones son reacciones físicas, químicas o nucleares que son resultado de la liberación casi instantánea de grandes cantidades de energía en forma de calor y gas altamente comprimido de rápida expansión, capaz de impulsar los fragmentos a velocidades extremadamente altas. La energía asociada con una explosión puede asumir múltiples formas: energía cinética y calorífica en la **onda de choque**; energía cinética por los fragmentos formados por la rotura de la cubierta del arma y los desechos circundantes y energía electromagnética.

Las ondas de choque pueden viajar a más de 5000 metros por segundo (16 400 pies/seg) y están formadas por componentes estáticos y dinámicos. El componente estático (**sobrepresión de explosión**) rodea los objetos en el flujo del campo de la explosión, cargándolos por todos los lados de un incremento discontinuo de la presión llamado **frente de choque** u **onda de choque** hasta un **valor pico de la sobrepresión**. Seguida del frente de choque inicial, la sobrepresión cae hasta la presión ambiental y a menudo se forma un vacío parcial como resultado del aire que es succionado de regreso (Figura 5-71). El componente dinámico (**presión dinámica**) es direccional y se experimenta como un **viento de explosión**. La importancia primaria de la ráfaga de viento consiste en que impulsa fragmentos a una velocidad mayor de varios miles de metros por segundo (más rápido que las armas balísticas estándares como las balas y los obuses).²⁶ Mientras que el rango efectivo de la presión tanto estática como dinámica se mide en miles de metros o de pies, los fragmentos acelerados por la presión dinámica sobrepasarán con rapidez la onda de choque para convertirse en la principal forma de lesión hasta distancias de miles de metros (pies).

Interacción entre las ondas de choque con el cuerpo

Las ondas de choque interactúan con el cuerpo y otras estructuras al transmitir la energía de la onda de choque dentro de la estructura. Esta energía causa que la estructura se deforme de tal modo que depende de la fuerza y del periodo natural de oscilación de la estructura afectada. Las diferencias en las interrelaciones de densidad dentro de una estructura producen reformas complejas, convergencias y asociación de las ondas de choque transmitidas. Tales interacciones se observan sobre todo en las interrelaciones de gran densidad, como entre el tejido sólido y aire o líquido (p. ej., pulmón, corazón, hígado e intestino).

Lesiones relacionadas con explosiones

Las lesiones por explosiones por lo general se clasifican en primarias, secundarias, terciarias, cuaternarias y quinarias según la taxonomía de las lesiones descritas en el Department of Defense Directive 6025.21E24 (Figura 5-72). La detonación de un artefacto explosivo produce una cadena de interacciones entre los objetos y las personas en su trayectoria.²⁶ Si un individuo está lo suficientemente cerca, la onda de choque inicial aumenta la presión en el cuerpo, lo que produce estrés y rotura, en particular en los órganos llenos de gas como los oídos, pulmones y rara vez los intestinos (Figura 5-73). Estas lesiones primarias por explosión son más prevalentes cuando la explosión se presenta en un espacio cerrado, debido a que la onda de la explosión rebota en las superficies, por lo que se promueve el potencial destructor de las ondas de presión.²⁷

La muerte inmediata por barotrauma pulmonar (explosión del pulmón) se presenta con mayor frecuencia en los espacios cerrados que en los espacios abiertos.²⁷⁻³⁰ Más de 95% de las lesiones por explosión en Irak y Afganistán ocurrió en explosiones en espacios abiertos.³¹

La forma más común de lesión primaria por explosión es la rotura de la membrana timpánica (tímpano).^{32,33} Ésta puede ocurrir con presiones tan bajas como 35 kilopascales (kPa) (o 5 libras por pulgada cuadrada [psi]),^{32,34} es muy frecuente que sea la única lesión importante por sobrepresión que se experimenta. La siguiente lesión importante se presenta a menos de 276 kPa (40 psi), un umbral conocido para las lesiones pulmonares, incluyendo el neumotórax, embolismo de aire, enfisema intersticial



Figura 5-71 Historia de presión-tiempo de una onda explosiva. Esta gráfica muestra el incremento súbito masivo de la presión (sobrepresión de la explosión) después de la reducción de la presión y la fase de presión negativa.

Fuente: Tomado de EXPLOSIVE BLAST 4 T - Federal Emergency Management Agency: www.fema.gov/pdf/plan/prevent/rms/428/fema428_ch4.pdf.

Figura 5-72 Categorías de las lesiones por explosión

Categoría	Definición	Lesiones típicas
Primaria	<ul style="list-style-type: none"> ■ Producida por el contacto con la onda de choque con el cuerpo ■ Se presentan ondas de estrés y rotura en los tejidos ■ Ondas reforzadas/reflejadas en las interrelaciones de densidad de los tejidos ■ Los órganos llenos de aire (pulmones, oídos, etc.) están en riesgo particular 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rotura de la membrana timpánica ■ Explosión del pulmón ■ Lesiones oculares ■ Concusión
Secundaria	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lesiones balísticas producidas por: ■ Fragmentos primarios (piezas del arma explosiva) ■ Fragmentos secundarios (fragmentos del ambiente, p. ej., vidrio) ■ La amenaza de lesión por fragmentos se extiende mucho más que por la onda de la explosión 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lesiones penetrantes ■ Amputaciones traumáticas ■ Laceraciones
Terciaria	<ul style="list-style-type: none"> ■ La onda de la explosión impulsa a los individuos hacia superficies/objetos o ■ a los objetos contra los individuos, lo que produce una traslocación completa del cuerpo ■ Lesiones por aplastamiento causado por daño estructural o edificios colapsados 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lesiones contusas ■ Síndrome por aplastamiento ■ Síndrome de compartimento
Cuaternaria	<ul style="list-style-type: none"> ■ Otras lesiones, trastornos o enfermedades relacionadas con la explosión 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Quemaduras ■ Lesión por inhalación de gas tóxico u otros gases ■ Lesión por la contaminación ambiental
Quinaria	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lesiones que son consecuencia de la adición de cosas específicas como las bacterias y la radiación ("bombas sucias") 	

Fuente: Datos de NAEMT. PHTLS: Prehospital Trauma Life Support. Military 8th ed. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2015.



Figura 5-73 Morbilidad y mortalidad como función de la distancia a una detonación en espacio abierto de una carga explosiva de aproximadamente 100 kg (220 libras).

subcutáneo y neumomediastino.⁸ Informes relacionados con soldados quemados de la Operation Iraqi Freedom confirman que la ruptura de la membrana del tímpano no es un elemento predictivo de una lesión en los pulmones.

El frente de choque de la onda de la explosión se disipa con rapidez y es seguida por el viento de la explosión, el cual impulsa fragmentos para crear múltiples lesiones penetrantes. Aunque éstas se denominan lesiones secundarias, por lo común son el agente lesionante predominante.⁹ El viento de la explosión también impulsa objetos grandes hacia las personas o éstas hacia superficies duras (translocación parcial o total del cuerpo), lo que produce lesiones contundentes (explosión terciaria); esta categoría de lesión también incluye las lesiones por aplastamiento producidas por el colapso de la estructura.⁸ El calor, las flamas, el gas y el humo generado durante las explosiones producen lesiones cuaternarias como quemaduras, lesiones por inhalación y asfixia.^{9b} Las lesiones quinarias se producen cuando se añaden bacterias, químicos o materiales radiactivos a los instrumentos explosivos y éstos son liberados con la detonación.

Lesión por los fragmentos

Las armas explosivas convencionales están diseñadas para maximizar las lesiones por los fragmentos. Con las velocidades iniciales de muchos miles de metros por segundo, la distancia a la que los fragmentos pueden ser lanzados por una bomba de 23 kg (50 libras) será hasta de 300 metros (1000 pies), mientras que el radio letal de la sobrepresión de la explosión es de aproximadamente 15 metros (50 pies). Los desarrolladores de armas militares y terroristas, por

lo tanto, desarrollan armas para maximizar las lesiones por la fragmentación, con el objetivo de aumentar de manera importante el radio de lesión de un explosivo a campo abierto.

Muy pocos artefactos explosivos pueden producir lesiones sólo por la sobrepresión de la explosión, y la lesión primaria por explosión es relativamente rara en comparación con el gran número de lesiones secundarias y terciarias. Por lo tanto, pocos pacientes presentan lesiones dominadas por los efectos primarios de la explosión. Todo el arreglo de las lesiones relacionadas con la explosión por lo común es referido en masa como "lesiones por explosión", lo que lleva a una mayor confusión de lo que constituye una lesión causada por una explosión. Ya que la energía de la onda de explosión se disipa con rapidez, la mayoría de los instrumentos explosivos se construyen para producir lesión principalmente por los fragmentos. Éstos pueden ser fragmentos primarios, generados a través de la ruptura del revestimiento del explosivo o por fragmentos secundarios, creados por los desechos en el ambiente circundante. Sin importar si los fragmentos son creados por las cubiertas de las municiones despedazadas, desechos voladores u objetos introducidos que los terroristas casi siempre ponen en las bombas caseras, aumentan en forma exponencial el rango y la letalidad relacionada con artefactos explosivos y son la principal causa de lesiones relacionadas con explosiones.

Lesión por causa múltiple

Además de los efectos directos de una explosión, los proveedores de atención prehospitalaria deben tener en cuenta las otras causas de lesión de los ataques con explosiones. Por ejemplo, un instrumento explosivo (DEI) que se dirige a un vehículo puede ocasionar un daño inicial mínimo a los ocupantes del vehículo. Sin embargo, si el vehículo en sí mismo es desplazado verticalmente y sacado de curso, provocará en los ocupantes trauma contuso por la colisión, por voltearse hacia abajo como parte del proceso de desplazamiento vertical o por volcadura, por ejemplo en un muro de contención o alcantarilla. En estas circunstancias los ocupantes sostienen lesiones basadas en el mecanismo previamente mencionado para el trauma contuso.

En el contexto militar, los ocupantes de un vehículo pueden tener cierta protección contra las lesiones contusas debido a su armadura corporal. Sin embargo, después de un ataque con un instrumento explosivo, el vehículo puede quedar inhabilitado y, al salir de éste, sus ocupantes pueden ser atacados con armas de fuego y convertirse en sujetos de una emboscada, por lo tanto, en víctimas potenciales de lesiones penetrantes.

Uso de la cinemática en la evaluación

Al realizar la valoración de un paciente traumatizado se debe involucrar el conocimiento de la cinemática. Por ejemplo, un conductor que golpea el volante (trauma contuso) tendrá una gran cavidad en el tórax anterior al momento del impacto; sin embargo, el tórax con rapidez regresa, o se acerca, a su forma original cuando el conductor rebota del volante. Si dos proveedores de atención prehospitalaria exploran por separado al paciente, uno que posea conocimientos de cinemática y otro que no, el que no sabe de cinemática se preocupará sólo por la equimosis visible en el pecho del paciente. El proveedor de atención prehospitalaria que entiende la cinemática reconocerá que al momento del impacto se produjo una gran cavidad, que los pulmones, corazón y grandes vasos fueron comprimidos por la formación de la cavidad. Por lo tanto el sospechará que hay lesiones en el corazón, los pulmones, grandes vasos y la pared torácica. El otro proveedor de atención prehospitalaria ni siquiera se dará cuenta de estas posibilidades.

El proveedor de atención prehospitalaria con conocimiento, consciente de la presencia de estas posibles lesiones, manejará al paciente e iniciará la transportación de manera más dinámica en lugar de reaccionar a lo que para otros aparenta ser sólo una lesión de tejidos blandos, menor y cerrada. La identificación temprana, el adecuado entendimiento y el tratamiento apropiado de las lesiones subyacentes influirán de manera significativa en el hecho de si el paciente vive o muere.



RESUMEN

- La integración de los principios de la cinemática del trauma en la valoración del paciente traumatizado es clave para descubrir posibles lesiones graves o que ponen en riesgo la vida.
- Hasta 95% de las lesiones se pueden anticipar al entender el intercambio de energía que ocurre dentro del cuerpo humano al momento de una colisión. El conocimiento de la cinemática permite identificar de manera inmediata lesiones que no son aparentes, así como decidir el tratamiento apropiado. Si se dejan sin sospechar, sin detectarse y, por lo tanto, sin tratamiento, estas lesiones contribuyen en gran medida a la morbilidad y mortalidad que tienen que ver con el trauma.
- La energía no se puede crear ni destruir, sólo cambia de forma. La energía cinética de un objeto expresada como una función de la velocidad y la masa (peso), se transfiere a otro objeto con el contacto.
- El daño a un objeto o la lesión de los tejidos corporales que son impactados no sólo es una función de la cantidad de energía cinética aplicada a éstos sino también una función de la capacidad de los tejidos de tolerar las fuerzas que les son aplicadas.

Trauma contuso

- La dirección del impacto determina los patrones de las posibles lesiones: frontal, lateral, trasero, por rotación, volcadura o angular.

- La expulsión desde un automóvil reduce la protección del impacto que el vehículo ofrece.
- Los instrumentos de protección que absorben la energía son muy importantes. Éstos incluyen los cinturones de seguridad, bolsas de aire, motores que se despliegan y partes del automóvil que absorben la energía, como las defensas, volantes y tableros que se colapsan y cascos. A la llegada del proveedor de atención prehospitalaria, el daño a los vehículos y la dirección del impacto le indicarán qué víctimas tendrán la mayor probabilidad de presentar lesiones graves.
- Las lesiones a peatones varían de acuerdo con la altura de la víctima y qué parte del cuerpo tuvo el contacto directo con el vehículo.

Caídas

- La distancia recorrida antes del impacto afecta la gravedad de la lesión presentada.
- La capacidad de absorber energía del blanco al final de la caída (p. ej., concreto *vs.* nieve suave) afecta la gravedad de la lesión ocurrida.
- Identificar las partes del cuerpo de la víctima que golpearon el blanco y la progresión del intercambio de energía a través del cuerpo de la víctima son importantes.

Trauma penetrante

- La energía varía dependiendo del agente lesionante primario:
 - Baja energía: instrumentos cortantes manuales
 - Mediana energía: pistolas, algunos rifles
 - Alta energía: rifles de alto poder, armas de asalto, etc.
- La distancia de la víctima con el perpetrador y los objetos que la bala pudo haber golpeado afectarán la cantidad de energía que hay al momento del impacto con el cuerpo y, por lo tanto, la energía disponible para ser disipada dentro del paciente y producir, con ello, lesión en las partes del cuerpo.
- Los órganos en proximidad a la trayectoria del objeto perpetrador determinan las posibles condiciones que ponen en riesgo la vida.
- La trayectoria del trauma penetrante se determina por la herida de entrada y la herida de salida.

Explosiones

- Hay cinco tipos de lesiones en una explosión:
 - Primaria: sobrepresión y subpresión
 - Secundaria: proyectiles (la fuente más común de lesión en las explosiones)
 - Terciaria: propulsión del cuerpo contra otro objeto
 - Cuaternaria: calor y flamas
 - Quinaria: radiación, químicos, bacterias

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Antes del amanecer, en una mañana fría de invierno, usted y su compañero son enviados al choque de un solo vehículo. A su llegada, encuentran un vehículo que colisionó con un árbol en un camino rural. La parte delantera del vehículo parece haberse impactado con el árbol, por lo que el automóvil giró alrededor del tronco y la parte trasera quedó sobre la cuneta del drenaje del lado del camino. El conductor parece ser el único ocupante. La bolsa de aire está desplegada y el conductor gime, todavía sujetado por su cinturón de seguridad. Usted nota daños en la parte delantera del vehículo donde éste impactó con el árbol, y en la parte trasera, a causa del giro y de quedar sobre la cuneta.

- ¿Cuál es la lesión potencial para este paciente con base en la cinemática de este evento?
- ¿Cómo describiría la condición del paciente con base en la cinemática?
- ¿Qué lesiones espera encontrar?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Al aproximarse al paciente, su entendimiento de la cinemática de este evento le hace preocuparse por las lesiones potenciales en la cabeza, cuello, pecho y abdomen. El paciente está alerta, pero su habla es mal articulada y huele a alcohol. Al realizar la inmovilización manual de la cabeza y el cuello, observa una pequeña laceración en el puente de su nariz mientras continúa evaluándolo en busca de lesiones. Él admite que ha bebido, pero no está seguro de qué hora ni qué día es ni a dónde se dirigía.

Al liberar el cinturón de seguridad, observa que el paciente siente dolor y que hay una abrasión sobre su clavícula izquierda. También se queja de dolor en cara, cuello, tórax anterior y abdomen medio. Debido a que admitió haber consumido alcohol, el habla mal articulada y la confusión, no puede descartar más lesiones graves, así que hace una inmovilización de columna conforme lo saca del vehículo.

Al continuar su examinación camino al centro de trauma, observa que el paciente tiene un dolor significativo en ambos cuadrantes abdominales, por lo que le preocupa que pueda estar oculta una lesión en los órganos.

Referencias

1. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. 2011 motor vehicle crashes: overview. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811701.pdf>. Publicado en diciembre de 2012. Consultado el 21 de enero de 2013.
2. World Health Organization. *Global Status Report on Road Safety: Time for Action*. http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241563840_eng.pdf, Publicado en 2009. Consultado el 21 de enero de 2013.
3. Centers for Disease Control and Prevention. *National Vital Statistics Report*. Deaths: preliminary data for 2011. http://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr61/nvsr61_06.pdf. Publicado el 10 de octubre de 2012. Consultado el 18 de octubre de 2013.
4. Hunt JP, Marr AB, Stuke LE. Kinematics. In: Mattox KL, Moore EE, Feliciano DV, eds. *Trauma*. 7th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2013.
5. Hollerman JJ, Fackler ML, Coldwell DM, et al. Gunshot wounds: 1. Bullets, ballistics, and mechanisms of injury. *Am J Roentgenol*. 1990;155(4):685-690.
6. Centers for Disease Control and Prevention. Leading causes of death. http://www.cdc.gov/injury/wisqars/leading_causes_death.html. Actualizado el 17 de septiembre de 2012. Consultado el 23 de marzo de 2013.
7. Rogers CD, Pagliarello G, McLellan BA, et al. Mechanism of injury influences the pattern of injuries sustained by patients involved in vehicular trauma. *Can J Surg*. 1991;34(3):283-286.
8. Nixon RG, Stewart C. When things go boom: blast injuries. *Fire Engineering*. 1o. de mayo de 2004.
9. Hernandez IA, Fyfe KR, Heo G, et al. Kinematics of head movement in simulated low velocity rear-end impacts. *Clin Biomech*. 2005;20(10):1011-1018.
10. Kumaresan S, Sances A, Carlin F, et al. Biomechanics of side-impact injuries: evaluation of seat belt restraint system, occupant kinematics, and injury potential. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2006;1:87-90.
11. Siegel JH, Yang KH, Smith JA, et al. Computer simulation and validation of the Archimedes Lever hypothesis as a mechanism for aortic isthmus disruption in a case of lateral impact motor vehicle crash: a Crash Injury Research Engineering Network (CIREN) study. *J Trauma*. 2006;60(5):1072-1082.
12. Horton TG, Cohn SM, Heid MP, et al. Identification of trauma patients at risk of thoracic aortic tear by mechanism of injury. *J Trauma*. 2000; 48(6):1008-1013; discussion 1013-1014.
13. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. Occupant restraint use in 2011: results from the National Occupant Protection Use Survey Controlled Intersection Study. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811697.pdf>. Publicado en enero de 2013. Consultado el 27 de febrero de 2013.
14. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. *Traffic Safety Facts*. Occupant protection. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811160.pdf>. Consultado el 27 de febrero de 2013.
15. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. *Traffic Safety Facts*. Lives saved in 2008 by restraint use and minimum drinking age laws. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811153.PDF>. Publicado en mayo de 2010. Consultado el 21 de enero de 2013.
16. Centers for Disease Control and Prevention. *Vital Signs*. Adult seat belt use in the U.S. <http://www.cdc.gov/VitalSigns/SeatBeltUse/>. Actualizado el 4 de enero de 2011. Consultado el 21 de enero de 2013.
17. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. *Traffic Safety Facts*. Seat belt use in 2008: use rates in the states and territories. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811106.PDF>. Publicado abril de 2009. Consultado el 18 de octubre de 2013.
18. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the National Expert Panel on Field Triage. *MMWR*. 2012;61:1-20.
19. Burgess AR, Eastridge BJ, Young JW, et al. Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols. *J Trauma*. 1990;30(7):848-856.
20. Fackler ML, Malinowski JA. Internal deformation of the AK-74: a possible cause for its erratic path in tissue. *J Trauma*. 1998;28(suppl 1) S72-S75.
21. Fackler ML, Surinchak JS, Malinowski JA, et al. Wounding potential of the Russian AK-74 assault rifle. *J Trauma*. 1984;24(3):263-266.
22. Fackler ML, Surinchak JS, Malinowski JA, et al. Bullet fragmentation: a major cause of tissue disruption. *J Trauma*. 1984;24(1):35-39.
23. Fackler ML, Dougherty PJ. Theodor Kocher and the Scientific Foundation of Wound Ballistics. *Surg Gynecol Obstet*. 1991;172(2):153-160.

24. American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support Course*. Chicago, IL: ACS; 2002.
25. Wade CE, Ritenour AE, Eastridge BJ, et al. Explosion injuries treated at combat support hospitals in the Global War on Terrorism. In: Elsayed N, Atkins J, eds. *Explosion and Blast-Related Injuries*. Burlington, MA: Elsevier; 2008.
26. Department of Defense. Directive Number 6025:21E: Medical Research for Prevention, Mitigation, and Treatment of Blast Injuries. <http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/pdf/602521p.pdf>. Publicado el 5 de Julio de 2006. Consultado el 18 de octubre de 2013
27. Leibovici D, Gofrit ON, Stein M, et al. Blast injuries: bus versus open-air bombings—a comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions. *J Trauma*. 1996;41:1030-1035.
28. Gutierrez de Ceballos JP, Turégano-Fuentes F, Perez-Diaz D, et al. The terrorist bomb explosions in Madrid, Spain—an analysis of the logistics, injuries sustained, and clinical management of casualties treated at the closest hospital. *Crit Care Med*. 2005;9:104-111.
29. Gutierrez de Ceballos JP, Turégano Fuentes F, Perez Diaz D, et al. Casualties treated at the closest hospital in the Madrid, March 11, terrorist bombings. *Crit Care Med*. 2005;33(1)(suppl):S107-S112.
30. Avidan V, Hersch M, Armon Y, et al. Blast lung injury: clinical manifestations, treatment, and outcome. *Am J Surg*. 2005;190:927-931.
31. Ritenour AE, Blackbourne LH, Kelly JF, et al. Incidence of primary blast injury in US military overseas contingency operations: a retrospective study. *Ann Surg*. 2010;251(6):1140-4.
32. Ritenour AE, Wickley A, Ritenour JS, et al. Tympanic membrane perforation and hearing loss from blast overpressure in Operation Enduring Freedom and Operation Iraqi Freedom wounded. *J Trauma*. 2008;64:S174-S178.
33. Zalewski T. Experimentelle Untersuchungen über die Resistenzfähigkeit des Trommelfells. *Z Ohrenheilkd*. 1906;52:109.
34. Helling ER. Otologic blast injuries due to the Kenya embassy bombing. *Mil Med*. 2004;169:872-876.
35. National Association of Emergency Medical Technicians. Injuries from explosives. In: Butler FK, et al, eds. *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support*. Military 7th ed. St. Louis, MO: Mosby JEMS Elsevier; 2011.
- American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support Course*. Chicago, IL: ACS; 2012.
- Anderson PA, Henley MB, Rivara P, et al. Flexion distraction and chance injuries to the thoracolumbar spine. *J Orthop Trauma*. 1991;5(2):153.
- Anderson PA, Rivara FP, Maier RV, et al. The epidemiology of seatbelt-associated injuries. *J Trauma*. 1991;31(1):60.
- Bartlett CS. Gunshot wound ballistics. *Clin Orthop*. 2003;408:28.
- DePalma RG, Burris DG, Champion HR, et al. Current concepts: blast injuries. *N Engl J Med*. 2005;352:1335.
- Di Maio VJM. Gunshot wounds: practical aspects of firearms, ballistics and forensic techniques. Boca Raton, FL: CRC Press; 1999.
- Garrett JW, Braunstein PW. The seat belt syndrome. *J Trauma*. 1962;2:220.
- Huelke DF, Mackay GM, Morris A. Vertebral column injuries and lap-shoulder belts. *J Trauma*. 1995;38:547.
- Huelke DF, Moore JL, Ostrom M. Air bag injuries and occupant protection. *J Trauma*. 1992;33(6):894.
- Joksch H, Massie D, Pichler R. Vehicle Aggressivity: Fleet Characterization Using Traffic Collision Data. Washington, DC: Department of Transportation; 1998.
- Hunt JP, Marr AB, Stuke LE. Kinematics. In: Mattox KL, Moore EE, Feliciano DV, eds. *Trauma*. 7th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2013.
- McSwain NE Jr, Brent CR. Trauma rounds: lipstick sign. *Emerg Med*. 1998;21:46.
- McSwain NE Jr, Paturas JL. *The Basic EMT: Comprehensive Prehospital Patient Care*, 2nd ed. St. Louis, MO: Mosby; 2001.
- National Safety Council (NSC). *Accident Facts 1994*. Chicago, IL: NSC; 1994.
- Ordog GJ, Wasserberger JN, Balasubramaniam S. Shotgun wound ballistics. *J Trauma*. 1922;28:624.
- Oreskovich MR, Howard JD, Compass MK, et al. Geriatric trauma: injury patterns and outcome. *J Trauma*. 1984;24:565.
- Rutledge R, Thomason M, Oller D, et al. The spectrum of abdominal injuries associated with the use of seat belts. *J Trauma*. 1991;31(6):820.
- States JD, Annechiarico RP, Good RG, et al. A time comparison study of the New York State Safety Belt Use Law utilizing hospital admission and police accident report information. *Accid Anal Prev*. 1990;22(6):509.
- Swierzewski MJ, Feliciano DV, Lillis RP, et al. Deaths from motor vehicle crashes: patterns of injury in restrained and unrestrained victims. *J Trauma*. 1994;37(3):404.
- Sykes LN, Champion HR, Fouty WJ. Dum-dums, hollowpoints, and dev-stators: techniques designed to increase wounding potential of bullets. *J Trauma*. 1988;28:618.

Lecturas sugeridas

- Almerman B, Anderson A. Possible effect of air bag inflation on a standing child. In: *Proceedings of 18th American Association of Automotive Medicine*. Barrington, IL: American Association of Automotive Medicine; 1974.



Evaluación de la escena

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Identificar las amenazas potenciales a la seguridad del paciente, transeúntes y personal de los servicios de urgencia que son comunes en todas las escenas de urgencias.
- Analizar las amenazas potenciales que son únicas para determinados escenarios, como la colisión de un vehículo de motor.
- Integrar el análisis de la seguridad, la situación y la cinemática de la escena dentro de la evaluación del paciente de trauma para tomar las decisiones sobre la atención del paciente.
- Describir los pasos apropiados a llevar a cabo para mitigar las amenazas potenciales a la seguridad.
- Dado un escenario de un incidente con víctimas múltiples (IVM) (incidente con materiales peligrosos, armas de destrucción masiva), analizar el uso de un sistema de triage dentro del manejo de la escena y tomar decisiones de triage con base en los hallazgos de la evaluación.

ESCENARIO

Usted es enviado a la escena de un altercado doméstico. Son las 02:45 de una noche de verano. Al llegar a la escena de una casa unifamiliar, usted puede escuchar a un hombre y a una mujer que discuten acaloradamente, con niños llorando como fondo. También se requirió la presencia de la policía en este lugar, pero todavía no ha llegado.

- ¿Cuáles son sus preocupaciones acerca de la escena?
- ¿Qué consideraciones son importantes antes de ponerse en contacto con el paciente?



Introducción

Existen diversos puntos de preocupación que el proveedor de atención prehospitalaria debe considerar al responder y al llegar a la escena:

1. En seguida de que lo asignan a un llamado y el despachador le da la información, deben anticiparse los asuntos y peligros potenciales asociados con el tipo de llamada. La evaluación preliminar de los temas de seguridad en la escena y la situación se inicia mientras se está en camino a la escena, con base en la información proporcionada por el despachador. En esta evaluación se toman en consideración no sólo los temas de seguridad en la escena sino también la necesidad de otros servicios de urgencias, como la policía y bomberos así como los problemas específicos del paciente.
2. La primera prioridad para cualquiera que llegue a un incidente de trauma es la evaluación general de la escena, la cual tiene que ver con establecer que es lo suficientemente segura para que los servicios médicos de urgencia (SMU) entren y consideren con mucho cuidado la naturaleza de la situación con el objetivo de resguardar la seguridad tanto del proveedor como del paciente y determinar cuáles alteraciones en el cuidado del paciente son las indicadas según las condiciones actuales. Las consideraciones de seguridad de la escena continúan incluso después de la primera inspección del lugar y conforme los proveedores de atención prehospitalaria se aproximan al paciente. Cualesquiera temas que se identifiquen en esta evaluación deben ser atendidos antes de empezar la valoración individual de los pacientes. En algunas situaciones, como en combate, tácticas, o incidentes con materiales peligrosos, el proceso de evaluación se vuelve más crítico, por lo que se pueden alterar los métodos de proveer el cuidado al paciente.

La evaluación de la escena no es un evento de una vez. Debe ponerse atención en lo que está pasando alrededor de quienes responden a la urgencia. Las escenas que al principio se considera que son seguras y que se puede ingresar en ellas cambian con rapidez, por lo que todos los encargados de atender la urgencia deben estar preparados para efectuar los pasos apropiados para que su seguridad continúe, incluso si las condiciones de la escena cambian.

3. Después de realizar la evaluación de la escena, la siguiente prioridad es la valoración individual de los pacientes (se analiza con más detalle en el Capítulo 7, Evaluación y manejo del paciente). La evaluación general de la escena indicará si el incidente involucra solo un paciente o varios.¹ Si la escena involucra más de un paciente, la situación se clasifica como un incidente de múltiples pacientes o un incidente de víctimas múltiples (IVM) (Véase el Capítulo 19 Manejo del desastre). En un IVM, el número de pacientes excede los recursos disponibles. La prioridad cambia de enfocar todos los recursos en el paciente más lesionado a salvar el máximo número de pacientes, esto es, proporcionar el mayor bien al mayor número de personas. Una forma abreviada inicial de triage (analizada al final de la sección del capítulo) identifica los pacientes lesionados con mayor gravedad para que sean tratados primero, en los casos en que hay víctimas múltiples. La priorización del manejo de los pacientes es: (a) condiciones que dan como resultado la pérdida de la vida, (b) condiciones que tienen como resultado la pérdida de alguna extremidad y (c) todas las demás condiciones que no amenazan la vida o alguna extremidad.

Evaluación de la escena

La evaluación de la escena y del paciente inicia mucho antes de que el proveedor de atención prehospitalaria llegue a la ubicación del incidente, al lado del paciente. El despachador inicia el proceso al reunir la información haciendo preguntas a la persona que llama o con la información proporcionada por otras unidades de seguridad pública o de atención prehospitalaria que ya se encuentran en la escena y al comunicar esa información inicial acerca del incidente y del paciente a la unidad del SMU.

Mientras se traslada a la escena, tómese el tiempo para prepararse mentalmente para una solicitud de atención y practicar la comunicación básica entre compañeros, esto puede marcar la diferencia entre una escena bien manejada y una confrontación hostil (o agresión física). La buena observación, y las habilidades de percepción y comunicación son las mejores herramientas.

El proceso de reunir la información por parte del proveedor de atención prehospitalaria empieza inmediatamente después de que éste llega al incidente. Antes de hacer contacto con el paciente, el proveedor debe evaluar la escena mediante:

1. La obtención de la impresión general de la situación para la seguridad en la escena
2. La búsqueda de la causa y los resultados del incidente
3. La observación de los miembros de la familia y transeúntes

La apariencia de la escena crea una impresión que influye en toda la valoración; por lo tanto, es crucial una evaluación correcta de la escena. Una gran cantidad de información se obtiene tan sólo al mirar, observar, escuchar y catalogar la mayor cantidad de información posible, incluidos los mecanismos de la lesión, la situación presente y el nivel general de seguridad.

Así como la condición del paciente puede mejorar o deteriorarse, así también las condiciones de la escena. Evaluar al principio la escena y no evaluar después cómo cambia la escena puede dar como resultado consecuencias graves para los proveedores de atención prehospitalaria y el paciente. La conciencia sobre la situación en la escena, no sólo a la llegada, sino conforme evoluciona y se desarrolla con el tiempo, es crucial para la seguridad de todos aquellos encargados de atender la urgencia, presentes en el incidente.

La evaluación de la escena incluye los siguientes dos componentes principales: la seguridad y la situación.

Seguridad

La consideración primaria cuando se aborda cualquier escena es la seguridad de *todos* los que responden al llamado de urgencias. Los individuos sin entrenamiento en las técnicas requeridas no deben hacer intentos de rescate. Si los miembros del personal del SMU se convierten en víctimas, no serán capaces de ayudar a otras personas lesionadas y se agregarán al número de pacientes. Los proveedores de atención prehospitalaria necesitan esperar hasta que la escena esté lo suficientemente asegurada para que el SMU pueda entrar sin riesgo. Ninguna escena es siempre 100% segura y todos los que atienden la urgencia deben mantener una vigilancia y conciencia continuas. Las preocupaciones sobre la seguridad varían, desde la exposición a los fluidos corporales que puede ocurrir en cada llamada hasta eventos raros, como la exposición a un arma química de destrucción masiva. Las pistas de riesgos y peligros potenciales en la escena incluyen no sólo las evidentes, como el sonido de disparos de arma de fuego o la presencia de sangre y otros fluidos corporales, sino también los hallazgos más sutiles como olores y olores o nubes de vapor.

La seguridad de la escena incluye no sólo la seguridad del proveedor de atención prehospitalaria, sino también la del paciente. Por lo general, los pacientes que se encuentran en situaciones peligrosas deben ser llevados a un área segura, antes de iniciar la evaluación y el tratamiento. Las condiciones que constituyen una amenaza para el paciente o para el rescatista son: fuego, líneas eléctricas caídas, explosivos, materiales peligrosos (incluyendo sangre o líquidos corporales, tráfico, inundación y armas, como pistolas y cuchillos) y condiciones ambientales. Además, un asaltante podría encontrarse todavía en la escena y puede intervenir para lesionar al paciente, al personal de urgencias o a testigos. Sin embargo, se reconoce que en situaciones de un tirador o asaltante, si el SMU trabaja en coordinación con las fuerzas de la ley para entrar a la escena tan pronto como sea posible mejora la sobrevivencia del paciente.

Las preferencias o elecciones hechas para el cuidado del paciente pueden alterarse de manera drástica por las condiciones de la escena. Por ejemplo, una explosión o derrame químico industrial puede producir condiciones peligrosas para los proveedores de atención prehospitalaria que toman precedentes y alteraran los métodos con los cuáles se brinda el cuidado al paciente. (Para mayor

información sobre principio *versus* preferencia o elección véase el Capítulo 3, La ciencia, el arte y la ética de atención prehospitalaria: principios, preferencias y pensamiento crítico).

Situación

La evaluación de la situación se hace después de la valoración de la seguridad. La inspección situacional incluye tanto aspectos que pueden afectar el qué y el cómo el proveedor de atención prehospitalaria maneja al paciente como las preocupaciones específicas del incidente relacionadas directamente con el paciente. Algunos de los temas que deben ser evaluados con base en la situación individual son:

- ¿Qué pasó en realidad en la escena? ¿Cuáles fueron las circunstancias que llevaron a la lesión?
- ¿Por qué se solicitó ayuda y quién la solicitó?
- ¿Cuál fue el mecanismo de la lesión (cinemática) y qué fuerzas y energías produjeron las heridas en las víctimas? (Véase el Capítulo 5, Cinemática del trauma). La mayor parte de las lesiones a los pacientes pueden predecirse con base en la evaluación y entendimiento de las cinemática involucrada en el incidente.
- ¿Cuántas personas están involucradas y qué edad tiene cada una?
- ¿Se necesitan unidades adicionales de los SMU para el manejo de la escena, el tratamiento del paciente o transporte de la víctima?
- ¿Se requiere ayuda mutua? ¿Se necesita de más personal o recursos (p. ej., autoridades encargadas de la aplicación de la ley, departamento de bomberos, compañía de energía eléctrica)?
- ¿Se necesita equipo especial de liberación o rescate?
- ¿Se necesita transporte en helicóptero?
- ¿Se necesita un médico para ayudar al triage o para cuestiones de atención médica en la escena?
- ¿Un problema médico podría haber sido el factor instigador que llevó al trauma (p. ej., una colisión por vehículo automotor como consecuencia de que el conductor tuvo un ataque al corazón)?

Los aspectos relacionados tanto con la seguridad como con la situación se traslapan de manera considerable; muchos temas sobre la seguridad también son específicos para determinadas situaciones y algunas situaciones presentan peligros graves para la seguridad. Estos temas se analizan con mayor detalle en las siguientes secciones.

Problemas de seguridad

Seguridad del tránsito

La mayoría de los rescatistas del SMU que muere o resulta lesionada cada año está involucrada en incidentes relacionados con vehículos automotores (Figura 6-1).² Aunque la mayoría de éstos tienen que ver con colisiones directas de la ambulancia durante la fase de respuesta, un subgrupo se presentó mientras se trabajaba en la escena de una colisión por vehículo automotor (CVA). En Estados Unidos, el SMU responde cada año a cerca de 2 millones de CVA. Muchos factores pueden dar como resultado la lesión o la muerte de los proveedores de atención prehospitalaria en ese tipo de escena (Figura 6-2). Algunos factores, como las condiciones del clima (p. ej., nieve, hielo, lluvia, niebla) y el diseño del camino (p.



Figura 6-1 La mayoría del personal del SMU que muere o resulta lesionada cada año tiene que ver con incidentes relacionados con vehículos de motor.

Fuente: Cortesía de Oregon State Police.



Figura 6-2 Un número importante del personal de atención prehospitalaria que es herido o muere se encontraba trabajando en la escena de una colisión por vehículo automotor.

Fuente: © Jeff Thrower (Web Thrower)/Shutterstock, Inc.

ej., caminos con acceso limitado o rurales) no pueden cambiarse; sin embargo, el proveedor de atención prehospitalaria debe estar consciente de la existencia de estas condiciones y actuar de manera apropiada para mitigar estas situaciones.³

Condiciones del clima e iluminación

Muchas respuestas de la atención prehospitalaria a choques de vehículos de motor se dan en condiciones climáticas adversas y durante la noche. Las condiciones climáticas varían según la localización geográfica y la época del año. Los proveedores de atención prehospitalaria en muchas áreas tienen que enfrentarse al hielo y la nieve durante los meses de invierno, mientras que en las áreas costeras y montañosas con frecuencia se tienen que enfrentar con la niebla o la nieve, respectivamente. Las tormentas de lluvia son comunes en muchas áreas geográficas y las tormentas de arena afectan otras regiones. El tránsito que se acerca al lugar del accidente puede no ver o ser incapaz de detenerse a tiempo para evitar los vehículos de emergencia estacionados o al personal del SMU que trabaja en la escena.

Diseño de las autopistas

Las autopistas de alta velocidad y acceso limitado han hecho eficiente el movimiento de una gran cantidad de tráfico, pero cuando se produce un choque, el tráfico resultante y los conductores que voltean a ver el accidente producen situaciones peligrosas para quienes responden a la urgencia. Las autopistas empinadas y los pasos elevados limitan la visión del conductor que se aproxima de lo que hay más adelante hasta que éste llega a la cima, y puede suscitarse un encuentro repentino en el camino con vehículos detenidos y personal de urgencias. Los cuerpos policíacos por lo regular muestran renuencia al cierre de las autopistas de acceso limitado y se esfuerzan por mantener en movimiento el flujo del tránsito. Aunque pareciera que esto produce mayor daño a los respondedores de la urgencia, en realidad puede prevenir colisiones adicionales por alcances ocasionadas por los vehículos detenidos.

Los caminos rurales presentan otros problemas. Aunque el volumen del tránsito es mucho menor que en los caminos urbanos, éstos pueden tener mucho viento, ser estrechos y encontrarse en montañas o colinas, lo que hace que la visión sea de corta distancia para los conductores que se aproximan a una escena de una colisión por vehículos automotores hasta que están peligrosamente cerca de ella. Los caminos rurales pueden carecer de buen mantenimiento, lo que puede producir condiciones de deslizamiento mucho tiempo después del paso de una tormenta, lo que puede tomar por sorpresa a los conductores. Las áreas aisladas con nieve, hielo o neblina que produjeron el choque original de vehículos de motor todavía pueden estar presentes, lo que dificulta la llegada de los SMU y propician condiciones que no son las óptimas para los conductores que se aproximan en esa dirección.

Estrategias de prevención

Sería más seguro responder a los choques de vehículos de motor sólo durante las horas diurnas en los días despejados; desafortunadamente los proveedores de atención prehospitalaria necesitan responder a cualquier hora del día y en cualquier condición climática. Sin embargo, se pueden seguir algunos pasos para reducir los riesgos de convertirse en una víctima durante el trabajo en la escena de una colisión por vehículos automotores. La mejor forma es no estar ahí, en particular en autopistas de acceso estrecho. El número de personas en la escena en todo momento debe ser el necesario para lograr las tareas requeridas, y no más. Por ejemplo, tener tres ambulancias y un vehículo de supervisión en una escena que sólo tiene un paciente aumenta el riesgo de que un proveedor de atención prehospitalaria sea golpeado por un vehículo que transita por ahí. Si bien, muchos protocolos de despacho requieren la respuesta de varias ambulancias para las autopistas con acceso limitado, *todas las ambulancias con excepción de la inicial deben ponerse en un punto de acceso conveniente cercano, a menos que se les requiera de inmediato.*

La localización del equipo en la ambulancia también tiene un papel en la seguridad. El equipo se debe colocar para que se pueda reunir sin tener que entrar en el flujo del tránsito. A menudo el lado del pasajero de la ambulancia da hacia el carril donde se encuentra la barra o muro de contención, por lo que colocar el equipo que se usa con mayor frecuencia en los choques de vehículos de motor en los compartimentos de ese lado mantendrá a los rescatistas fuera del flujo del tránsito.

Ropa reflejante

En la mayoría de los casos en que los proveedores de atención prehospitalaria son golpeados por vehículos que transitaban por el lugar, los

conductores declararon que no los habían visto en el camino. Tanto la National Fire Protection Association (NFPA), como la Occupational Safety Health Administration (OSHA), tienen estándares para la ropa reflejante de precaución que se emplea al trabajar en las autopistas. La OSHA tiene tres niveles de protección para los trabajadores en las autopistas, siendo el nivel más alto (nivel 3) el que se usa en autopistas de alta velocidad en la noche. La Federal Highway Administration (FHWA), ha ordenado que todos los trabajadores, incluidos los de seguridad pública y rescatistas usen ropa con reflejantes clase 2 o 3 del American National Standards Institute (ANSI,) cuando responden a un incidente en autopistas financiadas con fondos federales. El sentido común indica que los proveedores de atención prehospitalaria deberían usar uniformes reflejantes cuando acuden a choques por vehículos de motor como medida de seguridad. Los estándares del ANSI pueden cumplirse ya sea pegando material reflejante a la chaqueta exterior o portando un chaleco reflejante aprobado.

Posición del vehículo y de los instrumentos de advertencia

La posición del vehículo en la escena de una colisión por vehículos automotores es de mayor importancia. El comandante del incidente o el oficial de seguridad deben asegurar que los vehículos de urgencias se encuentren colocados en las mejores posiciones con el fin de proteger a los proveedores de atención prehospitalaria. Es importante que los vehículos de emergencia que lleguen primero a la escena "tomen el carril" del accidente (Figura 6-3). Aunque la colocación de la ambulancia por detrás de la escena no facilitará subir al paciente a la ambulancia, esta medida protegerá a los proveedores y a los pacientes del tránsito que se aproxima. Conforme lleguen más unidades de urgencia, por lo general deben colocarse del mismo lado del camino que el del incidente. Estos vehículos deben estacionarse lejos del incidente para dar un tiempo de advertencia mayor a los conductores que se acercan.

Las luces frontales, sobre todo las luces altas, deben mantenerse apagadas para no cegar a los conductores que se acercan, a menos que sean necesarias para iluminar la escena. Se debe evaluar el número de luces de advertencia en el lugar; demasiadas luces sólo producirá confusión a los conductores que se acercan. Muchos departamentos usan señales de advertencia que dicen "Accidente adelante" para conceder un tiempo mayor de advertencia a los conductores. Las luces de bengala se pueden acomodar para advertir y dirigir el flujo del tránsito; sin embargo, se deben usar con más precaución



Figura 6-3 Posición correcta de un vehículo de emergencia.
Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.



Figura 6-4 Colocación de los instrumentos para delinear el tránsito.
Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

en condiciones de sequía para no provocar un incendio con el pasto. Los conos reflejantes son dispositivos útiles para dirigir el flujo del tránsito lejos del carril deshabitado por la urgencia (Figura 6-4).

Si es necesario desviar el tránsito, la autoridad competente o aquellos entrenados en control del tránsito son quienes deben encargarse de ello, a fin de que el SMU se enfoque en el manejo del paciente. Dar instrucciones confusas o contradictorias a los conductores sólo crea riesgos adicionales a la seguridad. Las mejores situaciones son aquellas en que no se interrumpe el tránsito y se puede mantener un flujo normal alrededor de la urgencia. Las zonas de construcción proporcionan un ejemplo del flujo del tránsito alrededor de las obstrucciones. Los problemas del tráfico en las escenas de los choques se pueden manejar casi de la misma manera; los proveedores de atención prehospitalaria pueden observar los sitios de construcción para entender cómo puede funcionar mejor el flujo del tránsito en una colisión por vehículos automotores.

Educación sobre seguridad vial

Existen diferentes programas educativos que están diseñados para enseñar a los respondedores de urgencias acerca de las operaciones en la escena de un choque de un vehículo de motor. Cada organización debe verificar con su agencia estatal del SMU, NHTSA u OSHA acerca de la disponibilidad local de estos programas e incorporarlos a sus programas anuales de entrenamiento obligatorios.

Violencia

Cada llamado tiene el potencial de llevar al proveedor de atención prehospitalaria a un ambiente cargado emocionalmente. Algunas agencias del SMU tienen políticas que requieren la presencia de la autoridad competente, antes de que los proveedores de atención prehospitalaria ingresen en una escena de violencia o de violencia potencial. Incluso una escena con apariencia benigna tiene el potencial de deteriorarse y convertirse en violenta; por lo tanto, los proveedores de atención prehospitalaria deben estar siempre alertas ante signos sutiles que sugieran un cambio en la situación. Es posible que el paciente, los familiares o los transeúntes de la escena no sean capaces de percibir la situación de manera racional. Estos individuos pueden pensar que el tiempo de respuesta fue muy prolongado, estar muy sensibles a algunas palabras o acciones y malinterpretar el abordaje "usual" de la valoración del paciente. Cobra importancia mantener formas confidentes y profesionales mientras se demuestra

respeto y preocupación, con el fin de ganarse la confianza del paciente y lograr el control de la escena.

Es importante que el personal de los SMU se entrene a sí mismo en observar la escena y no sólo mirarla; que aprenda a notar el número y la localización de los individuos al llegar a la escena, el movimiento de los transeúntes dentro y fuera de la escena, los indicadores de estrés o tensión, las reacciones inesperadas o inusuales a la presencia de los SMU u otros sentimientos “viscerales” que se puedan estar gestándose. Observe las manos; mire abultamientos inusuales a nivel de la cadera, vestimenta que está fuera de temporada (p. ej. un abrigo en un clima cálido), o prendas de talla más grande entre las que se podría esconder con facilidad un arma.

Si se percibe una amenaza en desarrollo, de inmediato prepárese para dejar la escena. Tal vez sea necesario terminar una valoración o un procedimiento en la ambulancia. La seguridad de los proveedores de atención prehospitalaria es prioritaria. Considere la siguiente situación: usted y su compañero se encuentran en la sala del hogar de un paciente. Mientras él le revisa la presión sanguínea, un individuo aparentemente intoxicado entra al cuarto por la puerta trasera de la casa. Parece enojado y usted nota lo que parece ser una pistola asomándose por encima del cinturón del pantalón. Su compañero no escucha ni ve a la persona que entró al cuarto porque se encuentra enfocado en el paciente. La persona sospechosa empieza a hacer preguntas acerca de su presencia y se muestra en extremo inquieto con respecto a su uniforme y su placa. Mueve sus manos repetidamente hacia su cintura y luego las aparta. Entonces, comienza a contar y a hablar entre dientes. ¿Cómo pueden estar preparados usted y su compañero para este tipo de situaciones?

Manejo de la escena violenta

Antes de empezar a atender las llamadas del SMU del día, es necesario que los compañeros discutan y se pongan de acuerdo en los métodos que usarán para manejar un paciente violento o problemático. Intentar desarrollar un proceso cuando un evento se encuentra en marcha no es el método correcto. Los compañeros pueden recurrir a un abordaje con manos dentro y manos fuera, así como el uso de palabras en código y señas con las manos para las urgencias.

- El papel del proveedor de atención prehospitalaria con las *manos dentro* es ponerse a cargo de la evaluación del paciente, dándole la atención necesaria. El proveedor de atención prehospitalaria con las *manos fuera* se mantiene atrás (mientras sea necesario) para observar la escena, interactuar con la familia o transeúntes, recolectar información necesaria y crear un mejor acceso y salida. En esencia, el proveedor de atención prehospitalaria con las manos fuera vigila la escena y “cubre” la espalda de su compañero.
- Las *palabras en código* y las *señas manuales* predeterminadas permiten la comunicación entre los compañeros acerca de una amenaza sin alertar a otros sobre sus preocupaciones.

Si ambos proveedores de atención prehospitalaria tienen toda su atención puesta en el paciente, la escena se puede poner riesgosa con rapidez y las claves tempranas (al igual que las oportunidades de retirarse) pueden pasarse por alto. En muchas situaciones la tensión y la ansiedad del paciente, del familiar y del testigo se reducen de inmediato cuando un proveedor de atención prehospitalaria atento inicia la interacción con la evaluación del paciente.

Existen muchos métodos para enfrentar una escena que se ha vuelto peligrosa, como los siguientes:

1. *No esté ahí.* Cuando responda a una escena en que se sepa que hay violencia, permanezca en un lugar seguro hasta que aquella haya sido asegurada por el personal de la autoridad competente y se haya permitido el acceso de los responsables de brindar la atención.
2. *Retírese.* Si se presentan amenazas cuando se encuentra abordando la escena, retírese de manera táctica al vehículo y abandone la escena. Permanezca en un sitio seguro y notifique al personal apropiado.
3. *Calme.* Si una escena se vuelve amenazante durante el cuidado al paciente, utilice habilidades verbales para suavizar y reducir la tensión y la agresión (mientras se prepara para retirarse de la escena).
4. *Defiéndase.* Como último recurso, puede ser necesario que el proveedor de atención prehospitalaria se defienda. Es importante que estos esfuerzos se encaminen a “zafarse y alejarse”. No intente perseguir o someter a un agresor. Cerciórese de que se le ha notificado a la autoridad competente. Una vez más, la seguridad de los proveedores de atención prehospitalaria es la prioridad.

El tirador activo

Desafortunadamente, las situaciones que involucran un tirador activo se han vuelto demasiado frecuentes. En un esfuerzo por mejorar los resultados del paciente de lesiones ocurridas en esta clase de incidentes, existe una tendencia creciente por parte de las agencias del SMU a hacer equipo con sus colegas de la autoridad competente para entrar a estas escenas mucho antes de lo que de otra manera normalmente ocurría. En estos casos, un equipo de contacto de oficiales entrará a la escena para enfrentar y neutralizar la amenaza. Luego será seguido en conjunto o por un equipo del SMU y de la autoridad competente para identificar y empezar a tratar a las víctimas. (Véase el Capítulo 24 Soporte médico de urgencia táctica civil [TEMS] para mayor información).

Materiales peligrosos

Entender el riesgo de exposición del proveedor de atención prehospitalaria a materiales peligrosos no es tan simple como reconocer los ambientes con un claro potencial de exposición a este tipo de materiales. Éstos están ampliamente dispersos en el mundo moderno; vehículos, edificios, incluso las casas pueden tenerlos. Además de los materiales que representan un peligro, este análisis aplica de igual manera a las armas de destrucción masiva. Debido a que existen estos peligros en diversas formas, todos los proveedores de atención prehospitalaria deben tener un entrenamiento de por lo menos el nivel mínimo de conciencia acerca de los materiales peligrosos. Observe que en ocasiones se encuentra el término materiales peligrosos abreviados como *matpel* o *MatPel* (*hazmat* o *HazMat*).

Existen cuatro niveles del entrenamiento de materiales peligrosos:

- **Conciencia:** ésta es el primero de los cuatro niveles de entrenamiento disponibles para aquellos que responden a las urgencias, los respondedores, y está diseñado para proporcionar un nivel básico de conocimiento sobre los incidentes con materiales peligrosos.
- **Operaciones:** estos respondedores de urgencias están entrenados para delimitar los perímetros y las zonas de seguridad, conteniendo así la dispersión del evento. Mientras que la conciencia representa el nivel mínimo de

entrenamiento, la capacitación a nivel operaciones es de gran ayuda para todos los respondedores de las urgencias, pues proporciona el entrenamiento y el conocimiento para ayudar a controlar el evento de materiales peligrosos.

- **Técnico:** los técnicos están entrenados para trabajar dentro del área peligrosa y detener la liberación de materiales peligrosos.
- **Especialista:** este nivel avanzado permite al respondedor de urgencias proporcionar el comando y las habilidades de apoyo en un evento con materiales peligrosos.

Seguridad de la escena

Los proveedores de atención prehospitalaria aceptan que la seguridad de la escena es la primera parte de este enfoque con todo paciente y en toda escena. Una parte importante para determinar la seguridad de la escena consiste en evaluar el sitio en busca de exposición potencial de material peligroso. Una evaluación de los peligros potenciales debe empezar con el despacho. La información que proporcione el despachador debe establecer un alto índice de sospecha. Ser enviado a atender un llamado que involucra una gran cantidad de pacientes que presentan síntomas similares debe acrecentar la posibilidad de una exposición a material peligroso. Si los proveedores de atención prehospitalaria tienen algunas dudas o preguntas relacionadas con la escena, deben pedir información adicional mientras están en camino.

Una vez que se ha determinado que la escena involucra materiales peligrosos, el enfoque debe cambiar a asegurar la escena y convocar la ayuda apropiada para aislar con seguridad el área involucrada y separar y descontaminar a los pacientes e individuos expuestos. La regla general es simple: "Si la escena no es segura, hay que hacerla segura." Si el proveedor de atención prehospitalaria no puede hacer que la escena sea segura, debe pedir ayuda. Consultar la *Guía de respuestas en caso de urgencia (ERG, Emergency Response Guidebook)*, producida por el U.S. Department of Transportation o ponerse en contacto con una organización especializada, como CHEMTREC, resultará muy útil para identificar los peligros potenciales (Figura 6-5). El libro utiliza un sistema simple que permite la identificación de un material por su nombre o por su número de placa de identificación. Luego, el texto refiere al lector a una página guía que proporciona información básica acerca de las distancias de seguridad para los respondedores de la urgencia, peligros para la vida y fuego y las quejas posibles del paciente. CHEMTREC está disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana y puede ser contactado por ayuda al teléfono (1-800-424-9300) en Estados Unidos.

Para leer las etiquetas, deben emplearse binoculares. Si las etiquetas se pueden leer sin el uso de dispositivos de visualización, el proveedor de atención prehospitalaria está muy cerca y probablemente esté expuesto. Una buena regla práctica es extender el pulgar, con el brazo extendido, si el dedo no cubre por completo la escena del incidente, entonces se está muy cerca.

En una escena con materiales peligrosos, la seguridad en el sitio debe estar resguardada: "No todo mundo adentro, no todo mundo afuera." El área del escenario debe establecerse contra el viento y actualizarse a una distancia que sea segura respecto del peligro. Debe impedirse entrar y salir de la escena hasta que lleguen los especialistas en materiales peligrosos. En la mayoría de los casos, el cuidado del paciente empezará cuando ya haya sido descontaminado y se le entregue al proveedor de atención prehospitalaria.

Es importante que el proveedor de atención prehospitalaria entienda el sistema de mando y la estructura de las zonas de trabajo en una operación con materiales peligrosos (Figura 6-6):

- **Caliente** La **zona caliente** es el área de más alta contaminación y sólo los respondedores especialmente entrenados y protegidos en contra de materiales peligrosos pueden entrar al área. Si los pacientes están en ese lugar, el equipo de materiales peligrosos, y no el personal del SMU, los sacará. Intentar tratar a las víctimas expuestas en la zona caliente prolonga la exposición del rescatador, puede llevar los químicos peligrosos directamente al interior del cuerpo del paciente al traer el ambiente externo al interno por medio de procedimientos de tractos respiratorios o inserciones intravenosas y contaminar la ropa y el equipo que se utiliza.
- **Templada** Un corredor de contaminación reducida lleva a la siguiente zona, llamada **zona templada**. Es en esta área en donde los pacientes son descontaminados por el equipo de materiales peligrosos. De aquí, se llevan a la zona fría.
- **Fría** La **zona fría** es un área que está libre de contaminación. Las actividades del cuidado del paciente se llevan a cabo en la zona fría. Las áreas del centro de comando, tratamiento y triage encuentran en la zona fría. (Véase el Capítulo 20, Explosiones y armas de destrucción masiva para mayor información).

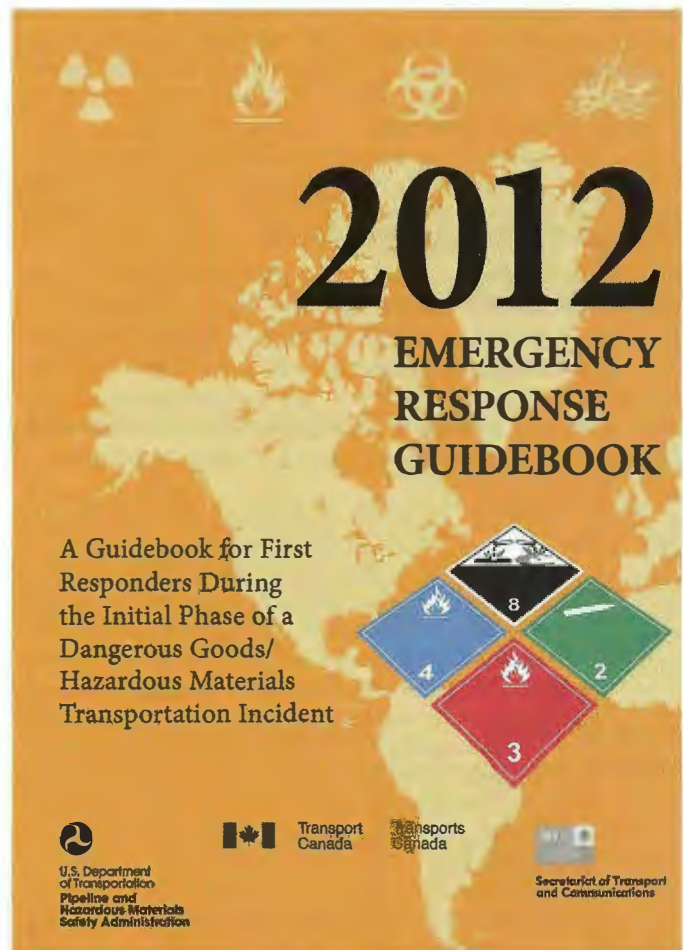


Figura 6-5 La *Emergency Response Guidebook ERG (Guía de respuestas en caso de urgencia)* producido por el U.S. Department of Transportation proporciona información crítica en la escena del incidente de materiales peligrosos potenciales. Además del formato impreso, la ERG está disponible como una aplicación en los teléfonos inteligentes.

Fuente: Cortesía de US DOT/ PHMSA.

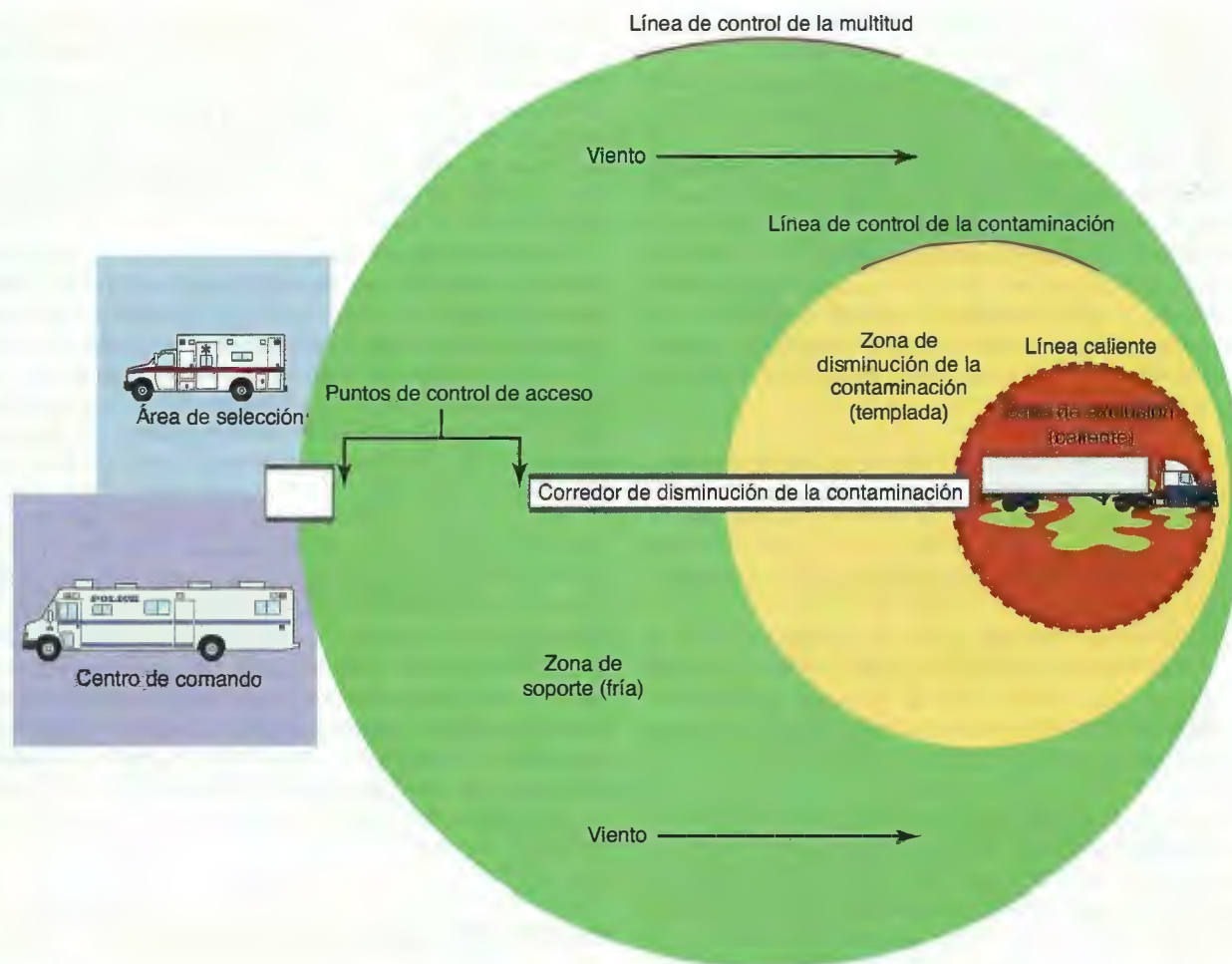


Figura 6-6 La escena de un incidente que involucra un arma de destrucción masiva o de material peligroso por lo general se divide en zonas caliente, templada y fría.

Aspectos situacionales

Existe un gran número de temas referentes a las situaciones que afectan profundamente el cuidado médico que los proveedores prehospitalarios son capaces de ofrecer al paciente.

Escenas de crimen

Desafortunadamente, un gran porcentaje de pacientes traumatizados con los que se encuentran muchos proveedores de atención prehospitalaria, en especial en las áreas urbanas son heridos de manera intencional. Además de los disparos y de las puñaladas, los pacientes pueden ser víctimas de otros tipos de crímenes violentos, incluyendo asaltos con el puño u objetos contundentes e intento de estrangulación. En otros casos, las víctimas pueden haber sido golpeadas de manera intencional por un vehículo o empujadas desde una estructura o un vehículo en movimiento, lo que da como resultado lesiones importantes. Incluso un CVA es considerado una escena del crimen si se presume que uno de los conductores estuvo conduciendo bajo la influencia del alcohol u otras sustancias tóxicas, manejando sin cuidado, corriendo y, en la mayoría de los estados, escribiendo, leyendo o enviando mensajes de texto por teléfono móvil mientras conducía.

Al manejar este tipo de pacientes, los proveedores de atención prehospitalaria con frecuencia interactuarán con personal de la



Figura 6-7 Los proveedores de atención prehospitalaria con frecuencia tienen que manejar pacientes en la escena del crimen y necesitan colaborar con la autoridad competente para preservar la evidencia.

Fuente: © Jason Hunt/The Coeur d'Alene Press/AP Photo.

autoridad competente (Figura 6-7). Aunque tanto el SMU como las fuerzas del orden comparten el objetivo de preservar la vida, estos grupos en ocasiones encuentran que sus deberes en la escena del

crimen entran en conflicto. El personal del SMU se enfoca en la necesidad de evaluar a la víctima en búsqueda de signos vitales y viabilidad, mientras que al personal de la autoridad competente le preocupa preservar la evidencia de la escena del crimen o llevar al perpetrador a la justicia.

Con la conciencia del enfoque que adoptan las autoridades competentes en la escena del crimen, los proveedores de atención prehospitalaria no sólo pueden ayudar a su paciente, sino también cooperar mejor con las fuerzas del orden público, para lograr el arresto del atacante del paciente. En la escena de un crimen mayor (p. ej. homicidio, muerte sospechosa, violación, muerte por tránsito), la mayoría de las agencias de la autoridad competente recaban y procesan la evidencia. Su personal típicamente lleva a cabo los siguientes deberes:

- Inspeccionar la escena para identificar toda la evidencia, incluidas las armas y los casquillos de las balas.
- Fotografiar la escena.
- Bosquejar la escena.
- Crear un registro de todos aquellos que hayan ingresado a la escena.
- Llevar a cabo una búsqueda más completa en toda la escena, con el propósito de encontrar evidencia potencial.
- Buscar y recolectar rastros de evidencia, desde huellas digitales hasta artículos que contengan DNA (p. ej. colillas de cigarrillos, mechones de pelo, fibras).

Los investigadores de la policía creen que todo aquel que entra a una escena del crimen trae consigo algún tipo de evidencia y, sin saberlo, remueve alguna otra. Para resolver el crimen, la meta del detective es identificar la evidencia depositada y removida por el perpetrador. Para lograr esto, los investigadores tienen que tomar en cuenta cualquier evidencia dejada o removida por los otros oficiales de la autoridad competente, personal del SMU, ciudadanos y cualquier otro que pudiera haber ingresado al lugar. Un comportamiento descuidado por parte del proveedor de atención prehospitalaria en la escena del crimen puede afectar, destruir o contaminar la evidencia vital, con lo que se obstaculizaría una investigación criminal.

En ocasiones, los proveedores de atención prehospitalaria llegan a la posible escena del crimen antes que cualquier oficial de la autoridad competente. Si es notorio que la víctima está muerta, entonces los proveedores de atención prehospitalaria deben retirarse del lugar con cuidado, sin tocar ningún objeto y esperar la llegada de la autoridad correspondiente. Aunque preferirían que la escena no fuese perturbada, los investigadores están conscientes de que en algunas circunstancias, los proveedores de atención prehospitalaria deben voltear el cuerpo o mover objetos de la escena del crimen para acceder al paciente y determinar la viabilidad. Si necesitan transportar un paciente o mover el cuerpo u otros objetos en el área antes de la llegada de la autoridad competente, los investigadores con frecuencia verificarían lo siguiente:

- ¿Cuándo se hicieron las alteraciones a la escena?
- ¿Cuál fue el propósito del movimiento?
- ¿Quién hizo las alteraciones?
- ¿A qué hora fue la hora de la muerte de la víctima identificada por el personal del SMU?

Si los proveedores entraron a la escena del crimen antes que el personal de la autoridad competente, los investigadores quizá quieran entrevistar y tomar una declaración formal de los proveedores de

atención prehospitalaria a pesar de sus acciones u observaciones. Los proveedores de atención prehospitalaria nunca deben alarmarse ni preocuparse por semejante petición. El propósito de la entrevista no es criticar sus acciones, sino obtener información que podría ser útil para resolver el caso. Los investigadores también pueden solicitar las huellas digitales de los proveedores de atención prehospitalaria si tocaron o manejaron sin guantes objetos de la escena del crimen.

El manejo adecuado de la ropa del paciente puede preservar evidencia valiosa. Si es necesario quitarle la ropa, los oficiales de la autoridad competente y los examinadores médicos prefieren que los proveedores de atención prehospitalaria se abstengan de cortarla a través de los orificios de la bala o cuchillo. Si la ropa se corta, los investigadores quizá pregunten qué alteraciones se hicieron a la ropa, quién las hizo y la razón de se hayan hecho. Cualquier prenda que se retire debe colocarse en una bolsa de papel (no de plástico) y entregarse a los investigadores.

Un tema final importante que involucra a las víctimas de crímenes violentos es el valor de cualquier declaración hecha por el paciente mientras estuvo bajo el cuidado de los proveedores de atención prehospitalaria. Algunos pacientes, al darse cuenta de la naturaleza crítica de sus lesiones, pueden decirle a quienes le proporcionan la atención prehospitalaria quién los lesionó. Esta información debe documentarse y comunicarse a los investigadores. Si es posible, dichos proveedores deben informar a los oficiales acerca de la naturaleza crítica de las lesiones del paciente de manera que un oficial jurado pueda estar presente si el paciente es capaz de proporcionar cualquier información con respecto al perpetrador: "una declaración de muerte".

Armas de destrucción masiva

La respuesta a la escena que involucra materiales peligrosos, como se analizó con anterioridad, incluye la seguridad y otras preocupaciones similares a las de la escena que implica un arma de destrucción masiva (ADM).

Cada escena que involucra víctimas múltiples o que fue resultado de una explosión debe detonar dos preguntas: (1) ¿Estuvo implicada un arma de destrucción masiva? y (2) ¿Podría haber un dispositivo secundario con la intención de lastimar a quienes acuden a atender la urgencia? En particular, cuando muchas víctimas refieren síntomas similares o presentan hallazgos similares, se debe considerar una arma de este tipo. (Véase el Capítulo 20, Explosiones y armas de destrucción masiva, para mayores detalles).

El proveedor de atención prehospitalaria necesita tratar tales escenas con extrema precaución y resistirse a la urgencia de apresurarse a auxiliar a la víctima. Esta respuesta tan natural de este tipo de proveedores sólo servirá para incrementar el conteo de víctimas. En su lugar, el proveedor de atención prehospitalaria debe acercarse a la escena desde una posición contra el viento y tomarse un momento para detenerse, mirar y escuchar las pistas que indiquen la posible presencia de un arma de destrucción masiva. Derrames notorios, material húmedo o seco, vapores visibles y humo deben ser evitados hasta que sea develada la naturaleza del material. Nunca se debe entrar a los espacios cerrados o confinados sin el entrenamiento apropiado y sin el equipo protector personal (EPP). (Véase el Capítulo 20, Explosiones y armas de destrucción masiva, para un mayor detalle acerca del EPP para materiales peligrosos e incidentes con armas de destrucción masiva).

Una vez que una ADM se ha considerado entre las causas posibles, el proveedor de atención prehospitalaria necesita tomar los

pasos apropiados para la autoprotección y la protección de todos los demás respondedores a la escena. Estos pasos incluyen el uso de EPP apropiado para funcionar al nivel de entrenamiento individual del proveedor de atención prehospitalaria. Por ejemplo, los respondedores de la urgencia responsables de entrar a la zona caliente deben usar el más alto nivel de protección para la piel y la respiración; en la zona fría; las precauciones estándares serán satisfactorias en la mayoría de las ocasiones. La información de que pudiera tratarse de un incidente de arma de destrucción masiva debería retransmitirse al despachador, con la finalidad de que alerte a los respondedores de urgencias que vienen de todos los servicios. Las áreas para equipo adicional, respondedores de urgencias y helicópteros deben establecerse en contra del viento a una distancia segura del sitio.

La escena debe asegurarse y designarse las zonas caliente, templada y fría. Los sitios para descontaminación también deben quedar determinados. Una vez que se ha determinado la naturaleza del agente (químico, biológico o radiológico), se pueden hacer solicitudes específicas del antídoto o los antibióticos.

Zonas de control en la escena

Así como se realizó en la escena de un incidente de materiales peligrosos para limitar la dispersión de éstos, la designación y el uso de zonas de control es esencial también en un incidente con un arma de destrucción masiva. La adherencia a tales principios reduce la posibilidad de dispersar la contaminación y lesionar a los respondedores de la urgencia y a los testigos. La Figura 6-8 muestra las distancias de evacuación segura para las amenazas de bomba.

Si bien estas zonas se ilustran típicamente como tres círculos concéntricos (Figura 6-6), en realidad, en la mayoría de las escenas, es probable que estas zonas tengan forma irregular dependiendo de la geografía y las condiciones del viento. La zona más interna, la *zona caliente*, es la región inmediata que contiene o está adyacente al incidente del arma de destrucción masiva. La tarea de los respondedores de urgencias propiamente entrenados en esta región es evacuar a los pacientes contaminados y/o lesionados, sin proveer el cuidado al paciente. A fin de hacer esto, ellos deben emplear el más alto nivel de equipo protector personal para evitar la exposición directa al contaminante. La siguiente área es la *zona templada*, que es donde ocurre la descontaminación de las víctimas, el personal y el equipo. En esta zona, el único cuidado que se administra al paciente es la evaluación primaria y la inmovilización de la columna, como ya se indicó. La zona más alejada, la *zona fría*, es donde el equipo y el personal se encuentra desplegado. Una vez que el paciente ha sido evacuado a la zona fría, los proveedores de atención prehospitalaria pueden proporcionararle un cuidado definitivo.

Si el paciente es llevado al hospital o una estación de auxilio desde una escena de materiales peligrosos o de arma de destrucción masiva, es más prudente reevaluar si ha sido descontaminado e limitar los conceptos de estas zonas.

Descontaminación

Ya sea que el incidente involucre material peligroso o un arma de destrucción masiva, con frecuencia se requiere la descontaminación de un individuo expuesto. La **descontaminación** es la disminución o la eliminación de agentes peligrosos químicos, biológicos y radiológicos. La más alta prioridad del proveedor de atención prehospitalaria en el cuidado de un paciente expuesto, como en cualquier urgencia, es la seguridad personal y de la escena. Si existe algún cuestionamiento sobre una exposición peligrosa continua, la

primera prioridad es la seguridad personal. No hacer esto solamente dará por resultado una víctima adicional (el proveedor de atención prehospitalaria) y privará de sus habilidades a aquellos lesionados. La descontaminación del paciente por parte del personal entrenado en materiales peligrosos de nivel técnico constituye la siguiente prioridad. Esto minimiza el riesgo a la exposición del proveedor de atención prehospitalaria durante la evaluación y el tratamiento del paciente y prevendrá la contaminación del equipo, por tanto evitará el riesgo de exposición a otros individuos por equipo y vehículos contaminados.

La OSHA proporciona las guías regulatorias concernientes al equipo protector personal empleado por los proveedores de atención prehospitalaria durante la atención de las víctimas de urgencia, en un ambiente potencialmente peligroso. Los individuos que proporcionan cuidado médico dentro de ambientes con un peligro desconocido deben contar por lo menos con un mínimo de entrenamiento apropiado y tener los suministros y el entrenamiento con una protección de nivel B. La protección de nivel B consta de ropa protectora contra salpicaduras, resistente contra químicos y con fuentes de respiración autocontenidas. Entrenar con antelación a la necesidad de emplear este nivel de equipo protector personal. (Véase el Capítulo 20, Explosiones y armas de destrucción masiva, para mayor detalle acerca del EPP para materiales peligrosos e incidentes de ADM.)

Si el paciente está consciente y es capaz de ayudar, es mejor listar la cooperación de éste para que lleve a cabo tanto como sea posible la descontaminación, para reducir la probabilidad de intercontaminación de los proveedores de atención prehospitalaria. Es necesario quitar con cuidado las prendas del paciente y la joyería y colocar estos artículos en bolsas de plástico. Transferir con cuidado esta ropa para no esparcir partícula alguna o salpicar algún líquido en personal no contaminado o superficies. Barrer cualquier partícula del material del paciente y luego irrigar de manera continua con agua.

Lavar con agua diluirá la concentración de los materiales peligrosos potenciales. Un axioma común dice: "La solución a la contaminación es la dilución". La descontaminación exitosa requiere una gran cantidad de agua. Un error común que el proveedor de atención prehospitalaria inexperto comete es irrigar (lavar) al paciente con agua hasta que sólo el agente irrigado empiece a derramarse sobre el piso, lo cual ocurre sólo 1 o 2 litros después de la irrigación. Esta práctica tiene dos problemas. El área de la contaminación del cuerpo se incrementa y el agente ofensor no es lo suficientemente diluido para volver inocuo al agente. No proporcionar un vertido y drenaje para el fluido lavador puede causar lesiones a las áreas del cuerpo que habían sido expuestas mientras se acumula el lavado contaminado.

Por lo general se evita la neutralización de los agentes por quemaduras químicas. En el proceso de neutralización, los agentes producen calor en una reacción exotérmica. Por lo tanto, un proveedor de atención prehospitalaria bien intencionado puede crear una quemadura térmica, además de la quemadura química. Las soluciones de descontaminación más comerciales disponibles están elaboradas con el propósito de descontaminar el equipo, no las personas.

Dispositivos secundarios

Meses después del bombarzo de los Juegos Olímpicos de Verano de Atlanta, en 1996, el área metropolitana de Atlanta, Georgia, experimentó dos bombazos adicionales. Uno de éstos en una

Figura 6-8 Amenazas de bomba: distancias seguras de evacuación

Descripción de la amenaza	Capacidad de los explosivos (Capacidad del TNT)	Evacuación del edificio Distancia	Evacuación externa Distancia
 Bomba de tubo	2.3 kg (5 lb)	21.3 m (70 ft)	365.8 m (1200 ft)
 Bomba de portafolios o maleta	22.7 kg (50 lb)	45.7 m (150 ft)	564 m (1850 ft)
 Automóvil	227 kg (500 lb)	97.5 m (320 ft)	457 m (1500 ft)
 SUV/van	454 kg (1000 lb)	122 m (400 ft)	731.5 m (2400 ft)
 Van pequeña de mudanzas, camioneta de entregas	1814 kg (4000 lb)	195 m (640 ft)	1158 m (3800 ft)
 Van de mudanza, camión cisterna chico	4536 kg (10 000 lb)	262 m (860 ft)	1554.5 m (5100 ft)
 Semitrailer	27 216 Kg (60 000 lb)	479 m (1570 ft)	2835 m (9300 ft)

lb, libras; kg, kilogramos; ft, pies; m, metros.
Fuente: Información del U.S. Department of Homeland Security.

clínica de abortos y otro en un centro nocturno, en ambos casos se plantaron bombas secundarias y fue la primera vez en 17 años en Estados Unidos que se plantaron bombas secundarias, presumiblemente para matar o lesionar a los respondedores a la escena de la primera bomba. Desafortunadamente el segundo dispositivo

en la clínica de abortos no fue detectado antes de su detonación y murieron 6 personas. Los terroristas de muchos países han empleado con regularidad artefactos secundarios. Todo proveedor de atención prehospitalaria necesita tener en mente la presencia potencial de un segundo dispositivo.

Después de estos incidentes, la Georgia Emergency Management Agency desarrolló las siguientes directrices para los rescatistas y los proveedores de atención prehospitalaria que responden a la escena de un bombazo en donde pudiera estar plantada una bomba secundaria:

1. *Abstenerse de usar dispositivos electrónicos.* Las ondas sonoras de los teléfonos celulares y los radios pueden detonar el dispositivo secundario, sobre todo si se usan cerca de la bomba. El equipo empleado por los noticieros también puede detonar el dispositivo.
2. *Asegurar límites suficientes para la escena.* La zona potencial de peligro (zona caliente) debe extenderse 305 m (1000 pies) en todas las direcciones (incluida la vertical) del sitio original de la explosión. En la medida en que se crean bombas más poderosas, los fragmentos pueden viajar más lejos. La explosión inicial puede dañar la infraestructura, incluyendo las tuberías para el gas y las líneas eléctricas, las cuales pueden poner en riesgo aún más la seguridad de quienes responden al llamado de la urgencia. Deben controlarse con extremo cuidado el acceso y la salida de la zona caliente.
3. *Proporcionar una evacuación rápida de las víctimas de la escena y de la zona caliente.* Debido a que la escena de la explosión de la bomba se considera insegura, el triage de las víctimas no debe llevarse a cabo en la zona caliente. El centro de comando del SMU (o área del triage) debe establecerse a 610 a 1220 m (2000 a 4000 pies) de la escena de la explosión inicial. Los respondedores de la urgencia pueden evacuar con rapidez a las víctimas del sitio de la bomba con mínimas intervenciones hasta que los lesionados y los respondedores de la urgencia estén fuera de la zona caliente.
4. *Colaborar con el personal de la autoridad competente para preservar y recuperar evidencia.* Los sitios de bombazos constituyen una escena del crimen y los respondedores de urgencia deben perturbar la escena apenas lo necesario para evacuar a las víctimas. Cualquier evidencia potencial que sea se remueva de manera inadvertida de la escena donde hay una víctima, debe documentarse y entregarse al personal de la autoridad competente para asegurar una cadena adecuada de custodia. Los proveedores de atención prehospitalaria pueden documentar con exactitud dónde estuvieron ellos en la escena y cuáles objetos tocaron.

Estructura de comando

En una ambulancia que responde a una llamada típicamente viajan un proveedor de atención prehospitalaria al mando (el comandante del incidente) y otro que asiste en una estructura de mando rudimentaria para el incidente. Conforme el incidente crece y más respondedores de la urgencia de varias agencias de seguridad pública y otros acuden a la escena, se vuelve importante la necesidad de un sistema formal y estructura para supervisar y controlar la respuesta.

Comando del incidente

El sistema de comando de incidentes (SCI) se ha desarrollado a lo largo de los años como resultado de los sistemas de planeación que emplean los servicios de bomberos en las respuestas de múltiples servicios a las situaciones de grandes incendios. Este programa obtuvo aceptación en particular a partir de la experiencia de bomberos forestales en frentes de batalla contra fuegos

expansivos, con el despliegue de docenas de diversas agencias. La experiencia colectiva y la sabiduría de sus esfuerzos dieron como resultado el FIRESCOPE, acrónimo de *Firefighting Resources of California Organized for Potential Emergencies* (Recursos para el Combate de Fuegos del Estado de California Organizados para Urgencias Potenciales). Además, el departamento de bomberos de Phoenix desarrolló el Fire Ground Command System, FGCS (Sistema de Comando en el campo de Fuego). Aunque existen muchas similitudes entre los dos métodos, también hay diferencias, y se han hecho intentos para combinar los dos sistemas en una estructura de mando amplio.

En 1987, el NFPA publicó el NFPA Standard 1561, el Standard on Fire Department Incident Command Management System, (Estándar del Sistema de Manejo del Mando Incidental del Departamento de Bomberos). El NFPA 1561 se revisó más tarde para generar el Standard on Emergency Services Incident Management, (Estándar sobre el Manejo de Incidentes de los Servicios de Emergencia). Cualquier agencia que maneje un incidente puede implementar y ajustar esta versión a cualquier tipo o tamaño de evento. En la década de 1990, se creó el National Fire Incident Management System, (IMS), el cual afinó el enfoque del manejo del incidente único.

El trabajo con cualquier incidente, grande o pequeño, es mejor con la estructura de comando preciso permitido por el SCI. En el núcleo del SCI se localiza el establecimiento de un comando centralizado en la escena y la construcción subsecuente de responsabilidades divisionales. La unidad que llega primero fija el centro de comando, a través del cual se establecen las comunicaciones para incrementar la respuesta. Los cinco elementos clave del SCI son los siguientes:

1. El *comando* proporciona todo el control del evento y las comunicaciones que coordinarán el movimiento de los recursos que entran y los pacientes que salen de la escena del incidente.
2. Las *operaciones* incluyen las divisiones para manejar las necesidades tácticas del evento. La supresión del fuego, el SMU y el rescate son ejemplos de divisiones operacionales.
3. La *planeación* es un proceso continuo de evaluación de las necesidades inmediatas y potenciales del incidente y de planificación de la respuesta. Durante todo el evento, este elemento se empleará para evaluar la efectividad de las operaciones y hacer las alteraciones sugeridas en la respuesta y el enfoque táctico.
4. La *logística* maneja la tarea de adquirir los recursos identificados por la sección de la planeación y los mueve a donde son necesarios. Estos recursos son el personal, el refugio, los vehículos y el equipo.
5. Las *finanzas* dan seguimiento al dinero. Se dará seguimiento al personal de respuesta de todas las agencias involucradas, así como también a los contratistas, los miembros del personal y comerciantes traídos al servicio en el incidente, de manera que sea posible determinar el costo del evento y así poder pagar los bienes, suministros, equipo y servicios proporcionados por estos grupos.

Comando unificado

Una expansión del SCI es el sistema de comando unificado, la cual toma en consideración las necesidades de coordinar numerosas agencias por medio de límites jurisdiccionales. Esta estructura de coordinación adicional se encarga de cubrir los aspectos técnicos para traer algunos recursos de diversas comunidades, países y estados.

Sistema Nacional de Manejo de Incidentes

El 28 de febrero de 2003, el presidente George W. Bush instruyó al secretario de Seguridad Nacional a través de la directiva presidencial HSPD-5 para que se creara un sistema de manejo de incidentes, así surgió el National Incident Management System (NIMS). El objetivo de esta directiva es establecer un enfoque nacional consistente para que los gobiernos federal, estatal y local trabajen de manera efectiva con el objetivo de estar preparados, responder y recuperarse de incidentes en el ámbito nacional, sin importar la causa, el tamaño o la complejidad. El departamento de Seguridad Nacional autorizó el NIMS el 1o. de marzo de 2004, después de colaborar con grupos de trabajo especializados, conformados por funcionarios del gobierno estatal y local y representantes de la National Association of Emergency Medical Technicians, (NAEMT, Asociación Nacional de Técnicos de Emergencias Médicas), la Fraternal Order of Police (FOP, Orden Fraternal de la Policía), la International Association of Emergency Managers (IAEM, Asociación Internacional de Administradores de Urgencias), como también un buen número de organizaciones de seguridad pública.³

El NIMS se enfoca en las siguientes características relacionadas con el manejo del incidente:

- Terminología común
- Organización modular
- Administración por objetivos
- Confianza en el plan de acción para el incidente
- Rango manejable del control
- Ubicaciones e instalaciones predesignadas del "centro de movilización del incidente"
- Manejo amplio de los recursos
- Comunicaciones integradas
- Establecimiento de la transferencia de comando
- Cadena de comando y unidad de comando
- Comando unificado
- Responsabilidad de los recursos y personal
- Despliegue
- Manejo de la información y la inteligencia

Los elementos clave del NIMS son los siguientes:

1. SCI
2. Comunicaciones y manejo de la información
3. Preparación
4. Sistemas de información conjunta (información pública consistente)
5. National Incident Management Integration Center, NIC (Centro Nacional de la Integración del Manejo del Incidente)

Comando

El mando incluye el **comandante del incidente (CI)** y el personal del comando. Todo incidente debe tener un comandante identificado, encargado de supervisar la respuesta. Las posiciones del personal del comando que ayudan al CI se asignan de manera apropiada al tamaño y la naturaleza del evento y pueden incluir un oficial de información pública, un oficial de seguridad, un oficial de información y un oficial de enlace. Pueden crearse otras posiciones según lo considere necesario el CI.

Como se describió con anterioridad, el comando unificado es una mejora al comando del incidente en situaciones que involucran múltiples jurisdicciones. En una situación de comando único, el CI es responsable tan sólo del manejo del incidente. En una estructura

de comando unificado, los individuos que representan varias jurisdicciones en conjunto determinan los objetivos, planes y prioridades. El sistema del comando único busca resolver los problemas que se refieren a las diferencias en las comunicaciones y estándares operacionales (Figura 6-9).

Un elemento no incluido en el SCI y que sí se considera en el comando unificado y el NIMS es la *inteligencia*. Con base en el tamaño del evento, la inteligencia y la obtención de la información relacionada con la seguridad nacional, el SCI puede incluir también la evaluación del manejo del riesgo, la inteligencia médica, la información del clima, el diseño estructural de los edificios y la información sobre contención tóxica. Aunque por lo general estas funciones se manejan en la sección de la planeación, el CI puede separar la información recabada de la planeación en determinadas situaciones.

En el NIMS, el CI puede asignar la concentración de la inteligencia e información como sigue:

- Dentro del personal del comando
- Como una unidad de la sección de planeación
- Como una sucursal de las operaciones
- Como una función separada del personal general

Planes de acción ante un incidente

Los **planes de acción incidental (PAI)** incluyen todos los objetivos del incidente y las estrategias establecidas por el CI o el personal el comando unificado. La sección de la planeación desarrolla y documenta los PAI. Éstos también atienden los objetivos tácticos y actividades de apoyo para un periodo operacional designado, el cual por lo general es de 12 a 24 horas. La sección de planeación también proporciona una crítica continua, el proceso de las "lecciones aprendidas", para asegurar que la respuesta cumpla las necesidades del evento.

En los incidentes muy grandes, se pueden establecer múltiples organizaciones de SCI. Al área de comando puede asignarse el manejo de organizaciones múltiples del SCI. Si bien el área de comando no tiene responsabilidades operacionales, lleva a cabo los siguientes deberes:

- Establecer todas las prioridades relacionadas con el incidente para la agencia
- Distribuir los recursos críticos de acuerdo con las prioridades establecidas
- Asegurar de que los incidentes sean manejados de manera adecuada
- Asegurar la efectividad de las comunicaciones
- Garantizar que los objetivos del manejo del incidente se cumplan y no estén en conflicto entre sí o con las políticas de la agencia
- Identificar las necesidades de recursos críticos e informar al (a los) Emergency Operations Center(s), (COU, Centro de Operaciones de Urgencias)
- Asegurar que la recuperación de la urgencia a corto plazo esté coordinada para ayudar en la transición a las operaciones de total recuperación
- Proporcionar personal de responsabilidad y ambientes seguros de operación

En el sitio web de la Federal Emergency Management Agency, FEMA (Agencia Federal del Manejo de Urgencias), se puede encontrar información en detalle y programas de entrenamiento acerca del SCI y NIMS (Figura 6-10).

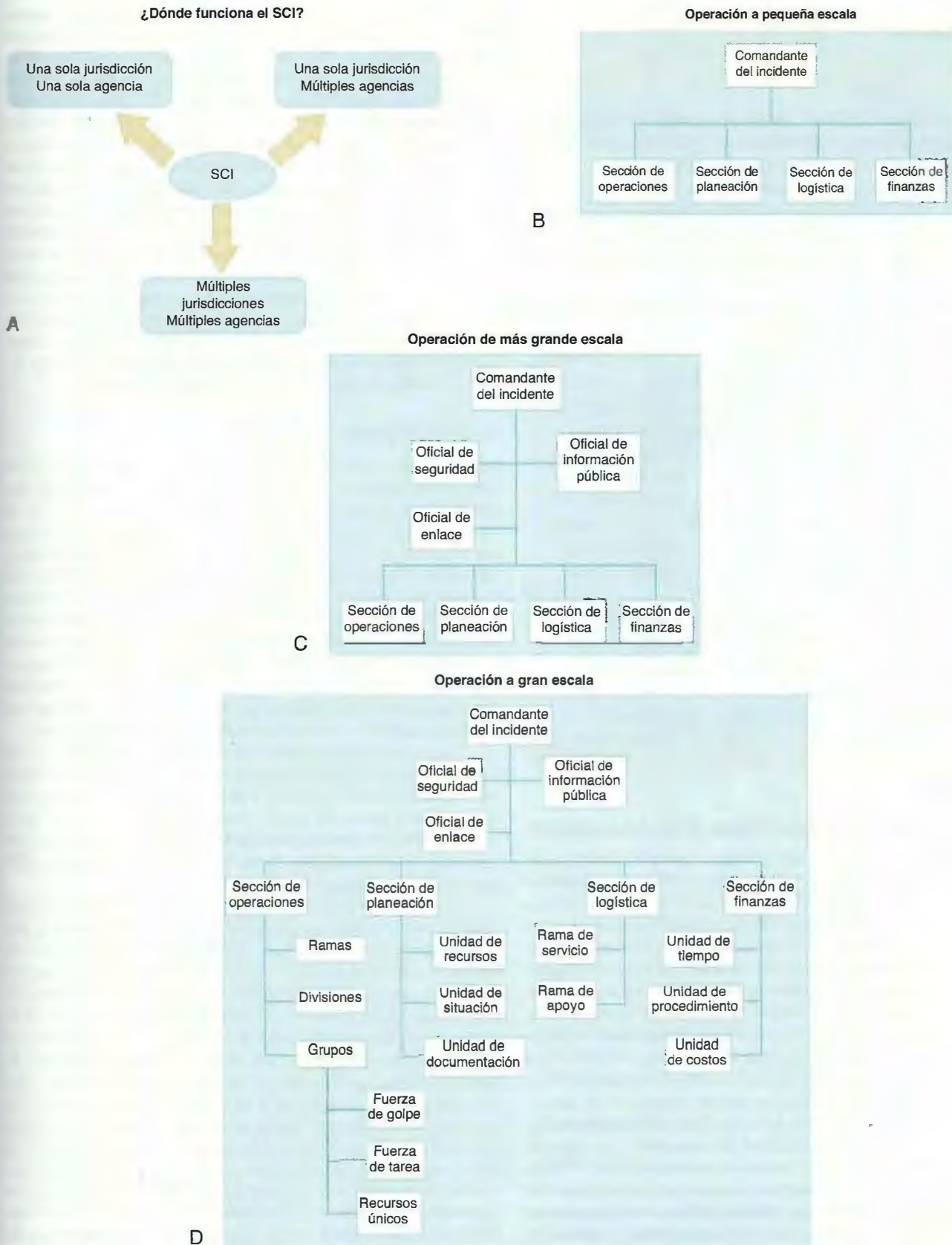


Figura 6-9 La estructura del comando del incidente es flexible y se puede expandir o disminuir con base en el número de pacientes y la complejidad del evento. Las funciones operacionales de cada una de las secciones bajo el comando del incidente son las ramas. La rama de los Servicios Médicos es el componente operacional que coordina y proporciona los servicios médicos necesarios para cumplir los objetivos tácticos del incidente. Estos servicios incluyen el equipo y el manejo de personal, el triage, las comunicaciones con instalaciones médicas y la transportación.

Figura 6-10 Recursos de entrenamiento para el comando del incidente

Los recursos de la *Federal Emergency Management Agency*, FEMA (Agencia Federal del Manejo de Urgencias), para el entrenamiento para el comando del incidente son los siguientes (disponibles en inglés):

- ICS-100.B, Introduction to ICS (<http://training.fema.gov/EMIWeb/IS/courseOverview.aspx?code=IS-100.b>)
- ICS-200.B, Basic ICS (<http://training.fema.gov/EMIWeb/IS/courseOverview.aspx?code=IS-200.b>)
- ICS-700.a, NIMS, An Introduction (<http://training.fema.gov/EMIWeb/IS/is700a.asp>)
- ICS-800.b, National Response Framework, An Introduction (<http://training.fema.gov/EMIWeb/IS/IS800b.asp>)

Para información en Estados Unidos acerca del entrenamiento NIMS y FEMA, póngase en contacto con la *Emergency Management Agency*, EMA (Agencia de Manejo de Urgencias) del estado de su interés o con el *Emergency Management Institute*, EMI (Instituto del Manejo de Urgencias) y con la *National Fire Academy*, NFA (Academia Nacional de Bomberos). Existe una variedad de correspondencia y de cursos en línea (<http://training.fema.gov/IS/crslist.asp>).

Para más información sobre el NIMS, contacte al NIMS Integration Center (Centro de Integración) (<http://www.fema.gov/national-incident-management-system>). Información de la National Incident Management System, NIMS (Sistema Nacional para el Manejo de Incidentes)

Patógenos transmitidos por la sangre

Antes del reconocimiento del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), a principios de la década de 1980, el personal del cuidado de la salud, incluidos los proveedores de atención prehospitalaria, poco se preocupaba por la exposición a la sangre y a los fluidos corporales. A pesar del conocimiento sobre la transmisión de algunos virus de hepatitis por medio de la sangre, los profesionales de atención prehospitalaria y otros involucrados en la atención médica de urgencias solían ver el contacto con la sangre de un paciente como algo molesto más que como un riesgo ocupacional. Debido a la elevada tasa de mortalidad asociada con el contagio del SIDA y al reconocimiento de que el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), agente causal del SIDA, podía transmitirse a través de la sangre, los trabajadores de la atención de la salud se preocuparon mucho más sobre el paciente como un vector de enfermedad. Las agencias federales en Estados Unidos, como los Centers for Disease Control and Prevention, CDC (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades) y la OSHA, desarrollaron guías y mandatos para el personal del cuidado de la salud con el fin de minimizar la exposición a las enfermedades transmitidas por la sangre, incluyendo el VIH y la hepatitis. Las infecciones primarias transmitidas por medio de la sangre incluyen los virus de la hepatitis B (VHB) y la hepatitis C (VHC) y VIH. Aunque este tema se volvió una preocupación debido al VIH, es importante notar que la infección por hepatitis es mucho

más fácil de contraer que aquélla por el VIH y que requiere de menor número de organismos virales que el VIH para infectarse. También tiene una elevada tasa de mortalidad y no hay tratamiento específico.

Los datos epidemiológicos muestran que el personal del cuidado de la salud está mucho más propenso a contraer enfermedades transmitidas por la sangre de sus pacientes que los pacientes de contraer enfermedades por los trabajadores del cuidado de la salud. Las exposiciones a la sangre se caracterizan típicamente como **percutáneas** o **muco-cutáneas**. Las exposiciones percutáneas ocurren cuando un individuo tiene una herida por punción con un objeto cortante contaminado, como una aguja o un escalpelo, con el riesgo de transmisión relacionado en forma directa tanto con el agente contaminante como con el volumen de sangre infectada que fue introducida a través de la herida. Por lo común, es menos probable que las exposiciones muco-cutáneas tengan como resultado la transmisión e incluyen la exposición a la sangre con piel no intacta, como con una herida de tejidos blandos (p. ej., abrasión, laceración superficial) o una condición cutánea (p. ej., acné) o membranas mucosas (p. ej., conjuntivas de los ojos).

Hepatitis viral

La hepatitis se puede transmitir al personal de la salud mediante la punción con agujas o por exposiciones muco-cutáneas en piel no intacta. Como se dijo con anterioridad, la tasa de infección después de la exposición a la sangre de pacientes con hepatitis es mucho mayor que la tasa de infección con VIH. Específicamente, las tasas de infección después de una exposición con agujas infectadas con VHB es de 23 a 62% (de 1 en 4 a 1 en 2). La infección con VHC es aproximadamente 1.8% (1 en 50). La explicación probable de las diversas tasas de infección es la concentración relativa de las partículas de virus que se encuentran en la sangre infectada. En general, la sangre con VHB positivo contiene de 100 millones a mil millones de partículas/mL, mientras que la sangre con VHC positivo contiene un millón de partículas/mL y la sangre con VIH positivo contiene de 100 a 10 000 partículas/mL.

Aunque se han identificado varios virus de la hepatitis, el VHB y el VHC son de los más preocupantes para el personal de la salud que experimenta una exposición a sangre. La hepatitis viral provoca la inflamación aguda del hígado (Figura 6-11). El periodo de incubación, desde la exposición hasta la manifestación de síntomas, por lo general es de 60 a 90 días. Hasta 30% de los infectados con VHB pueden tener un curso asintomático.

Una vacuna derivada del antígeno de superficie de la hepatitis B (HBsAg) puede inmunizar a los individuos contra VHB.⁴ Antes de que se desarrollara esta vacuna, cada año más de 10 000 trabajadores de la salud se infectaban con VHB y varios centenares morían, ya fuera por la hepatitis grave o por las complicaciones crónicas de la infección por VHB. La OSHA ahora requiere que los empleadores ofrezcan la vacuna para VHB a los trabajadores del cuidado de la salud, cuando éstos laboren en ambientes de alto riesgo. Todos los proveedores de atención prehospitalaria deben ser inmunizados contra el VHB. Casi todos aquellos que completan la serie de tres vacunas desarrollan anticuerpos (Ab) contra el HBsAg; se puede determinar la inmunidad con pruebas sanguíneas para detectar la presencia de HBsAb. Si antes de que haya desarrollado inmunidad (p. ej., antes de completar la serie de vacunas), un trabajador del cuidado de la salud se expone a la sangre de un paciente potencialmente infectado por VHB, puede recibir protección pasiva contra VHB mediante la administración de inmunoglobulinas contra hepatitis B (IGHB).

En la actualidad, no está disponible ninguna inmunoglobulina ni vacuna para proteger al personal del cuidado de la salud contra la exposición al VHC, por lo que se hace énfasis en la necesidad de usar precauciones estándares.

Figura 6-11 Hepatitis

Las manifestaciones clínicas de la hepatitis viral son dolor en el cuadrante superior derecho, fatiga, pérdida del apetito, náusea, vómito y alteración de la función hepática. La ictericia, una coloración amarillenta de la piel, es resultado de un nivel elevado de bilirrubina en el torrente sanguíneo. Aunque la mayoría de los individuos con hepatitis se recuperan sin problemas graves, un pequeño porcentaje de pacientes desarrollan insuficiencia hepática fulminante aguda y pueden morir. Un número importante de aquellos que se recuperan pueden desarrollar un estado de portador, en el que su sangre puede transmitir el virus.

Así como con el VHB, la infección con VHC puede tener un curso desde leve, asintomático hasta la insuficiencia hepática y la muerte. El periodo de incubación del VHC es un poco más breve que el correspondiente a la hepatitis B, por lo común de 6 a 9 semanas. Las infecciones crónicas con VHC son mucho más comunes que con el VHB y alrededor de 80 a 85% de las personas que contraen VHC desarrollarán una función hepática anormal persistente, lo que las predispone a carcinoma hepatocelular. La hepatitis C se transmite sobre todo por sangre, mientras que la hepatitis B se puede transmitir a través de la sangre o por contacto sexual. Cerca de dos tercios de las personas que abusan de drogas intravenosas han sido infectadas por VHC. Antes de que se hicieran pruebas rutinarias a la sangre donada para detectar la presencia de VHB y VHC, la principal razón de que los pacientes adquirieran hepatitis eran las transfusiones de sangre.

Figura 6-12 Virus de la Inmunodeficiencia Humana

Se han identificado dos serotipos de VIH. El VIH-1 da cuenta de casi todo el SIDA en Estados Unidos y África ecuatorial, mientras que el VIH-2 se encuentra casi de manera exclusiva en África occidental. Aunque las primeras víctimas del VIH eran hombres homosexuales, personas que abusaban de drogas intravenosas o hemofílicos, en la actualidad la enfermedad por VIH se encuentra en muchas poblaciones de adolescentes y adultos heterosexuales, con un crecimiento mucho más rápido en las comunidades de las minorías. La prueba de tamizaje para VIH es muy sensible y en ocasiones se suscitan pruebas con falsos positivos. Todas las pruebas de tamizaje deben confirmarse con una técnica más específica (p. ej., electroforesis de Western blot).

Después de la infección por VIH, cuando los pacientes desarrollan una infección oportunista o cáncer, ellos transitan de ser VIH positivos a tener SIDA. En la última década, se han hecho avances significativos en el tratamiento de la enfermedad por VIH, principalmente con el desarrollo de nuevos fármacos para combatir sus efectos. Esto ha propiciado que muchos individuos con la infección con VIH sean capaces de llevar vidas casi normales, ya que la progresión de la enfermedad se ha alentado de manera drástica.

Aunque a la mayoría de los trabajadores de la salud les preocupa más contraer VIH debido al pronóstico uniformemente fatal, ellos tienen mayor riesgo de contraer VHB o VHC.

Virus de la inmunodeficiencia humana

Después de la infección, el VIH asume como blanco el sistema inmune de su nuevo huésped. Con el tiempo, el número de algunos tipos de leucocitos cae en forma drástica, lo que deja al individuo propenso a desarrollar infecciones o cánceres inusuales (Figura 6-12).

Apenas cerca de 0.3% (cerca de 1 en 300) de las exposiciones por picadura con aguja con sangre positiva para VIH lleva a infección. Al parecer, el riesgo de infección es más alto con la exposición a una mayor cantidad de sangre, la exposición a sangre de un paciente con una etapa más avanzada de la enfermedad, una lesión percutánea profunda o una lesión por una aguja con agujero hueco, llena de sangre. El VIH se transmite principalmente a través de la sangre o semen infectado, pero las secreciones vaginales y los líquidos pericárdico, peritoneal, pleural, amniótico y cefalorraquídeo se consideran potencialmente infectados. A menos que sea notorio que tengan sangre, las lágrimas, la orina, el sudor, las heces y la saliva por lo general no se consideran infecciosos.

Precauciones estándares

Debido a que la exploración clínica no puede identificar de manera confiable a todos los pacientes que representan un riesgo para los trabajadores de la salud, se desarrollaron las precauciones estándares para prevenir que los trabajadores de la salud tengan

contacto directo con la sangre o líquidos corporales del paciente (p. ej., saliva, vómito). Al mismo tiempo, estas precauciones ayudan a proteger al paciente de las infecciones que el proveedor de atención prehospitalaria pudiera tener. La OSHA ha elaborado regulaciones que obligan a los patrones a seguir las precauciones estándares en los sitios de trabajo. Las precauciones estándares consisten tanto en barreras físicas a la sangre y líquidos corporales como prácticas de manejo seguro de las agujas y otros objetos "punzocortantes". Debido a que los pacientes traumatizados casi siempre presentan hemorragias externas y debido a que la sangre es un líquido corporal de alto riesgo, se deben usar instrumentos de protección adecuados durante el cuidado de los pacientes.

Barreras físicas

Guantes

Se deben usar guantes cuando se toque piel no intacta, membranas mucosas o áreas contaminadas con sangre u otro fluido corporal. Debido a que los guantes pueden presentar perforaciones mientras se brinda el cuidado a un paciente, los guantes se deben examinar con regularidad en busca de defectos y se deben cambiar de inmediato si se detecta algún problema (Figura 6-13). Los guantes deben ser cambiados entre el contacto de un paciente y otro en un incidente de víctimas múltiples.

Máscaras y escudos faciales

Las máscaras sirven para proteger las membranas mucosas oral y nasal de los trabajadores del cuidado de la salud de la exposición a agentes infecciosos, en especial en situaciones en las que se encuentran o se sospechan patógenos transmitidos por el aire. Las máscaras y escudos faciales se deben cambiar de inmediato si se humedecen o se contaminan.

Protección ocular

Se recurre a la protección ocular en circunstancias en las que pueden salpicar gotas de un fluido o de sangre infectada, por ejemplo mientras se realiza el manejo de la vía aérea a un paciente con sangre en la orofaringe o cuando se trata con heridas abiertas. Los anteojos estándares no se consideran adecuados porque carecen de escudos laterales.

Batas

Las batas desechables con capas de plástico impermeables son las que ofrecen la mejor protección; sin embargo, pueden ser muy incómodas e imprácticas en el ambiente prehospitalario. Las batas y la vestimenta se deben cambiar de inmediato si se contaminan de manera significativa.

Equipo de reanimación

Los trabajadores de la salud deben tener acceso a instrumentos de bolsa-mascarilla o piezas de boca para protegerse del contacto directo con la saliva, sangre y vómito de un paciente.

Lavado de manos

Lavarse las manos es un principio fundamental para el control de infecciones. Las manos se deben lavar con jabón y agua a chorro, agua en movimiento si hay una fuerte contaminación con sangre o fluidos corporales. Los antisépticos de mano con base en alcohol son útiles para la prevención de muchos agentes infecciosos, pero no son apropiados en situaciones en las que se ha producido una contaminación evidente; de cualquier manera, éstos pueden proveer algún efecto de limpieza y protección en condiciones en las que no se cuenta con jabón y agua a chorro, agua en movimiento. Después



Figura 6-13 El equipo de protección personal para los proveedores de atención prehospitalaria debe consistir como mínimo en guantes, mascarilla y protector de ojos. **A.** Protector de ojos o goggles, máscara y guantes. **B.** Protector facial, máscara facial y guantes.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografiado por Darren Stahlman.

del retiro de los guantes, se deben limpiar las manos con jabón y agua o con un antiséptico con base en alcohol.

Prevención de las lesiones cortantes

Como ya se comentó, la exposición percutánea a la sangre o líquido corporal de un paciente constituye una forma importante en la que se pueden transmitir infecciones virales a los trabajadores del cuidado de la salud. Muchas exposiciones percutáneas son causadas por heridas de punción con agujas u otros objetos cortantes contaminados. Elimine las agujas y objetos punzocortantes innecesarios, nunca vuelva tapar una aguja usada e implemente dispositivos de seguridad como los sistemas intravenosos sin aguja cuando sea posible (Figura 6-14).

Manejo de la exposición ocupacional

En Estados Unidos, la OSHA obliga a todas las organizaciones que proporcionan cuidado a la salud a que tengan un plan de control para el manejo de las exposiciones ocupacionales de sus empleados con la sangre y líquidos corporales. Cada exposición se debe documentar ampliamente, incluyendo el tipo de lesión y la estimación del volumen inoculado. Si un trabajador del cuidado de la salud tiene una exposición mucocutánea o percutánea con la sangre o presenta una lesión por un objeto cortante, se deben practicar medidas para prevenir la infección bacteriana, incluidos el tétanos y la infección por VHB y VHC. En la actualidad, no existe ninguna terapia de prevención para la infección por VHC que esté aprobada o disponible. La Figura 6-15 describe un protocolo típico de exposición a la sangre o líquidos corporales.

Evaluación de los pacientes y triage

Una vez que se han atendido todos los aspectos anteriores, se puede iniciar el proceso actual de valorar y tratar a los pacientes. El mayor

Figura 6-14 Prevención de lesiones con objetos cortantes

Los proveedores de atención prehospitalaria corren un riesgo importante de lesionarse con agujas y otros objetos cortantes. Las estrategias para reducir estas lesiones incluyen lo siguiente:

- Usar dispositivos de seguridad, como agujas y escalpelos blindados o retráctiles y lancetas de retracción automática.
- Usar sistemas sin aguja que permitan la inyección del medicamento en lugares sin necesidad de agujas.
- Abstenerse de volver a tapar las agujas y otros objetos cortantes.
- Tirar de inmediato las agujas contaminadas en contenedores rígidos, en lugar de dárselas a alguien más para que las deseche.
- Utilizar jeringas prellenadas de medicamento en lugar de sacar el medicamento desde una ampula.
- Proporcionar un plan de control de exposición por escrito y asegurar que todos los empleados estén conscientes de él.
- Mantener un registro de las lesiones punzocortantes.

reto se presenta cuando el proveedor de la atención prehospitalaria se enfrenta a víctimas múltiples.

Los incidentes con víctimas múltiples (IVM) se presentan en varios tamaños. La mayoría de los respondedores de urgencias han acudido a incidentes con más de una víctima, pero los eventos a gran escala, con cientos o miles de víctimas, son raros.

Triage es una palabra francesa que significa "clasificar". El triage es un proceso que se usa para asignar la prioridad de tratamiento y transportación. En el ambiente prehospitalario, el triage se usa en dos diferentes contextos, de la siguiente manera:

1. *Están disponibles suficientes recursos para el manejo de todos los pacientes.* En esta situación de triage, los pacientes con las lesiones más graves son tratados y transportados primero y aquellos con lesiones menos graves son tratados y transportados después.
2. *El número de pacientes excede la capacidad inmediata de los recursos en una escena.* El objetivo de un triage como el de este caso es asegurar la supervivencia del mayor número de pacientes lesionados. Los pacientes se clasifican en categorías para recibir tratamiento. En un incidente con víctimas múltiples o con víctimas masivas (IVM), la atención de los pacientes debe ser racionada, debido a que el número de pacientes excede los recursos disponibles. Relativamente pocos proveedores de la atención prehospitalaria experimentan alguna vez un incidente con víctimas múltiples, es decir, con 50 a 100 o más personas heridas en forma simultánea. Sin embargo, muchos estarán involucrados en incidentes con 10 a 20 pacientes, y la mayoría de los veteranos proveedores de atención prehospitalaria han manejado un incidente con 2 a 10 pacientes.

Los incidentes que involucran un número de respondedores de urgencias y recursos médicos suficientes permiten el tratamiento y la transportación de los pacientes con las lesiones más graves primero. En un incidente con heridos masivos de gran escala, dados los recursos limitados, se requiere dar prioridad al tratamiento y transportación de los pacientes que tengan la mayor probabilidad de supervivencia. Estas víctimas reciben prioridad para tratamiento y transporte (Figura 6-16).

La meta del manejo de los pacientes en la escena de un incidente con heridos masivos (IVM) es hacer el mayor bien a la mayoría de los pacientes con los recursos disponibles. Es responsabilidad del proveedor de atención prehospitalaria tomar decisiones sobre quién recibe primero algún tratamiento. Las reglas usuales sobre el salvamento de vidas son diferentes en los incidentes con heridos masivos. Siempre la decisión es salvar la mayor cantidad de vidas; sin embargo, cuando los recursos disponibles no son suficientes para cubrir las necesidades de todos los pacientes lesionados presentes, estos recursos deben destinarse a aquellos que tienen la mayor probabilidad de sobrevivir. En una elección entre un paciente con una lesión catastrófica, por ejemplo un trauma cerebral grave, y un paciente con una hemorragia intraabdominal aguda, el curso de acción apropiado en un incidente con lesionados masivos sería atender primero al paciente rescatable, la víctima con el sangrado abdominal. Tratar al paciente con el trauma cerebral grave primero probablemente daría como resultado la pérdida de ambos heridos; el paciente con el trauma en la cabeza podría morir porque no es salvable y el paciente con la hemorragia abdominal también podría fallecer porque el tiempo, el equipo y el personal del SMU que se utilizaron para el manejo del paciente insalvable impidió que, siendo salvable, recibiera la atención simple necesaria para sobrevivir hasta que se tuviera disponible la atención quirúrgica definitiva.

Figura 6-15 Ejemplo de protocolo de exposición

Después de una exposición percutánea o mucocutánea a la sangre o a todos los fluidos corporales potencialmente infectados, llevar a cabo las acciones apropiadas y practicar la profilaxis posexposición apropiada (PEP) son medidas que pueden ayudar a minimizar el potencial de adquirir una infección de hepatitis viral o de VIH. Los pasos apropiados son:

1. Prevenir la infección bacterial.
 - Limpiar la piel expuesta minuciosamente con jabón germicida y agua, las membranas mucosas expuestas (boca, ojos) deben ser irrigados con una cantidad copiosa de agua.
 - Administrar un refuerzo contra el tétanos, si no se ha recibido en los 5 años anteriores.
2. Realizar estudios básicos de laboratorio tanto al trabajador del cuidado de la salud expuesto como al paciente fuente, si se conocen.
 - Profesional del cuidado de la salud: pruebas de anticuerpos superficiales de hepatitis B (HBsAB), VHC y VIH.
 - Paciente fuente: pruebas de serología hepatitis B y C y VIH.
3. Prevenir la infección de VHB.
 - Si el proveedor del cuidado de la salud no ha sido inmunizado en contra de la hepatitis B, la primera dosis de la vacuna VHB se administra junto con inmunoglobulina de la hepatitis B (IGHB [HBIG]).
4. Si el trabajador del cuidado de la salud ha empezado, pero no ha terminado la serie de vacunas VHB o si ya terminó todas las inmunizaciones VHB, la IGHB se administra si las pruebas HBsAb no muestran la presencia de anticuerpos protectores y las pruebas del paciente fuente revelan una infección activa de VHB. El IGHB puede ser administrado hasta 7 días después de una exposición y ser todavía efectivo.
4. Prevenir la infección VIH
 - El PEP depende de la ruta de exposición (percutánea versus mucocutáneas) y la probabilidad y gravedad de la infección de VIH en el paciente fuente. Si se conoce que el paciente fuente es negativo, el PEP no está indicado, a pesar de la ruta de exposición. En el pasado, cuando se recomendaba, el PEP estaba involucrado por lo general con el régimen de dos medicinas. Con el desarrollo de diversos medicamentos antirretrovirales, el número de combinaciones de régimen de medicamentos se ha incrementado. Además, el tratamiento de tres medicamentos se proporciona en casos específicos que involucran un alto riesgo de transmisión. Por tanto, es recomendado que un proveedor de atención prehospitalaria expuesto sea evaluado por un experto para determinar el régimen de PEP más apropiado, dadas las circunstancias de la exposición en particular.

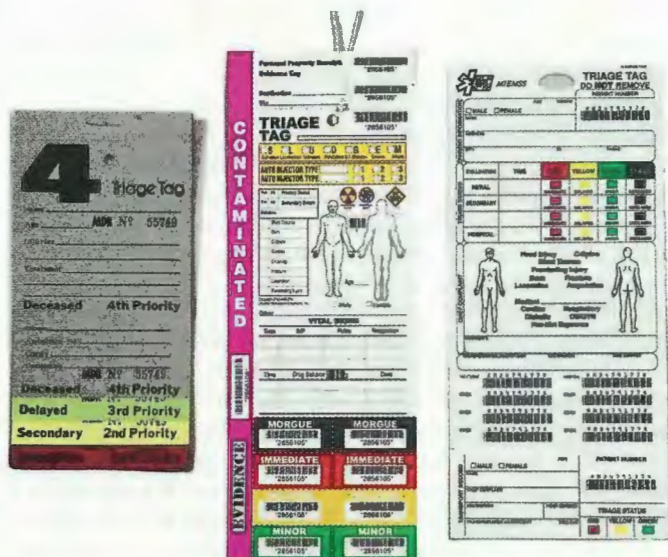


Figura 6-16 Ejemplos de etiquetas de triage.

Fuente: © File of Life Foundation, Inc.

En una situación de triage de un incidente con heridos masivos, el paciente catastróficamente lesionado puede que deba considerarse de “la menor prioridad” y se retrasará su tratamiento hasta que se cuente con más ayuda y equipo. Estas son decisiones y circunstancias difíciles pero un proveedor de atención prehospitalaria debe responder de forma rápida y apropiada. Un equipo médico (SMU) no debe intentar reanimar a un paciente con paro cardíaco con poca o ninguna probabilidad de sobrevivir mientras otros tres pacientes mueren por compromiso de las vías respiratorias o hemorragias externas. El “esquema de clasificación” más usado divide a

los pacientes en cinco categorías con base en la necesidad de atención y la probabilidad de supervivencia:

1. *Inmediata*. Pacientes con lesiones críticas pero que requieren sólo una cantidad mínima de tiempo o equipo para ser manejados y que tienen un buen pronóstico de supervivencia. Un ejemplo es un paciente con las vías respiratorias comprometidas o con una hemorragia externa masiva.
2. *Demorado*. Pacientes cuyas lesiones los debilitan pero que no requieren un manejo inmediato para salvar la vida o la extremidad. Un ejemplo es el paciente con una fractura de huesos largos.
3. *Menor*. Pacientes llamados casi siempre “heridos deambulantes”, que presentan lesiones menores que pueden esperar a recibir tratamiento o que incluso pueden ayudar de manera provisional poniendo cómodos a otros pacientes o como camilleros.
4. *Expectante*. Pacientes con lesiones tan severas que tienen sólo una probabilidad mínima de sobrevivir. Un ejemplo es un paciente con una quemadura en 90% de la superficie de grosor completo y lesión pulmonar térmica.
5. *Muerto*. Los pacientes que se encuentran no reactivos, sin pulso y sin respiración se clasifican como “muertos”. En un desastre, los recursos rara vez permiten intentar la reanimación de pacientes con paro cardíaco.

Las Figuras 6-17 a la 6-19 describen un esquema de triage que se emplea por lo general, conocido como START, el cual utiliza sólo cuatro categorías: inmediato, demorado, menor y muerto. (Para más información sobre el sistema triage STAR, véase el Capítulo 19, Manejo del desastre).

Las Figuras 6-20 y 6-21 describen el recientemente publicado sistema triage SALT.⁵

Figura 6-17 El Triage START

En 1983, el personal médico del Hospital Memorial Hoag y los paramédicos bomberos del Departamento de Bomberos de Newport Beach crearon un proceso de triage para los respondedores médicos de urgencia, Triage Simple y Tratamiento Rápido (STAR, Simple Triage and Rapid Treatment) (véase Figura 6-18). Este proceso de triage se diseñó para identificar con facilidad y rapidez a los pacientes con lesiones críticas. El START no establece un diagnóstico médico, sino que, en lugar de ello, brinda un proceso de clasificación rápido y simple. El START usa tres valoraciones simples para identificar a aquellas víctimas con un mayor riesgo de morir por sus lesiones. Por lo común, el proceso toma de 30 a 60 segundos por víctima, START no requiere de instrumentos, equipo médico especializado ni conocimientos especiales.

¿Cómo funciona el START?

El primer paso es dirigir a cualquier persona que pueda caminar hacia un área segura. Si la víctima puede caminar y seguir indicaciones, su condición se clasifica como “menor” y pueden ser clasificados y etiquetados más profundamente cuando lleguen más rescatistas. De este modo, los rescatistas se quedan ahora con

un grupo más pequeño de víctimas con lesiones presumiblemente más graves para hacer triage. Se usa la nemotecnia “30-2-puede hacer” al inicio del triage START (ver Figura 6-19). El “30” se refiere a la frecuencia respiratoria del paciente, el “2” se refiere al llenado capilar, y el “puede hacer” se refiere a la capacidad del paciente de seguir indicaciones. Cualquier víctima con menos de 30 respiraciones por minuto, llenado capilar menor de 2 segundos, con la capacidad de seguir indicaciones verbales y que pueda caminar se clasifica como un paciente “menor”. Cuando las víctimas cumplen estos criterios pero no pueden caminar, se clasifican como “demorado”. Las víctimas que están inconscientes o que tienen una respiración rápida o un llenado capilar lento o pulso radial ausente se clasifican como “inmediato”.

Una vez al lado de una víctima, se pueden realizar dos maniobras para salvar la vida: abrir la vía respiratoria y controlar la hemorragia externa. En las víctimas que no están respirando, el rescatista debe abrir la vía aérea y si comienzan a respirar, se catalogan como “inmediato”. No se debe intentar ninguna reanimación cardiopulmonar (RCP). Si la víctima no comienza a respirar, se clasifica como “muerta”. El proveedor de atención prehospitalaria puede valerse de los transeúntes o los

(Continúa en la siguiente página)

Figura 6-17 El Triage START (Continuación)

"deambulantes lesionados" y dirigirlos para que le ayuden a mantener la vía aérea y controlar la hemorragia.

En ocasiones, es necesario hacer un retriage, cuando la falta de transporte prolonga el tiempo que las víctimas permanecen en la escena. Usando los criterios de START, las víctimas con

lesiones importantes se pueden clasificar como "demora". Entre más tiempo permanezcan sin tratamiento, mayor será la posibilidad de que su condición se deteriore. Por lo tanto, es apropiado repetir la evaluación y el triage conforme pasa el tiempo.

Fuente: Cortesía del Hoag Hospital Newport Beach y el Newport Beach Fire Department.

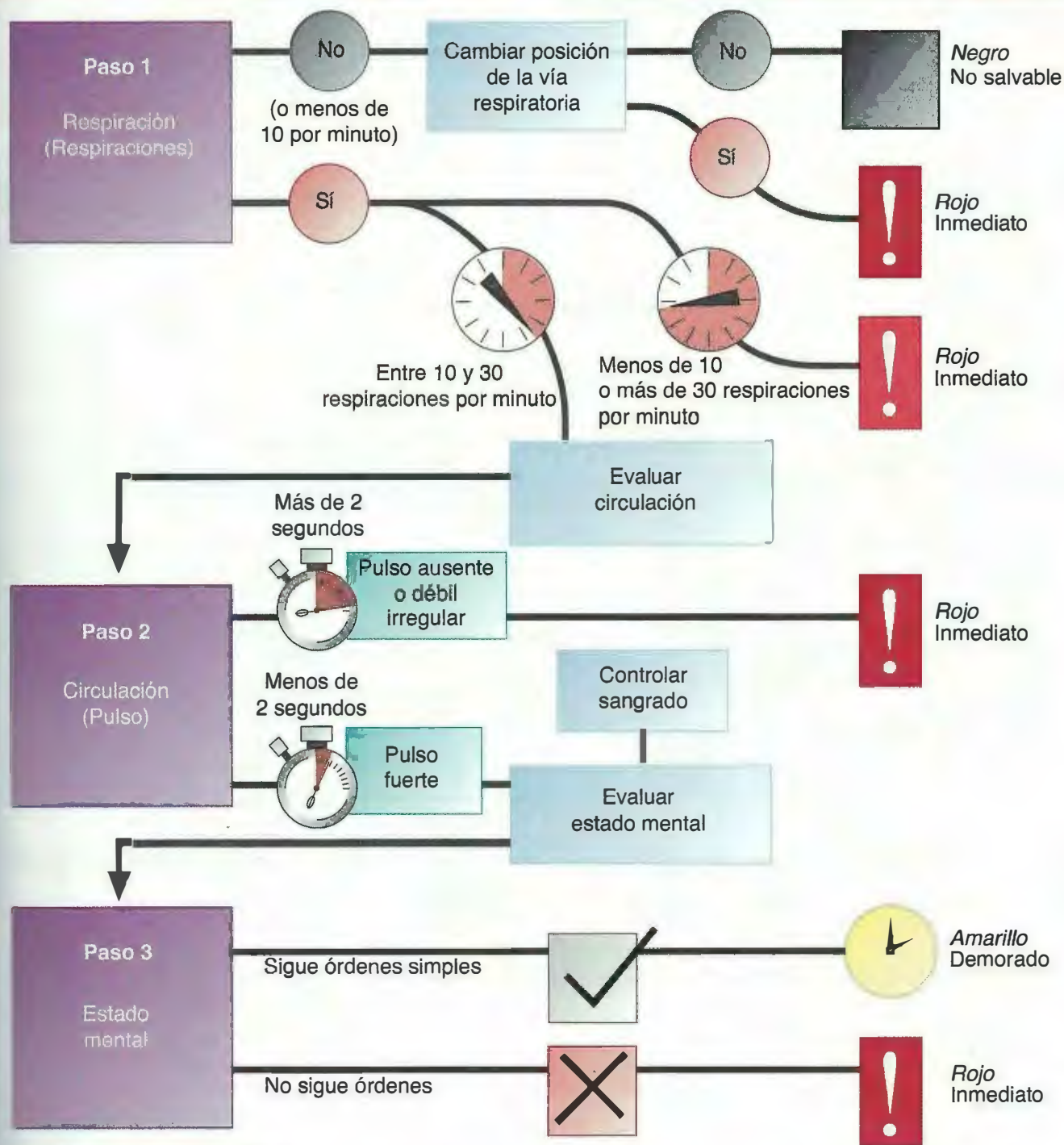


Figura 6-18 Algoritmo del triage START.

Cortesía del Hoag Hospital Newport Beach and the Newport Beach Fire Department.

Respiraciones	30
Perfusión	2
Estado mental	Puede hacer

Figura 6-19 Mnemotecnia del triage START.
 Fuente: Cortesía del Hoag Hospital Newport Beach y del Newport Beach Fire Department.

Figura 6-20 El Triage SALT

El CDC, en conjunto con un panel de expertos que representan un gran grupo de organizaciones médicas, desarrolló el enfoque de triage denominado SALT. La intención de este proyecto fue desarrollar una metodología de clasificación que sirviera de base para un sistema de triage en el ámbito nacional. Este sistema empieza por usar un proceso de clasificación global: pedir a las víctimas que caminen o que levanten la mano (seguir instrucciones). Aquellas que no responden entonces son evaluadas por amenazas a la vida y en seguida se les asigna una categoría: inmediato, demorado, mínimo o muerto (Figura 6-21).

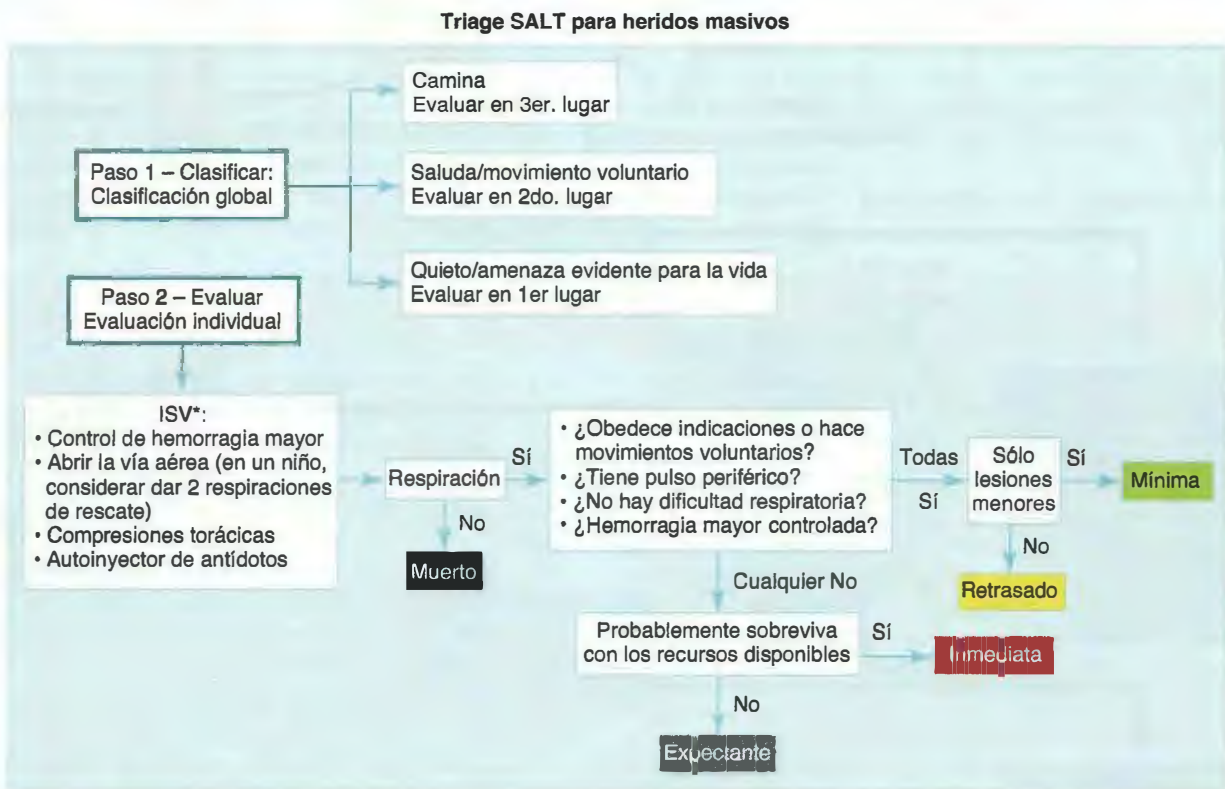


Figura 6-21 Algoritmo del triage SALT. Nota: ISV significa intervenciones para salvar la vida (Life-Saving Interventions).
 Fuente: Chemical Hazards Emergency Medical Management, U.S. Department of Health & Human Services, <http://chemm.nlm.nih.gov/chemmimages/salt.png>.



Resumen

- Como parte de la evaluación de la seguridad de la escena, es importante evaluar los peligros de todos los tipos en cada paciente y en cada contacto con éste. Los peligros incluyen temas de tránsito, preocupaciones ambientales, violencia, agentes patógenos transmitidos por la sangre y materiales peligrosos.
- Evaluar la escena asegurará que el personal del SMU y el equipo no estén comprometidos y no disponibles para los demás y que los otros respondedores de la urgencia estén protegidos de los peligros que no están aislados o aún no han sido removidos.
- A veces, se descartarán muy rápido los peligros, pero si no se les busca, no se les verá, y esto puede causar daño.
- Algunas situaciones, como las escenas del crimen o actos intencionales, incluido el uso de armas de destrucción masiva, afectarán la manera en que el proveedor de atención prehospitalaria maneja la escena y los pacientes en el lugar.
- Los incidentes serán manejados empleando una estructura de sistema de comando de incidentes (SCI), y el SMU es uno de los componentes en la estructura. Los proveedores de atención prehospitalaria deben conocer y entender al SCI y su papel dentro de ese sistema.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Usted es enviado a la escena de un altercado doméstico. Son las 02:45 de una noche de verano. Al llegar a la escena de una casa unifamiliar, usted puede escuchar a un hombre y a una mujer que discuten acaloradamente, con niños llorando como fondo. También se requirió la presencia de la policía en este lugar, pero todavía no ha llegado.

- ¿Cuáles son sus preocupaciones acerca de la escena?
- ¿Qué consideraciones son importantes antes de ponerse en contacto con el paciente?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

La evaluación del escenario revela varios peligros potenciales. Los incidentes de violencia doméstica se ubican entre los más peligrosos para los respondedores de la urgencia. Estos incidentes con frecuencia escalan y pueden llevar al ataque contra los respondedores de la urgencia. Por lo tanto, debe considerarse la presencia de la autoridad competente antes de entrar a la escena. Como con todos los casos de trauma, un paciente sangrante expone a los proveedores de atención prehospitalaria a los riesgos de infecciones transmitidas por este tipo de fluido, por lo que los proveedores de atención prehospitalaria deben llevar puestas barreras físicas, incluidos guantes, máscaras y protecciones para los ojos.

En este caso, usted debe esperar hasta que la policía llegue antes de entrar a la casa. Cuando entran, usted observa que la mujer tiene múltiples moretones visibles en la cara y una pequeña laceración en su mejilla. Los oficiales toman al hombre en custodia. Usted realiza su primera evaluación, la cual revela que no hay amenazas a la vida. La segunda evaluación no revela lesiones adicionales. Usted transporta a la paciente al hospital más cercano sin incidente alguno.

Referencias

1. National Incident Management System. U.S. Department of Homeland Security, 2008. www.fema.gov/pdf/emergency/nims/NIMS_core.pdf. Consultado el 24 de noviembre de 2013.
2. Maguire BJ, Hunting KL, Smith GS, et al. Occupational fatalities in emergency medical services. *Ann Emerg Med.* 2002;40(6):625.
3. Schaeffer J. Prevent run downs: best practices for roadside incident management, 2002. www.jems.com/jems/news02/0903a.html. Consultado en septiembre de 2002.
4. Poland GA, Jacobson RM. Prevention of hepatitis B with the hepatitis B vaccine. *N Engl J Med.* 2004;351:2832.
5. Lerner EB, Schwartz RB, Coule PL, et al. Mass casualty triage: an evaluation of the data and development of a proposed national guideline. *Disaster Med Public Health Prep.* 2008;2:S25-S34.

Lecturas sugeridas

- Centers for Disease Control and Prevention: See website for information on standard precautions and postexposure prophylaxis, <http://www.cdc.gov>.
- Rinnert KJ. A review of infection control practices, risk reduction, and legislative regulations for blood-borne disease: applications for emergency medical services. *Prehosp Emerg Care.* 1998;2(1):70.
- Rinnert KJ, O'Connor RE, Delbridge T. Risk reduction for exposure to blood-borne pathogens in EMS: National Association of EMS Physicians. *Prehosp Emerg Care.* 1998;2(1):62.

CAPÍTULO



Evaluación y manejo del paciente

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Relacionar el significado de la evaluación del paciente en el contexto de todo el manejo del paciente de trauma.
- Describir los componentes de la evaluación secundaria y cuándo se emplea ésta en el paciente de trauma.
- Explicar cómo la evaluación y el manejo se integran en la primera evaluación.
- Utilizar el esquema de decisión del triage en el campo para determinar el destino de un paciente de trauma.

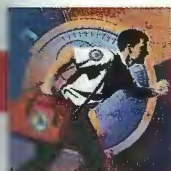
ESCENARIO

Un sábado por la mañana del mes de noviembre, con un clima despejado y una temperatura externa de 5.5 ° C (42 ° F). Su escuadrón es enviado a un área residencial donde una persona cayó del techo de una casa de dos pisos. Al llegar a la escena, se encuentran con un miembro adulto de la familia quien los lleva a la parte trasera de la casa. El familiar declara que el paciente estaba quitando las hojas de las canaletas para la lluvia con un soplador de hojas cuando perdió el equilibrio y cayó sobre su espalda desde aproximadamente 3.6 metros (12 pies) desde el techo. Al momento el paciente perdió la conciencia durante un "breve periodo" pero la recobró para cuando el familiar llamó al número de urgencias (911).

Al aproximarse al paciente, observa a un hombre de 40 años de edad que yace en posición supina sobre el piso con dos testigos de rodillas a su lado. El paciente está consciente y hablando con ellos. Mientras su compañero proporciona la estabilización de la cabeza y del cuello, usted le pregunta al hombre qué parte del cuerpo se lastimó. El paciente declara que tanto su espalda superior como la baja es lo que más le duele.

Su cuestionamiento inicial tiene varios propósitos: obtener la dolencia principal del paciente, determinar su nivel inicial de conciencia y evaluar su esfuerzo por respirar. Al identificar que no hay dificultad para respirar, usted procede con la evaluación del paciente. El paciente responde de manera apropiada a las preguntas que usted hace para establecer que está orientado en cuanto a persona, lugar y tiempo.

- Con base en la cinemática relacionada con este incidente, ¿cuáles son las lesiones potenciales que usted anticipa encontrar durante su evaluación?
- ¿Cuáles son sus siguientes prioridades?
- ¿Cómo procederá con este paciente?



Introducción

La evaluación es la piedra angular para todo cuidado del paciente. Para el paciente traumatizado, así como para otros pacientes enfermos, la evaluación es el fundamento sobre el que se basan todas las decisiones acerca del manejo y el transporte. La primera meta de la evaluación es determinar la condición actual del paciente. Al hacerlo, se obtiene la impresión general del estado del paciente y se establecen los valores base del estatus de los sistemas respiratorio, circulatorio y neurológico. Una vez que se han identificado las condiciones que amenazan la vida, se da inicio a la intervención urgente y a la reanimación. Si la condición del paciente lo permite, se lleva a cabo una segunda evaluación de las lesiones que no ponen en riesgo la vida o la pérdida de una extremidad. Con frecuencia esta evaluación secundaria se realiza durante la transportación del paciente.

Todos estos pasos se llevan a cabo con rapidez y eficiencia, teniendo como objetivo minimizar el tiempo que se pasa en el lugar del incidente. Los pacientes críticos no deben permanecer en la escena para otro cuidado que no sea el necesario para estabilizarlo para la transportación, a menos que esté atrapado o existan otras complicaciones que impidan el traslado temprano. Al aplicar los principios aprendidos en este curso, puede minimizarse el retraso en la escena y los pacientes pueden llevarse rápido a una unidad médica apropiada. La evaluación exitosa y la intervención requieren de una base sólida del conocimiento de la fisiología del trauma y un plan bien desarrollado del manejo que se efectúa rápida y efectivamente.

La bibliografía especializada sobre el manejo del trauma con frecuencia menciona la necesidad de transportar al paciente traumatizado a una unidad quirúrgica dentro de una absoluta cantidad mínima de tiempo después de la lesión. Esta urgencia se debe a la probabilidad de que el paciente traumatizado crítico que no responde

a la terapia inicial esté sangrando internamente. En este caso, la pérdida de sangre continuará a menos que se controle la hemorragia. Con excepción del desangramiento externo básico, el control de la hemorragia puede lograrse sólo en el quirófano.

Las principales preocupaciones de la evaluación y el manejo del paciente traumatizado son: (1) vías respiratorias, (2) oxigenación, (3) ventilación, (4) control de la hemorragia, (5) perfusión y (6) funcionamiento neurológico. Esta secuencia protege la habilidad del cuerpo de oxigenar y la habilidad de los eritrocitos (RBC) de suministrar oxígeno a los tejidos. El control de la hemorragia, que es sólo temporal en la escena y permanente en el quirófano, depende de que los proveedores de atención prehospitalaria hagan una transportación rápida y de la disponibilidad inmediata del equipo de trauma a la llegada a la instalación médica.

El doctor R. Adams Cowley desarrolló el concepto de la "hora dorada" del trauma. Él creía que el tiempo que transcurría entre la ocurrencia de la lesión y el cuidado definitivo era crítico. Durante este periodo, cuando el sangrado está descontrolado y hay una inadecuada oxigenación del tejido debido a una disminución de la perfusión, ocurre un daño en todo el cuerpo. El doctor Cowley creía que si no se controlaba el sangrado y no se restauraba la oxigenación del tejido dentro de la hora posterior a la lesión, las posibilidades del paciente de sobrevivir se reducían de manera importante.

Ahora a la hora dorada se le denomina el "periodo dorado", ya que este lapso crítico no es necesariamente una hora. Algunos pacientes tienen menos de una hora para recibir el cuidado, mientras otros tienen más tiempo. El proveedor de atención prehospitalaria es responsable de reconocer la urgencia de una situación dada y transportar al paciente tan rápido como sea posible a una instalación en la cual se le pueda ofrecer el cuidado definitivo. Con el fin de entregar el paciente traumatizado al cuidado definitivo, debe identificarse la gravedad de las lesiones que ponen en riesgo la vida; proporci-

narse sólo el cuidado esencial, para salvar la vida misma, y transportarse con prontitud a una instalación médica adecuada. En muchos sistemas prehospitalarios urbanos, el tiempo promedio entre la lesión y la llegada a la escena es de 8 a 9 minutos. Por lo regular otros 8 o 9 minutos se destinan para transportar al paciente. Si los proveedores de atención prehospitalaria se tardan sólo 10 minutos en la escena, habrán pasado 30 minutos del periodo de oro para el momento en que el paciente llegue a la instalación receptora. Cada minuto extra gastado en la escena es tiempo adicional durante el cual el paciente está sangrando y tiempo valioso que se está perdiendo del periodo dorado.

Al abordar este aspecto del manejo del trauma crítico, el objetivo último es una evaluación y un manejo del paciente eficientes y rápidos. Siempre que sea posible, el tiempo en la escena no debe exceder los 10 minutos; cuanto menos tiempo en el lugar del incidente, mejor. Cuanto más tiempo se mantenga al paciente en la escena, más grande será el potencial de pérdida de sangre y la posibilidad de muerte. Estos parámetros de tiempo cambian conforme se retrasa la extracción o liberación, la transportación se demora y surgen otras circunstancias inesperadas.

Este capítulo cubre lo esencial acerca de la evaluación del paciente y el manejo inicial en el campo y se basa en el enfoque enseñado por los doctores en el programa de Soporte Vital Avanzado por Trauma (ATLS, Advanced Trauma Life Support).¹ Los principios que se describen son idénticos a aquellos que se enseñan en los programas de entrenamiento iniciales básicos o en los avanzados para el proveedor, aunque en ocasiones la terminología puede ser un tanto diferente. Por ejemplo, la frase *encuesta primaria*, se emplea en el programa de ATLS para describir la actividad de evaluación del paciente conocida como *evaluación primaria* en los Estándares Nacionales de Educación del SMU (*National EMS Education Standards*). En su mayor parte, las actividades que se ejecutan en esta fase son exactamente las mismas; varios cursos simplemente emplean diferente terminología.

Establecimiento de prioridades

Hay tres prioridades al llegar a la escena, que son las siguientes:

1. La primera prioridad para todo individuo involucrado en un incidente de trauma es la evaluación de la escena. En el Capítulo 6, Evaluación de la escena, se analiza esto con más detalle.

2. Los respondedores deben reconocer la existencia de incidentes con múltiples víctimas e incidentes con múltiples víctimas (IMV). En aquellos con heridos masivos, la prioridad pasa de enfocar todos los recursos a los pacientes más lesionados a salvar el mayor número de lesionados (proporcionar el mayor bien al mayor número). Los factores que pueden impactar las decisiones del triage cuando existen múltiples pacientes incluyen la gravedad de las lesiones y los recursos (personal y equipo) disponibles para el cuidado de los heridos. Los Capítulos 6, Evaluación de la escena; y 19, Manejo del desastre también analizan el triage.
3. Una vez realizada una evaluación breve de la escena, se puede poner atención en la evaluación individual de los pacientes. El proceso de valoración y manejo se inicia concentrándose en el paciente o pacientes que se han identificado como los más críticos, conforme lo permitan los recursos. Se pone énfasis en lo que se enumera a continuación y en este orden: (a) condiciones que podrían producir la pérdida de la vida, (b) condiciones que podrían producir la pérdida de un miembro y (c) el resto de las condiciones que no ponen en riesgo ni la vida ni los miembros. Dependiendo de la gravedad de la lesión, el número de pacientes lesionados y la proximidad de la instalación receptora, las condiciones que no ponen en riesgo la vida ni los miembros podrían no ser abordadas nunca.

La mayor parte de este capítulo se enfoca en las habilidades de pensamiento crítico necesarias para realizar una valoración apropiada, interpretar los hallazgos y establecer las prioridades para una atención apropiada del paciente. Este proceso permitirá el suministro adecuado de las intervenciones necesarias.

Evaluación primaria

En los pacientes críticos con traumatismo en múltiples sistemas, la prioridad de la atención es la identificación y el manejo rápido de las condiciones que ponen en riesgo la vida (Figura 7-1). Más de 90% de los pacientes traumatizados tienen lesiones simples que afectan sólo un sistema (p. ej., una fractura aislada de un miembro). Para muchos de estos pacientes traumatizados en un sistema, hay tiempo suficiente como para extenderse en la evaluación, tanto en la primaria como en la secundaria. Para el paciente críticamente lesionado, el proveedor de atención prehospitalaria podría realizar tan

Figura 7-1 Paciente con trauma en múltiples sistemas vs. un sólo sistema

- Un **paciente con traumatismo multisistémico** presenta lesiones que involucran más de un sistema del cuerpo, incluyendo los sistemas pulmonar, circulatorio, neurológico, gastrointestinal, musculoesquelético e intertegumentario. Un ejemplo podría ser un paciente involucrado en un choque de vehículo de motor que tiene lesión cerebral traumática, contusiones pulmonares, lesión esplénica con choque y una fractura de fémur.
- Un **paciente con trauma en un solo sistema** presenta lesión en sólo un sistema del cuerpo. Un ejemplo podría ser un paciente con una fractura simple de tobillo y sin evidencia de pérdida de sangre o shock.

la evaluación primaria. El énfasis está en la evaluación, el de la reanimación y la transportación rápidas a la instalación apropiada. Esta urgencia no elimina la necesidad del manejo prehospitalario; significa que éste necesita hacerse más rápido, con mayor eficiencia y durante la transportación hacia la unidad receptora.

El establecimiento rápido de las prioridades y la evaluación de las lesiones que ponen en riesgo la vida debe ser rutinario en la labor del proveedor de atención prehospitalaria. Por lo tanto, es necesario memorizar los componentes de las evaluaciones primaria y secundaria y, de igual manera, se debe entender la progresión lógica de la valoración y el tratamiento basados en prioridades, a pesar de la gravedad de la lesión. El proveedor de atención prehospitalaria debe pensar en la fisiopatología de las lesiones y condiciones del paciente; no puede perder tiempo tratando de recordar cuáles son las prioridades más importantes.

La base más común de las lesiones que ponen en riesgo la vida es la falta de una oxigenación tisular adecuada, lo cual deriva en un metabolismo (producción de energía) anaeróbico (sin oxígeno). La menor producción de energía que se presenta con el metabolismo aeróbico se llama shock. Se requieren cuatro componentes para un metabolismo normal: (1) una cantidad adecuada de eritrocitos disponibles y mantenidos, (2) oxigenación de los eritrocitos en los pulmones (3) entrega de los eritrocitos a las células de todo el cuerpo (4) descarga del oxígeno a estas células. Estas actividades involucradas en la evaluación primaria tienen como objetivo identificar y corregir los problemas con los primeros dos componentes.

Impresión general

La evaluación primaria inicia con una visión general simultánea o global del estado de los sistemas respiratorio, circulatorio y neurológico del paciente para identificar problemas notorios, importantes con la oxigenación, circulación, hemorragia o deformidades flagrantes. Cuando se aborda inicialmente un paciente, el proveedor de atención prehospitalaria observa si parece mover con efectividad el aire, si está despierto o no reactivo, si se sostiene a sí mismo y si se mueve de manera espontánea. Una vez al lado del lesionado, el proveedor de atención prehospitalaria se presenta con él y le pregunta su nombre. El siguiente paso razonable es preguntarle: "¿Qué le ocurrió?" Si el paciente parece comfortable y responde con una explicación coherente con enunciados completos, el proveedor de atención prehospitalaria puede concluir que el paciente tiene una **vía aérea abierta**, suficiente ventilación para soportar el habla, una perfusión adecuada al cerebro y un funcionamiento neurológico razonable; es decir, probablemente no hay amenazas inmediatas a la vida del paciente.

Si un paciente es incapaz de responder esta pregunta o parece angustiado, se inicia una evaluación primaria detallada para identificar los problemas que ponen en riesgo la vida. En pocos segundos, se obtiene una impresión general total de la condición. Al valorar con rapidez las funciones vitales, la evaluación primaria sirve para establecer si el paciente se encuentra en una condición crítica o si ésta es iminente.

Una evaluación rápida debe hacerse con prontitud y en orden lógico. Si el proveedor de atención prehospitalaria está solo, puede llevar a cabo algunas intervenciones como identificar las condiciones que ponen en peligro la vida. Si el problema es corregible con facilidad, como succionar una vía respiratoria o colocar

un torniquete, el profesional de atención prehospitalaria puede optar por atender este asunto antes de moverse al siguiente paso. De manera contraria, si el problema no puede ser atendido en la escena, tal como el shock resultado de la sospecha de hemorragia interna, los pasos finales de la evaluación primaria se terminan con rapidez. Si hay más de uno de estos proveedores, uno de ellos debe terminar la evaluación primaria mientras los demás inician el cuidado de los problemas identificados. Cuando se han detectado varias condiciones críticas, la evaluación primaria permite establecer las prioridades del tratamiento. Por lo general, el tema de las vías respiratorias se maneja antes de un problema de respiración, y así sucesivamente.

El mismo enfoque en la evaluación primaria se utiliza sin importar el tipo de paciente. Todos los pacientes, incluidos los ancianos, los pediátricos o las embarazadas, se evalúan de la misma manera.

Si bien los pasos para la evaluación primaria se enseñan y se muestran de manera secuencial, muchos pueden y deben realizarse de manera simultánea. Los componentes de la evaluación primaria, que se listan en orden de prioridad para un manejo óptimo del paciente, son fáciles de recordar con la nemotecnia ABCDE:

- A—Manejo de la vía Aérea y estabilización de la columna cervical
- B—Respiración (ventilación), de *Breathing*
- C—Circulación y sangrado
- D—Discapacidad
- E—Exposición/Ambiente

Paso A: manejo de la vía aérea y estabilización de la columna cervical

Vía aérea

La vía aérea del paciente se revisa con rapidez para asegurar su **permeabilidad** (abierta y libre) y que no existe ningún peligro de obstrucción. Si la vía aérea está comprometida, tendrá que ser abierta, inicialmente usando métodos manuales (elevación del mentón o tracción mandibular en trauma) y se deben aspirar la sangre y sustancias del cuerpo; en su caso, también es necesario extraer los cuerpos extraños (Figura 7-2). Conforme se dispone de equipo y tiempo, el manejo de la vía aérea puede avanzar a medios mecánicos (vía aérea oral, vía aérea nasal, vía supraglótica e intubación endotraqueal o métodos transtraqueales). Son numerosos los factores que tienen un papel en la determinación del método del manejo de la vía aérea, incluidos el equipo disponible, el nivel de habilidad del proveedor de atención prehospitalaria y la distancia al centro de trauma. Algunas lesiones de las vías aéreas, como la fractura laríngea o una transección de la vía aérea incompleta, se pueden agravar al intentar una intubación endotraqueal. El manejo de la vía aérea se analiza a detalle en el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación.

Estabilización de la columna cervical

En todo paciente traumatizado con un mecanismo de contusión significativo, se debe sospechar de lesión importante de la columna hasta que ésta se haya descartado de manera concluyente. (Véase el



Figura 7-2 Si la vía aérea parece comprometida, debe abrirse mientras se continúa con la protección de la columna.

Capítulo 11, Trauma vertebral, para una lista completa de indicaciones sobre su inmovilización). Por lo tanto, al establecer una vía aérea abierta siempre se debe considerar la posibilidad de lesión de la columna cervical. Un excesivo movimiento en cualquier dirección podría producir o agravar el daño neurológico a causa de la compresión ósea de la médula que pudiera ocurrir si la columna tuviera alguna fractura. La solución es asegurar que la cabeza y el cuello se mantengan manualmente (estabilizados) en posición neutral durante todo el proceso de evaluación, especialmente al abrir la vía aérea y al administrar la ventilación necesaria. Esto no significa que los procedimientos necesarios para mantener la vía aérea no puedan o no deban aplicarse, sino que los procedimientos deben hacerse protegiendo al mismo tiempo la columna de cualquier movimiento innecesario. Si los dispositivos de inmovilización que fueron colocados necesitan ser removidos a fin de reevaluar al paciente o realizar alguna intervención, se vuelve a hacer la inmovilización manual de la cabeza y el cuello hasta que se le pueda inmovilizar de nuevo por completo.

Paso B: respiración (ventilación)

El primer paso es administrar con efectividad oxígeno a los pulmones de un paciente para ayudar a mantener el proceso metabólico aeróbico. La hipoxia puede ser el resultado de una ventilación inadecuada de los pulmones, que lleva a la falta de oxigenación de los tejidos del paciente. Una vez que la vía aérea del paciente está abierta, se puede evaluar la calidad y cantidad de su respiración (ventilación) de la siguiente manera:

1. Revisar si el paciente está respirando.
2. Si el paciente no está respirando (p. ej. que esté **apneico**), hay que iniciar de inmediato las ventilaciones de asistencia con un dispositivo bolsa-mascarilla con oxígeno suplementario antes de continuar la valoración.
3. Asegurarse de que la vía aérea del paciente está abierta y libre, continuar la ventilación asistida y prepararlo para introducir una vía aérea oral, nasal o supraglótica; intube; o proporcione otros medios de protección mecánica de las

vías aéreas. Aunque comúnmente se le conoce como “frecuencia respiratoria”, el término correcto es el de “frecuencia ventilatoria”. La ventilación se refiere al proceso de inhalar y exhalar, mientras que la respiración describe mejor el proceso fisiológico del intercambio de gases entre las arterias y los alvéolos. En este texto se emplea el término frecuencia ventilatoria en lugar de la frecuencia respiratoria.

4. Si el paciente está respirando, estimar cuán adecuada es la frecuencia y profundidad respiratorias para determinar si el paciente está moviendo suficiente aire y valorar la oxigenación. Cerciorarse de que el paciente no está hipóxico y que la saturación del oxígeno se proporciona según se necesita para mantener una saturación adecuada de oxígeno.
5. Observar rápidamente la elevación del pecho del paciente y, si éste se encuentra consciente, escucharlo hablar para valorar si puede decir un enunciado completo sin dificultad.

La frecuencia ventilatoria se puede dividir en los siguientes cinco niveles:

1. *Apnea*. El paciente no está ventilando.
2. *Lenta*. Una frecuencia ventilatoria muy lenta puede indicar isquemia (reducción del aporte oxígeno) del cerebro. Si la frecuencia ventilatoria es menor de 10 respiraciones/minuto (**bradipnea**), usualmente es necesario asistir o tomar control total de la respiración del paciente con un dispositivo de bolsa-mascarilla. El apoyo ventilatorio asistido o total con el dispositivo de bolsa-mascarilla debe incluir oxígeno suplementario para asegurar una saturación mayor a 90% (Figura 7.3).

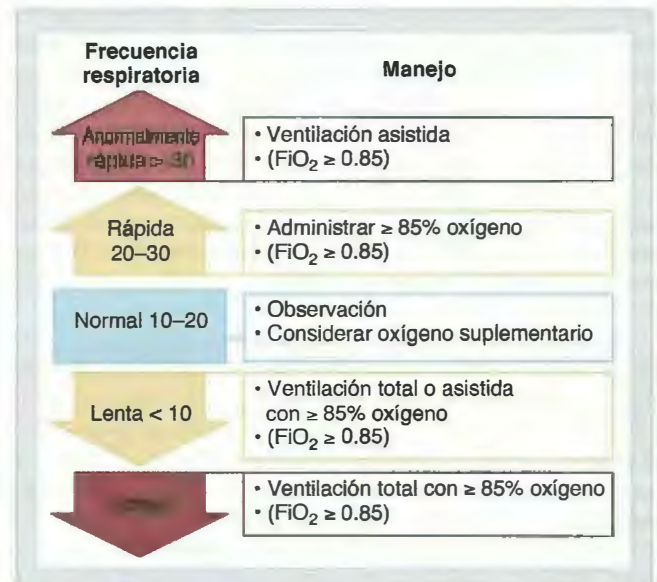


Figura 7-3 Manejo de la vía aérea con base en la frecuencia ventilatoria.

3. *Normal*. Si la frecuencia ventilatoria es entre 10 y 20 respiraciones/minuto (**eupnea**, una frecuencia normal para un adulto), el proveedor de atención prehospitalaria debe observar de cerca al paciente. Aunque éste puede tener una apariencia estable, se debe considerar administrar oxígeno suplementario.
4. *Rápida*. Si la frecuencia ventilatoria es entre 20 y 30 respiraciones/minuto (**taquipnea**), debe observar al paciente con suma atención para ver si está mejorando o empeorando. El impulso que hace aumentar la frecuencia ventilatoria es la acumulación del dióxido de carbono en la sangre o un nivel reducido de oxígeno en la sangre. Cuando un paciente muestra una frecuencia ventilatoria anormal, se debe investigar la razón. Una frecuencia rápida indica que no está llegando suficiente oxígeno a los tejidos del cuerpo. Esta falta de oxígeno inicia un metabolismo anaerobio (Véase el Capítulo 4, Fisiología de la vida y la muerte) y finalmente lleva a aumento en el dióxido de carbono. El sistema de detección del cuerpo reconoce un incremento en el nivel de dióxido de carbono y le dice al sistema ventilatorio que aumente la frecuencia para exhalar este exceso. Por lo tanto, una frecuencia ventilatoria en aumento puede indicar que el paciente necesita una mejor perfusión u oxigenación, o ambas. La administración de oxígeno suplementario para lograr una saturación de oxígeno de 90% o más está indicada para este paciente, por lo menos hasta determinar su estado global. El proveedor de atención prehospitalaria debe permanecer atento a la capacidad del paciente para mantener una ventilación adecuada y estar alerta por cualquier deterioro de la condición general del paciente.
5. *Anormalmente rápida*. Una frecuencia ventilatoria mayor de 30 respiraciones/minuto (taquipnea grave) indica hipoxia, metabolismo anaerobio o ambos, con **acidosis** como resultado. De inmediato se debe proporcionar una ventilación con oxígeno suplementario mediante un dispositivo bolsa-mascarilla como sea tolerado, con el fin de lograr una saturación de oxígeno de 90% o más. Debe iniciarse al instante la búsqueda de la causa de la frecuencia ventilatoria para tener la seguridad de si la causa es un problema de oxigenación o de entrega de eritrocitos. Las lesiones que pueden producir un impedimento en la oxigenación y en la ventilación son la tensión neumotórax, tórax batiente con contusión pulmonar, hemotórax masivo y neumotórax abierto. Una vez identificada la causa, se debe realizar una intervención inmediata para corregir el problema (Véase el Capítulo 12, Trauma torácico).

En un paciente con ventilación anormal, debe observarse el pecho, que debe estar expuesto, y palpase con rapidez. Luego, la auscultación de los pulmones identificará los sonidos de una respiración anormal, disminuida o ausente. Las lesiones pueden impedir la ventilación, incluidas el neumotórax a tensión, las lesiones de la médula espinal y las lesiones traumáticas cerebrales. Deben identificarse o sospecharse que están presentes estas lesiones durante la evaluación primaria, las cuales requieren que se inicie de inmediato el soporte para la ventilación.

Al evaluar el estado ventilatorio del paciente traumatizado, se valora tanto la *profundidad* como la frecuencia de la ventilación. Un

paciente puede estar respirando con una frecuencia ventilatoria normal de 16 respiraciones/minuto, pero tener una profundidad ventilatoria muy reducida. Por el contrario, un paciente puede tener una profundidad ventilatoria normal, pero una frecuencia ventilatoria aumentada o disminuida. Para calcular la ventilación por minuto del paciente, se multiplica el volumen tidal por la frecuencia de ventilación (véase el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación).

En algunas circunstancias, puede ser difícil incluso para los proveedores de atención prehospitalaria diferenciar entre un problema de vía aérea y uno de respiración. En tales casos, puede intentarse establecer una vía aérea segura. Si el problema persiste después de manejar la vía aérea, es probable que una anomalía en respiración sea la que está impidiendo la ventilación.

Paso C: circulación y sangrado (hemorragia y perfusión)

Evaluar el compromiso o la falla del sistema circulatorio es el siguiente paso en el cuidado del paciente traumatizado. La oxigenación de los eritrocitos sin la entrega de oxígeno a las células de los tejidos no representa ningún beneficio para el paciente. En la evaluación primaria de un paciente traumatizado, se deben identificar y controlar las hemorragias externas. Si hay una hemorragia externa fuerte (*exsanguinante*), ésta debe ser controlada antes de evaluar la vía respiratoria (o simultáneamente, si hay una asistencia adecuada en la escena). El proveedor de atención prehospitalaria puede, entonces, obtener un estimado total del gasto cardiaco del paciente y el estado de perfusión. La hemorragia, tanto externa como interna, es la causa más común de una muerte prevenible por trauma.

Control de hemorragia

La hemorragia externa se identifica y controla en la evaluación primaria. El control de la hemorragia se incluye en la evaluación de la circulación porque si no se controla un sangrado importante lo más pronto posible, aumenta de manera drástica el potencial de muerte del paciente. Los tres tipos de hemorragia externa son el capilar, el venoso y el arterial, los cuales se describen a continuación:

1. El *sangrado capilar* es causado por abrasiones que han abierto los capilares diminutos justo por debajo de la superficie de la piel. Por lo general, el sangrado capilar se habrá reducido o incluso detenido antes de la llegada de la atención prehospitalaria.
2. El *sangrado venoso* proviene de áreas más profundas dentro del tejido y suele controlarse con una pequeña cantidad de presión directa. El sangrado venoso por lo común no pone en riesgo la vida, a menos que la lesión sea grave o no se controle la pérdida de sangre.
3. El *sangrado arterial* se provoca por una lesión que ha lacerado una arteria. Este es el tipo de pérdida sanguínea más importante y más difícil de controlar. Se caracteriza por la salida de chorros de sangre roja brillante. Incluso una herida pequeña por punción arterial profunda puede originar una pérdida arterial de sangre que ponga en riesgo la vida.

Controlar la hemorragia constituye una prioridad porque cada eritrocito cuenta. El control rápido de la pérdida de sangre es una de las metas más importantes en el cuidado del paciente de trauma. No se puede continuar en la evaluación primaria a menos que se controle la hemorragia.

En casos de hemorragia externa, en su mayor parte se logrará controlar mediante la aplicación de presión directa hasta que el proveedor de atención prehospitalaria pueda transportar al paciente a un hospital que tenga disponible un quirófano y el equipo adecuado. El control de la hemorragia se inicia durante la evaluación primaria y se mantiene durante todo el camino al hospital. El profesional de atención prehospitalaria puede requerir de ayuda para lograr tanto la ventilación como el control del sangrado.

La hemorragia se controla de las siguientes formas:

1. **Presión directa.** La presión directa es exactamente lo que el nombre implica, aplicar presión sobre el lugar del sangrado. Esto se logra colocando una apósito (p. ej., gasa de 10 x 10 cm / 4 x 4 pulgadas) o compresas abdominales directamente sobre el sitio que está sangrando y aplicar presión. Como aplicar y mantener la presión directa requiere de toda la atención del proveedor de atención prehospitalaria, él se verá impedido de participar en otros aspectos de la atención del paciente. De cualquier manera, si la asistencia es limitada, se puede confeccionar una cobertura con presión con compresas y un vendaje elástico o vendaje triangular. Si no se controla el sangrado, no importará la cantidad de oxígeno o líquidos que reciba el paciente, la circulación no mejorará en caso de una hemorragia en curso.
2. **Torniquetes.** Los torniquetes se han descrito casi siempre como la técnica de "último recurso". La experiencia militar en Afganistán e Irak, más el uso rutinario y seguro de los torniquetes por los cirujanos, ha llevado a reconsiderar este abordaje.²⁴ El uso de "elevación" y presión sobre "puntos de presión" se ha dejado de recomendar, debido a que no existen suficientes datos que apoyen su efectividad.^{5,6} Los torniquetes, por otro lado, son muy efectivos para controlar una hemorragia grave y se deben usar en caso de que la presión directa o un vendaje compresivo no logren controlar la hemorragia en una extremidad (véase el Capítulo 9, Shock).

Los primeros sitios de hemorragia interna masiva son el pecho (ambas cavidades plurales), el abdomen (cavidad peritoneal), el espacio retroperitoneal y los huesos largos (principalmente las fracturas de fémur). Si se sospecha que hay hemorragia interna, deben exponerse rápido el tórax, el abdomen, la pelvis y los muslos para inspeccionar y palpar con rapidez signos de lesión. Estas causas de la hemorragia no son controlables fuera del hospital. El tratamiento prehospitalario consiste en llevar con celeridad al paciente a una unidad equipada que tenga el personal entrenado para un control rápido de la hemorragia en el quirófano (p. ej., centro de trauma, si está disponible).

Perfusión

Se puede determinar el estado circulatorio general del paciente revisando el estado mental, pulso, color, temperatura y humedad

de la piel (Figura 7-4). Evaluar la perfusión puede ser un reto en los pacientes pediátricos o ancianos o en aquellos que están bien condicionados o en determinados medicamentos (Véase el Capítulo 9, Shock).

Pulso

Se valora la presencia, calidad y regularidad del pulso. La presencia de un pulso periférico palpable también proporciona una estimación de la tensión arterial. Una revisión rápida del pulso permite conocer si el paciente tiene taquicardia, bradicardia o un ritmo irregular. También revela información sobre la tensión arterial sistólica. Si el pulso radial no se siente en una extremidad no lesionada, el paciente ha entrado en la fase de descompensación del shock, un signo tardío de la condición crítica del paciente. En la evaluación primaria, no es necesaria la determinación de la frecuencia de pulso exacta. En su lugar, se obtiene rápido una estimación gruesa, y la valoración se mueve a otras evaluaciones más. La frecuencia del pulso real se obtiene más adelante en el proceso. Si un paciente inconsciente no presenta pulso carotídeo o femoral palpables, se encuentra en paro cardiopulmonar (véase el análisis posterior). La combinación de la perfusión comprometida y el impedimento de respirar deben alertar al proveedor de atención prehospitalaria sobre la posible presencia de neumotórax a tensión. Si están presentes los signos clínicos, hacer la descompresión mediante punción puede salvar la vida. (Véase el Capítulo 12, Trauma torácico).

Figura 7-4 Tiempo de llenado de los capilares

El tiempo de llenado de los capilares se verifica presionando los lechos ungueales y dejando de presionarlos. Esta presión remueve la sangre de los lechos de los capilares visibles. La velocidad de retorno de la sangre a los lechos ungueales después de liberar la presión (tiempo de llenado) es una herramienta para estimar el flujo de la sangre a través de la parte más distante de la circulación. El tiempo de llenado capilar mayor a 2 segundos puede ser indicio de que los lechos ungueales no están recibiendo la perfusión adecuada. Sin embargo, el tiempo de llenado por sí mismo es un indicador pobre de shock, ya que se ve influido por muchos otros factores. Por ejemplo, la enfermedad periférica vascular (arterosclerosis), las bajas temperaturas, el uso de vasodilatadores o constrictores farmacológicos o la presencia del shock neurogénico pueden sesgar los resultados. La medición del tiempo de llenado capilar para verificar la función cardiovascular se vuelve inútil en estos casos. El tiempo de llenado capilar tiene un lugar en la evaluación de la suficiencia circulatoria, pero debe emplearse en conjunto con otros hallazgos de la examinación física, así como el proveedor de atención prehospitalaria emplea otros indicadores (p. ej. la presión sanguínea).

Piel

La piel puede revelar mucho acerca del estatus circulatorio del paciente.

- **Color.** Una perfusión adecuada produce un tono rosado de la piel. La piel palidece cuando la sangre se desvía lejos de un área. La coloración pálida se asocia con una perfusión deficiente; la coloración azulada indica falta de oxigenación. El color azul es causado por la carencia de sangre u oxígeno en esa región del cuerpo. La pigmentación de la piel puede dificultar esta determinación. La exploración del color de los lechos ungueales y las membranas mucosas sirve para superar este reto, ya que estos cambios de color casi siempre aparecen primero en los labios, encías o puntas de los dedos.
- **Temperatura.** Al igual que con la valoración general de la piel, la temperatura de ésta se ve incluida por las condiciones ambientales. Una piel fresca indica una perfusión reducida, sin importar la causa. El proveedor de atención prehospitalaria por lo regular valora la temperatura de la piel tocando al paciente con el dorso de la mano; por lo tanto, puede ser difícil determinar con precisión si se portan guantes. La temperatura normal de la piel es tibia al tacto, ni fría ni caliente. Normalmente los vasos sanguíneos no están dilatados y no llevan el calor del cuerpo hacia la superficie de la piel.
- **Humedad.** La piel seca indica una buena perfusión. La piel húmeda se asocia con el shock y una perfusión reducida. Esta reducción en la perfusión es consecuencia de la desviación de la sangre hacia los órganos principales del cuerpo como resultado de la vasoconstricción de los vasos periféricos.

Paso D: discapacidad

Una vez que se haya evaluado y corregido, al mayor grado posible, los factores involucrados en la entrega de oxígeno a los pulmones y la circulación en todo el cuerpo, el siguiente paso en la evaluación primaria es la valoración de la función cerebral, la cual es una medición indirecta de la oxigenación en el cerebro. La meta es determinar el nivel de conciencia (NDC) y valorar el potencial de hipoxia.

El proveedor de atención prehospitalaria puede inferir que un paciente confundido, combativo y poco cooperador está hipóxico hasta que se demuestre lo contrario. La mayoría de los pacientes quiere ayuda cuando su vida se encuentra amenazada desde el punto de vista médico. Si un paciente rechaza la ayuda, se debe cuestionar la razón. ¿El paciente se siente amenazado por la presencia del proveedor de atención prehospitalaria en la escena? De ser así, otros intentos de establecer comunicación casi siempre ayudarán a ganar la confianza del paciente. Si nada en la situación parece amenazador, se podría asumir que la fuente de la conducta son condiciones fisiológicas se debe identificar y tratar las condiciones reversibles. Durante la valoración, la historia clínica puede ayudar a determinar si el paciente ha perdido el estado de alerta en algún momento desde que presentó la lesión, ya sea que estén involucradas sustancias tóxicas (y cuáles podrían ser) o que hubiera alguna condición preexistente que pudiera producir un menor estado de alerta o una conducta aberrante.

Un estado de conciencia disminuido (NDC) pone en alerta al proveedor de atención prehospitalaria sobre las siguientes cuatro posibilidades:

1. Oxigenación cerebral reducida (producida por hipoxia/hipoperfusión)
2. Lesión del sistema nervioso central (SNC)
3. Sobredosis de drogas o alcohol
4. Alteraciones metabólicas (diabetes, crisis convulsivas, paro cardíaco)

La puntuación de la Escala de Coma de Glasgow (ECG) es una herramienta usada para determinar el nivel del estado de conciencia, y se le prefiere sobre la clasificación AVDI (Figura 7-5).⁷ Es un método rápido y simple para determinar la función cerebral y se considera predictivo del desenlace del paciente, en especial la mejor respuesta motora. También brinda una medición base de la función cerebral para el seguimiento con evaluaciones neurológicas seriadas. La puntuación de la ECG se divide en tres secciones: (1) apertura ocular, (2) mejor respuesta verbal y (3) mejor respuesta motora (OVM). Se le asigna una puntuación al paciente de acuerdo con la mejor respuesta en cada componente de la OVM (Figura 7-6). Por ejemplo, si el paciente tiene el ojo derecho tan inflamado que no lo puede abrir, pero abre de manera espontánea el ojo izquierdo, recibe un "4" por el mejor movimiento ocular. Si el paciente no tiene apertura espontánea del ojo, el proveedor de atención prehospitalaria debe usar una instrucción verbal ("Abra sus ojos"). Si el paciente no responde al estímulo verbal, se le aplica un estímulo doloroso, por ejemplo se hace presión en un lecho ungueal con una pluma o se aprieta el tejido axilar.

La respuesta verbal del paciente se determina con preguntas como, "¿Qué le ocurrió?" Si el paciente está orientado por completo dará una respuesta coherente. De lo contrario, la respuesta verbal se califica como confundida, inapropiada, ininteligible o ausente. Si el

Figura 7-5 El sistema AVDI

La nemotecnia AVDI se emplea con frecuencia para describir el nivel de conciencia (NDC) del paciente. En este sistema, A significa *alerta*; V, responde a estímulos *verbales*; D responde a estímulo *doloroso* y I, *sin respuesta*. Este método, aunque muy simple, no proporciona la información de cómo específicamente el paciente responde a los estímulos verbales o dolorosos. En otras palabras, si el paciente responde a la pregunta verbal, ¿está éste orientado, confuso o balbucea de manera incomprensible? De igual manera, cuando el paciente responde a un estímulo doloroso, ¿lo ubica, lo retira o demuestra una postura de decorticación o de descerebración? Debido a esta carencia de precisión, el uso del AVDI está cayendo en desuso. Aunque el ECG es más complicado de recordar que el AVDI, la práctica repetitiva hará de esta evaluación crucial una segunda naturaleza.

Apertura ocular	Puntos
Apertura ocular espontánea	4
Apertura ocular con estímulos verbales	3
Apertura ocular con estímulos dolorosos	2
Sin apertura ocular	1
Mejor respuesta verbal	
Responde apropiadamente (orientado)	5
Da respuestas confusas	4
Responde de forma inapropiada	3
Hace ruidos ininteligibles	2
No hay respuesta verbal	1
Mejor respuesta motora	
Sigue indicaciones	6
Localiza un estímulo doloroso	5
Retira con el dolor	4
Responde con flexión anormal a los estímulos dolorosos (decorticación)	3
Responde con extensión anormal a los estímulos dolorosos (descerebración)	2
No hay respuesta motora	1
Total	<input type="text"/>

Figura 7-6 Escala de Coma de Glasgow (ECG).

paciente se encuentra entubado, la puntuación del ECG contiene sólo las escalas motora y ocular y la letra T se agrega para notar la inhabilidad de evaluar la respuesta verbal (p. ej. 8T)

El tercer componente de la ECG es la puntuación motora. Se da una indicación simple, no ambigua como "Suba dos dedos" o "Enséñame como pide un aventón". Si el paciente obedece la indicación, se da la puntuación más alta de "6". Un paciente que aprieta o sujeta el dedo del proveedor de atención prehospitalaria puede estar sólo mostrando un reflejo de sujetar y no seguir un comando a propósito. Si el paciente no es capaz de seguir una indicación, se usa un estímulo doloroso, como se mencionó previamente, y se registra la mejor respuesta motora del paciente. Un paciente que intenta empujar lejos el estímulo doloroso se considera que lo *localiza*. Otras posibles respuestas al dolor incluyen el retiro del estímulo, flexión anormal (*postura de decorticación*) o extensión anormal (*postura de descerebración*) de las extremidades superiores o ausencia de función motora. La evidencia reciente sugiere que el componente motor del ECG por sí solo es esencialmente tan bueno al evaluar un paciente como toda la escala.⁸

La puntuación máxima de la ECG es de 15, lo que indica que un paciente no presenta incapacidad, mientras que la puntuación más baja de 3 por lo general es un signo ominoso. Una puntuación menor de 8 indica una lesión importante, de 9 a 12 una lesión moderada y de 13 a 15 una lesión menor. Una puntuación de 8 en la ECG es una indicación para considerar un manejo activo de la vía aérea del paciente. El proveedor de atención prehospitalaria puede calcular con facilidad y relacionar los componentes individuales de la puntuación e incluirlas en el reporte verbal al igual que en el expediente del cuidado del paciente. Por lo regular, es preferible comunicar los componentes individuales de la ECG, en lugar de sólo la calificación total, conforme se puedan documentar los cambios específicos. Si en

el expediente del cuidado del lesionado está anotado: "el paciente es O4, V4, M6", esto indica que el paciente está confuso pero puede seguir indicaciones.

Si un paciente no está alerta, orientado ni es capaz de seguir indicaciones, el proveedor de atención prehospitalaria puede valorar rápidamente las pupilas. ¿Las pupilas están iguales y redondas, reactivas a la luz (PEARRL, siglas de *pupils equal and round, reactive to light*)? ¿Las dos pupilas tienen una apariencia normal y reaccionan a la luz contrayéndose de manera apropiada o están insensibles y dilatadas? Una puntuación menor de 14 en la ECG en combinación con una exploración anormal de las pupilas puede indicar la presencia de una lesión cerebral traumática que pone en riesgo la vida. (Véase el Capítulo 10, Trauma en cabeza).

Paso E: exposición/ambiental

Uno de los primeros pasos en el proceso de valoración es retirar la ropa del paciente porque la exposición del paciente de trauma es crítica para encontrar todas las lesiones (Figura 7-7). La máxima: "La parte del cuerpo que no se expone es la parte con la lesión más grave", puede no ser siempre cierta, pero casi siempre es suficientemente verdadera como para garantizar una exploración completa del cuerpo. Además, la ropa puede acumular y absorber sangre sin que se note. Después de observar el cuerpo completo del paciente, el proveedor de atención prehospitalaria puede cubrirlo de nuevo para conservar el calor corporal.

Si bien es importante exponer el cuerpo de un paciente traumatizado con el fin de completar una valoración efectiva, la **hipotermia** es un problema grave en el manejo de un paciente traumatizado. Sólo se debe exponer lo necesario al ambiente exterior. Una vez que el paciente se ha movido a una unidad del servicio médico de urgencia (SMU) cálida, se puede realizar la exploración completa y el paciente se cubre nuevamente lo más pronto posible.

La cantidad de ropa del paciente que debe ser retirada durante una evaluación varía según las condiciones o heridas halladas. Una regla general es retirar tanta ropa como sea necesario para determinar la presencia o la ausencia de una condición o la lesión. El proveedor de atención prehospitalaria no debe tener miedo de



Figura 7-7 Se puede retirar la ropa cortándola con rapidez, como se indica a través de las líneas punteadas.

retirar la ropa, si es la única forma de completar la valoración y el tratamiento de manera apropiada. En ocasiones, los pacientes pueden presentar múltiples mecanismos de lesión, como experimentar un choque en vehículo de motor después de que les han disparado. Si no se explora en forma adecuada al paciente, se podrían dejar pasar lesiones que ponen en riesgo su vida. No es posible tratar las lesiones, si antes no se les identifica.

Se debe tener un cuidado especial al cortar y retirar la ropa de una víctima de un crimen para no destruir evidencia de manera inadvertida (Figura 7-8).

Una vez que el paciente ha sido expuesto para terminar la evaluación primaria, cualquier parte de la piel que se haya destapado debe cubrirse de nuevo en un esfuerzo por mantener la temperatura del cuerpo. Una vez que el paciente ha sido colocado dentro de la ambulancia, el compartimento del cuidado del paciente debe mantenerse tibio. Mantener la temperatura del cuerpo es más importante que la comodidad de los proveedores de atención prehospitalaria.

Evaluación y manejo simultáneos

Como se mencionó con anterioridad en este capítulo, mientras que la evaluación primaria se presenta y se enseña de una manera por pasos, muchos de éstos pueden llevarse a cabo de manera simultánea. Mientras se hacen preguntas de seguimiento, como “¿Dónde se lastimó?”, se evalúa la permeabilidad de las vías aéreas y se observa la función respiratoria. Además, el proveedor de atención prehospitalaria puede plantear las preguntas mientras palpa el pulso, toma la temperatura y siente la humedad de la piel. El NDC y

actividad mental del paciente se determinan mediante lo apropiado de las respuestas verbales del paciente. Luego el proveedor de atención prehospitalaria puede explorar con celeridad escanear al paciente de la cabeza a los pies, en busca de signos de hemorragia u otras lesiones. El segundo proveedor de atención prehospitalaria puede aplicar una presión directa o un torniquete a una hemorragia externa mientras que el primero continúa evaluando las vías respiratorias y la respiración. Al usar este método, se lleva a cabo una rápida evaluación general del paciente, lo que da por resultado una valoración expedita de las lesiones que ponen en riesgo la vida. La primera evaluación debe repetirse con frecuencia, en especial en los pacientes con lesiones graves.

Auxiliares de la evaluación primaria

Algunos auxiliares pueden ser útiles para monitorear la condición del paciente, como los siguientes:

- *Oximetría del pulso.* Se debe aplicar una oximetría del pulso durante la primera evaluación (o al término de ésta). En seguida, puede valorarse el oxígeno con el fin de mantener una saturación del oxígeno (SpO_2) o mayor a 95%. La oximetría del pulso también alerta al proveedor de atención prehospitalaria acerca de la frecuencia cardíaca. Cualquier caída en el SpO_2 debe hacer repetir pronto la evaluación primaria, con el fin de identificar la causa subyacente.
- *Monitoreo de la concentración final del dióxido de carbono ($ETCO_2$).* El monitoreo de la $ETCO_2$ es útil al confirmar la colocación intratraqueal de un tubo endotraqueal, como también para medir indirectamente el nivel de dióxido de carbono del paciente ($PaCO_2$). Aunque la $ETCO_2$ no siempre se correlaciona bien con el $PaCO_2$ del paciente, en especial en los pacientes con traumas múltiples, la tendencia de la $ETCO_2$ puede ser útil al seguir la tasa de ventilación.
- *Monitoreo electrocardiográfico (ECG).* El monitor del ECG es menos útil que el de la oximetría del pulso, puesto que la presencia de un patrón eléctrico cardíaco organizado no siempre se correlaciona con una adecuada perfusión. El monitoreo del pulso y/o de la presión de la sangre se requiere todavía para evaluar la perfusión. Una señal auditiva puede alertar al proveedor de atención prehospitalaria de un cambio en el ritmo cardíaco del paciente.
- *Monitoreo automatizado de la presión sanguínea.* Por lo general, auscultar la presión de la sangre no forma parte de la evaluación primaria; sin embargo, en un paciente críticamente lesionado cuya condición no permite una evaluación secundaria más completa, la aplicación de un monitoreo automatizado de la presión sanguínea durante la transportación ayuda a proporcionar información adicional con respecto al grado de shock del paciente.

Figura 7-8 Evidencia forense

Desafortunadamente, algunos pacientes traumatizados son víctimas de crímenes violentos. En estas situaciones, es importante hacer todo lo posible para preservar la evidencia para el personal de la autoridad competente. Cuando se corte la ropa de una víctima de un crimen, se debe tener cuidado de no cortar a través de los agujeros hechos en la ropa por las balas (proyectiles), cuchillos u otros objetos, porque esto puede comprometer evidencia con valor forense. Si se retira la ropa de una víctima de un posible crimen, se debe colocar en una bolsa de papel (no de plástico) y se debe entregar al personal de la autoridad competente en la escena antes de transportar al paciente. También se deben entregar al personal de la autoridad competente cualquier arma, droga o pertenencias encontradas durante la valoración del paciente. Todo esto se debe documentar de manera extensa en el informe del cuidado del paciente. Si la condición del paciente le impide esperar a la llegada de las autoridades competentes, estos objetos se transportan junto con el paciente y se avisa al departamento de policía para entregarlos en la unidad hospitalaria de destino.

Reanimación

La reanimación describe los pasos del tratamiento que se llevan a cabo para corregir los problemas que amenazan la vida según se identifiquen en la evaluación primaria. La evaluación del PHTLS

se basa en la filosofía de "tratar conforme se avanza", según la cual se inicia el tratamiento conforme se identifica cada amenaza a la vida en el momento más temprano posible (Figura 7-9).

Transportación

Si durante la evaluación primaria se identifican condiciones que ponen en riesgo la vida, el paciente se debe "empaquetar" con rapidez, después de una intervención limitada en el campo. El transporte de los pacientes críticamente lesionados por trauma a la unidad apropiada más cercana se debe iniciar lo más pronto posible (Figura 7-10). A menos que haya circunstancias que compliquen la situación, el tiempo en la escena debe ser lo más breve que se pueda (limitado a 10 minutos o menos) para estos pacientes. Un tiempo limitado en la escena y el inicio de una transportación rápida a la unidad apropiada más cercana, de preferencia a un centro de trauma, son aspectos fundamentales de la reanimación prehospitalaria del trauma.

Terapia de fluidos

Otro paso importante en la reanimación es la restauración del sistema cardiovascular a un volumen de perfusión adecuado tan pronto como sea posible. Este paso no involucra restaurar la presión de la sangre a lo normal, sino proporcionar el suficiente fluido para asegurar que los órganos vitales sean perfusionados. Debido a que por lo regular la sangre no está disponible en el lugar prehospitalario, se emplea una solución salina normal o de Ringer Lactato para la reanimación. Además de sodio y de cloruro, el Ringer Lactato contiene pequeñas cantidades de potasio, calcio y lactato, por lo cual es un expansor de volumen efectivo. Sin embargo, las soluciones cristaloides, como el de Ringer Lactato y la solución salina, no reponen la capacidad de transportar el oxígeno de los eritrocitos o de la pérdida de las plaquetas que son necesarias para taponear y controlar el sangrado. Por lo tanto, el transporte rápido de un paciente lesionado con gravedad a una instalación apropiada es una necesidad absoluta.

En el camino a la instalación receptora, uno o dos catéteres intravenosos (IV) de gran calibre (14 o 16) se colocan en el antebrazo o en las venas antecubitales, si es posible y si el tiempo lo permite. Por lo general, las líneas centrales (subclavia, yugular interna o femoral) no son apropiadas para el manejo en el campo de los pacientes traumatizados. La velocidad de la administración del fluido depende del escenario clínico, primariamente si la hemorragia del paciente se controló cuando se inició el fluido de la IV o si el paciente presenta evidencia de una lesión del SNC. El Capítulo 9, Shock, y el Capítulo 10, Trauma en cabeza proporcionan las guías para la reanimación con líquidos.

El inicio de una línea IV en la escena sólo prolonga el tiempo en la escena y retrasa la transportación. Como se indicó previamente, el tratamiento definitivo para el paciente traumatizado puede lograrse sólo en el hospital. Por ejemplo, un paciente con una lesión en el bazo que pierde 50 mL de sangre por minuto continuará desangrándose a esa velocidad por cada minuto adicional que se retrase la llegada al quirófano. Iniciar las líneas IV en la escena en lugar de transportar con rapidez no sólo incrementa la pérdida de sangre, sino que también disminuye la posibilidad de sobrevivencia del paciente. Existen excepciones, como el atrapamiento, cuando simplemente no puede moverse al paciente de inmediato.

La hemorragia externa debe ser controlada antes de iniciar el fluido con IV. Una administración dinámica de fluidos vía IV puede reventar el coágulo, lo que daría como resultado una hemorragia interna recurrente conforme la presión de la sangre se incrementara. Más importante es que el reemplazo continuo del volumen no es un sustituto del control manual de la hemorragia externa ni de iniciar la transportación debido a la hemorragia interna.

Niveles básico versus avanzado de los proveedores de atención prehospitalaria

Los pasos clave en la reanimación de un paciente traumatizado críticamente lesionado son los mismos para el niveles tanto básico como avanzado de los proveedores de atención prehospitalaria. Incluyen: (1) abrir y mantener las vías respiratorias, (2) asegurar una ventilación adecuada, (3) controlar inmediatamente la mayor hemorragia externa, (4) empaquetar rápidamente al paciente para su transportación y (5) comenzar con prontitud, pero con seguridad, la transportación del paciente a la instalación apropiada más cercana. Si el tiempo de transportación es prolongado, podría ser apropiado que el proveedor de atención prehospitalaria básico pidiera ayuda a un servicio de soporte vital avanzado (SVA) cercano que pueda encontrarse con la unidad básica en la ruta. Otra opción es la evacuación por helicóptero a un centro de trauma. Tanto el servicio SVA como el de vuelo proporcionarán manejo avanzado de vía aérea, manejo ventilatorio y reemplazo de fluidos temprano.

Evaluación secundaria

La evaluación secundaria es la valoración de la cabeza a los pies de un paciente que se realiza sólo después de completar la evaluación primaria y luego de que se han identificado y tratado todas las lesiones que ponen en riesgo la vida y se ha iniciado la reanimación. El objetivo de la evaluación secundaria es identificar lesiones o problemas que no se identificaron durante la evaluación primaria. Debido a que una evaluación primaria bien realizada identificará todas las condiciones que ponen en riesgo la vida, la evaluación secundaria, por definición, se enfrenta a problemas menos graves. Por lo tanto, un paciente traumatizado crítico se transporta lo más pronto posible después de concluir la evaluación primaria y no se mantiene en el campo con el fin de realizar ya sea la iniciación de la IV o una evaluación secundaria.

La valoración secundaria usa un abordaje de "mirar, escuchar y sentir" para evaluar la piel y todo lo que ésta contiene. En lugar de mirar todo el cuerpo de una vez, hay que regresar para escuchar todas las áreas y, por último, volver para palpar todas las áreas, así el proveedor de atención prehospitalaria "busca" en el cuerpo. El profesional de la atención prehospitalaria identifica lesiones y las correlaciona con los hallazgos físicos región por región, iniciando en la cabeza y procediendo a través del cuello, tórax y abdomen hasta las extremidades, concluyendo con una exploración neurológica detallada. Las siguientes frases capturan la esencia de todo el proceso de valoración:

- *Observe*, no sólo mire
- *Escuche*, no sólo oiga
- *Sienta*, no sólo toque (Figura 7-11)

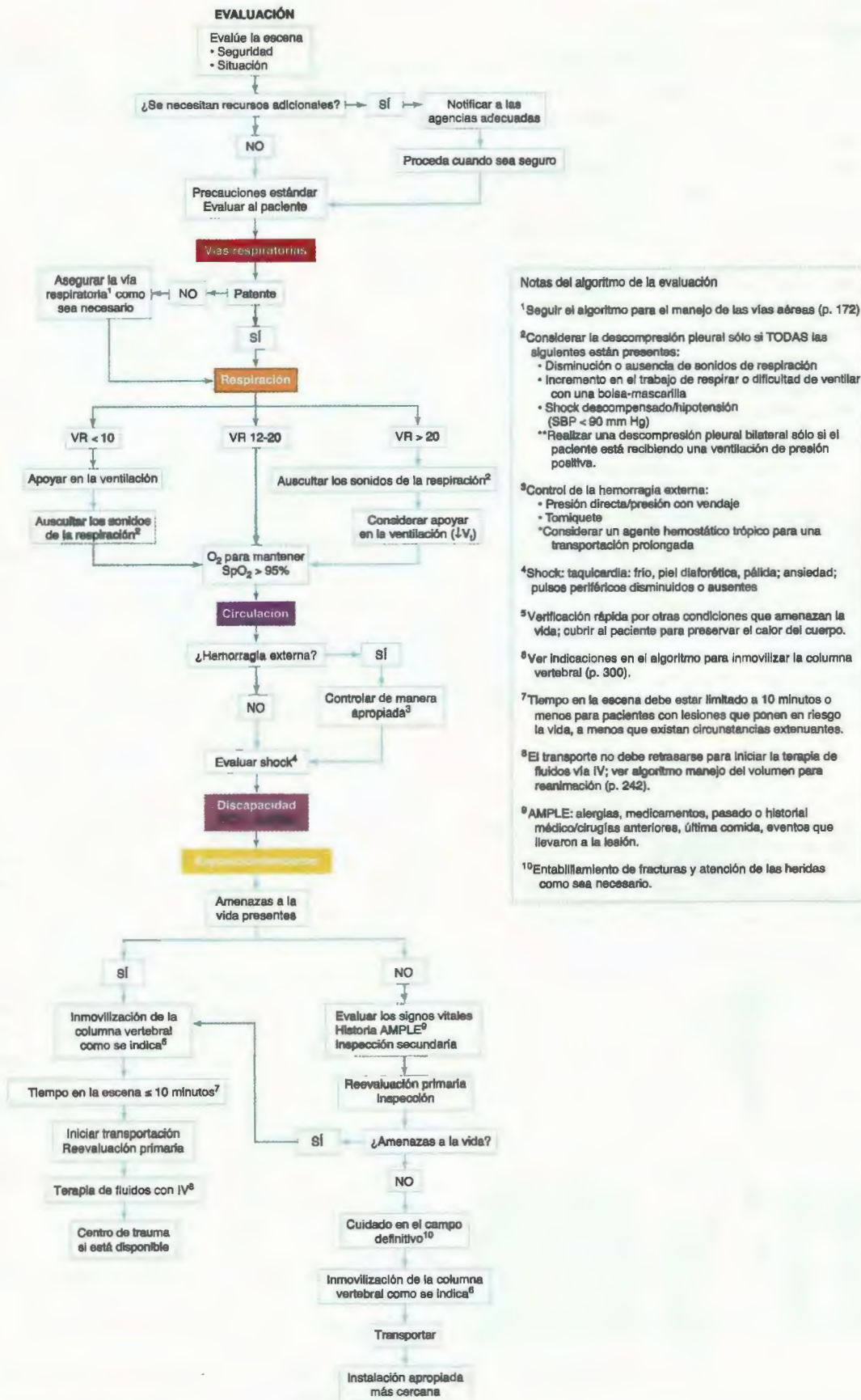


Figura 7-9 Algoritmo de evaluación.

Figura 7-10 Paciente traumatizado en estado crítico

Mantener el tiempo en la escena tan breve como sea posible (10 minutos o menos idealmente) cuando cualquiera de estas condiciones que ponen en riesgo la vida estén presentes:

1. Vía aérea inadecuada o amenazada
2. Ventilación alterada, demostrado según lo siguiente:
 - Frecuencia ventilatoria anormalmente rápida o lenta
 - Hipoxia ($SpO_2 < 95\%$ incluso con oxígeno suplementario)
 - Disnea
 - Neumotórax abierto o tórax inestable
 - Sospecha de neumotórax
3. Hemorragia externa importante o sospecha de hemorragia interna
4. Estado neurológico anormal
 - Puntuación de la ECG ≤ 13
 - Crisis convulsivas
 - Déficit sensitivo o motor
5. Trauma penetrante en la cabeza, cuello, tronco o proximal al codo y rodilla en las extremidades
6. Amputación o casi amputación proximal a los dedos
7. Cualquier trauma en presencia de lo siguiente:
 - Antecedente de condiciones médicas graves (p. ej., enfermedad arterial coronaria, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, trastornos de la coagulación)
 - Edad > 55 años
 - Hipotermia
 - Quemaduras
 - Embarazo

Ver

<ul style="list-style-type: none"> • Estar atento a la hemorragia externa o interna • Examinar toda la piel 		<ul style="list-style-type: none"> • Observar toda clase de lesiones del tejido • Observar todo lo que no "luce bien"
---	---	---

Escuchar

<ul style="list-style-type: none"> • Observar cualquier sonido de respiraciones raras • Observar los sonidos anormales auscultados 		<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si el sonido de la respiración está presente y es igual
--	---	---

Sentir

<ul style="list-style-type: none"> • Palpar todas las regiones del cuerpo 		<ul style="list-style-type: none"> • Notar cualquier hallazgo anormal
--	---	--

Figura 7-11 La evaluación física del paciente traumatizado involucra una observación cuidadosa, auscultación y palpación.

Fuente: foto del ojo: © iStockphoto/Thinkstock; foto de la oreja: © iStockphoto/Thinkstock; foto de las manos: © Image Point Fr/Shutterstock.

Al examinar al paciente, se emplea toda la información disponible para formular un plan del cuidado del paciente. El proveedor de atención prehospitalaria no sólo proporciona al paciente un transporte, si no que hace todo lo posible por su supervivencia.

Vea

- Examine toda la piel de cada región
- Esté atento a la hemorragia externa o a los signos de hemorragia interna, tales como la distensión del abdomen, tensión marcada de una extremidad o un hematoma en expansión.
- Observe las lesiones del tejido blando, incluyendo las raspaduras, quemaduras, contusiones, hematomas, laceraciones y punciones.
- Observe cualquier abultamiento o inflamación o deformación de los huesos.
- Observe cualquier marca anormal en la piel y el color de la piel.
- Tome nota de cualquier aspecto que no se "vea bien".

Escuche

- Observe cualquier sonido inusual cuando el paciente inhala o exhala.
- Observe cualquier sonido anormal al auscultar el pecho.

- Verifique que los sonidos de respiración son iguales en ambos pulmones.
- Ausculte sobre las arterias carótida y otros vasos.
- Observe cualquier sonido inusual sobre los vasos que indicarían un daño vascular.

Sienta

- Mueva cuidadosamente cada hueso de la región. Note si esto produce crepitación, dolor o un movimiento inusual.
- Palpe de manera firme todas las partes de la región. Note si se mueve algo que no se debería mover, si algo se siente "blando", si el paciente se queja de dolor, si todos los pulsos están presentes (y dónde se sienten) y si se sienten pulsaciones que no deberían estar presentes.

Signos vitales

La calidad del pulso y la frecuencia ventilatoria y otros componentes de la evaluación primaria se reevalúan de manera continua debido a que se pueden presentar cambios importantes con rapidez. Se miden los signos vitales cuantitativamente y el estado motor y sensitivo se valora en las cuatro extremidades lo más pronto posible, aunque esto de forma normal no se logra hasta la conclusión de la evaluación primaria. Según la situación, un segundo proveedor de atención prehospitalaria puede obtener los signos vitales mientras que el primero completa la evaluación primaria, para evitar un retraso. De cualquier manera, los "números" exactos de la frecuencia del pulso, frecuencia ventilatoria y presión sanguínea no son críticos en el manejo inicial del paciente con un trauma multisistémico grave. Por lo tanto, se puede retrasar la medición de los números exactos hasta completar los pasos esenciales de la reanimación y estabilización.

Un grupo completo de signos vitales incluye la presión sanguínea, frecuencia y calidad del pulso, frecuencia ventilatoria (incluidos los sonidos respiratorios) y el color y temperatura de la piel. En el paciente traumatizado crítico, se valora un grupo completo de signos vitales cada 3 a 5 min, lo más pronto posible, o al momento de cualquier cambio en la condición o problema médico. Incluso si se cuenta con un dispositivo automatizado no invasivo para la presión sanguínea, la tensión sanguínea inicial se debe tomar en forma manual. Los instrumentos automáticos para la tensión sanguínea pueden ser imprecisos cuando el paciente presenta hipotensión importante; por lo tanto, en estos pacientes, la medición de la presión de la sangre debe obtenerse en forma manual.

Historial SAMPLE

Siempre que sea posible, se forma una historia clínica rápida a partir del paciente mismo. Esta información se debe documentar en el reporte de la atención del paciente y transmitirse al personal médico de la unidad receptora. La nemotecnia SAMPLE sirve para recordar los componentes claves:

- **Síntomas:** ¿de qué se queja el paciente? ¿Dolor? ¿Dificultad para respirar? ¿Entumecimiento? ¿Hormigueo?
- **Alergias:** ¿el paciente tiene alguna alergia conocida, en particular a los medicamentos?

- **Medicamentos:** ¿qué medicamentos de prescripción y no prescritos (incluidos vitaminas, suplementos y otros medicamentos de venta libre) el paciente toma con regularidad?
- **Pasado. Antecedentes médicos y quirúrgicos.** ¿El paciente tiene algún problema médico significativo que requiera de un cuidado médico continuo? ¿Ha pasado por alguna cirugía antes?
- **Última comida.** ¿Qué tanto tiempo ha pasado desde la última comida del paciente? Muchos pacientes traumatizados requerirán de cirugía, y la ingesta reciente de comida incrementa el riesgo de aspiración durante la inducción de la anestesia.
- **Eventos:** ¿Qué eventos precedieron a la lesión? Deben considerarse la inmersión en agua (ahogamiento o hipotermia) y la exposición a materiales peligrosos.

Evaluación de regiones anatómicas

Cabeza

La exploración visual de la cabeza y la cara revelará contusiones, abrasiones, laceraciones, asimetría ósea, hemorragia, defectos óseos de la cara y el soporte del cráneo y alteraciones del ojo, párpado, oído externo, boca y mandíbula. Los siguientes pasos se incluyen durante una exploración de la cabeza:

- Busque extensamente a través del cabello del paciente para cualquier lesión de tejidos blandos.
- Revise el tamaño de las pupilas para la reactividad a la luz, igualdad, acomodación, redondez y forma irregular.
- Palpe con cuidado los huesos de la cara y el cráneo para identificar crepitación, desviación, depresión o movilidad anormal (esto es extremadamente importante en la valoración no radiográfica para lesiones de la cabeza). En la Figura 7-12 se hace una revisión de la anatomía de los huesos del cráneo.
- Debe tenerse cuidado al tratar de abrir y examinar los ojos de un paciente traumatizado inconsciente y con evidencia de una lesión facial. Incluso pequeñas cantidades de presión pueden dañar aún más el ojo lesionado por contusión o penetración ("rotura del globo").

Las fracturas de los huesos de la cara media se asocian con frecuencia con la fractura de una porción de la base del cráneo llamada placa cribiforme. En los pacientes que presentan un trauma en la cara media (p. ej., lesión entre el labio superior y las órbitas), si se utiliza un tubo gástrico, éste debe ser introducido a través de la boca en lugar de la nariz.

Cuello

La exploración visual del cuello en búsqueda de contusiones, abrasiones, laceraciones, hematomas y deformidades alertará al proveedor de atención prehospitalaria sobre la posibilidad de lesiones subyacentes. La palpación puede revelar enfesema subcutáneo de origen en la laringe, tráquea o pulmón. La crepitación de la laringe, ronquera y enfesema subcutáneo constituyen una tríada que clásicamente indica fractura laríngea. La falta de dolor en la

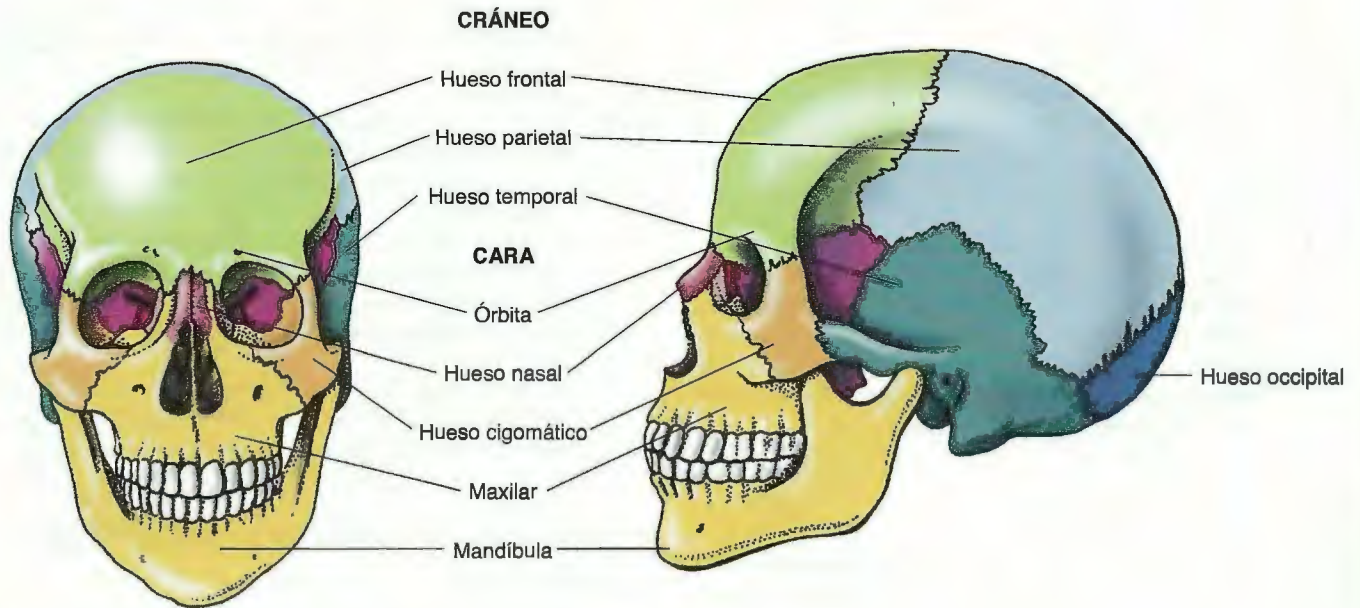


Figura 7-12 Estructura anatómica normal de la cara y el cráneo.

columna cervical puede ayudar a descartar fracturas en la columna cervical (cuando se combina con criterios estrictos), mientras que el dolor puede indicar con frecuencia la presencia de una fractura, luxación o lesión de ligamentos. Dicha palpación se realiza con cuidado, asegurando que la columna cervical permanezca alineada en posición central. La ausencia de un déficit neurológico no excluye la posibilidad de una lesión inestable de la columna cervical. La reevaluación puede revelar la expansión de un hematoma identificado previamente o una desviación de la tráquea. En la Figura 7-13 se presenta la anatomía normal de la estructura del cuello.

Tórax

Debido a que el tórax es fuerte, resistente y elástico, puede absorber una cantidad importante del trauma. Es necesario hacer una exploración visual minuciosa del tórax en busca de deformidades, áreas de movimiento paradójico, contusiones y abrasiones para identificar las lesiones subyacentes. Otros signos que el proveedor de atención prehospitalaria debe observar de cerca incluyen la rigidez y el resguardo, movimiento torácico bilateral desigual y retracciones intercostales, supraesternales, retracciones o supraclaviculares.

Por ejemplo, una contusión sobre el esternón puede ser la única indicación de una lesión cardíaca. Una lesión por apuñalamiento cerca del esternón puede indicar taponamiento cardíaco. Una línea trazada del cuarto espacio intercostal en la cara anterior hacia el sexto espacio intercostal en la cara lateral y al octavo espacio intercostal en la cara posterior define el movimiento hacia arriba del diafragma en una espiración completa (Figura 7-14). Se debe considerar una lesión penetrante que se presenta por debajo de esta línea o con una trayectoria que pudo haber llegado por debajo de esa línea como una lesión que ha atravesado tanto la cavidad torácica como la abdominal.

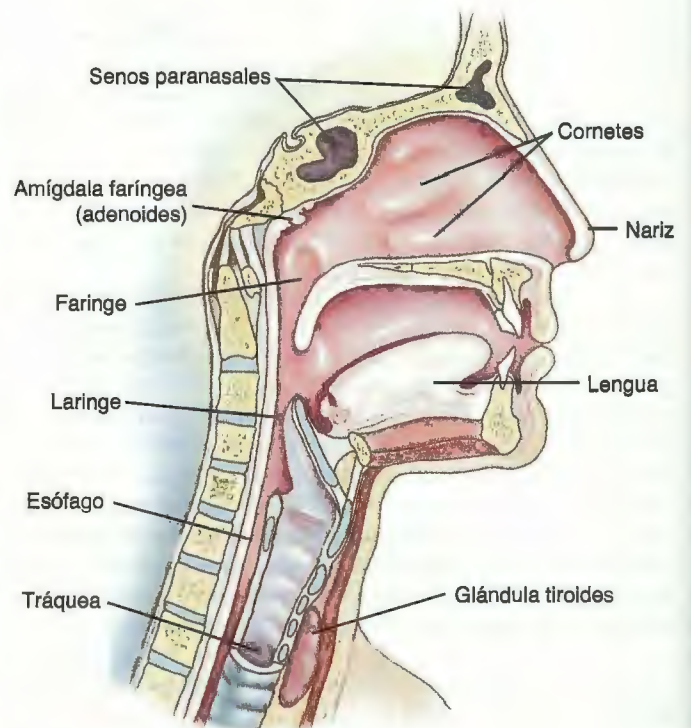


Figura 7-13 Anatomía normal del cuello.

Después de los ojos y las manos, el estetoscopio es el instrumento más importante que el proveedor de atención prehospitalaria puede emplear para la examinación del pecho. Por lo regular un paciente estará en posición, supina de manera que sólo el pecho anterior y lateral estarán disponibles para la auscultación. Es importante reconocer los sonidos de una respiración normal y disminuidos con

Vista lateral de la posición del diafragma



Figura 7-14 Vista lateral de la posición del diafragma en la espiración completa.

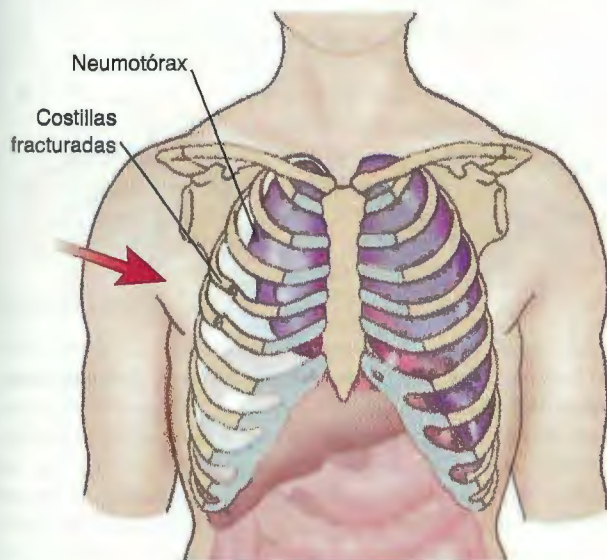


Figura 7-15 La lesión de compresión en el pecho da por resultado la fractura de una costilla y un subsecuente neumotórax.

un paciente en esta posición. Los sonidos de la respiración disminuidos o ausentes indican un posible neumotórax, neumotórax a tensión o hemotórax. Si se escuchan crepitaciones en la región posterior (cuando el paciente es volteado en tronco) o lateralmente indican una contusión pulmonar. El taponamiento cardíaco se caracteriza por ruidos distantes del corazón; sin embargo, éstos pueden ser difíciles de determinar, dada la conmoción en la escena o el ruido durante el transporte.

Una pequeña área de las fracturas de las costillas puede indicar una severa contusión pulmonar. Cualquier tipo de lesión de tipo compresión en el pecho puede dar por resultado un neumotórax

(Figura 7-15). El tórax se palpa en búsqueda de la presencia de un enfisema subcutáneo (aire en el tejido suave).

Abdomen

La exploración del abdomen inicia, al igual que en otras partes del cuerpo con la evaluación visual. Las abrasiones y equimosis (moretones) son indicio de la posibilidad de una lesión subyacente. Se debe explorar con cuidado el abdomen, en busca de una contusión transversa reveladora, la cual sugiere que un cinturón de seguridad puesto de manera incorrecta produjo la lesión. Cerca de 50% de los pacientes con este signo tendrán una lesión intestinal. Las fracturas de la columna lumbar también pueden estar asociadas con el "signo del cinturón de seguridad".

La exploración del abdomen también incluye la palpación de cada cuadrante para valorar el dolor, resistencia muscular abdominal y masas. Cuando se palpa, un proveedor de atención prehospitalaria nota si el abdomen está suave o rígido o si presenta resistencia muscular abdominal. No hay necesidad de continuar palpando después de encontrar dolor o hipersensibilidad abdominal. La información adicional no alterará el manejo prehospitalario y el único resultado de prolongar la examinación del abdomen es mayor incomodidad para el paciente y el retraso en la transportación a la unidad receptora. De igual manera, la auscultación en el abdomen no agrega nada a la evaluación del paciente traumatizado. La cavidad peritoneal puede esconder un gran volumen de sangre, con frecuencia con una distensión mínima o sin distensión.

El estado mental alterado resultado de una lesión al cerebro o de la intoxicación con alcohol o con otras drogas con frecuencia crea confusiones en la evaluación del abdomen.

Pelvis

Se evalúa la pelvis por observación y palpación. La pelvis primero se valora en forma visual en búsqueda de abrasiones, contusiones, hematomas, laceraciones, fracturas abiertas y signos de distensión. Las fracturas pélvicas pueden producir una hemorragia interna masiva, y causar con ello un deterioro rápido de la condición del paciente.

La palpación de la pelvis en el escenario prehospitalario proporciona información mínima que afectará el manejo del paciente. Al ser examinada, la pelvis es palpada sólo una vez en búsqueda de dolor e inestabilidad como parte de la evaluación secundaria. Ya que la palpación de una pelvis inestable puede mover los segmentos fracturados y desestabilizar cualquier coágulo que se haya formado, agravando la hemorragia, esta examinación sólo debe realizarse una vez y no repetirse. La palpación se logra al aplicar con suavidad una presión anteroposterior con la parte las palmas de las manos cercana a las muñecas sobre la sínfisis púbica y después una presión medial a las crestas iliacas bilaterales, evaluando el dolor y el movimiento anormal. Cualquier evidencia de inestabilidad aumenta la probabilidad de una hemorragia interna.

Genitales

Generalmente, los genitales no se examinan en el escenario prehospitalario. Sin embargo, se debe estar alerta al sangrado de los genitales externos, sangre en el meato uretral o la presencia de priapismo en los hombres. Además, un fluido claro que se observa en el

pantalón de una paciente embarazada podría representar la ruptura de las membranas amnióticas.

Espalda

La espalda del torso debe ser explorada en busca de evidencia de lesiones. Esto se logra mejor cuando se gira al paciente para la colocación de la tabla rígida larga. Se pueden auscultar los sonidos respiratorios sobre el tórax posterior en este momento y la columna debe ser palpada en búsqueda de dolor y deformidad.

Extremidades

La exploración de las extremidades comienza en la clavícula en la extremidad superior y en la pelvis en la extremidad inferior; después procede hacia la porción más distal de cada extremidad. Se valora cada hueso y articulación individual por exploración visual, en busca de deformidad, hematoma o equimosis, y por palpación para determinar la presencia de crepitación, dolor, hipersensibilidad o movimientos inusuales. Cualquier sospecha de fractura debe ser inmovilizada hasta la confirmación radiológica de su presencia y ausencia de ser posible. También se revisa la función circulatoria y de los nervios motores y sensitivos en el extremo distal de cada extremidad. Si se inmoviliza una extremidad se deben revisar de nuevo los pulsos, movimientos y sensación antes del procedimiento.

Examinación neurológica

Al igual que en las otras exploraciones regionales que ya se describieron, la exploración neurológica en la evaluación secundaria se realiza con mayor detalle que en la evaluación primaria. Se incluyen el cálculo de la puntuación de la ECG, evaluación de la función motora y sensitiva, además de la observación de la respuesta pupilar. Un examen general de la respuesta motora y de la capacidad sensitiva determinará la presencia o ausencia de debilidad o pérdida de la sensación en las extremidades, lo que sugerirá una lesión en la columna vertebral e identificará áreas que requerirán más examinación. Al examinar las pupilas del paciente, se valora la igualdad de la respuesta y la igualdad en el tamaño de ambas. Una porción pequeña pero significativa de la población tiene pupilas de diferentes tamaños de manera normal (*anisocoria*). Sin embargo, incluso en estos pacientes las pupilas deben reaccionar a la luz de manera similar. Las pupilas que responden con diferente velocidad a la introducción de la luz se consideran desiguales. Las pupilas desiguales en un paciente traumatizado inconsciente pueden indicar aumento de la presión dentro del cráneo o presión en el tercer nervio craneal, producido ya sea por edema cerebral o por un hematoma intracraneal rápidamente expansivo (Figura 7-16). La lesión directa al ojo también puede producir pupilas desiguales.

Cuidados definitivos en el campo

Las habilidades de empaquetamiento, transportación y comunicación se incluyen en la valoración y el manejo. Los cuidados definitivos son la fase final del cuidado del paciente. Los siguientes son ejemplos de cuidados definitivos:

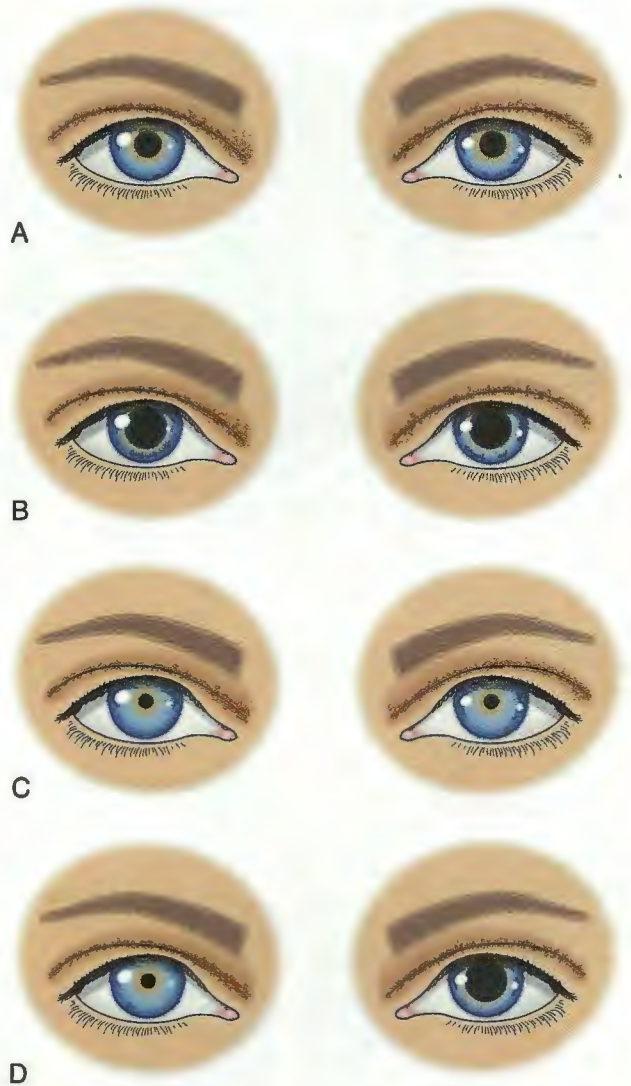


Figura 7-16 A. Pupilas normales. B. Pupilas dilatadas. C. Constricción de pupilas. D. Pupilas desiguales.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning

- Para un paciente en paro cardíaco, los cuidados definitivos son la desfibrilación con resultado a un ritmo normal; la reanimación cardiopulmonar (RCP) sólo es un patrón de sostén hasta que se pueda lograr la desfibrilación.
- Para un paciente en coma diabético, el cuidado definitivo incluye la administración de glucosa intravenosa (IV) y el retorno a los niveles normales de azúcar en sangre.
- Para un paciente con obstrucción de la vía aérea, los cuidados definitivos es el alivio de la obstrucción, lo cual se puede lograr con la maniobra de tracción mandibular y ventilación asistida.
- Para un paciente con sangrado grave, los cuidados definitivos son el control de la hemorragia y la reanimación por shock.

En general, los cuidados definitivos de los problemas encontrados en el escenario prehospitalario pueden ser proporcionados en el campo, el cuidado definitivo para la mayoría de las lesiones causadas por el paciente traumatizado pueden administrarse en el quirófano. Cualquier retraso en la administración de estos cuidados definitivos reducirán las probabilidades de supervivencia del paciente. La atención que se proporciona al paciente traumatizado en el campo es semejante a la reanimación cardiopulmonar para un paciente con paro cardiaco. Ésta lo mantiene vivo hasta que se puedan administrar los cuidados definitivos. Para el paciente traumatizado, la atención que da en el campo suele tener la finalidad de sólo ganar tiempo —comprar los minutos adicionales necesarios para llegar al quirófano.

Preparación para la transportación

Como se analizó con anterioridad, se debe sospechar lesión de la columna vertebral en todos los pacientes traumatizados. Por lo tanto, cuando esté indicada, la estabilización de la columna debe ser un componente integral del empaquetamiento del paciente traumatizado. Toda la columna vertebral y, por lo tanto, todo el paciente necesitan estar inmovilizados con base en la evaluación de éste y el mecanismo de la lesión.

Si hay tiempo disponible, se deben tomar las siguientes medidas:

- Estabilización cuidadosa de las fracturas de extremidad usando férulas específicas.
- Si el paciente se encuentra en condición crítica, se inmovilizan todas las fracturas al estabilizar al paciente en una tabla larga rígida (tabla de "trauma").
- Vendar las heridas según sea necesario y apropiado (p. ej., Las heridas con una hemorragia activa).

Transportación

La transportación debe iniciar tan pronto como el paciente se encuentre a bordo de la ambulancia y haya sido estabilizado. Como se discutió previamente, el retraso en la escena a causa de una línea de vida para completar la evaluación secundaria sólo alarga el periodo de tiempo de que la unidad receptora pueda administrar sangre y controlar la hemorragia. En ruta hacia la unidad receptora, se continúa la evaluación y la reanimación. *Para algunos pacientes traumatizados críticamente heridos, el inicio del transporte es el aspecto más importante de los cuidados definitivos en el campo.*

Un paciente cuya condición no es crítica puede recibir la atención de las lesiones individuales antes de la transportación, pero en caso este paciente debe ser transportado con celeridad antes de que una condición oculta se vuelva crítica.

Triaje de los pacientes lesionados en el campo

La selección de la instalación de destino apropiada para un paciente críticamente lesionado puede ser tan importante como las demás intervenciones proporcionadas para salvarle la vida en el escenario prehospitalario, que se basa en la evaluación de las lesiones del

paciente o de las que se sospecha. Por más de 40 años, se han publicado numerosos artículos en la bibliografía médica especializada para documentar que las instalaciones que han hecho el compromiso de estar preparadas para el cuidado de los pacientes lesionados, por ejemplo centros de trauma, tienen mejores resultados.⁹⁻¹³ Un estudio fondeado por los Center for Disease Control and Prevention (CDC), publicado en 2006, demostró que los pacientes tuvieron 25% más posibilidades de sobrevivir a sus lesiones si recibían el cuidado en un Centro de Trauma nivel I que si los recibían en un centro normal.¹⁴ Otro estudio, publicado en 2005, mostró que cerca de 90% de la población en Estados Unidos vive a 1 hora de un centro de trauma nivel I, II o III, mientras que un estudio de varios años anteriores observó que más de la mitad de las personas lesionadas no recibieron el cuidado de los centros de trauma designados, incluyendo 36% de las víctimas con traumas graves.^{15,16} Por tanto, la información parece estar clara. La tasa de mortandad por lesiones puede reducirse de manera significativa al transportar a los pacientes lesionados a los centros de trauma designados.

Una de las decisiones más desafiantes que enfrenta el proveedor de atención prehospitalaria involucra el determinar cuáles pacientes lesionados deberán transportarse mejor a los centros de trauma. La selección adecuada de cuales pacientes llevar a los centros de trauma involucra un equilibrio entre el "sobretriage" y el "subtrriage." Transportar a todos los pacientes traumatizados a los centros de trauma puede resultar en un sobretriage, lo que significa que un número de estos pacientes lesionados no necesitan los servicios especializados que se ofrecen en estas instalaciones. Esto daría como resultado un cuidado peor para los pacientes lesionados con gravedad conforme los recursos de los centros de trauma se sobresaturan por aquellos que tienen lesiones menores, como fracturas aisladas. En el otro extremo del espectro, está el subtrriage, donde el paciente lesionado con gravedad es llevado a un centro que no está especializado en trauma. Esto puede ocasionar los peores resultados para el paciente, pues la instalación carece de las capacidades para su cuidado apropiado. Cierta grado de subtrriage parece inevitable, puesto que algunas condiciones que ponen en peligro la vida pueden ser no identificables en el escenario prehospitalario. A fin de minimizar al subtrriage, los expertos estiman que una tasa de sobretriage de 30 a 50% es necesario, lo que significa que de 30 a 50% de los pacientes transportados a un centro de trauma no necesitarán el cuidado especializado que allí está disponible.

La definición más comúnmente reconocida para un "paciente traumatizado grave" es un paciente con un Índice de Gravedad de las lesiones (IGL) de 16 o más alto. Desafortunadamente el IGL puede calcularse una vez que todas las lesiones del paciente han sido diagnosticadas, incluidas aquellas encontradas por medio de la tecnología de imagen sofisticada (p. ej., tomografía axial computarizada) o por cirugía. Por lo tanto, el IGL del paciente no puede ser calculado en el escenario prehospitalario. Las definiciones alternativas que han sido propuestas incluyen los pacientes traumatizados quienes (1) mueren en el servicio de urgencias o dentro de las 24 horas de la admisión, (2) necesitan una transfusión masiva de productos sanguíneos, (3) necesitan admisión a una unidad de cuidado intensivo, (4) requieren de una cirugía urgente no ortopédica (p. ej., cirugía en su cerebro, pecho o abdomen), o (5) requieren del control de una hemorragia interna empleado una angiografía. Mientras que todas estas definiciones son útiles para propósitos de investigación, como el IGL, estos factores no pueden ser en general identificados por los proveedores de atención prehospitalaria.

En un esfuerzo por identificar a los pacientes que se beneficiarían más al ser transportados a un centro de trauma, el Comité para el Trauma del Colegio Estadounidense de Cirujanos (ACS-COT, American College of Surgeons Committee on Trauma) ha incluido un "Esquema de Decisión de Triage en el Campo" (*Field Triage Decision Scheme*) en su publicación titulada *Optimal Resources for the Care of Injured Patient* (Recursos óptimos para el cuidado del paciente lesionado) durante más de 25 años.¹⁷ Este algoritmo ha sido revisado en todos estos años conforme nuevas versiones se han publicado del *Optimal Resources for the Care of the Injured Patient*.

En 2005, el CDC se unió al ACS-COT y a la National Highway Traffic Safety Administration para realizar una revisión con base en la evidencia del Esquema de Decisión de Triage en el Campo. Estas organizaciones formaron un Panel de Expertos Nacional compuesto por representantes de la cirugía del trauma, medicina de urgencias, servicios médicos de urgencias, salud pública y la industria automotriz. La revisión resultante del esquema fue publicada en la versión de 2006 de *Recursos Óptimos para el Cuidado del Paciente Lesionado* y en la sexta edición del *PHTLS: Soporte Vital de Trauma Prehospitalario*. La evidencia científica de las revisiones subsecuentes fue publicada en el *MMWR, Morbidity and Mortality Weekly Report*, del CDC.¹⁸ En 2011, el Panel de Expertos Nacional fue nuevamente formado para considerar nuevas evidencias y hacer las revisiones que fueran adecuadas. Esta revisión aparece en la Figura 7-17 que también fue publicada en la *MMWR*.¹⁹

El Esquema de Decisión de Triage en el Campo se divide en cuatro secciones:

- **Paso 1:** criterios fisiológicos. Esta sección incluye la alteración del estado mental, hipotensión y las anomalías respiratorias. Se ha demostrado que estos criterios tienen una mejor correlación con un IGL > 16.
- **Paso 2:** criterios anatómicos. Si los tiempos de respuesta son breves, los pacientes pueden no haber desarrollado alteraciones significativas en la fisiología, a pesar de la presencia de lesiones que amenacen la vida. Esta sección lista los hallazgos anatómicos que pueden estar asociados con una lesión grave.
- **Paso 3:** criterio del mecanismo de lesión. Estos criterios identifican a los pacientes adicionales que pueden tener oculta una lesión que no se manifiesta con el desarreglo fisiológico o con una lesión externa obvia. En general, los pacientes que cumplen uno de estos criterios tienen 220% de probabilidad de tener una IGL > 16.
- **Paso 4:** consideraciones especiales. Estos criterios identifican de qué manera los factores como la edad, el uso de anticoagulantes, la presencia de quemaduras o el embarazo afectan la decisión de transportar a un centro de trauma.

Los pacientes que cumplen los criterios de lesión ya sea fisiológica o anatómica deben ser transportados a un cuidado de trauma de más alto nivel disponible en esa región, mientras que los pacientes que cumplen el paso III y IV no necesitan ser transportados al centro de trauma de más alto nivel más cercano. La ASC-COT y la National Association de los doctores de los Servicios Médicos de Urgencias han publicado una declaración alentando a los sistemas de SMU a adoptar el Esquema de Decisión de Triage en el Campo como la base para las decisiones de transportación de

pacientes lesionados. Como con toda herramienta esquemática, debe ser empleada como una guía y no como el reemplazo de un buen juicio.

Duración de la transportación

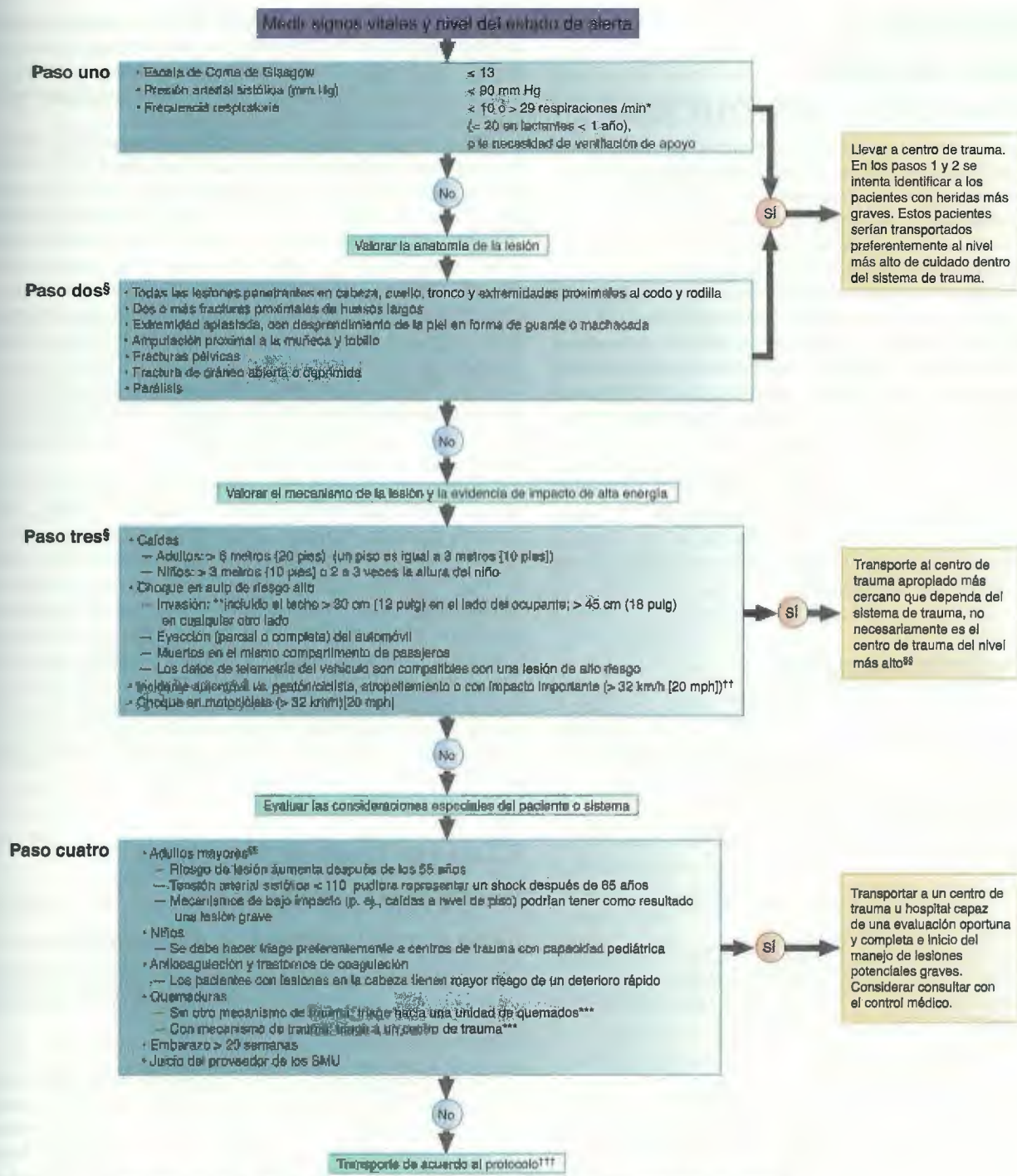
El proveedor de atención prehospitalaria debe escoger una unidad receptora de acuerdo con la gravedad de la lesión del paciente. En términos simples, el paciente debe ser transportado a la unidad médica apropiada más cercana (p. ej., la unidad médica más cercana que sea capaz de dar manejo a los problemas del paciente). Si las lesiones del paciente son graves e indican la posibilidad de que continúe una hemorragia, el proveedor debería llevar al paciente a una unidad médica que proporcione los cuidados definitivos lo más rápido posible (p. ej., un centro de trauma, si hay uno disponible).

Por ejemplo, si una ambulancia responde a una llamada en 8 minutos y el equipo prehospitalario utiliza 6 minutos en la escena para empaquetar y subir al paciente a la unidad de transporte, habrán pasado 14 min del Periodo Dorado. El hospital más cercano se encuentra a 5 min de distancia y el centro de trauma está a 14 min de distancia. En el escenario 1, el paciente es llevado al centro de trauma. Al llegar al centro de trauma, el cirujano está en la puerta del servicio de urgencias (SU) con el médico de urgencias y todo el equipo de trauma. El quirófano se encuentra preparado y el personal listo. Después de 10 min en el SU para reanimación y radiografías y laboratorios de sangre necesarios, el paciente es llevado al quirófano. El tiempo total desde el incidente ahora es de 38 minutos. En el escenario 2, el paciente es llevado al hospital más cercano, el cual está 9 minutos más cerca que el centro de trauma. Tiene a un médico de urgencias disponible, pero el cirujano y el equipo de quirófano se encuentran fuera del hospital. A diferencia de los 10 min transcurridos en el SU en el centro de trauma, el tiempo en el SU del hospital más cercano podría alargarse a 45 min hasta que el cirujano llegue y explore al paciente. Otros 30 min podrían transcurrir en lo que se espera la llegada del equipo de quirófano una vez que el cirujano ha explorado al paciente y ha decidido operarlo. El tiempo total es de 94 min o 2 ½ veces mayor que los del primer escenario. Los 9 min ahorrados por un transporte más breve en la ambulancia de hecho costaron 57 min, tiempo durante el cual se podría haber iniciado el manejo quirúrgico y se podría haber logrado el control de la hemorragia.

En una comunidad rural, el tiempo de transporte a un equipo de trauma en espera puede ser de 45 a 60 min o incluso mayor. En esta situación el hospital más cercano con un equipo de trauma por llamado es la unidad receptora apropiada.

Método de transportación

Otro aspecto de la decisión sobre cómo trasladar al paciente es el método de transporte. Algunos sistemas ofrecen la alternativa del transporte aéreo. Los servicios médicos aéreos pueden ofrecer un nivel de atención mayor que las unidades terrestres. El transporte aéreo puede también ser más rápido y suave que el transporte terrestre en algunas circunstancias. Como ya se mencionó con anterioridad, si se cuenta con transporte aéreo en una comunidad y es apropiado para la situación específica, cuanto más temprano en el proceso de valoración se tome la decisión de llamar al transporte aéreo, mayor será la probabilidad de beneficio para el paciente.



CUANDO TENGA DUDA, TRANSPORTE AL PACIENTE A UN CENTRO DE TRAUMA

Abreviaturas: SMU = servicios médicos de urgencia.

* El límite superior de la tasa de respiración en los lactantes es de 29 respiraciones/min para mantener un nivel más alto de sobre triaje para los infantes.

§ Cualquier lesión que se haya observado en el Paso dos o mecanismo identificado en el Paso tres dispara una respuesta "sí."

¶ Edad < 15 años

†† Intrusión se refiere al compartimento interior de la intrusión en oposición a la deformación la cual se refiere al daño externo.

†† Incluye peatones o ciclistas lanzados o atropellados por un vehículo de motor o aquellos con un Impacto estimado de 32 Km/h (20 mph) con un vehículo de motor.

§§ Los protocolos locales o regionales deben emplearse para determinar el nivel más apropiado del centro de trauma dentro del sistema de trauma definido; no necesita ser el centro de trauma de más alto nivel.

§§§ Edad >55

*** Pacientes tanto con quemaduras como con trauma concomitante para quienes la lesión de la quemadura posee un gran riesgo de morbilidad y mortalidad deben ser transferidos a un centro para quemados. Si el trauma concomitante presenta una mayor riesgo inmediato, el paciente puede ser estabilizado en el centro de trauma y luego ser transportado a un centro para quemados.

††† Los pacientes que no cumplen ninguna de los criterios de la triaje de los pasos uno al cuatro deben ser transportados a la instalación médica apropiada, como lo indican los protocolos del SMU local.

Figura 7-17 La decisión de a qué lugar transportar al paciente es crítica, considerando el tipo y la localización de las unidades disponibles. Las situaciones que muy probablemente requerirán un equipo de trauma en casa se detallan en el Esquema de Decisión de Triaje en el Campo. Fuente: Adaptado del Centers for Disease Control and Prevention, Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), 13 de enero de 2012.

Vigilancia y reevaluación (evaluación en curso)

Después de que se han completado la evaluación primaria y el cuidado inicial, el paciente debe ser monitoreado continuamente; se deben reevaluar los signos vitales y se repite varias veces la evaluación primaria durante el camino a la unidad receptora o en la escena si el traslado está retrasado. La revaloración continua de los componentes de la evaluación primaria ayudará a asegurar que las funciones vitales no se deterioren o que se corrijan de inmediato si lo hacen. Se debe tomar una atención particular a cualquier cambio importante en la condición del paciente y se debe reevaluar el manejo si la condición del paciente cambia. Además, un monitoreo continuo del paciente ayuda a revelar condiciones o problemas que se podrían haber pasado por alto en la evaluación primaria o que sencillamente ahora se están presentando. Casi siempre la condición del paciente no será evidente, de modo que al observarlo y escucharlo se obtiene mucha información. La forma en la que ésta se consigue no es tan importante como asegurarse de obtener toda la información. Se debe realizar una revaloración lo más pronto y extensa posible. El monitoreo durante una situación de transporte prolongado se describe más adelante.

Comunicación

Se debe llevar a cabo la comunicación con la unidad receptora lo más pronto posible. La comunicación temprana permite a esa instalación ensamblar al personal adecuado y equipo necesarios para el mejor cuidado del paciente. Durante el transporte, un miembro del equipo del cuidado prehospitalario debe proporcionar un informe breve sobre el cuidado del paciente a la unidad receptora que incluya la siguiente información:

- Género del paciente y la edad exacta o estimada
- Mecanismo de la lesión
- Lesiones que ponen en riesgo la vida, condiciones identificadas y ubicación anatómica de las lesiones
- Intervenciones que se han llevado a cabo, incluyendo la respuesta del paciente al tratamiento
- Tiempo estimado de arribo (TEA)

Si el tiempo lo permite, se puede incluir información adicional, tal como las condiciones médicas pertinentes y medicamentos, otras lesiones que no ponen en riesgo la vida, características de la escena, incluyendo la ropa protectora empleada por el paciente (cinturones de seguridad, cascos, etc.), e información acerca de los demás pacientes.

Tan importante como el informe por radio proporcionado antes de la llegada es el **Reporte de Atención al Paciente (RAP)** por escrito. Un buen ICP es valioso por las siguientes dos razones.

1. Le da al personal de la unidad receptora un total entendimiento de los eventos que ocurrieron y de las preguntas que podrían surgir después de que se hayan ido los proveedores de atención prehospitalaria.
2. Ayuda a asegurar el control de calidad a lo largo del sistema prehospitalario al hacer posible la revisión del caso.

Por estas razones, es importante que el proveedor de atención prehospitalaria llene con precisión y completamente el informe del cuidado del paciente y lo entregue a la unidad receptora. Este informe debe quedarse con el paciente; es de poca utilidad si llega horas o días después del paciente.

El informe del cuidado del paciente se convierte en una parte del expediente médico del paciente. Es un registro legal de qué se encontró y qué se hizo y puede usarse como parte de una acción legal. Dicho informe se considera un registro completo de las heridas encontradas y de las acciones realizadas. Se debe recordar un buen adagio: "Si no está en el informe, no se hizo". Todo lo que los proveedores de atención prehospitalaria saben, han visto y le han hecho al paciente se debe registrar en el expediente. Otra razón importante para que los proveedores brinden una copia del informe a la unidad receptora es que la mayoría de los centros de trauma tienen un "registro del trauma", una base de datos de todos los pacientes traumatizados que son ingresados a esa unidad. La información prehospitalaria es un aspecto importante de esta base de datos y podría ayudar a una investigación valiosa.

El proveedor de atención prehospitalaria también transfiere de manera verbal la responsabilidad del paciente ("firmar salida", "reportar salida" o "terminar la transferencia") hacia el médico o enfermero que recibe al paciente en la unidad receptora. Este informe verbal típicamente es más detallado que el reporte de radio, pero menos detallado que el expediente escrito, lo que ofrece una visión general de la historia importante del incidente, las acciones que tomaron los proveedores de atención prehospitalaria y la respuesta del paciente a éstas. Tanto el informe verbal como el escrito deben resaltar cualquier cambio importante en la condición del paciente que haya tenido lugar desde que se transmitió el reporte por radio. La transferencia de la información prehospitalaria importante enfatiza aún más el concepto del cuidado del paciente en equipo.

Consideraciones especiales

Paro cardiopulmonar traumático

El paro cardiopulmonar que es resultado del trauma es diferente de aquel que tiene como causa problemas médicos de tres formas distintas, como se muestra a continuación:

1. La mayoría de los paros cardíacos de causa médica son el resultado de ya sea un problema respiratorio, como la obstrucción de la vía aérea por un cuerpo extraño, o de una alteración del ritmo cardíaco que los proveedores de atención prehospitalaria son capaces de tratar de manera definitiva en el campo. El paro cardíaco producido por una lesión casi siempre es consecuencia de la exsanguinación o, con menor frecuencia, de un problema incompatible con la vida, como una lesión devastadora cerebral o de la médula espinal, y el paciente no puede ser reanimado de manera apropiada en el campo.
2. Los paros cardíacos de causa médica se manejan bien con intentos de estabilización en la escena (p. ej., retirar el cuerpo extraño de la vía aérea, desfibrilación). Por el contrario, el paro cardiopulmonar traumático se maneja mejor con un transporte inmediato a una unidad médica que pueda ofrecer sangre y una cirugía de urgencia.

- Debido a las diferencias en la causa y manejo, los pacientes con paro cardiopulmonar traumático en el contexto prehospitalario tienen una muy baja probabilidad de supervivencia. Menos de 4% de los pacientes traumatizados que requieren RCP en el contexto prehospitalario sobreviven para ser entregados en el hospital; en la mayoría de los estudios se documenta que las víctimas de trauma penetrante tienen una probabilidad ligeramente mejor de sobrevivir en comparación con los que presentan trauma contuso. Del pequeño porcentaje que llegan vivos al hospital, la mayoría tiene una alteración neurológica importante.

Los intentos de reanimación en pacientes que tienen poca probabilidad de supervivencia, además de demostrar tasas de éxito muy bajas, ponen a los proveedores de atención prehospitalaria en riesgo al exponerlos a la sangre y los fluidos corporales, así como también de tener lesiones a causa de accidentes en vehículos de motor durante la transportación. Tales intentos infructuosos de reanimación pueden alejar los recursos de los pacientes que son viables y que tienen una gran probabilidad de supervivencia. Por estas razones, un buen juicio necesita ser ejercido a pesar de la decisión de iniciar los intentos de reanimación para las víctimas de paro cardiorrespiratorio traumático.

La National Association of EMS Physicians (NAEMSP) colaboró con el ACS-COT para desarrollar las guías para no iniciar o terminar la RCP en el contexto prehospitalario.²⁰ Las víctimas de ahogamiento, golpe de rayo o hipotermia y los pacientes cuyo mecanismo de lesión no se correlaciona con la situación clínica (lo que sugiere una causa no traumática) merecen una consideración especial antes de tomar una decisión para no iniciar o terminar la reanimación. Un paciente que se encuentra en paro cardiopulmonar en la escena de un evento traumático puede haber presentado el paro debido a un problema médico (p. ej., infarto del miocardio), en especial si el paciente es un adulto mayor y la evidencia de lesión es mínima.

No iniciar la reanimación cardiopulmonar

Si durante la revisión primaria, se encuentra que los pacientes cumplen los siguientes criterios, se podría no iniciar la RCP y declararse el fallecimiento del paciente:²¹

- Los esfuerzos de reanimación no son indicados cuando el paciente presenta una lesión fatal obvia (p. ej., decapitación) o cuando existe evidencia de lividez dependiente, *rigor mortis* y descomposición. Para las víctimas de trauma contuso, los esfuerzos de reanimación podrían no iniciar si el paciente se encuentra sin pulso y apnéico al momento de la llegada de los proveedores de atención prehospitalaria.
- Para las víctimas de trauma penetrante, los esfuerzos de reanimación podrían no iniciar si no hay signos de vida (sin respuesta pupilar, sin movimiento espontáneo, sin ritmo cardíaco organizado en el ECG > 40 latidos/minuto).

Se debe tener precaución extrema al evaluar una víctima potencialmente muerta, ya que la decisión de no realizar la reanimación cardiopulmonar es aceptable sólo cuando se ha llevado a cabo una evaluación adecuada. Varias veces al año, esta historia es titulada en la prensa, la de que un paciente traumatizado se presumió

incorrectamente que estaba muerto, sólo para descubrir más tarde que tenía signos vitales. Casi todos esos pacientes van a sucumbir a sus lesiones, pero tales incidentes pueden ser embarazosos tanto para los proveedores de atención prehospitalaria como para sus agencias. En la emoción de la escena con múltiples pacientes, el proveedor de atención prehospitalaria puede no evaluar de manera adecuada la presencia de un pulso. Los pacientes traumatizados moribundos podrían estar en una bradicardia profunda e hipotensos, lo cual contribuye a la dificultad de identificar una condición terminal. De manera ideal, antes de decidir no iniciar la reanimación cardiopulmonar, debe palparse el pulso central (carótida o femoral) por lo menos de 30 a 60 segundos. El proveedor de atención prehospitalaria puede optar por palpar la presencia de un pulso en más de un lugar. Los proveedores de atención prehospitalaria avanzados pueden optar por obtener el trazado de un ECG a fin de determinar que el paciente no se encuentra en una actividad eléctrica sin pulso.

Soporte vital básico

Aunque muchos protocolos incluyen el uso de compresiones torácicas cerradas en los algoritmos para el manejo del paro cardiopulmonar traumático, muchos cirujanos de trauma cuestionan el papel de la RCP en el escenario de la exanguinación. A pesar de esta reserva, es razonable intentar la RCP en pacientes que podrían ser salvables mientras se efectúa con rapidez la transportación. Como con todos los intentos de RCP, los proveedores de atención prehospitalaria deben limitar las interrupciones a las compresiones.

Soporte vital avanzado

La vía aérea se asegura con un dispositivo complejo para las vías aéreas, al mismo tiempo que se resguarda la estabilización en línea de la columna cervical. Los sonidos de la respiración deben ser auscultados, para descartar la posible presencia de un neumotórax por tensión. El neumotórax por tensión puede estar presente cuando se observa una disminución en los sonidos de la respiración, con una inadecuada excursión del pecho durante la ventilación. Si existe alguna duda de que el paciente tiene un neumotórax por tensión, se realiza una descompresión del pecho. La descompresión bilateral del pecho debe llevarse a cabo sólo si el paciente está recibiendo una ventilación con presión positiva.

Si el shock hipovolémico es la causa posible de un paro cardíaco, se obtiene acceso a las venas de gran calibre y se administra la solución cristalinoide isotónica a través de la línea abierta. La observación del ECG se lleva a cabo y se evalúa el ritmo cardíaco, por lo que se pueden observar las siguientes disritmias:

- Actividad eléctrica sin pulso (AEP).** Un paciente que se encuentra en un AEP debe ser evaluado en busca de la presencia de hipovolemia, hipotermia, neumotórax por tensión y taponamiento cardíaco. Los fluidos, el calentamiento y la descompresión del pecho deben realizarse si se indican. Se pueden administrar epinefrina y atropina.
- Bradicardia/asístole.** Un paciente que se encuentra en este ritmo debe ser evaluado en busca de una hipoxia severa e hipovolemia. La localización de la vía aérea debe ser confirmada e iniciar la reanimación volumétrica. Se pueden administrar epinefrina y atropina.

- *Fibrilación ventricular/taquicardia ventricular sin pulso.* La primera terapia para estas disritmias es la desfibrilación. Si se dispone de un desfibrilador bifásico, se realiza una descarga de 120 a 200 joules. Si se cuenta con uno monofásico, la descarga es de 360 joules.

Los proveedores de atención prehospitalaria deben tener en cuenta que algunas víctimas de trauma pueden haber presentado un paro cardíaco a consecuencia de una condición médica, como un síndrome coronario agudo y subsecuentemente presentar la lesión, como un accidente en un vehículo con motor. Debe considerarse una causa médica del paro cardíaco en las víctimas adultas y aquellos con un mínimo mecanismo de lesión o poca evidencia de trauma externo. Estos pacientes deben recibir grandes esfuerzos de un RCP y un apoyo de vida cardíaco avanzado, pues su tasa de sobrevivencia puede estar significativamente más alta que los pacientes traumatizados que han presentado una exanguinación.

Terminación de la reanimación cardiopulmonar

La NAEMSP y la ACS-COT han publicado las guías revisadas para la terminación de la RCP y las medidas de SVA en el escenario prehospitalario.²⁰ Debe considerarse finalizar la reanimación para los pacientes traumatizados, cuando no hay signos vitales ni regreso de la circulación espontánea, a pesar del tratamiento adecuado en el campo del SMU, que incluye mínima interrupción de la RCP. La declaración acerca de la posición establece que los "protocolos deberían requerir de un intervalo específico de RCP que acompañe otras intervenciones de reanimación. La guía anterior indica que deberá proporcionarse hasta 15 minutos de RCP antes de terminar los esfuerzos de reanimación, pero la ciencia continúa sin ser clara a este respecto.

Manejo del dolor

El manejo del dolor (*analgesia*) se emplea con regularidad en el escenario prehospitalario por el dolor que se causa por una angina o un infarto al miocardio. Por tradición, el papel del manejo del dolor se ha limitado en el cuidado de los pacientes de trauma, debido sobre todo a la preocupación de que los efectos secundarios (disminución del impulso ventilador y la vasodilatación) de los narcóticos podrían agravar la hipoxia preexistente y la hipotensión. Esta preocupación ha dado como resultado que se niegue el alivio para el dolor a algunos pacientes con las indicaciones apropiadas, como lesión aislada de la extremidad o fractura de la columna vertebral. El proveedor de atención prehospitalaria puede considerar el manejo del dolor en estos pacientes, en particular si ocurre un transporte prolongado, siempre y cuando no existan signos de deterioro ventilatorio o shock.

El Capítulo 14, Trauma musculoesquelético, dedica una sección al manejo del dolor en relación con lesiones aisladas de una extremidad y fracturas. Por lo general, el agente de elección es el sulfato de morfina, el cual debe ser administrado vía intravenosa en incrementos de 1 a 2 miligramos hasta que en algún grado se obtenga el alivio al dolor o hasta que ocurra un cambio en los signos vitales del paciente. Los medicamentos alternativos para la analgesia son fentanilo y ketamina.

Es necesario monitorear la oximetría de pulso y los signos vitales seriales si se van a administrar narcóticos al paciente traumatizado. La sedación con un agente como el benzodiazepina debe reservarse a circunstancias excepcionales, como un paciente entubado combativo, ya que la combinación de un narcótico con el benzodiazepina ocasiona paro cardíaco. Los proveedores de atención prehospitalaria pueden colaborar con su control médico para desarrollar los protocolos adecuados.

Abuso

Con frecuencia el proveedor del cuidado prehospitalario es la primera persona en la escena, lo que le permite evaluar una situación potencial de abuso. Dentro de la casa puede observar y transmitir los detalles de la escena a la instalación receptora de manera que los servicios sociales adecuados estén alertas por si hay abuso. Es la única persona con entrenamiento médico para estar en posición de observar, sospechar y transmitir la información acerca de este peligro silencioso.

Cualquier persona a cualquier edad puede ser una víctima potencial de abuso o de un abusador. Una mujer embarazada, un lactante, un niño que empieza a caminar, un niño, un adolescente o un adulto joven, un adulto de mediana edad y un adulto mayor, todos están en riesgo de abuso. Existen varios tipos de abuso, incluido el físico, el psicológico (emocional) y el financiero. El abuso puede ocurrir por **comisión**, cuando el acto tiene el propósito de provocar una lesión (p. ej., **abuso físico o sexual**), o por **omisión** (p. ej. el cuidado negligente de un dependiente). Esta sección no discute los tipos de abuso y sólo introduce las características generales y resalta la concientización y la sospecha del abuso del proveedor de atención prehospitalaria.

Las características generales de un abusador potencial incluyen la deshonestidad, la "historia" no se correlaciona con las lesiones, la actitud negativa y el trato áspero con los proveedores de atención prehospitalaria. Las características generales de un paciente que sufre abuso incluyen la quietud, la renuencia a hablar con detalles acerca del incidente, un contacto visual constante o la carencia de éste con alguien de la escena y la minimización de las lesiones personales. El abuso, quienes lo comenten y quien es el blanco del abuso pueden tomar muchas formas diferentes, por lo que los proveedores de atención prehospitalaria necesitan mantener la sospecha abierta si la historia y la escena no se correlacionan. Se requiere que el profesional de atención prehospitalaria transmita sus sospechas y cualquier otra información a las autoridades competentes.

Transportación prolongada

Aunque la mayoría de las transportaciones del SMU urbanos o suburbanos duran alrededor de 30 minutos o menos, los tiempos del transporte pueden prolongarse como resultado de un congestionamiento de tránsito, trenes que bloquean el paso, o puentes que podrían estar elevados para permitir el paso de los barcos. Esta clase de retrasos debe ser documentada en el ICP para explicar los tiempos prolongados de regreso al centro de trauma. Muchos proveedores de atención prehospitalaria en escenarios rurales y fronterizos por rutina manejan a los pacientes por periodos más

largos de tiempo durante el transporte. Además, los proveedores de atención prehospitalaria son llamados a manejar pacientes durante la transferencia de una instalación médica a otra, ya sea por tierra o por aire. Estas transferencias pueden tardar varias horas.

Cuando se involucran proveedores de atención prehospitalaria en la transportación prolongada de un paciente traumatizado, se deben realizar preparaciones especiales. Los problemas que se deben considerar antes de efectuar una transportación de estas características se pueden dividir en los relacionados con el paciente, los de la tripulación prehospitalaria y los del equipo.

Problemas del paciente

Proporcionar un ambiente seguro, cálido y seguro en el que es transportado el paciente es de importancia prominente. La camilla debe asegurarse a la ambulancia y el paciente debe estar sujeto a la camilla. A lo largo de este texto se ha hecho énfasis en que la hipotermia es una complicación potencialmente mortal en el paciente traumatizado, por lo que el compartimento del paciente debe estar suficientemente cálido. Si usted, como un proveedor de atención prehospitalaria completamente abrigado está cómodo con la temperatura en el compartimento, es probable que esté demasiado frío para el paciente que ha estado expuesto.

El paciente debe estar asegurado en una posición que permita el máximo acceso, sobre todo en las áreas lesionadas. Antes del transporte, se debe confirmar la seguridad de cualquier instrumento en la vía aérea que se haya colocado, así como también los instrumentos adyuvantes (p. ej., monitores, tanques de oxígeno) para que éstos no se conviertan en proyectiles en el evento de que la ambulancia haga un viraje en una acción evasiva o se involucre en un choque de vehículo de motor. El equipo no debe apoyarse en el paciente, porque se podrían producir úlceras por presión durante la transportación prolongada. Durante el trayecto, todas las líneas y catéteres deben estar ajustados fijamente para prevenir la pérdida del acceso a las venas.

El paciente debe someterse a valoraciones repetidas de la evaluación primaria y signos vitales con intervalos de rutina. La oximetría del pulso y el ECG se monitorean en forma continua con casi todos los pacientes gravemente lesionados, como también el ETCO₂, si está disponible, en un paciente entubado. Los proveedores de atención prehospitalaria que viajan con el paciente deben estar entrenados a un nivel apropiado, de modo que anticipen sus necesidades. Los pacientes críticamente lesionados deben ser manejados por lo general por proveedores de atención prehospitalaria con un entrenamiento avanzado. Si se anticipa que el paciente requerirá de una transfusión de sangre durante el traslado, el individuo que se encarga de la atención debe tener un alcance de práctica tal que le permita realizar este procedimiento; en Estados Unidos, esto requiere generalmente de ser un enfermero titulado.

Se deben elaborar dos planes de manejo. El primero, un plan médico, se desarrolla para manejar los problemas, anticipados o no, con el paciente durante la transportación. El equipo, los medicamentos y los suministros necesarios deben estar listos. El segundo plan incluye identificar las rutas más rápidas hacia el hospital receptor. Se deben identificar y anticipar las condiciones climáticas, las condiciones del camino (p. ej., obras de construcción) y los problemas de tránsito. Además, los proveedores deben tener conocimiento sobre las unidades médicas que se encuentran a lo largo del camino, en caso de que surja un problema que no pueda ser manejado durante el camino hacia el destino primario.

El equipo auxiliar para el cuidado de paciente durante la transportación prolongada incluye lo siguiente:

- *Catéter gástrico.* Si se está entrenado en la inserción correcta, el tubo nasogástrico o el orogástrico pueden ser insertados dentro del estómago del paciente. Al succionar los contenidos gástricos, se disminuye la distensión abdominal y se reduce potencialmente el riesgo del vómito y de la aspiración.
- *Catéter urinario.* Si se está entrenado en la inserción correcta, el catéter urinario puede ser insertado dentro de la vejiga del paciente. El gasto urinario puede ser una medida sensible de la perfusión renal del lesionado y un marcador del estatus del volumen del paciente.
- *Monitoreo del gas sanguíneo arterial vía el punto de cuidado de prueba.* Mientras que la oximetría de pulso da información valiosa con respecto a la saturación de oxihemoglobina, la lectura del gas sanguíneo arterial puede ser información útil con respecto a la presión parcial del dióxido de carbono (PCO₂) y el déficit base, como indicador de la gravedad del shock.

Problemas de la tripulación

La seguridad de la tripulación de los SMU es tan importante como la del paciente. La tripulación del cuidado prehospitalario debe usar instrumentos de seguridad apropiados, como cinturones de seguridad y deben estar sujetos durante el transporte a menos que un problema con el paciente lo impida. Los miembros de la tripulación del cuidado prehospitalario usan las precauciones estándares y se aseguran de que esté disponible una cantidad suficiente de guantes y otros equipos de protección personal para evitar los fluidos corporales y otras exposiciones que están presentes durante el viaje.

Problemas del equipo

Los problemas con el equipo durante una transportación prolongada se relacionan con la ambulancia, insumos, medicamentos, monitores y comunicaciones. La ambulancia debe estar funcionando en buen estado, tener una cantidad adecuada de gasolina y una llanta de repuesto. La tripulación del cuidado hospitalario debe cerciorarse de tener disponibles y accesibles suficientes insumos para la transportación, incluidos gases y compresas para reforzar las coberturas, fluidos para la IV, oxígeno y medicamentos para el dolor. Los suministros de medicina se basan en las necesidades anticipadas del paciente e incluyen sedantes, agentes paralíticos, analgésicos y antibióticos. Una buena regla es surtir la ambulancia con cerca de 50% más de los insumos y medicamentos que los que se anticipan, en caso de experimentar algún retraso. El equipo del cuidado al paciente debe funcionar bien y estar en buen estado, incluidos reguladores de oxígeno e instrumentos de succión. Además, el éxito de una transportación prolongada puede depender de que las comunicaciones sean funcionales, incluyendo la capacidad para comunicarse con otros miembros de la tripulación, control médico y unidad de destino.

El manejo de las lesiones específicas durante la transportación prolongada se analiza en los capítulos correspondientes, que se encuentran más adelante en este texto.



Resumen

- La probabilidad de sobrevivencia de un paciente con lesiones traumáticas depende de la identificación inmediata y la mitigación de las condiciones que interfieren con la perfusión de los tejidos.
- La identificación de estas condiciones requiere de un proceso lógico, sistemático y priorizado para recopilar la información y actuar con base en ésta. A este proceso se le conoce como la evaluación o valoración del paciente.
- La valoración del paciente empieza con la evaluación de la escena e incluye la formación de la impresión general del lesionado, una evaluación primaria y, cuando la condición del paciente y la disponibilidad de personal adicional del SMU lo permita, una segunda evaluación.
- La información que se obtiene por medio de este proceso de evaluación se analiza y se emplea como la base para el cuidado del paciente y las decisiones de transportación.
- En el cuidado de un paciente traumatizado, un problema que se pasa por alto es una oportunidad perdida para ayudar potencialmente a la sobrevivencia del individuo.
- Después de la determinación simultánea de la seguridad de la escena y de la impresión general de la situación, el enfoque está en las prioridades de la evaluación del paciente, sobre la permeabilidad de sus vías aéreas, el estatus de ventilación y el estatus de la circulación. Esta primera evaluación sigue el formato ABCDE para la evaluación de la vía respiratoria, la respiración, la circulación, la discapacidad (examinación neurológica inicial) del paciente y la exposición (remover la ropa del paciente para descubrir lesiones significativas adicionales). Aunque la naturaleza secuencial del lenguaje limita la habilidad de describir la simultaneidad de estas acciones, la primera evaluación del paciente es un proceso de acciones que ocurren esencialmente al mismo tiempo.
- Las amenazas inmediatas a la vida del paciente se corrigen con rapidez de una manera “encontrar y arreglar”. Una vez que el proveedor de atención prehospitalaria maneja la vía respiratoria del paciente y la respiración y controla la hemorragia exsanguinante, entonces puede empaquetarlo y dar inicio a la transportación sin tratamiento adicional en la escena. Las limitaciones del manejo en el campo del trauma requieren de la entrega segura del expediente acerca del paciente para el cuidado definitivo.
- Las evaluaciones primaria y secundaria deben repetirse con frecuencia a fin de identificar cualquier cambio en la condición del paciente y los nuevos problemas que demandan una intervención expedita.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Un sábado por la mañana del mes de noviembre, con un clima despejado y una temperatura externa de 5.5 °C (42 °F). Su escuadrón es enviado a un área residencial donde una persona cayó del techo de una casa de dos pisos. Al llegar a la escena, se encuentran con un miembro adulto de la familia, quien los lleva a la parte trasera de la casa. El familiar declara que el paciente estaba quitando las hojas de las canaletas para la lluvia con un soplador de hojas cuando perdió el equilibrio y cayó sobre su espalda desde aproximadamente 3.6 metros (12 pies) desde el techo. A inicio, el paciente perdió la conciencia durante un “breve periodo” pero la recobró para cuando el familiar llamó al número de urgencias (911).

Al aproximarse al paciente, observa a un hombre de 40 años de edad que yace en posición supina sobre el piso con dos testigos de rodillas a su lado. El paciente está consciente y hablando con ellos. Mientras su compañero proporciona la estabilización de la cabeza y del cuello, usted le pregunta al hombre qué parte del cuerpo se lastimó. El paciente declara que tanto su espalda superior como la baja es lo que más le duele.

Su cuestionamiento inicial tiene varios propósitos: obtener la dolencia principal del paciente, determinar su nivel inicial de conciencia, evaluar su esfuerzo por respirar. Al identificar que no hay dificultad para respirar, usted procede con la evaluación del paciente. El paciente responde de manera apropiada a las preguntas que usted hace para establecer que está orientado en cuanto a las personas, el lugar, y el tiempo.

- Con base en la cinemática relacionada con este incidente, ¿cuáles son las lesiones potenciales que usted anticipa encontrar durante su evaluación?
- ¿Cuáles son sus siguientes prioridades?
- ¿Cómo procederá con este paciente?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Usted ha estado en la escena 1 min y ya ha obtenido mucha información importante para guiar la valoración y el tratamiento del paciente. En los primeros 15 segundos de contacto con el paciente, usted desarrolla una impresión general de éste y determina que no es necesaria la reanimación. Con unas cuantas acciones simples, usted ha valorado el A, B, C y D de la evaluación primaria. El paciente le habla a usted sin dificultad, lo que indica que la vía aérea está abierta y que respira sin signos de dificultad. Al mismo tiempo, teniendo en cuenta el mecanismo de la lesión, usted ha estabilizado la columna cervical. Usted no encuentra un sangrado notorio, su compañero ha valorado el pulso radial y usted ha observado el color, la temperatura y la humedad de la piel del paciente. Estos hallazgos indican que no hay amenazas inmediatas al estado circulatorio del paciente. Además, usted no ha encontrado simultáneamente ninguna evidencia de incapacidad ya que el paciente está despierto, alerta y responde las preguntas de manera apropiada. Esta información, junto con la información sobre la caída, lo ayudará a determinar la necesidad de recursos adicionales, el tipo de transportación indicada y a qué tipo de unidad hospitalaria deberá trasladar al paciente.

Ahora que usted ha efectuado estos pasos y que ha determinado que no es necesaria ninguna intervención para salvar la vida del paciente, procede con el paso E de la evaluación primaria temprana en el proceso de evaluación y después obtiene los signos vitales. Usted expone al paciente para buscar la presencia de lesiones adicionales y sangrado que podrían estar ocultos por la ropa, después cubre al paciente para protegerlo del ambiente. Durante este proceso, usted realiza una exploración más detallada y encuentra lesiones que no son graves.

Los siguientes pasos que usted tomará será empaquetar al paciente, incluyendo ferulizar la columna vertebral completa y las lesiones de las extremidades y, si el tiempo lo permite, vendar las heridas, iniciar la transportación y comunicarse con la dirección médica y la unidad receptora. Durante el viaje al hospital, usted continúa revalorando y vigilando al paciente. Su conocimiento sobre la cinemática y la pérdida del estado alerta presenciada generará un alto índice de sospecha de lesión cerebral traumática, lesiones en las extremidades inferiores y lesiones de la columna vertebral. En un sistema de soporte vital avanzado (SVA), se establecería una vía de acceso IV en el camino hacia la unidad hospitalaria receptora.

Referencias

- Advanced Trauma Life Support (ATLS) Subcommittee, Committee on Trauma. Initial assessment and management. In: *Advanced Trauma Life Support Course for Doctors, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: American College of Surgeons; 2012.
- Kragh JF, Littrel ML, Jones JA, et al. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding. *J Emerg Med*. 2011;41:590-597.
- Beekley AC, Sebesta JA, Blackburne LH, et al. Prehospital tourniquet use in Operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. *J Trauma*. 2008;64:S28-S37.
- Doyle GS, Taillac PP. Tourniquets: a review of current use with proposals for expanded prehospital use. *Prehosp Emerg Care*. 2008;12:241-256.
- First Aid Science Advisory Board. First aid. *Circulation*. 2005;112(III):115.
- Swan KG Jr, Wright DS, Barbagiovanni SS, et al. Tourniquets revisited. *J Trauma*. 2009;66:672-675.
- Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale. *Lancet*. 1974;2:81.
- Healey C, Osler TM, Rogers FB, et al. Improving the Glasgow Coma Scale score: motor score alone is a better predictor. *J Trauma*. 2003;54:671.
- Moylan JA, Detmer DE, Rose J, Schulz R. Evaluation of the quality of hospital care for major trauma. *J Trauma*. 1976;16(7):517-523.
- West JG, Trunkey DD, Lim RC. Systems of trauma care. A study of two counties. *Arch Surg*. 1979;114(4):455-460.
- West JG, Cales RH, Gazzaniga AB. Impact of regionalization. The Orange County experience. *Arch Surg*. 1983;118(6):740-744.
- Shackford SR, Hollingworth-Fridlund P, Cooper GF, Eastman AB. The effect of regionalization upon the quality of trauma care as assessed by concurrent audit before and after institution of a trauma system: a preliminary report. *J Trauma*. 1986;26(9):812-820.
- Waddell TK, Kalman PG, Goodman SJ, Girotti MJ. Is outcome worse in a small volume Canadian trauma centre? *J Trauma*. 1991;31(7):958-961.
- MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ, et al. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med*. 2006;354(4):366-378.
- Branas CC, MacKenzie EJ, Williams JC, et al. Access to trauma centers in the United States. *JAMA*. 2005;293(21):2626-2633.
- Nathens AB, Jurkovich GJ, Rivara FP, Maier RV. Effectiveness of state trauma systems in reducing injury-related mortality: a national evaluation. *J Trauma*. 2000;48(1):25-30; discussion 30-31.
- Committee on Trauma. Resources for optimal care of the injured patient: 1999. Chicago, IL: American College of Surgeons; 1998.

18. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the national expert panel on field triage. *MMWR*. 2009;58:1-35.
19. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the national expert panel on field triage 2011. *MMWR*. 2012;61:1-21.
20. National Association of EMS Physicians and American College of Surgeons Committee on Trauma. Position Statement. Field Triage of the Injured Patient. 2010. www.naemsp.org/Documents/PositionPapers/POSITION_FieldTriageoftheInjuredPatient.pdf Consultado el 24 de noviembre de 2013.
21. National Association of EMS Physicians and American College of Surgeons Committee on Trauma. NAEMSP position statement withholding of resuscitation for adult traumatic cardiopulmonary arrest. *Prehosp Emerg Care*. 2013;17:291.
22. American Heart Association. 2010 guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2010;122:1.

Lecturas sugeridas

American Heart Association. Cardiac arrest associated with trauma. *Circulation*. 2010;122:S844.



Vía aérea y ventilación

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al terminar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Integrar los principios de la ventilación y el intercambio de gases con la fisiopatología del trauma, para identificar a los pacientes con una perfusión inadecuada.
- Relacionar los conceptos de volumen por minuto y la oxigenación con la fisiopatología del trauma.
- Entender la diferencia entre ventilación y respiración.
- Explicar los mecanismos por los cuales el oxígeno suplementario y el soporte a la ventilación son beneficios para el paciente con trauma.
- En un escenario que involucre a un paciente de trauma, seleccionar los medios más efectivos de proveer una vía aérea permeable que satisfaga las necesidades del paciente.
- En un escenario que involucre un paciente que requiera de apoyo ventilatorio, analizar los medios disponibles más efectivos para atender las necesidades del paciente de trauma.
- En las situaciones que involucren varios pacientes con trauma, formular un plan para el manejo de las vías aéreas y la ventilación.
- De acuerdo con la investigación actual, entender los riesgos versus los beneficios al analizar nuevos procedimientos invasivos.
- Analizar las indicaciones y limitaciones del monitoreo del dióxido de carbono al final de la espiración (ETCO₂) en el paciente traumatizado.

ESCENARIO

Usted y su compañero son enviados a atender un choque de una motocicleta en un camino rural con muchas curvas. Los compañeros motociclistas del lesionado informan que éste viajaba muy rápido, por lo que no pudo librar una curva cerrada y fue lanzado sobre la valla de contención contra un árbol. Ellos llevaron al paciente del terraplén hasta la carretera.

A su llegada, usted encuentra a un oficial de policía que mantiene la vía aérea abierta empleando una cánula nasofaríngea y administrando oxígeno vía máscara no recirculante. El oficial de policía le informa que el paciente ha estado inconsciente desde su llegada. Usted observa que el casco del lesionado tiene un daño significativo y también que el húmero derecho está deformado y la pierna baja se encuentra angulada.

- ¿Qué indicadores de compromiso a la vía aérea son evidentes en este paciente?
- ¿Qué otra información, si la hay, buscaría usted en los testigos o en los respondedores médicos de urgencia?
- Describa la secuencia de acciones que tomaría para manejar a este paciente antes y durante su transportación.



Introducción

Dos de las más importantes maniobras prehospitalarias son aquellas que proporcionan y mantienen la permeabilidad de las vías aéreas y la ventilación pulmonar. No ventilar de manera adecuada al paciente traumatizado ni mantener la oxigenación de los órganos sensibles a la isquemia, como el cerebro y el corazón, provocan daño adicional, incluida una lesión cerebral secundaria, lo que complica la lesión primaria del cerebro producida por el trauma inicial. Asegurar la permeabilidad de las vías aéreas, mantener la oxigenación del paciente y apoyar la ventilación, cuando es necesario, son los pasos críticos para minimizar en general la lesión cerebral y mejorar la probabilidad de un buen resultado. Para ser claros en el uso de la terminología, la oxigenación se refiere al proceso por el cual se incrementa la concentración de oxígeno dentro del tejido y la ventilación tiene que ver con el proceso mecánico del intercambio de aire entre el ambiente externo y los alvéolos de los pulmones.

La oxigenación del cerebro y el aporte de oxígeno a otras partes del cuerpo asegurados por un manejo adecuado de la vía aérea y la ventilación son aún los componentes más importantes de atención prehospitalaria del paciente. Debido a que las técnicas y los aparatos para manejar la vía aérea están cambiando y seguirán haciéndolo, es importante mantenerse informado de dichos cambios. Tales técnicas pueden requerir de una ventilación activa o una observación pasiva de la respiración del paciente.

El sistema respiratorio tiene dos funciones principales:

1. Proveer oxígeno a los eritrocitos, los cuales lo llevan a todas las células del cuerpo.
2. Remover dióxido de carbono del cuerpo.

La incapacidad del sistema respiratorio para proveer oxígeno o la de las células para utilizar el oxígeno suministrado tiene como resultado el metabolismo anaeróbico (sin oxígeno) y puede llevar con rapidez a la muerte. La incapacidad para eliminar el dióxido de carbono puede provocar coma y acidosis.

Anatomía

El sistema respiratorio se conforma de las vías aéreas superior e inferior, incluidos los pulmones (Figura 8-1). Cada parte del sistema desempeña un papel importante para asegurar el intercambio de gases, el proceso mediante el cual el oxígeno entra al torrente sanguíneo y se remueve el dióxido de carbono.

Vía aérea superior

La vía aérea superior se compone de las cavidades nasal y oral (Figura 8-2). El aire que entra a la cavidad nasal se calienta, se humidifica y se filtra para remover partículas grandes y otras impurezas. Más allá de estas cavidades está el área conocida como **faringe**, la cual se extiende desde la parte posterior del paladar blando hasta el extremo superior del esófago. La faringe se conforma de músculo recubierto con membranas mucosas. La faringe se divide en tres secciones discretas: la **nasofaringe** (porción superior), la **orofaringe** (porción intermedia) y la **hipofaringe** (la porción inferior o distal de la faringe). Por debajo de la faringe se encuentra el **esófago**, que lleva hacia el estómago, y la **tráquea**, que es el punto en el que comienza la vía aérea inferior. Por encima de la tráquea está la **laringe** (Figura 8-3), que contiene las cuerdas vocales y los músculos que las hacen trabajar, las cuales se encuentran dentro de una "caja" rígida, formada por cartílago. Las cuerdas vocales están formadas de pliegues de tejido que se juntan en la línea media. Las cuerdas falsas, o **pliegues vestibulares**, dirigen el flujo de aire a través de las cuerdas vocales. Como soporte de las cuerdas, se encuentra más adelante el cartílago aritenoides. Directo por encima de la laringe, se localiza una estructura en forma de hoja llamada **epiglottis**. Al actuar como válvula de entrada, la epiglottis permite el paso del aire hacia la tráquea y dirige el paso de sólidos y líquidos al esófago.

Vía aérea inferior

La vía aérea inferior consta de la tráquea, sus ramas y los pulmones. Durante la inspiración, el aire viaja a través de la vía aérea superior hacia la vía inferior hasta llegar a los alvéolos, donde ocurre el

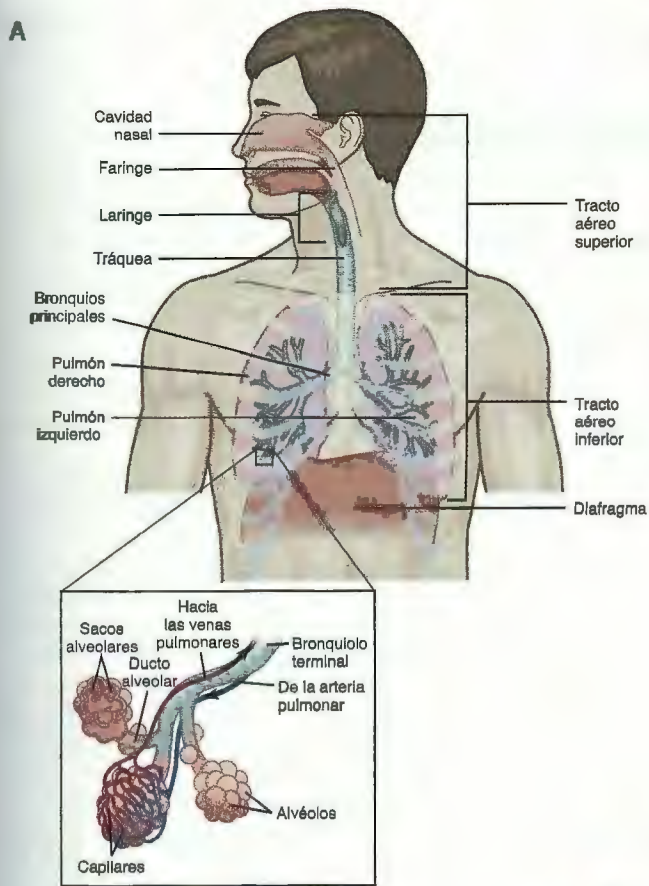


Figura 8-1 A. Órganos del sistema respiratorio: vía respiratoria superior y vía respiratoria inferior. B. Sección transversal del tracto respiratorio inferior.

Fuente: B. © Antoine Rosset/Science Source.

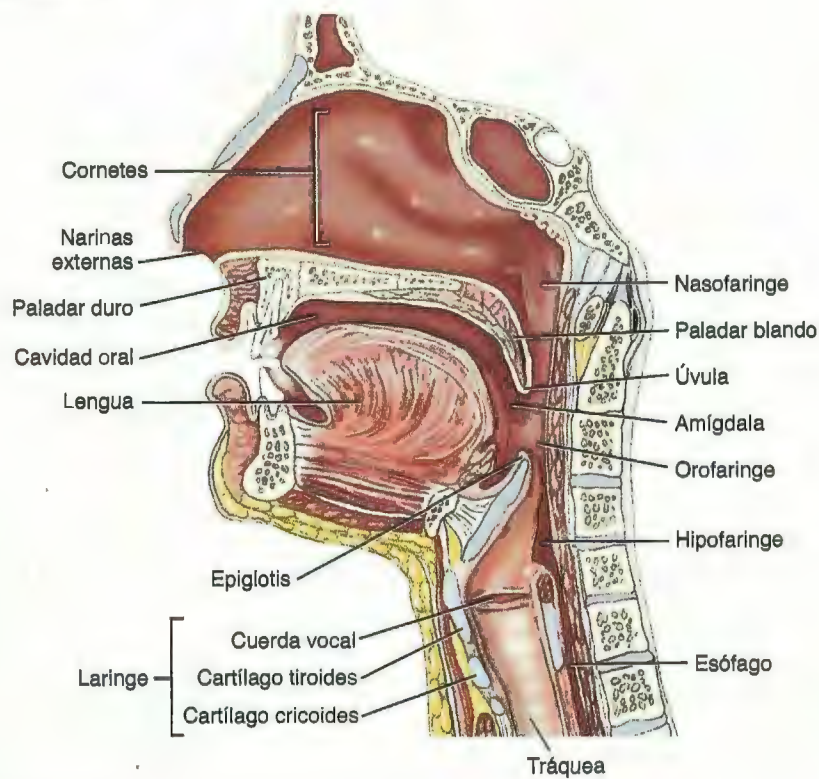


Figura 8-2 Corte sagital de la cavidad nasal y faringe visto desde el lado medial.

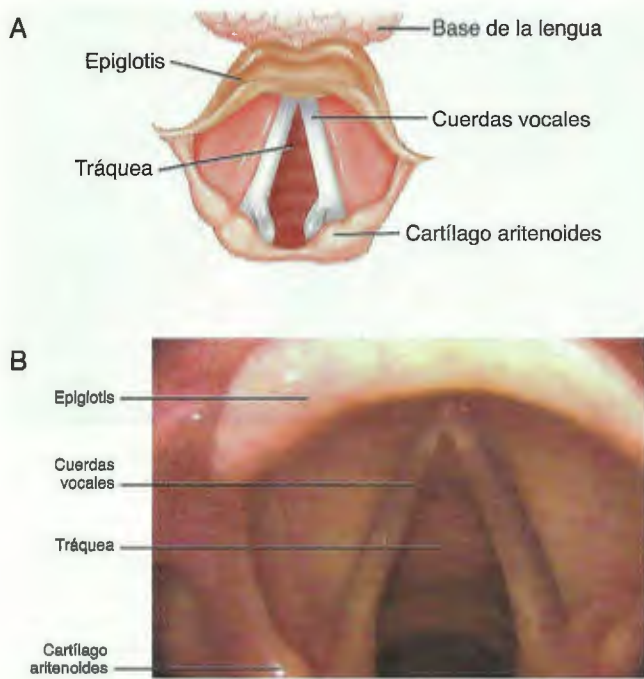


Figura 8-3 Vista superior de las cuerdas vocales, que muestra su relación con los cartílagos de la laringe y epiglotis.

Fuente: Cortesía de James P. Thomas, M.D., www.voicedoctor.net

intercambio de gases. La tráquea se divide en los bronquios principales derecho e izquierdo. El derecho es más corto, más amplio y más vertical que el izquierdo. El bronquio derecho sale de la tráquea en un ángulo de 25°, mientras que el izquierdo en un ángulo de 45°. (Esta diferencia explica por qué colocar un tubo endotraqueal en el bronquio derecho es una complicación común de la intubación.)

Cada uno de estos bronquios principales se subdividen en varios bronquios primarios, y éstos, a su vez, en bronquiolos. Los **bronquiolos** (tubos bronquiales muy pequeños) terminan en los **alvéolos**, que son pequeños sacos de aire rodeados de capilares. Los alvéolos

son el sitio en donde se realiza el intercambio de gases, y se unen los sistemas respiratorio y circulatorio.

Fisiología

Como se analizó en el capítulo Fisiología de la vida y la muerte, esta vía aérea lleva el aire atmosférico a través de la nariz, boca, faringe, tráquea y bronquios hacia los alvéolos. Con cada respiración, un adulto promedio de 70 kg (150 lb) inhala aproximadamente 500 mL de aire. La vía aérea contiene hasta 150 mL de aire que en realidad nunca logra llegar a los alvéolos para participar en el proceso de intercambio de gases. Al espacio ocupado por este aire se le denomina *espacio muerto*. El aire dentro del espacio muerto no está disponible para que el cuerpo lo use para la oxigenación, ya que nunca alcanza los alvéolos.

Con cada inspiración, se lleva aire hacia los pulmones. El movimiento del aire que entra a los alvéolos y sale de éstos da como resultado el cambio en la presión torácica generada por la contracción y la relajación de grupos de músculos específicos. El principal músculo de la respiración es el **diafragma**. Por lo regular, las fibras del músculo del diafragma se acortan cuando el estímulo se recibe del cerebro. Además del diafragma, los músculos intercostales externos ayudan a jalar las costillas hacia adelante y arriba. Este aplanamiento del diafragma junto con la acción de los músculos intercostales es un movimiento activo que crea una presión negativa dentro de la cavidad torácica. Esta presión negativa provoca que el aire atmosférico entre intacto al árbol pulmonar (Figura 8-4). Otros músculos adheridos a la pared del pecho también contribuyen a la creación de esta presión negativa; son los músculos esternocleidomastoideo y escaleno. El uso de los músculos secundarios se ve como el trabajo incremental en el paciente traumatizado. En contraste, la exhalación es un proceso normalmente pasivo por naturaleza, causado por la relajación del diafragma y los músculos de la pared torácica y el retroceder de estas estructuras. Sin embargo, la exhalación puede volverse activa si el trabajo de la respiración se incrementa.

La generación de esta presión negativa durante la inspiración requiere que la pared del pecho esté intacta. Por ejemplo, en el paciente traumatizado, una herida que crea un orificio entre la atmósfera externa y la cavidad torácica da como resultado que el aire sea jalado a través de la herida abierta en lugar de hacia los pulmones. El

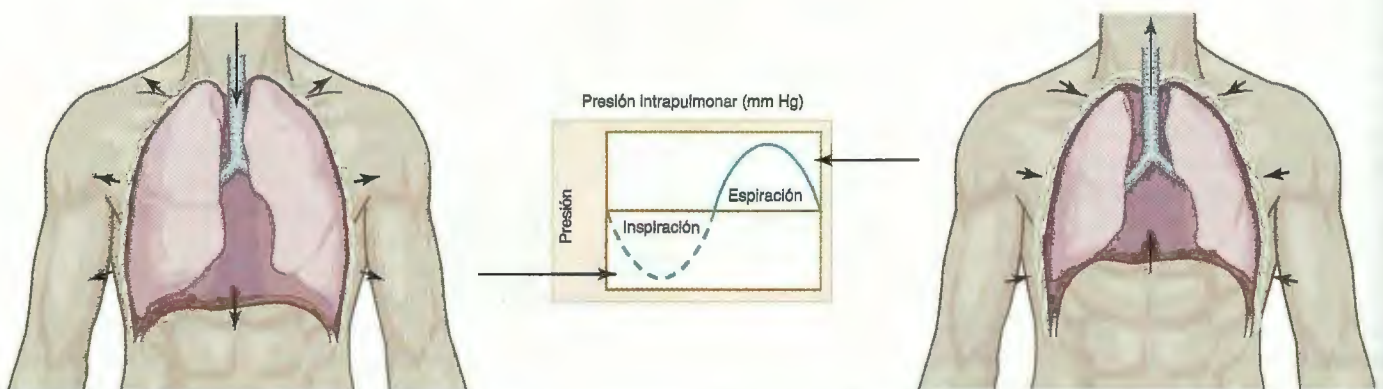


Figura 8-4 La gráfica muestra la relación de la presión intrapulmonar durante las fases de ventilación.

El daño de la estructura ósea de la pared del pecho puede comprometer nuevamente la habilidad del paciente para generar la presión negativa requerida para una ventilación adecuada (véase el Capítulo 12, Trauma torácico).

Cuando el aire de la atmósfera alcanza los alvéolos, el oxígeno se mueve de los alvéolos, a través de la membrana alvéolo-capilar, y dentro de los eritrocitos (Figura 8-5). El sistema circulatorio entonces entrega el oxígeno que transportan los eritrocitos a los tejidos del cuerpo, donde el oxígeno se emplea como combustible para el metabolismo. Mientras el oxígeno se transfiere de dentro de los alvéolos a través de la pared celular y al endotelio capilar, a través del plasma y dentro de los eritrocitos, se intercambia el dióxido de carbono en la dirección opuesta, desde la sangre hasta los alvéolos. El dióxido de carbono, el cual es transportado disuelto en el plasma (alrededor del 10%), unido a las proteínas (principalmente hemoglobinas en los eritrocitos [cerca de 20%]), y como bicarbonato (aproximadamente 70%), se mueve desde el torrente sanguíneo a través de la membrana alvéolo-capilar hacia los alvéolos, donde es eliminado durante la exhalación (Figura 8-6). Al completar este intercambio, los RBC oxigenados y el plasma con bajo nivel de dióxido de carbono regresan hacia el lado izquierdo del corazón, para ser bombeados hacia todas las células del cuerpo.

Unavez en las células, los eritrocitos oxigenados proveen el oxígeno, el cual es utilizado por las células para metabolismo aeróbico (véase el Capítulo 4, Fisiología de la vida y la muerte). El dióxido de carbono, un producto secundario de dicho metabolismo, se libera entonces al plasma sanguíneo. La sangre desoxigenada regresa al lado derecho del corazón. Se bombea la sangre a los pulmones, donde de nuevo se llena de oxígeno, y el dióxido de carbono es eliminado por difusión. El oxígeno es transportado principalmente por la hemoglobina en los eritrocitos mismos, mientras que el dióxido de carbono es transportado de las tres maneras mencionadas con anterioridad: en el plasma, atado a las proteínas como la hemoglobina y por la acumulación como bicarbonato.

Los alvéolos deben llenarse constantemente con una reserva de aire fresco que contenga la cantidad adecuada de oxígeno. Esta reposición de aire, conocida como *ventilación*, es esencial para la elimi-

nación del CO_2 . La ventilación es medible. El tamaño de cada inspiración, llamado volumen corriente o volumen tidal, multiplicado por la frecuencia respiratoria por un minuto equivale al **volumen por minuto**:

$$\text{Volumen por minuto} = \text{volumen corriente} \times \text{frecuencia respiratoria por minuto}$$

Durante la ventilación normal en reposo, alrededor de 500 mL de aire se llevan a los pulmones. Como se ha mencionado con anterioridad, parte de este volumen, 150 mL, permanece en la vía aérea (la tráquea y el bronquio) como espacio muerto y no participa en el intercambio de gases. En realidad, sólo 350 mL están disponibles para el intercambio de gases (Figura 8-7). Si el volumen corriente es 500 mL y la frecuencia respiratoria es 14 respiraciones por minuto, el volumen minuto puede calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Volumen minuto} &= 500 \text{ ml} \times 14 \text{ respiraciones/minuto} \\ &= 7\,000 \text{ mL/minuto, o } 7 \text{ litros/minuto} \end{aligned}$$

Por lo tanto, en reposo, alrededor de 7 litros de aire deben moverse hacia adentro y afuera de los pulmones cada minuto para mantener una oxigenación y eliminación de dióxido de carbono adecuadas. Si el volumen minuto disminuye por debajo de los valores normales, el paciente tiene una ventilación inadecuada, una condición llamada *hipoventilación*. La hipoventilación lleva a una acumulación de dióxido de carbono en el cuerpo. La hipoventilación es común cuando el trauma en la cabeza o el tórax provoca un patrón

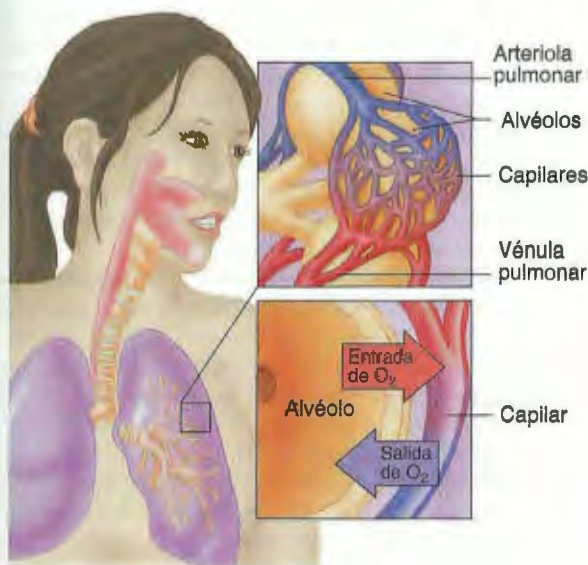


Figura 8-5 La difusión del oxígeno y del dióxido de carbono a través de la membrana alvéolo-capilar de los alvéolos en los pulmones.

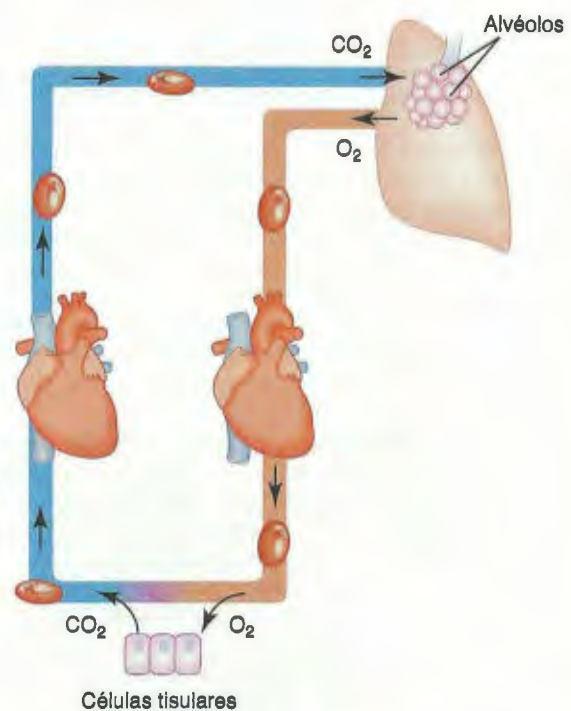


Figura 8-6 El oxígeno (O_2) se mueve desde los alvéolos hacia los eritrocitos. El O_2 se transfiere a las células tisulares en la molécula de hemoglobina. Después de abandonar esta molécula, el O_2 se desplaza hacia las células de los tejidos. El dióxido de carbono (CO_2) viaja en dirección opuesta, pero no en la molécula de hemoglobina, sino que viaja en el plasma, como CO_2 .

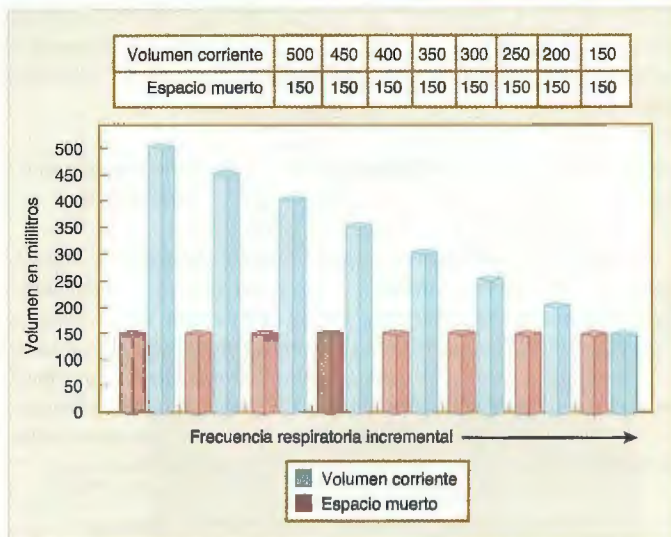


Figura 8-7 Esta gráfica muestra la relación del volumen corriente con el espacio muerto a varias frecuencias de respiración.

alterado de respiración o una incapacidad para mover la caja torácica en forma adecuada.

Por ejemplo, un paciente con fractura de costillas que respira con rapidez y de manera superficial debido al dolor que le produce la lesión, puede tener un volumen corriente de 100 mL y una frecuencia respiratoria de 40 respiraciones por minuto. En este paciente, el volumen minuto puede calcularse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Volumen minuto} &= 100 \text{ mL} \times 40 \text{ respiraciones/minuto} \\ &= 4\,000 \text{ mL/minuto, o } 4 \text{ litros/minuto} \end{aligned}$$

Si se requieren 7 litros por minuto para un adecuado intercambio de gases en una persona sin trauma en reposo, 4 litros por minuto es mucho menos que lo que requiere el cuerpo para eliminar el dióxido de carbono en forma efectiva, indicando hipoventilación. Más aún, se requieren 150 mL de aire para llenar el espacio muerto. Si el volumen corriente es 100 mL, el aire oxigenado nunca logrará llegar a los alvéolos, sino que sólo lo más lejos que llegará será a la tráquea y los bronquios. Si no se trata, esta hipoventilación puede causar con rapidez dificultad respiratoria grave y, por último, la muerte.

En el ejemplo anterior, el paciente con las costillas rotas está hipoventilando aun cuando la frecuencia respiratoria es de 40 respiraciones por minuto. Éste paciente está respirando rápido (taquipneico) y al mismo tiempo hipoventilando. Por lo tanto, la tasa de respiración, por sí misma, no indica lo apropiado de la ventilación. Evaluar la habilidad del intercambio de aire del paciente involucra valorar tanto la frecuencia ventilatoria como la profundidad. Un error común consiste en asumir que todo paciente con frecuencia ventilatoria elevada está hiperventilando. Una medición mucho mejor del estado de ventilación es la cantidad de dióxido de carbono eliminado, el cual se determina empleando monitores de dióxido de carbono. El efecto de la eliminación del dióxido de carbono del metabolismo se analiza con el principio de Fick y los metabolismos aerobio y anaerobio en los Capítulos 4, Fisiológica de la vida y la muerte y 9, Shock.

La valoración de la función respiratoria siempre incluye una evaluación de cuán bien el paciente está inhalando, difundiendo y llevando el oxígeno a los tejidos. Si no hay una adecuada inhalación, entrega de oxígeno a las células de los tejidos y procesamiento del oxígeno dentro de estas células para mantener un metabolismo aerobio y la producción de energía, entonces dará inicio el metabolismo anaerobio. Además, también se debe valorar que la ventilación sea efectiva. Un paciente puede lograr una ventilación completa, parcial o incluso no lograrla. Son indispensables la valoración exhaustiva y el manejo de estas alteraciones tanto en la oxigenación como en la ventilación, con el fin de obtener un desenlace adecuado.

Oxigenación y ventilación del paciente de trauma

El proceso de oxigenación en el cuerpo humano involucra las siguientes tres etapas:

1. *La respiración externa* es la transferencia de moléculas de oxígeno del aire a la sangre. El aire contiene oxígeno (20.95%), nitrógeno (78.1%), argón (0.93%) y dióxido de carbono (0.031%), pero para propósitos prácticos, el contenido de aire es 21% oxígeno y 79% nitrógeno. Todo el oxígeno alveolar existe como gas libre; por lo tanto, cada molécula de oxígeno ejerce una presión. Al incrementar el porcentaje de oxígeno en la atmósfera inhalada se incrementa la presión o tensión de oxígeno alveolar. Cuando se proporciona oxígeno suplementario, la porción de oxígeno en cada inhalación se incrementa, lo que provoca un incremento en el oxígeno de cada alvéolo. Esto incrementa la cantidad de gas que se transfiere a la sangre ya que dicha cantidad está directamente relacionada con la presión que ejerce. Mientras más grande la presión, más grande la cantidad de gas que es absorbida dentro del fluido.
2. *El suministro de oxígeno* es el resultado de la transferencia de oxígeno de la atmósfera a los eritrocitos durante la ventilación y la transportación de esos glóbulos a los tejidos por vía del sistema cardiovascular. El volumen de oxígeno consumido por el cuerpo en 1 minuto cuyo objetivo es mantener la producción de energía se conoce como consumo de oxígeno, depende de un gasto cardíaco adecuado y de la entrega de oxígeno a las células gracias a los eritrocitos. Estos se pueden describir como los "abastecedores, tanqueros o pipas de oxígeno". Estos tanqueros se mueven a lo largo del sistema vascular "autopistas" para "descargar" su suministro de oxígeno en los puntos de distribución del cuerpo, los lechos capilares.
3. *La respiración interna (celular)* es el movimiento, o difusión, del oxígeno de los eritrocitos a las células tisulares. El metabolismo normalmente ocurre a través de la glucólisis y el ciclo de Krebs para producir energía. No es necesario entender los detalles específicos de este proceso, pero sí es importante entender en lo general su papel en la producción de energía. Debido a que el intercambio de oxígeno entre los eritrocitos y los tejidos se lleva a cabo en los capilares de pared delgada, cualquier factor que interrumpa el suministro de oxígeno afectará este ciclo. Un mayor factor a este respecto es la cantidad de fluido (o edema) localizado entre las paredes alveolares, las paredes

capilares y la pared de las células de los tejidos (también conocido como espacio intersticial). La sobrehidratación del espacio vascular con el cristalóide, el cual se fuga del sistema vascular al espacio intersticial dentro de los 30 a 45 minutos después de su administración, es el mayor problema durante la reanimación. El oxígeno suplementario puede ayudar a superar algunos de estos factores. Los tejidos y las células no pueden consumir cantidades adecuadas de oxígeno si las cantidades adecuadas no están disponibles.

La oxigenación adecuada depende de las tres fases. Aunque la capacidad de valorar la oxigenación tisular en situaciones prehospitalarias mejora con rapidez, el apoyo ventilatorio adecuado para los pacientes comienza al proveer oxígeno suplementario para ayudar a asegurarse de que se corrija la hipoxia o que ésta se resuelva por completo.

Fisiopatología

El trauma puede afectar la capacidad del sistema respiratorio para proveer oxígeno en forma adecuada y eliminar el dióxido de carbono de las siguientes formas:

- La *hipoxemia* (disminución del nivel de oxígeno en la sangre) puede ser consecuencia del decremento en la difusión de oxígeno a través de la membrana alvéolo-capilar.
- La *hipoxia* (oxigenación tisular deficiente) puede ser producida por:
 - La inhabilidad del aire de llegar a los capilares, por lo regular debido a la obstrucción de la vía aérea o porque los alvéolos están llenos de fluido o restos
 - Disminución del flujo sanguíneo hacia los alvéolos
 - Disminución del flujo sanguíneo hacia las células de los tejidos
- La *hipoventilación* puede ser resultado de:
 - Obstrucción del flujo de aire a través de las vías aéreas superior e inferior
 - Disminución de la expansión de los pulmones como resultado de una lesión directa a la pared del pecho o los pulmones
 - Pérdida del impulso ventilatorio, por lo común debido a una disminución de la función neurológica, por lo regular como consecuencia de trauma cerebral.

La hiperventilación puede presentar una vasoconstricción, la cual puede ir en detrimento del manejo de un paciente lesionado con un trauma cerebral.

La hipoventilación provoca la disminución del volumen minuto. Si no se atiende, la hipoventilación da como resultado la acumulación de dióxido de carbono, acidosis y con el tiempo la muerte. El manejo involucra mejorar la tasa de ventilación y la profundidad, al corregir los problemas de las vías aéreas existentes y ayudar en la ventilación de la manera apropiada.

Las siguientes secciones tratan sobre las dos causas principales de ventilación inadecuada: función neurológica alterada y obstrucción mecánica. La tercera causa, la reducción del volumen

por minuto como resultado de una disminución de la expansión pulmonar, se analiza en el Capítulo 12, Trauma torácico. Las causas restantes se estudian en el Capítulo 9, Shock.

Función neurológica disminuida

La disminución del volumen minuto es consecuencia de dos situaciones clínicas relacionadas con una función neurológica alterada: una obstrucción mecánica y la disminución del nivel de conciencia (NDC).

Una causa común de la disminución del volumen minuto es la obstrucción mecánica de la vía aérea. La fuente de esto puede tener influencia neurológica o ser puramente mecánica. Las agresiones neurológicas que alteran el NDC pueden dañar los "controles" que por lo normal mantienen la lengua en una posición anatómicamente neutral (sin obstrucción). Si se comprometen estos controles, la lengua cae hacia atrás, de modo que se ocluye la hipofaringe (Figura 8-8). Esta complicación se presenta de manera habitual como respiraciones con ronquido. Para evitar que la lengua ocluya la hipofaringe o bien para corregir el problema, una vez que éste se presenta, se debe asegurar el mantener una vía aérea patente en todo paciente supino con disminución del NDC, sin importar si existen datos de compromiso respiratorio. Estos pacientes también pueden requerir periódicamente de succión, ya que pueden acumularse en la orofaringe secreciones, saliva, sangre o vómito.

El manejo de las obstrucciones mecánicas de la vía aérea puede ser en extremo difícil. Los cuerpos extraños en la cavidad oral pueden atorarse y crear obstrucciones en la hipofaringe o la laringe. Pueden presentarse lesiones por compresión de la laringe y edema de las cuerdas vocales. Los pacientes con heridas faciales presentan dos de las obstrucciones por cuerpos extraños más comunes, sangre y vómito. El trauma directo a la nuca anterior provoca ruptura de la tráquea, lo que da lugar a la hemoptisis y a un enfisema subcutáneo masivo al momento en que el aire se fuga hacia los tejidos blandos (Figura 8-9). El tratamiento de estos problemas está dirigido a una identificación inmediata de la obstrucción y los pasos que se toman para asegurar la permeabilidad de la vía aérea.

Una disminución del NDC, debido a una lesión cerebral traumática o a problemas asociados como el uso de alcohol o drogas, también afecta el impulso ventilador, y reduce el ritmo de

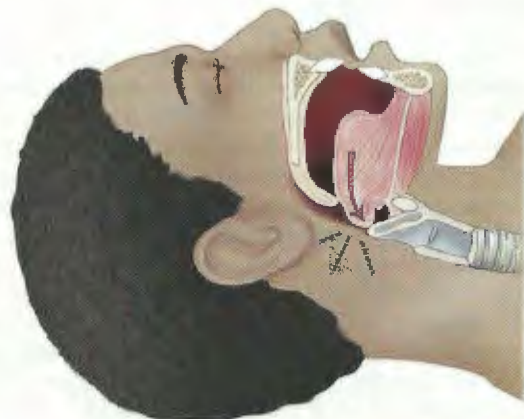


Figura 8-8 En un paciente inconsciente, la lengua pierde su tono muscular y cae hacia la hipofaringe, de modo que se ocluye la vía aérea y se impide el paso de oxígeno a la tráquea y a los pulmones.



Figure 8-9 Un paciente con trauma en el cuello anterior que causó ruptura de la tráquea y enfisema de cuello y cara (nótese los párpados marcadamente inflamados, distendidos por el aire).

Fuente: Fotografía proporcionada por cortesía del doctor J.C. Pitteloud, Suiza.

respiración, el volumen de la ventilación o ambos. Esta reducción en el volumen minuto puede ser temporal o permanente.

Hiperventilación

La hiperventilación ocurre cuando la ventilación de los alvéolos es tan grande que la remoción del dióxido de carbono excede su producción en la metabolización de las células, por lo tanto da lugar a la *hipocapnia* (disminución de la cantidad de dióxido de carbono en la sangre arterial). La ventilación alveolar se mide por lo regular al obtener las mediciones de la sangre arterial en el servicio de urgencias (SU) y en la unidad de cuidados intensivos (UCI). Mientras no podamos obtener las pruebas de laboratorio en el campo, debemos tener la habilidad de monitorear el dióxido de carbono al final de la espiración ($ETCO_2$). Cuando los niveles de dióxido de carbono están por debajo de los niveles normales, de 35 a 45 milímetros de mercurio (mm Hg), empieza a ocurrir una vasoconstricción.

La hiperventilación en el paciente traumatizado suele ocurrir como consecuencia de la intervención de un proveedor de atención prehospitalaria que emplea un **dispositivo de bolsa-mascarilla** con una frecuencia demasiado rápida o con demasiada profundidad.

La evidencia ha mostrado que los pacientes con trauma cerebral crítico en los ambientes urbanos tienen un resultado más favorable cuando se manejan con procedimientos simples que cuando se recurre a la intubación endotraqueal.¹ Aunque hay muchos factores que pueden contribuir a este resultado, incluyendo un tiempo mayor en la escena, aspiración e hipoxia durante la intubación, es importante entender el volumen minuto funcional o el intercambio real que toma lugar a nivel alveolar. Se ha observado que conforme se incrementa el tiempo en el proceso de reanimación, el ritmo de ventilación se hace más rápido conforme se distrae el proveedor de atención prehospitalaria.

Mientras que el ritmo de ventilación puede incrementarse al emplear un dispositivo de bolsa-mascarilla, la pérdida de un sellado fuerte causará una pérdida del volumen, y por lo tanto el volumen minuto permanecerá en los niveles normales. Sin embargo, una vez intubado el paciente, hay un mayor volumen disponible para el intercambio de gases y conforme se incrementa el ritmo ventilador, la combinación de un ritmo más rápido y un volumen más grande provoca hipocarbina (dióxido de carbono bajo). Esto, a su vez, provoca la vasoconstricción de los vasos sanguíneos dentro del cerebro. Mientras que éste encogimiento de los vasos sanguíneos permite que haya más espacio para la expansión del sangrado o inflamación del tejido cerebral, también causa una disminución en la cantidad de sangre oxigenada que llega al tejido cerebral. Esto da como resultado el desarrollo de un edema más grande.

Evaluación de la vía aérea y ventilación

Se requiere destreza para evaluar la vía aérea a fin de proporcionar un manejo efectivo. Los proveedores de atención prehospitalaria deben realizar de manera automática muchos aspectos de la evaluación de la vía aérea. Un paciente que se encuentra alerta y hablando al tiempo que entra el proveedor de atención prehospitalaria por una puerta evidentemente tiene una vía aérea permeable. Pero si el NDC del paciente está alterado, es indispensable valorar de forma exhaustiva la vía aérea antes de pasar a otras heridas. Al examinar la vía aérea durante la primera valoración, se deben evaluar los siguientes puntos.

- Posición del paciente y la vía aérea
- Cualquier sonido que provenga de la vía aérea superior
- Obstrucciones de la vía aérea
- Elevación del pecho

Posición del paciente y la vía aérea

Al hacer contacto visual con el paciente, hay que observar la posición en que éste se encuentra. Los pacientes en posición supina con un NDC disminuida están en riesgo de tener obstrucción de la vía aérea por la lengua que cae hacia la vía aérea. La mayoría de los pacientes con trauma serán colocados en posición supina en una camilla para que queden inmovilizados. Cualquier paciente que presente datos de un nivel de conciencia (NDC) disminuido requerirá reevaluaciones constantes para descartar obstrucción de la vía aérea y para la colocación de algún instrumento adyuvante para asegurar que la vía aérea esté abierta. Los pacientes que presentan una vía aérea permeable al encontrarse de costado, pueden presentar obstrucción cuando se colocan en una camilla en posición supina.

Los pacientes con trauma facial masivo y sangrado activo pueden requerir ser mantenidos en la posición en la que son encontrados si de esta forma mantienen su vía aérea permeable. En algunos casos, esto puede significar permitir que el paciente se sienta erguido en tanto se mantenga la vía aérea. Colocar a estos pacientes sobre una camilla en posición supina puede causar obstrucción de la vía aérea y una posible aspiración de sangre. En estos casos, si el paciente mantiene por sí solo la permeabilidad de su vía aérea, la mejor opción es dejarlos tal como están. La succión debe estar disponible, por si es necesario remover la sangre y las secreciones. De ser necesaria, la estabilización de la columna cervical se logra manualmente al sostener la cabeza en la posición necesaria para permitir que se mantenga una vía aérea abierta (Figura 8-10).

Recuerde que el principio es mantener una vía aérea abierta y proporcionar la estabilización de la columna cervical cuando así esté indicado. Este esfuerzo no siempre requiere la tabla completa ni que el paciente se mantenga acostado.

Sonidos de la vía aérea superior

Los ruidos provenientes de la vía aérea superior nunca son un buen signo; se pueden escuchar al acercarse al paciente y por lo general son resultado de una obstrucción parcial de la vía aérea causada ya sea por la lengua, sangre o cuerpos extraños en la vía aérea superior. Los sonidos respiratorios estridentes señalan que la vía aérea se encuentra parcialmente obstruida. Esta obstrucción puede ser anatómica, tal como la lengua que cae hacia la vía aérea o una epiglotis edematosa (inflamada). También puede ser provocada por cuerpos extraños. Una vía aérea edematosa es una situación de urgencia que demanda una acción rápida para prevenir la obstrucción total de la vía aérea. Se deben tomar medidas inmediatas para liberar las obstrucciones y mantener una vía aérea permeable.

Examen de la vía aérea en busca de obstrucciones

Revise la boca del paciente para detectar cualquier material extraño o malformaciones anatómicas evidentes. Remueva los cuerpos extraños si los encuentra (como se analizó antes).



Figura 8-10 La estabilización manual de la columna cervical en un paciente que es capaz de mantener una vía aérea permeable en una posición sentada.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Cortesía de MIEMSS.

Revisión de la elevación torácica

Una elevación del tórax limitada puede ser signo de una vía aérea obstruida. El uso de músculos accesorios y la apariencia de un mayor trabajo respiratorio pueden sugerir un alto índice de sospecha de compromiso de la vía aérea. La elevación asimétrica del pecho puede ser una leve pista de la presencia de un neumotórax, aunque este signo con frecuencia es difícil de identificar en un ambiente prehospitalario.

Manejo

Control de la vía aérea

Asegurar una vía aérea despejada y permeable es la principal prioridad del manejo del trauma y la reanimación, y ninguna acción es más crucial en el manejo de la vía aérea que su adecuada valoración (Figura 8-11). Sin importar cómo se maneje la vía aérea, la lesión de la columna cervical se debe considerar si el mecanismo de la lesión sugiere la posibilidad de esa lesión. El uso de cualquier método del control de la vía aérea requiere que se realice de forma simultánea la estabilización manual de la columna cervical en una posición neutral hasta que el paciente pueda ser inmovilizado por completo (véase el Capítulo 11, Trauma vertebral). La excepción a esta regla sería el trauma penetrante. La información ha demostrado que la inmovilización de la columna no es necesaria en muchos de estos pacientes (véase el Capítulo 11, Trauma vertebral).

Destrezas esenciales

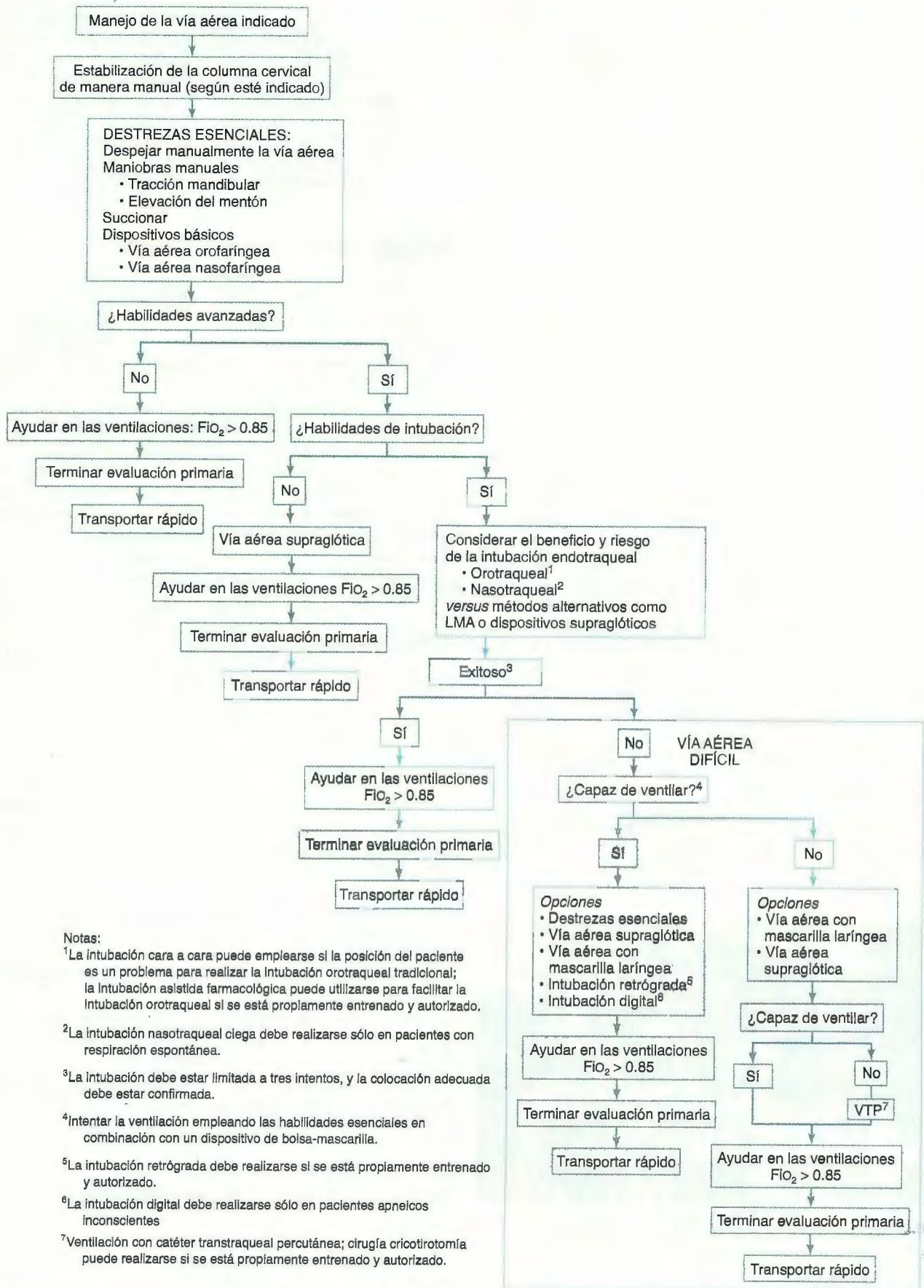
El manejo de la vía aérea en pacientes traumatizados debe ser prioritario con respecto a todos los demás procedimientos, ya que sin una vía aérea adecuada, no es posible obtener un desenlace positivo. El manejo de la vía aérea puede representar un reto, pero en la mayoría de los pacientes, los procedimientos manuales o básicos pueden ser suficientes inicialmente.¹ Incluso los proveedores de atención prehospitalaria, quienes han sido entrenados en técnicas de vías aéreas más complejas, necesitan mantener esa destreza para realizar estas habilidades manuales y básicas, ya que estos métodos, dependiendo de la situación, pueden llevar a un mejor resultado para el paciente. Los proveedores de atención prehospitalaria siempre necesitan sopesar el riesgo *versus* el beneficio de realizar procedimientos complejos altamente invasivos. Tales procedimientos requieren un alto grado de competencia y una supervisión estrecha del director médico, y no deben efectuarse de manera innecesaria.

El mantenimiento de las destrezas de las vías aéreas puede dividirse en tres niveles. La aplicación de estas habilidades, mientras estén dentro del alcance de la práctica del proveedor de atención prehospitalaria, deberían estar manejadas por el paciente, dependiendo de la situación y gravedad del paciente.

Categorías para los dispositivos de las vías aéreas y procedimientos

Manual

Los métodos manuales para la apertura de las vías aéreas son los más fáciles de usar y no requieren de ningún otro equipo más que



Notas:

- ¹La intubación cara a cara puede emplearse si la posición del paciente es un problema para realizar la intubación orotraqueal tradicional; la intubación asistida farmacológica puede utilizarse para facilitar la intubación orotraqueal si se está propiamente entrenado y autorizado.
- ²La intubación nasotraqueal ciega debe realizarse sólo en pacientes con respiración espontánea.
- ³La intubación debe estar limitada a tres intentos, y la colocación adecuada debe estar confirmada.
- ⁴Intentar la ventilación empleando las habilidades esenciales en combinación con un dispositivo de bolsa-mascarilla.
- ⁵La intubación retrógrada debe realizarse si se está propiamente entrenado y autorizado.
- ⁶La intubación digital debe realizarse sólo en pacientes apnéicos inconscientes.
- ⁷Ventilación con catéter transtraqueal percutánea; cirugía cricotirotomía puede realizarse si se está propiamente entrenado y autorizado.

Figura 8-11 Algoritmo del manejo de la vía aérea.

las manos del proveedor de atención prehospitalaria. La vía aérea debe mantenerse con estos métodos, incluso si el paciente tiene un reflejo nauseoso. No existen contraindicaciones para el uso de las técnicas manuales en el manejo de las vías aéreas del paciente traumatizado. Los ejemplos de este tipo del manejo de las vías aéreas incluyen la **elevación del mentón en trauma** y **tracción mandibular en trauma**. Posicionar y liberar manualmente las vías aéreas también está dentro de esta categoría (Figura 8-12).

Simple

El manejo de la vía aérea simple involucra el uso de dispositivos que requieren sólo una pieza de equipo, y la técnica para insertar el dispositivo requiere de por lo menos un entrenamiento mínimo. Los riesgos asociados con la colocación de este tipo de vía aérea son extremadamente bajos en comparación con el beneficio potencial de mantener patente la vía aérea. Cuando la vía aérea se coloca de manera inapropiada, es fácil reconocer y corregir este error. Los ejemplos de estas vías aéreas incluyen la orofaríngea y la nasofaríngea (Figura 8-13).

Complejo

Las vías aéreas complejas incluyen dispositivos de las vías aéreas que requieren de un entrenamiento inicial significativo y luego de un entrenamiento continuo para asegurar un dominio constante. Los dispositivos que están en esta categoría requieren de múltiples piezas de equipo y el posible uso de medicamentos como también de múltiples pasos para insertarlos en la vía aérea y en algunos casos, la visualización directa de la abertura traqueal. Además, las técnicas quirúrgicas como la cricotirotomía (tanto de aguja como quirúrgica) están en esta categoría. La penalidad de errar al emplear vías aéreas complejas es alto lo que puede desencadenar un resultado menor al óptimo para el paciente. El continuo monitoreo de la saturación de oxígeno y del $ETCO_2$ es también altamente recomendado al emplear este grupo de vías aéreas, agregando a la complejidad de su uso. Los ejemplos de estas vías aéreas incluyen los tubos endotraqueales y las vías aéreas supraglóticas (Figura 8-14).

En la Figura 8-15 se observa la división de estos tres métodos para el manejo de las vías aéreas.



Figura 8-12 **A.** Tracción mandibular. Se coloca el pulgar a cada lado del cigoma con el índice y los dedos mayor y anular sobre el ángulo de la mandíbula. Se eleva la mandíbula de forma superior. **B.** Elevación del mentón. La función de la elevación del mentón es similar a la de la tracción mandibular. Se mueve la mandíbula hacia adelante al mover la lengua.



Figura 8-13 **A.** Cánulas orofaríngeas. **B.** Cánulas nasofaríngeas.

Fuente: A. © Jones & Bartlett Learning. Cortesía del MIEMSS.

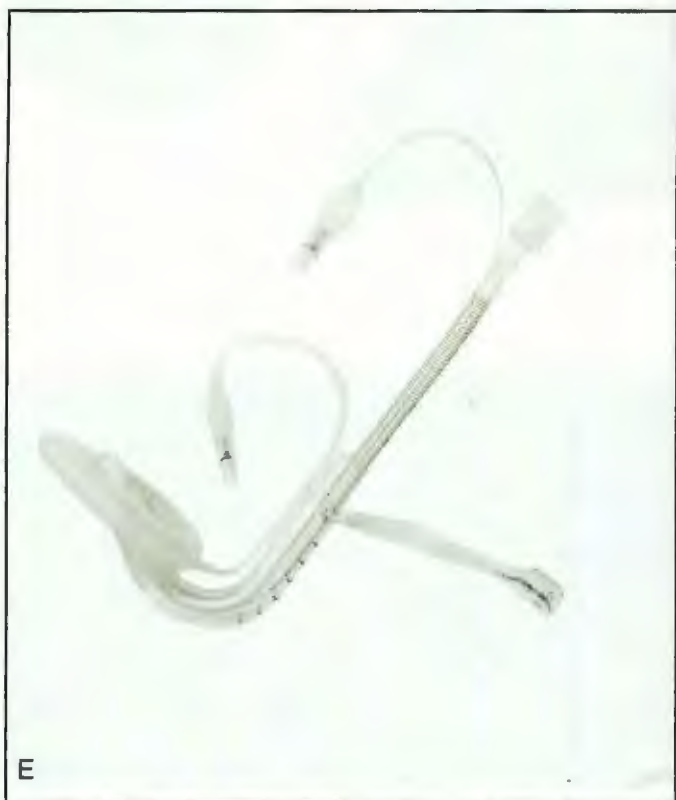


Figura 8-14 A. Cánula laringotraqueal King. B. Tubo combinado (Combitube) C. Cánula con mascarilla laríngea (VAML o LMA) D. Mascarilla laríngea de intubación (LMA) E. LMA intubación con tubo ET.
Fuente: Cortesía de Ambu, Inc. (A-C) y Cortesía de Teleflex, Inc. (D, E).

Figura 8-15 Método para el manejo de las vías aéreas

Manual

- Sólo las manos

Simple

- Cánula orofaríngea
- Cánula nasofaríngea

Complejo

- Intubación endotraqueal
- Dispositivos supraglóticos
- Tratamiento farmacológico/intubación de secuencia rápida
- Traqueotomía percutánea
- Vía quirúrgica

Despeje manual de la vía aérea

El primer paso en el control de la vía aérea es una inspección visual rápida de la cavidad orofaríngea. En la boca de un paciente traumatizado se pueden encontrar cuerpos extraños (p. ej., restos de alimentos), dientes o piezas dentales rotos y sangre. Estos objetos pueden sacarse de la boca deslizándolos hacia afuera con un dedo guantado, o bien, en el caso de sangre o vómitos, succionándolos.

Maniobras manuales

En un paciente que no responde, la lengua se vuelve flácida y cae hacia atrás, bloqueando así la hipofaringe (Figura 8-8). La lengua es la causa más común de obstrucción de la vía aérea. Los métodos manuales para despejar este tipo de obstrucción pueden llevarse a cabo con sencillez, dado que la lengua está unida a la mandíbula y se mueve hacia adelante junto con ella. Cualquier maniobra que desplace la mandíbula de forma anterior jalará la lengua fuera de la hipofaringe:

- **Tracción mandibular.** En pacientes en los que se sospeche trauma en cabeza, cuello o cara, se debe mantener la columna cervical en una posición neutral alineada. La maniobra de tracción mandibular permite al proveedor de atención prehospitalaria abrir la vía aérea con poco o nulo movimiento de la cabeza y columna cervical (Figura 8-12). La mandíbula se tracciona hacia afuera mediante la colocación de los pulgares en cada cigoma (hueso de la mejilla), colocando el índice y dedos mayor y anular en la mandíbula y, en el mismo ángulo, empujándola hacia fuera.
- **Elevación del mentón.** La maniobra de elevación del mentón se utiliza para despejar diversos tipos de obstrucciones anatómicas de la vía aérea en pacientes que respiran de forma espontánea (Figura 8-12). Se toman el mentón y los incisivos inferiores del paciente y se levantan para jalar la mandíbula hacia fuera. El proveedor de atención prehospitalaria debe utilizar guantes para evitar la contaminación con fluidos.

Ambas técnicas dan como resultado el movimiento de la mandíbula en forma anterógrada (hacia arriba) y ligeramente caudal (hacia los pies), jalando la lengua hacia fuera, alejándola de la vía aérea posterior y abriendo la boca. La tracción mandibular empuja la mandíbula hacia fuera, mientras que la elevación del mentón jala la mandíbula. Ambas maniobras, en la forma en que se describen en este capítulo, son versiones modificadas de las formas tradicionales de tracción mandibular y elevación del mentón. Las modificaciones sirven para proporcionarle protección a la columna cervical del paciente al mismo tiempo que se despeja la vía aérea al desplazar la lengua lejos de la faringe posterior.

Succión

Un paciente traumatizado puede no ser capaz de eliminar en forma efectiva la concentración de secreciones, vómito, sangre o cuerpos extraños de la tráquea. Una parte importante en mantener la vía aérea permeable es proveer succión.

La complicación más significativa de la succión es que al hacerla por periodos prolongados produce hipoxemia, que da como resultado efectos detrimentales a nivel del tejido en muchos órganos. La pista clínica más clara de que el paciente se está volviendo hipóxico es una alteración cardíaca (p. ej., taquicardia o disritmias). La preoxigenación del paciente con trauma mediante oxígeno suplementario ayudará a prevenir la hipoxemia. Además, al succionar muy cerca o muy debajo de la laringe (p. ej., al succionar el tubo endotraqueal), el catéter de succión puede estimular ya sea la rama interna del nervio laríngeo superior o el nervio laríngeo recurrente que abastece la laringe por arriba y debajo de las cuerdas, los cuales son vagales de origen. La estimulación vagal puede llevar a una bradicardia (ritmo cardíaco disminuido) grave e hipotensión.

El paciente traumatizado que no ha sido todavía manejado puede requerir succión dinámica de la vía aérea superior. Es posible que, antes de la llegada de los servicios médicos de urgencia (SMU), se hayan acumulado grandes cantidades de sangre y vómito en la vía aérea, mismas que pueden haber comprometido la ventilación y el transporte de oxígeno a los alvéolos. Esta acumulación puede ser mayor de lo que una simple unidad de succión pueda sacar rápidamente. Si esto ocurre, se puede girar al paciente hacia un costado asegurándose de mantener una estabilización cervical adecuada; la gravedad ayudará a despejar la vía aérea. Es preferible utilizar una cánula de succión rígida para despejar la orofaringe. A pesar de que la succión prolongada puede provocar hipoxia, una vía aérea totalmente obstruida evitará por completo el intercambio de gases. Se deben continuar la succión agresiva y el manejo de la posición del paciente mientras la vía aérea no se encuentre despejada, al menos en forma parcial. En ese momento, se puede realizar hiperoxigenación seguida de succión repetida. La hiperoxigenación, al igual que la preoxigenación, pueden lograrse ya sea con una mascarilla de no reinspiración con un flujo alto de oxígeno suplementario o con un sistema bolsa-mascarilla que tenga conectado oxígeno fluyendo a 15 litros por minuto. La meta de la hiperoxigenación es mantener una saturación del oxígeno a 95% o más a nivel del mar.

Al succionar en pacientes intubados a través del tubo endotraqueal (TE), el catéter de succión debe estar fabricado de un material suave para limitar el trauma a la mucosa traqueal y minimizar la resistencia por la fricción. Debe ser lo suficientemente largo para pasar la punta de la vía aérea artificial (de 50 a 55 cm [20 a 22 pulgadas]) y debe tener bordes suaves para prevenir el trauma de la mucosa. El catéter suave probablemente no sea efectivo al succionar grandes cantidades de material externo o fluido de

la faringe del paciente traumatizado, en cuyo caso el dispositivo a elegir será uno con un diseño de punta-amígdala o de diseño Yankauer. En ninguna circunstancia debe colocarse un dispositivo de succión rígido de tipo punta-amígdala o Yankauer al final del tubo endotraqueal.

Al succionar a un paciente intubado, los procedimientos de asepsia son vitales. Esta técnica incluye los siguientes pasos:

1. Preoxigenar al paciente traumatizado con oxígeno a 100% (fracción del oxígeno inspirado [F_{IO₂}] al 1.0).
2. Preparar el equipo manteniendo la esterilidad.
3. Insertar el catéter sin la succión. Se inicia el succionamiento y se continúa hasta por 10 segundos mientras se retira el catéter.
4. Reoxigenar al paciente, y ventilar por lo menos durante cinco ventilaciones asistidas.
5. Repetir como sea necesario, tomando tiempo para que la reoxigenación tenga lugar entre los procedimientos.

Selección de dispositivo

Los problemas que se encuentran en la evaluación primaria requieren tomar una acción inmediata para establecer y mantener una vía aérea abierta. Estos pasos iniciales son maniobras manuales tales como la tracción mandibular y la elevación del mentón. Una vez abierta, la vía aérea se debe mantener así. El dispositivo en particular debe elegirse con base en el nivel de entrenamiento y dominio del proveedor de atención prehospitalaria con respecto a ese dispositivo en especial y con base también en el análisis del riesgo beneficio del uso de varios tipos de dispositivos y técnicas (véase el Capítulo 3, La ciencia, el arte y la ética del cuidado prehospitalario: principios, preferencias y pensamiento crítico). La elección del dispositivo debe estar dirigido al paciente: "¿Cuál es el mejor dispositivo para este paciente en particular en esta situación específica?"

Durante el entrenamiento como también durante la educación continua, los proveedores de atención prehospitalaria a diversos niveles están expuestos a una variedad de dispositivos para ayudar a mantener abierta la vía aérea. La cantidad de entrenamiento se relaciona con la dificultad de la colocación del dispositivo. A nivel del respondedor médico de urgencias, los proveedores de atención prehospitalaria están entrenados para colocar cánulas orofaríngeas. Al otro lado del espectro, los proveedores de atención prehospitalaria avanzados han sido entrenados para emplear dispositivos complejos de vías aéreas, con algunos protocolos que les permiten realizar procedimientos quirúrgicos de vías aéreas.

Tratándose de destrezas complejas como la intubación o la cirugía cricotiroidotomía, cuanto más veces se realice una habilidad, mayor es la probabilidad de un resultado exitoso. El proveedor avanzado de atención prehospitalaria nuevo que ha realizado estos procedimientos sólo en el salón de clases tiene menos probabilidad de intubar a un paciente difícil de manera exitosa, en comparación con un veterano de 10 años que ha realizado estas intervenciones numerosas veces durante su carrera. Mientras más pasos haya en un procedimiento, más difícil es aprender y dominar. Estas habilidades complejas tienen una gran probabilidad de error ya que se requiere de mayor conocimiento y más pasos para llevar a término la intervención. Conforme se incrementa la dificultad de la destrezas, lo mismo

sucede con los requerimientos educativos, tanto en el entrenamiento inicial como en las destrezas de mantenimiento continuo (Figuras 8-16 y 8-17). En general, cuanto más difícil sea realizar un procedimiento, más grande es la penalidad para el paciente en caso de un error. Con los procedimientos de las vías aéreas, esto es particularmente cierto.

Existen varios tipos de dispositivos de vías aéreas, de entre los cuales pueden seleccionarse alguno(s), dependiendo de las necesidades o necesidades potenciales del paciente (Figura 8-18):

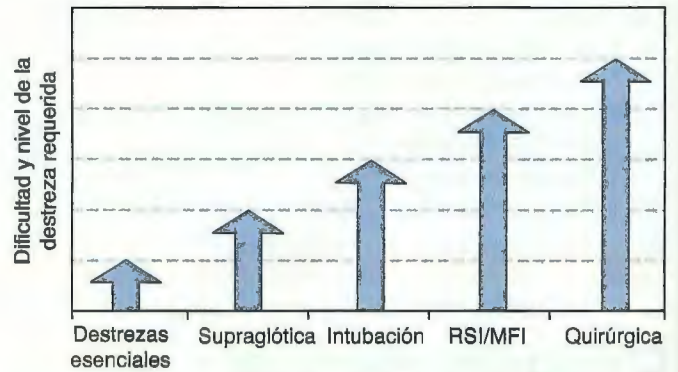


Figura 8-16 Destrezas relacionadas con la vía aérea.

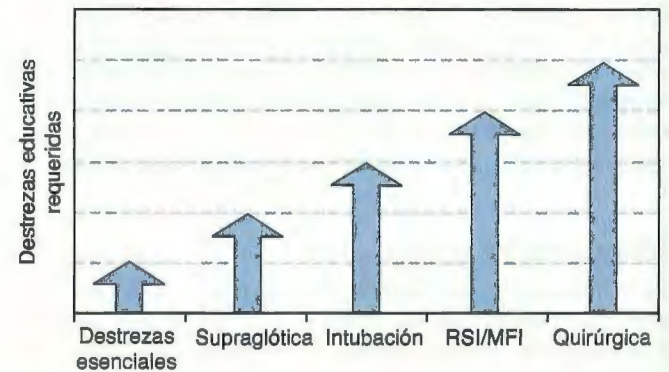


Figure 8-17 Destrezas educativas requeridas.

Figura 8-18 Factores en la selección de dispositivos de la vía respiratoria

El proveedor de atención prehospitalaria debe escoger de entre cualesquiera de los dispositivos disponibles en la caja de herramientas de las vías aéreas con base en una situación en particular. Los factores que influyen en la decisión incluyen, pero no están limitados a, lo siguiente:

- Entrenamiento
- Ayuda disponible
- Tiempo de transportación
- Dificultad percibida
- Destreza para mantener la vía aérea del paciente con un dispositivo simple

- Dispositivos simples
 - Dispositivos que levantan la lengua solamente desde la parte trasera de la faringe
 - Cánula oral
 - Cánula nasal
 - Para ventilar requiere de una máscara (por lo regular con dispositivo de bolsa y mascarilla)
- Vías aéreas complejas
 - Dispositivos que obstruyen la faringe
 - Cánulas supraglóticas
 - Tubo combinado
 - Vía aérea con mascarilla laríngea
 - Tubos laríngeos (LT) (p. ej., TL King)
 - Dispositivos que aíslan la tráquea del esófago
 - Tubo endotraqueal
 - No se requiere de la máscara para ventilar

Dispositivos básicos

Cuando las maniobras manuales relativas a la vía aérea no tienen éxito o cuando se requiere mantener de forma continua una vía aérea permeable, el siguiente paso es el uso de una vía aérea artificial. Después de colocar un dispositivo simple, la decisión de avanzar a una vía aérea compleja puede ser apropiada, dependiendo de cada paciente y de la situación en particular. Los dispositivos simples de la vía aérea se listan a continuación.

Cánula orofaríngea

El dispositivo utilizado con mayor frecuencia es la **cánula orofaríngea** (Figura 8-13). La cánula se inserta ya sea en una forma directa o invertida.

Indicaciones

- Paciente incapaz de mantener permeable su propia vía aérea.
- Para prevenir que el paciente intubado muerda un TE.

Contraindicaciones

- Paciente consciente o semiconsciente.

Complicaciones

- Debido a que estimula el reflejo nauseoso, el uso de una cánula orofaríngea puede causar arcos, vómito y laringoespasmos en pacientes que se encuentran conscientes.

Cánula nasofaríngea

La **cánula nasofaríngea** es un dispositivo suave de plástico que se inserta a través de una de las fosas nasales del paciente y luego sobre la curvatura de la pared posterior de la nasofaringe y orofaringe (Figura 8-13).

Indicaciones

- Paciente incapaz de mantener permeable su propia vía aérea.

Contraindicaciones

- Que no se requiera un dispositivo para mantener la vía aérea.
- La evidencia no apoya la queja de que las fracturas faciales/basilares del cráneo son una contraindicación para la colocación de una cánula nasofaríngea.²

Complicaciones

- El sangrado causado por la inserción puede ser una complicación.

Vías aéreas complejas

Los dispositivos de las vías aéreas complejas y las técnicas de manejo son apropiadas cuando las maniobras simples de las vías aéreas y los dispositivos son inadecuados para mantener patente una vía aérea. En cualquier momento que se considere la colocación de un dispositivo complejo de vías aéreas en un paciente, el proveedor de atención prehospitalaria debe tener en cuenta la posibilidad de que el procedimiento fracase, por lo que debe tener en mente un plan de respaldo. Debe considerarse alternar los métodos para el manejo de la vía aérea y el equipo necesario listo en el evento de que la primera opción de la intervención sea un fracaso.

Dispositivos supraglóticos

Los **dispositivos supraglóticos** ofrecen una alternativa funcional de dispositivos para la intubación endotraqueal (Figuras 8-14 y 8-19). Muchas jurisdicciones permiten el uso de estos dispositivos ya que se requiere de un entrenamiento mínimo para lograr y obtener la competencia. Estos dispositivos se insertan sin una visualización directa de las cuerdas vocales. También son dispositivos de respaldo útiles, cuando los intentos de la intubación endotraqueal son infructuosos, incluso cuando se ha tratado una intubación de secuencia rápida, o cuando, después de una cuidadosa evaluación de la vía aérea, el proveedor de atención prehospitalaria siente que la posibilidad de colocar con éxito es más alta que la intubación endotraqueal. La primera ventaja de los dispositivos supraglóticos es que pueden ser insertados independientemente de la posición del paciente, lo cual puede ser especialmente importante en pacientes traumatizados con dificultad para su acceso y rescate o con una fuerte sospecha de lesión cervical.

Al colocarlos en el paciente, los dispositivos supraglóticos están diseñados para aislar la tráquea del esófago. Ninguno de estos dispositivos proporciona un sello completo de la tráquea; por lo tanto, mientras que el riesgo de aspiración es bajo, no es prevenible del todo.

Figura 8-19 Dispositivos supraglóticos comunes

- Tubo laríngeo King
- Combitube
- Cánula con mascarilla laríngea
- Intubación LMA

Algunos fabricantes han desarrollado dispositivos supraglóticos para uso pediátrico. Los proveedores de atención prehospitalaria deben asegurarse del tamaño adecuado de acuerdo con las especificaciones del fabricante, cuando se use este tipo de dispositivo en pacientes pediátricos.

Indicaciones

- *Proveedores básicos.* Si el proveedor de atención prehospitalaria está entrenado y autorizado, el dispositivo supraglótico es el primer dispositivo de vías aéreas para un paciente traumatizado inconsciente, que carece del reflejo nauseoso, está apneico o ventila a un ritmo menor de 10 respiraciones/minuto.
- *Proveedores avanzados.* Un dispositivo supraglótico con frecuencia es el dispositivo de vías aéreas alternativo cuando el proveedor de atención prehospitalaria es incapaz de realizar la intubación endotraqueal y no puede ventilar con facilidad al paciente con un dispositivo de bolsa-mascarilla y una cánula orofaríngea o nasofaríngea.

Contraindicaciones

- Reflejo nauseoso intacto
- Sin ayuno (alimento reciente)
- Enfermedad esofágica conocida
- Ingestión reciente de sustancias cáusticas

Complicaciones

- Reflejo nauseoso y vómito, si el reflejo nauseoso está intacto
- Aspiración
- Daño al esófago
- Hipoxia si se ventila utilizando el catéter equivocado

Intubación endotraqueal

Por tradición la intubación endotraqueal ha sido el método preferido para lograr un control máximo de la vía aérea en los pacientes



Figura 8-20 Tubo endotraqueal.

Fuente: Cortesía de AMBU

traumatizados que están apnéicos o que requieren de ventilación asistida (Figura 8-20 y 8-21). Sin embargo, estudios recientes, han demostrado que en un ambiente urbano, los pacientes traumatizados lesionados críticamente con una intubación endotraqueal no tienen un mejor resultado que aquellos transportados con dispositivo de bolsa-mascarilla y una cánula orofaríngea.¹ Como resultado, el papel de la intubación endotraqueal ha sido cuestionada cada vez más. Pocos estudios han demostrado algún beneficio de esta técnica.³ La decisión de llevar a cabo una intubación endotraqueal o emplear un dispositivo alternativo debe tomarse después de que la evaluación de la vía aérea ha mostrado la dificultad para la intubación. El riesgo de hipoxia por intentos prolongados de intubación del paciente que tiene dificultades en las vías aéreas debe sopesarse contra la necesidad de insertar un TE. También se tiene que tomar en cuenta el efecto de cualquier incremento en el tiempo necesario en la escena para realizar el procedimiento.

Figura 8-21 Equipo para la intubación endotraqueal

Como con cualquier destreza de soporte de vida avanzado, los proveedores de atención prehospitalaria necesitan tener el equipo adecuado. Los componentes estándar de un kit de intubación deben incluir lo siguiente:

- Laringoscopio con palas rectas y curvas, en tamaños adulto y pediátrico
- Baterías extras y focos de repuesto
- Equipo de succión incluidos catéteres rígidos y flexibles
- Tubos endotraqueales en tamaños adulto y pediátrico
- Estilete
- *Bougie* elástico de goma
- Jeringa de 10 mL
- Lubricante soluble al agua
- Pinzas (fórceps) de Magill
- Dispositivo de detección final para detección de ETCO₂
- Capnógrafo de forma de onda
- Dispositivo de sujeción de tubo



Pronóstico de una intubación endotraqueal potencialmente difícil

Es imperativo que antes de realizar una intubación endotraqueal se haga una evaluación de la dificultad de llevarla a cabo. Existen muchos factores que pueden dificultar una intubación en un paciente traumatizado (Figura 8-22); algunos se relacionan de manera directa con el trauma sufrido; otros se deben a las anomalías anatómicas de la cara y de la vía aérea superior.

Se ha desarrollado la mnemotecnía LEMON para ayudar en la evaluación de la dificultad relativa que estará involucrada en una intubación en particular (Figura 8-23). Aunque no todos los componentes de la mnemotecnía LEMON puede aplicarse al paciente traumatizado en el campo, entenderlos puede ayudar al proveedor de atención prehospitalaria a prepararse para una intubación difícil. Puede optarse por otros procedimientos o dispositivos, si la dificultad del procedimiento se presume demasiado alta.

Figura 8-22 Factores que contribuyen a una intubación difícil

- Mentón retraído
- Cuello corto
- Lengua grande
- Abertura chica de la boca
- Inmovilización cervical o cuello rígido
- Trauma facial
- Sangrado dentro de la vía aérea
- Vómito activo
- Acceso al paciente
- Obesidad

Figura 8-23 Evaluación LEMON para la intubación difícil

L = Mirar externamente (look): buscar las características que se sabe que causan una intubación o ventilación difícil.

E = Evaluar la regla 3-3-2: para permitir el alineamiento de los ejes faríngeal, laríngeal y oral y, por lo tanto, una intubación simple, las siguientes relaciones deberían ser observadas:

- La distancia entre el incisivo superior e inferior debe ser cuando menos de 3 de dos de ancho (3)
- La distancia entre el hueso hioides y la barbilla debe ser cuando menos 3 dedos de ancho (3)
- La distancia entre la tiroides y el piso de la boca debe ser cuando menos 2 dedos de ancho (2)

M = Mallampati: la hipofaringe debe visualizarse de manera adecuada. Esto se ha hecho tradicionalmente al evaluar la clasificación Mallampati.

- Cuando sea posible, se le debe pedir al paciente que se sienta en posición vertical, que habrá totalmente la boca y que saque la lengua tan lejos como sea posible. El examinador entonces observa dentro de la boca con una luz para evaluar el grado de hipofaringe visible. En los pacientes en posición supina, la calificación Mallampati se estima pidiendo al paciente que abra la boca por completo y que saque la lengua; luego con una luz laringoscópica se ilumina la hipofaringe desde arriba.

O = Obstrucción: cualquier condición que provoque una obstrucción de la vía aérea dificultará la laringoscopia y la intubación. Tales condiciones incluyen la epiglotis, el absceso peritonsilar y el trauma.

N = Movilidad del cuello: se trata de un requerimiento vital para una intubación exitosa. Puede evaluarse con facilidad pidiéndole al paciente que coloque su barbilla sobre el pecho y luego extienda el cuello a fin de que vea hacia el techo/cielo. Los pacientes con un inmovilizador de cuello duro obviamente no tienen movimiento del cuello y, por lo tanto, son más difíciles de intubar.



La regla 3-3-2 permite la alineación de los ejes faríngeal, laríngeal y oral, y, por lo tanto, la intubación simple. Las siguientes relaciones deben observarse: A. La distancia entre los dientes incisivos del paciente debe de ser cuando menos de 3 dedos de ancho.

(Continúa en la siguiente página)

Figura 8-23 Evaluación LEMON para la intubación difícil (continuación)



B. La distancia entre el hueso hioides y la barbilla debe ser de al menos 3 dedos de ancho.



C. La distancia entre la tiroides y el piso de la boca debe ser de al menos 2 dedos de ancho.



Clase I
La faringe posterior está completamente expuesta



Clase II
La faringe posterior está parcialmente expuesta



Clase III
La faringe posterior no puede verse; la base de la úvula está expuesta



Clase IV
No pueden verse las estructuras faríngeas posteriores

Las clasificaciones Mallampati se utilizan para visualizar la hipofaringe. Clase I: paladar suave, úvula, fauces, pilares visibles. Clase II: paladar suave, úvula, fauces visibles. Clase III: paladar suave, base de la úvula visible. Clase IV: sólo es visible el paladar duro.

Fuente: Modificado con permiso de Reed, MJ, Dunn MJG, McKeown DW. Can an airway assessment score predict difficulty at intubation in the emergency department? *Emerg Med J.* 2005;22:99-102. (En *Advanced Trauma Life Support*. Chicago: American College of Surgeons; 2008.)

El tiempo de transportación también puede ser un factor al decidir la modalidad apropiada; un ejemplo puede ser el paciente que está siendo mantenido efectivamente con un cánula orofaríngea y una bolsa-mascarilla con un tiempo corto de transporte al centro de trauma. El proveedor de atención prehospitalaria puede elegir no intubar sino transportar mientras se mantiene la vía aérea empleando técnicas simples de vías aéreas. Los proveedores de atención prehospitalaria necesitan evaluar los riesgos *versus* los beneficios al tomar la decisión de realizar procedimientos complejos de vías aéreas.

A pesar de los retos potenciales de este procedimiento, la intubación endotraqueal permanece como el método preferido para controlar las vías aéreas ya que hace lo siguiente:

- Aísla la vía aérea
- Permite la ventilación con 100% de oxígeno (FiO₂ al 1.0)
- Elimina la necesidad de mantener un adecuado sello máscara a cara.

- Disminuye significativamente el riesgo de aspiración (vómito, material extraño, sangre)
- Facilita la succión traqueal profunda
- Previene la insuflación gástrica

Indicaciones, contraindicaciones y complicaciones

Indicaciones

- El paciente es incapaz de proteger su vía aérea
- El paciente con un problema de oxigenación significativa requiere la administración de una alta concentración de oxígeno
- El paciente con un significativo impedimento ventilador requiere de una ventilación asistida.

Contraindicaciones

- Carencia de entrenamiento o de un continuo entrenamiento en la técnica
- Carece de las indicaciones adecuadas
- Proximidad a la instalación receptora (contraindicación relativa)
- Alta probabilidad de una falla en la vía aérea

Complicaciones

- Hipoxemia a partir de intentos prolongados de intubación
- Hipercapnia a partir de intentos prolongados de intubación
- Estimulación Vagal lo que causa bradicardia
- Incremento en la presión intracraneal
- Trauma para la vía respiratoria con hemorragia y edema resultantes
- Intubación del bronquio principal derecho
- Intubación esofageal
- Vómito que lleva a la aspiración
- Diente roto o perdido
- Lesión en las cuerdas vocales
- Conversión de la lesión en la columna cervical sin déficit neuronal a uno con déficit neuronal

Como con todos los procedimientos, el proveedor de atención prehospitalaria, junto con el director médico, hacen juicios riesgo-beneficio al emplear cualquiera de los procedimientos complejos. Realizar los procedimientos simplemente porque "los protocolos lo permiten" es inapropiado. Pensar en los posibles beneficios y los posibles riesgos y llevar a cabo un plan con base en el mejor interés del paciente en una situación dada. Las situaciones difieren drásticamente con base en el tiempo de transportación, la ubicación (urbana *versus* rural) y el nivel de confort del proveedor de atención prehospitalaria al realizar un procedimiento dado (Figura 8-24).

Métodos de intubación endotraqueal

Diversos métodos alternativos están disponibles para realizar la intubación endotraqueal. El método de elección depende de facto-

Figura 8-24 La práctica mejora la tasa de éxito de la intubación

Los estudios han demostrado que la práctica incrementa la probabilidad de éxito al intubar. Aunque no se ha encontrado correlación entre la tasa de éxito y el tiempo como paramédico, existe una correlación entre el número de pacientes intubados por el paramédico y la tasa de éxito. La experiencia con el procedimiento incrementa la probabilidad de éxito.⁴

res como las necesidades del paciente, el nivel de urgencia (orotraqueal *versus* nasotraqueal), la posición del paciente (cara a cara) o entrenamiento y alcance de la práctica (intubación asistida con medicamentos). A pesar del método seleccionado, la cabeza y el cuello del paciente deben estabilizarse en una posición neutral durante el procedimiento y hasta que se termine la inmovilización de la columna. En general, si la intubación no es exitosa después de tres intentos, considere una técnica diferente.

Intubación orotraqueal

La **intubación orotraqueal** involucra el colocar un TE dentro de la tráquea a través de la boca. El paciente sin trauma con frecuencia es colocado en una posición de "olfateo" para facilitar la intubación. Debido a que esta posición hiperextiende la columna cervical a nivel C1-C2 (el segundo sitio más común para la fractura de la columna cervical en un paciente traumatizado) e hiperflexiona a nivel de la C5-C6 (el sitio más común para las fracturas de columna cervical en el paciente traumatizado), no debe emplearse en paciente con trauma por contusión (Figura 8-25).

Intubación nasotraqueal

En los pacientes traumatizados conscientes o en aquellos con un reflejo nauseoso intacto, la intubación endotraqueal puede ser difícil de lograr. Si hay ventilaciones espontáneas presentes, la **intubación nasotraqueal ciega (INTC)** puede lograrse si el beneficio sobrepasa el riesgo. Aunque la intubación nasotraqueal es con frecuencia más difícil de realizar que la visualización directa y la intubación oral, se ha informado de una tasa de éxito de 90% en pacientes traumatizados. Durante el INTC, el paciente debe estar respirando para asegurar que el TE haya pasado a través de las cuerdas vocales. Muchos textos sugieren que el INTC se contraindica en la presencia de trauma a mitad de la cara o en fracturas, pero una investigación más exhaustiva revela que no se ha documentado de un TE que entre al cráneo. La apnea es una contraindicación específica del INTC. Además, ningún estilete se utiliza cuando se emplea un INTC.

Intubación cara a cara

La **intubación cara a cara** se indica cuando las técnicas de intubación por trauma no pueden emplearse debido a la incapacidad del

proveedor de atención prehospitalaria de tomar la posición estándar de la cabeza del paciente traumatizado. Estas situaciones incluyen, pero no están limitadas a lo siguiente:

- Atrapamiento en el vehículo
- Atrapamiento del paciente por escombros

Intubación asistida con medicamentos

La intubación empleando agentes farmacológicos en ocasiones puede requerirse para facilitar la colocación del TE en pacientes lesionados. En manos habilidosas, esta técnica puede facilitar el control efectivo de la vía aérea cuando otros métodos fallan o que de otra manera no son aceptables. Para maximizar la efectividad de este procedimiento y asegurar la seguridad del paciente, la persona que emplea medicamentos para ayudar con la intubación necesita estar familiarizados con los protocolos locales aplicables, los medicamentos y las indicaciones para el uso de la técnica. El empleo de medicamentos para ayudar a la intubación, en particular la intubación de secuencia rápida, tiene su riesgo por encima de aquellos de la intubación por sí sola. La intubación asistida con fármacos es un procedimiento de necesidad, no de conveniencia. La intubación mediante el uso de medicamentos se encuentra dentro de las siguientes dos categorías:

1. **Intubación mediante el empleo de sedantes o narcóticos.** Los medicamentos como el diazepam, midazolam, fentanil o morfina se emplean solos o en combinación, con el objetivo de relajar lo suficiente al paciente para permitir la intubación, pero no para eliminar los reflejos protectores o la respiración. La efectividad de un solo agente farmacológico, como el midazolam, ha sido bien documentada.⁵
2. **Intubación de secuencia rápida (ISR) empleando agentes paralizantes** (Figura 8-26). El paciente está químicamente paralizado después de haber sido sedado. Esto proporciona una parálisis muscular completa, pero remueve todos los reflejos protectores y provoca la apnea. Los estudios han demostrado el desempeño exitoso de la técnica en el campo, con tasas de éxito de intubación por arriba de 90%. Sin embargo, pocos estudios han evaluado

de manera crítica si se afecta el resultado para el paciente.⁶ Un centro reportó su experiencia con el ISR en el campo y documentó que pacientes con lesión cerebral traumática que pasaron por el ISR tuvieron un resultado más pobre que aquellos que no requirieron del ISR.⁷ Un análisis subsecuente mostró que la hiperventilación no reconocida llevó a la hipocarbía y a una hipoxia no reconocida, las cuales fueron los contribuyentes más grandes del resultado.⁸ Otro estudio mostró un mejor resultado a los 6 meses para los pacientes que tuvieron una lesión cerebral traumática y que fueron intubados en el campo en comparación con aquellos intubados en el hospital.⁹ La respuesta final a esta importante pregunta no ha sido respondida por la investigación disponible.



Figura 8-25 Colocar la cabeza del paciente en la posición de "olfateo" proporciona una visualización ideal de la laringe a través de la boca. Sin embargo, tal posición hiperextiende el cuello del paciente a nivel de la C1 y la C2 e hiperflexiona a nivel de la C5 y la C6, los cuales son los dos puntos de fractura más comunes de la columna cervical.

Figura 8-26 Protocolo ejemplo para la intubación de secuencia rápida (ISR)

Preparación

1. Asegurar la disponibilidad del equipo requerido
 - a. provisión de oxígeno
 - b. Dispositivo de bolsa-mascarilla del tipo y tamaño apropiados
 - c. Máscara de reinhalación
 - d. Laringoscopio con palas
 - e. Tubos endotraqueales (TE)
 - f. *Bougie* elástico de goma
 - g. Equipo de vías aéreas quirúrgico y alternativo
 - h. Medicamentos ISR
 - i. Materiales o dispositivos para asegurar el TE después de su colocación
 - j. Equipo de succión
 - k. Monitor cardíaco
 - l. Oxímetro de pulso
 - m. Capnómetro
2. Asegurar que cuando menos una (pero preferiblemente dos) línea intravenosa patente esté presente.

(Continúa en la siguiente página)

Figura 8-26 Protocolo ejemplo para la intubación de secuencia rápida (ISR) (Continuación)

3. Preoxigene al paciente empleando una máscara sin respiración o un dispositivo de bolsa-máscara con 100% de oxígeno. Se prefiere la preoxigenación durante 3 a 4 minutos.
 4. Aplique monitores cardiacos y de pulso.
 5. Si el paciente está consciente, considere el uso de agentes sedantes.
 6. Considerar la administración de agentes sedantes y lidocaína en la presencia de una lesión cerebral traumática potencial o confirmada (Figura 8-27).
 7. Considere el uso de medicamentos analgésicos también, puesto que ninguno de los medicamentos utilizados de manera rutinaria para la inducción o la parálisis son calmantes del dolor.
 8. Después de la administración de agentes paralizantes, utilice la maniobra de Sellick (presión cricoide) para disminuir el potencial de aspiración (Figura 8-28).
 9. Confirme la colocación del TE inmediatamente después de la intubación. Se requiere del monitoreo continuo de la oximetría de pulso y cardiaco durante y después de la ISR. Reconfirme la colocación del TE periódicamente a lo largo del transporte y cada vez que se mueve al paciente.
 10. Repetir las dosis de sedación y agentes paralizantes como sea necesario.
4. Coloque al paciente monitores cardiacos y oxímetro de pulso.
 5. Administre un sedante, como midazolam, si es apropiado.
 6. Administre un analgésico, como fentanil, si es apropiado.
 7. En la presencia de lesión cerebral traumática confirmada o potencial, administre lidocaína (1.5 mg/kg) de 2 a 3 minutos antes de administrar un agente paralizante (Figura 8-27).
 8. Para pacientes pediátricos, prepare atropina (0.01 a 0.02 mg/kg) 1 a 3 minutos antes de administrar el paralizante en el evento de una respuesta vagal a la intubación.
 9. Administre de manera intravenosa un agente paralizante de acción corta como succinilcolina. La parálisis y la relajación debe ocurrir a los 30 segundos.
 - a. Adulto: 1 a 2 mg/Kg
 - a. Pediátrico: 1 a 2 Mg/Kg
 10. Inserte un TE. Si los intentos iniciales no han sido fructíferos, proceda a repetir los intentos con preoxigenación.
 11. Confirme la colocación del TE.
 12. Si nuevamente fracasan los intentos repetidos de lograr una intubación endotraqueal, considere la colocación de una vía aérea alternativa o quirúrgica.
 13. Emplee dosis de un agente paralizante de larga duración, como vecuronium, para continuar con la parálisis.
 - a. Dosis inicial: 0.1 mg/Kg IV
 - b. Dosis subsiguientes: 0.01 mg/Kg cada 30 a 45 minutos
 14. Repetir la dosis de sedación como sea necesario.

Procedimiento muestra

1. Ensamble el equipo requerido
2. Asegure la patencia de las líneas intravenosas
3. Preoxigene al paciente con 100% de oxígeno por aproximadamente 3 a 4 minutos, si es posible.

Nota: los requerimientos varían con los diferentes individuos.

Figura 8-27 Lidocaína para ISR

Durante muchos años se ha debatido el uso de la lidocaína durante la ISR en pacientes con una sospecha de lesión cerebral traumática. El argumento a favor de su uso es que corta el incremento en la presión intracraneal que ocurre durante la intubación. La evidencia de este efecto proviene de manera primordial de estudios con animales. Se carece de evidencia del beneficio de su administración en humanos. Aunque no se ha demostrado que provoque daño, la última palabra sobre su uso todavía está por decirse.

Figura 8-28 Maniobra de Sellick

La preferencia de la maniobra de Sellick ha venido cayendo. Aunque se considera que ésta reduce la posibilidad de aspiración de los contenidos del estómago regurgitados, de hecho hay poca evidencia de que así sea. Varios estudios muestran que el esófago está localizado al lado de la tráquea y que la maniobra Sellick presiona muy poco el esófago.¹⁰⁻¹³ Además, la presión cricoidea puede oscurecer la vista de la laringe y hacer más difícil la intubación.

También, la intubación asistida con medicamentos de cualquier tipo requiere de tiempo para que tenga éxito. Para todo paciente traumatizado para quien está contemplada la intubación, los beneficios de asegurar la vía aérea son sopesados con respecto al tiempo adicional gastado en la escena para realizar el procedimiento.

Indicaciones

- Un paciente que requiere de una vía aérea segura y que es difícil de intubar debido a un comportamiento no cooperativo (como el inducido por la hipoxia, la lesión del cerebro traumática, la hipotensión o la intoxicación)

Contraindicaciones relativas

- Disponibilidad de una vía aérea alternativa (p. ej., supraglótica)
- Trauma facial grave que impide o descarta una intubación exitosa
- Deformidad del cuello o inflamación que complica o descarta la colocación de una vía aérea quirúrgica
- Alergias conocidas a los medicamentos indicados
- Problemas médicos que descartarían el uso de los medicamentos indicados

Contraindicaciones absolutas

- Inhabilidad para intubar
- Inhabilidad para mantener la vía aérea con un dispositivo de bolsa-mascarilla y con una cánula orofaríngea

Complicaciones

- Inhabilidad de insertar un tubo endotraqueal (TE) en un paciente sedado o paralizado que no es capaz de proteger su propia vía aérea o de respirar de manera espontánea; los pacientes que son medicados y que luego no pueden ser intubados requieren de una ventilación prolongada con bolsa-mascarilla hasta que cesa el efecto del medicamento
- Desarrollo de hipoxia o hipercarbia durante los intentos prolongados de intubación
- Aspiración
- Hipotensión, casi todas las drogas tienen el efecto colateral de disminuir la presión sanguínea

Los pacientes que son mediana o moderadamente hipovolémicos, pero que lo compensan, pueden tener una profunda disminución en la presión sanguínea asociada con la administración intravenosa de muchos de estos medicamentos. Se debe tener precaución siempre que se utilicen medicamentos para la intubación (Figura 8-29).

Figura 8-29 Medicamentos empleados con frecuencia para la intubación asistida farmacológicamente

Medicamento	Dosis (adulto)	Dosis (pediátrica)	Indicaciones	Complicaciones/ efectos secundarios
PRETRATAMIENTO				
Oxígeno	Flujo alto; ventilación con ayuda según se necesite para lograr una saturación del oxígeno a 100%, si es posible	Flujo alto; ventilación con ayuda según se necesite para lograr una saturación del oxígeno a 100%, si es posible intubar	Todos los pacientes que son asistidos farmacológicamente	
Lidocaína	1–1.5 mg/kg IV	1.5 mg/kg IV	Lesión cerebral	Convulsiones
Atropina	—	0.01–0.02 mg/kg IV (dosis min: 0.1 mg)	Intubación pediátrica, tratamiento de la bradicardia y exceso de secreciones	Taquicardia
SEDACIÓN INDUCIDA				
Midazolam	0.1–0.15 mg/kg hasta 0.3 mg/kg por vía intravenosa (IV)	0.1–0.15 mg/kg hasta 0.3 mg/kg IV	Sedación	Depresión respiratoria, apnea, hipotensión
Fentanilo	2–3 mcg/kg IV	1–3 mcg/kg IV	Sedación, analgesia	Depresión respiratoria/ apnea, hipotensión, bradicardia
Etomidato	0.2–0.3 mg/kg IV	No aprobado para pacientes con menos de 10 años de edad	Sedación, anestesia inducida	Apnea, hipotensión, vómito

(Continúa en la siguiente página)

Figura 8-29 Medicamentos empleados con frecuencia para la intubación asistida farmacológicamente (*continuación*)

Medicamento	Dosis (adulto)	Dosis (pediátrica)	Indicaciones	Complicaciones/ efectos secundarios
SEDACIÓN INDUCIDA				
Ketamina	1–2 mg/kg IV	1–1.5 mg/kg, lento IV empujar	Sedación, anestesia inducida	Incremento de la presión intraocular, incremento de la presión intracraneal
PARÁLISIS QUÍMICA				
Succinilcolina	1–2 mg/kg IV	1–2 mg/kg IV	Relajación del músculo y parálisis (duración corta)	hiperpotasiemia, fasciculaciones musculares
Vecuronio	0.1 mg/kg IV	0.1 mg/kg IV	Relajación del músculo y parálisis (duración intermedia)	Hipotensión
Rocuronio	0.6–1.2 mg/kg IV	0.6 mg/kg IV	Relajación del músculo y parálisis (duración intermedia)	Hipotensión o hipertensión
Pancuronio	0.04–0.1 mg/kg IV	0.04–0.1 mg/kg IV	Relajación del músculo y parálisis (duración larga)	Taquicardia, hipertensión, salivación

Verificación de la colocación del tubo endotraqueal

Una vez que se ha realizado la intubación, tome medidas específicas para asegurar que el tubo endotraqueal (TE) se ha colocado de manera adecuada en la tráquea. La colocación esofageal desatendida de un TE, si no se reconoce por un período breve, puede dar por resultado una hipoxia profunda, lo que provoca una lesión del cerebro (encefalopatía hipóxica) e incluso la muerte. Por lo tanto, es importante confirmar que la colocación sea la adecuada. Las técnicas para verificar la intubación incluyen el uso tanto de evaluaciones clínicas como de dispositivos adyuvantes.¹³ Las evaluaciones clínicas son las siguientes:

- Visualización directa del TE que pasa a través de las cuerdas vocales
- Presencia de sonidos respiratorios bilaterales (auscultar lateralmente por debajo de la axila) y la ausencia de sonidos de aire por encima del epigastrio
- Visualización de la elevación del pecho y caída durante la ventilación
- Vaho (condensación de vapor de agua) en el TE en la espiración

Desafortunadamente, ninguna de estas técnicas es 100% confiable por sí misma para verificar la adecuada colocación del

TE. Por lo tanto, la práctica prudente involucra evaluar y documentar todos estos signos clínicos, si es posible. En raras ocasiones, debido a la dificultad anatómica, no es posible visualizar el TE que pasa a través de las cuerdas vocales. En un vehículo en movimiento (ya sea por tierra o por aire), el ruido de la máquina puede hacer difícil la auscultación de los sonidos de la respiración, incluso casi imposible. La obesidad y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica pueden interferir con la habilidad de ver el movimiento del pecho durante la ventilación.

Los dispositivos de monitoreo incluyen los siguientes:

- Monitores de ETCO_2 (capnografía)
- Detectores de dióxido de carbono
- Oxímetro de pulso

En un paciente con un ritmo perfusor, el monitoreo de ETCO_2 (capnografía) sirve como el “estándar dorado” para determinar la colocación del TE. Esta técnica debe emplearse en el escenario prehospitalario cuando sea posible. Los pacientes con paro cardíaco no exhalan dióxido de carbono; por lo tanto, ni los detectores de dióxido de carbono ni la capnografía son útiles en pacientes que carecen de un ritmo cardíaco perfusor.

Debido a que ninguna de estas técnicas es universalmente confiable, deben realizarse todas las evaluaciones clínicas que se han referido con anterioridad, a menos que esto sea impráctico, seguidas del uso de cuando menos uno de los dispositivos de

monitoreo. Si alguna de estas técnicas que se empleó para verificar la colocación adecuada sugiere que el TE está puesto en forma incorrecta, debe removerse el TE de inmediato y reinsertarse, volviendo a verificar que haya quedado bien colocado. Todas las técnicas empleadas para verificar el TE deben ser anotadas en el informe del cuidado del paciente.

Aseguramiento del tubo endotraqueal

Una vez que se ha llevado a cabo la intubación endotraqueal, el TE debe mantenerse manualmente en el lugar y verificar que esté colocado en forma adecuada; la profundidad de la inserción del tubo debe estar a nivel de los incisivos centrales (dientes frontales). A continuación, se asegura el TE en el lugar. Diversos productos disponibles en el ámbito comercial pueden servir para asegurar el TE de manera adecuada. Un estudio reciente identificó que la cinta umbilical sostiene el TE de modo tan efectivo como los dispositivos comerciales, sin embargo, se necesita atarse alrededor del TE empleando los nudos y técnicas apropiados. Si hay suficiente personal del SMU presente, como sería lo ideal, se debe asignar a alguien la tarea de sostener manualmente el TE en la posición adecuada y asegurarse de que no se mueva.

Debe considerarse necesario una oximetría de pulso para todos los pacientes que requieran una intubación endotraqueal. Cualquier descenso en la lectura de la oximetría de pulso (p. ej., saturación de oxígeno [SpO₂] o el desarrollo de cianosis requiere verificar de nuevo la colocación del TE. Además, el TE se puede desplazar durante cualquier movimiento del paciente. Reverificar una vez más la posición del TE después de cada vez que se mueva al paciente, tal como colocarlo en una tabla para la espalda, subirlo o bajarlo de la ambulancia o trasladar al paciente escalera abajo.

Técnicas alternativas

Si la intubación endotraqueal ha sido infructuosa después de tres intentos, lo apropiado es considerar el manejo de la vía aérea empleando habilidades manuales y simples descritas previamente y la ventilación con un dispositivo bolsa-mascarilla. *Si la instalación receptora está razonablemente cerca, estas técnicas deben ser la opción más prudente para el manejo de la vía aérea cuando se enfrenta a un tiempo de transporte corto.* Si la instalación apropiada más cercana es más distante, debe considerarse una de las siguientes técnicas alternativas.

Intubación digital

La **intubación digital o táctil** es precursora del uso actual de los laringoscopios para la intubación endotraqueal. En esencial, los dedos del intubador actúan de manera similar a la pala de un laringoscopio al manipular la epiglotis y actuar como una guía para la colocación de un TE. Esta técnica se realiza sin la visualización directa de la vía aérea.

Indicaciones

- Pacientes a quienes no se les pudo hacer la intubación endotraqueal estándar pero cuyas ventilaciones pueden ser asistidas con un dispositivo bolsa-mascarilla
- Cuando no está disponible o falla la laringoscopia

- Cuando la vía aérea está obstruida o bloqueada debido a los grandes volúmenes de sangre o vómito
- Atrapamiento con la inhabilidad de realizar una intubación cara a cara

Contraindicaciones

- Cualquier paciente que no esté comatoso y pudiera morder los dedos del intubador (puede emplearse una mordaza dental o un palo para morder, a fin de mantener abierta la boca del paciente)

Complicaciones

- Intubación esofageal
- Laceraciones o lesiones aplastantes a los dedos del proveedor de atención prehospitalaria
- Hipoxia o hipercapnia durante el procedimiento
- Daño a las cuerdas vocales

Vía aérea con mascarilla laríngea

La **vía aérea con mascarilla laríngea (LMA)**, por sus siglas en inglés) es otra alternativa para un adulto inconsciente o gravemente aturdido y en pacientes pediátricos. El dispositivo consta de un aro de silicón inflable unido diagonalmente a un tubo de silicón (Figura 8-30). Al insertarse, el aro crea un sello de baja presión entre la LMA y la abertura glótica, sin la inserción directa del dispositivo dentro de la laringe misma.

Las ventajas de la LMA son las siguientes:

- Las LMA se diseñó para la inserción a ciegas. Es innecesaria la visualización directa de la tráquea y de las cuerdas vocales.



Figura 8-30 Cánulas con mascarilla laríngea.

Fuente: Cortesía de AMBU, Inc.

- Con una limpieza y almacenaje adecuados, algunas LMA pueden reusarse varias veces.
- Ahora hay disponibles LMA desechables.
- Las LMA están disponibles en un amplio rango de tamaños para grupos de pacientes tanto adultos como pediátricos.

El uso prehospitalario de la LMA hasta ahora ha sido más extendido en Europa que en Norteamérica. Un desarrollo reciente es la introducción de un "LMA de intubación." Este dispositivo se inserta de manera similar al LMA original, pero se pasa un tubo ET flexible a través de la LMA, intubando la tráquea (Figura 8-14). Este método asegura la vía aérea sin la necesidad de visualizar las cuerdas vocales.

Indicaciones

- Se emplea como dispositivo primario de las vías aéreas en algunos sistemas SMU
- Cuando no se es capaz de llevar a cabo una intubación endotraqueal y el paciente no puede ser ventilado empleando un dispositivo bolsa-mascarilla

Contraindicaciones

- Cuando se puede llevar a cabo una intubación endotraqueal
- Entrenamiento insuficiente

Complicaciones

- Aspiración, debido a que el LMA no previene del todo la regurgitación y no protege la tráquea
- Laringoespasma

Cricotiroidotomía con aguja

En raros casos, la obstrucción de la vía aérea del paciente traumatizado no puede ser aliviado por los métodos que se acaban de analizar. En estos pacientes, la cricotiroidotomía con aguja puede realizarse empleando una aguja o catéter colocado de manera percutánea. Se ha demostrado que una adecuada oxigenación se puede lograr por medio de una **ventilación transtraqueal percutánea (VTP)**.¹⁴ Si bien esta técnica proporciona oxigenación, no da una adecuada ventilación en ningún momento. Como resultado, los niveles de dióxido de carbono se elevarán, lo que puede tolerarse durante alrededor de 30 minutos, después de este tiempo, debe hacerse un manejo de la vía aérea formal para evitar que se desarrolle una acidosis respiratoria profunda. Esta técnica es una medida temporal para mantener la oxigenación hasta que se pueda obtener una vía aérea definitiva y proporcionar una ventilación adecuada.

Las ventajas de la VTP son:

- Fácil acceso (los puntos de referencia se reconocen con facilidad)
- Fácil inserción
- Mínimo equipo requerido
- No se necesita ninguna incisión
- Mínimo entrenamiento requerido

Indicaciones

- Cuando todos los demás métodos alternativos del manejo de las vías aéreas fallan o son imprácticos y el paciente no puede ser ventilado con un dispositivo bolsa-mascarilla

Contraindicaciones

- Entrenamiento insuficiente
- Carencia del equipo adecuado
- Destreza para asegurar la vía aérea por otra técnica (como se describió con anterioridad) o la habilidad de ventilar con un dispositivo bolsa-mascarilla

Complicaciones

- Hipercapnia a partir del uso prolongado (la eliminación del dióxido de carbono no es tan efectiva como con los otros métodos de ventilación)⁹
- Daño a las estructuras de alrededor, incluyendo la laringe, la glándula tiroidea, las arterias carótidas, la vena yugular y el esófago

Cricotiroidotomía con cirugía

La **cricotiroidotomía con cirugía** involucra la creación de una abertura quirúrgica en la *membrana cricotiroides*, la cual yace entre la laringe (cartilago tiroidea) y el cartilago cricoides. En la mayoría de los pacientes, la piel es muy delgada en ese lugar, lo que posibilita el acceso inmediato a la vía aérea.¹⁵ Considere esta técnica como el último recurso para el manejo de la vía aérea prehospitalaria.

Existen diversas maneras de lograr la cricotiroidotomía. El método tradicional es hacer una incisión en la piel y en la membrana cricotiroides mediante el escalpelo. El método alternativo es emplear uno de los diferentes tipos de equipos para la cricotiroidotomía disponibles de manera comercial. Aprender a emplear estos equipos es más fácil que llevar a cabo una cricotiroidotomía quirúrgica y por lo general crean una abertura más larga que la cricotiroidotomía con aguja pero más pequeña que la técnica quirúrgica.

El uso de esta vía aérea quirúrgica en el campo prehospitalario es polémico. Las complicaciones son comunes con este procedimiento.¹⁶ Las destrezas competentes de la intubación endotraqueal deben minimizar la necesidad de incluso considerar su uso. *La cricotiroidotomía con cirugía nunca debe ser el método inicial de control de la vía aérea.* No hay suficiente información hasta el momento que apoye la recomendación de establecer la cricotiroidotomía como estándar nacional para el uso rutinario en el manejo prehospitalario de la vía aérea.

Para que esta técnica sea exitosa en el campo de práctica real, el entrenamiento debe llevarse a cabo con tejido real. Los maniqués actuales y otros dispositivos de simulación no duplican el tejido real y la sensación de la anatomía del paciente. La primera exposición del proveedor de atención prehospitalaria al tejido real no debe ser con un paciente moribundo. Además, esta habilidad, quizás más que otras intervenciones de la vía aérea, requiere de la práctica frecuente a fin de mantener la familiaridad anatómica y las habilidades necesarias para realizarla de manera correcta en solo segundos durante una

urgencia verdadera. Por lo regular no hay segundas oportunidades para hacerlo bien. Debe hacerse correctamente la primera vez.

Indicaciones

- El trauma medio de la cara masivo descarta el uso del dispositivo bolsa-mascarilla
- La inhabilidad de controlar la vía aérea empleando maniobras menos invasivas
- Hemorragia traqueobronquial en curso

Contraindicaciones

- Cualquier paciente que haya sido intubado con seguridad, ya sea oralmente o nasalmente
- Pacientes con lesiones laringotraqueales
- Niños menores de 10 años
- Pacientes con una enfermedad laringeal aguda de origen traumático o infeccioso
- Entrenamiento insuficiente

Complicaciones

- Tiempo de procedimiento prolongado
- Hemorragia
- Aspiración
- Mala colocación o pasaje falso del TE
- Lesión en las estructuras del cuello o vasos
- Perforación del esófago

Mejora continua de la calidad

Con publicaciones que cuestionan la efectividad de la intubación prehospitalaria del paciente traumatizado, es importante que el director médico o su designado revisen individualmente las intubaciones realizadas fuera del hospital o las técnicas de vías aéreas invasivas. Esto es incluso más imperativo cuando se han usado medicamentos para facilitar el intento de intubación. Los puntos específicos son los siguientes:

- Apego al protocolo y procedimientos
- Número de intentos
- Confirmación de la colocación del tubo y los procedimientos empleados para la verificación
- Resultado y complicaciones
- Indicaciones adecuadas para el uso de los agentes de inducción, en caso de que éstos se empleen
- Documentación adecuada sobre las dosis de los medicamentos y monitoreo del paciente durante y después de la intubación

Un programa de mejora continua de la calidad (MCC) efectiva para el manejo de las vías aéreas no debe verse como un "castigo" sino como una oportunidad educacional para los proveedores de atención prehospitalaria, la gerencia y el director médico. Puesto que la mayoría de los programas MCC son autorreportados, cualquier resultado que sea empleado para disciplinar a un proveedor de atención prehospitalaria en particular puede dar como resultado

un mal informe. El MCC debe estar vinculado de manera directa a un programa de educación continua dentro de la organización. Después de identificar un problema en el desempeño, el componente educacional debe ser desarrollado para atender esos temas. Las evaluaciones de seguimiento deben tomar lugar para determinar si el componente educacional ha sido efectivo.

Dispositivos ventilatorios

Todo paciente con trauma debe recibir soporte ventilatorio adecuado con oxígeno suplementario para asegurarse de corregir o evitar por completo la hipoxia. Al decidir qué método o equipo utilizar, los proveedores de atención prehospitalaria deben considerar los siguientes dispositivos y sus concentraciones de oxígeno respectivas (Figura 8-31).

Mascarillas de bolsillo

Sin importar qué tipo de mascarilla se elija para brindar apoyo ventilatorio a un paciente traumatizado, la mascarilla ideal debe tener las siguientes características:

1. Sellar en forma adecuada
2. Estar equipada con una válvula de una sola vía
3. Estar fabricada con material transparente
4. Tener un puerto para oxígeno suplementario
5. Estar disponible en tamaños adulto, pediátrico e infantil

La ventilación boca a mascarilla provee volúmenes corrientes adecuados si se asegura un sello fuerte sobre la cara, aun cuando la maniobra la realicen individuos que no la practiquen con frecuencia.

Sistema bolsa-mascarilla

El sistema bolsa-mascarilla consiste en una bolsa autoinflable y un dispositivo de no reinspiración; puede ser utilizado con dispositivos básicos (cánula orofaríngea, o cánula nasofaríngea) o complejos (endotraqueales, nasotraqueales). La mayoría de los sistemas bolsa-mascarilla que se encuentran disponibles en la actualidad en el mercado tienen un volumen de 1600 mL y pueden proporcionar una concentración de oxígeno de 90 a 100%. Algunos modelos vienen con un detector colorimétrico de dióxido de carbono. Sin embargo, un proveedor de atención prehospitalaria que intenta ventilar utilizando una bolsa-válvula-mascarilla puede proporcionar un bajo volumen corriente debido a la incapacidad tanto de crear un sello adecuado de la mascarilla sobre el rostro del paciente como a la vez apretar la bolsa de forma adecuada. Se requiere práctica frecuente de esta habilidad para asegurar que la técnica sea efectiva y que el paciente con trauma recibe un soporte ventilatorio adecuado.

Dispositivos activados manualmente (activados por oxígeno)

Los dispositivos activados manualmente (impulsor de oxígeno) pueden entregar concentraciones de oxígeno de 100%. Debido a que

Figura 8-31 Dispositivos ventilatorios y concentración de oxígeno

Dispositivo	Flujo en litros (L/minuto)	Concentración de oxígeno*
SIN OXÍGENO SUPLEMENTARIO		
Boca a boca	N/A	16%
Boca a mascarilla	N/A	16%
bolsa-mascarilla	N/A	21%
CON OXÍGENO SUPLEMENTARIO		
Cánula nasal	1–6	24–45%
Boca a mascarilla	10	50%
Mascarilla facial simple	8–10	40–60%
bolsa-mascarilla sin reservorio	8–10	40–60%
bolsa-mascarilla con reservorio	10–15	90–100%
Mascarilla de no reinspiración con reservorio	10–15	90–100%
Válvula a demanda	N/A	90–100%
Ventilador	N/A	21–100%

*Los porcentajes indicados son aproximados.

N/A, no aplicable.

Estos dispositivos no permiten que el proveedor de atención prehospitalaria sienta la distensibilidad del pecho durante el proceso de ventilación, se debe tener cuidado de no sobreinflar los pulmones. Mantener un sello sobre la cara con el dispositivo es fácil, ya que el mecanismo de activación requiere sólo una mano para operar. Las complicaciones pueden incluir la distensión gástrica, el sobreinflado de los pulmones, barotrauma y ruptura de los pulmones. Estos dispositivos no deben emplearse en el campo excepto en circunstancias inusuales.

Ventiladores de presión positiva

Los ventiladores de volumen de presión positiva durante el transporte prolongado han sido empleados en el ambiente aeromédico. Sin embargo, más unidades de tierra están ahora adoptando el uso de ventilación mecánica como un medio para controlar el ritmo, la profundidad y el volumen minuto de los pacientes traumatizados. Algo importante es que sólo se deben emplear los ventiladores de volumen con las alarmas apropiadas y el control/alivio de la presión. Estos ventiladores no necesitan ser tan sofisticados como los que se utilizan en el hospital, tienen sólo unos cuantos modos simples de ventilación, como se muestra a continuación:

Ventilación con control de asistencia (A/C)

La ventilación con control de asistencia (A/C) es quizá el modo más ampliamente utilizado en la transportación prehospitalaria desde la escena hasta el servicio de urgencias. La configuración del A/C envía las ventilaciones a un ritmo y volumen corriente preestablecidos. Si los pacientes inician la respiración por cuenta propia, se entrega una ventilación adicional de un volumen corriente comple-

to, lo cual puede dar lugar a un apilamiento de la respiración y a que los pulmones se inflen en exceso.

Ventilación mandatoria intermitente

La ventilación mandatoria intermitente (VMI) proporciona un ritmo y un volumen corriente a los pacientes. Si los pacientes inician su propia respiración, sólo la cantidad que ellos jalan en realidad por su propia voluntad será la que sea entregada.

Presión positiva al final de la espiración

La presión positiva al final de la espiración (PEEP, por sus siglas en inglés) proporciona un elevado nivel de presión al final de la espiración, manteniendo los sacos alveolares y las pequeñas vías aéreas abiertas y llenas de aire por más tiempo. Esta intervención proporciona mayor oxigenación. Sin embargo, al incrementar la presión al final de la espiración y, por lo tanto, la presión torácica en general, la PEEP puede disminuir la sangre que regresa al corazón. En pacientes hemodinámicamente inestables, la PEEP puede disminuir más la presión sanguínea. La PEEP debe evitarse también en pacientes con lesiones cerebrales traumáticas. El incremento de la presión torácica puede elevar la presión intracraneal.

Configuración inicial para las ventilaciones mecánicas

Ritmo

El ritmo se establece inicialmente entre 10 y 12 respiraciones por minuto en pacientes adultos sin respiración.

Volumen tidal

El volumen corriente o tidal (v_t) se establece utilizando de 5 a 7 mL/kg del peso corporal ideal del paciente. Debe emplearse como guía, por lo que puede ajustarse en el paciente traumatizado.

PEEP

El PEEP debe establecerse inicialmente en 5 centímetros de agua (H_2O cm). Esta configuración mantendrá lo que se conoce como PEEP fisiológico, el cual es la cantidad de PEEP que está presente normalmente en la vía aérea antes de la intubación. Una vez intubado, esta presión positiva se pierde. Aunque pueden necesitarse niveles elevados de PEEP conforme empeora la lesión traumática, esto rara vez tiene lugar en las primeras horas luego del evento traumático. El proveedor de atención prehospitalaria puede encontrar pacientes que requieran altos niveles de PEEP durante la transferencia del paciente de un hospital a otro. El personal del hospital antes de la transferencia tendrá que establecer estos niveles de PEEP. Debe proveerse cuidado si el PEEP se incrementa, conforme surjan las posibles complicaciones adversas.

- Reducción de la presión sanguínea secundaria a disminución del regreso torácico
- Aumento de la presión intracraneal
- Incremento de la presión intratorácica lo que lleva a un neumotórax o neumotórax a tensión

Concentración de oxígeno

La concentración de oxígeno debe establecerse para mantener una saturación de 95% o mayor a nivel del mar en el paciente traumatizado.

Alarma/disparo de presión alta

La alarma de alta presión y el disparo de alivio de la presión debe establecerse a no más de 10 cm H_2O por encima de la presión necesaria para ventilar normalmente al paciente (presión inspiratoria pico). Se debe observar un cuidado al establecer la alarma por encima de los 40 cm de H_2O . Se ha demostrado que los niveles superiores a estos producen barotrauma y una alta posibilidad de neumotórax. Si se necesitan más de 40 cm de H_2O para entregar el volumen corriente deseado, entonces se requiere reevaluar la vía aérea y reprogramar el volumen corriente. Disminuir el volumen corriente e incrementar el ritmo para mantener la misma ventilación alveolar por minuto puede ser una acción prudente en este caso.

Como con cualquier alarma, si la correspondiente a la presión alta continúa activa por más de unas cuantas respiraciones, se debe quitar del ventilador al paciente y ventilarlo manualmente con un dispositivo bolsa-mascarilla mientras se evalúan el circuito del ventilador y el TE. El paciente también debe reevaluarse para incrementar el desempeño. Este incremento de compliancia o resistencia puede ser provocado por muchos factores. El más común, al principio del cuidado del paciente traumatizado, puede ser ya sea el neumotórax a tensión o un incremento en el NDC, lo que provoca un "taponamiento" en el TE. El neumotórax a tensión debe tratarse con la descompresión del pecho como se ha indicado. Un incremento en el NDC debe tratarse mediante la administración de un agente sedante, si lo hay disponible. Otros problemas potenciales incluyen

el desplazamiento u obstrucción del TE. En ningún caso el proveedor de atención prehospitalaria debería continuar incrementando el límite de la presión superior y la alarma.

Alarma de presión baja

La alarma de la presión baja alerta al proveedor de atención prehospitalaria sobre la conexión entre el paciente y el ventilador esta desconectada o si se está perdiendo un volumen significativo a través de la fuga en el circuito del ventilador. En la mayoría de los ventiladores de transporte, esta alarma está preestablecida y no puede ser ajustada.

Evaluación

Oximetría de pulso

El uso de la oximetría de pulso en el ambiente prehospitalario se ha incrementado durante las décadas pasadas. El uso apropiado de los dispositivos de la oximetría de pulso permite una detección temprana del compromiso pulmonar o del deterioro cardiovascular antes de que se hagan evidentes los signos físicos. Los oxímetros de pulso son particularmente útiles en las aplicaciones prehospitalarias, debido a su alta confiabilidad, portabilidad, facilidad de aplicación y aplicabilidad a todos los rangos de edad y razas (Figura 8-32).

Los oxímetros de pulso proporcionan las mediciones de saturación de oxígeno (SpO_2) y pulso. El SpO_2 se determina midiendo el radio de absorción de la luz roja e infrarroja que pasa a través del tejido. Un microprocesador correlaciona los cambios en la absorción de la luz provocada por la pulsación de la sangre a través de las capas vasculares para determinar la saturación arterial y el pulso. El SpO_2 normal es mayor a 94% a nivel del mar. Cuando el SpO_2 cae por debajo de 90%, la entrega del oxígeno a los tejidos está gravemente comprometida. En altitudes más altas, los niveles aceptables de SpO_2 son más bajos que a nivel del mar. Los proveedores de atención prehospitalaria deben saber cuáles niveles de SpO_2 son aceptables a altitudes más altas, si se trabaja en tales condiciones.



Figura 8-32 Oxímetro de pulso.

Para asegurar lecturas precisas del oxímetro de pulso, deben seguirse las siguientes guías generales:

1. Emplear el tamaño y tipo de sensor apropiados.
2. Asegurar la alineación adecuada del sensor de luz.
3. Asegurar que las fuentes y fotodetectores estén limpios, secos y en buen estado.
4. Evitar colocar el sensor en sitios edematosos gruesos (inflamados).
5. Remover cualquier barniz de uñas que pudiera estar presente.

Los problemas comunes que pueden producir una medición imprecisa del SpO_2 incluyen los siguientes:

- Movimiento excesivo
- Humedad en los sensores SpO_2
- Aplicación y colocación inadecuadas del sensor
- Perfusión pobre del paciente o vasoconstricción por la hipotermia
- Anemia
- Envenenamiento con monóxido de carbono

En un paciente traumatizado crítico, el oxímetro de pulso puede ser menos que precisado debido al estado pobre de la capilaridad. Por lo tanto, la oximetría de pulso es un agregado valioso a la “caja de herramientas” sólo cuando se combina con un conocimiento completo de la fisiopatología del trauma, una severa evaluación, y destrezas de intervención.

Capnografía

La **capnografía** o monitoreo de la concentración final de dióxido de carbono ($ETCO_2$), se ha utilizado en las unidades de cuidado intensivo desde hace muchos años. Los avances recientes en la tecnología han permitido el desarrollo de unidades más pequeñas y más durables para uso prehospitalario (Figura 8-33). La capnografía mide la presión parcial del dióxido de carbono (PCO_2 o $ETCO_2$) en una muestra de gas. Si esta muestra se toma al final de la exhalación del paciente con una buena perfusión periférica, se correlaciona estrechamente con el PCO_2 ($PaCO_2$) arterial. Sin embargo, en un paciente con múltiples traumas con una perfusión comprometida, la correlación de $ETCO_2$ con la PCO_2 arterial permanece cuestionable.^{17,18}

La mayoría de las unidades de cuidado crítico dentro de la instalación hospitalaria emplea la técnica de la corriente principal. Esta técnica coloca un sensor directamente dentro de la “corriente principal” del gas exhalado. En el paciente que está siendo ventilado con un dispositivo bolsa-mascarilla, el sensor se coloca entre el dispositivo de la bolsa-mascarilla y el TE. En el paciente crítico, la $PaCO_2$ es generalmente de 2 a 5 mm Hg más alto que el $ETCO_2$. (Una lectura normal del $ETCO_2$ en el paciente traumatizado crítico es de 30 a 40 mm Hg.) Aunque estas lecturas pueden no reflejar totalmente el $PaCO_2$ del paciente, trabajar para mantener las lecturas entre los niveles normales por lo regular es benéfico para el paciente.

Aunque la capnografía se correlaciona estrechamente con el $PaCO_2$, algunas condiciones causarán variaciones en la precisión. Estas condiciones se ven con frecuencia en el ambiente prehospitalario e incluyen la hipotensión, la presión intratorácica alta y cualquier incremento en el espacio muerto de la ventilación, así como



Figura 8-33 Detector de mano de la concentración final del dióxido de carbono.

Fuente: Cortesía de DRE Medical Equipment.

con la embolia pulmonar. Por lo tanto, el seguir las tendencias de los niveles del $ETCO_2$ puede ser más importante que enfocarse en lecturas específicas.

La capnografía continua proporciona otra herramienta en el manejo prehospitalario del paciente traumatizado. Las decisiones iniciales sobre la transportación se basan en las condiciones físicas y ambientales. Por ejemplo, sería inapropiado hacer tiempo para colocar los monitores al paciente, si éste está perdiendo sangre. En su lugar, la capnografía debe emplearse para monitorear la colocación del TE y monitorear continuamente el estatus del paciente durante la transportación. Una caída repentina en el dióxido de carbono expirado puede dar como resultado ya sea un desalojo del TE o una disminución en la perfusión por lo que se requiere de una reevaluación pronta del estado del paciente y de la posición del TE.¹⁹

Transportación prolongada

El manejo de la vía aérea del paciente antes y durante un transporte prolongado requiere de una toma de decisión compleja por parte del proveedor de atención prehospitalaria. Las intervenciones para controlar y asegurar la vía aérea, especialmente empleando técnicas complejas, dependen de numerosos factores, incluyendo las lesiones mismas del paciente, las habilidades clínicas del proveedor de atención prehospitalaria, el equipo disponible y la distancia y el tiempo de transportación al cuidado definitivo. Los riesgos y los beneficios de todas las opciones disponibles deben ser consideradas antes de tomar la decisión final sobre la vía aérea. Tanto una gran distancia por recorrer como un tiempo largo de transportación disminuyen el

umbral para asegurar la vía aérea con la intubación endotraqueal. Para los transportes de 15 a 20 minutos, las habilidades esenciales, incluyendo la vía aérea oral y la ventilación bolsa-mascarilla, pueden ser suficientes. El uso de transporte médico aéreo también disminuye el umbral para realizar una intubación endotraqueal, el ambiente estrecho y ruidoso dificulta la evaluación y el manejo continuo de la vía aérea.

Cualquier paciente que necesite el manejo de la vía aérea o soporte requiere de un monitoreo continuo. La oximetría de pulso continua debe realizarse en pacientes traumatizados sólo durante el trayecto, y la capnografía debe considerarse para todos los pacientes intubados. La pérdida de $ETCO_2$ indica que el circuito del ventilador se ha desconectado o, más importante aún, que se ha desacomodado el TE o que la perfusión del paciente ha disminuido de manera significativa. Todas estas causas requieren de una acción inmediata.

En los pacientes que requieren intervenciones en las vías aéreas o ventilación es necesario registrar diversos signos vitales. La confirmación de la intubación endotraqueal, como se describió anteriormente, debe ser realizada cada vez que se mueve al paciente o se le cambia de posición. También es buena idea confirmar con frecuencia la seguridad de cualquier dispositivo de la vía aérea.

Es necesario reevaluar con cuidado a todo paciente que requiera FIO_2 o PEEP, a fin de mantener la oxigenación. Las posibles causas incluyen el desarrollo de un neumotórax o el empeoramiento de las contusiones pulmonares. Cualquier neumotórax que se conozca o que se sospeche debe monitorearse estrechamente para el

caso del desarrollo de un neumotórax a tensión, por lo que debe realizarse una descompresión pleural, si se compromete la hemodinámica. Si el paciente tiene un neumotórax abierto sellado, la indicación sería abrir para liberar cualquier presión que se haya acumulado. Si el paciente está recibiendo una ventilación de presión positiva, ésta puede convertirse de un neumotórax simple a un neumotórax a tensión.

Los pacientes quemados deben recibir oxígeno suplementario para mantener el SpO_2 mayor a 95%, mientras que aquellos con envenenamiento con monóxido de carbono conocido o con sospecha de éste deben recibir 100% de oxígeno.

Antes de embarcarse en una transportación prolongada del paciente, deben calcularse las necesidades potenciales de oxígeno, por lo que suficientes cantidades de oxígeno deben estar disponibles para el trayecto (Figura 8-34). Una buena regla práctica es llevar 50% más de oxígeno que el que se anticipa usar.

Puede que se requiera de una sedación intermitente para un paciente intubado agitado. La sedación disminuye el trabajo de respirar y de cualquier "pelea con el ventilador" cuando se utilice la ventilación mecánica. Si se seda al paciente, deben administrarse pequeñas dosis de benzodiazepinas por vía intravenosa. El uso de agentes bloqueadores neuromusculares también puede considerarse si el paciente es significativamente combativo, si la vía aérea está asegurada con un TE y si el proveedor de atención prehospitalaria está entrenado en forma adecuada y tiene las credenciales necesarias.

Figura 8-34 Tamaño del tanque de oxígeno y duración

Tasas de flujo (L/min)	Tamaño del tanque y duración (en horas)				
	D	E	M	G	H/K
2	2.5	4.4	24.7	38.2	49.7
5	1	1.8	9.9	15.3	19.9
10	0.5	0.9	4.9	7.6	9.9
15	0.3	0.6	3.3	5.1	6.6

Nota: esta tabla muestra la duración aproximada en horas de varios tamaños de tanques de oxígeno y las tasas de flujo. El número se basa en la suposición de que el tanque de oxígeno está completamente lleno a 2100 libras por pulgada cuadrada.



Resumen

- El paciente traumatizado es susceptible a varias lesiones que pueden impedir la ventilación y el intercambio de gases.
- El trauma en el pecho, la obstrucción de la vía aérea, la lesión al sistema nervioso central y la hemorragia pueden tener como resultado una inadecuada perfusión del tejido.
- Para cuidar de manera adecuada al paciente traumatizado, el proveedor debe entender y ser capaz de hacer lo siguiente:
 - Integrar los principios de ventilación y del intercambio de gases con la fisiopatología del trauma para identificar a los pacientes con una inadecuada perfusión

- Relacionar los conceptos de volumen por minuto y oxigenación con la fisiopatología del trauma
- Explicar los mecanismos por medio de los cuales el oxígeno suplementario y el soporte ventilador son benéficos para el paciente traumatizado
- En las situaciones que involucren varios pacientes traumatizados, formular un plan para el manejo de las vías aéreas y la ventilación
- En consideración de la investigación actual, entender los riesgos *versus* los beneficios al discutir nuevos procedimientos invasivos
- Determinar la dificultad de la intubación endotraqueal mediante la examinación del paciente
- En un escenario dado, desarrollar un plan para el manejo de las vías aéreas para un paciente individual en una ubicación específica
- Manejar la vía aérea tiene sus riesgos. Al aplicar determinadas destrezas y modalidades, el riesgo tiene que sopesarse en contra del beneficio potencial para un paciente en particular. Lo que puede ser la mejor opción para un paciente en cierta situación puede no serlo para otro con una presentación similar.
- Las habilidades de pensamiento crítico son necesarias para hacer los mejores juicios para el paciente traumatizado.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Usted y su compañero son enviados a atender un choque de una motocicleta en un camino rural con muchas curvas. Los compañeros motociclistas del lesionado informan que éste viajaba muy rápido, por lo que no pudo librar una curva cerrada y fue lanzado sobre la valla de contención contra un árbol. Ellos llevaron al paciente del terraplén hasta la carretera.

A su llegada, usted encuentra a un oficial de policía que mantiene la vía aérea abierta empleando una cánula nasofaríngea y administrando oxígeno vía mascarilla no recirculante. El oficial de policía le informa que el paciente ha estado inconsciente desde su llegada. Usted observa que el casco del lesionado tiene un daño significativo y también que el húmero derecho está deformado y la pierna baja se encuentra angulada.

- ¿Qué indicadores de compromiso a la vía aérea son evidentes en este paciente?
- ¿Qué otra información, si la hay, buscaría usted en los testigos o en los respondedores médicos de urgencia?
- Describa la secuencia de acciones que tomaría para manejar a este paciente antes y durante su transportación.

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

La evidencia física en la escena del incidente sugiere que el conductor ha estado sujeto a importantes fuerzas cinéticas, capaces de crear lesiones que ponen en riesgo la vida. La posición del paciente sugiere que ocurrieron múltiples impactos.

El paciente muestra varios signos que comprometen las vías aéreas e insuficiencia ventilatoria. Aunque su estado respiratorio aparece dentro de los parámetros normales, muestra un NDC alterado y requiere de succión frecuente.

El personal respondedor médico de urgencias ya se encuentra administrando oxígeno y ha manejado la vía aérea con una cánula nasofaríngea. Usted continúa con el soporte ventilatorio y mantiene la estabilización de la columna cervical mientras evalúa la dificultad de una intubación endotraqueal. Tiene cuidado de asegurarse de que la vía aérea permanezca permeable y que las ventilaciones manuales son efectivas.

Después de evaluar la vía aérea del paciente, usted determina que será difícil la intubación, por lo que decide que debido a los 12 minutos de transportación, la dificultad anticipada de intubar al paciente y a que el paciente apoya sus propias respiraciones, usted manejará las vías aéreas del paciente con la cánula nasofaríngea y continuará monitoreando las vías aéreas y las respiraciones.

Después de mover con rapidez al paciente a la ambulancia para transportarlo, usted le coloca un oxímetro de pulso y monitorea la ETCO₂. Establece una vía intravenosa en camino a la instalación de trauma receptora. Tiene cuidado en mantener efectivamente inmovilizada la columna y con frecuencia evalúa la condición del paciente. Para asegurar una activación adecuada de la respuesta al trauma de la instalación receptora, usted notifica al centro de trauma tan rápido como le es posible durante el transporte. A la llegada al centro de trauma, transmite con brevedad toda la información con respecto al incidente, al paciente y las intervenciones médicas al doctor que lo recibe y a otros miembros del equipo de trauma.

Referencias

1. Stockinger ZI, McSwain NE Jr. Prehospital endotracheal intubation for trauma does not improve survival over bag-mask ventilation. *J Trauma*. 2004;56(3):531.
2. Roberts K, Whalley H, Bleetman A. The nasopharyngeal airway: dispelling myths and establishing the facts. *Emerg Med J*. 2005;22:394-396.
3. Davis DP, Koprowicz KM, Newgard CD, et al. The relationship between out-of-hospital airway management and outcome among trauma patients with Glasgow Coma Scale Scores of 8 or less. *Prehosp Emerg Care*. 2011;15(2):184-192.
4. Garza AG, Gratton MC, Coontz D, et al. Effect of paramedic experience on orotracheal intubation success rates. *J Emerg Med*. 2003;25(3):251.
5. Dickinson ET, Cohen JE, Mechem CC. The effectiveness of midazolam as a single pharmacologic agent to facilitate endotracheal intubation by paramedics. *Prehosp Emerg Care*. 1999;3(3):191.
6. Wang HE, Davis DP, O'Connor RE, et al. Drug-assisted intubation in the prehospital setting. *Prehosp Emerg Care*. 2006;10(2):261.
7. Davis DP, Hoyt DB, Ochs M, et al. The effect of paramedic rapid sequence intubation on an outcome in patients with severe trauma brain injury. *J Trauma*. 2003;54:444.
8. Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head-injured patient. *J Trauma*. 2004;57:1.
9. Bernard SA, Nguyen V, Cameron P, et al. Prehospital rapid sequence intubation improves functional outcome for patients with severe traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *Ann Surg*. 2010;252(6):959-965.
10. Smith KJ, Dobranowski J, Yip G, Dauphin A, Choi PT. Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology*. 2003;99(1):60-64.
11. Werner SL, Smith CE, Goldstein JR, Jones RA, Cydulka RK. Pilot study to evaluate the accuracy of ultrasonography in confirming endotracheal tube placement. *Ann Emerg Med*. 2007;49(1):75-80.
12. Butler J, Sen A. Best evidence topic report. Cricoid pressure in emergency rapid sequence induction. *Emerg Med J*. Nov 2005;22(11):815-816.
13. O'Connor RE, Swor RA. Verification of endotracheal tube placement following intubation. *Prehosp Emerg Care*. 1999;3:248.
14. Frame SB, Simon JM, Kerstein MD, et al. Percutaneous transtracheal catheter ventilation (PTCV) in complete airway obstruction: a canine model. *J Trauma*. 1989;29:774.
15. American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. Airway management and ventilation. In *Advanced Trauma Life Support, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012.
16. Mabry RL, Frankfurt A. An analysis of battlefield cricothyrotomy in Iraq and Afghanistan. *J Spec Oper Med*. 2012;12(1):17-23.
17. Warner KJ, Cuschieri J, Garland B, et al. The utility of early end-tidal capnography in monitoring ventilation status after severe injury. *J Trauma*. 2009;66:26-31.
18. Cooper CJ, Kraatz JJ, Kubiak DS, Kessel JW, Barnes SL. Utility of prehospital quantitative end tidal CO₂? *Prehosp Disaster Med*. 2013;28(2):87-93.
19. Silvestri S, Ralis GA, Krauss B, et al. The effectiveness of out-of-hospital use of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubations within a regional emergency medical services system. *Ann Emerg Med*. 2005;45:497.

Lecturas sugeridas

- American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012.
- Brainard C. Whose tube is it? *JEMS*. 2006;31:62.
- Dunford JV, David DP, Ochs M, et al. The incidence of transient hypoxia and heart rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med*. 2003;42:721.
- Soubani AO. Noninvasive monitoring of oxygen and carbon dioxide. *Am J Emerg Med*. 2001;19:141.
- Walls RM, Murphy MF, eds. *Manual of Emergency Airway Management*. 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams Wilkins Publishers/Wolters Kluwer Health; 2008.
- Weitzel N, Kendal J, Pons P. Blind nasotracheal intubation for patients with penetrating neck trauma. *J Trauma*. 2004;56(5):1097.

DESTREZAS ESPECÍFICAS

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación

Tracción mandibular en trauma

Principio: abrir la vía aérea sin mover la columna cervical.



1 Tanto en la tracción mandibular como en la elevación del mentón, se mantiene la estabilización manual neutral en línea de la cabeza y cuello mientras la mandíbula se desplaza anteriormente (hacia adelante). Esta maniobra mueve la lengua hacia afuera, lejos de la hipofaringe, y mantiene la boca ligeramente abierta.

Desde una posición sobre la cabeza del paciente, el proveedor de atención prehospitalaria coloca sus manos a ambos lados de la cabeza del paciente, con los dedos apuntando en dirección **caudal** (hacia los pies del paciente).

Dependiendo del tamaño de las manos del proveedor de atención prehospitalaria, los dedos se extienden sobre la cara y alrededor del ángulo de la mandíbula del paciente.



2 Se aplica ligera presión con estos dedos para desplazar la mandíbula del paciente hacia adelante y ligeramente hacia abajo (hacia los pies del paciente).

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*

Tracción mandibular alterna en trauma

Principio: abrir la vía aérea sin mover la columna cervical.



La tracción mandibular en trauma también puede llevarse a cabo mientras se está a lado del paciente, frente a la cabeza de éste. Los dedos del proveedor de atención prehospitalaria deben apuntar hacia la parte superior de la cabeza. Dependiendo del tamaño de las manos del profesional de la salud, los dedos se colocan a lo largo de la cara y alrededor del ángulo de la mandíbula del paciente. Con gentileza, se aplica presión con estos dígitos para desplazar la mandíbula hacia adelante y ligeramente hacia abajo (hacia los pies del paciente).

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)

Levantamiento del mentón en trauma

Principio: abrir la vía aérea sin mover la columna cervical.



Desde la posición por encima de la cabeza del paciente, la cabeza y la nuca se mueven en una posición neutral en línea y se mantiene la estabilización manual. El proveedor de atención prehospitalaria se coloca al lado del paciente entre sus hombros y caderas, viendo de frente la cabeza del paciente. Con la mano más cercana a los pies del paciente, el profesional de atención prehospitalaria toma los dientes o la mandíbula inferior del paciente entre su pulgar y sus dos primeros dedos por debajo de la barbilla del lesionado. El proveedor ahora jala la barbilla hacia adelante y ligeramente caudal, elevando la mandíbula y abriendo la boca.

Cánula orofaríngea

Principio: un dispositivo para mantener la vía aérea permeable en forma mecánica en un paciente sin reflejo nauseoso.

La cánula orofaríngea está diseñada para mantener la lengua del paciente desplazada hacia adelante, fuera de la faringe. La cánula orofaríngea está disponible en varios tamaños. Evaluar de manera adecuada el tamaño que corresponde a cada paciente es indispensable para asegurar la vía aérea. *Colocar una cánula orofaríngea en la hipofaringe está contraindicado en pacientes con reflejo nauseoso.*

Existen dos métodos efectivos para insertar la cánula: levantando mandíbula y lengua y usando un abatelenguas. Sin importar qué método se utilice, el proveedor de atención prehospitalaria principal estabiliza la cabeza y cuello del paciente en una posición neutral en línea mientras un ayudante mide e inserta la cánula orofaríngea.

Método de inserción levantando mandíbula y lengua



1

El primer proveedor de atención prehospitalaria alinea la cabeza y cuello en una posición neutral en línea y los mantiene estables mientras abre la vía aérea del paciente con la maniobra de tracción mandibular. El segundo paramédico mide y selecciona la cánula orofaríngea adecuada. La distancia de la esquina de la boca del paciente al lóbulo es una buena estimación del tamaño.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*



2 La vía aérea del paciente se abre con la maniobra de levantar el mentón. Se gira la cánula de modo que el extremo distal apunte hacia la parte superior de la cabeza del paciente (el extremo ancho apunta hacia la cabeza del paciente) e inclina la cánula hacia la boca abierta.



3 Se inserta la cánula en la boca del paciente y se rota para ajustarse a los contornos de la anatomía del paciente.



4 Se rota la cánula hasta que su curvatura interior descansa contra la lengua hacia la faringe posterior. Los bordes de la cánula deben estar descansando contra la superficie externa de los dientes del paciente.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)

Método de inserción con abatelenguas

El método de inserción usando un abatelenguas es probablemente más seguro que traccionar la mandíbula, debido a que elimina el riesgo de punchar o desgarrar por accidente los guantes o la piel con dientes rotos o afilados. Este método también elimina la posibilidad de ser mordido, si el grado de pérdida de conciencia del paciente no es tan profundo como se había valorado o si ocurre cualquier tipo de convulsión.



1 El primer proveedor de atención prehospitalaria alinea la cabeza y el cuello en una posición neutral en línea y los mantiene estables mientras abre la vía aérea del paciente con la maniobra de tracción mandibular. El segundo proveedor mide y selecciona el tamaño adecuado de la cánula orofaríngea.



2 El segundo proveedor de atención prehospitalaria abre la boca del paciente jalando el mentón e inserta el abatelenguas en la boca del paciente para mover la lengua hacia afuera y mantener abierta la vía aérea.



3 Se inserta el abatelenguas con el extremo distal basculado apuntando hacia los pies del paciente y la punta distal apuntando a la boca del paciente siguiendo la curvatura de la vía aérea.



4 Se avanza la cánula orofaríngea hasta que el extremo con los bordes descansen contra la superficie externa de los dientes del paciente.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*

Cánula nasofaríngea

Principio: un dispositivo que se utiliza para mantener una vía aérea permeable por vía mecánica en un paciente con o sin reflejo nauseoso.

La cánula nasofaríngea es un simple dispositivo que proporciona una forma efectiva de mantener una vía aérea patente en pacientes que pueden conservar el reflejo nauseoso. La mayoría de los pacientes tolerará la cánula si ésta es de tamaño adecuado. Las cánulas nasofaríngeas vienen en varios tamaños (diámetros internos de 5 a 9 mm), y la longitud varía en relación con el diámetro. Las cánulas nasofaríngeas por lo regular están hechas de un material flexible similar al hule. No se recomienda el uso de cánulas nasofaríngeas rígidas para trabajo en el campo.



1

El primer proveedor de atención prehospitalaria alinea la cabeza y cuello en una posición neutral en línea y los mantiene estables mientras abre la vía aérea del paciente con la maniobra de tracción mandibular. Un segundo proveedor de atención prehospitalaria examina las fosas nasales del paciente con una linterna y selecciona la que sea de mayor tamaño, menos desviada u obstruida (por lo general, la fosa nasal derecha). Enseguida selecciona la cánula nasofaríngea del tamaño adecuado para la narina del paciente, un tamaño ligeramente más pequeño que el diámetro de la fosa nasal (con frecuencia equivale al diámetro del dedo meñique del paciente).



2

La longitud de la cánula también es importante. La cánula nasofaríngea debe ser suficientemente larga para permitir el adecuado paso de aire entre la lengua del paciente y la faringe posterior. La distancia de la nariz del paciente al lóbulo de la oreja es un buen estimado del tamaño adecuado.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*



3 Se lubrica de forma adecuada el extremo distal (extremo angosto) de la cánula con un gel hidrosoluble.



4 Se introduce con lentitud la cánula nasofaríngea en la fosa nasal elegida. La inserción debe ser en una dirección de anterior a posterior a lo largo del piso de la cavidad nasal, no en una dirección de superior a inferior. Si se encuentra resistencia en la parte posterior de la fosa nasal, un movimiento suave de rotación entre los dedos al tiempo que se mueve la cánula hacia adelante y hacia atrás por lo general ayudará a pasar la cánula entre los huesos de los cornetes de la cavidad nasal sin causar daño. Si la resistencia persiste, no se debe forzar el paso de la cánula nasofaríngea a través de la obstrucción, sino que se debe retirar, lubricar de nuevo la punta, e intentar colocarla en la otra fosa nasal.



5 El segundo proveedor de atención prehospitalaria continúa la inserción hasta que el extremo con bordes de la cánula quede en la parte anterior de la narina o hasta que el paciente presenta arqueos. Si esto ocurre, se debe retroceder ligeramente la cánula.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)

Ventilación con bolsa-mascarilla

Principio: es el mejor método para asistir la ventilación.

La ventilación con un dispositivo bolsa-mascarilla tiene una ventaja sobre todos los otros sistemas de soporte ventilatorio, y es que le proporciona al proveedor de atención prehospitalaria retroalimentación mediante la forma en que se siente la bolsa (compliance). La retroalimentación positiva le asegura al profesional de atención prehospitalaria una ventilación adecuada; cambios en la retroalimentación indican pérdida del sello de la mascarilla, la presencia de una vía aérea patológica o un problema torácico que interfiere con la ventilación adecuada. Esta "sensación" y el control que ésta proporciona hacen del sistema de bolsa-mascarilla un método adecuado para asistir la ventilación. La portabilidad y el alistamiento para su uso inmediato lo hace útil para la inmediata entrega de ventilaciones a la identificación de la necesidad.

Sin embargo, sin oxígeno suplementario el sistema de bolsa-mascarilla proporciona una concentración de oxígeno de sólo 21%, o una fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) de 0.21; tan pronto como sea posible, se debe conectar a la mascarilla un reservorio de oxígeno y una fuente de oxígeno suplementario de alta concentración. Cuando se conecta el oxígeno sin un reservorio, la FiO_2 queda limitada a 0.50 o menos; con un reservorio, la FiO_2 es de 0.85 o más.

Si el paciente que está siendo ventilado está inconsciente y sin reflejo nauseoso, se debe insertar una cánula orofaríngea de tamaño adecuado antes de intentar ventilar con bolsa-mascarilla. Si el paciente conserva su reflejo nauseoso, se debe colocar una cánula nasofaríngea de tamaño adecuado antes de intentar asistir la ventilación.

Existen varios dispositivos de bolsa-mascarilla disponibles, incluyendo modelos desechables para uso en un solo paciente, que son relativamente económicos. Las diferentes marcas tienen distintos diseños de bolsas, válvulas y reservorios. Todas las partes usadas deben ser del mismo modelo y marca, ya que por lo general no son intercambiables entre distintas marcas.

Hay dispositivos de bolsa-mascarilla disponibles en tamaño adulto, pediátrico y neonatal. Aunque es posible utilizar una bolsa de adulto en una mascarilla pediátrica en caso de urgencia, se recomienda el uso del tamaño adecuado de la bolsa para una práctica segura. Se logra la adecuada ventilación de un adulto cuando se alcanza un mínimo de 800 mL de aire por respiración (preferentemente de 1000 a 200 mL por respiración).

Cuando se ventila con cualquier aparato de presión positiva, la insuflación de aire debe detenerse una vez que el pecho se ha elevado al máximo. Cuando se utiliza un sistema de bolsa-mascarilla se debe observar el pecho para alcanzar una insuflación máxima y se debe sentir la bolsa para identificar cualquier incremento en la resistencia en ella cuando la expansión de los pulmones alcanza su máximo. Se requiere un tiempo adecuado de exhalación (un índice de 1 a 3 entre el tiempo de inhalación y el tiempo de exhalación). Si no se permite el tiempo adecuado, se presentan "respiraciones acumuladas", con mayor volumen de inhalación que de exhalación. Este tipo de respiraciones provoca un bajo intercambio de gases y causan hiperinflación de los pulmones, incremento de presión intratorácica, disminución del retorno venoso al corazón provocando compromiso de la circulación, apertura del esfínter esofágico y distensión gástrica.

Método con dos proveedores

Es más fácil proporcionar ventilaciones con sistema de bolsa-mascarilla con dos o más proveedores de atención prehospitalaria que con uno solo. El primer proveedor puede enfocar su atención en mantener un sello adecuado de la mascarilla, en tanto que el segundo proporciona un adecuado volumen de aire utilizando ambas manos para oprimir la bolsa.



1

El primer proveedor de atención prehospitalaria se arrodilla a la cabeza del paciente y mantiene estabilización manual de la cabeza y cuello en una posición neutral en línea.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)



2 Se coloca la mascarilla sobre la nariz y boca del paciente, y se mantiene en posición con los pulgares en la parte lateral de la mascarilla al tiempo que se jala la mandíbula hacia ella. Los otros dedos proporcionan estabilización manual y mantienen una vía aérea permeable.



3 El segundo proveedor prehospitalario se arrodilla a un lado del paciente y oprime la bolsa con ambas manos para inflar los pulmones.

Cánula supraglótica

Nota: el Combitube y la cánula King se emplean en las siguientes ilustraciones solamente para propósitos de demostración. Otras marcas de cánulas supraglóticas pueden emplearse de acuerdo con la preferencia local.

Combitube

Principio: dispositivo mecánico empleado para abrir y mantener una vía aérea cuando no se puede intubar.

La cánula supraglótica proporciona a los proveedores de atención prehospitalaria una alternativa funcional de las vías aéreas. Esta combinación de cánulas son dispositivos aceptables en el campo prehospitalario y por lo general no requieren de un entrenamiento extensivo para lograr su dominio. La gran ventaja de las cánulas es que se insertan de manera independiente de la posición del paciente (inserción "ciega"), lo cual puede ser especialmente importante en pacientes traumatizados con una fuerte sospecha de lesión cervical. Los indicadores para colocar una cánula supraglótica son las mismas para la colocación de cualquier otra: la necesidad de tener una vía aérea patente en el paciente. Cada fabricante de cánulas supraglóticas identifica los requerimientos de edad y tamaño pertinentes para su cánula. El proveedor de atención prehospitalaria debe seguir siempre las recomendaciones del fabricante para seleccionar el tamaño, las contraindicaciones y procedimientos específicos de inserción.

Antes de insertar una cánula supraglótica, como con cualquier otra cánula invasiva, el paciente se preoxigena con una alta concentración de oxígeno mediante un dispositivo de las vías aéreas o un procedimiento manual.

Como con otra pieza de equipo médico, la doble luz debe inspeccionarse y probar antes de la inserción. El extremo distal de la cánula debe lubricarse con un lubricante soluble al agua.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*



1 El proveedor de atención prehospitalaria detiene las ventilaciones y remueve todos los dispositivos de las vías aéreas. Si el paciente está en posición supina, la lengua y la mandíbula inferior se levantan con una mano (elevación del mentón).



2 Se inserta el extremo del tubo. (Al insertar la cánula, debe evitarse el desgarre del manguito con los dientes rotos o prótesis dentales.) El Combitube se inserta hasta que el marcador se alinea con los dientes del paciente.



3 Utilizando una jeringa larga, se infla el manguito faringeal con 100 mL de aire y se retira la jeringa. El dispositivo debe asentarse por sí mismo en la faringe posterior justo por delante del paladar duro.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)



4 Empleando una pequeña jeringa, se infla el manguito distal con 15 mL de aire y se retira la jeringa. Por lo general el globo será colocado (inflado) en el esófago del paciente. El proveedor de atención prehospitalaria empieza la ventilación a través del tubo esofageal (por lo regular marcado con un #1).



5 Si la auscultación del sonido de la respiración es positiva y la insuflación gástrica es negativa, el proveedor de atención prehospitalaria continúa la ventilación a través del tubo esofageal.



6 Si la auscultación del sonido de la respiración es negativa y la insuflación gástrica es positiva, el proveedor de atención prehospitalaria ventila de inmediato con el tubo traqueal corto (por lo general marcado con un #2); después se vuelve a hacer la auscultación del sonido de la respiración y del sonido gástrico para confirmar la colocación adecuada del tubo. El proveedor de atención prehospitalaria continúa ventilando al paciente e inicia la transportación inmediata a una instalación adecuada.

Todas las cánulas esofageales requieren que el paciente carezca de reflejo nauseoso. Si el paciente recupera la conciencia y empieza a sentir náusea o a vomitar, se remueven estos dispositivos de inmediato. La extubación de la cánula esofageal casi siempre causa vómito o regurgitación. En consecuencia, el equipo de succión debe estar disponible cuando se remueve el dispositivo. Debido al riesgo de contacto con fluidos corporales, observe las precauciones estándar.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*

Dispositivo supraglótico laringotraqueal King

Principio: la cánula de conducto simple laringotraqueal King es un dispositivo insertado a ciegas empleado para proporcionar la ventilación del paciente traumatizado.

El tubo laringotraqueal King (tubo laríngeo) se emplea en pacientes de más de 1.2 m (4 pies) de altura y en quienes el riesgo de aspiración es considerado bajo. El tubo laringotraqueal King es un tubo de conducto simple con un manguito distal y uno oral (proximal). A diferencia de las cánulas de doble conducto, aquí hay solo un tubo ventilador y un puerto de inflación. El diseño simplifica el procedimiento de inserción de este dispositivo. Debe observarse que el tubo laringotraqueal King no proporciona protección por aspiración. De hecho, el fabricante enumera la carencia de ayuno como una contraindicación para su uso como también en "situaciones donde los contenidos gástricos pudieran estar presentes incluidas lesiones múltiples o masivas, lesión abdominal o torácica aguda, pero no limitadas a éstas..." Por lo tanto, se debe tener cuidado para evitar la aspiración cuando se emplee el tubo laringotraqueal King en estas situaciones.



1 El proveedor prehospitalario escoge el tamaño correcto del tubo laringotraqueal King, con base en la altura del paciente. El sistema de inflación del manguito se prueba al inyectar el volumen recomendado máximo de aire dentro del manguito con una jeringa larga. El segundo proveedor preoxigena al paciente.



2 El primer proveedor aplica un lubricante a base de agua al extremo biselado distal y el aspecto posterior del tubo y sostiene con su mano dominante el tubo laringotraqueal King. Con la otra mano, el primer proveedor abre la boca del paciente y le eleva el mentón. El segundo proveedor mantiene la columna cervical tan estable como sea necesario.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*



3 El primer proveedor introduce el extremo del tubo dentro de la boca del paciente y avanza por detrás de la base de la lengua. Luego lo rota hasta la línea media conforme el extremo alcanza la pared posterior de la faringe.



4 El primer proveedor avanza el tubo laringotraqueal King hasta que la base del conector esté alineado con los dientes del paciente.



5 El primer proveedor infla el manguito con una jeringa larga. Los volúmenes típicos de inflación son los siguientes:

- Talla 3, 45-60 mL
- Talla 4, 60-80 mL
- Talla 5, 70-90 mL



6 El primer proveedor une un dispositivo bolsa-mascarilla al tubo laringotraqueal King. Mientras se ventila con gentileza al paciente para evaluar la ventilación, el primer proveedor simultáneamente retira la cánula hasta que la ventilación es fácil y de libre flujo (gran volumen corriente con mínima presión en la vía aérea). Las marcas de referencia vienen en el extremo próximo del tubo laringotraqueal King, lo cual, cuando éste se alinea con los dientes superiores, proporciona una indicación de la profundidad de la inserción.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)



- 7 El primer proveedor confirma la posición adecuada mediante la auscultación, el movimiento del pecho y la verificación del dióxido carbono por medio de la capnografía. El primer proveedor reajusta la inflación del manguito a 60 cm H₂O (o para sellar el volumen). Asimismo, asegura el tubo laringotraqueal King al paciente utilizando para ello una cinta u otros medios aceptados. Si se desea se puede emplear una mordaza.

*Adaptado de las instrucciones del fabricante del tubo laringotraqueal King.

Vía aérea con mascarilla laríngea

Principio: dispositivo mecánico empleado para mantener abierta la vía aérea sin una visualización de la vía aérea.

La vía aérea con mascarilla laríngea (LMA) es un dispositivo de vía aérea que inserta el proveedor de atención prehospitalaria sin la necesidad de una visualización directa con las cuerdas vocales. Esta técnica de inserción ciega tiene sus ventajas sobre la intubación endotraqueal, puesto que son menores los requerimientos de entrenamiento y la retención de la destreza es fácil de lograr. Su desventaja es que, aunque forma un sello alrededor de la abertura glótica, este sello no es tan oclusivo como el del manguito del tubo endotraqueal. La aspiración permanece como un problema potencial. Otro posible problema es que, con el fin de insertar un LMA, es necesario que el proveedor de atención prehospitalaria inserte sus dedos dentro de la boca del paciente. Esto limita la utilidad de la LMA a los pacientes totalmente inconscientes. Como con cualquier cánula en el paciente traumatizado, la estabilización debe mantenerse todo el tiempo que dure el procedimiento.



- 1 El proveedor de atención prehospitalaria desinfecta el manguito de la mascarilla y aplica lubricante soluble al agua a la superficie posterior. El LMA se sostiene con la mano dominante, entre el pulgar y los demás dedos, en la unión del manguito y el tubo.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)



2 El proveedor de atención prehospitalaria toma la mandíbula con la otra mano, abre la boca del paciente y le inserta el LMA dentro de la boca del paciente. Luego presiona el extremo del manguito contra el paladar duro y aplasta el manguito contra éste.



3 El LMA es guiado, sin forzarlo, dentro de la boca, y se le hace avanzar hacia la faringe.



4 El proveedor de atención prehospitalaria continúa avanzando el LMA dentro de la hipofaringe hasta sentir una resistencia definitiva. Coloca el extremo del tubo de la cánula en el lugar mientras quita sus dedos de la boca del paciente.



5 El proveedor de atención prehospitalaria infla el manguito con suficiente aire para mantener el sello. Nunca debe sobreinflarlo puesto que puede dañar las estructuras de las vías aéreas.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)



6

El proveedor de atención prehospitalaria une el dispositivo bolsa-mascarilla a la LMA y confirma los sonidos de respiración con la bolsa.

Intubación orotraqueal visualizada en el paciente de trauma

Principio: asegurar una vía aérea definitiva sin manipular la espina cervical.

La intubación orotraqueal visualizada en el paciente traumatizado se realiza con su cabeza y nuca estabilizadas en una posición neutral en línea. La intubación orotraqueal mientras se mantiene una estabilización manual en línea requiere de entrenamiento adicional y práctica más allá de la intubación para pacientes no traumatizados. Como con todas las habilidades, el entrenamiento requiere de la observación, crítica y de la certificación inicial y cuando menos dos veces al año hecha por el director médico o el designado.

En pacientes hipóxicos en los que no está presente un paro cardíaco, la intubación no debe ser la maniobra inicial de las vías aéreas. El proveedor de atención prehospitalaria debe realizar la intubación sólo si ha preoxigenado al paciente con una alta concentración de oxígeno empleando una cánula adyuvante o una maniobra manual. Contactar con la faringe profunda al intubar un paciente gravemente hipóxico sin preoxigenación puede producir con facilidad una estimulación vagal, lo que da por resultado una bradicardia peligrosa.

El proveedor de atención prehospitalaria no debe interrumpir la ventilación por más de 20 segundos al intubar al paciente. La ventilación no debe ser interrumpida por más de 30 segundos por cualquiera razón.

La intubación orotraqueal visualizada es extremadamente difícil en los pacientes conscientes o en pacientes con un reflejo nauseoso intacto. El proveedor de atención prehospitalaria debe considerar el uso de anestesia tópica o agentes paralizantes después del entrenamiento adicional, el desarrollo de un protocolo y la aprobación del director médico del SMU.

Para un proveedor de atención prehospitalaria novato, el uso de un laringoscopio de hojas rectas tiende a producir menos fuerza rotacional (jalando la cabeza del paciente hacia la posición de "olfateo") que aquella producida por el uso de una pala curva. Sin embargo, debido a que el éxito de la tasa de intubación se relaciona con frecuencia con el confort del proveedor de atención prehospitalaria con un diseño dado, el estilo de la selección de la pala para el laringoscopio permanece como una cuestión de preferencia individual.

Nota: el collar cervical limitará el movimiento de la mandíbula hacia delante y terminará la abertura de la boca. Por lo tanto, después de que se asegura la adecuada inmovilización de la columna, se quita el collar cervical, se mantiene la estabilización de la columna cervical y se intenta la intubación. Una vez que ésta se logra, se vuelve a colocar el collar.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)



1 Antes de intentar la intubación, el proveedor de atención prehospitalaria deben ensamblar y probar todo el equipo requerido y seguir las precauciones estandarizadas. El primer proveedor se arrodilla hacia la cabeza del paciente y lo ventila con un dispositivo bolsa-mascarilla y una alta concentración de oxígeno. El segundo proveedor, de rodillas a lado del paciente, proporciona una estabilización de la cabeza y cuello del paciente.



2 Después de la preoxigenación, el primer proveedor detiene las ventilaciones y toma el laringoscopio con la mano izquierda y el TE (con una jeringa unida a la válvula piloto) con la mano derecha. Si se emplea el estilete, éste debe haber sido insertado en el momento en que se inspeccionó y probó el equipo. El extremo distal del estilete debe insertarse justo antes de la abertura distal del TE.



3 La pala del laringoscopio se inserta dentro del lado derecho de la vía aérea del paciente para corregir la profundidad, barriendo hacia el centro de la vía aérea mientras se observan las marcas deseadas.



4 Después de la identificación de las marcas deseadas, el TE se inserta entre las cuerdas vocales a la profundidad deseada. Entonces, se remueve el laringoscopio, mientras se mantiene el TE en el lugar; se observa la marca de la profundidad en el lado del TE. Si se utiliza un estilete maleable, debe removerse en este momento.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*



5

La válvula piloto se infla con el suficiente aire para completar el sello entre la tráquea del paciente y el manguito del TE (por lo común de 8 a 10 mL de aire), y se retira la jeringa de la válvula piloto.

El primer proveedor une el dispositivo bolsa válvula con el reservorio unido al extremo proximal del TE, y se reinicia la ventilación mientras se observa la elevación del pecho del paciente con cada respiración entregada. Durante todo el proceso se mantiene la estabilización manual de la cabeza y cuello. Se verifican los sonidos de la respiración bilateral y la ausencia de sonidos de aire por encima del epigastrio y otras indicaciones de la colocación adecuada del TE, incluyendo las ondas de la capnografía (ver al inicio de este capítulo con el título de Verificación de la colocación del tubo endotraqueal, pág. 185). Una vez que se confirma la colocación del TE, se le asegura en su lugar. Aunque el uso de cinta u otros dispositivos comerciales disponibles es adecuado en situaciones controladas en las cuales el paciente no se mueve, *la mejor manera de protegerse contra el desplazamiento del tubo ET en una situación prehospitalaria es sostener físicamente el tubo en todo momento.*

La intubación orotraqueal cara a cara

Principio: un método alternativo para asegurar una vía aérea definitiva cuando la posición del paciente limita el uso de métodos tradicionales.

En el escenario prehospitalario suelen surgir situaciones en las cuales el proveedor de atención prehospitalaria no puede colocarse por encima de la cabeza del paciente para iniciar la intubación endotraqueal de una manera tradicional. El método cara a cara para la intubación es una opción viable en estas situaciones. Los conceptos básicos de la intubación también aplican a la intubación cara a cara: preoxigenar al paciente con un dispositivo bolsa-mascarilla y una alta concentración de oxígeno antes de intentar la intubación, mantener una estabilización manual de la cabeza o cuello del paciente por medio de la intubación y no interrumpir la ventilación por más de 20 a 30 segundos a la vez.



1

Mientras mantiene manualmente la estabilización de la cabeza y el cuello en una posición neutral en línea, el proveedor de atención prehospitalaria debe colocarse frente al paciente, "cara a cara." El laringoscopio se mantiene con la mano derecha con la hoja sobre la lengua del paciente. La hoja baja la lengua en lugar de subirla y sacarla. Se abre la vía aérea con la mano izquierda y se coloca el laringoscopio en la vía aérea del paciente. Después de que la hoja del laringoscopio se coloca en la vía aérea del lesionado, se encuentran las marcas deseadas. Ver dentro de

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*



2

la vía aérea desde una posición por encima de la vía aérea abierta proporciona la mejor vista. Después de identificar las marcas deseadas, se pasa el TE entre las cuerdas vocales del paciente hasta la profundidad deseada con la mano izquierda. El manguito es inflado con aire para formar un sello, y se retira la jeringa. Se une el dispositivo bolsa válvula y se confirma la colocación del TE.



3

Después de que se confirma la colocación del TE, se ventila al paciente mientras el proveedor de atención prehospitalaria sostiene el TE y mantiene la estabilización de la cabeza y cuello del herido. Luego se debe asegurar en su lugar el TE.



4

Un método alternativo para la intubación cara a cara es sostener el laringoscopio con la mano izquierda y colocar el TE con la mano derecha. Este método puede bloquear la visualización de la vía aérea inferior mientras se coloca el TE.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación (continuación)

Cricotirotomía con aguja y ventilación transtraqueal percutánea

Principio: un método para proporcionar oxigenación a un paciente que no puede ser intubado o ventilado con una bolsa-mascarilla.



Todas las partes excepto la aguja, el tanque y el regulador deben ser modificados como sea necesario, preensamblados y empaquetados para su rápida disponibilidad en el campo. Esta

preparación asegurará un ensamblado exitoso. Cuando se necesita esta técnica, el tiempo es vital. El equipo deberá estar listo para su uso, por lo que se requerirá solo la conexión del regulador y la aguja. El proveedor de atención prehospitalaria puede emplear un producto comercialmente disponible que contenga todo el equipo necesario. Si esto no es posible, se requiere el equipo que se lista a continuación:

- Aguja: de 10 a 30 mL
- Para permitir la inflación y deflación adecuada del pulmón mientras haya un flujo constante de oxígeno, serán necesarios algunos tipos de *bypass*. Los siguientes son dos ejemplos:
 1. Un hoyo de aproximadamente 40% de circunferencia del tubo para la entrega de oxígeno, cortar por el lado a fin de que pueda taparse con el pulgar.
 2. Un conector plástico "T" o "Y" de un tamaño compatible con el tubo de oxígeno empleado y conectado a la fuente de oxígeno con una longitud universal estándar con el tubo de oxígeno.
- Un tubo corto que se asegure con el extremo inferior de la T o Y y que encaje perfectamente en el centro de la aguja. (Esto deja una abertura libre del conector T o Y sin nada unido a él).
- Un tanque de oxígeno con un regulador que tenga una presión de entrega de 50 libras por pulgada cuadrada a su boquilla roscada (*nipple*)
- Tiras de cinta adhesiva de 1/2 pulgada

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*

El paciente deberá estar en posición supina mientras se mantiene una estabilización en línea.



1 La laringe y la tráquea se estabilizan con los dedos de una mano. Se coloca la aguja unida a la jeringa sobre la línea media de la membrana cricotiroides o directamente sobre la tráquea ligeramente en ángulo descendente. Mientras se inserta la aguja dentro de la tráquea, se retira el émbolo para crear una presión negativa. Una vez que la aguja entra dentro de la tráquea, el aire es succionado hacia la jeringa, lo que confirma que el extremo de la aguja está ubicado correctamente. Se introduce la jeringa un centímetro más, y luego se retira la jeringa de la aguja. Se retira la aguja interior, dejando el catéter en el lugar. El proveedor de atención prehospitalaria rápidamente forma un lazo con la cinta adhesiva alrededor de la aguja o del centro del catéter y coloca el extremo de la cinta sobre el cuello del paciente para asegurar la vía aérea. El proveedor de atención prehospitalaria debe tener precaución al asegurar el catéter a fin de prevenir una fuga.



2 El tubo para la entrega de oxígeno con una ventilación se conecta al centro de la aguja mientras la mano que estabilizó inicialmente la tráquea se mueve para sostener la aguja en su lugar. La ventilación empieza al ocurrir la abertura del ensamblado del tubo durante 1 segundo. El pecho del paciente puede o no elevarse para indicar que está ocurriendo la inhalación. Para detener el flujo de oxígeno hacia los pulmones, se retira el pulgar de la abertura.

Destrezas de manejo de la vía aérea y ventilación *(continuación)*

Nota: el proceso pasivo de exhalación toma de tres a cuatro veces más que la inhalación con una vía aérea normal. En este proceso, la exhalación requiere de más tiempo debido a la apertura más pequeña.

El paciente es oxigenado alternando el cierre del orificios para proporcionar un flujo positivo de oxígeno para la inhalación y abrir el mismo orificio para detener el flujo y permitir la deflación. La secuencia adecuada de tiempo para estas maniobras es de 1 segundo de oclusión de la abertura para la inhalación y 4 segundos de dejar el orificio abierto para la deflación pasiva. Este proceso se continúa hasta que se establece una vía aérea más definitiva.

Después de una ventilación transtraqueal percutánea (VTP) de 45 a 60 minutos, esta técnica puede proporcionar un alto nivel de PaCO₂ debido a la retención de dióxido de carbono como resultado de la restricción de las espiraciones. Por lo tanto, el paciente debe tener establecida una vía aérea más definida tan pronto como sea posible.

Advertencia: los pacientes que son ventilados usando una VTP pueden permanecer hipóxicos e inestables. Los proveedores de atención prehospitalaria deben iniciar la transportación a una instalación adecuada sin demora alguna, ya que el paciente se encuentra en la necesidad urgente de un procedimiento transtraqueal quirúrgico definitivo (cricotiroides) para una ventilación y oxigenación adecuadas.



Shock

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Definir shock.
- Explicar la forma en que la precarga, la poscarga y la contractilidad afectan el gasto cardiaco.
- Clasificar el shock según la causa.
- Explicar la fisiopatología del shock y su progreso a través de las etapas.
- Relacionar el shock con la producción de energía, causa, prevención y tratamiento.
- Describir los hallazgos físicos en el shock.
- Diferenciar clínicamente los tipos de shock.
- Analizar las limitaciones del manejo de un shock en campo.
- Identificar la necesidad de un transporte rápido y el manejo inicial definitivo en las diversas formas de shock.
- Poner en práctica los principios del manejo de shock en el paciente con trauma.

ESCENARIO

Su compañero y usted son enviados para atender a un hombre de 23 años que fue agredido. A su llegada, usted encuentra al paciente sentado en el suelo con señales de angustia moderada. Afirma que acababa de retirar un poco de dinero de un cajero automático y regresaba a su coche cuando fue asaltado por dos hombres, quienes lo golpearon y patearon. Refiere dolor en las costillas inferiores izquierdas, abdomen superior izquierdo y la mandíbula.

La revisión física del paciente revela color pálido de la piel, una contusión en el lado izquierdo de la mandíbula y dolor a la palpación sobre las costillas inferiores izquierdas y en el cuadrante superior izquierdo del abdomen. Sus signos vitales son pulso de 112 latidos/minuto, tensión arterial de 100/64 mm Hg y frecuencia respiratoria de 22 respiraciones/minuto y regular. Los ruidos respiratorios están presentes de forma bilateral. Usted lo transfiere a la ambulancia para preparar su traslado al hospital.

- ¿Qué lesiones espera ver después de este asalto?
- ¿Qué tratamiento daría a estas lesiones en el campo?
- Usted está a 15 minutos de distancia del centro de atención para traumatismos más cercano. ¿De qué forma altera esto sus planes para hacerse cargo de la situación?



Introducción

Como se analizó en el Capítulo 4, Fisiología de la vida y la muerte, y a modo de una breve reseña aquí, el shock después de un trauma ha sido identificado durante más de tres siglos. Samuel Gross lo describió en 1872 como “un brusco desajuste de la maquinaria de la vida”,¹ y John Collins Warren como “una pausa momentánea en el acto de la muerte”.² El shock aún constituye un factor central en las causas de mayor morbilidad y mortalidad en el paciente traumatizado. El diagnóstico rápido, la reanimación y el manejo definitivo del shock resultantes del trauma son fundamentales para determinar el restablecimiento del paciente.

En el ámbito prehospitalario, el reto terapéutico que representa un paciente en estado de shock se integra por la necesidad de evaluar y cuidar a este tipo de pacientes en un ambiente relativamente austero, y a veces peligroso, en el cual se carece de instrumentos de diagnóstico y control sofisticados, o poco prácticos. Este capítulo se centra en las causas de shock traumático y describe los cambios fisiopatológicos presentes para ayudar en las estrategias de control directo.

Fisiología del shock

Metabolismo

A manera de repaso, las células mantienen sus funciones metabólicas normales mediante la producción y el uso de energía en forma de trifosfato de adenosina (ATP). El método más eficiente para generar esta energía necesaria es por medio del *metabolismo aeróbico*. Las células absorben el oxígeno y la glucosa y los metaboliza a través de un proceso fisiológico complejo que produce energía y los subproductos de agua y dióxido de carbono.

Contrario al metabolismo aeróbico, el *metabolismo anaeróbico* se produce sin el uso de oxígeno. Es el sistema de energía de reserva del cuerpo y utiliza como fuente de energía la grasa corporal almacenada. Desafortunadamente, el metabolismo anaeróbico sólo puede ocurrir durante un tiempo corto, produce menos energía de manera

considerable, así como subproductos como el ácido láctico (que son perjudiciales para el cuerpo), y por último puede llegar a ser irreversible. Sin embargo, puede tener la energía suficiente para alimentar las células durante el tiempo que se requiera a fin de que el cuerpo restablezca su metabolismo normal, con la ayuda del proveedor de cuidados prehospitalarios.

Si el metabolismo anaeróbico no se revierte de forma rápida, las células suspenden su funcionamiento y mueren. Si un número considerable de células de un órgano mueren, el órgano deja de funcionar. Cuando mueren los órganos, el paciente puede fallecer.

La sensibilidad de las células por la falta de oxígeno varía de un sistema a otro. Esta sensibilidad se denomina sensibilidad isquémica (falta de oxígeno) y es mayor en el cerebro, el corazón y los pulmones. El metabolismo anaeróbico puede tardar sólo 4 a 6 minutos antes de que uno o más de estos órganos vitales queden lesionados sin posibilidad de recuperarse. La piel y el tejido muscular tienen una sensibilidad isquémica significativamente más prolongada (hasta de 4 a 6 horas). Los órganos abdominales por lo general están considerados entre estos dos grupos y tienen la capacidad de sobrevivir de 45 a 90 minutos al metabolismo anaeróbico (Figura 9-1).

Figura 9-1 Tolerancia de un órgano a la isquemia

Órgano	Tiempo de isquemia caliente
Corazón, cerebro, pulmones	4 a 6 minutos
Riñones, hígado, tracto gastrointestinal	45 a 90 minutos
Músculo, hueso, piel	4 a 6 horas

Fuente: American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma: *Advanced Trauma Life Support for Doctors: Student Course Manual*. 7th ed. Chicago, IL: ACS; 2004.

Por lo tanto, el mantenimiento de la función normal de las células del cuerpo depende de la relación crucial y la interacción de varios sistemas corporales. Las vías respiratorias del paciente deben estar permeables y las respiraciones deben ser de un volumen y profundidad adecuados (véase el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación). El corazón debe funcionar y bombear con normalidad. El sistema circulatorio debe tener suficientes eritrocitos disponibles para entregar las cantidades adecuadas de oxígeno a las células de los tejidos en todo el cuerpo, de modo que estas células pueden producir energía.

La evaluación prehospitalaria del paciente traumatizado tiene la finalidad de prevenir o revertir el metabolismo anaeróbico, con lo que se evita la muerte celular y, en última instancia, el deceso del paciente. El principal énfasis de la evaluación primaria es tener la seguridad de que los principales sistemas del cuerpo están trabajando de manera correcta en conjunto, en particular que la vía aérea del paciente esté permeable, y que la respiración y la circulación sean adecuadas. Estas funciones se manejan en el paciente traumatizado mediante las siguientes acciones:

- Mantener una vía aérea y ventilación adecuadas, lo que proporciona el oxígeno que requieren los eritrocitos (véase el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación)
- Ayudar a la ventilación por medio del uso acertado de oxígeno suplementario
- Mantener una circulación adecuada, lo que irriga a las células tisulares con sangre oxigenada

Definición de shock

La principal complicación de la interrupción de la fisiología vital normal se conoce como *shock*. Éste es un estado de cambios en la función celular de metabolismo aeróbico a metabolismo anaeróbico secundario a la hipoperfusión de las células tisulares. Como resultado, el suministro de oxígeno a nivel celular es insuficiente para satisfacer las necesidades metabólicas del cuerpo. Shock no se define como tensión arterial baja, frecuencia rápida del pulso, o piel fría y pegajosa; éstas son sólo manifestaciones sistémicas de todo el proceso patológico denominado shock. La definición correcta de shock es falta de perfusión tisular (oxigenación) a nivel celular, que provoca metabolismo anaeróbico y pérdida de la producción de la energía necesaria para mantener la vida.

El shock puede matar a un paciente en el campo, el departamento de urgencias, el quirófano o la unidad de cuidados intensivos. Aunque la muerte real puede producirse después de varias horas, días o incluso semanas, la causa más común de muerte es la falta de reanimación oportuna. La carencia de perfusión de las células con sangre oxigenada da como resultado metabolismo anaeróbico y menor función de células, necesarios para la supervivencia de los órganos. Aun cuando algunas células en principio se salvan, la muerte puede ocurrir después debido a que las células restantes no pueden cumplir de forma adecuada la función de ese órgano de manera indefinida.

Clasificación de shock traumático

Los principales determinantes de la perfusión celular son el corazón que actúa como la bomba o el motor del sistema), el volumen

Figura 9-2 Tipos de shock traumático

Entre los tipos más comunes de shock observados después de un trauma en el ámbito prehospitalario figuran:

- Shock hipovolémico
 - Tamaño vascular más pequeño
 - Pérdida de sangre y líquidos
 - Shock hemorrágico
- Shock distributivo
 - Espacio vascular más grande de lo normal
 - Shock neurogénico (hipotensión)
- Shock cardiogénico
 - El corazón no bombea de manera adecuada
 - Resultado de lesión cardíaca

del líquido (que se desempeña como líquido hidráulico), los vasos sanguíneos (que funcionan como los conductos o tuberías), y, por último, las células del cuerpo. Con base en estos componentes del sistema de perfusión, el shock se puede clasificar en las siguientes categorías (Figura 9-2):

1. El *shock hipovolémico* es principalmente hemorrágico en el paciente con trauma y se relaciona con la pérdida de glóbulos circulantes con capacidad de transportar oxígeno y volumen de líquido. Esta es la causa más común de shock en el paciente con trauma.
2. El *shock distributivo (o vasogénico)* está relacionado con anomalías en el tono vascular derivadas de varias causas diferentes.
3. El *shock cardiogénico* se relaciona con la interferencia de la acción de bombeo del corazón.

Por mucho, la causa más común de shock en el paciente traumatizado es la hemorragia, y el enfoque más seguro en el manejo del paciente traumatizado en estado de shock es considerar que la causa de dicho estado es la hemorragia, hasta que se demuestre lo contrario.

Tipos de shock traumático

Shock hipovolémico

La pérdida aguda de volumen de sangre por hemorragia (pérdida de plasma y eritrocitos) provoca desequilibrio en la relación de volumen de líquido con el tamaño del vaso. Éste conserva su tamaño normal, pero se reduce el volumen de líquido. El tipo de shock más común en el ambiente prehospitalario es el hipovolémico, y la pérdida de sangre es por mucho la causa más común de shock y la más peligrosa para pacientes con traumatismos.

Cuando se pierde la sangre de la circulación, el corazón es estimulado para aumentar el gasto cardíaco, lo que aumenta la fuerza y la velocidad de las contracciones. Este estímulo es resultado de la liberación de **epinefrina** de las glándulas suprarrenales. Al mismo

tiempo, el sistema nervioso simpático libera **norepinefrina** para constreñir los vasos sanguíneos, reducir su tamaño y proporcionarlo de acuerdo con el volumen de líquido restante. La vasoconstricción da como resultado el cierre de los capilares periféricos, lo que reduce el suministro de oxígeno a las células afectadas y obliga a cambiar el metabolismo aeróbico a anaeróbico a nivel celular.

Estos mecanismos de defensa compensatorios funcionan bien hasta algún punto y ayudan a mantener los signos vitales del paciente durante algún tiempo. Un paciente con síntomas de compensación (como taquicardia) ya está en estado de shock, no "por entrar en shock". Cuando los mecanismos de defensa ya no pueden compensar la cantidad de sangre perdida, la tensión arterial de un paciente caerá. Esta disminución de la tensión arterial marca el cambio de shock compensado a descompensado, lo que constituye una señal de muerte inminente. A menos que se aplique una reanimación muy intensa, el paciente en shock descompensado tendrá sólo una etapa más de decadencia: shock irreversible, que conduce a la muerte.

Shock hemorrágico

El humano adulto promedio de 70 kg (150 libras) tiene un volumen aproximado de 5 litros de sangre circulante. El shock hemorrágico (shock hipovolémico resultante de la pérdida de sangre) se clasifica en cuatro clases, lo que dependerá de la gravedad y cantidad de la hemorragia (Figura 9-3). Los valores y descripciones de los criterios enumerados para estas clases de shock no deben interpretarse como determinantes absolutos del tipo de shock, ya que existe una superposición significativa:

1. *La hemorragia clase I* representa una pérdida de hasta 15% del volumen de sangre en adultos (hasta 750 mL mililitros). Esta etapa tiene pocas manifestaciones clínicas. La taquicardia con frecuencia es mínima, y no se presentan cambios mensurables en la tensión arterial, el pulso o la frecuencia respiratoria. La mayoría de los pacientes sanos

que mantienen esta cantidad de hemorragia sólo requieren líquidos de mantenimiento, siempre y cuando no se produzca una mayor pérdida de sangre. Los mecanismos de compensación del cuerpo restablecen la proporción del vaso intravascular y el volumen de líquidos, ayudando a mantener la tensión arterial.

2. *La hemorragia clase II* representa una pérdida de 15 a 30% del volumen de sangre (750 a 1500 mL). La mayoría de los adultos tienen la capacidad de compensar esta cantidad de pérdida de sangre mediante la activación del sistema nervioso simpático, que mantiene la tensión arterial. Los hallazgos clínicos incluyen el aumento de la frecuencia respiratoria, taquicardia y un pulso reducido. Los indicios clínicos para esta fase son taquicardia, taquipnea y tensión arterial sistólica normal. Como la tensión arterial es normal, se trata de un "shock compensado", lo que significa que el paciente se encuentra en shock, pero por el momento tiene capacidad para compensarlo. El paciente con frecuencia demuestra ansiedad o miedo. Aun cuando por lo general no se determina en campo, en el adulto disminuye de manera ligera la producción de orina de 20 a 30 mL/hora, en un esfuerzo por preservar líquidos. En ocasiones estos pacientes pueden requerir una transfusión de sangre en el hospital; sin embargo, la mayoría responde bien a la infusión de cristaloides si la hemorragia se controla en este punto.
3. *La hemorragia clase III* representa una pérdida de 30 a 40% del volumen de sangre (1500 a 2000 mL). Cuando la pérdida de sangre alcanza este punto, la mayoría de los pacientes ya no tienen la capacidad de compensar la pérdida de volumen y se presenta hipotensión. Las conclusiones clásicas de shock son evidentes e incluyen taquicardia (frecuencia cardíaca mayor a 120 latidos/minuto), taquipnea (frecuencia ventilatoria de 30 a 40 respiraciones/minuto), y ansiedad o confusión. La producción de orina cae de 5 a 15 mL/hora. Muchos de estos pacientes requeri-

Figura 9-3 Clasificación de shock hemorrágico

	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
Pérdida de sangre	< 750	750–1500	1500–2000	> 2000
Pérdida de sangre (% de volumen de sangre)	< 15%	15–30%	30–40%	> 40%
Pulso	< 100	100–120	120–140	> 140
Tensión arterial	Normal	Normal	Disminuyó	Disminuyó
Presión de pulso	Normal o aumentó	Disminuyó	Disminuyó	Disminuyó
Frecuencia respiratoria	14 a 20	20–30	30–40	> 35
SNC/condición mental	Ligeramente ansioso	Levemente ansioso	Ansioso, confundido	Confundido, aletargado
Reemplazo de líquidos	Cristaloide	Cristaloide	Cristaloide y sangre	Cristaloide y sangre

Nota: los valores y las descripciones de los criterios enumerados para estas clases de shock no deben interpretarse como determinantes absolutos de la clase de shock, ya que existe una superposición significativa.

Fuente: De American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors: Student Course Manual*. 8th ed. Chicago, IL: ACS; 2008.

rán transfusión sanguínea e intervención quirúrgica para una reanimación y control de la hemorragia adecuados.

4. La *hemorragia clase IV* representa una pérdida de más de 40% del volumen de sangre (mayor de 2000 mL). Esta etapa de shock grave se caracteriza por taquicardia marcada (frecuencia cardíaca mayor a 140 latidos/minuto), taquipnea (frecuencia respiratoria mayor a 35 respiraciones/minuto), confusión o letargo profundo y disminución importante de la tensión arterial sistólica, que por lo común oscila en el rango de 60 mm Hg. Estos pacientes realmente sólo cuentan con algunos minutos de vida (Figura 9-4). La supervivencia depende de un control inmediato de la hemorragia (cirugía para la hemorragia interna) y una reanimación sumamente intensa que incluye transfusiones de sangre y plasma con cristaloides mínimos.

La rapidez con que un paciente desarrolla un shock depende de la rapidez con que ocurra la pérdida de sangre. Un paciente traumatizado que ha perdido sangre necesita que se controle el origen de la pérdida de sangre, y si dicha pérdida es significativa, la sangre debe ser repuesta. El líquido que se ha perdido es sangre completa que contiene todos los componentes, lo que incluye eritrocitos con capacidad de transportar oxígeno, factores de coagulación y proteínas para mantener la presión oncótica.

Por lo general, en el ambiente prehospitalario no se cuenta con reemplazo de sangre entera, o incluso el control de componentes; por lo tanto, cuando se trata a pacientes con trauma con shock hemorrágico, los proveedores deben tomar medidas para controlar la pérdida de sangre externa, proporcionar solución de electrolitos intravenosa mínima (IV) (plasma, si lo hay) y efectuar un traslado rápido al hospital, donde se cuente con sangre, plasma y factores de coagulación, y se puedan realizar los pasos operatorios emergentes para controlar la pérdida de sangre (Figura 9-5).

Investigaciones acerca del shock han demostrado que la proporción de reemplazo con una solución de electrolitos para la sangre perdida debe ser de 3 litros por cada litro de sangre perdido.³ Se



Figura 9-4 La pérdida masiva de sangre, como la ocurrida por la víctima de este accidente de motocicleta, puede causar de manera rápida la aparición de shock.

Fuente: Fotografía cortesía de Air Glaciers, Suiza.

Figura 9-5 Plasma liofilizado

El plasma liofilizado es utilizado en campo en varios países. A la fecha se encuentra en estudio en Estados Unidos para su uso por parte de los servicios médicos de urgencia (SMU), y es utilizado por varios sistemas de SMU y servicios médicos aéreos en Estados Unidos.

requiere esta alta proporción de líquido de reemplazo porque sólo alrededor de un cuarto a un tercio del volumen de una solución cristaloides isotónica (como la solución salina normal, o solución de Ringer lactato) permanece en el espacio intravascular de 30 a 60 minutos después de la infusión.

También se ha demostrado en investigaciones acerca del shock que la administración de un volumen limitado de solución de electrolitos antes del reemplazo de sangre es el enfoque correcto camino al hospital. El resultado de administrar demasiado cristaloides es mayor líquido intersticial (edema), lo que perjudica la transferencia de oxígeno a los eritrocitos restantes y células tisulares. Además, el objetivo *no* es aumentar la tensión arterial a niveles normales, sino sólo proporcionar suficiente líquido para mantener la perfusión y proporcionar eritrocitos oxigenados para el corazón, el cerebro y los pulmones. El aumento de la tensión arterial a niveles normales sólo ayuda a diluir los factores de coagulación, interrumpir la formación de coágulos y aumentar la hemorragia.

La mejor solución cristaloides para el tratamiento de shock hemorrágico es la solución de Ringer lactato. La solución salina normal es otra solución cristaloides isotónica que se puede utilizar para reemplazar el volumen, pero su uso puede producir *hipercloremia* (marcado incremento de cloruro en la sangre), lo que provoca acidosis.

Con la pérdida significativa de sangre, el reemplazo óptimo de líquidos ideal es lo más cercano a la sangre completa posible.^{4,5} El primer paso es la administración de eritrocitos y plasma envasados en una proporción de 1:1 o 1:2. Esta intervención está disponible actualmente sólo en hospitales civiles. Las plaquetas, crioprecipitado y otros factores de coagulación se agregan según sus requerimientos. El plasma contiene un gran número de factores de coagulación y otros componentes necesarios para controlar la pérdida de sangre de los vasos pequeños. Existen 13 factores en la cascada de coagulación (Figura 9-6). En pacientes con pérdida masiva de sangre que requieren grandes volúmenes de reemplazo de este fluido, se pierde la mayoría de los factores. La transfusión de plasma es una fuente confiable de la mayoría de estos factores. Si se produjo una pérdida importante de sangre, se requiere de un manejo operativo para controlar la hemorragia de vasos grandes o, en algunos casos, la co localización endovascular de bucles o esponjas de coagulación.

Shock distributivo (vasogénico)

El shock distributivo, o shock vasogénico, se produce cuando el vaso vascular aumenta sin un incremento proporcional en el volumen de líquido. Este shock por lo común se observa en pacientes con trauma de médula espinal.

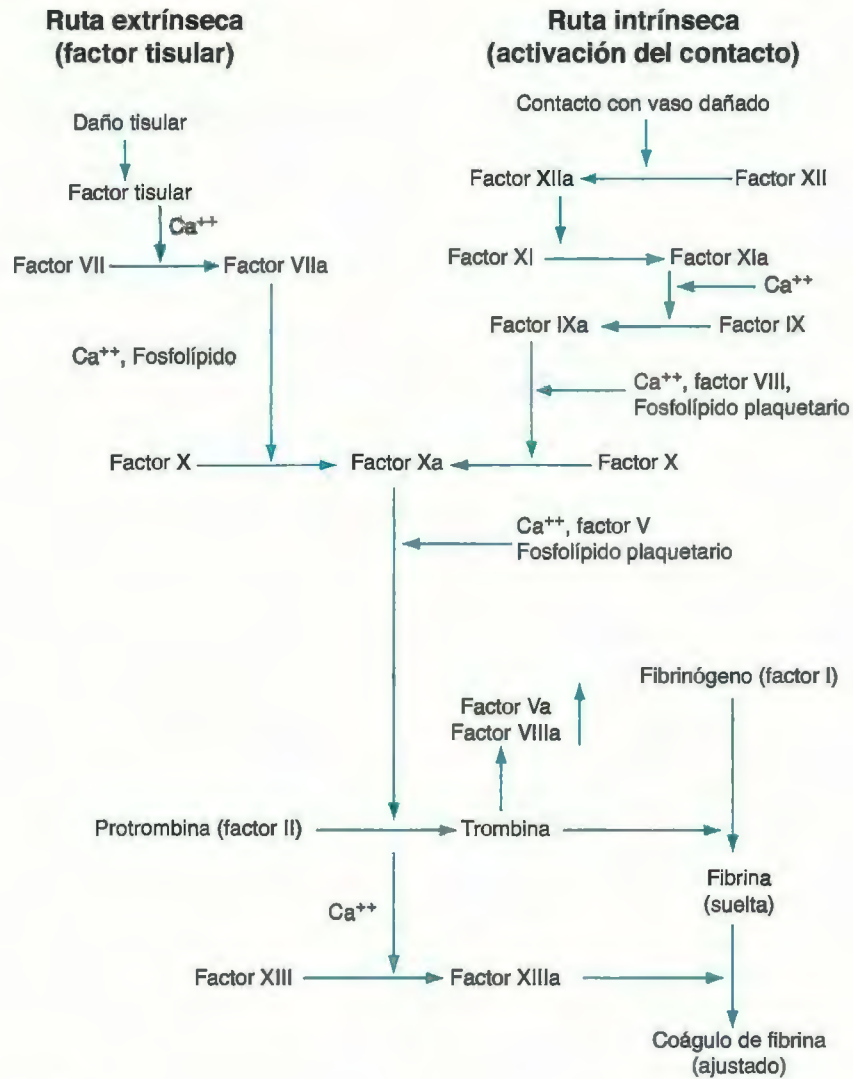


Figura 9-6 Cascada de coagulación.

"Shock" neurogénico

El "shock" neurogénico, (o, de manera más adecuada, hipotensión neurogénica) se produce cuando una lesión de la médula espinal interrumpe la vía del sistema nervioso simpático. Esto por lo general implica una lesión a nivel cervical inferior, toracolumbar y torácico. Debido a la pérdida de control simpático del sistema vascular, que controla los músculos lisos en las paredes de los vasos sanguíneos, los vasos periféricos se dilatan por debajo del nivel de la lesión. La marcada disminución de la resistencia vascular sistémica y la vasodilatación periférica que se presenta conforme aumenta el vaso del volumen sanguíneo da lugar a una hipovolemia relativa. En realidad el paciente no está hipovolémico, pero el volumen sanguíneo normal alcanza a llenar un vaso expandido.

La oxigenación de tejidos por lo general se mantiene dentro de límites normales en la forma de shock neurogénico, así como el flujo sanguíneo, a pesar de que la tensión arterial es baja (hipotensión neurogénica). Además, la producción de energía sigue siendo adecuada en la hipotensión neurogénica. Por lo tanto, esta disminución en la tensión arterial no es el shock, ya que la producción de

energía no se ve afectada. Sin embargo, como hay menos resistencia al flujo sanguíneo, las tensiones sistólica y diastólica son más bajas.

Un shock hipovolémico descompensado y un shock neurogénico producen disminución de la tensión arterial sistólica. Sin embargo, los demás signos vitales y clínicos, así como el tratamiento para cada uno, son diferentes (Figura 9-7). La disminución de la presión sistólica y diastólica y la presión estrecha del pulso son características del shock hipovolémico. El shock neurogénico también muestra presiones sistólica y diastólica más bajas, pero la presión del pulso se mantiene normal o ensanchada. La hipovolemia produce piel fría y sudorosa, pálida o cianótica, y el tiempo de llenado capilar se retrasa. En el shock neurogénico, el paciente tiene la piel caliente, seca, en especial debajo de la zona de la lesión. El pulso en pacientes con shock hipovolémico es débil, filiforme y rápido. En el shock neurogénico, debido a la actividad parasimpática sin oposición en el corazón, por lo general se observa bradicardia en vez de taquicardia, aunque la calidad del pulso puede ser débil. La hipovolemia produce disminución en el nivel de conciencia (NDC), o, al menos, ansiedad, y a menudo combatividad. En ausencia de lesión cerebral traumática, el

Figura 9-7 Signos asociados con los tipos de shock

Signo vital	Hipovolémico	Neurogénico	Cardiogénico
Temperatura/calidad de la piel	Fría, sudorosa	Caliente, seca	Fría, sudorosa
Color de la piel	Pálido, cianótico	Rosa	Pálido, cianótico
Tensión arterial	Baja	Baja	Baja
Nivel de conciencia	Se altera	Lúcido	Se altera
Tiempo de llenado capilar	Disminuye	Normal	Disminuye

El paciente con shock neurogénico suele estar alerta, orientado y lúcido cuando permanece en posición supina (Figura 9-8).

A los pacientes con shock neurogénico con frecuencia se les atribuyen lesiones que producen una hemorragia significativa. Por lo tanto, un paciente con shock neurogénico y signos de hipovolemia (como taquicardia) debe ser tratado como si presentara pérdida de sangre.

Shock cardiogénico

El shock cardiogénico, o insuficiencia de la actividad de bombeo del corazón, es resultado de causas que se pueden clasificar como *intrínsecas* (resultado de daño directo al corazón) o *extrínsecas* (relacionado con un problema fuera del corazón).

Causas intrínsecas

Daño al músculo cardíaco

Cualquier lesión que dañe el músculo cardíaco puede afectar su función. El daño puede ser resultado de una contusión directa al músculo cardíaco (como en una lesión directa al corazón, que provoca contusión cardíaca). En un ciclo recurrente, una disminución de la oxigenación causa menor contractilidad, lo que resulta en menor gasto cardíaco y, por lo tanto, disminución de la perfusión sistémica, que a su vez trae por consecuencia reducción continua de oxigenación, lo que prolonga el ciclo. Al igual que cualquier músculo, el corazón no funciona con tanta eficiencia con hematoma o daño.

Figura 9-8 Shock neurogénico versus shock medular

Como se analizó en este capítulo, el término shock neurogénico se refiere a una alteración del sistema nervioso simpático, por lo general una lesión en la médula espinal, lo que resulta en la dilatación significativa de las arterias periféricas. Si no se trata, esto puede producir problemas de perfusión de los tejidos corporales. Esta condición no debe confundirse con shock medular, término que se refiere a una lesión en la médula espinal que provoca pérdida temporal de la función de ésta.

Disrupción valvular

Un golpe repentino de compresión contundente en el pecho o el abdomen (véase el Capítulo 5, Cinemática del trauma, y el Capítulo 12, Trauma torácico) puede dañar las válvulas del corazón. Una lesión valvular grave provoca regurgitación valvular aguda, donde una cantidad significativa de sangre se filtra de nuevo a la cámara de la que fue bombeada. Estos pacientes a menudo desarrollan de manera rápida insuficiencia cardíaca congestiva, que se manifiesta por edema pulmonar y shock cardiogénico. La presencia de un nuevo soplo en el corazón es una clave importante para establecer este diagnóstico.

Causas extrínsecas

Taponamiento cardíaco

El líquido en el saco pericárdico evitará que el corazón vuelva a llenarse por completo durante la fase diastólica (relajación) del ciclo cardíaco. En el caso de trauma, la sangre se filtra en el saco pericárdico desde un agujero en el músculo cardíaco. La sangre acumulada ocupa espacio y evita que las paredes del ventrículo se expandan en su totalidad. Esto tiene dos efectos negativos sobre el gasto cardíaco: (1) se dispone de menos volumen para cada contracción debido a que el ventrículo no se puede expandir por completo, y (2) el llenado insuficiente reduce el estiramiento del músculo cardíaco, lo que provoca disminución de la fuerza en la contracción cardíaca. Además, mayor cantidad de sangre es forzada a salir del ventrículo a través de la herida con cada contracción cardíaca y ocupa más espacio en el saco pericárdico, lo que compromete aún más el gasto cardíaco, (Figura 9-9) produce muy pronto shock grave y la muerte (véase el Capítulo 12, Trauma torácico, para obtener información adicional).

Neumotórax a tensión

Cuando cualquiera de los lados de la cavidad torácica se llena de aire al estar bajo presión, el pulmón se comprime y colapsa. El pulmón afectado es incapaz de volver a llenarse con aire desde el exterior a través de la nasofaringe. Esto provoca al menos cuatro problemas: (1) el volumen tidal se reduce con cada respiración; (2) los alvéolos colapsados no pueden transferir oxígeno a los eritrocitos; (3) los vasos sanguíneos pulmonares se colapsan, lo que reduce el flujo sanguíneo hacia el pulmón y el corazón; y (4) se requiere mayor fuerza de la contracción cardíaca para forzar la sangre a través de los vasos pulmonares (hipertensión pulmonar). Si el volumen de aire y la presión en el interior del pecho herido son grandes, el mediastino es empujado hacia el lado de la lesión.

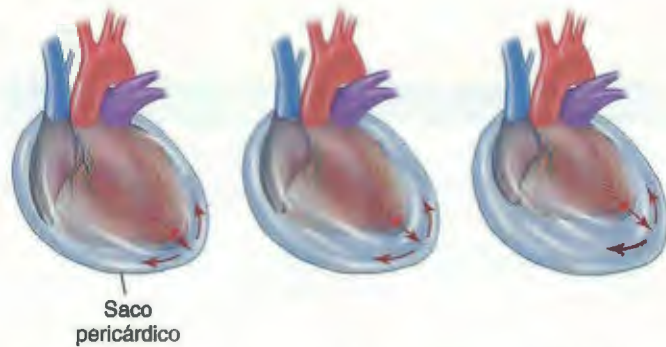


Figura 9-9 Taponamiento cardíaco. Conforme la sangre pasa del lumen cardíaco al espacio pericárdico, limita la expansión del ventrículo, por lo que éste no se puede llenar en su totalidad. Como se acumula más sangre en el espacio pericárdico, hay menos espacio ventricular disponible para acumular sangre, lo que reduce el gasto cardíaco.



Figura 9-10 Neumotórax a tensión. Si la cantidad de aire atrapada en el espacio pleural aumenta, no sólo se colapsa el pulmón del lado afectado, sino que también se desplaza el mediastino hacia el lado opuesto. El desplazamiento del mediastino obstaculiza la vena cava inferior, lo que disminuye el retorno de sangre al corazón y afecta el gasto cardíaco, al tiempo que comprime el pulmón opuesto.

Conforme cambia el mediastino, el pulmón opuesto se comprime, y la compresión y obstaculización de las venas cavas superior e inferior impiden aún más el retorno venoso al corazón, lo que produce un descenso significativo de la precarga (Figura 9-10). Todos estos factores reducen el gasto cardíaco y el shock sobreviene de manera rápida (véase el Capítulo 12, Trauma torácico, para obtener información complementaria).

Evaluación

El shock es una condición resultante de una menor perfusión y de la disminución de producción de energía, y anuncia el inicio potencial de muerte. Cuando el cuerpo cambia de metabolismo aeróbico

a anaeróbico, se produce una disminución de energía que equivale a 19 veces la producción de ATP y la energía necesaria para mantener el metabolismo aeróbico en todas las células corporales. Si no se trata con rapidez, esta falta de producción de energía puede llegar a ser irreversible. El cuerpo responde a esta disminución en la producción de energía mediante el decremento selectivo de la perfusión en partes no esenciales del cuerpo y el aumento de la función cardiovascular para compensar y perfundir mejor otros órganos corporales más importantes.

Cuando se desarrolla el shock, la respuesta fisiológica tiene por resultado los signos clínicos que indican que el cuerpo ha respondido e intenta compensar. La respuesta del cuerpo es identificada por la reducción de la perfusión a órganos no vitales, como la piel (que se sentirá fría y puede parecer moteada); disminución del pulso en las extremidades; extremidades cianóticas frías, con disminución del llenado capilar y de la actividad mental, como resultado del descenso en la perfusión de sangre oxigenada al cerebro. La acidosis del metabolismo anaeróbico produce ventilaciones rápidas, ya que el cuerpo intenta liberar el subproducto de dióxido de carbono y corregir la disminución del pH sérico. El decremento en la producción de energía se identifica por respuestas corporales lentas, piel fría y disminución de la temperatura central. El paciente puede temblar en un esfuerzo por mantener el calor del cuerpo.

La evaluación de la presencia de shock debe incluir la búsqueda de la evidencia temprana sutil de este estado de hipoperfusión. En el ámbito prehospitalario, esto requiere de la evaluación de los órganos y sistemas accesibles. Los signos de hipoperfusión se manifiestan como el mal funcionamiento de estos órganos o sistemas accesibles. Dichos sistemas son el cerebro y el sistema nervioso central (SNC), el corazón y el sistema cardiovascular, el sistema respiratorio, la piel y las extremidades, así como los riñones. Los signos de disminución de la perfusión y producción de energía y la respuesta del cuerpo incluyen:

- Disminución de NDC, ansiedad, desorientación, agresividad, comportamiento extraño (cerebro y sistema nervioso central)
- Taquicardia, disminución de la presión sistólica y la presión del pulso (corazón y sistema cardiovascular)
- Respiración rápida y poco profunda (sistema respiratorio)
- Piel fría, pálida, pegajosa y húmeda, diaforética o incluso cianótica, con disminución en el tiempo de llenado capilar (piel y extremidades)
- Disminución del gasto urinario (riñones), identificado rara vez en el ámbito prehospitalario, sólo en situaciones de transporte prolongado o retardado, cuando se utiliza un catéter urinario

Debido a que la hemorragia es la causa más común de shock en el paciente con trauma, todo este tipo de evento en un paciente con trauma debe ser considerado con hemorragia hasta que se demuestre lo contrario. La primera prioridad es examinar las fuentes externas de hemorragia y controlarlas lo más rápido y totalmente posible. El control de la hemorragia puede implicar técnicas como la aplicación de vendaje compresivo, torniquetes o entablillado de fracturas en extremidades.

Si no hay evidencia de hemorragia externa, se debe sospechar hemorragia interna. Aunque el control definitivo de una hemorragia interna no es práctico en el ámbito prehospitalario, la identificación

de una fuente de hemorragia interna exige el traslado rápido a la institución de atención definitiva. La hemorragia interna puede ser en el pecho, abdomen, pelvis o retroperitoneo. La evidencia de golpe o lesión penetrante en el pecho, con sonidos de respiración disminuida, sugiere una fuente torácica. El abdomen, la pelvis y el retroperitoneo pueden ser una fuente de hemorragia con la evidencia de un traumatismo directo (p. ej., equimosis) o penetrante, distensión o sensibilidad abdominal, inestabilidad pélvica, desigualdad en longitud de las piernas, dolor en el área pélvica agravado por el movimiento, equimosis perineal y sangre en el meato uretral.

Como regla general, los pacientes que cumplen con los criterios del Protocolo Nacional de Triage de Trauma 1 o 2 (o ambos) necesitan traslado rápido al centro de trauma más cercano (Figura 9-11).

Si la evaluación no sugiere una hemorragia como el motivo del shock, se debe sospechar de causas no hemorrágicas que incluyen taponamiento cardiaco y neumotórax a tensión (evidente en las venas del cuello distendidas frente a las venas del cuello colapsadas en shock hemorrágico), o hipotensión neurogénica. Disminución de los sonidos respiratorios en el lado de la lesión en el pecho, enfisema subcutáneo, dificultad respiratoria (taquipnea) y desviación de la tráquea (raras veces observada en campo) sugieren neumotórax a tensión. La presencia de estos signos indican la necesidad de descompresión inmediata con aguja del lado afectado del tórax.

Diferentes fuentes de shock cardiogénico son sospecha de traumatismo torácico directo o penetrante. Los sonidos cardiacos apagados sugieren taponamiento cardiaco (difícil de detectar en el entorno prehospitalario ruidoso), disritmias e hipotensión neurogénica, con signos de traumatismo de la médula, bradicardia y extremidades calientes. La mayoría (si no todas) de estas características pueden ser detectadas por un profesional de la salud prehospitalario capaz, quien puede determinar la causa del shock y la necesidad de una intervención apropiada en el campo cuando sea factible.

Las áreas de evaluación del paciente incluyen el estado de la vía aérea, ventilación, perfusión, color y temperatura de la piel, tiempo de llenado capilar y tensión arterial. Cada uno se presenta aquí por separado en el contexto para las valoraciones primaria y secundaria. La evaluación simultánea es una parte importante de la evaluación del paciente para recopilar y procesar la información de diferentes fuentes de forma expedita. Si todos los sistemas funcionan de manera normal, no se pone en marcha alarma alguna.

Evaluación primaria

Lord Kelvin dijo en una conferencia que pronunció en 1883: "Si puede medir lo que está hablando y expresarlo en números, sabe algo al respecto; pero cuando no puede medirlo, cuando no puede expresarlo en números, sus conocimientos son un tanto escasos e insatisfactorios."⁶ Si así es como nos sentimos con frecuencia respecto a los signos vitales, el primer paso en la evaluación del paciente es obtener una impresión general lo más rápido posible de la condición del paciente, sólo después de que para dicha impresión se puede requerir de tiempo para recopilar los "números" para una evaluación más específica. Los siguientes signos identifican la necesidad de sospecha de condiciones que ponen en riesgo la vida:

- Ansiedad leve que progresa a confusión o NDC alterado
- Taquipnea leve que provoca ventilaciones rápidas y con dificultad
- Taquicardia leve que progresa a una marcada taquicardia

- Debilitamiento del pulso radial que progresa a ausencia de éste
- Color de piel pálido o cianótico
- Tiempo de llenado capilar prolongado
- Pérdida de pulsos en las extremidades
- Hipotermia

Antes de proceder se debe controlar cualquier compromiso o falla de la vía aérea, la respiración o el sistema circulatorio. Los siguientes pasos se describen en una serie ordenada; sin embargo, todas estas valoraciones se llevan a cabo casi al mismo tiempo.

Vías aéreas

Lo primero que debe evaluarse en todos los pacientes es la vía aérea. Una vía aérea permeable es el primer componente para garantizar la entrega de cantidades adecuadas de oxígeno a las células corporales. Los pacientes que necesitan el manejo inmediato de la vía aérea incluyen aquellos con las siguientes condiciones, en orden de importancia:

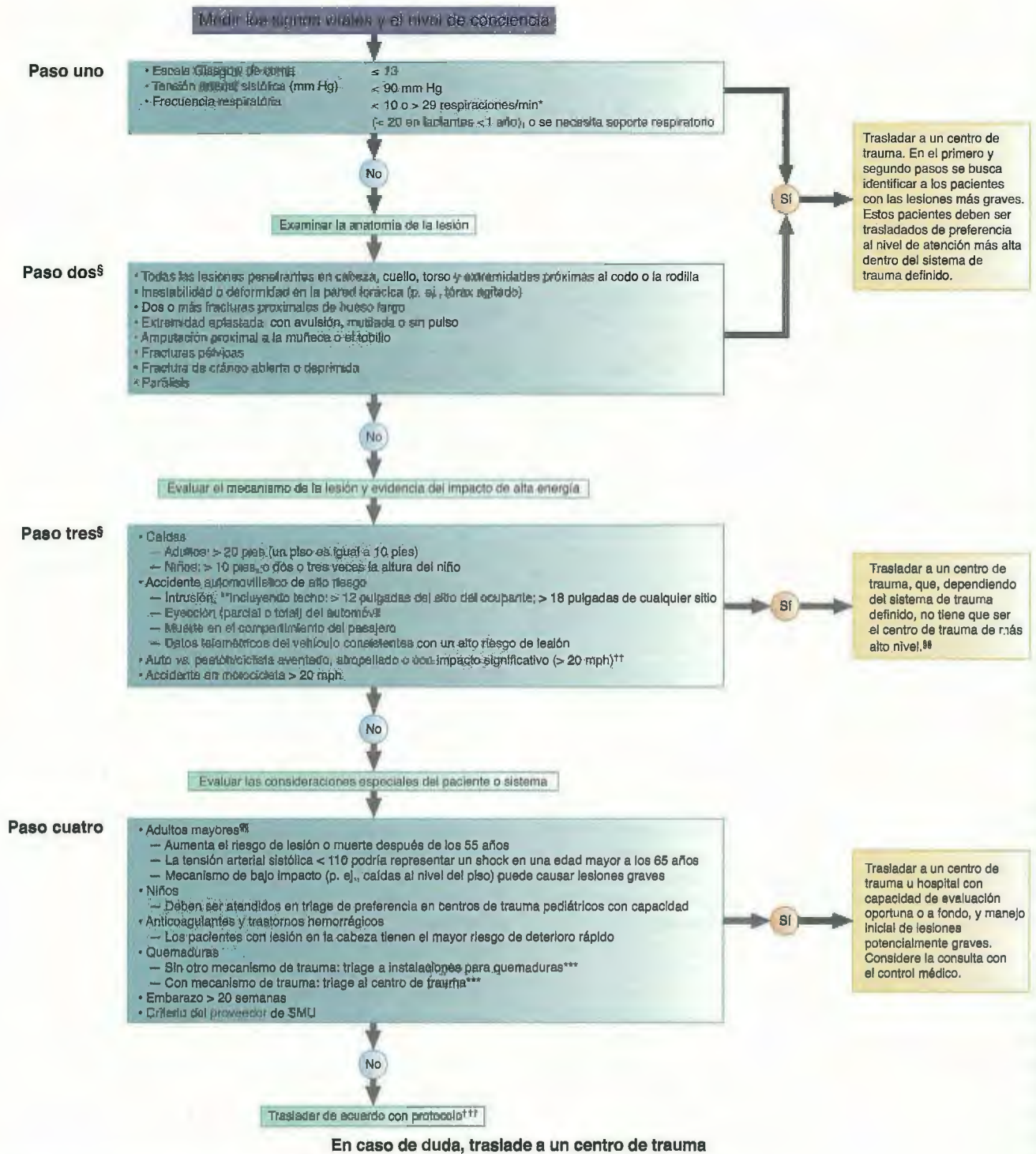
1. Pacientes que no respiran
2. Pacientes con evidencia de vías aéreas comprometidas
3. Pacientes con índices de ventilación superiores a 20 respiraciones/mínuto
4. Pacientes con sonidos de ventilación ruidosos

Respiración

Como se ha señalado en el Capítulo 4, Fisiología de la vida y la muerte, el metabolismo anaeróbico asociado con disminución de la oxigenación celular produce un aumento en el ácido láctico. Los iones de hidrógeno producidos a partir de la acidosis son convertidos por el sistema amortiguador en el cuerpo, en agua, y dióxido de carbono. El sistema sensor del cerebro detecta este aumento anormal en la cantidad de dióxido de carbono y estimula al centro respiratorio a fin de incrementar la velocidad y profundidad de la ventilación para eliminar el dióxido de carbono. Por lo tanto, la taquipnea con frecuencia es uno de los primeros signos de metabolismo anaeróbico y shock, incluso antes de un incremento de la frecuencia del pulso. En la evaluación primaria no se toma el tiempo para medir una frecuencia ventilatoria. Más bien, las ventilaciones se deben estimar como lenta, normal, rápida o muy rápida. Una frecuencia respiratoria lenta, junto con el shock, por lo general indica que un paciente está en estado de shock profundo y puede estar a pocos minutos de un paro cardiaco. Una frecuencia respiratoria rápida es motivo de preocupación y debe servir de impulso para buscar la causa del shock.

Un paciente que intenta retirarse una mascarilla de oxígeno, sobre todo cuando a dicha acción se asocia ansiedad y agresividad, muestra un signo más de isquemia cerebral. Este paciente tiene "hambre de aire" y siente necesidad de mayor ventilación. La presencia de una mascarilla sobre la nariz y la boca crea una sensación psicológica de restricción ventilatoria. Esta acción constituye una clave de que el paciente no está recibiendo suficiente oxígeno y está hipóxico.

La disminución en la saturación de oxígeno, determinada por el oxímetro, confirmará esta sospecha. Cualquier lectura en



Abreviaturas: SMU = servicios médicos de urgencia

* El límite superior de la frecuencia respiratoria en lactantes es > 29 respiraciones por minuto para mantener un nivel de triaje más alto para lactantes.

§ Cualquier lesión observada en el paso uno o mecanismo identificado en el paso tres genera la respuesta "sí".

¶ Edad < 15 años.

** Intrusión se refiere a la injerencia en el compartimiento interior, contrario a la deformidad que manifiesta daño exterior.

†† Incluye a peatones y ciclistas impactados o atropellados por un vehículo motor, o aquellos con un impacto estimado > 20 mph con un vehículo motor.

§§ Se deben utilizar los protocolos locales o regionales para determinar el nivel más adecuado de centro de trauma en el sistema de trauma definido; no tiene que ser el centro de trauma de nivel más alto.

¶¶ Edad > 55 años.

*** Los pacientes con quemaduras y traumatismos concomitantes, para quienes la lesión por quemadura representa el mayor riesgo de morbilidad y mortalidad, deben ser trasladados a un centro para quemados. Si el trauma sin quemadura presenta un mayor riesgo inmediato, el paciente puede ser estabilizado en un centro de trauma y después transferido a un centro para quemados.

††† Los pacientes que no cumplan alguno de los criterios de clasificación en los pasos uno a cuatro deben ser trasladados al centro médico más apropiado, como se indica en los protocolos de los SMU locales.

Figura 9-11 Guías para el triaje en campo de pacientes lesionados 2011

Fuente: Adaptado de Centers for Disease Control and Prevention, Informe Semanal de Morbilidad y Mortalidad (MMWR), 13 de enero de 2012.

El oxímetro de pulso por debajo de 95% (a nivel del mar) es preo-
 cioso y debe servir como estímulo para identificar la causa de
 hipoxia. La medición y el seguimiento continuo del dióxido
 de carbono telespiratorio (ETCO₂) se ha convertido en una prác-
 tica habitual en los SMU en pacientes cuya vía aérea ha sido
 intubada con procedimientos como la intubación endotraqueal.
 Cuando la correlación entre el ETCO₂ y la presión parcial de
 dióxido de carbono en la sangre arterial (PaCO₂) es bueno en el
 paciente con una perfusión adecuada, la correlación es deficiente
 en el paciente en estado de shock, lo que limita su utilidad para
 guiar respiraciones. La vigilancia de ETCO₂ incluso puede ayudar
 a detectar cambios y tendencias en la perfusión. Sin embargo, es
 importante recordar siempre evaluar las lecturas de las máquinas
 en el contexto del aspecto del paciente. Si dicho aspecto sugiere
 hipoxia, trate al paciente para hipoxia incluso si la máquina indica
 lo contrario. La situación clínica siempre es más importante que la
 lectura que proporciona cualquier dispositivo.

Circulación

Existen dos componentes en la evaluación de la circulación:

- Hemorragia y cantidad de sangre perdida
- Perfüción con sangre oxigenada
 - Total del cuerpo
 - Regional

Los datos acumulados durante la evaluación del sistema circula-
 torio ayudan para hacer una determinación inicial rápida del estado
 del volumen sanguíneo total y la perfusión del paciente, y, en segundo
 lugar, proporcionan una evaluación semejante de regiones especí-
 ficas del cuerpo. Por ejemplo, para comprobar el tiempo de llenado
 capilar, el pulso, color de la piel y la temperatura de una extremidad
 inferior pueden mostrar perfusión comprometida, en tanto que los
 mismos signos pueden ser normales en la extremidad superior. Esta
 discrepancia no significa que los signos son inexactos, sino sólo
 que una parte es diferente de la otra. La pregunta inmediata que se
 debe responder es "¿por qué?" Es importante revisar los siguientes
 hallazgos circulatorios y de perfusión en más de una parte del cuerpo
 y recordar que la evaluación de la condición corporal total no debe
 basarse sólo en una parte.

Hemorragia

La evaluación de la circulación comienza con una exploración
 rápida para descartar una hemorragia externa significativa. El
 paciente puede estar acostado sobre la principal fuente de la hemo-
 rragia, o puede estar oculta por la ropa del paciente. Los esfuerzos
 por restablecer la perfusión serán mucho menos eficaces o total-
 mente ineficaces ante una hemorragia en curso. El paciente puede
 perder un importante volumen de sangre por laceraciones en el
 cuero cabelludo debido a la alta concentración de vasos sangui-
 neos o de heridas que dañan a los principales vasos sanguíneos
 (subclavia, axilar, braquial, radial, cubital, carótida, femoral o
 poplítea). Examine todo el cuerpo para identificar las fuentes de
 hemorragias externas.

La pérdida de sangre significa la pérdida de eritrocitos, y esto
 representa una pérdida de la capacidad para transportar oxígeno.
 Así, mientras que un paciente con hemorragia puede tener una satu-
 ración de oxígeno que es "normal" porque su sangre está totalmente
 saturada de oxígeno, dicho paciente tiene de hecho una disminución
 total del oxígeno, porque simplemente no hay suficiente sangre para

transportar la cantidad de oxígeno necesaria para abastecer a todas
 las células del cuerpo.

Pulso

El siguiente punto de evaluación importante para la perfusión es el
 pulso. La evaluación inicial del pulso determina si es palpable en
 la arteria que se examinó. En general, la pérdida de un pulso radial
 indica hipovolemia grave (o daño vascular en el brazo), en especial
 cuando un pulso central (como la carótida o la arteria femoral) es
 débil, filiforme y muy rápido, lo que indica el estado del sistema
 circulatorio de todo el cuerpo. Si el pulso es palpable, se deben
 observar su característica y fuerza de la siguiente manera:

- ¿La frecuencia del pulso es fuerte, o débil y filiforme?
- ¿La frecuencia del pulso es normal, demasiado rápida o
 demasiado lenta?
- ¿La frecuencia del pulso es regular o irregular?

Aun cuando muchos proveedores de atención prehospitalaria
 implicados en el manejo de pacientes con trauma se centran en la
 tensión arterial del paciente, no se debe desperdiciar el valioso tiempo
 durante la evaluación primaria para obtener una presión sanguínea.
 El nivel exacto de la tensión arterial es mucho menos importante en
 la evaluación primaria que otros signos de shock iniciales. A partir
 de la frecuencia de pulso y sus características se puede determinar
 información significativa.

En una serie de pacientes con trauma, un pulso radial caracte-
 rizado por los proveedores de atención prehospitalaria como "débil"
 fue asociado con la tensión arterial con un promedio de 26 mm Hg
 más baja que un pulso considerado como "normal". Más importante
 aún, los pacientes de trauma con un pulso radial débil tienen una
 probabilidad 15 veces más alta de morir que aquellos con un pulso
 normal.⁷ Aun cuando por lo general se obtiene al comienzo de la
 evaluación secundaria, la tensión arterial se puede palpar o auscultar
 antes en la evaluación del paciente si se cuenta con suficiente asis-
 tencia, o una vez que se ha completado la evaluación primaria y se
 han atendido durante el traslado los problemas que ponen en peligro
 la vida.

Nivel de conciencia (NDC)

El estado mental es parte de la evaluación de la discapacidad,
 aunque la alteración del estado mental puede representar una
 menor oxigenación cerebral como resultado de la disminución
 de la perfusión. La evaluación del estado mental representa una
 evaluación de la perfusión y la función de los órganos objetivo. En
 un paciente ansioso y agresivo se debe suponer isquemia cerebral
 y metabolismo anaeróbico hasta que se identifique otra causa. La
 sobredosis de drogas y alcohol y la contusión cerebral son condi-
 ciones que no pueden tratarse de manera rápida, aunque se puede
 aplicar tratamiento para la isquemia cerebral. Por lo tanto, todos
 los pacientes con posible presencia de isquemia cerebral deben
 tratarse como si la tuvieran.

Además de los problemas de presencia de hipoxia y mala perfu-
 sión, la alteración del estado mental también sugiere lesión cere-
 bral traumática (LCT). La combinación de hipoxia o disminución
 de la tensión arterial y LCT tiene un profundo impacto negativo en
 la supervivencia del paciente; por lo tanto, la hipoxia y la hipoten-
 sión, de presentarse, deben corregirse o, de lo contrario, evitar su
 desarrollo.

Color de la piel

La piel de color rosa en general indica que el paciente está bien oxigenado y no presenta metabolismo anaeróbico. La piel azul (cianótica) o moteada indica hemoglobina no oxigenada y falta de oxigenación adecuada a la periferia. La piel pálida, moteada o cianótica tiene flujo inadecuado de sangre como resultado de una de las siguientes tres causas:

1. Vasoconstricción periférica (asociada con mucha frecuencia a hipovolemia)
2. Disminución en el suministro de eritrocitos (anemia aguda)
3. Interrupción del suministro de sangre a esa parte del cuerpo, como podría observarse en una fractura o lesión de un vaso sanguíneo que suministra sangre a esa parte del cuerpo.

La piel pálida puede ser un hallazgo localizado o generalizado, con diferentes implicaciones. Otros hallazgos (como taquicardia) deben ser utilizados para resolver estas diferencias y determinar si la piel pálida es una condición localizada, regional o sistémica. Además, la cianosis no se puede desarrollar en pacientes hipóxicos que han perdido un número significativo de eritrocitos por la hemorragia. En pacientes con piel de pigmentación oscura tal vez sea difícil detectar la cianosis, pero se observa en los labios, las encías y las palmas.

Temperatura de la piel

Como el cuerpo desvía la sangre lejos de la piel a las partes del cuerpo más importantes, la temperatura de la piel disminuye. La piel fría al tacto indica vasoconstricción, disminución de la perfusión cutánea y de la producción de energía, y, por ende, shock. Debido a que se puede perder una cantidad significativa de calor durante la fase de evaluación, se deben tomar medidas para conservar la temperatura corporal del paciente.

Una buena señal de reanimación adecuada es un dedo del pie cálido, seco y de color rosa. Las condiciones ambientales en las cuales se realiza la determinación pueden afectar los resultados, al igual que una lesión aislada puede afectar la perfusión; por lo tanto, los resultados de esta evaluación se deben considerar en el contexto de toda la situación.

Calidad de la piel

Además del color y la temperatura de la piel, se evalúa la sequedad o humedad de la misma. El paciente con trauma en estado de shock por hipovolemia suele tener la piel húmeda, pegajosa y diaforética. Por el contrario, el paciente con hipotensión por una lesión de la médula espinal por lo general tiene la piel seca.

Tiempo de llenado capilar

La capacidad del sistema cardiovascular para volver a llenar los capilares después de que la sangre ha sido "eliminada" representa un sistema de soporte importante. El análisis de este nivel de función del sistema de soporte mediante la compresión de los capilares para eliminar toda la sangre y luego la medición del tiempo de llenado ofrece una idea de la perfusión del lecho capilar que se evalúa. Por lo general, el cuerpo primero cierra la circulación en las partes más distales y restablece dicha circulación al final. La evaluación del lecho de la uña del dedo gordo o del pulgar proporciona

el primer indicio de desarrollo de hipoperfusión. Además, brinda un fuerte indicio de cuándo se ha completado la reanimación. Sin embargo, al igual que con muchos otros signos que pueda presentar un paciente, una serie de condiciones ambientales y fisiológicas pueden alterar los resultados. Una prueba del tiempo de llenado capilar es una medida del tiempo requerido para perfundir de nuevo la piel y, por lo tanto, una medida indirecta de la perfusión real de esa parte del cuerpo. No es una prueba de diagnóstico de algún proceso de enfermedad o lesión específica.

El tiempo de llenado capilar ha sido descrito como una prueba de shock inadecuada. Sin embargo, no es una prueba de shock, sino una prueba de perfusión del lecho capilar que se analiza. Se utiliza con otras pruebas y, junto con los componentes de la evaluación, es un buen indicador de la perfusión y sugerente de shock, aunque se debe interpretar en el contexto de la situación y las circunstancias actuales.

El shock puede ser la causa de perfusión deficiente y de retraso en el llenado capilar, aunque existen otras causas, como la interrupción arterial por fractura, herida de un vaso por traumatismo penetrante (p. ej., herida de bala), hipotermia, e incluso arteriosclerosis. Otras causas de llenado capilar inadecuado es la disminución del gasto cardíaco como resultado de la hipovolemia (aparte de la hemorragia).

El tiempo de llenado capilar es un signo de diagnóstico útil que también se puede utilizar para la vigilancia del progreso de la reanimación. Si la reanimación del paciente progresa de manera positiva y la condición del paciente mejora, el tiempo de llenado capilar también mostrará mejoría.

Discapacidad

Un sistema corporal regional que se puede evaluar de manera fácil en campo es la función cerebral. Al menos cinco condiciones pueden producir una NDC alterada o cambio en el comportamiento (agresividad o beligerancia) en pacientes con trauma:

1. Hipoxia
2. Shock con alteración de la perfusión cerebral
3. LCT
4. Intoxicación con alcohol o drogas
5. Procesos metabólicos como diabetes, convulsiones y eclampsia

De estas cinco condiciones, la más fácil de tratar, y que mata al paciente muy rápido si no se trata, es la hipoxia. Cualquier paciente con un NDC alterada debe ser tratado como si la causa fuera la disminución de la oxigenación cerebral. Un NDC alterada suele ser uno de los primeros signos visibles de shock.

La LCT puede ser considerada *primaria* (provocada por trauma directo al tejido cerebral) o *secundaria* (causada por los efectos de la hipoxia, hipoperfusión, edema, pérdida de la producción de energía, etc.). No existe un tratamiento eficaz en el contexto prehospitalario para la lesión cerebral primaria, aunque de forma esencial la lesión cerebral secundaria se puede prevenir o reducir de manera significativa mediante el mantenimiento de la oxigenación y perfusión.

La capacidad cerebral para funcionar disminuye a medida que la perfusión y la oxigenación bajan y se presenta la isquemia. Esta disminución de la función se desarrolla a través de varias

...apas, ya que afecta a diferentes áreas del cerebro. La ansiedad y el comportamiento beligerante por lo común son los primeros signos, seguidos de una desaceleración de los procesos de pensamiento y una disminución de las funciones motoras y sensoriales del cuerpo. El nivel de la función cerebral es un signo importante y mensurable prehospitalario de shock. Se debe suponer que un paciente combativo, agresivo, ansioso, o uno con una disminución de la NDC, tiene el cerebro hipóxico e hipoperfundido hasta poder identificar otra causa. La hipoperfusión e hipoxia cerebral acompañan con frecuencia a las lesiones cerebrales, y empeoran el resultado a largo plazo. Incluso los episodios breves de hipoxia y shock pueden empeorar la lesión cerebral original y dar lugar a resultados más pobres.

Exposición/ambiente

El cuerpo del paciente queda expuesto a fin de evaluar sitios menos evidentes de pérdida de sangre externa y pistas que puedan indicar hemorragia interna. También se considera la posibilidad de hipotermia. Esta exposición se realiza mejor en el compartimiento caliente de la ambulancia para el paciente con el fin de protegerlo del ambiente y de las miradas indiscretas del público.

Evaluación secundaria

En algunos casos las lesiones del paciente pueden ser demasiado graves para completar una evaluación secundaria adecuada en campo. Si el tiempo lo permite, la evaluación secundaria se puede hacer mientras se dirige al hospital, si no deben atenderse otras cuestiones.

Signos vitales

Uno de los primeros pasos en la evaluación secundaria, o después de reevaluar la evaluación primaria, es la medición precisa de un conjunto de signos vitales, cuando apenas se dispone de unos minutos durante el traslado.

Frecuencia respiratoria

La frecuencia respiratoria normal para un adulto es de 10 a 20 respiraciones por minuto. Esta frecuencia varía en función de la edad (véase el Capítulo 16, Trauma pediátrico). Una frecuencia de 20 a 30 respiraciones/minuto indica un ritmo límite anormal; sugiere la aparición de shock y la necesidad de oxígeno suplementario. Una frecuencia mayor a 30 respiraciones/minuto indica una etapa tardía de shock y la necesidad de ventilación asistida. La reacción fisiológica para el aumento de la frecuencia respiratoria es la acidosis causada por shock, pero por lo general se asocia con disminución del volumen corriente. Ambas frecuencias respiratorias indican la necesidad de buscar las fuentes potenciales de alteración de la perfusión.

Pulso

En la evaluación secundaria se determina con mayor precisión la frecuencia del pulso. El rango de pulso normal para un adulto es de 60 a 100 latidos/minuto. Con frecuencias más bajas, excepto en individuos muy atléticos, se debe considerar una cardiopatía isquémica o una condición patológica, como el bloqueo cardiaco total. Un paciente con pulso en el rango de 100 a 120 latidos/minuto

tiene un shock temprano, con una respuesta cardiaca inicial de taquicardia. Un pulso por arriba de 120 latidos/minuto es señal definitiva de shock, a menos que sea a causa del dolor o el miedo, y un pulso de más de 140 latidos/minuto se considera crítico en extremo y cercano a la muerte.

Tensión arterial

La tensión arterial es uno de los signos menos sensibles de shock. La tensión arterial comienza a caer hasta que el paciente está profundamente hipovolémico (ya sea por la pérdida real de líquidos o hipovolemia relacionada con un vaso agrandado). La disminución de la tensión arterial indica que el paciente ya no puede compensar la hipovolemia y la hipoperfusión. En pacientes por lo general sanos, la pérdida de sangre debe superar 30% del volumen de la sangre antes de que fallen los mecanismos de compensación y la tensión arterial sistólica caiga por debajo de 90 mm Hg. Por esta razón, la frecuencia respiratoria, la frecuencia y el carácter del pulso, así como el tiempo de llenado capilar y NDC, son indicadores más sensibles de hipovolemia que la tensión arterial.

Cuando la presión del paciente empieza a bajar, existe una situación en extremo crítica que requiere una rápida intervención. En el entorno prehospitalario, un paciente que se encuentra hipotenso ya ha perdido un volumen importante de sangre, y es probable que esta pérdida continúe. El desarrollo de la hipotensión como primer signo de shock significa que tal vez se pasaron por alto los primeros signos.

La gravedad de la situación y el tipo apropiado de intervención varían en función de la causa de la condición. Por ejemplo, la tensión arterial baja asociada con shock neurogénico no es tan crítica como la tensión arterial baja por shock hipovolémico. En la Figura 9-12 se presentan los signos utilizados para evaluar un shock hipovolémico compensado y descompensado.

Un error importante que debe evitarse es asemejar la tensión arterial sistólica con el gasto cardiaco y la perfusión tisular.

Figura 9-12 Evaluación del shock en hipovolémico compensado y descompensado

Signo vital	Compensado	Descompensado
Pulso	Aumento; taquicardia	Aumento importante; taquicardia marcada que puede progresar a bradicardia
Piel	Blanca, fría, húmeda	Blanca, fría, encerada
Rango de tensión arterial	Normal	Disminución
Nivel de conciencia	Sin alterar	Alterado, que va de desorientado a coma

Como ya se destacó, la pérdida significativa de sangre por lo común ocurre antes de que el paciente se vuelva hipotenso (hemorragia Clase III). Por lo tanto, los pacientes con pérdida de volumen sanguíneo de 15 a 30% tienen disminución del gasto cardíaco y alteración de la oxigenación tisular, a pesar de mostrar tensión arterial sistólica normal. Lo ideal es identificar y tratar el shock en las primeras etapas antes de que ocurra una descompensación.

Las lesiones cerebrales no causan hipotensión hasta que el cerebro comienza a herniarse a través de la *incisura tentorial* y el *foramen magnum*. Por lo tanto, se debe suponer que un paciente con lesión cerebral e hipotensión tiene hipovolemia (por lo general, la pérdida de sangre) de otras lesiones y no de la lesión cerebral. Los lactantes (menos de 6 meses de vida) son la excepción a esta regla, ya que puede surgir una hemorragia considerable en el interior del cráneo que conduce al shock hipovolémico a consecuencia de que las suturas y fontanelas permanecen aún abiertas y dan cabida a grandes cantidades de sangre.

Lesiones musculoesqueléticas

Se puede presentar una hemorragia interna significativa con las fracturas (Figura 9-13). Las fracturas del fémur y la pelvis son las más preocupantes. Una sola fractura femoral puede estar asociada con hasta 2 a 4 unidades (1000 a 2000 mL) de pérdida de sangre en un muslo. Esta lesión por sí sola podría representar la pérdida potencial de 30 a 40% del volumen sanguíneo de un adulto y desencadenar un shock hipovolémico descompensado. Las fracturas pélvicas, en especial las producidas por caídas significativas o mecanismos de trituración, pueden estar asociadas con hemorragia interna masiva en el espacio retroperitoneal. Una víctima de un traumatismo directo puede tener múltiples fracturas y shock Clase III o IV, pero sin evidencia de pérdida externa de sangre, hemotórax, hemorragia intraabdominal o fractura de pelvis. Por ejemplo, un peatón adulto golpeado por un vehículo, con cuatro fracturas de costillas, fractura de húmero, fractura de fémur y fracturas bilaterales en tibia y peroné, puede presentar hemorragia interna de 3000 a 5500 mL de sangre. Esta pérdida potencial de sangre es suficiente

para que el paciente muera a causa de un shock si no se reconoce y recibe el tratamiento adecuado.

Factores de confusión

Muchos factores pueden confundir la evaluación del paciente traumatizado, lo que oculta o disminuye la intensidad de los signos característicos del shock. Estos factores pueden inducir a errores del proveedor de atención prehospitalaria imprudente a pensar de que el paciente con trauma está estable cuando en realidad no es así.

Edad

Los pacientes en los extremos de la vida, los muy jóvenes (recién nacidos) y personas de edad avanzada, tienen menor capacidad de compensar la pérdida aguda de sangre y otros estados de shock. Una lesión relativamente menor que sería tolerada sin dificultad en un adulto sano puede producir un shock descompensado en estos individuos. Por el contrario, los niños y los adultos jóvenes tienen una enorme capacidad para compensar la pérdida de sangre y pueden mostrarse relativamente normales en una exploración rápida. A menudo parecen estar bien hasta que de repente deterioran en shock descompensado. Un vistazo más detenido puede revelar signos sutiles de shock, como taquicardia leve y taquipnea, piel pálida con tiempo retardado de llenado capilar y ansiedad. Debido a sus potentes mecanismos de compensación, los niños que se encuentran en estado de shock descompensado representan urgencias graves. Las personas de edad avanzada pueden ser más propensas a ciertas complicaciones de shock prolongado, como la insuficiencia renal aguda.

Condición atlética

Los atletas con buena condición a menudo tienen mejor capacidad compensatoria. Muchos tienen frecuencia cardíaca en reposo en el rango de 40 a 50 latidos/minuto. Una frecuencia cardíaca de 100 a 110 latidos/minuto o hipotensión puede ser una señal de advertencia que indica hemorragia significativa en un atleta bien acondicionado.

Embarazo

Durante el embarazo, el volumen de sangre de una mujer puede aumentar de 45 a 50%. También se incrementan la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco durante el embarazo. Así, una mujer embarazada no puede demostrar signos de shock hasta que su pérdida de sangre sea mayor de 30 a 35% de su volumen de sangre total. Además, mucho antes que una mujer embarazada demuestre signos de hipoperfusión, el feto puede verse afectado de manera negativa debido a que la circulación placentaria es más sensible a los efectos vasoconstrictores de las catecolaminas liberadas en respuesta al estado de shock. Durante el tercer trimestre, el útero grávido puede comprimir la vena cava inferior, lo que disminuye en gran medida el retorno venoso al corazón y provoca hipotensión. La elevación del lado derecho de la paciente embarazada una vez que se ha inmovilizado a un tablero largo puede aliviar esta comprensión. La hipotensión que persiste en una mujer embarazada después de realizar esta maniobra por lo común representa una pérdida de sangre potencialmente mortal.

Figura 9-13 Pérdida de sangre interna aproximada asociada con fracturas

Tipo de fractura	Pérdida de sangre interna (mL)
Costilla	125
Radio o cúbito	250 a 500
Húmero	500 a 750
Tibia o peroné	500 a 1000
Fémur	1000 a 2000
Pelvis	1000 a masiva

Condiciones médicas preexistentes

Los pacientes con condiciones médicas graves preexistentes, como arteriopatía coronaria, insuficiencia cardíaca congestiva y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, suelen ser menos capaces de compensar la hemorragia y el shock. Estos pacientes pueden experimentar angina, ya que su frecuencia cardíaca aumenta en un esfuerzo por mantener su tensión arterial. Los pacientes con marcapasos de velocidad fija implantados por lo común no tienen capacidad de desarrollar la taquicardia compensatoria necesaria para mantener la tensión arterial. Los pacientes con diabetes a menudo tienen una estancia hospitalaria y en la unidad de cuidados intensivos más prolongada, así como más complicaciones que los pacientes sin la enfermedad subyacente.

Medicamentos

Muchos medicamentos pueden interferir con los mecanismos de compensación del organismo. Los agentes de bloqueo beta-adrenérgicos y los bloqueadores de los canales de calcio utilizados para tratar la hipertensión pueden evitar que una persona desarrolle taquicardia compensatoria para mantener la tensión arterial. Además, los fármacos antiinflamatorios no esteroideos (AINE), utilizados en el tratamiento de artritis y dolor musculoesquelético, pueden perjudicar la actividad de las plaquetas y la coagulación de la sangre, y causar aumento de la hemorragia. Los medicamentos anticoagulantes más recientes pueden prevenir la coagulación durante varios días, y no se cuenta con buenos antídotos para revertir la anomalía de la coagulación. Si se puede obtener del paciente o de los familiares un antecedente del uso de medicamentos, esto constituye una información muy importante que se debe transmitir al equipo de trauma que recibe al paciente.

Tiempo entre la lesión y el tratamiento

En situaciones en las que el tiempo de respuesta de los SMU es breve, es posible encontrar a pacientes con hemorragia interna que ponen en riesgo la vida, aunque no han perdido suficiente sangre para manifestar un shock grave (hemorragia Clases III o IV). Incluso los pacientes con heridas penetrantes en aorta, vena cava o vasos ilíacos pueden llegar a las instalaciones receptoras con una tensión arterial sistólica normal, si los tiempos de respuesta de los SMU en la escena y el traslado son breves. En muchas ocasiones, la suposición de que los pacientes no están sangrando de forma interna sólo porque "se ven bien" es un error. El paciente se puede "ver bien" porque está en shock compensado o porque no ha transcurrido el tiempo suficiente para que se manifiesten los signos de shock. Los pacientes deben ser evaluados a fondo incluso para los signos de shock más sutiles, y se debe asumir la presencia de hemorragia interna hasta que se descarte de manera definitiva. La posibilidad de hemorragia interna de presencia tardía es una razón de la continua reevaluación de los pacientes de trauma.

Manejo

Los pasos para el tratamiento del shock son los siguientes:

1. Tener la seguridad de que hay ventilación (vía aérea y ventilación adecuada).

2. Identificar cualquier hemorragia. (Controlar la hemorragia externa y reconocer la probabilidad de hemorragia interna.)
3. Trasladar al paciente a un centro de atención definitivo.
4. Administrar líquidos en el trayecto según corresponda.

Además de asegurar la vía aérea y proporcionar ventilación para mantener la oxigenación, los objetivos principales del tratamiento de shock incluyen la identificación de la fuente o la causa, el tratamiento de la causa de la manera más específica posible y el apoyo a la circulación. Al mantener la perfusión y la entrega de oxígeno a las células, se apoya la producción de energía y se puede asegurar la función celular.

En el ámbito prehospitalario, se deben identificar y controlar de forma directa e inmediata las fuentes externas de hemorragia. Por lo regular, en el ámbito prehospitalario no se pueden tratar de modo definitivo las causas internas; por lo tanto, el enfoque consiste en trasladar al paciente cuanto antes al ámbito de atención definitiva mientras se apoya la circulación de la mejor manera posible. La reanimación en el ámbito prehospitalario incluye:

- Mejorar la oxigenación de los eritrocitos de los pulmones mediante:
 - Cuidado adecuado de las vías aéreas.
 - Soporte ventilatorio con un dispositivo de bolsa-mascarilla y suministro de una concentración alta de oxígeno suplementario (fracción de oxígeno inspirado $[F_iO_2]$ mayor a 0.85).
- Controlar la hemorragia externa e interna en la medida posible en el ámbito prehospitalario. *Todo eritrocito cuenta.*
- Mejorar la circulación para entregar los eritrocitos oxigenados de manera más eficiente a los tejidos sistémicos y optimizar la oxigenación y la producción de energía a nivel celular.
- Mantener el calor corporal por todos los medios posibles.
- Llegar a la atención definitiva tan pronto como sea posible para el control de la hemorragia y la sustitución de los eritrocitos perdidos, plasma, factores de coagulación y plaquetas.

Sin las medidas adecuadas, un paciente seguirá deteriorándose de manera rápida hasta llegar a la condición "estable": la muerte.

Se deben aplicar las siguientes cuatro preguntas al decidir qué tipo de tratamiento proporcionar a un paciente en estado de shock:

1. ¿Cuál es la causa de shock del paciente?
2. ¿Cuál es la atención definitiva para el shock del paciente?
3. ¿Dónde puede recibir mejor el paciente esta atención definitiva?
4. ¿Qué medidas provisionales se pueden tomar para apoyar al paciente y controlar la condición en tanto es trasladado a la atención definitiva?

Aunque la primera pregunta puede ser difícil de contestar con precisión en el campo, la identificación de la posible fuente de shock ayuda a definir cuáles son las instalaciones más adecuadas para satisfacer las necesidades del paciente y qué medidas puedan necesitarse durante el traslado para mejorar sus posibilidades de supervivencia.

Vía aérea

Tal vez se requieran técnicas avanzadas en el ámbito prehospitalario para asegurar la vía aérea y mantener la ventilación, como se indica en el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación. No se debe subestimar la importancia de las habilidades esenciales de las vías aéreas, en especial cuando los tiempos de traslado son breves.

Respiración

Una vez que se asegura una vía aérea permeable, los pacientes en shock o aquellos en riesgo de desarrollar shock (casi todos los pacientes con trauma) inicialmente tienen que recibir oxígeno suplementario en una concentración lo más cercana a 100% (F_{iO_2} de 1.0) posible. Este nivel de oxigenación sólo se puede lograr con un dispositivo que tiene un depósito conectado a la fuente de oxígeno. Las puntillas nasales, una cánula nasal o una mascarilla simple no cumplen con este requisito. *La saturación de oxígeno (SpO_2) debe monitorizarse por oximetría de pulso en prácticamente todos los pacientes de trauma y mantenerse por arriba de 95% (a nivel del mar), y correlacionada con el estado del paciente.*

Un paciente sin respiración, o que respira sin profundidad y velocidad adecuadas, necesita asistencia ventilatoria inmediata mediante un dispositivo de bolsa-mascarilla. La hiperventilación durante la ventilación asistida produce una respuesta fisiológica negativa, sobre todo en el paciente con shock hipovolémico o con LCT. Una ventilación demasiado profunda y rápida puede causar alcalosis en el paciente. Esta respuesta química aumenta la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, lo que resulta en una disminución de la entrega de oxígeno al tejido. Además, la hiperventilación puede aumentar la presión intratorácica y dar lugar a una alteración del retorno venoso al corazón e hipotensión. Los datos de experimentos con animales que utilizan un modelo de shock hipovolémico sugieren una frecuencia de respiración normal o alta incluso con funcionamiento hemodinámico alterado por hemorragia moderada, según lo exhibido por una tensión arterial sistólica y gasto cardíaco más bajos.^{8,9} El aumento de la presión intratorácica podría ser resultado de grandes volúmenes tidales (10 a 12 mL/kg de peso corporal) o de la creación de "auto-PEEP" (presión positiva espiratoria final) cuando se ventila demasiado rápido (la exhalación inadecuada conduce a la retención de aire en los pulmones). En el paciente con lesión cerebral traumática, la hiperventilación inadvertida dará lugar a vasoconstricción cerebral y disminución del flujo sanguíneo cerebral, lo cual exacerba la lesión secundaria en el cerebro. Para un paciente adulto es probable que sea suficiente un volumen tidal razonable (350 a 500 mL) a una velocidad de 10 ventilaciones/minuto.

La vigilancia de dióxido de carbono al final de la espiración ($ETCO_2$) se utiliza a menudo en combinación con la oximetría de pulso para mantener al paciente en un **estado eucápnico** (nivel de dióxido de carbono normal en la sangre) con la oxigenación satisfactoria; sin embargo, en el paciente con perfusión comprometida, la correlación de $ETCO_2$ con $PaCO_2$ es pobre, por lo que no se puede depender de ella para juzgar con precisión la ventilación.

Circulación: control de la hemorragia

La acción inmediata después de asegurar la vía aérea e iniciar la terapia de oxígeno y la asistencia respiratoria es controlar la hemorragia externa evidente, o realizar esto de manera simultánea si se cuenta con suficiente asistencia. Si la hemorragia pone en riesgo la vida de manera evidente y una rápida evaluación primaria revela que el paciente está respirando, entonces la prioridad puede ser controlar la hemorragia. Estos criterios críticos se basan en el conocimiento. La identificación y el control oportunos de la hemorragia externa en el paciente con trauma ayudan a preservar el volumen sanguíneo y los eritrocitos, a fin de asegurar la continuidad de la perfusión tisular. Incluso un pequeño hilo de sangre puede contribuir a la pérdida considerable de sangre si se ignora durante mucho tiempo. Así, en el paciente con trauma multi-sistémico, *ninguna hemorragia es menor y cada eritrocito cuenta para garantizar la perfusión continua de los tejidos corporales.*

Los pasos para el control de hemorragia externa incluyen:

- Presión directa manual
- Vendaje compresivo
- Vendaje para heridas
- Envoltura elástica
- Torniquete (extremidades)
- Agente hemostático (torso)

El control de la hemorragia externa debe proceder en forma escalonada, si las medidas iniciales no logran controlarla (Figura 9-14).

Presión directa

La presión directa manual, o una compresión aplicada en forma directa sobre un sitio donde hay sangrado, es la técnica inicial empleada para controlar la hemorragia externa. Esta aplicación de presión se basa en el principio de Bernoulli (véase el Capítulo 4, Fisiología de la vida y la muerte) y consiste en una serie de consideraciones:

$$\text{Fuga de líquidos} = \text{Presión transmural} \times \text{Tamaño del orificio en la pared del vaso}$$

La **presión transmural** es la diferencia entre la presión dentro del vaso y la presión fuera de éste. La presión ejercida contra el interior de las paredes de los vasos sanguíneos por medio de los líquidos intravasculares y el ciclo de la tensión arterial se denomina **presión intramural** (o **intraluminal**). La fuerza ejercida contra la pared del vaso sanguíneo desde el exterior (como una mano o un apósito) se denomina **presión extramural** (o **extraluminal**). La siguiente ecuación ilustra esta relación:

$$\text{Presión transmural} = \text{Presión intramural} - \text{Presión extramural}$$

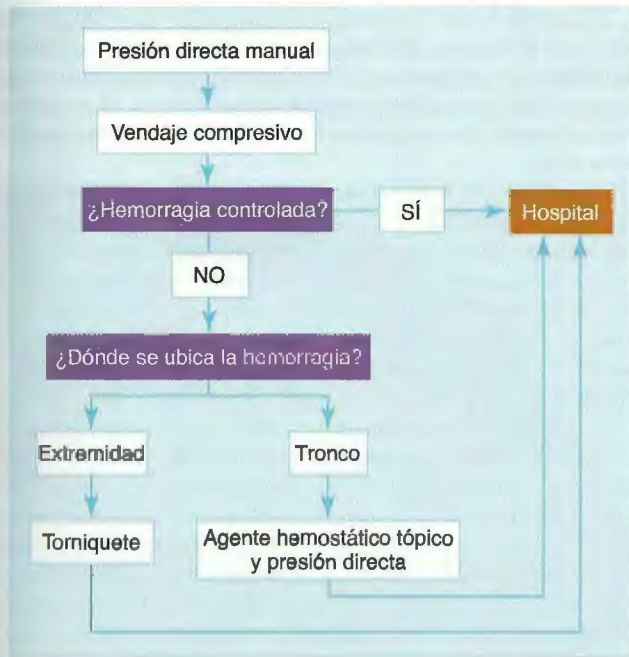


Figura 9-14 Control de hemorragia en el campo.

A mayor presión dentro del vaso, más rápido se fuerza la sangre fuera del orificio. La presión que aplique el proveedor de atención prehospitalaria causará que la sangre se filtre de manera más lenta. La presión directa sobre la herida aumenta la presión intraluminal, con lo que se frena la fuga.

La capacidad del cuerpo para responder y controlar la hemorragia de un vaso lacerado está en función de:

- El tamaño del vaso
- La presión dentro del vaso
- La presencia de los factores de coagulación
- La capacidad del vaso lesionado que entra en espasmo y reduce el tamaño del orificio y el flujo sanguíneo en el sitio de la lesión
- La presión del tejido circundante en el vaso en el sitio de la lesión, y cualquier presión adicional proporcionada por el proveedor de atención prehospitalaria desde el exterior

Los vasos sanguíneos, en particular las arterias, que están totalmente divididos (seccionados) con frecuencia se retraen y entran en espasmo. Por lo regular, hay menos hemorragia del tronco de una extremidad con una amputación completa que de una extremidad con un trauma grave pero con vasos sanguíneos que están dañados, aunque no seccionados de forma total.

La presión directa sobre el sitio de la hemorragia aumenta la presión extraluminal y, por lo tanto, reduce la presión transmural, lo que contribuye a desacelerar o detener la hemorragia. La presión directa también ayuda y es una función de igual importancia. La

compresión de los lados del vaso rasgado reduce el tamaño (área) de la abertura y disminuye aún más el flujo sanguíneo fuera del vaso. Incluso si la pérdida sanguínea no está del todo contenida, puede disminuirse hasta el punto de que el sistema de coagulación de la sangre pueda detener la hemorragia. Por esta razón, la presión directa casi siempre tiene éxito en el control de la hemorragia. En muchos estudios que involucran la hemorragia de los sitios de punción de la arteria femoral después de la cateterización cardiaca se ha documentado que la presión directa es una técnica eficaz.^{7,10-12}

Después de una analogía de tubería con fugas, si hay un pequeño agujero en el tubo, con sólo poner el dedo sobre el orificio de la fuga, ésta se detendrá de manera temporal. Después se puede poner cinta adhesiva alrededor del tubo para una solución a corto plazo de la fuga. El mismo concepto se aplica al paciente con hemorragia. La presión directa sobre la herida abierta debe sustituirse por un vendaje compresivo. Sin embargo, para que este vendaje sea más eficaz, se debe aplicar presión de forma directa sobre la lesión en el vaso. Un apósito simple colocado en la piel sobre la herida no aplica una presión directa sobre el sitio de la hemorragia.

Para lograr el uso más eficaz de un vendaje compresivo, el material de vendaje se debe aplicar con firmeza hacia abajo en la herida y después colocar el vendaje elástico en el exterior. Puede lograrse tapar una herida con el uso de un agente hemostático, como Combat Gauze® o Celox®, o se puede realizar aplicando un rollo de gasa simple. La clave es colocar el material de embalaje en la base de la herida, de manera directa sobre el sitio de la hemorragia, y luego aplicar todo el rollo en la herida. Posteriormente se debe aplicar presión directa sobre la herida durante un mínimo de 3 a 5 minutos si se utiliza un apósito hemostático, y durante 10 minutos si se aplica gasa simple.

Desde una perspectiva del paciente y vascular, esto significa que la TAM (presión intraluminal) y la presión en el tejido que rodea al vaso (presión extraluminal) tienen una relación directa en el control de la velocidad de pérdida de sangre del vaso, así como el tamaño del orificio en el vaso. Cabe destacar que cuando disminuye la tensión arterial de un paciente por la pérdida de sangre, lo conveniente es no elevarla de nuevo a los niveles normales; más bien se debe detener la pérdida de sangre y mantener la tensión arterial a un nivel suficiente para perfundir los órganos vitales. Este nivel por lo general se produce cuando la tensión arterial sistólica del paciente oscila entre 80 y 90 mm Hg. Esto significa evitar la infusión excesiva de líquidos por vía intravenosa en el paciente y mantener un grado leve de hipotensión. El aumento de la tensión arterial a niveles normales mediante la administración de grandes volúmenes de líquidos cristaloides por vía intravenosa produce un efecto contrario al deseado, debido al aumento de la hemorragia como resultado de "reventar" algún coágulo que se ha formado en la abertura de un vaso sanguíneo.

Por lo tanto, los pasos para el manejo de una hemorragia son (1) aumentar la presión externa (vendaje compresivo manual), que disminuye el tamaño del agujero en el lumen del vaso sanguíneo y reduce el diferencial entre la presión interna y externa, los cuales contribuyen a retardar el flujo sanguíneo del vaso lesionado; y (2) utilizar la técnica de reanimación hipotensiva para asegurar que la presión intraluminal no aumente en gran medida.

Tres puntos críticos

Se debe enfatizar en tres puntos adicionales sobre la presión directa. En primer lugar, cuando se atienda una herida con un objeto empalado, la presión debe ser aplicada a cada lado del objeto y no sobre este último. Los objetos empalados no se deben retirar en el campo debido a que el objeto pudo haber dañado un vaso, y el objeto en sí mismo podría estar taponando la hemorragia. Retirar el objeto podría causar hemorragia interna no controlada.

En segundo lugar, si se requiere más personal para llevar a cabo otras tareas de salvamento, se puede crear un vendaje compresivo (compresión) mediante compresas de gasa y una venda elástica en rollo o un manguito de tensión arterial inflado hasta que se detenga la hemorragia. Este apósito se coloca de forma directa sobre el sitio de la hemorragia.

En tercer lugar, la aplicación de presión directa a la hemorragia exsanguinante tiene prioridad sobre la inserción de las líneas IV y la reanimación con líquidos. Sería un grave error entregar en la instalación receptora una víctima de trauma con los vendajes correspondientes y dos líneas IV insertadas y bien sujetas en su sitio, pero que está muriendo debido a la hemorragia de una herida sobre la cual sólo se colocaron apósitos para trauma y no se aplicó presión directa.

Puntos de elevación y presión

Anteriormente, se ha puesto énfasis en la elevación de una extremidad y la compresión en un punto de presión (proximal al sitio de la hemorragia) como los pasos intermedios para controlar una hemorragia. No se han publicado investigaciones acerca de si elevar una extremidad que sangra disminuye la hemorragia. Si un hueso en la extremidad se fractura, esta maniobra podría ser causa potencial de que se convierta de una fractura cerrada a una abierta, o provocar aumento de hemorragia interna. Del mismo modo, no se ha estudiado el uso de puntos de presión para el control de la hemorragia. Por lo tanto, en ausencia de datos convincentes, no se pueden recomendar estas intervenciones en situaciones donde no se logra controlar la hemorragia mediante presión directa o un vendaje compresivo.

Torniquetes

Si la hemorragia de una extremidad externa no se puede controlar con presión, la aplicación de un torniquete es el siguiente paso razonable para contener la hemorragia. Ya no se recomienda el uso de torniquetes debido al riesgo de posibles complicaciones, que incluyen daño a los nervios y los vasos sanguíneos y pérdida potencial de la extremidad si se deja demasiado tiempo el torniquete. No se ha comprobado ninguna de estas situaciones; de hecho, los datos de las guerras de Irak y Afganistán han demostrado justo lo contrario.^{13,14} Aunque hay un pequeño riesgo de que se puede sacrificar total o parcialmente una extremidad, dada la posibilidad de elegir entre perder una extremidad y salvar la vida del paciente, la decisión obvia es preservar la vida. No se sabe que se hayan perdido extremidades como consecuencia de la colocación de un torniquete por parte del ejército estadounidense. De hecho, los datos de la experiencia militar indican que los torniquetes aplicados de forma correcta podrían evitar de manera potencial 7 de 100 muertes en combate.^{15,16}

El control de una hemorragia exsanguinante por medio de torniquete es de 80% o más. Además, durante muchos años los cirujanos han utilizado de forma amplia en el quirófano los torniquetes que ocluyen el flujo arterial, con resultados satisfactorios. *Si se usan de forma adecuada, los torniquetes no sólo son seguros, sino también salvan vidas.*¹⁷

Un estudio de los militares en Irak y Afganistán mostró una marcada diferencia en la supervivencia cuando se aplicó el torniquete antes de que el paciente se descompensara y entrara en estado de shock, en comparación con la aplicación del torniquete después de que bajó la tensión arterial.¹⁸ Cuando se aplicó el torniquete antes de que el paciente entrara en shock, la supervivencia fue de 96%; cuando se colocó después de que el paciente presentara shock, la supervivencia fue de 4%.

En el caso de hemorragia en lugares donde no se puede colocar un torniquete, como en el torso o el cuello, lo razonable es utilizar agentes hemostáticos. A partir de la publicación de la octava edición de *PHTLS: Soporte vital de trauma prehospitalario*, el Instituto de Investigación Quirúrgica del Ejército de Estados Unidos recomienda Combat Gauze como el producto de tercera generación preferido. Sin embargo, esto puede cambiar con el tiempo. Visite el sitio en internet de PHTLS (phtls.org) para información más reciente.

Opciones de dispositivos

Tradicionalmente, un torniquete se ideó a partir de un pañuelo doblado con un ancho aproximado de 10 cm (4 pulgadas) y envuelto dos veces alrededor de la extremidad, como el "molinete español". Se amarra un nudo en el vendaje, se coloca una varilla de metal o madera en la parte superior del nudo y se amarra un segundo nudo. La varilla se gira hasta detener la hemorragia y después se fija en su lugar.

Se deben evitar los torniquetes con forma de banda y estrechos. Los torniquetes más anchos, por lo menos de 1.5 pulgadas (4 cm), son más eficaces para controlar la hemorragia a una presión inferior (Figura 9-15). Existe una relación inversa entre el ancho del torniquete y la presión necesaria para ocluir el flujo arterial. Además, es más probable que una banda muy estrecha cause daño a las arterias y los nervios superficiales.

Debido al interés de los militares de Estados Unidos en un torniquete de uso fácil y eficaz (en especial uno que un soldado podría aplicarse de manera rápida con una mano de tener herido el otro brazo), se han desarrollado y comercializado muchos torniquetes comerciales. En un estudio de laboratorio, tres productos tuvieron una efectividad de 100% en la oclusión del flujo sanguíneo arterial distal: el Torniquete de aplicación en combate (C-A-T, Phil Durango), el Torniquete de emergencias militares (EMT, Delfi Medical

Figura 9-15 Torniquetes alternos

Se puede utilizar de forma alterna un manguito de tensión arterial como un torniquete en caso de urgencia, aunque el aire puede salir del manguito y disminuir su eficacia.

Innovations) y el Torniquete táctico de la fuerza de operaciones especiales (SOFTT, Special Operations Force Tactical Tourniquet, Tactical Medical Solutions) (Figura 9-16).¹⁹ De ellos, el comité sobre el cuidado táctico de caídas en combate (COTCCC, por sus siglas

en inglés) recomienda en la actualidad el uso del C-A-T. Una vez más, esta recomendación puede cambiar con el tiempo, y las últimas actualizaciones de la COTCCC y PHTLS aparecerán en la página web PHTLS (PHTLS.org).



Figura 9-16 A. Torniquete CAT. B. Torniquete EMT. C. Torniquete SOF-T.

Partes A y C, Cortesía de Peter T. Pons, MD, FA CER. Parte B, Cortesía de Medical Innovations, Inc.

Sitio de aplicación

Un torniquete se debe aplicar justo de manera proximal a la herida hemorrágica. Si un torniquete no detiene por completo la hemorragia, entonces se debe aplicar otro junto al primero. Al colocar dos torniquetes uno al lado del otro, la zona de compresión se duplica y es más probable el control exitoso de la hemorragia. Una vez aplicado, el sitio de torniquete no debe ser cubierto de manera que se pueda ver y controlar fácil una hemorragia recurrente.

Opresión en la aplicación

Se debe aplicar un torniquete lo más apretado posible a fin de bloquear el flujo arterial y ocluir el pulso distal. Un dispositivo que sólo ocluye el flujo venoso de una extremidad en realidad aumenta la hemorragia de una herida. Existe una relación directa entre la cantidad de presión requerida para controlar la hemorragia y el tamaño de la extremidad. Por lo tanto, un torniquete tendrá que ser colocado con más fuerza en una pierna para lograr el control de la hemorragia que en un brazo. Si se aplica un torniquete de modo correcto y no se controla con éxito la hemorragia, se puede usar un segundo torniquete y colocarlo justo proximal al primero. La adición de un segundo torniquete proporciona compresión adicional y por lo general es eficaz para detener la hemorragia en los casos en que un dispositivo no sea adecuado.

Límite de tiempo

Los torniquetes arteriales se han utilizado de forma segura durante un máximo de 120 a 150 minutos en quirófano sin causar daño significativo en nervios o músculos. Incluso en entornos suburbanos o rurales, la mayoría de los tiempos de traslado de los SMU son mucho más cortos. En general, un torniquete colocado en el ambiente prehospitalario debe permanecer en su lugar hasta que el paciente llegue a la atención definitiva en el hospital apropiado más cercano. El uso por parte de los militares en Estados Unidos con periodos de aplicación prolongados no ha mostrado un deterioro significativo.¹⁸ Si se requiere la aplicación de un torniquete, lo más probable es que el paciente necesite una cirugía de urgencia para controlar la hemorragia. Por tanto, lo ideal es que el paciente llegue a unas instalaciones con capacidades quirúrgicas.

Anteriormente, con frecuencia se recomendaba aflojar un torniquete cada 10 a 15 minutos a fin de permitir de nuevo el flujo de sangre en la extremidad lesionada con la idea de que dicho flujo ayudara a preservar la extremidad y evitar la amputación posterior. Esta práctica sólo sirve para aumentar la pérdida de sangre sostenida del paciente y no ayuda en nada a la extremidad. Una vez aplicado, el torniquete debe dejarse en su lugar hasta que ya no sea necesario.

Un torniquete puede ser doloroso de tolerar para un paciente consciente, y se debe tomar en consideración el control del dolor, siempre que el paciente no tenga signos de shock Clase III o IV. La Figura 9-17 proporciona un protocolo de muestra para la aplicación del torniquete.

Figura 9-17 Protocolo para la aplicación de torniquetes

Los torniquetes se deben utilizar, si no se puede o no se logra controlar una hemorragia, con presión directa o vendaje compresivo. Los pasos en la aplicación de un torniquete son:

1. Aplique un torniquete, manguito de tensión arterial o "molinete español" de fabricación comercial a la extremidad proximal a la herida sangrante.
2. Apriete el torniquete hasta que la hemorragia cese, y después fíjelo.
3. Anote la hora de aplicación del torniquete en un pedazo de cinta y fíjela al torniquete. Por ejemplo, "TK 21:45" indica que el torniquete se aplicó a las 9:45 pm.
4. Deje el torniquete al descubierto para que el sitio pueda ser visto y supervisado en caso de hemorragia recurrente. Si la hemorragia continúa después de la aplicación y de haber apretado el torniquete inicialmente, puede aplicar un segundo torniquete justo arriba del primero.
5. Considere el control del dolor a menos que el paciente se encuentre en Clase III o IV.
6. Traslade al paciente, preferentemente, a un centro con capacidad quirúrgica.

Agentes hemostáticos

La Food and Drug Administration (FDA) ha aprobado una serie de agentes hemostáticos de uso tópico. Los agentes hemostáticos están diseñados para ser colocados en una herida, mejorar la coagulación y promover el control de la hemorragia potencialmente mortal que no se puede detener sólo con presión directa en áreas del cuerpo que no son susceptibles a la colocación de torniquete. Estos agentes por lo general vienen en dos formas: (1) un polvo que se vierte sobre la herida y (2) una gasa impregnada con el material hemostático que se aplica dentro de la herida.

En las primeras generaciones de agentes hemostáticos se reportaban complicaciones asociadas con su uso. Algunos productos causaban reacciones de generación de calor, que provocaban quemaduras significativas en los pacientes a quienes se aplicaba el material. Se dejaron de recomendar los polvos granulares, ya que solían volar a la cara del proveedor de atención médica cuando éste los aplicaba. Además, se realizaron estudios en animales que mostraron que los productos granulares tenían el potencial de causar émbolos, dando lugar a la formación de coágulos sanguíneos en los lugares del sistema circulatorio lejanos al sitio de la lesión. Las siguientes generaciones de estos agentes han estado a favor de una gasa impregnada con el material activo.

Es importante señalar que estos agentes requieren la colocación del vendaje hemostático de manera directa en la herida, y no sólo

aplicar el apósito como una cubierta para la herida abierta. Además, se debe aplicar un mínimo de 3 minutos de presión directa en la zona de la herida para la mayoría de los agentes disponibles. Al menos un fabricante ofreció recientemente un producto hemostático que no requiere la aplicación de presión directa después de la colocación del producto en la herida.

Al escribir estas líneas, Combat Gauze era el producto recomendado para su uso por el CoTCCC con base en investigaciones realizadas por el laboratorio de investigación quirúrgica de la Marina y el Ejército de Estados Unidos. Una vez más, esta recomendación puede cambiar con el tiempo, y las últimas actualizaciones de la CoTCCC y PHTLS aparecerán en la página web de PHTLS.

Un estudio que compara un número de diversos agentes hemostáticos con la colocación de gasa simple no demostró diferencia alguna en la pérdida de sangre o la supervivencia animal entre los agentes hemostáticos y el material de gasa simple.²⁰ Este hallazgo sugiere de manera contundente que mientras que el agente hemostático ayuda a la coagulación, es probable que el factor primario para controlar la hemorragia sea el mismo vendaje colocado dentro de la herida con la aplicación de presión directa en el sitio de la hemorragia.

Control de hemorragia en uniones

Las heridas localizadas en las denominadas zonas de unión del cuerpo, lugares en los que las extremidades y la cabeza se unen al tronco (ingle, axila, hombro y cuello), pueden dañar los vasos sanguíneos y sangrar de manera profusa. En particular, las heridas de las extremidades inferiores causadas por artefactos explosivos improvisados (AEI) a menudo provocan amputaciones y heridas altas donde no se puede colocar un torniquete. El CoTCCC ha aprobado una serie de dispositivos diseñados para controlar la hemorragia de este tipo de heridas. Estos dispositivos incluyen Combat Ready Clamp (CROC, Combat Medical Systems), Junctional Emergency Treatment Tool (J.E.T.T., North America Rescue Products, LLC) y SAM Junctional Tourniquet (SAM Medical Products). Algunos de estos dispositivos han sido enviados por el ejército de Estados Unidos para su uso en zonas de combate. Hasta ahora no se ha estudiado ni definido la finalidad y utilidad de estos dispositivos en el entorno civil.

Hemorragia interna

En sitios de fractura también se debe considerar la hemorragia interna. El manejo brusco de una extremidad lesionada no sólo puede convertir una fractura cerrada en expuesta, sino también aumentar de manera significativa la hemorragia interna de los extremos de los huesos, el tejido muscular adyacente o vasos dañados. Todas las sospechas de fracturas de las extremidades deben ser inmovilizadas en un esfuerzo para minimizar la hemorragia. Si el paciente no tiene evidencia de condiciones que pongan en riesgo su vida, puede dedicar tiempo a entablillar varias fracturas de forma individual. Sin embargo, si en la evaluación primaria identifica condiciones que pongan en riesgo la vida del paciente, éste debe ser inmovilizado rápidamente en un dispositivo apropiado, como una tabla larga o colchón de vacío, fijar con ello todas las extremidades de forma anatómica y trasladarlo a un centro médico. Se ha demostrado que los aglutinantes pélvicos inmovilizan y aproximan las fracturas del hueso de la pelvis, pero no se han hecho estudios para demostrar cambios en el resultado si se utiliza en el ámbito prehospitalario.

Discapacidad

No hay intervenciones únicas, específicas para el estado mental alterado en el paciente con shock. Si el estado neurológico anormal del paciente es resultado de hipoxia cerebral así como de una mala perfusión, los esfuerzos para corregir la hipoxia y restablecer la perfusión a través del cuerpo deben tener por resultado un mejor estado mental. Al evaluar el pronóstico de un paciente después de una LCT, por lo general la puntuación "inicial" de la Escala Glasgow Coma (EGC) se considera la calificación establecida después de la reanimación y el restablecimiento de la perfusión cerebral adecuada. La evaluación de la puntuación EGC de un paciente cuando aún en estado de shock puede resultar en un pronóstico extremo sombrío.

Exposición/ambiente

El mantenimiento de la temperatura corporal del paciente dentro de un rango normal es importante. La hipotermia se debe a la exposición a ambientes más fríos por convección, conducción y otros medios físicos (véase el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío) y la pérdida de la producción de energía en el metabolismo aeróbico. La mayor preocupación con respecto a la hipotermia es su efecto sobre la coagulación de la sangre. A medida que el cuerpo se enfría, la coagulación se ve afectada. Además, la hipotermia empeora la coagulopatía, disfunción miocárdica, hiperpotasiemia, vasoconstricción, así como otros problemas que afectan de forma negativa la oportunidad de supervivencia de un paciente.²¹ Si bien las bajas temperaturas preservan el tejido durante un tiempo corto, el descenso de la temperatura debe ser muy rápida y muy baja para que se produzca la conservación. No se ha demostrado la eficacia de dicho cambio rápido en el paciente en estado de shock después de un traumatismo.

En el ámbito prehospitalario es difícil aumentar la temperatura central una vez que se ha desarrollado la hipotermia; por lo tanto, se deben iniciar todas las medidas posibles en el campo para conservar la temperatura normal del cuerpo. Una vez expuesto y examinado, el paciente debe estar protegido del ambiente y mantener la temperatura corporal. Se retira la ropa mojada, incluyendo la saturada de sangre, porque ésta aumenta la pérdida de calor. Se cubre al paciente con mantas calientes. Puede presentarse la necesidad de calentar al paciente colocando mantas cerca de los respiraderos del calentador en la ambulancia en camino para atender la urgencia. Una alternativa para las mantas consiste en cubrir al paciente con trozos de plástico, como bolsas de basura pesadas y gruesas. Son económicas, fáciles de almacenar, desechables y eficaces para retener el calor. El oxígeno caliente, humidificado (si se tiene), puede ayudar a preservar el calor del cuerpo, en particular en los pacientes intubados.

Una vez examinado y envuelto, el paciente en estado de shock es trasladado en el compartimiento caliente de la ambulancia destinado para los pacientes. Lo ideal es mantener dicho compartimiento a 29 °C (85 °F) o más cuando se traslada a un paciente herido en forma grave. La tasa de pérdida de calor del paciente en un compartimiento frío es muy alta. Las condiciones deben ser ideales para el paciente, no para los proveedores de atención prehospitalaria, ya que el paciente es la persona más importante en cualquier urgencia. Una buena regla general es que si el proveedor de la atención prehospitalaria está cómodo en el compartimiento del paciente, es demasiado frío para el paciente.

Traslado del paciente

El tratamiento eficaz de un paciente en shock hemorrágico grave requiere de un cirujano con acceso a un quirófano y a sangre. Debido a que ninguna de ellas está disponible de rutina en el entorno de trauma prehospitalario, es de suma importancia el traslado rápido a un centro con capacidad para manejar las lesiones del paciente. Traslado rápido no significa el antiguo "cargar y correr" sin tener en cuenta o haciendo caso omiso de las modalidades de tratamiento que son importantes en el cuidado del paciente. Significa que el proveedor de atención prehospitalaria instituye con rapidez medidas clave potenciales que pueden salvar vidas, como el manejo de la vía aérea, soporte ventilatorio y el control de la hemorragia. No se debe perder tiempo en una evaluación inadecuada o con maniobras de inmovilización innecesarias. Al cuidar de un paciente lesionado en estado crítico, se deben llevar a cabo muchas medidas, como calentar al paciente, iniciar una terapia IV e incluso realizar la evaluación secundaria durante el camino en la ambulancia.

Posición del paciente

En general, el paciente de trauma que está en estado de shock debe ser transportado en posición supina e inmovilizado, según sea necesario, en un dispositivo apropiado, como una tabla larga o un colchón de vacío. Aun cuando el posicionamiento especial, como la posición de Trendelenburg (colocado en un plano inclinado con los pies elevados por encima de la cabeza) o la posición de "shock" (cabeza y torso en posición supina con las piernas elevadas), se utiliza desde hace 150 años, no se ha demostrado su eficacia. La posición de Trendelenburg puede agravar la función ventilatoria ya deteriorada al aplicar el peso de los órganos abdominales sobre el diafragma y aumentar la presión intracraneal en pacientes con LCT. Más importante aún, los pacientes con shock hipovolémico grave en general desarrollan una vasoconstricción máxima.^{22,23}

Acceso vascular

Ruta intravenosa

En un paciente traumatizado con lesiones graves manifiestas o sospecha de éstas, se obtiene un acceso por vía intravenosa para que el proveedor de atención prehospitalaria pueda iniciar la administración de líquidos, si corresponde. Excepto en circunstancias inusuales, como un paciente sometido a la extracción de un vehículo o de los proveedores de atención prehospitalaria a la espera de la llegada de un helicóptero, el acceso IV debe obtenerse después de que el paciente ha sido colocado en la ambulancia y se ha iniciado el traslado al centro adecuado más cercano. La obtención del acceso IV no debe retrasar el envío del paciente herido de forma grave al hospital.

Aunque el volumen de reanimación de un paciente con trauma en estado de shock tiene un sentido empírico, las investigaciones no han demostrado mejores tasas de supervivencia de los pacientes con trauma y lesiones críticas cuando se inicia la terapia de líquidos por IV en el ámbito prehospitalario. De hecho, en un modelo fisiológico computarizado de la administración prehospitalaria de líquidos IV se observó que el líquido IV beneficia sólo cuando existen tres condiciones: (1) el paciente está sangrando a una velocidad de 25 a 100 mL/minuto, (2) la velocidad de administración de líquidos IV es igual a

la velocidad de la hemorragia, y (3) el tiempo de traslado desde la escena es mayor a 30 minutos.²⁴ Por lo tanto, *nunca se debe retrasar el traslado de pacientes con trauma por iniciar las vías IV.*

En un estudio se demostró que el uso de líquidos por vía intravenosa antes de controlar la hemorragia no produce beneficio alguno.²⁵ Desafortunadamente, no hay estudios que asignen al azar el uso de la reanimación con líquidos en pacientes con hemorragia no controlada *versus* a la hemorragia controlada. Todos los estudios que se han realizado mezclan ambos tipos de pacientes. Hasta que se lleve a cabo un estudio así, el uso de estudios anecdóticos y mixtos será la base para la práctica recomendada.

En el caso de los pacientes en shock o con lesiones potencialmente graves, se deben insertar uno o dos catéteres IV de calibre grande (calibre 14 o 16), cortos (1 pulgada) por punción percutánea, según lo permita el tiempo. La velocidad de la administración de líquidos es directamente proporcional a la cuarta potencia del radio del catéter e inversamente proporcional a su longitud (lo que significa que más líquido fluirá con rapidez a través de un catéter más corto de mayor diámetro que un catéter más largo de menor diámetro). El sitio preferido para el acceso percutáneo es una vena del antebrazo. Los sitios alternos para el acceso IV son las venas de la fosa antecubital, la mano y el brazo superior (vena cefálica). Si en un niño no se logra el acceso percutáneo después de dos intentos, se debe considerar la inserción de una línea intraósea. Por lo general, las vías venosas centrales (o venostomías) no se consideran adecuadas para el acceso venoso en el ámbito prehospitalario y rara vez se necesitan.

Vía intraósea

Otra alternativa para el acceso vascular en los adultos es la vía intraósea.^{26,27} La administración de líquidos IV por vía intraósea no es un método nuevo y fue descrito en 1941 por el doctor Walter E. Lee. Este método de acceso vascular se puede lograr de varias formas. Se puede establecer mediante la técnica del esternón, utilizando dispositivos de diseño adecuado^{28,29} (p. ej., FAST1, Pyng Medical Corporation). Asimismo, se pueden utilizar dispositivos de diseño especial, como Bone Injection Gun ("BIG", WaisMed) y el EZ-IO (Vidacare Corp.), para establecer el acceso a través de sitios en la tibia distal por arriba del tobillo, la tibia proximal, el fémur distal, el húmero proximal o el esternón (aunque no se debe utilizar un EZ-IO en el sitio esternal) (Figuras 9-18 y 9-19).³⁰ Estas técnicas se utilizan por lo común en el ámbito prehospitalario, aunque el enfoque debe estar en el traslado rápido y no en la administración de líquidos IV. En el caso de un traslado retardado o prolongado para la atención definitiva, el acceso vascular intraóseo puede tener una función en los pacientes adultos con trauma.

Volumen para reanimación

Existen dos categorías generales de productos de reanimación con líquidos que se han utilizado en los últimos 50 años para el manejo de pacientes de trauma: la sangre y las soluciones IV. Estos productos se pueden subdividir de la siguiente manera:

- Sangre
 - Paquete de eritrocitos (PRBC)
 - Sangre completa
 - Sangre completa reconstituida como productos de sangre

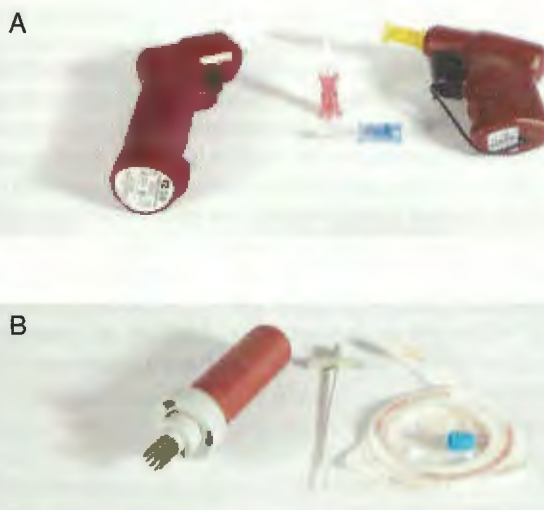


Figura 9-18 A. Agujas IO y pistola IO para inserción manual (se presentan varios tamaños). B. Conductor esternal IO.

Fuente: Jones and Bratlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

- Soluciones IV
 - Volúmenes grandes de cristaloides
 - Líquido hipertónico
 - Solución salina al 7%
 - Solución salina al 3%
 - Soluciones coloides
 - Hipotenso o líquidos restringidos
 - Sustitutos de sangre (sólo para el uso de investigación)

Cada uno de estos productos tiene ventajas y desventajas.

Sangre

Debido a su capacidad para transportar oxígeno, la sangre o varios productos de sangre siguen siendo el líquido de preferencia para la reanimación de un paciente en shock hemorrágico grave. La experiencia adquirida por los militares de Estados Unidos como resultado de las guerras de Irak y Afganistán ha demostrado la importancia de la administración de eritrocitos y plasma para la supervivencia de los soldados heridos. Esta sangre "reconstituida" sustituye la capacidad perdida de transportar oxígeno, los factores de coagulación y las proteínas necesarias para mantener la presión oncótica a fin de evitar la pérdida de líquido desde el sistema vascular. Desafortunadamente, es poco práctico el uso de la mayor parte de la sangre en el ámbito prehospitalario civil debido a problemas relacionados con su tipificación y a que sus subcomponentes son perecederos si no se mantienen refrigerados o congelados hasta el momento de su uso.

Hoy en día, en varios países se utiliza *plasma liofilizado* en el campo. El plasma liofilizado es plasma humano que ha estado seco mediante congelación. Tiene un tiempo de vida estable aproximado de 2 años, no requiere refrigeración y debe ser reconstituido antes de su uso. Pocos sistemas de SMU y SMUH (SMU en helicóptero) en Estados Unidos llevan plasma líquido, y están en marcha investigaciones para evaluar el uso de plasma en el ámbito prehospitalario civil para la reanimación de pacientes con trauma.



Figura 9-19 A. Lugar de la inserción esternal en el manubrio por debajo de la horquilla esternal. Observe que el dispositivo EZ-IO no se puede insertar en el sitio esternal. B. Sitio de inserción tibial distal por encima del tobillo. C. Sitio de inserción tibial proximal debajo de la rodilla.

Soluciones intravenosas

Las soluciones alternas del volumen para reanimación se encuentran en una de cuatro categorías: (1) cristaloideos isotónicos, (2) cristaloideos hipertónicos, (3) coloides sintéticos (artificiales) y (4) productos de sangre.

Soluciones cristaloideas isotónicas

Los cristaloideos isotónicos son soluciones salinas equilibradas compuestas de electrolitos (las sustancias que se separan en iones cargados cuando se disuelven en soluciones). Actúan como eficaces expansores de volumen durante un periodo corto, pero no poseen la capacidad de transportar oxígeno. Inmediatamente después de la infusión, los cristaloideos llenan el espacio vascular que se agotó por la pérdida de sangre, y mejoran la precarga y el gasto cardíaco. La solución de **Ringer lactato** sigue siendo la solución cristaloide isotónica de preferencia para el tratamiento del shock debido a que su composición es muy semejante a la de los electrolitos de plasma sanguíneo. Contiene cantidades específicas de sodio, potasio, calcio, cloruro e iones lactato. La solución **salina normal** (solución de cloruro de sodio al 0,9% [NaCl]) sigue siendo una alternativa aceptable, aunque puede ocurrir **hipercloremia** (un aumento marcado en el nivel de cloruro en sangre) con la reanimación masiva del volumen al administrar solución salina normal. Las soluciones de dextrosa en agua (p. ej., D₅W) no son expansores de volumen eficaces y no tienen cabida en la reanimación de pacientes traumatizados. De hecho, la administración de líquidos que contienen glucosa sólo sirve para aumentar el nivel de glucosa en la sangre del paciente, lo que después tiene un efecto diurético y aumenta la pérdida de líquido por medio de los riñones.

Desafortunadamente, de 30 a 60 minutos después de la administración de una solución cristaloide, sólo alrededor de un cuarto a un tercio del volumen administrado permanece en el sistema cardiovascular. El resto se desplaza en el espacio intersticial porque el agua y los electrolitos en la solución pueden cruzar de manera libre las membranas capilares. El líquido perdido se vuelve edema en los tejidos blandos y órganos corporales. Este exceso de líquido provoca dificultades con la carga y descarga de oxígeno a los eritrocitos.

De ser posible, los líquidos intravenosos se deben calentar antes de la infusión a aproximadamente 39 °C (102 °F). La infusión de grandes cantidades de líquidos IV a temperatura ambiente o fríos contribuye a la hipotermia y el aumento de la hemorragia.

Soluciones cristaloideas hipertónicas

Las soluciones cristaloideas hipertónicas tienen concentraciones sumamente altas de electrolitos en comparación con el plasma sanguíneo. El modelo experimental de uso más común es la **solución salina hipertónica**, una solución de NaCl al 7,5%, que es más de ocho veces la concentración de NaCl en solución salina normal. Éste es un expansor de plasma eficaz, en especial porque es una infusión pequeña de 250 mL que con frecuencia produce el mismo efecto que de 2 a 3 litros de solución de cristaloideos isotónicos.^{31,32} Un análisis de varios estudios con la solución salina hipertónica fracasó; sin embargo, demuestra la mejora de las tasas de supervivencia en torno al uso de cristaloideos isotónicos.³³ Esta solución no está aprobada por la FDA para la atención de pacientes en Estados Unidos. Las concentraciones menores (del rango de 3,0%) han sido aprobados para la atención al paciente y se utilizan con frecuencia en las unidades de cuidados intensivos.

Soluciones coloides sintéticos

Las **proteínas** son moléculas grandes producidas por el cuerpo y que están constituidas por aminoácidos con un sinnúmero de funciones. La albúmina, un tipo de proteína que se encuentra en la sangre, ayuda a mantener el líquido en el espacio intravascular.

La administración intravenosa de albúmina humana es costosa y se ha asociado con la transmisión de enfermedades infecciosas, como la hepatitis. Cuando se administra a un paciente en estado de shock hemorrágico, las soluciones coloides sintéticos extraen líquido de los espacios intersticiales e intracelulares hacia el espacio intravascular, y de este modo producen la expansión del volumen sanguíneo. Al igual que con cristaloides, los expansores del plasma coloidal no transportan oxígeno.

Gelofusine es una solución de gelatina al 4% producida a partir de proteína bovina, y se utiliza de manera incidental en Europa y Australia para la reanimación con líquidos. Es moderadamente costoso y conlleva un riesgo de reacciones alérgicas graves. Una pequeña infusión de gelofusine produce la expansión del volumen intravascular durante varias horas.

El hetaalmidón y dextrano son coloides sintéticos creados mediante la vinculación de numerosas moléculas de almidón (amilopectina) o de dextrosa hasta que su tamaño es semejante al de una molécula de albúmina. Estas soluciones también son moderadamente costosas en comparación con cristaloides, y se han asociado con reacciones alérgicas y al deterioro de la tipificación de la sangre. Dos metaanálisis recientes de la literatura relacionada con el uso del hetaalmidón han planteado la preocupación por el aumento de la incidencia de una lesión renal aguda y de la mortalidad relacionada con la administración de estos compuestos.^{34,35}

El uso de cristaloides en comparación con los coloides ha sido motivo de debate en el manejo de pacientes con trauma.³⁶ En un estudio de casi 7000 pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos no se observaron diferencias en el resultado cuando los pacientes fueron reanimados con coloide (albúmina) en lugar de solución salina normal.³⁷ Un reciente metaanálisis hace eco a este hallazgo.³⁵ En un estudio presentado en una reunión de 2009 de la American Association for the Surgery of Trauma (AAST) se identificó una mayor supervivencia con hextend que con la solución salina normal; sin embargo, se necesita más información antes de poder recomendar su uso de manera rutinaria. Hextend es una solución coloidal que se ha utilizado en situaciones militares como expansor de volumen. Los beneficios son que es un paquete más pequeño y ligero (aunque más costoso), se transporta con más facilidad, mejora la perfusión sin sobrecargar al paciente con cristaloides, y parece ser eficaz. Sin embargo, en un metaanálisis reciente se planteó la pregunta sobre el posible aumento de la mortalidad por insuficiencia renal aguda debido a este tipo de producto.³⁴

Prácticamente no existen investigaciones que impliquen el uso de estas soluciones de coloides sintéticos en el ámbito prehospitalario civil, y no existen datos de su uso en hospital que muestren que son superiores a las soluciones cristaloides. Estos productos no se recomiendan para el manejo prehospitalario de shock.

Sustitutos de sangre

La transfusión de sangre tiene varias limitaciones, así como cualidades no deseadas, entre ellas la necesidad de agrupar y la compatibilidad cruzada, una vida útil corta, percedera cuando no se refrigera, un potencial de transmisión de enfermedades infecciosas, y una escasez cada vez mayor de unidades donadoras que limita su uso en el contexto prehospitalario. Esto ha dado lugar a una intensa investigación durante las últimas dos o tres décadas de sustitutos de la sangre. El ejército de Estados Unidos ha desempeñado una función central en esta investigación debido a que se podría llevar

un sustituto de la sangre que no necesita refrigeración y no requiere grupo de sangre a un soldado herido en el campo de batalla, y se infunde con rapidez para combatir el shock.

Los *perfluorocarbonos* (PFC) son compuestos sintéticos que tienen alta solubilidad de oxígeno. Estos materiales inertes pueden disolver aproximadamente 50 veces más oxígeno que el plasma sanguíneo. Los PFC no contienen hemoglobina ni proteína; están totalmente libres de materiales biológicos, lo que reduce en gran medida la amenaza de agentes infecciosos que se encuentran en ellos; y el oxígeno es transportado mediante la disolución de la porción de plasma. Los PFC de primera generación eran de uso limitado debido a numerosos problemas, entre los que se incluye una vida media corta y la necesidad de una administración concurrente de FiO_2 alto. Los PFC más nuevos tienen menos de estos inconvenientes, pero su función como portadores de oxígeno sigue siendo indeterminada.

La mayoría de los *transportadores de oxígeno basados en la hemoglobina* (TOBH) utilizan la misma molécula que transporta el oxígeno (hemoglobina) que se encuentra en los glóbulos humanos, bovinos o porcinos. La principal diferencia entre los TOBH y la sangre humana es que la hemoglobina en los TOBH no está contenida en una membrana celular. Esto elimina la necesidad de llevar a cabo estudios de grupo y compatibilidad cruzada porque se elimina el riesgo del anticuerpo de antígeno cuando se extrae la hemoglobina de la célula. Además, muchos de estos TOBH pueden almacenarse durante largos periodos, lo que los hace la solución ideal para los incidentes con gran número de víctimas. Los primeros problemas con soluciones transportadoras de oxígeno basados en la hemoglobina incluyen la toxicidad de la hemoglobina. A la fecha no se ha comprobado que dichas soluciones experimentales sean seguras ni eficaces en los seres humanos.

Calentar líquidos intravenosos

Cualquier líquido IV administrado a un paciente en estado de shock debe estar caliente, no a temperatura ambiente ni frío. La temperatura ideal para este tipo de líquidos es de 39 °C (102 °F). La mayoría de las ambulancias no tienen calentadores convencionales rápidos de líquidos, pero otros pasos pueden mantener los líquidos a una temperatura adecuada. Un área de almacenamiento conveniente para los líquidos es en una caja en el compartimiento del motor. Envolver paquetes de calor alrededor de la bolsa también puede calentar el líquido. Las unidades que calientan líquidos, disponibles en el comercio para la atención al paciente, ofrecen un medio fácil y confiable para mantener los líquidos a la temperatura correcta. Estas unidades son costosas pero se justifican en traslados prolongados.

Manejo del volumen para reanimación

Como ya se señaló, existe una controversia significativa en torno a la administración prehospitalaria de líquidos a un paciente traumatizado en estado de shock. Cuando se introdujo por primera vez el Soporte vital de trauma prehospitalario (PHTLS) en Estados Unidos, los proveedores de atención prehospitalaria adoptaron el enfoque utilizado por los médicos y cirujanos de urgencias en la mayoría de los hospitales y centros de trauma: administrar una solución de cristaloides IV hasta que los signos vitales regresen a

normalidad (por lo general, pulso menor a 100 latidos/minuto y presión arterial sistólica mayor de 100 mm Hg). Si se infunde suficiente solución cristaloide para restablecer la normalidad de los signos vitales, se puede mejorar la perfusión del paciente. En ese momento los expertos creían que este tipo de intervención rápida eliminaría el ácido láctico y restablecería la producción de energía en las células del cuerpo, y también que disminuiría el riesgo de desarrollar shock irreversible e insuficiencia renal. Sin embargo, un estudio de pacientes de trauma en el ámbito prehospitalario demostró que la administración de líquidos intravenosos de hecho reduce las complicaciones y la posibilidad de muerte.

Una contribución importante de PHTLS en las últimas dos décadas ha sido la de establecer el cambio conceptual que, en el paciente traumatizado con lesiones críticas, *no se debe retrasar el traslado mientras se colocan las líneas IV y se infunde el líquido*. Estas acciones se pueden realizar en la parte trasera de la ambulancia o camino al centro apropiado más cercano. El paciente traumatizado con lesiones críticas que está en shock por lo general requiere transfusión de sangre y una intervención quirúrgica para controlar la hemorragia interna, ninguna de las cuales se puede proporcionar en el campo.

Se ha demostrado en investigaciones, principalmente en modelos experimentales de shock, que el volumen IV para reanimación puede tener efectos secundarios perjudiciales cuando se administra antes del control quirúrgico de la fuente de la hemorragia. En modelos de experimentación, la hemorragia interna con frecuencia continúa hasta que el animal está hipotenso, momento en el que la hemorragia disminuye y por lo regular se forma un coágulo de sangre (*trombo*) en el sitio de la lesión. En un sentido, esta hipotensión protege, ya que se asocia con una disminución severa o cese de la hemorragia interna. Cuando se administraron líquidos IV agresivos a los animales en un intento por restablecer la perfusión y la tensión arterial, se inició de nuevo la hemorragia interna y se interrumpió el trombo.

Además, las infusiones cristaloides pueden diluir los factores de regulación. Los animales para experimentación a menudo tenían un peor resultado en comparación con los animales que recibieron reanimación luego del control quirúrgico del sitio de la lesión.³⁸⁻⁴⁰ En un modelo animal semejante, se observó una mejor supervivencia con la "reanimación hipotensora", en la cual la tensión arterial se mantuvo baja de manera deliberada hasta que se controló la hemorragia, y después se llevó a cabo la reanimación.⁴¹⁻⁴³

Es evidente que estos estudios tienen implicaciones potenciales sobre la reanimación con líquidos en el ámbito prehospitalario. En teoría, el volumen de reanimación agresiva podría devolver la normalidad a la tensión arterial. A su vez, esto puede desalojar los coágulos sanguíneos formados en los sitios de hemorragia en la cavidad peritoneal o en otro lugar, y puede originar una nueva hemorragia que no se pueda controlar hasta que el paciente llega al quirófano. Por otro lado, la retención de líquido IV de un paciente en estado de shock profundo sólo conduce a una mayor hipoxia tisular y falla en la producción de energía. En un estudio clínico único realizado en un ambiente prehospitalario urbano se demostró un peor resultado en los pacientes con trauma que recibieron soluciones cristaloides antes de controlar la hemorragia interna (tasa de supervivencia de 62% frente a 70% en el grupo de tratamiento quirúrgico).²¹ Los hallazgos de este estudio único no se han duplicado en otros sistemas prehospitalarios, y no se pueden generalizar a

sistemas rurales de SMU. En una encuesta de cirujanos de trauma, menos de 4% optó por un enfoque que involucró la retención de líquidos IV a partir de un paciente en estado de shock Clase III. En promedio, dos de cada tres cirujanos recomiendan que un paciente en estas condiciones se mantenga en un estado relativamente hipotenso durante el traslado.⁴⁴

El volumen de reanimación prehospitalario se debe adaptar a la situación clínica, como se describe en el siguiente análisis (Figura 9-20).

Hemorragia no controlada

En el caso de pacientes con sospecha de hemorragia interna en tórax, abdomen o retroperitoneo (pelvis), se debe administrar suficiente solución cristaloide IV para mantener la tensión arterial sistólica en un rango de 80 a 90 mm Hg, lo que proporcionará un TAM de 60 a 65 mm Hg. Este nivel de tensión arterial debe mantener una perfusión adecuada para los riñones con menos riesgo de empeoramiento de la hemorragia interna. No se debe administrar un bolo de líquido porque esto puede "disparar" el rango objetivo de la tensión arterial, lo que provocaría una hemorragia intratorácica, intraabdominal o retroperitoneal recurrente.

La filosofía actual de la administración restringida de cristaloides en el ámbito prehospitalario y durante la atención hospitalaria inicial se denomina de diferentes formas, incluyendo hipotensión permisiva, reanimación hipotensora y reanimación "equilibrada", lo que significa que debe alcanzarse un equilibrio entre la cantidad de líquido administrado y el grado de elevación de la tensión arterial. Una vez que el paciente llega al hospital, se continúa con la administración de líquidos de plasma y sangre (relación 1:1) hasta controlar la hemorragia. En la mayoría de los centros de trauma se devuelve la tensión arterial a los valores normales con la administración de una transfusión continua 1:1 (plasma a sangre) con cristaloides restringidos.

Lesiones en el sistema nervioso central

La hipotensión se ha asociado con un aumento de la mortalidad en el entorno del LCT. Los pacientes con determinadas condiciones (p. ej., LCT) parecen obtener beneficio de una reanimación más intensa con líquidos.⁴⁵ Las guías publicadas por la Brain Trauma Foundation recomiendan que se mantenga la tensión arterial sistólica por arriba de 90 mm Hg en pacientes con sospecha de LCT.⁴⁶ Las guías por consenso que se centran en el manejo de la lesión medular aguda recomiendan no sólo evitar la hipotensión (tensión arterial sistólica menor a 90 mm Hg), sino también el mantenimiento de un TAM de por lo menos 85 a 90 mm Hg con la esperanza de mejorar la perfusión de la médula espinal. Para lograr este objetivo, tal vez sea necesario un fuerte volumen de reanimación, lo que aumenta el riesgo de sangrado recurrente de lesiones internas asociadas.⁴⁷

Hemorragia controlada

Los pacientes con hemorragia externa significativa ya controlada pueden ser tratados con una estrategia de volumen de reanimación más intensa, siempre que el proveedor de atención prehospitalaria no tenga razones para sospechar de lesiones intratorácicas, intraabdominales o retroperitoneales asociadas. Ejemplos de estas lesiones incluyen una laceración grande en el cuero cabelludo o una herida en una extremidad que involucren vasos sanguíneos

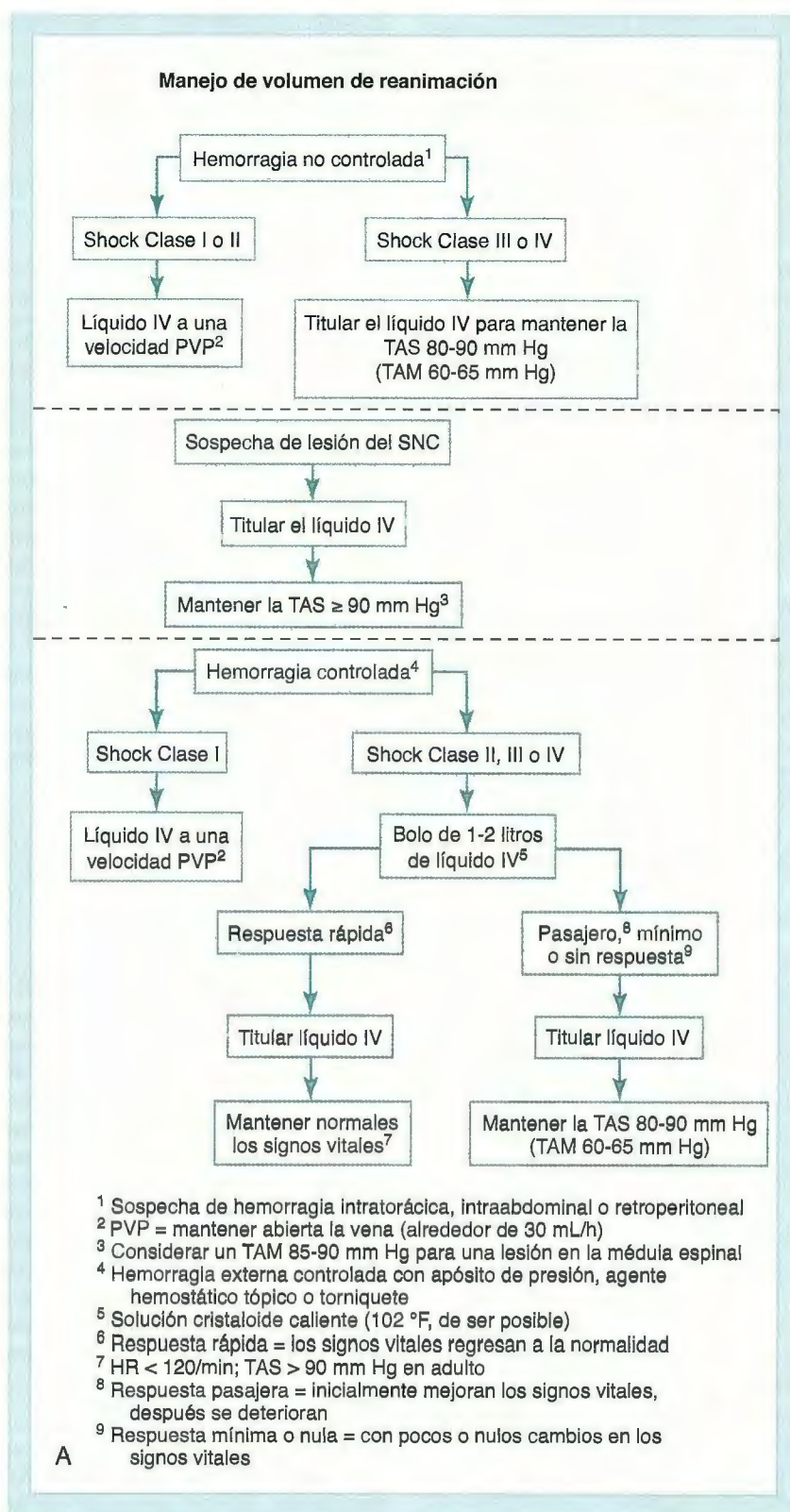
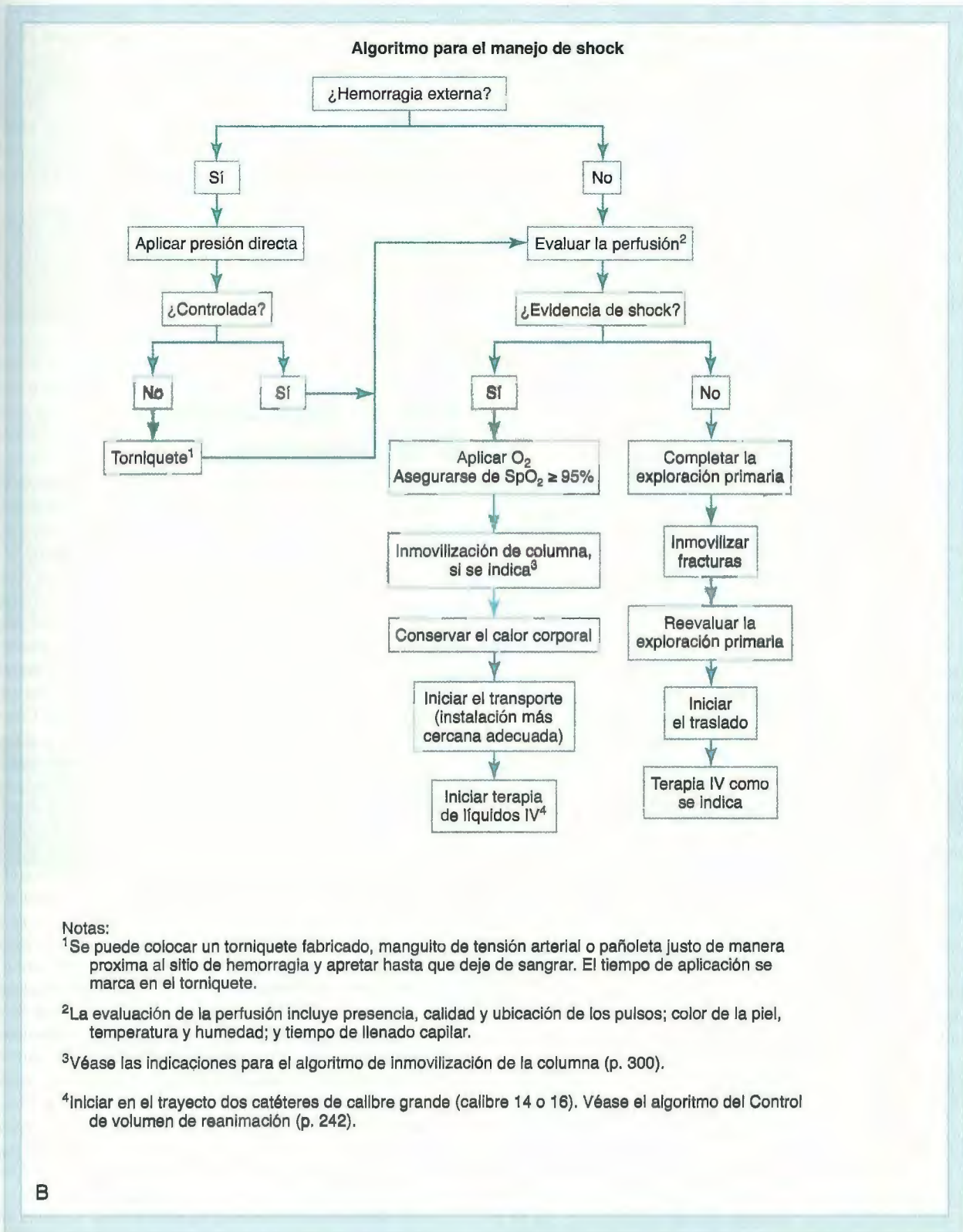


Figura 9-20 A. Algoritmo para controlar el volumen de reanimación.



Notas:

¹Se puede colocar un torniquete fabricado, manguito de tensión arterial o pañoleta justo de manera proxima al sitio de hemorragia y apretar hasta que deje de sangrar. El tiempo de aplicación se marca en el torniquete.

²La evaluación de la perfusión incluye presencia, calidad y ubicación de los pulsos; color de la piel, temperatura y humedad; y tiempo de llenado capilar.

³Véase las indicaciones para el algoritmo de inmovilización de la columna (p. 300).

⁴Iniciar en el trayecto dos catéteres de calibre grande (calibre 14 o 16). Véase el algoritmo del Control de volumen de reanimación (p. 242).

B

Figura 9-20 B. Algoritmo para el manejo de shock.

importantes, pero con la hemorragia controlada mediante un apósito de presión o torniquete. Los pacientes adultos que pertenecen a esta categoría y presentan un shock Clase II, III o IV deben recibir un bolo inicial rápido de 1 a 2 litros de solución cristaloide caliente, de preferencia Ringer lactato. Los pacientes pediátricos deben recibir un bolo de 20 mL/kg de solución cristaloide caliente. Como se señaló antes, esto siempre debe ocurrir durante el traslado a las instalaciones adecuadas más cercanas. Se deben controlar los signos vitales, incluyendo el pulso y las tasas de ventilación, así como la tensión arterial para evaluar la respuesta del paciente a la terapia inicial de líquidos. En la mayoría de los entornos urbanos, el paciente será entregado en la instalación receptora antes de que se complete el bolo inicial.

El bolo inicial provoca tres respuestas posibles:

1. *Respuesta rápida.* Los signos vitales vuelven a la normalidad y se mantienen. Esto por lo regular indica que el paciente ha perdido menos de 20% del volumen de sangre y que la hemorragia se ha detenido.
2. *Respuesta transitoria.* Los signos vitales inicialmente mejoran (disminuye el pulso y aumenta la tensión arterial); sin embargo, durante la reevaluación, estos pacientes muestran deterioro con signos de shock recurrentes. Asimismo, dichos pacientes por lo común han perdido de 20 a 40% de su volumen de sangre.
3. *Respuesta mínima o nula.* Estos pacientes prácticamente no muestran cambios en los signos de shock profundo después de un bolo de 1 a 2 litros.

Los pacientes que tienen una respuesta rápida son candidatos a un volumen de reanimación continuo, hasta que los signos vitales regresan a la normalidad y se resuelven todos los indicadores clínicos de shock. Los pacientes que caen en los grupos de respuesta transitoria o mínima/sin respuesta tienen una hemorragia continua que de manera probable es interna. Estos pacientes se manejan mejor en un estado de hipotensión relativa y el líquido IV debe ser titulado a la tensión arterial sistólica en el rango de 80 a 90 mm Hg (TAM de 60 a 65 mm Hg).

Ácido tranexámico

Una terapia que parece ser una promesa significativa en el manejo del paciente traumatizado es la administración de un medicamento llamado ácido tranexámico (ATX). El ATX es un análogo del aminoácido lisina y se ha utilizado durante muchas décadas para disminuir la hemorragia en pacientes ginecológicas con hemorragia uterina grave, pacientes sometidos a cirugía cardíaca y ortopédica, y hemofílicos a quienes se les practican tratamientos dentales. Cuando se activa la cascada de la coagulación (véase la Figura 9-6) para formar un coágulo de sangre como resultado de una lesión, se inicia el proceso de descomposición de dicho coágulo sanguíneo. El ATX interfiere en ese proceso de descomposición para mantener y estabilizar el coágulo recién formado.

Se han realizado dos estudios que demuestran que el ATX puede mejorar la mortalidad del paciente con trauma.^{48,49} En el primer estudio, denominado CRASH-2 y que ha sido realizado en 40 países, se evaluó el ATX en los pacientes adultos con trauma que tenían o podrían tener una hemorragia significativa.⁴⁸ Con el ATX se

obtuvo una disminución estadísticamente significativa en el riesgo de muerte en el grupo que lo recibió al ser aplicado en un periodo de 3 horas desde el momento de la lesión. Si se aplica 3 horas después de la lesión, el riesgo de muerte aumenta. En el segundo estudio se compararon los soldados heridos que recibieron ATX con aquellos a quienes no se les administró.⁴⁹ El estudio mostró de nuevo una disminución significativa en el riesgo de muerte y la necesidad de una transfusión masiva después de tener una lesión en los soldados que recibieron ATX.

Es importante tener en cuenta que estos dos estudios se realizaron en países y en condiciones que son muy diferentes de los sistemas de respuesta rápidos de los SMU urbanos de países como Estados Unidos. No se ha determinado aún si la administración de ATX en dichos países tendrá el mismo beneficio demostrado en los resultados después de un trauma.

Transportación prolongada

Durante la transportación prolongada de un paciente con trauma en estado de shock es importante mantener la perfusión de los órganos vitales. Se debe optimizar el manejo de la vía aérea antes de un traslado largo, y la intubación endotraqueal se realiza si existe alguna duda en lo relativo a la permeabilidad de las vías aéreas. Se proporciona apoyo ventilatorio para asegurar que las ventilaciones sean de un volumen y velocidad razonables para evitar poner en peligro a un paciente con perfusión ya disminuida. Se puede monitorear de manera continua la oximetría de pulso. La capnografía proporciona información acerca de la posición del tubo endotraqueal, así como del estado de perfusión del paciente. Una disminución marcada de $ETCO_2$ indica desplazamiento de la vía aérea que el paciente ha experimentado una baja significativa de la perfusión. En estos casos, se descomprime un neumotórax de tensión sospechoso o el equipo se mantiene al alcance por si el paciente desarrolla hipotensión.

La presión directa manual no es recomendable durante un traslado largo, por lo que una hemorragia externa significativa debe controlarse con apósitos de presión. Si estos esfuerzos fallan, se debe aplicar un torniquete. Cuando se aplica éste, y se estima que el tiempo de traslado sea mayor a 4 horas, debe intentarse quitar el torniquete después de que se ha tratado de forma esforzada controlar la hemorragia local. El torniquete debe aflojarse de manera lenta mientras se observa el apósito en busca de signos de hemorragia. Si no sangra de nuevo, se deja el torniquete totalmente flojo, pero no se retira en caso de una hemorragia recurrente. No debe intentarse la conversión de un torniquete a un apósito en las siguientes situaciones: (1) presencia de shock Clase III o IV, (2) amputación completa, (3) incapacidad de observar al paciente en caso de la recurrencia de la hemorragia, y (4) torniquete aplicado más de 6 horas.¹⁶ El control de la hemorragia interna debe ser optimizado aplicando férulas a todas las fracturas.

Las técnicas para mantener la temperatura corporal normal como se ha descrito, son aún más importantes en el caso de tiempos de transportación prolongada. Además de un compartimento calentado para el paciente, se debe cubrir a éste con mantas o materiales que conserven el calor corporal; incluso las bolsas de basura

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Su compañero y usted son enviados a atender a un hombre de 23 años que fue agredido. A su llegada, usted encuentra al paciente sentado en el suelo con señales de angustia moderada. Afirma que acababa de retirar un poco de dinero de un cajero automático y regresaba a su coche cuando fue asaltado por dos hombres, quienes lo golpearon y patearon. Refiere dolor en las costillas inferiores izquierdas, abdomen superior izquierdo y la mandíbula.

La revisión física del paciente revela color pálido de la piel, una contusión en el lado izquierdo de la mandíbula y dolor a la palpación sobre las costillas inferiores izquierdas y en el cuadrante superior izquierdo del abdomen. Sus signos vitales son pulso de 112 latidos/minuto; tensión arterial de 100/64 mm Hg y frecuencia respiratoria de 22 respiraciones/minuto y regular. Los ruidos respiratorios están presentes de forma bilateral. Usted lo transfiere a la ambulancia para preparar su traslado al hospital.

- ¿Qué lesiones espera ver después de este ataque?
- ¿Cómo manejaría estas lesiones en campo?
- Está a 15 minutos de distancia del centro de trauma más cercano. ¿Cómo afecta esto sus planes de manejo?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Usted reconoce que este paciente presenta signos de hipovolemia (aumento de la frecuencia cardíaca, disminución de la tensión arterial y aumento de la frecuencia respiratoria). Usted está preocupado por la posibilidad de una lesión en el bazo de este paciente. Lo transfiere de inmediato a la ambulancia y da instrucciones a su compañero para comenzar el traslado al centro de trauma más cercano.

En el camino, le aplica oxígeno e inicia una línea IV de calibre grande, dando en este punto sólo líquido en cantidades mínimas. Usted avisa al centro de trauma de sus hallazgos y preocupaciones y que está en camino. El paciente es trasladado sin problemas sin cambios en su condición en los signos vitales.

Referencias

1. Gross SD. *A System of Surgery: Pathological, Diagnostic, Therapeutic, and Operative*. Philadelphia, PA: Blanchard and Lea; 1859.
2. Thal AP. *Shock: A Physiologic Basis for Treatment*. Chicago, IL: Yearbook Medical Publishers; 1971.
3. McClelland RN, Shires GT, Baxter CR, et al. Balanced salt solutions in the treatment of hemorrhagic shock. *JAMA*. 1967;199:830.
4. Duchesne JC, Hunt JP, Wahl G, et al. Review of current blood transfusions strategies in a mature level I trauma center: were we wrong for the last 60 years? *J Trauma*. 2008;65(2):272-276; discussion 276-278.
5. Holcomb JB, Jenkins D, Rhee P, et al. Damage control resuscitation: directly addressing the early coagulopathy of trauma. *J Trauma*. 2007;62(2):307-310.
6. Today in Science History. Science quotes by Baron William Thomson Kelvin. http://todayinsci.com/K/Kelvin_Lord/KelvinLord-Quotations.htm, Consultado el 30 de septiembre de 2013.
7. Koreny M, Riedmuller E, Nikfardjam M, et al. Arterial puncture closing devices compared with standard manual compression after cardiac catheterization: systematic review and meta analysis. *JAMA*. 2004;291:350.
8. Pepe PE, Raedler C, Lurie KG, et al. Emergency ventilatory management in hemorrhagic states: elemental or detrimental? *J Trauma*. 2003;54:1048.
9. Pepe PE, Roppolo LP, Fowler RL. The detrimental effects of ventilation during low-blood-flow states. *Curr Opin Crit Care*. 2005;11:212.
10. Walker SB, Cleary S, Higgins M. Comparison of the FemoStop device and manual pressure in reducing groin puncture site complications following coronary angioplasty and coronary stent placement. *Int J Nurs Pract*. 2001;7:366.
11. Simon A, Baumgartner B, Clark K, et al. Manual versus mechanical compression for femoral artery hemostasis after cardiac catheterization. *Am J Crit Care*. 1998;7:308.
12. Lehmann KG, Heath-Lange SJ, Ferris ST. Randomized comparison of hemostasis techniques after invasive cardiovascular procedures. *Am Heart J*. 1999;138:1118.
13. Beekley AC, Sebesta JA, Blackburne LH, et al. Prehospital tourniquet use in Operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. *J Trauma*. 2008;64(2):S28-S37.
14. Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, et al. Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma. *J Trauma*. 2008;64(2):S38-S50.
15. Bellamy RF. The causes of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research. *Mil Med*. 1984;149:55.
16. Mabry RL, Holcomb JB, Baker AM, et al. United States Army Rangers in Somalia: an analysis of combat casualties on an urban battlefield. *J Trauma*. 2000;49:515.
17. Walters TJ, Mabry RL. Use of tourniquets on the battlefield: a consensus panel report. *Mil Med*. 2005;170:770.
18. Kragh JF Jr, Littrel ML, Jones JA, et al. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding. *J Emerg Med*. 2011;41:590-597.

39. Walters TL, Wenke JC, Kauvar DS, et al. Effectiveness of self-applied tourniquets in human volunteers. *Prehosp Emerg Care*. 2005;9:416-422.
40. Littlejohn LF, Devlin JJ, Kircher SS, Lueken R, Melia MR, Johnson AS. Comparison of Celox-A, ChitoFlex, Wound Stat, and combat gauze hemostatic agents versus standard gauze dressing in control of hemorrhage in a swine model of penetrating trauma. *Acad Emerg Med*. 2011;18(4):340-350.
41. Gentilello LM. Advances in the management of hypothermia. *Surg Clin North Am*. 1995;75:2.
42. Marino PL. *The ICU Book*. 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1998.
43. Johnson S, Henderson SO, Myth L. The Trendelenburg position improves circulation in cases of shock. *Can J Emerg Med*. 2004;6:48.
44. Lewis FR. Prehospital intravenous fluid therapy: physiologic computer modeling. *J Trauma*. 1986;26:804.
45. Bickell WH, Wall MJ Jr, Pepe PE, et al. Immediate versus delayed fluid resuscitation for hypotensive patients with penetrating torso injuries. *N Engl J Med*. 1994;331:1105.
46. Deboer S, Seaver M, Morissette C. Intraosseous infusion: not just for kids anymore. *J Emerg Med Serv*. 2005;34:54.
47. Glaeser PW, Hellmich TR, Szewczuga D, et al. Five-year experience in prehospital intraosseous infusions in children and adults. *Ann Emerg Med*. 1993;22:1119.
48. Sawyer RW, Bodai BI, Blaisdell FW, et al. The current status of intraosseous infusion. *J Am Coll Surg*. 1994;179:353.
49. Macnab A, Christenson J, Findlay J, et al. A new system for sternal intraosseous infusion in adults. *Prehosp Emerg Care*. 2000;4:173.
50. Hubble MW, Trigg DC. Training prehospital personnel in saphenous vein cut down and adult intraosseous techniques. *Prehosp Emerg Care*. 2001;5(2):181.
51. Vassar MJ, Fischer RP, O'Brien PE, et al. A multicenter trial of resuscitation of injured patients with 7.5% sodium chloride: the effect of added dextran 70. *Arch Surg*. 1993;128:1003.
52. Vassar MJ, Perry CA, Holcroft JW. Prehospital resuscitation of hypotensive trauma patients with 7.5% NaCl versus 7.5% NaCl with added dextran: a controlled trial. *J Trauma*. 1993;34:622.
53. Wade CE, Kramer GC, Grady JJ. Efficacy of hypertonic 7.5% saline and 6% dextran in treating trauma: a meta analysis of controlled clinical trials. *Surgery*. 1997;122:809.
54. Zarychanski R, Abou-Setta AM, Turgeon AF, et al. Association of hydroxyethyl starch with mortality and acute kidney injury in critically ill patients requiring volume resuscitation. *JAMA*. 2013;309:678-688.
55. Perel P, Roberts I, Ker K. Are colloids more effective than crystalloids in reducing death in people who are critically ill or injured? *The Cochrane Library*, 2013. <http://summaries.cochrane.org/CD000567/are-colloids-more-effective-than-crystalloids-in-reducing-death-in-people-who-are-critically-ill-or-injured>. Consultado el 4 de marzo de 2013.
56. Rizoli SB. Crystalloids and colloids in trauma resuscitation: a brief review of the current debate. *J Trauma*. 2003;54:S82.
57. SAFE Study Investigators. A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit. *N Engl J Med*. 2004;350:2247.
58. Holomonov E, Hirsh M, Yahiya A, et al. The effect of vigorous fluid resuscitation in uncontrolled hemorrhagic shock after massive splenic injury. *Crit Care Med*. 2000;28:749.
59. Krausz MM, Horn Y, Gross D. The combined effect of small volume hypertonic saline and normal saline solutions in uncontrolled hemorrhagic shock. *Surg Gynecol Obstet*. 1992;174:363.
60. Bickell WH, Bruttig SP, Millnamow, et al. The detrimental effects of intravenous crystalloid after aortotomy in swine. *Surgery*. 1991;110:529.
61. Kowalenko T, Stern S, Dronen SC, et al. Improved outcome with hypotensive resuscitation of uncontrolled hemorrhagic shock in a swine model. *J Trauma*. 1992;33:349.
62. Sindlinger JF, Soucy DM, Greene SP, et al. The effects of isotonic saline volume resuscitation in uncontrolled hemorrhage. *Surg Gynecol Obstet*. 1993;177:545.
63. Capone AC, Safar, Stezoski W, et al. Improved outcome with fluid restriction in treatment of uncontrolled hemorrhagic shock. *J Am Coll Surg*. 1995;180:49.
64. Salomone JP, Ustin JS, McSwain NE, et al. Opinions of trauma practitioners regarding prehospital interventions for critically injured patients. *J Trauma*. 2005;58:509.
65. York J, Abenamar A, Graham R, et al. Fluid resuscitation of patients with multiple injuries and severe closed head injury: experience with an aggressive fluid resuscitation strategy. *J Trauma*. 2000;48(3):376.
66. Brain Trauma Foundation. *Guidelines for Prehospital Management of Traumatic Brain Injury*. New York, NY: Brain Trauma Foundation; 2000.
67. American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves. Blood pressure management after acute spinal cord injury. *Neurosurgery*. 2002;50:S58.
68. The CRASH-2 Collaborators. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2010;376:23-32.
69. Morrison JJ, Dubose JJ, Rasmussen TE, Midwinter MJ. Military Application of Tranexamic Acid in Trauma Emergency Resuscitation (MATTERS) Study. *Arch Surg*. 2012;147:113-119.
70. Velmahos GC, Demetriades D, Ghilardi M, et al. Life Support for Trauma and Transport: a mobile ICU for safe in-hospital transport of critically injured patients. *J Am Coll Surg*. 2004;199:62.

Lecturas sugeridas

- Allison KP, Gosling P, Jones S, et al. Randomized trial of hydroxyethyl starch versus gelatine for trauma resuscitation. *J Trauma*. 1999;47:1114.
- American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. Shock. In: *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012.
- Moore EE. Blood substitutes: the future is now. *J Am Coll Surg*. 2003;196:1.
- Novak L, Shackford SR, Bourgenignon P, et al. Comparison of standard and alternative prehospital resuscitation in uncontrolled hemorrhagic shock and head injury. *J Trauma*. 1999;47(5):834.
- Proctor KG. Blood substitutes and experimental models of trauma. *J Trauma*. 2003;54:S106.
- Revell M, Greaves I, Porter K. Endpoints for fluid resuscitation in hemorrhagic shock. *J Trauma*. 2003;54:S637.
- Trunkey DD. Prehospital fluid resuscitation of the trauma patient: an analysis and review. *Emerg Med*. 2001;30(5):93.

DESTREZAS ESPECÍFICAS

Acceso vascular intraóseo

Principio: establecer un sitio de acceso vascular para líquidos y medicamentos cuando no se puede obtener un acceso IV tradicional.

Esta técnica se puede realizar en pacientes adultos y pediátricos, utilizando una variedad de dispositivos comercialmente disponibles.



1

Reúna el equipo, que debe incluir aguja de infusión intraósea, jeringa llena con al menos 5 mL de solución salina estéril, antiséptico, líquido IV y tubos, y cinta. Asegure el aislamiento adecuado de sustancia corporal (ASU). Coloque al paciente en posición supina.

La opción del sitio de inserción puede ser la tibia anterior, en niños o adultos, o el esternón, que se utiliza sólo en adultos. Para la inserción tibial en pacientes adultos, el sitio de inserción se encuentra en la tibia distal anteromedial. En el caso de pacientes pediátricos, el sitio de inserción es la tibia proximal anteromedial y justo debajo de la tuberosidad tibial. El proveedor de atención prehospitalaria identifica el lugar de la inserción y los puntos de referencia. Si la tibia es el lugar de la inserción, la extremidad inferior es estabilizada por otro proveedor de atención prehospitalaria. Limpie el área del sitio de inserción con un antiséptico.



2

Con el taladro y la aguja en un ángulo de 90 grados, y habiendo seleccionado el hueso, active el taladro e inserte la aguja giratoria a través de la piel y dentro de la corteza del hueso. Se sentirá un "chasquido" al entrar en la corteza del hueso.

3

Cuando sienta falta de resistencia contra la aguja, libere el gatillo del taladro. Mientras sostiene la aguja, retire el taladro de la aguja.

Acceso vascular intraóseo (continuación)



4 Suelte y retire el trocar desde el centro de la aguja.



5 Conecte la jeringa con solución salina al centro de la aguja. Tire hacia atrás ligeramente con el émbolo de la jeringa, en busca de líquido de la cavidad de la médula para mezclar con la solución salina. Las punciones "secas" son comunes.



6 Después inyecte 5 mL de la solución salina, sin dejar de observar para detectar signos de infiltración. Si no hay signos de infiltración, retire la jeringa del centro de la aguja, coloque el tubo IV y establezca la velocidad de flujo. Asegure la aguja y el tubo de intravenosa.

Aplicación de torniquete

En estas fotos se presenta el torniquete Combat Application Tourniquet (C-A-T). Se puede utilizar cualquier torniquete aprobado. Tenga en cuenta, que en las fotos el proveedor no lleva guantes porque está demostrando la autoaplicación del torniquete C-A-T a su propia extremidad. Siempre se debe usar PPE adecuado durante la evaluación y el tratamiento de un paciente.

Autoaplicación de C-A-T a una extremidad superior



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

1 Inserte la extremidad herida a través del bucle de la banda autoadhesiva.



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

2 Jale y apriete la banda autoadhesiva, y sujete de manera firme sobre la misma.



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

3 Adhiera la banda alrededor del brazo. No adhiera la banda más allá de la pinza.

Aplicación de torniquete (continuación)



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

- 4** Gire la varilla de molinete hasta que la hemorragia se detenga (por lo general, no más de tres giros de 180 grados).



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

- 5** Bloquee la varilla en su lugar con el clip de molinete.



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

- 6** Adhiera la banda sobre la varilla del molinete. Para las extremidades pequeñas, continúe con la adhesión de la banda alrededor de la extremidad.



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

- 7** Asegure la varilla y la banda con la banda de molinete. Sujete la banda, tire con fuerza, y adhiera al gancho opuesto en el clip de molinete.

Aplicación de torniquete *(continuación)*

Autoaplicación de C-A-T en una extremidad inferior



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

1 Pase la banda de autoadhesión a través de la ranura en el interior de la hebilla del adaptador de fricción.



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

2 Pase la banda a través de la ranura fuera de la hebilla del adaptador de fricción, que fijará la banda en su lugar.



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

3 Tire de la banda autoadhesiva, apriete, y sujete con fuerza sobre la misma.



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

4 Gire la varilla de molinete hasta detener la hemorragia (por lo general, no más de tres vueltas de 180 grados).

Aplicación de torniquete (continuación)



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

5 Bloquee la varilla en su lugar con el clip de molinete.



Courtesy of Peter T. Pons, MD, FACEP

6 Fije la varilla con la banda de molinete. Sujete la banda, tire con fuerza, adhiera al gancho opuesto en el clip de molinete.

Colocación de apósito hemostático tópico o gasa simple en la herida



© Jones and Bartlett Learning. Photographed by Darren Stahlman.

1 Exponga la herida.



© Jones and Bartlett Learning. Photographed by Darren Stahlman.

2 Retire con cuidado el exceso de sangre del sitio de la herida al mismo tiempo que intenta preservar cualquier coágulo formado. Localice la fuente de la hemorragia activo en la herida (a menudo en la base de la herida).



© Jones and Bartlett Learning. Photographed by Darren Stahlman.

3 Retire el apósito seleccionado de su empaque y coloque bien el apósito completo dentro de la herida, directamente sobre el punto más activo de hemorragia.



© Jones and Bartlett Learning. Photographed by Darren Stahlman.

4 Aplique presión directa sobre la herida y el apósito durante un mínimo de 3 minutos o hasta que la hemorragia se ha detenido.

Colocación de apósito hemostático tópico

o gasa simple en la herida (continuación)

**5**

Evalúe de nuevo para asegurarse que se ha detenido la hemorragia. De ser necesario controlar la hemorragia continua, tape de nuevo la herida o inserte un segundo apósito en la herida si necesita controlar la hemorragia continua. Si la hemorragia está controlada, deje el apósito en su lugar y aplique un vendaje de compresión alrededor de la herida para asegurar el vendaje.

Apósito de presión usando un vendaje de trauma israelí

Principio: proporcionar una presión circunferencial mecánica y un apósito a una herida abierta de una extremidad con hemorragia no controlada.



1 Asegúrese de que el ASU sea el correcto y coloque el apósito sobre la herida.



2 Envuelva la venda elástica alrededor de la extremidad al menos una vez.



3 Pasar el vendaje elástico a través de la barra.

Apósito de presión usando un vendaje de trauma israelí (continuación)



4 Envuelva el vendaje con fuerza alrededor de la extremidad herida en la dirección opuesta, y aplique suficiente presión para controlar la hemorragia.



5 Continúe envolviendo el vendaje alrededor de la extremidad.



6 Asegure el extremo distal del vendaje para mantener la presión constante a fin de controlar la hemorragia.





Trauma en cabeza

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Relacionar la cinemática del traumatismo con la posibilidad de lesión cerebral traumática (LCT).
- Incorporar el reconocimiento de las manifestaciones fisiopatológicas y los datos históricos significativos de la LCT en la evaluación del paciente traumatizado para formular una impresión de campo.
- Formular un plan de intervención de campo para tiempos cortos y prolongados de traslado de los pacientes con LCT.
- Comparar la fisiopatología, el manejo y las consecuencias potenciales de tipos específicos de LCT primaria y lesión cerebral secundaria.
- Identificar los criterios para las decisiones de atención en lo que respecta al modo de transporte, el nivel de atención prehospitalaria y los recursos hospitalarios necesarios para el manejo adecuado del paciente con LCT.
- Analizar el papel de la hiperventilación en el paciente con LCT.

ESCENARIO

Un día de verano con una temperatura de 29 °C (85 °F), usted y su compañero acuden a la meta de una carrera de maratón porque un hombre de 30 años de edad cayó de una escalera desde una distancia de 4.3 metros (14 pies) mientras intentaba asegurar el estandarte de la línea de meta. A su llegada, el hombre está en posición supina y no responde. Un transeúnte sostiene alineados la cabeza y el cuello del paciente.

Usted observa una frecuencia respiratoria irregular que aumenta y luego disminuye en profundidad. También advierte que fluye líquido gurgulento procedente de ambos oídos y fosas nasales del paciente. La vía aérea del individuo se mantiene con una vía orofaríngea una vez se observa ausencia de reflejo nauseoso. Su compañero lo ventila con un dispositivo de bolsa-mascarilla a un ritmo de 12 respiraciones por minuto. Usted nota que la pupila derecha del paciente está dilatada. Su pulso radial mide 54 y es regular. La saturación de oxígeno (SpO₂) es de 95%. La piel del paciente está fresca, seca y pálida. Su puntuación en la escala de coma de Glasgow (ECG) se calcula en 7, con los ojos = 2, verbal = 1 y motor = 4 (O2V1M4).

Prepara rápidamente al paciente para el transporte y lo instala en la ambulancia para efectuar una evaluación secundaria mientras se dirige al hospital. La palpación del occipucio genera un gemido doloroso del hombre. Usted lo cubre con una manta caliente y toma su tensión arterial, que registra 184/102 mm Hg. Un electrocardiograma revela bradicardia sinusal con extrasístoles ventriculares inusuales observadas. La pupila derecha permanece muy dilatada.

- ¿Cuál es la lesión probable con los signos que presenta el paciente?
- ¿Cuáles son sus prioridades de manejo en este punto?
- ¿Cuáles son las acciones que debe tomar para combatir el aumento de la presión intracraneal y mantener la perfusión cerebral durante un traslado prolongado?



Introducción

De 1.7 millones de pacientes con lesiones cerebrales traumáticas (LCT) que se presentan al año en Estados Unidos, alrededor de 1.4 millones llegan al servicio de urgencias (SU).¹ Ochenta por ciento se clasificó en el nivel de heridas leves, y 75% con diagnóstico de conmoción cerebral. Cerca de 275 000 pacientes con LCT son hospitalizados cada año, y 52 000 mueren como resultado de su lesión.¹ Las LCT contribuyen significativamente a la muerte de la mitad de todas las víctimas de trauma. Las lesiones cerebrales moderadas a graves se identifican en 100 000 pacientes con traumatismo al año. Las tasas de mortalidad por lesiones cerebrales moderadas y graves son de 10 y 30%, respectivamente. De los que sobreviven a ambos tipos de daños, entre 50 y 99% mantienen algún grado de discapacidad neurológica permanente. A nivel mundial, se estima que la incidencia anual de LCT es de 200 casos por 100 000 habitantes (cifra que quizá esté subestimada).²

Los accidentes automovilísticos siguen siendo la causa principal de LCT en personas de entre 5 y 65 años de edad, y las caídas lo son en individuos pediátricos de hasta 4 años de edad, al igual que en la población de edad avanzada. La cabeza es la parte más lesionada del cuerpo en pacientes con múltiples lesiones sistémicas. La incidencia de las heridas de bala en el cerebro ha aumentado en los últimos años en las zonas urbanas, y hasta 60% de estas víctimas muere a causa de la lesión.

Los individuos con LCT representan algunos de los pacientes de traumatismo más difíciles de tratar. Pueden tener un comportamiento agresivo, y los intentos de manejar sus vías respiratorias pueden dificultarse en gran medida por la rigidez de su mandíbula y el

vómito. La intoxicación con drogas o alcohol o la presencia de shock por otras lesiones dificulta su evaluación. En ocasiones se presentan lesiones intracraneales graves con mínima evidencia externa de trauma. La atención especializada en el ámbito prehospitalario se centra en garantizar el suministro adecuado de oxígeno y nutrientes al cerebro, y en identificar cuanto antes a los pacientes con riesgo de herniación y presión intracraneal elevada. Este enfoque no sólo permite disminuir la mortalidad por LCT, sino también reducir la incidencia de discapacidad neurológica permanente.

Anatomía

Conocer la anatomía de la cabeza y el cerebro es fundamental para entender la fisiopatología de la LCT. El cuero cabelludo es la cubierta más externa de la cabeza y ofrece cierta protección para el cráneo y el cerebro. Se compone de varias capas, incluyendo la piel, el tejido conectivo, la **galea aponeurótica** y el **periostio** del cráneo. La galea, un tejido duro, fibroso y grueso, es importante, ya que proporciona el soporte estructural al cuero cabelludo y es la clave de su integridad. Éste y los tejidos blandos que recubren el rostro son sumamente vasculares y pueden sangrar profusamente cuando se laceran.

El cráneo se compone de una serie de huesos que se fusionan en una sola estructura durante la infancia (véase la Figura 7-12). Varias aberturas pequeñas (**forámenes**) ofrecen vías para los vasos sanguíneos y los nervios craneales a través de la base del cráneo. Una gran abertura, el **foramen magnum**, se encuentra en esta base y sirve como pasaje del tronco del encéfalo a la médula espinal (Figura 10-1). En los lactantes, a menudo se pueden identificar “zonas blandas” (**fontanelas**) entre los huesos. El lactante no tiene protección ósea

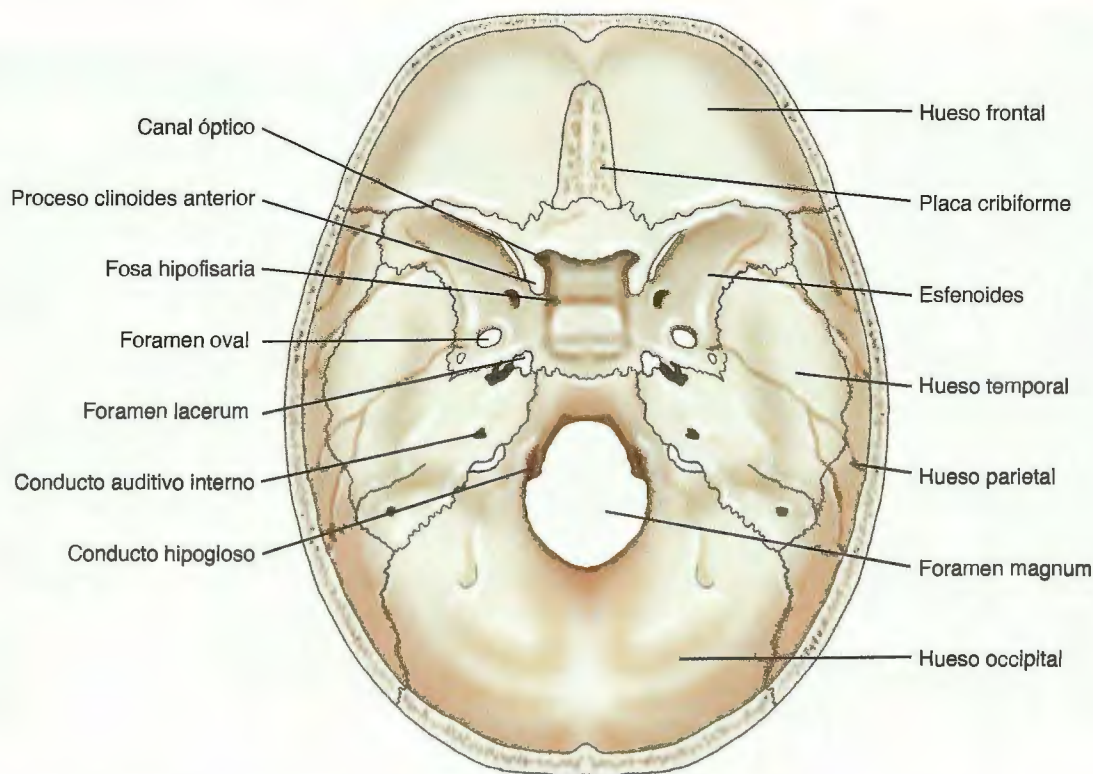


Figura 10-1 Vista interna de la base del cráneo.

sobre estas porciones del cerebro sino hasta que se fusionan los huesos, lo que ocurre por lo general alrededor de los 2 años de edad. Además, como su cráneo no está unido, una hemorragia dentro de éste puede ocasionar la separación de los huesos y propiciar que se acumule más sangre en su interior.

El cráneo proporciona una protección significativa al cerebro. Aunque la mayor parte de los huesos que lo forman son gruesos y fuertes, es especialmente delgado en las regiones temporales y etmoide; por tanto, estas ubicaciones son más propensas a fractura. La estructura ósea del cráneo se compone de dos capas densas de hueso, separadas por una capa de hueso más poroso. Las dos capas densas se conocen como placas exterior e interior del cráneo. Además, la superficie interior de la base del cráneo es rugosa e irregular (véase la Figura 10-1). Cuando se expone a una fuerza contundente, el cerebro puede deslizarse a través de estas irregularidades, lo que ocasiona contusiones o laceraciones cerebrales.

Tres membranas separadas, las **meninges**, cubren el cerebro (Figura 10-2). La capa más externa, la **duramadre**, está compuesta de tejido fibroso duro y se aplica a la placa interna, o al interior, del cráneo, semejante a un laminado. En circunstancias normales, el espacio entre la duramadre y el interior del cráneo —el **espacio epidural**— no existe; es un espacio potencial. La duramadre sirve como un forro en el interior del cráneo y, como tal, normalmente no hay espacio entre ésta y el cráneo. Si se desarrollara algo como sangre o un absceso entre ambos que pudiera desprender la duramadre del cráneo, se crearía un espacio real. Las arterias meníngicas medias se encuentran en ranuras en los huesos temporales a cada

lado de la cabeza, fuera de la duramadre y justo dentro de la placa interna del cráneo. Un golpe en el hueso temporal delgado puede crear una fractura y desgarrar la arteria meníngica media, la causa común para los **hematomas epidurales**.

A diferencia del espacio epidural, que es potencial, el subdural es un espacio real situado debajo de la duramadre y entre ésta y el cerebro. Este espacio es atravesado en diversos lugares por las venas, que crean una comunicación vascular entre el cráneo y el cerebro. La ruptura traumática de estas venas a menudo crea **hematomas subdurales** que, a diferencia de los hematomas epidurales, son venosos, de menor presión y generalmente asociados con una lesión cerebral. El daño en estas venas puente es responsable de la morbilidad de los hematomas subdurales.

Del otro lado del espacio subdural se encuentra el cerebro que está estrechamente revestido con dos capas meníngicas adicionales: la aracnoides y la pia. La **plamadre** está muy adherida a este órgano, de nuevo semejante a un laminado, y es la cubierta cerebral final. En la parte superior de la pia corren los vasos sanguíneos cerebrales, que emergen de la base del cerebro y luego cubren su superficie. En capas, en la parte superior de estos vasos sanguíneos está la **membrana aracnoides**, que envuelve más libremente el cerebro y sus vasos sanguíneos, dando el aspecto de una "envoltura de celofán" a su alrededor cuando se ve desde el espacio subdural. Antes de que existiera el celofán, se pensaba que esta cubierta parecía a una telaraña, de ahí su nombre: "aracnoides". Debido a que los vasos sanguíneos cerebrales corren en la superficie del cerebro, aunque debajo de la membrana aracnoides, su ruptura

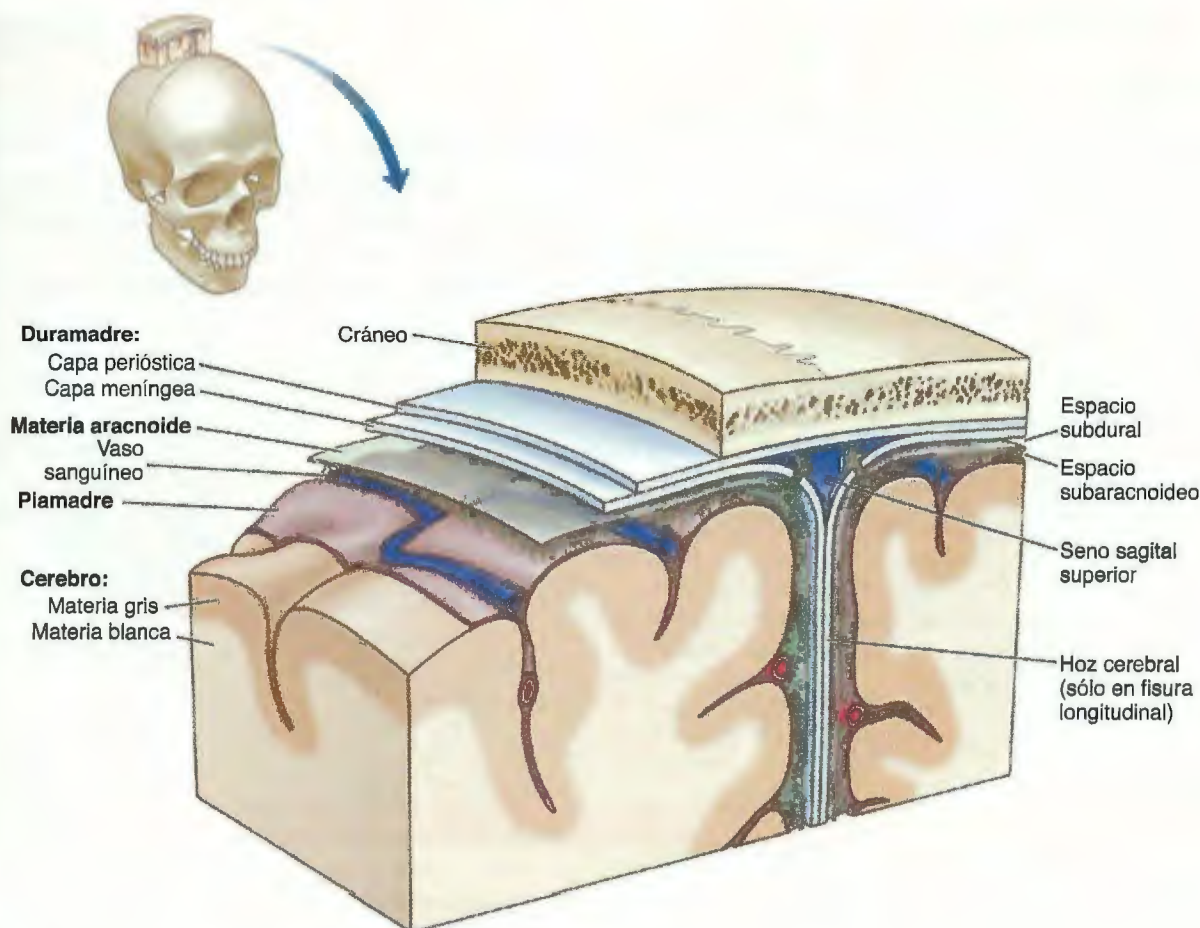


Figura 10-2 Cubiertas meníngeas del cerebro.

(por lo general debido a un traumatismo o a un aneurisma cerebral roto) dará lugar a sangrado en el espacio subaracnoideo, desencadenando una hemorragia subaracnoidea. Este derrame normalmente no entra en el espacio subdural, sino que queda retenido debajo de la aracnoides; en una cirugía se observa como una capa delgada de sangre en la superficie del cerebro, contenida debajo de esta membrana translúcida. A diferencia de los hematomas epidurales y subdurales, la sangre subaracnoidea no suele crear efecto de masa, pero puede significar un síntoma de otras lesiones cerebrales graves.

El cerebro ocupa alrededor de 80% de la **bóveda craneal**, y se divide en tres regiones principales: **cerebro**, **cerebelo** y **tronco del encéfalo** (Figura 10-3). El cerebro se compone de los hemisferios derecho e izquierdo, que pueden subdividirse en varios lóbulos, y desempeña funciones sensoriales, motoras e intelectuales superiores, como la inteligencia y la memoria. El cerebelo se encuentra en la fosa posterior del cráneo, detrás del tronco del encéfalo y debajo del cerebro, y coordina el movimiento. El tronco del encéfalo contiene la **médula**, un área que controla muchas funciones vitales, incluyendo la respiración y la frecuencia cardíaca. Gran parte del **sistema de activación reticular**, la parte del cerebro responsable de la excitación y el estado de alerta, también se encuentra en el tronco del encéfalo. El traumatismo cerrado puede afectar el

sistema de activación reticular y conducir a una pérdida temporal de la conciencia.

El **parénquima** cerebral ocupa de 1300 a 1500 mililitros (mL) de volumen, con un adicional de 100 a 150 mL de sangre intravascular en la bóveda craneal. Asimismo, el cerebro también está rodeado por entre 100 y 150 mL de **líquido cefalorraquídeo (LCR)**, que se produce en el sistema ventricular de este órgano y rodea la médula espinal. El LCR ayuda al amortiguamiento del cerebro y también está contenido en el espacio subaracnoideo. El tejido cerebral, sangre y LCR se combinan para ejercer presión contra el cráneo, la cual se conoce como **presión intracraneal (PIC)**. Debido a que el espacio dentro del cráneo es fijo, algo que ocupe espacio adicional eleva la PIC.

El **tentorium cerebelli** (o tienda del cerebelo), una parte de la duramadre, se encuentra entre el cerebro y el cerebelo, y contiene una abertura —la **incisura tentorial**— a nivel del mesencéfalo.

Los 12 nervios craneales se originan en el cerebro y el tronco del encéfalo (Figura 10-4). El nervio craneal III (**nervio oculomotor**) controla la constricción pupilar y cruza la superficie del tentorium. Una hemorragia o edema que conduce a una hernia hacia abajo del cerebro comprime el nervio y altera su función, ocasionando la dilatación de las pupilas. Este hallazgo es una herramienta importante en la evaluación de un paciente con sospecha de lesión cerebral.

Figura 10-3 El cerebro

Cerebelo

Controla la coordinación y el equilibrio.

Cerebro

Está compuesto por los hemisferios cerebrales derecho e izquierdo. El hemisferio dominante contiene el centro del lenguaje, que es el hemisferio izquierdo en individuos diestros y en alrededor de 85% de las personas zurdas. El cerebro está integrado por los siguientes lóbulos:

- **Frontal.** Contiene las emociones, la función motora y la expresión del habla en el lado dominante.
- **Parietal.** Alberga la función sensorial y la orientación espacial.
- **Temporal.** Regula ciertas funciones de la memoria; alberga la zona de recepción e integración del habla en las personas diestras y en la mayoría de las zurdas.
- **Occipital.** Contiene la visión.

Tronco del encéfalo

- **Mesencéfalo** y protuberancia superior. Contiene el sistema activador reticular, que es responsable de la excitación y el estado de alerta.
- **Médula.** Alberga los centros cardiorrespiratorios.

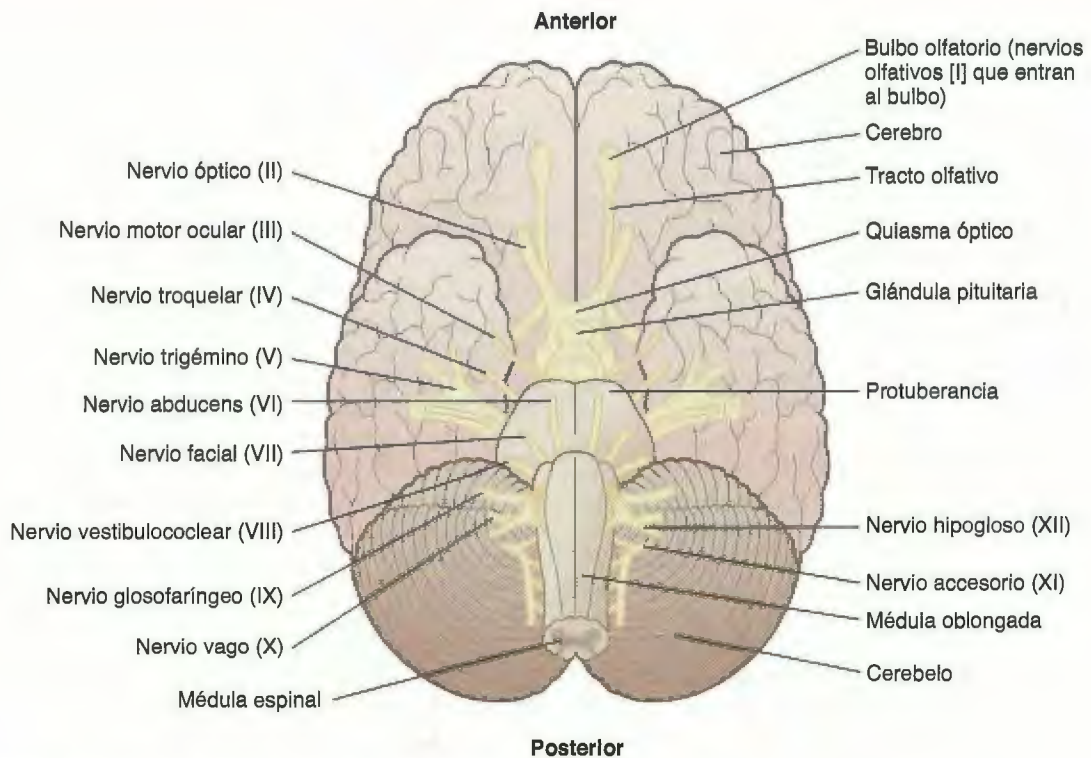
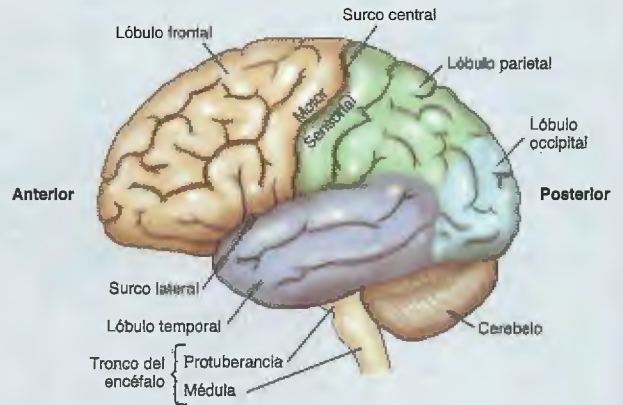


Figura 10-4 Superficie inferior del cerebro que muestra los orígenes de los nervios craneales.

Fisiología

Flujo sanguíneo cerebral

Es fundamental que las neuronas cerebrales reciban un flujo sanguíneo constante a efecto de captar oxígeno y glucosa. Este flujo sanguíneo cerebral constante se mantiene asegurando (1) una presión adecuada (presión de perfusión cerebral) para forzar la sangre a través del cerebro, y (2) un mecanismo de regulación (autorregulación) que garantice el flujo sanguíneo continuo con la adaptación de la resistencia a este flujo conforme cambia la presión de perfusión.

Tensión arterial media

El corazón es una bomba cíclica; por tanto, la presión creada por este órgano está representada por dos mediciones. La **presión sistólica** es la presión inicial que se mantiene dentro del sistema circulatorio cuando el corazón está en reposo y no bombeando. La **presión sistólica** es la presión máxima generada en el pico de la contracción cardíaca. Cuando se analiza el flujo sanguíneo cerebral y la presión de perfusión, se utiliza una media para la totalidad del ciclo cardíaco —la tensión arterial media (TAM)—, a efecto de caracterizar la presión que impulsa la sangre a la cabeza.

El cálculo de la tensión arterial media asume que la contracción cardíaca (sístole) ocupa un tercio del ciclo cardíaco y que los dos tercios restantes, la presión sistémica, se mantienen en el valor inicial (diástole). La presión añadida al sistema circulatorio durante la sístole es la presión del pulso. Se divide en tres, ya que es un tercio de todo el ciclo cardíaco, y el resultado se agrega a la presión sistólica como se muestra a continuación:

$$\text{Presión del pulso} = \text{presión sistólica} - \text{presión diastólica}$$

y

$$\text{TAM} = \text{presión diastólica} + 1/3 \text{ de la presión del pulso}$$

La mayoría de los monitores de tensión arterial reporta la TAM con un método de cálculo mucho más preciso que utiliza la longitud media de la presión sanguínea real. Debido a que el porcentaje de tiempo que el corazón pasa en sístole aumenta a medida que se incrementa la frecuencia cardíaca, la suposición de que la sístole representa un tercio de la diástole se vuelve cada vez menos precisa, ya que el paciente está más taquicárdico. Por tanto, en la gran mayoría de los pacientes trasladados por lesión neurológica, el monitor de tensión arterial ofrece con más precisión la TAM que el cálculo anterior.

Presión de perfusión cerebral

La **presión de perfusión cerebral (PPC)** es la cantidad de presión que se necesita para empujar la sangre a través de la circulación cerebral y, por tanto, mantener el flujo sanguíneo y el suministro de oxígeno y glucosa a las células cerebrales que exigen energía. Se relaciona directamente con la presión sanguínea del paciente y la

cantidad de presión dentro de la bóveda craneal, la PIC. Se expresa con la siguiente fórmula:

$$\text{Presión de perfusión cerebral} = \text{tensión arterial media} - \text{presión intracraneal}$$

o

$$\text{PPC} = \text{TAM} - \text{PIC}$$

Los rangos de tensión arterial media normales varían de 85 a 95 mm Hg. En los adultos, la PIC normalmente está por debajo de 15 mm Hg; en los niños por lo general es de alrededor de 3 a 7 mm Hg, y en los lactantes puede variar de 1.5 a 6.0 mm Hg.¹ Por tanto, la presión de perfusión cerebral normalmente es de 70 a 80 mm Hg. Los aumentos o disminuciones repentinos en la tensión arterial pueden afectar la perfusión cerebral.

Como se mencionó antes en este capítulo, debido a que el espacio en el interior del cráneo es de tamaño fijo, algo adicional que ocupe lugar dentro de la bóveda craneal ocasionará un aumento de la PIC. Esto se denomina *efecto de masa*. A medida que la PIC aumenta, la cantidad de presión necesaria para empujar la sangre a través del cerebro también se incrementa. Si la tensión arterial media no se puede mantener con el aumento de la PIC o si no se instituye pronto el tratamiento para reducir esta última, la cantidad de sangre que fluye a través del cerebro empieza a disminuir, lo que conduce a un daño cerebral isquémico y a la alteración de la función cerebral.

Autorregulación del flujo sanguíneo cerebral

El factor más importante para el cerebro no es la presión de perfusión cerebral en sí, sino el flujo sanguíneo. Este órgano trabaja intensamente para mantener su flujo sanguíneo cerebral constante en una amplia gama de condiciones cambiantes. Este proceso se conoce como **autorregulación**, que es fundamental para la función normal del cerebro.

Para entender la autorregulación, recuerde que para cualquier sistema de flujo:

$$\text{Presión} = \text{flujo} \times \text{resistencia}$$

En el caso del cerebro, esto se traduce como:

$$\text{Presión de perfusión cerebral} = \text{flujo sanguíneo cerebral} \times \text{resistencia vascular cerebral}$$

o

$$\text{PPC} = \text{FSC} \times \text{RVC}$$

Debido a que la principal preocupación en el cerebro es el flujo sanguíneo cerebral, sería conveniente reescribir esta ecuación como:

$$\text{FSC} = \text{PPC}/\text{RVC}$$

En esta ecuación se hace evidente cómo el cerebro mantiene un flujo sanguíneo constante. Si una persona cambia de posición de estar acostado a ponerse de pie, cae la presión de perfusión cerebral. La única manera de mantener constante el flujo sanguíneo cere-

bral radica en que también decline la **resistencia vascular cerebral (RVC)**. El cerebro logra disminuir la RVC dilatando la vasculatura cerebral. Consigue la autorregulación mediante el proceso de cambiar el calibre de los vasos sanguíneos cerebrales para ajustar la RVC a fin de compensar las variaciones en la presión de perfusión cerebral.

Cuando las personas se ponen de pie demasiado rápido y se desmayan, es porque sus mecanismos autorreguladores simplemente no reaccionaron con la rapidez suficiente a su cambio de posición, lo que resulta en una pérdida temporal, pero drástica, del flujo sanguíneo cerebral y, por tanto, de la función cerebral.

Para operar con normalidad, el mecanismo de autorregulación debe tener determinada presión mínima. Es evidente que a una presión de 0 mm Hg no hay vasodilatación que haga fluir la sangre, y existen límites respecto a qué tanto se pueden dilatar los vasos sanguíneos en la cabeza. Por tanto, por debajo de una PPC de aproximadamente 50 mm Hg, los mecanismos autorreguladores ya no pueden compensar la disminución de la presión de perfusión cerebral y comienza a declinar el flujo sanguíneo cerebral. Esta reducción se puede compensar mediante la extracción de más oxígeno de la sangre que pasa a través del cerebro. Los signos y síntomas clínicos de isquemia (mareos y alteración del estado mental) no se perciben sino hasta que la perfusión disminuida supera la capacidad de mayor extracción de oxígeno para cumplir con las necesidades metabólicas cerebrales.³ En consecuencia, la función cerebral disminuye a medida que empieza a caer el flujo sanguíneo y aumenta el riesgo de lesión cerebral permanente debido a isquemia.

Este cuadro empeora porque los cerebros lesionados requieren a menudo una presión de perfusión cerebral mayor a la normal para activar los mecanismos autorreguladores y mantener el flujo sanguíneo cerebral adecuado. Aun cuando cada paciente probablemente tenga su propio umbral de PPC por encima del cual el flujo sanguíneo cerebral es adecuado, no hay manera de determinar este umbral en campo. Por tanto, la mejor estimación de una presión de perfusión cerebral adecuada es de 60 a 70 mm Hg.

Desafortunadamente, las mejores formas de medir el flujo sanguíneo cerebral no son muy convenientes, por ello se utiliza la presión de perfusión cerebral para estimar un flujo adecuado. Para medir la PPC se requiere un monitor de tensión arterial y otro de PIC. En ausencia de este último, la mejor práctica es simplemente intentar mantener una TAM normal alta. Debido a que en la mayoría de la literatura sobre los resultados de la LCT se utiliza la presión arterial sistólica en lugar de la TAM para medir la tensión arterial, la presión arterial sistólica es el valor al que se recurre para controlar la idoneidad de la perfusión cerebral en los ajustes sin vigilancia de PIC. En la actualidad, la mejor evidencia sugiere que es deseable una presión arterial sistólica superior a 90 mm Hg para pacientes con lesión neurológica.^{4,5}

Dióxido de carbono y flujo sanguíneo cerebral

Los vasos sanguíneos cerebrales responden a los cambios en los niveles de dióxido de carbono arterial por constricción o dilatación. La disminución en los niveles de dióxido de carbono causa la vasoconstricción, y los niveles elevados ocasionan que los vasos se dilaten. Se ha utilizado la hiperventilación para reducir la PIC,

aunque también afecta el flujo sanguíneo cerebral; de hecho, los datos sugieren que aminora el flujo sanguíneo cerebral de forma más confiable en vez de la PIC. La hiperventilación reduce la presión parcial del dióxido de carbono arterial (PaCO_2) al aumentar la frecuencia a la que el CO_2 es expulsado por los pulmones. Esta reducción del PaCO_2 (hipocapnia) cambia el equilibrio ácido-base en el cerebro, dando lugar a la vasoconstricción. Ésta reduce el volumen intravascular del cerebro aminorando el volumen sanguíneo cerebral y, por tanto, a menudo la PIC.^{9,10}

En circunstancias normales, la autorregulación garantiza el flujo sanguíneo cerebral adecuado asegurándose de que la resistencia vascular cerebral es la correcta para la presión de perfusión cerebral disponible, a fin de garantizar un flujo sanguíneo cerebral continuo y conveniente. Sin embargo, la hiperventilación de un paciente no pasa por los mecanismos de autorregulación del cerebro y, por ende, ocasiona vasoconstricción cerebral, lo que puede reducir el volumen de sangre cerebral suficiente para reducir la PIC, pero también aumenta la resistencia vascular cerebral, independientemente de si la presión de perfusión cerebral es adecuada para mantener el flujo sanguíneo cerebral. Como resultado, la hiperventilación puede reducir el flujo sanguíneo cerebral y colocar al cerebro lesionado en mayor riesgo de lesión isquémica. Una PaCO_2 menor a 35 mm Hg aumenta el riesgo de isquemia cerebral, y una PaCO_2 mayor que el rango normal de 35 a 45 mm Hg (hipercapnia) conduce a la dilatación de las arteriolas cerebrales, lo que incrementa el flujo sanguíneo cerebral, al mismo tiempo que aumenta potencialmente la PIC. (El manejo de la LCT utilizando la hiperventilación se analiza más adelante en este capítulo.)

Fisiopatología

La LCT se puede dividir en dos categorías: primaria y secundaria.

Lesiones cerebrales primarias

La lesión cerebral primaria es el traumatismo directo al cerebro y las estructuras vasculares asociadas que se produce en el momento de la lesión inicial. Incluye contusiones, hemorragias y laceraciones, y otra lesión mecánica directa al cerebro, su vasculatura y sus revestimientos. Dado que el tejido neuronal no se regenera de forma conveniente, es mínima la expectativa de recuperación de la estructura y función perdidas debido a una lesión primaria, además de que es escasa la posibilidad de reparación.

Lesiones cerebrales secundarias

La lesión cerebral secundaria se refiere a los procesos en curso de los traumatismos que desencadena la lesión primaria. En el momento de la lesión se inician los procesos fisiopatológicos que continúan dañando el cerebro durante horas, días y semanas después de la afectación inicial. El enfoque principal en el manejo prehospitalario (y hospitalario) para una LCT es identificar y limitar o detener estos mecanismos de la lesión secundaria. Los efectos secundarios son insidiosos por naturaleza. En la mayoría de los casos puede haber un proceso de daño continuo significativo que no es evidentemente apreciable de inmediato. Si entendemos que probablemente

produzca una lesión secundaria como resultado del traumatismo principal, podemos prepararnos para intervenir y corregir o evitar que ocurran estas complicaciones.

Antes de contar con la tomografía computarizada, el mecanismo de la lesión secundaria principal se etiquetaba como "hemorragias intracraneales no identificadas". En la literatura se hace referencia a los pacientes que "hablan y mueren" o a aquellos que están inicialmente lúcidos después de una lesión traumática, pero luego entran en coma y fallecen a consecuencia de un hematoma intracraneal no identificado ampliado que dio lugar a una hernia cerebral fatal. Es evidente que se podría salvar la vida de estos pacientes si se identificara e interrumpiera el proceso patológico iniciado.¹¹⁻¹³

Los mecanismos patológicos relacionados con el efecto de masa intracraneal, PIC elevada y hernia son aún preocupaciones importantes como causas de la lesión secundaria, pero su manejo ha sido revolucionado por la tomografía computarizada, la vigilancia de PIC y la cirugía inmediata. En el entorno prehospitalario, la identificación de pacientes con alto riesgo de hernia de efecto de masa y su rápido traslado a un hospital con instalaciones adecuadas para atender estos problemas siguen siendo las prioridades clave.

La llegada de la tomografía computarizada facilitó la identificación y el tratamiento de estos hematomas. Sin embargo, también se observó la presencia de otros mecanismos, además de la hemorragia o traumatismo cerrado, que continuaban afectando al cerebro después de una lesión. En estudios grandes en la década de 1980 se demostró que la hipoxia y la hipotensión no reconocidas y sin tratar perjudicaban el cerebro lesionado como si se tratara de PIC elevada. Observaciones posteriores han demostrado que la alteración del suministro de oxígeno o energía sustrato (por ejemplo, glucosa) al cerebro lesionado tiene un impacto mucho más devastador que en el cerebro normal. Por ende, además del hematoma, otras dos fuentes de lesión secundaria son la hipoxia y la hipotensión.^{7, 8, 14-16}

La investigación en curso en el laboratorio revela una cuarta clase de mecanismos de daños secundarios: los que ocurren a nivel celular. Se han identificado en estudios diversos mecanismos celulares destructivos que se inician por una lesión. La capacidad para entenderlos, manipularlos y detenerlos podría conducir a nuevos tratamientos para limitar el daño cerebral. En la actualidad, su estudio está limitado al laboratorio.

Los mecanismos de lesión secundaria incluyen lo siguiente:

1. El efecto de masa y la PIC elevada subsecuente y el desplazamiento mecánico del cerebro que, de no atenderse, pueden conducir a una hernia, morbilidad y mortalidad significativas.
2. La hipoxia, que resulta de un suministro inadecuado de oxígeno al cerebro lesionado a causa de una falla circulatoria o ventilatoria o de un efecto de masa.
3. La hipotensión y el flujo de sangre cerebral inadecuado que ocasionan un suministro insuficiente de oxígeno hacia el cerebro. El bajo flujo sanguíneo cerebral también reduce la provisión de sustrato de energía (p. ej., glucosa) al cerebro lesionado y da como resultado un sustrato inapropiado (p. ej., glucosa).
4. Los mecanismos celulares, incluyendo insuficiencia de energía, inflamación y cascadas "suicidas", que se pueden desencadenar a nivel celular y conducir a la muerte celular, denominados **apoptosis**.

Causas intracraneales de lesión cerebral secundaria

Efecto de masa y hernia

Los mecanismos de lesión secundaria identificados con más frecuencia se relacionan con el efecto de masa y son resultado de las interacciones complejas que se describen en la doctrina Monro-Kellie.¹⁷ El cerebro está encerrado en un espacio de tamaño fijo una vez que se cierran las fontanelas, por lo general a la edad de 2 años. Todo el espacio dentro del cráneo está ocupado por el cerebro, la sangre o el LCR. Si cualquier otra masa, como un hematoma, inflamación cerebral o un tumor, ocupa lugar dentro de la bóveda craneal, se fuerza la salida de otra estructura (Figura 10-5).

La dinámica de forzar la sangre, el LCR, y finalmente el cerebro, fuera de la bóveda craneal en respuesta a un efecto de masa en expansión constituye la segunda parte de la doctrina Monro-Kellie. Al principio, en respuesta a la expansión de la masa, se reduce el volumen de LCR que rodea el cerebro. El LCR circula naturalmente dentro y alrededor del cerebro, tronco del encéfalo y médula espinal; sin embargo, como la masa se expande, más líquido cefalorraquídeo es forzado a salir de la cabeza, lo que reduce su volumen total dentro del cráneo. El volumen de sangre en la bóveda craneal también declina de manera semejante, y con la sangre venosa disminuye el volumen principal en la cabeza debido a que es de presión baja.

Como resultado de la reducción de LCR y de los volúmenes de sangre, la presión en la cabeza no se eleva durante las primeras etapas de la expansión de las masas intracraneales. En este periodo, si la creciente masa es la única patología intracraneal, los pacientes pueden parecer asintomáticos. Sin embargo, una vez que se agota la capacidad para forzar la salida del LCR y la sangre, la presión dentro del cráneo —la PIC— comienza a elevarse rápidamente y desencadena un cambio cerebral y diversos síndromes de hernia que pueden comprimir los centros vitales y poner en peligro el suministro de sangre arterial al cerebro (Figura 10-6A). Las consecuencias de este movimiento hacia el foramen magnum se describen como los diversos síndromes de herniación (Figura 10-6B).

Si la masa en expansión se despliega a lo largo de la convexidad del cerebro, como en la posición típica de un hematoma epidural del lóbulo temporal, este último será forzado hacia el centro del cerebro en la apertura tentorial. Este movimiento empuja la porción medial del lóbulo temporal, el **uncus**, hacia el tercer nervio craneal, el tracto motor, y el tronco del encéfalo y el sistema activador reticular en ese lado. Esta condición se llama **hernia uncal**, y ocasiona mal funcionamiento del tercer nervio craneal, lo que da como resultado una pupila fija y dilatada del lado de la hernia (Figura 10-7). Asimismo, ocasiona pérdida de la función del tracto motor del mismo lado, causando debilidad en el lado del cuerpo opuesto a la lesión. En las últimas etapas de la hernia uncal se ve afectado el sistema de activación reticular, y el paciente cae en estado de coma, un evento asociado con un pronóstico mucho peor.

Algunas masas de convexidad conducen a **herniación cingulada**, ya sea en forma aislada o en combinación con una hernia uncal. En la herniación cingulada, la circunvolución cingular ubicada a lo largo de la superficie medial de los hemisferios cerebrales se ve forzada bajo la **hoz**, el divisor dural entre los dos hemisferios. Esto puede dañar los hemisferios cerebrales mediales y al mesencéfalo.

Otro tipo de hernia, llamada **herniación amigdalina**, se produce cuando el cerebro es presionado hacia abajo, hacia el

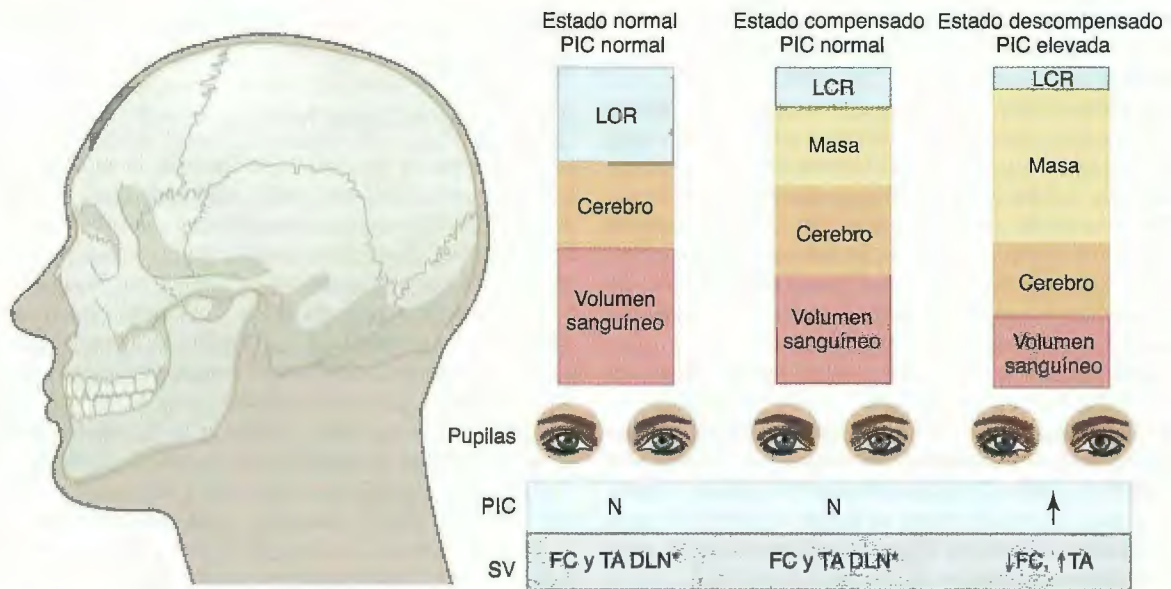


Figura 10-5 Doctrina Monro-Kellie: compensación intracraneal para masa en expansión. El volumen del contenido intracraneal se mantiene constante. Si la adición de una masa, como un hematoma, resulta en la compresión de un volumen igual de LCR y sangre venosa, la PIC permanece normal. Sin embargo, cuando se agota este mecanismo de compensación se produce un aumento exponencial de la PIC para incluso un pequeño aumento adicional en el volumen del hematoma. *DLN, dentro de límites normales

foramen magnum, y empuja el cerebelo y la médula por delante. En última instancia, esto ocasiona que la parte más caudal (posterior) del cerebelo, las amígdalas y la médula oblongada, se encajen en el foramen magnum y, por consiguiente, aplasten la médula. La lesión en la médula desencadena paro cardíaco y respiratorio, un evento final común para los pacientes con hernia. El proceso de forzar el contenido de la fosa posterior en el foramen magnum se conoce como "conicidad"¹⁸ (Figura 10-8).

Síndromes de herniación clínica

Las características clínicas de los síndromes de herniación ayudan a identificar a un paciente en proceso de herniación. De acuerdo con lo mencionado, la herniación uncal a menudo da lugar a la dilatación o la lentitud de la pupila **ipsilateral**, referida como pupila fija y dilatada. Los hallazgos motores anormales también suelen acompañar la herniación. La debilidad contralateral puede estar asociada con una herniación uncal debido a la compresión de la vía piramidal. En el adulto, esta hernia con frecuencia conduce a un resultado positivo del reflejo de Babinski (extensión del dedo gordo del pie y apertura en abanico de los demás dedos cuando se frota la planta del pie). Una hernia más extensa resulta en la destrucción de las estructuras del tronco del encéfalo conocidas como núcleo rojo o **núcleos vestibulares**, lo cual genera la **postura de decorticación**, que implica la flexión de las extremidades superiores y la rigidez y extensión de las extremidades inferiores. Un hallazgo más inquietante es la **postura de descerebración**, en la que todas las extremidades se extienden y se arquea la columna vertebral. La postura de descerebración ocurre con lesiones y daños al tronco del encéfalo. Después de la hernia puede sobrevenir un evento terminal donde las extremidades se vuelven flácidas y se anula la actividad motora.^{19,20}

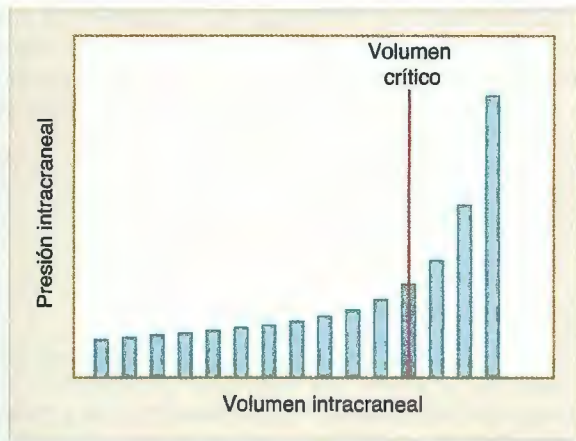
En las etapas finales, la herniación a menudo produce patrones ventilatorios anormales o apnea, empeoramiento de la hipoxia y niveles de dióxido de carbono en sangre significativamente

alterados. Las **ventilaciones de Cheyne-Stokes** constituyen un ciclo repetitivo de respiraciones lentas y superficiales que se vuelven más profundas y rápidas, y de nuevo regresan a respiraciones superficiales y lentas. Se pueden presentar breves periodos de apnea entre ciclos. La **hiperventilación neurogénica central** se refiere a respiraciones consistentemente rápidas y profundas; y la **respiración atáxica**, a los esfuerzos ventilatorios erráticos que carecen de un patrón discernible. La función respiratoria espontánea cesa con la compresión del tronco del encéfalo, una ruta final común de la herniación (Figura 10-9).¹⁸

Como la hipoxia tisular se desarrolla en el cerebro, los reflejos se activan en un esfuerzo por mantener el suministro de oxígeno cerebral. A efecto de superar el incremento de la PIC, el sistema nervioso autónomo se activa para aumentar la presión arterial sistémica, y por tanto la TAM, en un esfuerzo por mantener una presión de perfusión cerebral normal. La presión sistólica llega a alcanzar 250 mm Hg. Sin embargo, conforme los barorreceptores en las arterias carótidas y el arco aórtico perciben un gran aumento de la tensión arterial, envían mensajes al tronco del encéfalo para activar el sistema nervioso parasimpático. Luego una señal viaja a través del décimo nervio craneal, el nervio vago, para disminuir la frecuencia cardíaca. El **fenómeno de Cushing** se refiere a esta combinación ominosa de un gran aumento en la tensión arterial y la bradicardia resultante que se presenta con un incremento grave de la PIC.

Isquemia y herniación

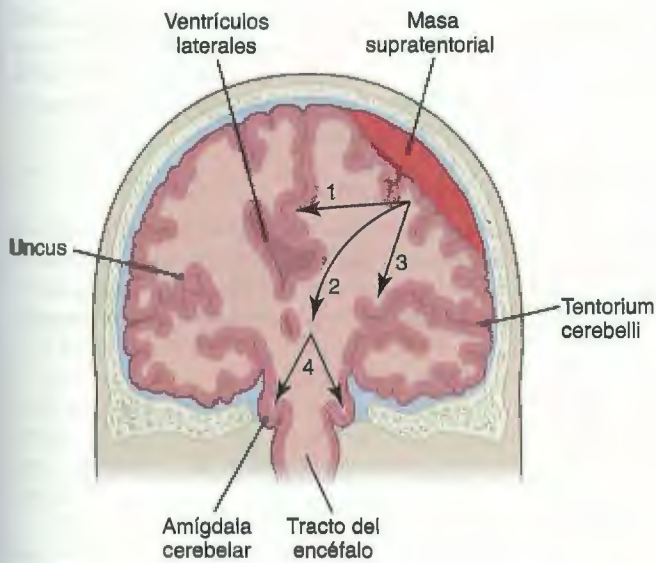
Los síndromes de herniación describen la forma en que el cerebro inflamado, debido a que está contenido en un espacio completamente cerrado, puede presentar daños mecánicos. Sin embargo, una PIC elevada a causa de esta inflamación también suele desencadenar lesiones en el cerebro al generar una isquemia cerebral y la resultante disminución del suministro de oxígeno. A medida que aumenta la inflamación cerebral se incrementa también la PIC.



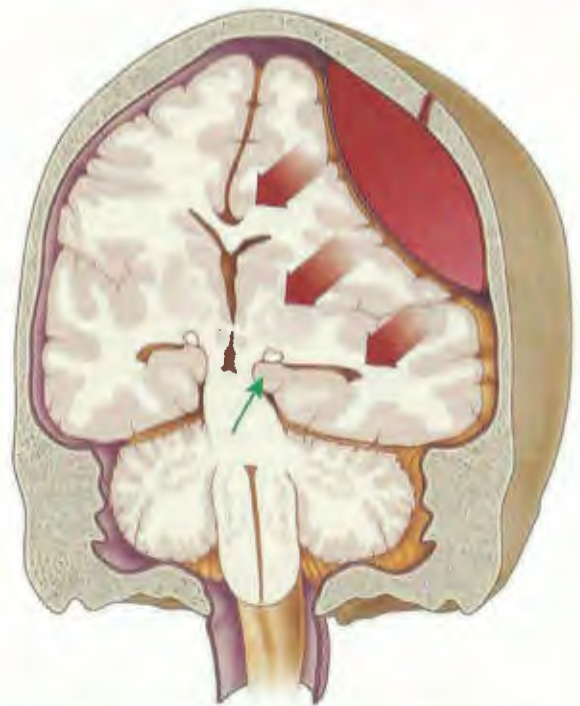
A



A



B



B

Figura 10-6 A. Este gráfico demuestra la relación entre el volumen intracraneal y la PIC. A medida que el volumen aumenta, la presión se mantiene relativamente constante, ya que el LCR y la sangre son forzados a salir. Finalmente se llega a un punto en el que ya no se puede producir una compensación adicional, y la PIC se eleva de forma drástica. B. Esta imagen muestra los diversos síndromes de herniación que resultan del efecto de masa y el aumento de la presión intracraneal. (1) Herniación unguilada (2) Herniación central (3) Herniación uncinal o transtentorial (4) Herniación de cerebelo tonsilar.

Figura 10-7 A. Sospecha de una lesión cerebral si las pupilas del paciente muestran un tamaño desigual. B. La fisiopatología de la hernia uncinal —conforme se expande el hematoma— empuja el uncus del cerebro hacia abajo contra el tentorium, que a su vez comprime los nervios craneales III que ocasionan la dilatación pupilar.

Fuente: A. Cortesía de Deborah Austin. B. Cortesía de American College of Surgeons.

Como $PPC = TAM - PIC$, conforme se eleva la PIC se reduce la presión de perfusión cerebral. Por tanto, los incrementos de PIC amenazan el flujo sanguíneo cerebral. Además de la lesión mecánica, la inflamación también puede causar una lesión isquémica al cerebro, lo que agrava los insultos isquémicos que este órgano podría resistir por otras causas, como la hipotensión sistémica.

Para complicar aún más las cosas, como estos insultos mecánicos e isquémicos producen lesión cerebral, generan más inflamación del cerebro. De esta manera, el edema cerebral desencadena una lesión que genera más edema cerebral, que a su vez conlleva a una lesión mayor y a un edema en una espiral descendente que

conduce a la hernia y a la muerte si no se interrumpe. El principal objetivo del manejo de una LCT es limitar esta lesión secundaria y romper el ciclo del daño.

Edema cerebral

El edema cerebral (inflamación del cerebro) a menudo se produce en el sitio de una lesión cerebral primaria. La lesión de las membranas celulares neuronales hace que el líquido intracelular se recoja dentro de las neuronas dañadas ocasionando el edema. Además, la lesión genera respuestas inflamatorias que dañan las neuronas

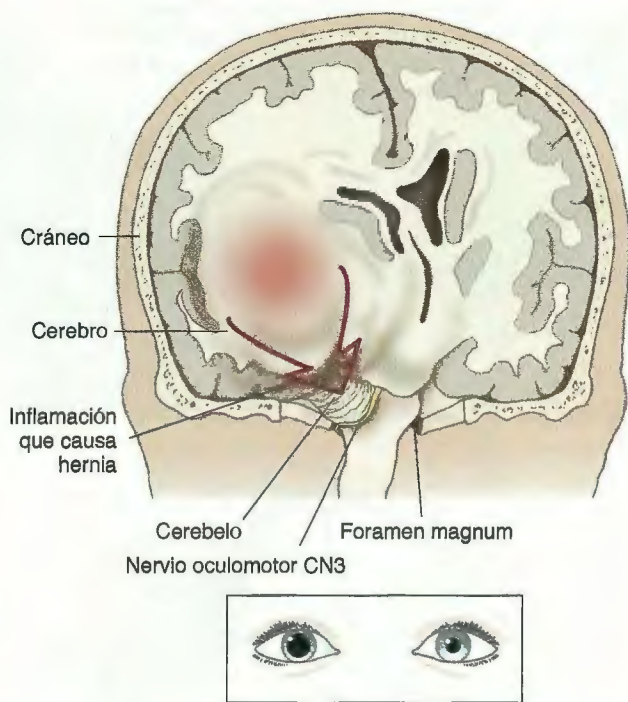


Figura 10-8 El cráneo es una estructura ósea grande que contiene al cerebro. Éste no puede escapar de esta estructura si se expande debido a un edema, o si hay hemorragia en el cráneo que lo presione.

y los capilares cerebrales, dando lugar a la acumulación de líquido dentro de las neuronas y los espacios intersticiales, lo que conduce al edema cerebral. A medida que éste se desarrolla, se produce la lesión mecánica e isquémica antes descrita, lo que agrava estos procesos y desencadena un mayor edema y más lesiones.

El edema cerebral puede presentarse asociado con, o como resultado de hematomas intracraneales debido a una lesión directa al parénquima en forma de contusión cerebral o como consecuencia de la lesión cerebral difusa de la hipoxia o la hipotensión.

Hematomas intracerebrales

En trauma, el efecto de masa ocasiona la acumulación de sangre en el espacio intracraneal. Los hematomas intracraneales, como hematomas epidural, subdural o intracerebral, son las principales fuentes de efecto de masa. Como el efecto de masa de estos hematomas se debe a su tamaño, su rápida eliminación puede romper el ciclo del edema y lesión antes descrito. Desafortunadamente, a menudo están asociados con un edema cerebral y se requieren otras intervenciones, además de la eliminación del hematoma, para detener el ciclo de la lesión y el edema. (Más adelante se describen los hematomas cerebrales específicos.)

Hipertensión intracraneal

La hipertensión intracraneal aflora cuando se produce un edema cerebral en un espacio cerrado. Una manera de cuantificar y evaluar su magnitud es la medición de la PIC. En el hospital se cuenta con monitores de PIC para que los proveedores de atención

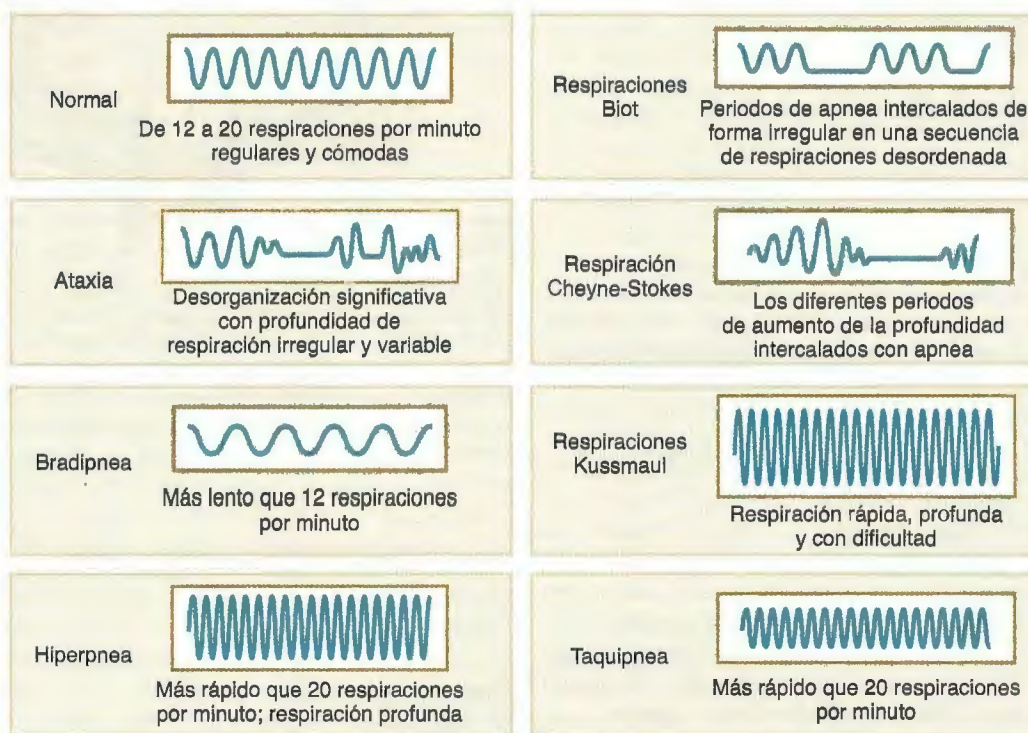


Figura 10-9 Esta imagen muestra los diferentes tipos de patrones de respiración que pueden ocurrir después de un traumatismo en la cabeza y el cerebro.
Fuente: Modificado de Mosby's Guide to Physical Examination, Seidel HM, Ball JW, Dains JE, et al. Derechos reservados Elsevier (Mosby), 1999.

médica cuantifiquen la inflamación cerebral, evalúen el riesgo de herniación y vigilen la eficacia de las terapias destinadas a luchar contra el edema. En este sentido, la PIC elevada es un signo de esta inflamación.

Como la PIC elevada, o hipertensión intracraneal, parte del ciclo antes descrito, también causa daño en forma de compresión mecánica y lesión isquémica e hipóxica al cerebro. Es por ello que a menudo se habla, correctamente, de la PIC como un síntoma y una causa del edema cerebral.

La vigilancia de la PIC no es una actividad de rutina en el entorno prehospitalario, pero una vez que se sabe de ella y las razones de su control, puede ayudar a los proveedores de atención prehospitalaria a la toma de decisiones para atender al paciente con lesión cerebral.

Causas extracraneales de la lesión cerebral secundaria

Hipotensión

Siempre se ha sabido que la isquemia cerebral es común en las lesiones en la cabeza. Su evidencia se encuentra en 90% de los pacientes que mueren de LCT, e incluso muchos de los sobrevivientes muestran signos de lesión isquémica.²¹ Por tanto, el impacto de la presión cerebral baja en el resultado de la LCT ha sido un foco principal para limitar la lesión secundaria después de una LCT.

En la base de datos nacional de EUA de este padecimiento, los dos marcadores más significativos de un peor resultado debido a una LCT fue el periodo que se pasa con una PIC superior a 20 mm Hg y con una presión arterial sistólica menor de 90 mm Hg. De hecho, un único episodio de presión arterial sistólica menor de 90 mm Hg puede conducir a un peor resultado.²² Diversos estudios han confirmado el profundo impacto de la presión arterial sistólica baja en el resultado después de una LCT.

Muchos pacientes presentan otras lesiones, a menudo con hemorragia y posterior tensión arterial baja. La reanimación con líquidos en un esfuerzo enfocado en mantener la tensión arterial sistólica en niveles de entre 90 y 100 mm Hg, es fundamental para limitar el daño secundario al cerebro que pueda ser el resultado de no cumplir con este objetivo.

Además de la hemorragia, un segundo factor amenaza el flujo sanguíneo cerebral después de una LCT, especialmente en las lesiones más graves. Un flujo sanguíneo cerebral cortical típico es de 50 mL por 100 gramos (g) por minuto (50 mL/100 g/min) por cada 100 g de tejido cerebral. Después de una LCT grave, este valor puede bajar a 30 mL, o incluso hasta 20 mL/100 g/min en situación severa. Exactamente por qué se produce esta disminución en el flujo sanguíneo cerebral no está claro. Puede ser causada por la pérdida de la autorregulación, o responder a un mecanismo de protección para intentar regular a la baja todo el cerebro en respuesta a la lesión. Cualquiera que sea la causa, este efecto, añadido al impacto del shock hemorrágico, agrava la amenaza isquémica al cerebro.^{10, 22, 23}

Además, como se señaló antes, la autorregulación se altera en un cerebro lesionado. Como resultado, se requiere una mayor presión de perfusión cerebral para mantener el flujo sanguíneo cerebral adecuado. Las áreas con un daño muy grave pueden perder casi toda capacidad de autorregulación. En estas áreas, los vasos sanguíneos se dilatan, causando hiperemia y desviación de la sangre hacia las zonas del cerebro con lesiones más graves y, posiblemente, lejos de las porciones que todavía podrían salvarse mediante una perfusión

adecuada.^{24, 25} Por último, la hiperventilación agresiva puede poner aún más en riesgo el flujo sanguíneo cerebral y agravar la amenaza isquémica mediante la constricción de los vasos sanguíneos en áreas comprometidas y no afectadas del cerebro.

Esta combinación de regulación fisiológica descendente, derivación y shock hemorrágico crea múltiples amenazas isquémicas a las áreas salvables del cerebro, y hace que el manejo agresivo de la hipotensión sea una parte fundamental de la atención a la LCT. Por esta razón, un enfoque agresivo en el entorno prehospitalario mediante la reanimación con líquidos dirigida a mantener la presión sanguínea sistólica por encima de 90 mm Hg es fundamental para limitar la lesión secundaria en el paciente.

Hipoxia

Uno de los sustratos más críticos suministrados al cerebro lesionado a través de la circulación es el oxígeno. Después de apenas 4 a 6 minutos de daño cerebral irreversible puede presentarse anoxia cerebral. Se ha demostrado en estudios un impacto profundo de una saturación de oxígeno de la hemoglobina (SpO₂) de menos de 90% en los pacientes de LCT.^{4, 7, 16} Un número significativo de estos pacientes no recibe una reanimación adecuada en campo.¹⁶ Además, diversos estudios han demostrado que un número considerable de víctimas presenta una SpO₂ baja o inadecuada, que en muchos casos clínicamente no se identifica con facilidad a menos que se mida con un oxímetro de pulso.¹⁵ El énfasis en el manejo de la vía aérea prehospitalaria y el suministro de oxígeno a los pacientes con lesión cerebral ha sido en parte el resultado de estos estudios.

El sofisticado trabajo con monitores de oxígeno en el tejido cerebral ha evidenciado el impacto del shock hemorrágico en la provisión de oxígeno al cerebro. Limitar la hipotensión es un componente clave para asegurar que éste reciba un suministro adecuado de oxígeno durante la fase posterior a la lesión.²⁶ La hemorragia es común en pacientes con LCT, lo que resulta no sólo en estado de shock, sino también en la pérdida de sangre y, por tanto, de hemoglobina.

Para que la sangre oxigenada sea enviada al cerebro, los pulmones deben funcionar correctamente, lo que a menudo no ocurre después de un trauma. Los pacientes con una vía respiratoria inadecuada, aspiración de sangre o contenido gástrico, contusiones pulmonares o hemo neumotórax tienen una patología que interfiere con su buena función respiratoria y la capacidad de transferir oxígeno del aire a la sangre. Además de garantizar el transporte de este componente al cerebro, al reducir al mínimo la pérdida de sangre y mantener la circulación, los proveedores de atención prehospitalaria deben asegurar la oxigenación adecuada a través de una vía aérea permeable y ventilación apropiadas.

Al igual que con la hipotensión, es fundamental la limitación agresiva de la hipoxia cerebral con un manejo adecuado de la vía aérea, la respiración y la circulación para limitar una lesión cerebral secundaria.

Anemia

La capacidad de la sangre para transportar oxígeno es crítica en el suministro de éste al cerebro, que se determina mediante la cantidad de hemoglobina que contiene. Una caída de 50% en la hemoglobina tiene un efecto mucho más profundo en el suministro de oxígeno al cerebro que una caída de 50% en la presión parcial de oxígeno (PO₂). Es por ello que la anemia por pérdida de sangre puede afectar el resultado de la LCT.

Hipocapnia e hipercapnia

Como se ha analizado en este capítulo, la hipocapnia (disminución de PaCO₂) y la hipercapnia (aumento de PaCO₂) pueden empeorar una lesión cerebral. Cuando los vasos sanguíneos cerebrales se contraen como resultado de una hipocapnia significativa, se ve comprometido el flujo sanguíneo cerebral, lo que lleva a una disminución en el suministro de oxígeno al cerebro. La hipercapnia puede ser el resultado de hipoventilación por muchas causas, incluyendo intoxicación por drogas o alcohol, y los patrones de ventilación anormales observados en pacientes con aumento de la PIC. La hipercapnia causa vasodilatación cerebral, que suele aumentar aún más la PIC.

Hipoglucemia e hiperglucemia

La hipotensión aumenta la probabilidad de que el flujo sanguíneo cerebral también sea bajo. Cuando cae este flujo, el suministro de oxígeno al cerebro también decae, al igual que la provisión de glucosa y otros metabolitos cerebrales necesarios. Se han estudiado los efectos de la presión arterial sistólica baja y la fisiología del suministro bajo de oxígeno al cerebro. Sin embargo, siguen en investigación el uso de la glucosa y el impacto de su suministro en el cerebro lesionado.

No obstante, la investigación disponible ofrece una mirada fascinante a la respuesta del cerebro a la lesión. Parece que después del daño en la cabeza, el metabolismo cerebral de la glucosa puede llegar a alterarse de manera compleja. Cierta evidencia convincente indica que este metabolismo y, por tanto, los requerimientos cerebrales de glucosa en realidad aumentan después de la lesión grave, amenazando con una falta de coincidencia entre el suministro y uso de glucosa.²⁷⁻²⁹ Por otra parte, datos clínicos y de laboratorio consistentes en pacientes con evento vascular cerebral muestran que aquellos cuya glucosa en suero se permite mantener elevada durante largos periodos en la unidad de cuidados intensivos, pueden tener áreas más grandes de infarto y reanimación menos eficaz de cerebro rescatable que los pacientes con mejor control de glucosa. Estudios limitados parecen indicar que estos mismos factores están presentes en la isquemia que se produce después de una lesión en la cabeza. Los niveles elevados de glucosa en sangre en los pacientes con LCT también se han asociado con una peor evolución neurológica.

Tanto la elevación (hiperglucemia) como la disminución (hipoglucemia) del azúcar en la sangre pueden poner en peligro el tejido cerebral isquémico. Se conoce bien el impacto desastroso de una hipoglucemia significativa sobre el sistema nervioso durante la lesión y en otros momentos. Las neuronas son incapaces de almacenar azúcar y requieren un suministro continuo de glucosa para efectuar el metabolismo celular. En ausencia de este componente, las neuronas isquémicas pueden presentar daños permanentes. Sin embargo, también es cierto que un nivel de glucosa en suero prolongado mayor a 150 mg/dL, y probablemente mayor a 200 mg/dL, llega a ser perjudicial para el cerebro lesionado, y se debe evitar.^{30,31}

En el entorno prehospitalario es necesario hacer énfasis en evitar la hipoglucemia debido a que la amenaza fisiológica del bajo nivel de azúcar es mucho más inmediata que el peligro de la glucosa sérica elevada. De ser posible, la glucosa en sangre se debe medir en campo en todos los pacientes con mentación alterada y, en caso de estar por debajo de los valores normales, deben ser tratados con su administración. Además, es probable que cualquier hiperglucemia inducida sea transitoria, y el estricto control de glucosa requerido

para manejar en forma adecuada estos pacientes se establece al momento de ingresar al hospital.

Convulsiones

Un paciente con LCT aguda corre el riesgo de presentar convulsiones por varias razones. La hipoxia por problemas en las vías aéreas o respiratorias puede inducir actividad convulsiva generalizada, como la hipoglucemia y las alteraciones electrolíticas. El tejido cerebral isquémico o dañado puede servir como un foco irritable para producir **convulsiones gran mal** o **estado epiléptico**. A su vez, esto agrava la hipoxia preexistente causada por el deterioro de la función respiratoria. Además, la actividad neuronal masiva asociada con convulsiones generalizadas agota con rapidez los niveles de oxígeno y glucosa, y empeora la isquemia cerebral.

Evaluación

Una encuesta rápida de la cinemática de la lesión, combinada con una evaluación primaria inmediata, ayudará a identificar problemas potenciales que amenazan la vida de un paciente con sospecha de LCT. Debido a que la fisiopatología de la LCT es un proceso dinámico, también lo deben ser su evaluación y manejo. Es muy importante revalorar continuamente al paciente, tal vez con más frecuencia de lo habitual, debido a que los hallazgos de la exploración pueden fluctuar de manera significativa a medida que su condición cambia con el tiempo.

Cinemática

Al igual que con todos los pacientes de trauma, la evaluación debe incluir la consideración del mecanismo de la lesión. Debido a que muchos sujetos con LCT grave muestran una alteración de su nivel de conciencia (NDC), los datos clave acerca de la cinemática con frecuencia se obtienen de la observación de la escena o de los transeúntes. El parabrisas del vehículo accidentado puede tener un patrón de "telaraña", lo que sugiere un impacto con la cabeza del paciente, o puede haber presencia de un objeto con sangre que fue utilizado como arma durante un asalto. Un impacto en el lado de la cabeza puede fracturar el hueso temporal del cráneo con lesión de la arteria meníngea media subyacente, que conduce a un hematoma epidural, o causar una **lesión por golpe o contragolpe** con daño venoso y hemorragia subdural. Esta información importante debe ser reportada al personal de las instalaciones receptoras, ya que es fundamental para el diagnóstico y manejo correctos del paciente, no sólo en lo que respecta a una posible lesión cerebral, sino también para otras afectaciones.

Evaluación primaria

Vía aérea

Se debe examinar y asegurar la permeabilidad de la vía aérea del paciente. En las personas en estado inconsciente, la lengua puede ocluir completamente la vía aérea. Las ventilaciones ruidosas indican la obstrucción parcial ya sea por la lengua o por un material extraño. Las causas comunes de un compromiso de las vías aéreas en pacientes con LCT son émesis, hemorragia e inflamación.

Respiración

La evaluación de la función respiratoria debe incluir la de la velocidad, profundidad y adecuación de la respiración. Como se señaló antes, varios patrones de respiración diferentes pueden ser causa de una lesión cerebral grave. En los pacientes con traumatismo multisistémico, las lesiones torácicas llegan a deteriorar aún más la oxigenación y la ventilación. Las fracturas de la columna cervical producen en alrededor de 2 a 5% de los sujetos con LCT y pueden ser el resultado de lesiones de la médula espinal que interfieren de manera significativa con la ventilación.

El suministro adecuado de oxígeno al cerebro dañado es una parte esencial de los esfuerzos por limitar la lesión cerebral secundaria. No mantener la SpO₂ por arriba de 90% parece resultar en peores resultados para los pacientes, y es fundamental mantenerla por encima de este nivel. La evaluación de la vía aérea adecuada y el esfuerzo ventilatorio es fundamental en las primeras etapas del manejo de una LCT.

Circulación

Como se señaló antes, el mantenimiento de una presión arterial sistólica mayor que 90 mm Hg es crítica para limitar la lesión cerebral secundaria en las víctimas con LCT. Por tanto, el control de la hemorragia y la prevención y tratamiento del shock son críticos. De ser posible, el proveedor de atención prehospitalaria debe considerar y cuantificar la evidencia de hemorragia externa y controlarla inmediatamente. En ausencia de una pérdida significativa de sangre externa, un pulso débil y rápido en una víctima de traumatismo sugiere una hemorragia interna en los espacios pleurales, retroperitoneo, retroperitoneo, o en los tejidos blandos que rodean las fracturas de huesos largos, que pone en riesgo la vida. En un niño con fontanelas abiertas, puede presentarse suficiente pérdida de sangre en el interior del cráneo como para producir un shock hemorrágico.

El aumento de la PIC suele conducir a una serie reconocida de cambios cardiovasculares. A medida que ésta se incrementa y el flujo sanguíneo cerebral se ve afectado, el cerebro y el tronco del encéfalo vuelven hipóxicos. Esto estimula el sistema nervioso simpático con esfuerzo por aumentar la tensión arterial. Con el aumento de la tensión arterial, el sistema parasimpático induce más lentitud en el corazón; esto se manifiesta la bradicardia. Este efecto se conoce como efecto de Cushing. La tríada de Cushing describe la combinación de cambios que se producen con el aumento de la PIC: pulso lento, aumento de la tensión arterial asociada con una presión de tórax ensanchada y respiraciones irregulares, como la respiración de Cheyne-Stokes.³² Un pulso contundentemente lento puede ser el resultado de la hipertensión intracraneal e indicar herniación inminente (fenómeno de Cushing). En un paciente con lesiones potencialmente mortales no se debe demorar el traslado para medir la presión arterial en el camino, conforme el tiempo lo permita.

Discapacidad

Ante la evaluación primaria y después del inicio de las medidas correspondientes para el tratamiento de los problemas identificados en las evaluaciones de la vía aérea, respiración y circulación, se debe calcular una puntuación inicial de la escala de coma de Glasgow (ECG) para evaluar con precisión el NDC del paciente

(Figuras 10-10 y 10-11). De acuerdo con lo descrito en el Capítulo 7 (Evaluación y manejo del paciente), la puntuación ECG se calcula utilizando la mejor respuesta observada en la evaluación de los ojos, respuesta verbal y respuesta motora del paciente. Cada componente de la puntuación debe registrarse de forma individual, en lugar de sólo limitarse a proporcionar un total, de modo que con el tiempo se puedan observar los cambios específicos. Si un paciente no abre los ojos de forma espontánea, se debe utilizar una orden verbal (p. ej., "Abra los ojos"). Si no responde al estímulo verbal, se aplica un estímulo doloroso, como la presión en el lecho de la uña con un bolígrafo o la compresión del tejido axilar anterior.

La respuesta verbal del paciente se puede examinar con la pregunta: "¿Qué le pasó?" Si el sujeto está totalmente orientado, proporcionará una respuesta coherente. De lo contrario, la respuesta verbal se anota como confusa, inapropiada, ininteligible o ausente. Si el paciente está intubado, la puntuación se calcula sólo a partir de las escalas de los ojos y motora, y se agrega una "T" a afecto de hacer notar la incapacidad para evaluar la respuesta verbal como "8T".

El último componente de la GCS es la puntuación motora. Se debe dar al paciente una orden simple, sin ambigüedades; por

Figura 10-10 Escala de coma de Glasgow

Evaluación	Puntos
Ojos abiertos	
Abre los ojos espontáneamente	4
Abre los ojos porque se le ordena	3
Abre los ojos por estímulo al dolor	2
No abre los ojos	1
Mejor respuesta verbal	
Responde adecuadamente (orientado)	5
Respuesta confusa	4
Respuesta inadecuada	3
Ruidos ininteligibles	2
Sin respuesta	1
Mejor respuesta motora	
Sigue órdenes	6
Localiza el estímulo doloroso	5
Se retrae al dolor (movimiento no localizado)	4
Responde con flexión anormal al estímulo doloroso (decorticado)	3
Responde con extensión anormal al dolor (descerebrado)	2
Sin respuesta motora	1

Note que la puntuación más baja posible es 3 y la más alta posible es 15.

Figura 10-11 Escala de coma de Glasgow para pacientes pediátricos

Actividad	Puntuación	Lactante	Puntuación	Niño
Abrir los ojos	4	Los abre espontáneamente	4	Los abre espontáneamente
	3	Los abre al habla o al sonido	3	Los abre al habla
	2	Los abre a estímulos dolorosos	2	Los abre ante estímulos dolorosos
	1	No responde	1	No responde
Verbal	5	Gorjea, balbucea	5	Conversación orientada
	4	Llanto irritable	4	Conversación confusa
	3	Llora por dolor	3	Llora
	2	Se queja al dolor	2	Palabras inadecuadas
	1	No responde	1	Se queja Palabras/sonidos incomprensibles No responde
Motora	6	Movimiento espontáneo normal	6	Obedece órdenes verbales
	5	Localiza el dolor	5	Localiza el dolor
	4	Se retrae al dolor	4	Se retrae al dolor
	3	Flexión anormal (decorticado)	3	Flexión anormal (decorticado)
	2	Extensión anormal (descerebrado)	2	Extensión anormal (descerebrado)
	1	No responde (flácido)	1	No responde (flácido)

ejemplo: "Levante dos dedos" o "Muéstrame cuál es la señal para pedir aventón". Un paciente que aprieta el dedo de un proveedor de atención prehospitalaria simplemente proporciona la demostración de un reflejo de asir, contrario a seguir una orden a propósito. Si la persona no sigue una orden, se utiliza un estímulo doloroso y se anota su mejor respuesta motora. Un paciente que intenta retraerse a un estímulo doloroso se considera "de localización". Otras respuestas posibles al dolor incluyen retraerse de los estímulos, flexión anormal (decorticación) o extensión (descerebración) de las extremidades superiores y la ausencia de función motora.

En general, se acepta que una puntuación de 13 a 15 indica una probable LCT leve, mientras que de 9 a 12 es indicativa de una LCT moderada. Una puntuación ECG de 3 a 8 sugiere LCT grave. Por supuesto, muchos otros factores pueden afectar esta escala, incluyendo la presencia de productos tóxicos o drogas. Además, un paciente muerto todavía tiene una puntuación de 3. Aunado a la determinación de la ECG, las pupilas se deben examinar rápidamente en relación con su simetría y la respuesta a la luz. En los adultos, el diámetro de la pupila en reposo por lo general mide entre 3 y 5 mm.³³ Una diferencia de más de 1 mm en el tamaño se considera anormal. Es necesario tomar en cuenta que una parte significativa de la población tiene **anisocoria**, la desigualdad de tamaño de la pupila, ya sea congénita o adquirida, como resultado de un traumatismo oftálmico. En el campo no siempre se puede distinguir entre la desigualdad pupilar causado por el traumatismo y la anisocoria postraumática congénita o preexistente. La desigualdad pupilar siempre debe tratarse como secundaria al traumatismo agudo hasta descartar, en un estudio de diagnóstico adecuado, edema cerebral o una lesión motora o del nervio oftálmico.³⁴

Exposición/ambiente

Los pacientes con una LCT sostenida con frecuencia tienen otras lesiones que ponen en riesgo su vida e integridad física, al igual que su cerebro. Se deben identificar todas estas lesiones. Todo el cuerpo debe ser examinado por otros problemas potencialmente mortales.

Evaluación secundaria

Una vez que se han identificado y manejado las lesiones mortales, si el tiempo lo permite, se debe realizar una evaluación secundaria exhaustiva completa durante el traslado del paciente al centro de recepción correspondiente. Esto incluye palpar con cuidado su cabeza y rostro para descartar heridas, depresiones y **crepitación**.

Cualquier líquido claro drenado por la nariz o canales auditivos puede ser líquido cefalorraquídeo. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el LCR se mezcla con la sangre, por lo que es difícil la identificación formal de este resultado. Un método que a menudo se sugiere es colocar en una gasa una gota de la mezcla sospechosa de sangre-LCR. Cuando se deposita en una gasa o un paño blanco, el LCR se dispersa de la sangre y produce un "halo" amarillento característico.³⁵ Si el tiempo lo permite, se debe intentar esta prueba durante el transporte; sin embargo, arroja muchos resultados positivos falsos, lo que limita su utilidad.

En este punto es recomendable comprobar de nuevo el tamaño y la respuesta de las pupilas. Debido a la incidencia de fracturas de la columna cervical asociadas en pacientes con LCT, como se ha señalado antes, el cuello debe ser examinado para detectar dolor y deformidades óseas.

La observación más importante es la evaluación del estado mental del paciente y la forma en que está cambiando en el tiempo que usted permanece con él. Las personas que inicialmente fueron encontradas con un estado mental dañado, pero que mejoraron son mucho menos preocupantes que aquellas cuyo estado mental se deteriora durante su manejo y traslado.

En un paciente cooperativo también se puede realizar una exploración neurológica más completa. Esto incluye la evaluación de los nervios craneales y la sensibilidad y función motora en todas las extremidades. Buscar un déficit completo o parcial, así como la asimetría en esta función puede revelar pistas importantes sobre una posible lesión neurológica. Hallazgos como **hemiparesia** (debilidad) o **hemiplejia** (parálisis) presentes en un solo lado del cuerpo se consideran "signos de lateralización", y por lo general son indicadores de LCT.

Antecedentes

Si el tiempo y las circunstancias lo permiten, es deseable recabar los antecedentes SAMPLE (por sus siglas en inglés: síntomas, alergias, medicamentos, historial, último alimento, eventos) del paciente, familiares o de transeúntes. La diabetes mellitus, trastornos convulsivos e intoxicación por enervantes o alcohol pueden imitar una LCT. Se debe hacer notar cualquier evidencia de uso de drogas o sobredosis. El paciente puede tener antecedentes de lesiones en la cabeza y quejarse de dolor de cabeza persistente o recurrente, problemas visuales, náusea y vómito, o mostrar dificultad para hablar.³⁶

Exploraciones en serie

Es importante valorar de nuevo la ECG y determinar qué cambios se producen con el tiempo. El paciente que al inicio presentó una puntuación ECG que luego disminuye es de mucha mayor preocupación de una LCT grave que un paciente con una puntuación que mejora. Alrededor de 3% de las personas con lesiones cerebrales aparentemente leves (ECG 14 o 15) experimenta un deterioro inesperado en su actividad mental. La evaluación primaria y la evaluación de la escala se deben repetir a intervalos frecuentes durante el traslado. Los pacientes cuya ECG se deteriora por más de dos puntos durante este tránsito corren riesgo particularmente alto de un proceso patológico en curso^{34,37,38} y necesitan una remisión rápida a un centro adecuado. El centro receptor utilizará las tendencias de la ECG manifestadas durante el transporte en el manejo inicial del paciente. Estas tendencias o los signos vitales deben ser reportados al receptor y documentarse en el informe de atención. Asimismo, se deben registrar las respuestas al manejo.³⁹

Lesiones en cabeza y cuello específicas

Lesiones en el cuero cabelludo

Como se señaló en la sección de anatomía, el cuero cabelludo se compone de múltiples capas de tejido y es sumamente vascular; incluso una pequeña laceración puede desencadenar hemorragia abundante. Las lesiones más complejas, como avulsión, donde una gran zona del cuero cabelludo se abre desde el cráneo, ocasiona

shock hipovolémico e incluso **desangrado** (Figura 10-12). Estos tipos de lesiones afectan a menudo al ocupante del asiento delantero de un vehículo que no llevaba puesto el cinturón de seguridad, cuya cabeza impacta contra el parabrisas, así como a los trabajadores cuyo cabello largo queda atrapado en la maquinaria. Un golpe intenso en la cabeza induce la formación de un hematoma que puede confundirse con una fractura de cráneo deprimida mientras se palpa el cuero cabelludo.

Fracturas craneales

Las fracturas de cráneo pueden ser el resultado de un traumatismo cerrado o penetrante. Las fracturas lineales, por lo general a causa de un traumatismo cerrado, representan alrededor de 80% de las fracturas de cráneo; sin embargo, un fuerte impacto puede producir una fractura craneal *deprimida*, en la que fragmentos de hueso son conducidos hacia o en el tejido cerebral subyacente (Figura 10-13). Aunque las fracturas lineales simples sólo se diagnostican con un estudio radiográfico, las craneales deprimidas a menudo se pueden palpar durante un examen físico cuidadoso. Una fractura de cráneo no deprimida cerrada es de poca importancia clínica en sí, pero su presencia aumenta el riesgo de un hematoma intracraneal. Las fracturas craneales deprimidas cerradas pueden requerir intervención neuroquirúrgica, mientras que las craneales abiertas suelen deberse a un impacto particularmente fuerte o a una herida por arma de fuego y servir como punto de entrada para las bacterias, lo que predispone al paciente a meningitis. Si se rompe la duramadre o el tejido cerebral, el LCR puede fugarse por una fractura craneal abierta. Debido al riesgo de meningitis, estas heridas requieren una evaluación neuroquirúrgica inmediata.

Si drena LCR de las fosas nasales o los conductos auditivos, se debe sospechar de **fracturas craneales basales** (fracturas de la base del cráneo). La **equimosis periorbital** ("ojos de mapache") y el signo Battle, en el cual la equimosis se observa sobre el área mastoidea detrás de las orejas, a menudo se presentan con las fracturas craneales basales, aunque pueden pasar varias horas después de la lesión para que se hagan evidentes. Si se permite, la exploración de la membrana timpánica con un otoscopio puede revelar sangre detrás del tímpano, lo que indica una fractura craneal basilar.



Figura 10-12 Lesiones extensas del cuero cabelludo pueden ocasionar hemorragia externa masiva.

Fuente: Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.



Figura 10-13 Reconstrucción tridimensional de una fractura craneal deprimida después de un asalto.

Fuente: Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.

Lesiones faciales

Las lesiones en el rostro van desde el traumatismo de tejidos blandos de menor importancia a daños graves asociados con compromiso de la vía aérea o de shock hipovolémico. La vía aérea puede verse comprometida por daño estructural o distorsión anatómica resultante del traumatismo, de líquidos o de otros objetos en la propia vía aérea. Los cambios estructurales son consecuencia de las deformidades de los huesos faciales fracturados o de hematomas que se desarrollan en los tejidos. Debido a que la cabeza tiene alta concentración de vasos sanguíneos, muchas lesiones en esta zona ocasionan hemorragia significativa. La sangre y coágulos sanguíneos suelen interferir con la permeabilidad de la vía aérea. El traumatismo facial a menudo se asocia con alteraciones en la conciencia y traumatismo potencialmente grave al cerebro. También puede dar lugar a fracturas o desplazamiento de los dientes en el lumen de la vía aérea. Las LCT y la sangre que se traga de lesiones faciales con frecuencia desencadenan vómito, que también llega a obstruir las vías aéreas.

Traumatismo en el ojo y la órbita

La lesión en las estructuras de la órbita y el ojo son comunes y a menudo resultado de un traumatismo cerrado a la cara, ya sea intencional (asalto) o debido a causas accidentales. Aun cuando no se encuentran a menudo lesiones del globo (globo ocular) en sí, siempre se deben considerar si se observa un traumatismo en el rostro y la órbita, ya que el manejo adecuado de una lesión de globo favorece la recuperación de la visión del paciente.

Laceración del párpado

En el ámbito prehospitalario, frente a la laceración de un párpado se debe considerar la posibilidad de penetración del globo en sí. El campo de tratamiento consiste en cubrir inmediatamente el ojo con un escudo protector rígido (**NO** con un parche de presión), el cual se coloca sobre la órbita ósea. La consideración primordial es evitar cualquier presión en el ojo que pudiera hacer más daño al forzar el contenido intraocular a través de una laceración corneal o esclerótica.

Abrasión corneal

Una abrasión corneal es la rotura de la cubierta protectora **epitelial** de la córnea. Esta abrasión genera dolor intenso, lagrimeo, sensibilidad a la luz (fotofobia) y aumento de la susceptibilidad a la infección hasta que se cura el defecto (por lo general en 2 o 3 días). Normalmente hay **antecedentes** de traumatismo previo o el uso de lentes de contacto. El manejo prehospitalario para este trastorno consiste en cubrir el ojo con un parche, escudo o anteojos de sol para reducir el malestar causado por la sensibilidad a la luz.

Hemorragia subconjuntival

La **hemorragia subconjuntival** sobre la esclerótica del ojo se produce por el sangrado entre la **conjuntiva** y la **esclerótica** (Figura 10-14). Es fácilmente visible sin el uso de un equipo de diagnóstico. Esta lesión es inocua y se resuelve sin tratamiento en un periodo de varios días a semanas. En presencia de un traumatismo antecedente, es preciso estar alerta a otra lesión más grave. En particular, si la hemorragia causa la inflamación de la conjuntiva (**quemosis**), se debe sospechar una ruptura oculta del globo. El manejo prehospitalario de este trastorno consiste únicamente en el traslado del paciente al hospital para confirmar el diagnóstico y descartar otros trastornos asociados.

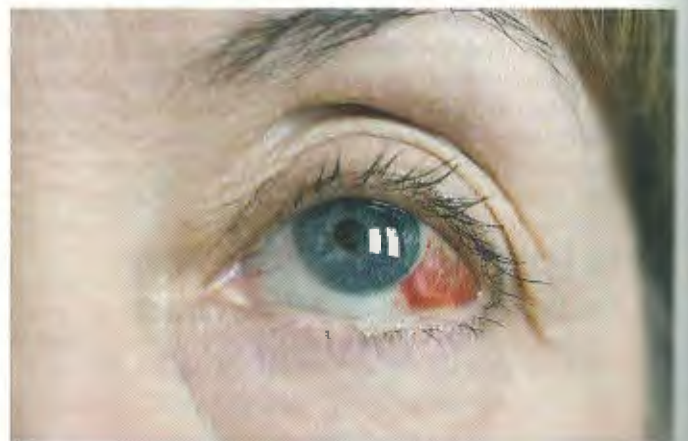


Figura 10-14 Hemorragia subconjuntival.

Fuente: © Susan Law Cain/Shutterstock, Inc.

Hifema

El término **hifema** se refiere a la sangre que aflora en la cámara anterior del globo, entre el iris y la **córnea**. Esta condición por lo general se observa en el contexto de un traumatismo agudo por un golpe directo al ojo. Éste debe ser examinado con la víctima sentada en posición vertical. Si una cantidad suficiente de sangre está presente, se condensa en la parte inferior de la cámara anterior y es visible como un hifema en capas (Figura 10-15). Esta sangre no puede apreciarse si se examina a la víctima en posición supina o si la cantidad de sangre es muy pequeña. Los pacientes con hifema deben tener un escudo protector colocado sobre el ojo y ser trasladados al hospital en posición sentada (si no hay otra contraindicación), de modo que se pueda realizar una exploración completa del ojo.

Globo abierto

Si hay antecedentes de traumatismo y la inspección del ojo con una linterna revela un **globo abierto** evidente (herida que va a través de la córnea o la esclerótica en el interior del globo ocular), se debe suspender el resto de la exploración y colocar de inmediato un escudo protector en la órbita ósea sobre el ojo para protegerlo de una lesión mayor. **NO** aplique un parche de presión ni medicamentos tópicos.

Dos preocupaciones son centrales en el manejo de esta patología. La primera se relaciona con reducir al mínimo el manejo de un traumatismo adicional para el ojo que pudiera elevar la presión intraocular y ocasionar la expulsión del contenido intraocular a través del defecto corneal o esclerótico. La segunda se refiere a prevenir el desarrollo de **endofthalmitis postraumática**, una infección del **humor acuoso** y el **humor vítreo** del ojo. Esto suele tener resultados visuales devastadores, con sólo 30% de las víctimas de un estudio sobre retención de agudeza visual mayor o igual a 20/400. Se justifica el traslado expedito al hospital para una evaluación oftalmológica y reparación quirúrgica.

Una lesión penetrante en el ojo o una ruptura del globo no siempre son evidentes. Las pistas para la ruptura oculta incluyen gran hemorragia subconjuntival con quemosis, tejido uveal oscuro (iris de colores) presente en, o que sobresale a través del limbo (unión de la córnea y la esclerótica), pupila distorsionada (forma de lágrima),



Figura 10-15 Hifema.
Fuente: © Dr. Chris Hale/Science Source.

fuga de una herida lacerada o perforado de la córnea, mecanismo de la lesión (martillar metal sobre metal, lesión de empalamiento, etc.) o disminución de la visión. Si se sospecha una ruptura oculta del globo, el paciente debe ser tratado como se ha descrito anteriormente para un globo abierto evidente. El aspecto menos grave de la lesión no elimina la amenaza de endofthalmitis, por lo que de nuevo se justifica el traslado rápido al hospital.

Fracturas nasales

La fractura de los huesos nasales es la más común en el rostro. Los indicios de fractura nasal incluyen **equimosis**, **edema**, deformidad nasal, inflamación y epistaxis (sangrado nasal). Con la palpación puede observarse crepitación ósea.

La fractura de la lámina cribiforme (el hueso delgado, horizontal en el cráneo a través del cual pasa el nervio [nervio craneal I] olfatorio) también puede presentarse después de un mecanismo de lesión de traumatismo de fuerza alta sobre el tercio medio facial, además de causar la fractura del hueso nasal. Cualquier rinorrea evidente (fuga de LCR de la nariz) que se produce después de una fuerza significativa sobre el tercio medio facial es importante para una posible fractura de la placa cribiforme.

Fracturas del tercio medio facial

Las fracturas del tercio medio facial se pueden clasificar de la siguiente manera (Figura 10-16):

- **Fractura Le Fort I.** Implica una separación horizontal del maxilar desde el suelo nasal. Aun cuando tal vez no afecte el paso del aire a través de las fosas nasales (narinas), la orofaringe puede verse comprometida por un coágulo de sangre o edema en el paladar blando.
- **Fractura Le Fort II.** También conocida como *fractura piramidal*, incluye los maxilares derecho e izquierdo, la porción medial del suelo de la órbita y los huesos nasales. Los senos paranasales están muy vascularizados, y esta fractura se puede asociar con un compromiso de la vía aérea debido a una hemorragia significativa.
- **Fractura Le Fort III.** Involucra los huesos faciales fracturados fuera del cráneo (disyunción craneofacial). Debido a las fuerzas implicadas, esta lesión se asocia con un compromiso de la vía aérea, la presencia de LCT, lesiones de los conductos lagrimales, oclusión dental defectuosa (desalineación) y fuga de LCR de las narinas.

Los pacientes con fractura del tercio medio facial en general presentan pérdida de la simetría facial normal. El rostro puede parecer aplanado, y el paciente tal vez no tenga la capacidad de cerrar las mandíbulas o los dientes. Si está consciente, suele quejarse de dolor facial y entumecimiento. A la palpación, es posible observar el trastorno sobre los sitios de fractura.

Fracturas mandibulares

Después de las que afectan los huesos nasales, las fracturas mandibulares son el segundo tipo más común de fractura facial. En más de 50% de los casos, la mandíbula (quijada) se rompe en más de una ubicación. La queja más común de un paciente con fractura mandibular, además del dolor, es una oclusión dental irregular; es decir, los dientes superiores e inferiores no se encuentran en su

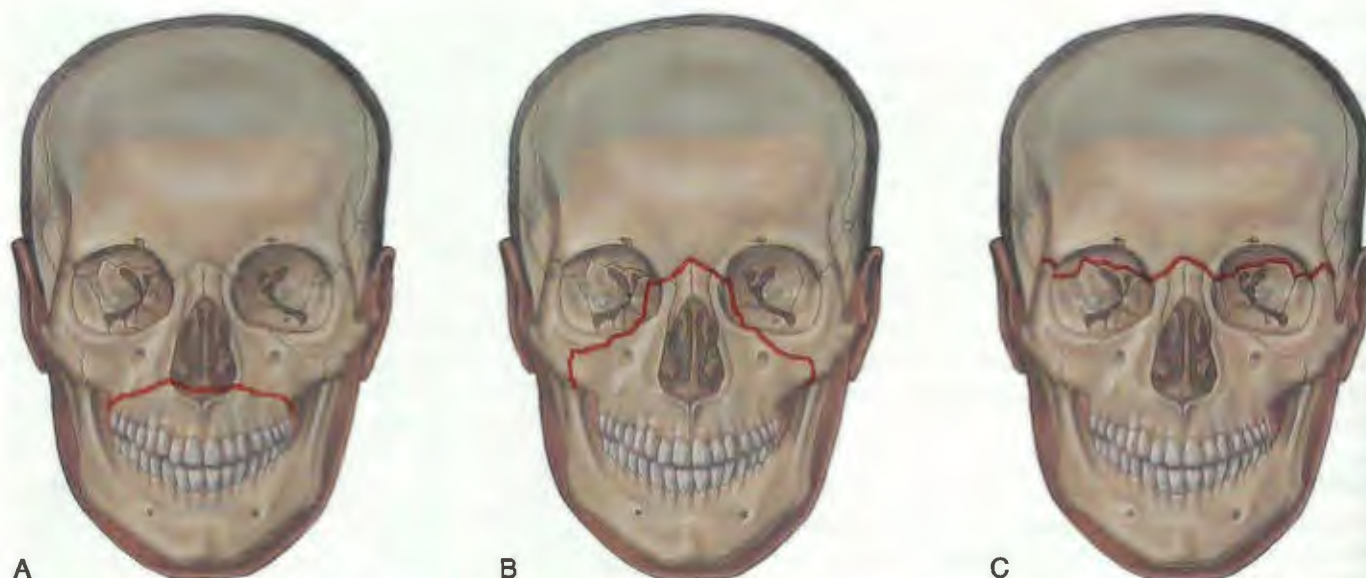


Figura 10-16 Tipos de fractura Le Fort del tercio medio facial. **A.** Fractura Le Fort I. **B.** Fractura Le Fort II. **C.** Fractura Le Fort III.
Fuente: Modificado de Sheehy S. *Emergency Nursing*. 3rd ed. St. Louis, MO: Mosby; 1992.

alineación habitual. El examen visual revela un desajuste o desalineación dental. A la palpación, puede advertirse un tipo de deformidad de desajuste y crepitación.

En un paciente con fractura de mandíbula que está en posición supina, la lengua puede ocluir la vía aérea, ya que la estructura de soporte óseo de la lengua ya no está intacta.

Lesiones laríngeas

Las fracturas de la laringe por lo común son el resultado de un golpe directo a la parte anterior del cuello, como cuando un motociclista o un ciclista es golpeado por un objeto. El paciente suele quejarse de un cambio en la voz (por lo general de tono más bajo). En una inspección, el proveedor de atención prehospitalaria puede observar una contusión en el cuello o la pérdida de la prominencia del cartílago tiroideos (manzana de Adán).

Una fractura de la laringe tiene como consecuencia que el paciente tosa con sangre (hemoptisis), o bien el desarrollo de enfisema subcutáneo en el cuello, que se detecta a la palpación. Por lo general, se contraindica la intubación endotraqueal en presencia de una fractura laríngea, porque este procedimiento puede desalojar segmentos de fractura. Si un paciente con sospecha de fractura de laringe tiene una vía aérea comprometida, una cricotirotomía quirúrgica puede salvarle la vida.

Lesiones de los vasos sanguíneos cervicales

Una arteria carótida y la vena yugular interna atraviesan la parte anterior del cuello a cada lado de la tráquea. Las arterias carótidas suministran sangre a la mayor parte del cerebro, y las venas yugulares internas drenan esta región. Las lesiones abiertas en uno de estos vasos desencadenan hemorragia profunda. Un peligro

adicional a las lesiones de la vena yugular interna es el embolismo aéreo. Si un paciente está sentado o tiene la cabeza elevada, la presión venosa puede caer por debajo de la presión atmosférica durante la inspiración, haciendo que el aire entre en el sistema venoso. Un émbolo aéreo grande puede ser fatal, ya que interfiere en la función cardíaca y la perfusión cerebral. Una preocupación adicional de traumatismo en la vasculatura del cuello es el desarrollo de un hematoma que llega a comprometer la vía aérea conforme se expande, e incide en y distorsiona la anatomía normal.

Una lesión directa en el cuello también puede ocasionar la ruptura y disección de la íntima de la carótida (la capa más interna de la arteria carótida) lejos de las capas exteriores. Esta lesión conduce a la oclusión de la arteria carótida y a un cuadro tipo evento vascular cerebral. Los colgajos de la íntima de la arteria carótida o disecciones con frecuencia se presentan cuando en una colisión vehicular un ocupante sujeto golpea contra la cinta que cruza el cuello sobre el hombro.

Lesiones cerebrales

Conmoción cerebral

Se tiene un diagnóstico de "conmoción cerebral" cuando un paciente lesionado muestra alguna alteración transitoria de la función neurológica con un posterior retorno a la normalidad. Aunque la mayoría de la gente asocia la pérdida de la conciencia con el diagnóstico de conmoción cerebral, no se necesita pérdida de conciencia para emitir este diagnóstico; más bien, el parámetro de la conmoción cerebral es la amnesia postraumática. Otros cambios neurológicos en el paciente incluyen:

- Mirada vacía (expresión facial de confusión)
- Respuestas verbales y motoras retrasadas (lentitud para responder las preguntas o para seguir instrucciones)

- Confusión e incapacidad para centrar la atención (se distrae con facilidad y es incapaz de seguir adelante con las actividades normales)
- Desorientación (camina en la dirección equivocada; no tiene conciencia de la hora, fecha y lugar)
- Habla arrastrada o incoherente (oraciones inconexas o incomprensibles)
- Falta de coordinación (se tambalea, muestra incapacidad para caminar en tándem/línea recta)
- Emociones inapropiadas a las circunstancias (angustia, llanto sin motivo aparente)
- Déficit de memoria (el paciente pregunta una y otra vez sobre la misma interrogante que ya ha sido contestada)
- Incapacidad para memorizar y recordar (p. ej., tres de tres palabras o tres de tres objetos en cinco minutos)⁴⁰

Una conmoción cerebral con frecuencia se acompaña de dolor de cabeza intenso, mareo, náusea y vómito. Los pacientes que presentan los síntomas característicos, especialmente aquellos que manifiestan náusea, vómito o hallazgos neurológicos en la evaluación secundaria, deben ser trasladados de inmediato para una evaluación adicional. El diagnóstico formal de una conmoción cerebral se realiza en el hospital una vez que se evalúa al paciente y el resultado de una tomografía de cabeza no muestra patología intracraneal observable.

Aun cuando la mayoría de estos hallazgos dura de varias horas a un par de días, algunos pacientes experimentan un síndrome posterior con dolores de cabeza, mareo y dificultad para concentrarse durante semanas, e incluso meses, después de una conmoción cerebral grave. En los últimos años han cobrado más atención los efectos de repetidas conmociones cerebrales, especialmente en relación con las lesiones deportivas. Aunque a menudo se piensa que la conmoción cerebral es una lesión relativamente benigna, se ha reconocido que los repetidos golpes en la cabeza que resultan en este padecimiento causan daño permanente que se manifiesta a través del tiempo. Este daño ocasiona dificultades a largo plazo en la concentración y la capacidad para pensar con claridad, síntomas como dolor de cabeza y mareos, trastornos del estado de ánimo como depresión, ansiedad e irritabilidad, y trastornos del sueño.

También es importante determinar si el paciente ha presentado conmoción cerebral reciente y, de ser así, si los síntomas del episodio se resolvieron en su totalidad. Quienes han tenido conmoción cerebral y luego resienten otra antes de que se resuelvan por completo los síntomas de la primera, corren el riesgo de deterioro repentino en el estado neurológico. Este fenómeno, denominado **síndrome de impacto secundario**,⁴¹ se ha convertido en una preocupación especial en los eventos deportivos donde los atletas tienen una conmoción cerebral y están ansiosos por volver al juego, a menudo antes de haberse recuperado plenamente de los efectos del traumatismo inicial. En estos casos, el cerebro se ve comprometido a causa del primer impacto, y cuando se produce el segundo trauma pierde su capacidad de autorregulación y desarrolla un edema repentino y masivo que conduce a una hernia y la muerte. Este proceso puede ocurrir en tan sólo 5 minutos. Existe controversia en cuanto a si ésta es, de hecho, una entidad única y distinta o más bien una forma progresiva de edema cerebral.⁴² Independientemente de si el síndrome de impacto secundario es una enfermedad única, la base conceptual es importante. Los pacientes (en especial los atletas) que han tenido una conmoción

cerebral deben ser evaluados cuidadosamente para determinar la persistencia de los síntomas. Si la persona no se ha recuperado de la lesión inicial, debe evitar la repetición del traumatismo en la cabeza y el cerebro y, en el caso de los atletas, no se les debe permitir retornar al juego.

Hematoma intracraneal

Los hematomas intracraneales se dividen en tres tipos generales: epidural, subdural e intracerebral. Debido a que los signos y síntomas de cada uno muestran un solapamiento significativo, es casi imposible efectuar un diagnóstico específico en el contexto prehospitalario (así como en el SU), aunque el proveedor de atención hospitalaria puede sospechar un tipo particular de hematoma con base en la presentación clínica característica. Aun así, un diagnóstico definitivo sólo se puede emitir después de que se practica una tomografía computarizada en las instalaciones de recepción. Debido a que estos hematomas ocupan espacio dentro del cráneo rígido, pueden desencadenar aumentos rápidos de la PIC, sobre todo si son de tamaño considerable.

Hematoma epidural

Los hematomas epidurales se presentan en 1 a 2% de los pacientes con LCT que requieren hospitalización y en 10% de aquellos que acuden con coma traumático. Estos hematomas a menudo son consecuencia de un golpe en el hueso temporal a una velocidad relativamente baja, como el impacto de un puñetazo o una pelota de béisbol. Una fractura de este delgado hueso daña la arteria meníngea media, generando sangrado arterial que se acumula entre el cráneo y la duramadre (Figura 10-17). Esta sangre arterial de alta presión puede empezar a diseccionar o desprender la dura fuera de la capa interna del cráneo, creando un espacio epidural lleno de sangre. Dicho hematoma epidural tiene una forma de lente característica, tal como se ve en la tomografía, producido por la duramadre que lo sostiene en la capa interna del cráneo. La principal amenaza para el cerebro es la masa en expansión de sangre que lo desplaza, y el riesgo de hernia. Por ello, los pacientes con hematoma epidural son evacuados con rapidez y a menudo se logran excelentes recuperaciones.

La historia clásica de un hematoma epidural es un paciente con una breve pérdida de conciencia, luego la recupera y después experimenta una rápida disminución de la misma. Durante el periodo de conciencia, el intervalo de lucidez, el paciente puede estar orientado, letárgico o confundido, o quejarse de dolor de cabeza. En realidad, sólo alrededor de un tercio de las personas con hematomas epidurales experimenta este "intervalo de lucidez", aunque también se puede presentar en otros tipos de hemorragias intracraneales, por lo que no es específico de un hematoma epidural. Sin embargo, un paciente con un "intervalo de lucidez" seguido de un descenso en la ECG, está en riesgo de presentar un proceso intracraneal progresivo y necesita evaluación de emergencia.

Conforme empeora el NDC del paciente, la exploración física puede revelar una pupila dilatada y lenta o sin reacción, que es más común en el mismo lado de la hernia (lado ipsilateral). Debido a que los nervios motores cruzan al otro lado por encima de la médula espinal, normalmente se produce una hemiparesia o hemiplejía en el área opuesta (lado contralateral) al impacto. La tasa de mortalidad de un hematoma epidural es de aproximadamente 20%; sin

embargo, con la identificación y evacuación rápidas esta tasa puede bajar hasta 2%. Esta mejora en la tasa de resultados se atribuye a que un hematoma epidural por lo general suele consistir en una lesión "pura" que ocupa espacio con poco daño al cerebro debajo. Si se identifica y retira rápidamente el hematoma, se corrige el efecto patológico y el paciente logra una excelente recuperación. La eliminación rápida no sólo reduce la mortalidad, sino también una posterior morbilidad neurológica significativa. Los hematomas epidurales ocurren a menudo en los jóvenes, que están comenzando su carrera, lo que hace importante el valor social así como humano de su rápida identificación y eliminación.

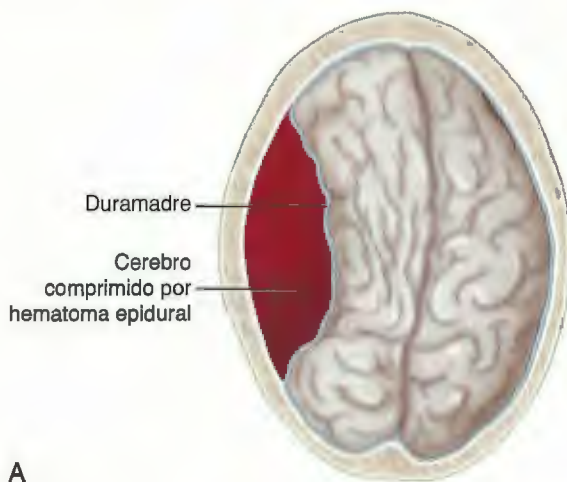
Hematoma subdural

Los hematomas subdurales representan alrededor de 30% de las lesiones cerebrales graves, con una proporción de hombre a mujer

de 3:1.⁴³ En los adultos jóvenes, 56% de los hematomas subdurales se debe a accidentes de vehículos de motor y 12% a caídas, mientras que en las personas de edad avanzada, 22% es atribuido a accidentes de vehículos de motor y 56% a caídas.⁴⁴

Además de ser más común que los hematomas epidurales, también difieren en causa, ubicación y pronóstico. A diferencia de los primeros, que son ocasionados por una hemorragia arterial, un hematoma subdural produce hemorragia venosa. En este caso, las venas puente se desgarran durante un golpe violento en la cabeza. La sangre se acumula en el espacio subdural, entre la duramadre y la membrana aracnoide subyacente (Figura 10-18).

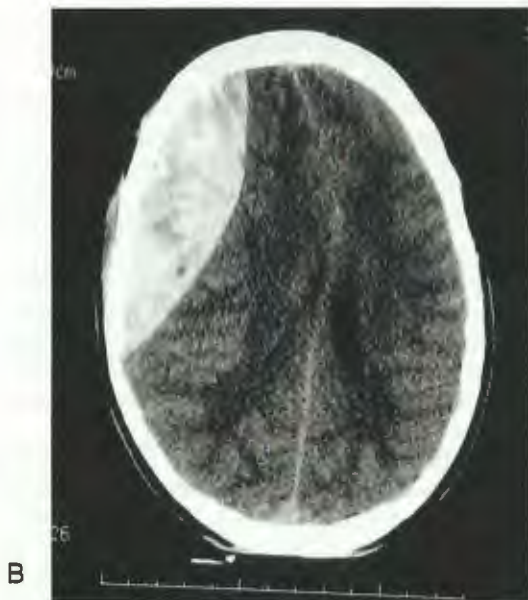
Los hematomas subdurales se presentan en dos formas. En algunos pacientes que acaban de experimentar un traumatismo significativo, la interrupción de las venas puente causa la acumulación relativamente rápida de la sangre en el espacio subdural, con inmediato inicio de efecto de masa. Además, esta morbilidad está asociada con una lesión directa al propio parénquima cerebral debajo



A



A



B



B

Figura 10-17 A. Hematoma epidural. B. Tomografía computarizada de hematoma epidural.

Fuente: B. Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.

Figura 10-18 A. Hematoma subdural. B. Tomografía computarizada de hematoma subdural.

Fuente: B. Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.

del hematoma subdural, que se produce como parte del evento traumático que conduce a la interrupción venosa. Como resultado, a diferencia de los hematomas epidurales, el efecto de masa de los hematomas subdurales a menudo se debe a la sangre acumulada y a la inflamación del cerebro lesionado debajo. Los pacientes que presentan efecto de masa agudo tendrán un estado mental deprimido y severo y necesitarán identificación rápida de la emergencia en campo con el transporte urgente a un centro de recepción apropiado para someterse a una tomografía computarizada, vigilancia y manejo de la PIC, y posiblemente a cirugía.

Sin embargo, en algunos pacientes pueden producirse hematomas subdurales clínicamente ocultos. En aquellos de edad avanzada o debilitados, como los que tienen enfermedad crónica, el espacio subdural se agranda en forma secundaria a la atrofia cerebral. En dichos pacientes la sangre puede acumularse en este espacio sin ejercer efecto de masa y, por tanto, puede estar clínicamente oculto. Tales hematomas subdurales ocurren durante las caídas en personas de edad avanzada o durante un traumatismo aparentemente menor. En particular, corren riesgo los pacientes mayores que reciben anticoagulantes como warfarina, porque debido a que estas caídas son menores, a menudo no se presentan a evaluación y no se identifican las hemorragias. Muchas personas en quienes con el tiempo se detecta hematoma subdural crónico ni siquiera recuerdan el evento traumático que causó el sangrado, ya que parecía insignificante.

En algunos pacientes en quienes finalmente se identifica un hematoma subdural oculto, la sangre subdural se licúa, pero se retiene dentro del espacio subdural. Con el tiempo, a través de un mecanismo que incluye repetidas pequeñas hemorragias en el hematoma líquido, el hematoma subdural ahora crónico se expande y poco a poco empieza a ejercer efecto de masa en el cerebro. Debido a que el inicio del efecto de masa es gradual, el paciente no tiene la presentación dramática asociada con un hematoma subdural agudo; más bien, es muy probable que muestre dolor de cabeza, alteraciones visuales, cambios de personalidad, dificultad para hablar (**disartria**) y hemiparesia o hemiplejía de naturaleza lentamente progresiva. Sólo cuando algunos de estos síntomas se vuelven lo bastante pronunciados para que el paciente o cuidador busquen ayuda, se descubre el hematoma subdural crónico. En la tomografía, éste muestra una apariencia distinta en comparación con el hematoma subdural agudo más emergente. A menudo, la precipitación en el traslado para la evaluación y atención se debe a la más reciente de las pequeñas hemorragias subdurales repetitivas que crean hematomas subdurales crónicos, y se puede encontrar una pequeña cantidad de sangre aguda en una colección grande de sangre crónica. La necesidad y la urgencia de la cirugía son determinadas por los síntomas del paciente, la cantidad del efecto de masa, y su estado de salud en general.

El personal de atención prehospitalaria con frecuencia se encuentra con estos pacientes cuando llegan a las instalaciones que atienden a poblaciones con enfermedades crónicas. Debido a que los síntomas no son específicos, rara vez es posible el diagnóstico de un hematoma subdural crónico en campo, y los síntomas pueden confundirse con los de un evento vascular cerebral, infección, demencia o incluso una declinación generalizada en la condición del paciente.

Aun cuando muchos hematomas subdurales en estas personas son crónicos, quienes toman warfarina después de un traumatismo aparentemente insignificante pueden tener un hematoma subdural que se expande durante varias horas y que progresa hasta una hernia

debido a la incapacidad de coagulación del individuo. Estos pacientes pueden tener una presentación benigna y luego deteriorarse durante varias horas después del trauma. Los ancianos, en particular aquellos que reciben warfarina, y que aparentemente han tenido caídas menores, deben ser administrados con mayor sentido de urgencia y atención.

Contusiones cerebrales

El daño al cerebro en sí puede producir contusiones cerebrales y, si incluye afectación a los vasos sanguíneos dentro del cerebro, desencadena sangrado real en la sustancia cerebral o hematomas intracerebrales. Las contusiones son relativamente comunes, y ocurren en 20 a 30% de las lesiones cerebrales graves, así como en un porcentaje significativo de lesiones moderadas en la cabeza. Aunque por lo general el resultado es un traumatismo cerrado, estas lesiones también ocurren por traumatismo penetrante, como una herida de bala en el cerebro. En un traumatismo cerrado, las contusiones cerebrales pueden ser múltiples, y son resultado de un complejo patrón de transmisión y reflexión de las fuerzas dentro del cráneo. En consecuencia, a menudo ocurren en lugares alejados del sitio del impacto, por lo general en el lado opuesto del cerebro, la lesión de contragolpe.

Las contusiones cerebrales con frecuencia tardan de 12 a 24 horas en aparecer en la tomografía computarizada y, por tanto, un paciente con este tipo de contusión inicialmente puede generar una tomografía de cabeza normal. La única pista de su presencia puede ser un ECG deprimido, con muchos pacientes que presentan lesiones moderadas en la cabeza (ECG 9 a 13). A medida que la contusión evoluciona después de la lesión, no sólo se hace más evidente en la tomografía, sino que también puede causar aumento de efecto de masa y dolor de cabeza. Esto es de particular preocupación, porque en aproximadamente 10% de los pacientes las lesiones moderadas en la cabeza se deterioran a graves.⁴⁵

Hemorragia subaracnoidea

La **hemorragia subaracnoidea** (HSA) se produce debajo de la membrana aracnoides, que se encuentra bajo el espacio subdural que cubre el cerebro. La sangre en el espacio subaracnoideo no puede entrar en el espacio subdural. Muchos de los vasos sanguíneos del cerebro se encuentran en el espacio subaracnoideo, por lo que la lesión en estos conductos causa hemorragia subaracnoidea, una estratificación de la sangre debajo de la membrana aracnoides en la superficie del cerebro. Esta estratificación por lo común es fina y rara vez causa efecto de masa.

La hemorragia subaracnoidea se suele considerar asociada con la ruptura espontánea de aneurismas cerebrales que desencadenan la aparición repentina del peor dolor de cabeza de la vida del paciente. De hecho, la HSA postraumática es la causa más común de sangrado subaracnoideo. El paciente traumatizado con HSA por lo general se queja de dolor de cabeza, que suele ser de naturaleza intensa. La náusea y el vómito son comunes, al igual que el mareo. Además, la presencia de sangre en el espacio subaracnoideo genera signos meníngeos, como dolor y rigidez en el cuello, quejas visuales y fotofobia (aversión a la luz brillante). Estos pacientes también pueden presentar convulsiones.

Debido a que la hemorragia subaracnoidea rara vez causa un efecto de masa, no se requiere cirugía para la descompresión. De hecho, los pacientes con HSA y una ECG de 13 o mayor por lo

general parecen estar sumamente bien.⁴⁶ Sin embargo, éste puede ser un marcador de lesión cerebral potencialmente grave, y su presencia aumenta el riesgo de otras lesiones que ocupan espacio. Los pacientes con hemorragia subaracnoidea traumática (HSAT) tienen de 63 a 73% más riesgo de una contusión cerebral, y 44% desarrolla hematomas subdurales. Asimismo, tienen mayor riesgo de PIC elevada y hemorragia intraventricular. Aquellos con HSAT abundante (mayor de 1 cm de espesor de sangre, sangre en las cisternas supraselares o ambiens) tienen un valor predictivo positivo de 72 a 78% de un mal resultado, y en el Trauma Coma Data Bank, la presencia de HSAT duplica la incidencia de muerte en los pacientes con lesión cerebral.^{47, 48}

Lesión craneal penetrante

El traumatismo penetrante del cerebro es una de las lesiones neurológicas más devastadoras. El objeto penetrante causa daño directo en los tejidos de este órgano a medida que se introduce en él y, en algunos casos, a través del parénquima cerebral. La naturaleza de la lesión neurológica producida depende de la zona del daño cerebral. Las heridas de bala son particularmente destructivas debido a la energía asociada con el misil. Como se describe en el Capítulo 5 (Cinemática del trauma), no sólo el proyectil ocasiona una lesión directa a medida que atraviesa el tejido, sino que la onda de choque asociada daña el tejido a lo largo de la ruta de la cavitación. En particular, las heridas de bala que cruzan la línea media y pasan de un lado del cerebro al otro, implicando ambas áreas, están asociadas con un resultado deprimente. En raros casos, como cuando el proyectil sólo atraviesa los lóbulos frontales, el paciente puede sobrevivir, aunque con un deterioro significativo. El potencial para la supervivencia también es mejor si la bala cruza de adelante hacia atrás en un lado del cerebro. Sin embargo, una vez más, el paciente tendrá déficit neurológico persistente significativo.

Todas las lesiones cerebrales penetrantes ocasionan fractura abierta del cráneo. Si el paciente sobrevive, el potencial de infección posterior es alto. Además, estas lesiones también pueden dañar otros órganos importantes, como los ojos, oídos y rostro, alterando su función.

Manejo

El manejo eficaz de un paciente con LCT comienza con intervenciones ordenadas enfocadas en el tratamiento de los problemas identificados en la evaluación primaria que amenazan la vida. Una vez que se resuelvan estos problemas, el paciente debe ser preparado y trasladado rápidamente al centro más cercano capaz de atender la LCT.

Vía aérea

Los pacientes con NDC deprimidos pueden ser incapaces de proteger sus vías respiratorias, y la oxigenación adecuada del cerebro afectado es fundamental para prevenir lesiones secundarias. Como se señaló antes, las lesiones faciales suelen asociarse con una hemorragia y edema que comprometen la vía aérea. Los hematomas en el suelo de la boca o en el paladar blando pueden ocluir la vía aérea. Las habilidades manuales y simples de las vías respiratorias son las intervenciones iniciales apropiadas (véase el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación). Un edema o coágulos de

sangre obstruyen ambas vías aéreas oral y nasal, y tal vez sea necesaria una aspiración intermitente. En pacientes con fracturas faciales y de laringe, u otras lesiones en el cuello, por lo general se asume una posición que mantiene la vía aérea. Si el sujeto se vuelve hipóxico como resultado de la alteración de la vía aérea posicional, es posible que se muestre muy combativo durante los intentos de forzarlo a recostarse en posición supina o a usar un collarín cervical. En estas situaciones, la permeabilidad de la vía aérea tiene prioridad sobre la inmovilización de la columna, y los pacientes pueden ser transportados en una posición sentada o semisentada, según la tolerancia.

Se puede aplazar el uso del collarín cervical si se piensa que compromete la vía aérea, aunque sí se debe estabilizar manualmente la columna. Los pacientes conscientes con frecuencia ayudan al manejo de su propia vía aérea al aspirar por sí mismos cuando lo sientan necesario; el proveedor de atención prehospitalaria puede permitir que se mantengan así y utilizar el dispositivo de succión. El traumatismo facial, incluyendo las lesiones causadas por heridas de bala, no es una contraindicación para la intubación endotraqueal; sin embargo, muchos de estos pacientes tendrán que ser manejados utilizando ventilación transtraqueal percutánea o una cricotiroidotomía con aguja o quirúrgica.

Históricamente, el manejo definitivo de la vía aérea del paciente con LCT se ha centrado en la intubación endotraqueal. Sin embargo, muchos de los dispositivos alternativos, como las vías aéreas supra-glóticas, pueden servir para mantener una vía aérea permeable en el ámbito prehospitalario.

Un primer estudio reportó que las víctimas de LCT que fueron intubados parecían tener mejores resultados que aquellos que no lo fueron.⁴⁹ Sin embargo, estudios recientes han arrojado resultados mixtos en los afectados de LCT intubados en campo.⁵⁰⁻⁵⁵ Se espera una investigación posterior y explicación específica para estos datos contradictorios. Sin embargo, una intubación mal realizada parece ser más perjudicial que no intubar en absoluto. Varios estudios han demostrado que los pacientes intubados en campo pueden presentar episodios desconocidos de hipoxia o hipotensión, lo que conduce a peores resultados.⁵⁶ Además, muchos son sometidos a hiperventilación involuntaria, lo que complica aún más su curso. Los factores que deciden sobre la conveniencia o no de intubar pueden ser la habilidad del proveedor de atención prehospitalaria y la duración del traslado. En el medio urbano, los tiempos de tránsito cortos permiten la atención de los pacientes con técnicas alternativas y el envío con cierta premura al servicio de urgencias, donde la vía aérea se puede manejar en un ambiente más controlado. Los pacientes intubados en campo pueden empeorar a causa de tiempos prolongados en campo y la intubación practicada por un proveedor de atención prehospitalaria con menos experiencia. Del mismo modo, la intubación en un sistema en el que los proveedores de atención prehospitalaria sólo realizan unas cuantas intubaciones al año puede ser más perjudicial que otros medios de soporte de la vía aérea durante el traslado. Por el contrario, en los sistemas con tiempos de traslado más largos, la intubación puede beneficiar más que no intubar en absoluto, incluso cuando la realiza un proveedor de atención prehospitalaria con menos experiencia. Estudios futuros deben ayudar a determinar la mejor práctica en el entorno prehospitalario.

Con estos calificativos en mente, los pacientes con LCT grave (ECG menor a 9) deben ser considerados para el manejo activo de la vía aérea. Como es posible que sea sumamente difícil debido a la combatividad del individuo, músculos de la mandíbula apretados

prismo), vómito y la necesidad de mantener en línea la estabilización de la columna cervical, la intubación, de ser el método de manejo de vía aérea seleccionado, debe ser realizada por el proveedor de atención prehospitalaria más calificado disponible de manera oportuna. Es fundamental que se vigile el SpO_2 del individuo durante el proceso de manejo de las vías aéreas y evitar la hipoxia (SpO_2 menor a 90%). El uso de agentes bloqueadores neuromusculares, como parte del protocolo de una intubación de frecuencia rápida (ISR) puede facilitar el éxito.⁶⁷ La intubación nasotraqueal ciega puede servir como una técnica alternativa, pero la presencia de traumatismo en el tercio medio del rostro se considera una contraindicación relativa para este procedimiento. A menudo se ha expresado la preocupación sobre la posibilidad de penetración craneal y cerebral inadvertida con el tubo nasotraqueal en pacientes que han presentado traumatismo craneal. Una revisión de la literatura médica revela que esta complicación sólo se ha reportado dos veces en pacientes con traumatismo en la cabeza.^{68,69}

No hay una técnica de manejo de la vía aérea ideal que sea preferible a cualquier otra. Más bien, se deben utilizar habilidades manuales y simples de las vías aéreas como las intervenciones iniciales y la progresión a que se realicen intervenciones de las vías respiratorias complejas si, y sólo si, no se puede mantener la vía aérea a través de medios menos invasivos. En muchos casos, la ventilación con bolsa-máscara con una vía aérea nasal o bucal es suficiente para oxigenar y ventilar al paciente. Se deben evitar intentos prolongados de intervenciones complejas de las vías aéreas, en especial si el tiempo de traslado es corto.

El equipo de succión siempre debe estar disponible con prontitud. Las intervenciones de manejo de la vía aérea a menudo precipitan episodios de vómito. Además, la LCT misma lo ocasiona con frecuencia.

Respiración

Todos los pacientes con sospecha de LCT deben recibir oxígeno suplementario. Como se mencionó antes en este capítulo, se recomienda en gran medida el uso de la oximetría de pulso debido a que la hipoxia puede empeorar el resultado neurológico y en muchas ocasiones es difícil de detectar clínicamente. La concentración de oxígeno se ajusta cuando se utiliza la oximetría de pulso; la SpO_2 debe ser de por lo menos 90%, con 95% o más como óptima. Si no se tiene oximetría de pulso, se debe proporcionar oxígeno a través de una mascarilla que evite la reinspiración para un paciente que respira de forma espontánea. En el caso de las personas intubadas, se debe mantener una concentración de oxígeno de 100% (fracción inspiratoria de oxígeno [FiO_2] de 1.0) con un dispositivo de bolsa-mascarilla. Si la hipoxia persiste a pesar de la terapia de oxígeno, el proveedor de atención prehospitalaria debe intentar identificar y tratar todas las causas probables, incluyendo aspiración y neumotórax de tensión. Para mejorar la oxigenación, y de estar disponible, se puede considerar el uso de válvulas de presión positiva al final de la espiración (PEEP, por sus siglas en inglés); sin embargo, los niveles de PEEP superiores a 15 centímetros de agua (cm H_2O) pueden incrementar la PIC.^{60,61}

Debido a que la hipocapnia e hipercapnia suelen agravar una LCT, es importante controlar la frecuencia ventilatoria.⁶² En el hospital se cuenta con gases sanguíneos arteriales (GSA) y la $PaCO_2$ se mide directamente y se mantiene en el rango de 35 a 40 mm Hg. El dióxido de carbono al final de la espiración (ETCO₂, por sus siglas en

inglés) también se utiliza para estimar la $PaCO_2$ en suero en pacientes hemodinámicamente estables. Debido a que los valores medidos para ETCO₂ y $PaCO_2$ varían mucho de una persona a otra, cada paciente en el hospital debe tener una "compensación" única entre la $PaCO_2$ y el ETCO₂ determinada por la comparación del valor del ETCO₂ con un GSA para obtener una precisión aceptable del uso del ETCO₂. Se obtienen nuevos GSA cada vez que cambia el estado del paciente.

En el entorno prehospitalario, por lo común no están disponibles GSA y $PaCO_2$ para determinar la "compensación" con ETCO₂. Además, otros factores del paciente, como los cambios en la perfusión pulmonar, gasto cardíaco y temperatura causan alteraciones en el ETCO₂ que no se distinguen de aquellos en el ETCO₂ que resultan de los cambios reales en la $PaCO_2$. Debido a que los cambios fisiológicos ocurren rápidamente en la fase prehospitalaria conforme se reanima, calienta y ventila a los pacientes, rara vez están lo bastante estables como para permitir el uso de ETCO₂ sin precisión alguna. Aun cuando éste constituye una excelente herramienta para el monitoreo de ventilación, no es lo suficientemente preciso para guiar la terapia de hiperventilación de manera significativa en el ámbito prehospitalario.⁶³⁻⁷³

Es más sencillo contar las respiraciones por minuto para juzgar el grado de ventilación. Se deben utilizar frecuencias ventilatorias normales cuando se proporciona asistencia con ventilación a pacientes con LCT: 10 respiraciones/minuto para adultos, 20 respiraciones/minuto para niños y 25 respiraciones/minuto para lactantes. Las frecuencias ventilatorias excesivamente rápidas producen vasoconstricción cerebral, que a su vez conduce a una disminución en el suministro de oxígeno cerebral. Se ha demostrado que la hiperventilación profiláctica de rutina empeora el resultado neurológico y no se debe utilizar. En un análisis de subgrupos de pacientes incluidos en el estudio de ISR para paramédicos de San Diego, se mostró que la hiperventilación y la hipoxia grave en el ámbito prehospitalario se asociaron con aumento de la mortalidad. En el caso de los adultos, la ventilación con un volumen tidal de 350 a 500 mL a una frecuencia de 10 respiraciones/minuto debe ser suficiente para mantener la oxigenación adecuada sin inducir hipocarbía.⁷⁴

Se puede considerar la hiperventilación de un paciente de manera controlada en la circunstancia específica de signos de herniación. Estos signos incluyen pupilas asimétricas, pupilas dilatadas y no reactivas, postura extensora o ausencia de respuesta en la exploración motora, o el deterioro neurológico progresivo, definido como una disminución en la ECG de más de 2 puntos en un paciente cuya ECG inicial fue de 8 o menos. En dichos casos, la hiperventilación leve controlada en campo se puede realizar durante la fase de atención prehospitalaria. La hiperventilación leve se define como un ETCO₂ de 30 a 35 mm Hg, determinada por la capnografía o por un cuidadoso control de la frecuencia respiratoria (20 respiraciones/minuto para los adultos, 25 respiraciones/minuto para los niños, y 30 respiraciones/minuto para los lactantes menores de 1 año).⁷⁴

Circulación

La pérdida de sangre y la hipotensión son causas importantes de lesión cerebral secundaria, por lo que se deben realizar esfuerzos para prevenir o tratar estas condiciones. Es fundamental controlar la hemorragia aplicando presión directa o apósitos de presión a cualquier derrame externo. Las heridas complejas del cuero cabelludo producen importantes pérdidas de sangre externa. Varias gasas sujetas con un rollo de venda elástica crean un vendaje de presión

eficaz para controlar el sangrado. Si este enfoque no logra controlarlo, con frecuencia se puede recurrir a la aplicación de presión directa a lo largo de los bordes de la herida, comprimiendo de ese modo la vasculatura del cuero cabelludo entre la piel y los tejidos blandos y la galea. El sangrado dramático a menudo se controla con esta maniobra. No se debe aplicar un vendaje de presión a una fractura de cráneo deprimida o abierta a menos que haya presencia de hemorragia significativa, ya que puede agravar la lesión cerebral y conducir a un aumento de la PIC. Una presión directa suave también limita el tamaño de los hematomas extracraneales (cuero cabelludo). El manejo suave y la inmovilización de una tabla larga o camilla en alineación anatómica minimizan la pérdida de sangre intersticial alrededor de las fracturas.

La hemorragia de las arterias carótidas y las venas yugulares internas puede ser masiva. En la mayoría de las circunstancias, la presión directa controlará dicha hemorragia externa. Las lesiones de estos vasos por traumatismo penetrante pueden estar asociadas con una hemorragia interna, que se presenta como un hematoma en expansión. Estos hematomas incluyen la vía aérea y tal vez sea necesaria la intubación endotraqueal. Sin embargo, los intentos por intubar a un paciente consciente con un hematoma en cuello expandiéndose, mas no un sangrado externo, puede estimular una tos que sea suficiente para romper un coágulo que pudiera haberse formado en una herida de cuchillo o de bala, lo que desencadena hemorragia externa masiva.

Como la hipotensión empeora aún más la isquemia cerebral, se deben emplear las medidas habituales para combatir el shock. En el paciente con LCT, la combinación de hipoxia e hipotensión se asocia con una tasa de mortalidad de aproximadamente 75%. Si se sospecha de hemorragia interna importante y shock, el traslado inmediato a un centro de traumatismo tiene prioridad sobre las lesiones cerebrales.

El shock hipovolémico y neurogénico son tratados agresivamente mediante reanimación con soluciones cristaloides isotónicas; sin embargo, no se debe demorar el traslado para establecer el acceso intravenoso (IV). Para preservar la perfusión cerebral es necesario administrar el fluido adecuado a efecto de mantener una presión arterial sistólica de por lo menos 90 a 100 mm Hg. En el caso de los pacientes adultos con LCT que muestran signos vitales normales y sin sospecha de otras lesiones, se debe administrar el líquido IV a una frecuencia de no más de 125 mL/hora, y ajustar si se desarrollan signos de shock.⁷⁴

Un estudio con distribución aleatoria de pacientes con LCT grave mostró que aquellos que recibieron reanimación prehospitalaria con solución salina hipertónica tuvieron un funcionamiento neurológico casi idéntico 6 meses después de la lesión en comparación con los tratados con cristaloides.⁷⁶ Debido a su mayor costo y a la falta de beneficio en comparación con la solución salina normal o solución de Ringer lactato, la solución salina hipertónica no se recomienda para el reemplazo de volumen prehospitalario de rutina.

Discapacidad

La medición de la ECG se debe integrar en la evaluación primaria de todos los pacientes de traumatismo después de atender la circulación. Su uso contribuye a evaluar el estado del paciente y puede afectar las decisiones de traslado y de triage, dependiendo del sistema en el que trabaje el proveedor de atención prehospitalaria.

El manejo prehospitalario de los pacientes con LCT consiste principalmente en medidas encaminadas a revertir y prevenir los factores que causan la lesión cerebral secundaria. Las convulsiones prolongadas o múltiples crisis de gran mal se pueden tratar con la administración intravenosa de una benzodicepina, como diazepam, lorazepam o midazolam. Estos medicamentos deben ajustarse con cautela porque puede producirse hipotensión y depresión respiratoria.

Debido a la significativa incidencia de fracturas de la columna cervical, los pacientes con sospecha de LCT como resultado de un traumatismo cerrado deben ser colocados bajo inmovilización de la columna cerebral. Debe haber cierta precaución al aplicar un collarín cervical a un paciente con LCT. Algunas evidencias sugieren que un collarín muy ajustado impide el drenaje venoso de la cabeza, lo que aumenta la PIC. *La aplicación de un collarín cervical no es obligatorio, siempre y cuando la cabeza y el cuello estén lo bastante inmovilizados.* Las víctimas de heridas penetrantes en la cabeza por lo general no requieren inmovilización de la columna a menos que los hallazgos clínicos demuestren con claridad un daño neurológico de la médula espinal.

Transportación

Para lograr el mejor resultado posible, los pacientes con LCT moderada y grave deben ser trasladados directamente a un centro de traumatismo que pueda realizar una tomografía computarizada y vigilancia de PIC, así como proporcionar consulta e intervención neuroquirúrgicas inmediatas. Si dicha instalación no está disponible, es recomendable considerar el traslado aeromédico de la escena a un centro de traumatismo apropiado.⁸⁹

Es necesario reevaluar y documentar la frecuencia del pulso del paciente, tensión arterial, SpO₂ y ECG cada 5 a 10 minutos durante el traslado. Las válvulas de PEEP se pueden usar con precaución si existe hipoxia persistente, ya que, como se ha señalado, los niveles de PEEP superior a 15 cm H₂O aumentan la PIC. Durante el traslado se debe preservar el calor del cuerpo del paciente.

Existe controversia con respecto a la posición óptima para un individuo con LCT. En general, debe ser transportado en una posición supina debido a la presencia de otras lesiones.⁷⁶ A pesar de la elevación de la cabeza en la camilla, o tabla larga en la ambulancia (posición de Trendelenburg inversa), puede disminuir la PIC. La presión de perfusión cerebral también puede peligrar, especialmente si la cabeza se levanta más de 30 grados.

La instalación receptora deberá ser notificada tan pronto como sea posible para que se prevean los preparativos adecuados antes de la llegada del paciente. El reporte de radio debe incluir información sobre el mecanismo de la lesión, la puntuación ECG inicial y cualquier cambio en el camino, signos focales (p. ej., la asimetría del examen motor, pupilas dilatadas unilateral o bilateral) y signos vitales, otras lesiones graves, y la respuesta al manejo.⁸⁹

Transportación prolongada

Al igual que con todos los pacientes con sospecha de LCT, los esfuerzos se centran en la prevención de la lesión cerebral secundaria. Un tiempo de transporte prolongado suele reducir el umbral para proceder al manejo de las vías aéreas. Se puede utilizar ISI en esta configuración, en especial si se considera el transporte

aeromédico, porque un paciente combativo en los confines de un helicóptero es una amenaza para la tripulación, el piloto y para sí mismo. Se deben realizar esfuerzos por controlar las vías aéreas mientras se aplica estabilización de la columna cervical, así como administrar oxígeno para mantener un nivel adecuado de SpO_2 . Debido al riesgo de desarrollar úlceras por la presión de yacer en una tabla rígida, el paciente puede ser colocado en una camilla acolchada larga, en especial si el tiempo de traslado previsto es largo. También es preciso conectarlo a la oximetría de pulso continua, y tomarle los signos vitales de serie, incluyendo ventilaciones, pulso, tensión arterial y puntuación de ECG. Las pupilas se deben revisar periódicamente para observar la respuesta a la luz y la simetría.

Cuando hay demora en el traslado o éste es prolongado si se dirige a un centro apropiado, es necesario tomar en consideración opciones de manejo adicionales. En el caso de los pacientes con una puntuación ECG anormal, se debe comprobar el nivel de glucosa en la sangre. Si el paciente es hipoglucémico, se administra una solución de dextrosa al 50% por vía intravenosa hasta que el azúcar en la sangre se restablezca a un nivel normal. Las benzodiazepinas pueden ser ajustadas por vía intravenosa si se producen convulsiones recurrentes o prolongadas.

Es importante controlar la hemorragia externa y administrar líquidos cristaloides si hay evidencia de signos de shock. Los líquidos deben ser valorados para mantener la tensión arterial sistólica en niveles superiores a 90 mm Hg en el paciente con sospecha de LCT. También es preciso manejar las lesiones asociadas mientras se realiza el traslado a la instalación receptora. Las fracturas deben entablillarse apropiadamente para controlar la hemorragia interna y el dolor.

El manejo adecuado del aumento de la PIC en el ámbito prehospitalario es extremadamente difícil debido a que ésta no se controla en campo a menos que el paciente esté siendo transferido entre instalaciones y se haya colocado un monitor de PIC o ventriculostomía en el centro de referencia. Aunque una puntuación ECG en disminución puede representar el aumento de la PIC, también puede ser el resultado de un empeoramiento de la perfusión cerebral por shock hipovolémico. Las señales de advertencia de un posible aumento de PIC y hernia incluyen las siguientes:

- Disminución de la puntuación ECG de dos dígitos o más
- Desarrollo de una pupila lenta o no reactiva
- Desarrollo de hemiplejía o hemiparesia
- Fenómeno de Cushing

La decisión de intervenir y manejar el aumento de PIC se basa en el protocolo escrito o en consulta con el control médico de la instalación receptora. Las opciones de manejo contemporizador incluyen sedación, parálisis química, osmotherapia (uso de agentes osmóticamente activos, como manitol, que ayudan en el tratamiento de la hipertensión intracraneal) e hiperventilación controlada. Es recomendable ajustar con precaución pequeñas dosis de sedantes de benzodiazepina debido a los efectos secundarios potenciales de la hipotensión y la depresión ventilatoria. Se puede considerar el uso de un agente bloqueador neuromuscular de acción prolongada, como vecuronio, si el paciente está intubado. Si se considera que el collarín cervical está demasiado ajustado, es pertinente aflojar ligeramente o eliminarlo, siempre que la cabeza y el cuello se inmovilicen en forma adecuada con otras medidas.

Se puede administrar osmotherapia con manitol (0.25 a 1.0 g/kg) por vía intravenosa. Sin embargo, la diuresis agresiva puede producir hipovolemia, lo que empeora la perfusión cerebral. Es mejor evitar el manitol en pacientes en los que no se logra una reanimación sistémica; es decir, aquellos con tensión arterial sistólica menor de 90 mm Hg. Si se utiliza un agente osmótico, el paciente se debe mantener en un estado normovolémico. Además, es necesario colocar un catéter Foley si el traslado es muy largo.

Se recomienda considerar un aumento de la frecuencia de ventilación (controlada, hiperventilación terapéutica leve) destinada a mantener el $ETCO_2$ en 30 a 35 mm Hg en caso de signos evidentes de hernia. Se deben utilizar las siguientes frecuencias de ventilación: 20 respiraciones/minuto para los adultos, 25 respiraciones/minuto para los niños, y 30 respiraciones/minuto para los lactantes. *La hiperventilación profiláctica no tiene un rol en la LCT, y la hiperventilación terapéutica, si se instituye, debe interrumpirse en caso de resolución de los signos de hipertensión intracraneal.* No se ha demostrado que los esteroides mejoren el pronóstico de los pacientes con LCT y no es conveniente su administración.

El enfoque principal para el paciente con LCT durante el traslado prolongado o en ambientes austeros es mantener lo mejor posible la oxigenación cerebral y la perfusión, y hacer lo posible por controlar el edema cerebral.

Muerte cerebral y donación de órganos

El diagnóstico de muerte cerebral se produce cuando no hay evidencia clínica de la función neurológica en un paciente con calor corporal cuyo estado mental no se ve afectada por los sedantes o medicamentos paralizantes, y que además está completamente reanimado con una presión arterial sistólica superior a 90 mm Hg y SpO_2 mayor de 90%, junto con un nivel normal de glucosa en sangre.

La evaluación de la evidencia clínica de la función neurológica consiste en asegurarse de que no hay pruebas de función cortical, seguida por una evaluación de la función del mesencéfalo y el tronco del encéfalo hasta el centro respiratorio en la médula oblongada inferior. Esta evaluación se realiza en el hospital, y consiste en establecer la ausencia de respuesta al dolor profundo, seguido por la evaluación del mesencéfalo y el tronco del encéfalo en caso de pupilas no reactivas, así como ausencia de reflejo corneal y de respuesta a la estimulación calórica fría. Además, se determina la ausencia de un reflejo de mordaza y de un reflejo de tos y, por último, de cualquier esfuerzo para respirar, con $PaCO_2$ mayor a 60 mm Hg y PO_2 adecuados. En ausencia de cualquier actividad en estas pruebas, el paciente es declarado clínicamente con "muerte cerebral".

Muchos protocolos clínicos y algunas leyes estatales también requieren que la muerte cerebral se confirme mediante una prueba complementaria, como estudios del flujo sanguíneo cerebral con radionucleótidos o electroencefalografía.

La definición fisiológica de la muerte cerebral recién descrita es la que por lo regular se utiliza en Estados Unidos. Existen aun cuestiones filosóficas, éticas y legales sobre cuánto tiempo debe estar muerto el cerebro antes de que se pierda "la personalidad" y, por tanto, la definición de muerte cerebral varía en todo el mundo.

Además, varios hospitales y sistemas tienen diferentes métodos para declararla. En Estados Unidos, los estados establecen los estatutos legales que definen quién puede declarar la muerte y la muerte cerebral y cómo se debe declarar. Los interesados deben investigar en el sistema de su localidad.

La víctima de la LCT que progresa hasta la muerte cerebral es una fuente importante de órganos para trasplante. La LCT es la causa de muerte cerebral en más de 40% de los individuos de quienes se obtuvieron los órganos, la mayoría procedentes de

sujetos de entre 18 y 49 años de edad. A pesar de la presencia de una lesión cerebral grave, el corazón, pulmones, hígado, riñones, páncreas y córneas de un individuo pueden beneficiar a otros que tienen enfermedades crónicas. La confianza y el apoyo del público en la obtención de estos órganos es fundamental para garantizar su disponibilidad para quienes los necesitan desesperadamente. Para ganar esta confianza, la familia de las víctimas de LCT primero necesita estar segura de que la reanimación de la lesión cerebral ha sido la principal prioridad del equipo de tratamiento, y en segundo

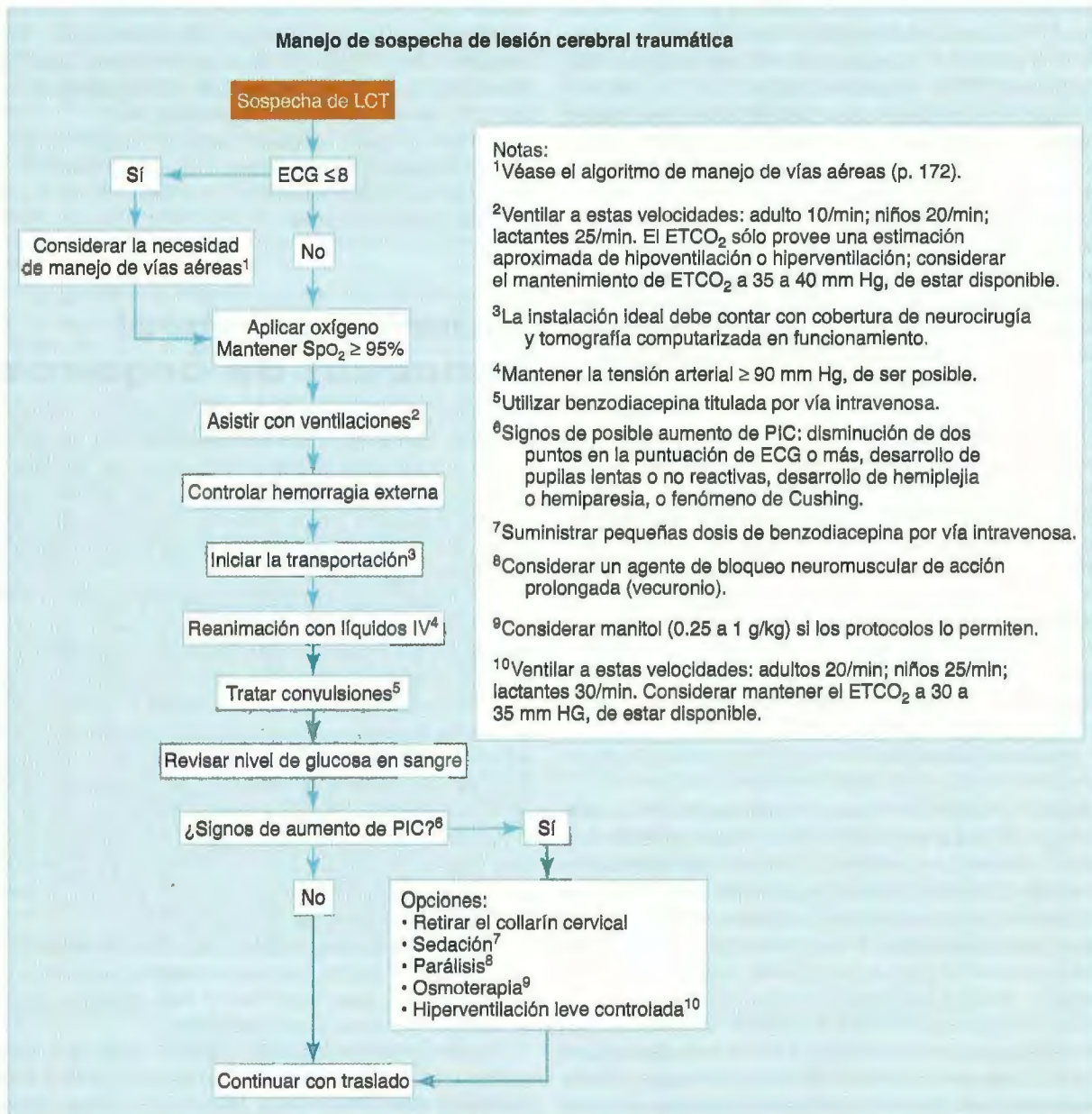


Figura 10-19 Manejo de sospecha de LCT.

gar, si la reanimación falló, tiene que entender los problemas que rodean la muerte cerebral fisiológica.

Es fundamental que los proveedores de atención de la salud entiendan claramente los problemas que rodean la muerte cerebral y comuniquen con eficacia estos aspectos a la familia de las víctimas

con LCT. En la mayoría de los casos, acercarse a una familia en relación con una posible donación de órganos debe ocurrir sólo después de que se han intentado y completado todas las intervenciones médicas, y el contacto debe ser de representantes capacitados del hospital o del equipo de recuperación de órganos (Figura 10-19).



Resumen

- Prevenir el desarrollo de, o reconocer y tratar la hipoxia y la reducción del flujo sanguíneo cerebral en campo puede hacer la diferencia entre un buen y un mal resultado.
- La gravedad de la LCT puede no ser inmediatamente aparente; por tanto, las evaluaciones neurológicas seriadas del paciente, incluyendo las puntuaciones de la escala de coma de Glasgow y la respuesta pupilar son necesarias para identificar los cambios en su condición.
- La LCT se encuentra a menudo en asociación con un traumatismo multisistémico, por lo que todos los problemas se tratan en el orden apropiado de prioridad. No sólo las vías aéreas, la respiración y la circulación son siempre las prioridades en la atención al paciente, pero son específicamente importantes en el manejo de una LCT para la prevención de una lesión cerebral secundaria.
- El manejo prehospitalario del paciente con LCT implica el control de la hemorragia de otras lesiones, mantener una presión arterial sistólica de por lo menos 90 a 100 mm Hg, y proporcionar oxígeno para mantener la saturación de este elemento en al menos 90%.
- La hiperventilación de los pacientes se realiza sólo cuando se observan signos objetivos de hernia.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

En un día de verano con una temperatura de 29 °C (85 °F), usted y su compañero acuden a la meta de una carrera de maratón porque un hombre de 30 años de edad cayó de una escalera desde una distancia de 4.3 metros (14 pies) mientras intentaba fijar el estandarte de la meta. A su llegada, el hombre está en posición supina y no responde. Un transeúnte sostiene alineados la cabeza y el cuello del paciente. Usted observa una frecuencia respiratoria irregular que aumenta y luego disminuye en profundidad.

También, advierte que fluye líquido sanguinolento procedente de ambos oídos y fosas nasales del paciente. La vía aérea del individuo se mantiene con una vía aérea orofaríngea una vez que se observa la ausencia de reflejo nauseoso. Su compañero lo ventila con un dispositivo de bolsa-mascarilla a un ritmo de 12 respiraciones por minuto. Usted nota que la pupila derecha del paciente está dilatada. Su pulso radial mide 54 y es regular. La saturación de oxígeno (SpO_2) es de 96%. La piel del paciente está fresca, seca y pálida. Su puntuación de ECG se calcula en 7, con los ojos = 2, verbal = 1 y motora = 4 (E2V1M4).

Prepara rápidamente al paciente para el traslado y lo instala en la ambulancia para realizar la evaluación secundaria mientras se dirige al hospital. La palpación del occipucio genera un gemido doloroso del hombre. Usted lo cubre con una manta caliente y mide su tensión arterial, que registra 184/102 mm Hg. Un electrocardiograma revela bradicardia sinusal con extrasístoles ventriculares inusuales observadas. La pupila derecha permanece muy dilatada.

- ¿Cuál es la lesión probable con los signos que presenta el paciente?
- ¿Cuáles son sus prioridades de manejo en este punto?
- ¿Qué son las acciones que necesita tomar para combatir el aumento de la presión intracraneal y mantener la perfusión cerebral durante un traslado prolongado?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

De camino al hospital, el paciente comienza a mostrar flexión palmar de ambas manos. Con este signo de herniación inminente, usted aumenta la frecuencia de ventilación de 16 a 20 respiraciones/minuto. El paciente sigue inconsciente. Usted considera la inserción de una vía aérea compleja sin embargo, como la SpO₂ es de 96% y el tiempo de traslado al centro de traumatismo está a sólo unos minutos, usted decide mantener al paciente con el dispositivo de la vía aérea oral y la bolsa-mascarilla con oxígeno al 100%.

Referencias

- Centers for Disease Control and Prevention. Traumatic Brain Injury. <http://www.cdc.gov/ncipc/tbi/TBI.htm>. Consultado el 26 de Noviembre de 2013.
- Bryan-Hancock C, Harrison J. The global burden of traumatic brain injury: preliminary results from the Global Burden of Disease Project. *Inj Prev*. 2010;16(suppl 1):A17.
- Cipolla MJ. *The Cerebral Circulation*. Morgan & Claypool Life Sciences: San Rafael, CA; 2009.
- Chestnut RM, Marshall LF, Klauber MR, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma*. 1993;34:216.
- Fearnside MR, Cook RJ, McDougall P, et al. The Westmead Head Injury Project outcome in severe head injury: a comparative analysis of prehospital, clinical, and CT variables. *Br J Neurosurg*. 1993;7:267.
- Gentleman D. Causes and effects of systemic complications among severely head-injured patients transferred to a neurosurgical unit. *Int Surg*. 1992;77:297.
- Marmarou A, Anderson RL, Ward JL, et al. Impact of ICP instability and hypotension on outcome in patients with severe head trauma. *J Neurosurg*. 1991;75:S59.
- Miller JD, Becker DP. Secondary insults to the injured brain. *J R Coll Surg Edinb*. 1982;27:292.
- Obrist WD, Gennarelli TA, Segawa H, et al. Relation of cerebral blood flow to neurological status and outcome in head injured patients. *J Neurosurg*. 1979;51:292.
- Obrist WD, Langfitt TW, Jaggi JL, et al. Cerebral blood flow and metabolism in comatose patients with acute head injury. *J Neurosurg*. 1984;61:241.
- Marshall LF, Toole BM, Bowers SA. Part 2: patients who talk and deteriorate: implications for treatment. *J Neurosurg*. 1983;59:285.
- Reilly PL, Adams JH, Graham DI, et al. Patients with head injury who talk and die. *Lancet*. 1975;2:375.
- Rose J, Valtonen S, Jennett B. Avoidable factors contributing to death after head injury. *BMJ*. 1977;2:615.
- Miller JD, Sweet RC, Narayan RK, et al. Early insults to the injured brain. *JAMA*. 1978;240:439.
- Silverston P. Pulse oximetry at the roadside: a study of pulse oximetry in immediate care. *BMJ*. 1989;298:711.
- Stochetti N, Furlan A, Volta F. Hypoxemia and arterial hypotension at the accident scene in head injury. *J Trauma*. 1996;40:764.
- Kellie G. An account of the appearances observed in the dissection of two of three individuals presumed to have perished in the storm of the 3rd, and whose bodies were discovered in the vicinity of Leith on the morning of the 4th of November 1821 with some reflections on the pathology of the brain. *Trans Med Chir Sci Edinb*. 1824;1:84.
- Plum F. *The Diagnosis of Stupor and Coma*. 3rd ed. New York, NY: Oxford University Press; 1982.
- Langfitt TW, Weinstein JD, Kassell NF, et al. Transmission of increased intracranial pressure. I. Within the craniospinal axis. *J Neurosurg*. 1964;21:989.
- Langfitt TW. Increased intracranial pressure. *Clin Neurosurg*. 1969;16:436.
- Graham DI, Ford I, Adams JH, et al. Ischaemic brain damage still common in fatal non-missile head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1989;52:346.
- Marmarou A, Anderson RL, Ward JL, et al. Impact of ICP instability and hypotension on outcome in patients with severe head trauma. *J Neurosurg*. 1991;75:S59.
- Obrist WD, Wilkinson WE. Regional cerebral blood flow measurement in humans by xenon-133 clearance. *Cerebrovasc Brain Metab Rev*. 1990;2:283.
- Darby JM, Yonas H, Marion DW, et al. Local "inverse steal" induced by hyperventilation in head injury. *Neurosurgery*. 1988;23:84.
- Marion DW, Darby J, Yonas H. Acute regional cerebral blood flow changes caused by severe head injuries. *J Neurosurg*. 1991;74:407.
- Manley GT, Pitts LH, Morabito D, et al. Brain tissue oxygenation during hemorrhagic shock, resuscitation, and alterations in ventilation. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 1999;46:261.
- Caron MJ, Hovda DA, Mazziotta JC, et al. The structural and metabolic anatomy of traumatic brain injury in humans: a computerized tomography and positron emission tomography analysis. *Neurotrauma*. 1993;10(suppl 1):S58.
- Caron MJ, Mazziotta JC, Hovda DA, et al. Quantification of cerebral glucose metabolism in brain-injured humans utilizing positron emission tomography. *J Cereb Blood Flow Metab*. 1993;13(suppl 1):S379.
- Caron MJ. PET/SPECT imaging in head injury. In: Narayan RK, Wilberger JE, Povlishock JT, eds. *Neurotrauma*. New York, NY: McGraw-Hill; 1996.
- Lam AM, Winn HR, Cullen BF, et al. Hyperglycemia and neurologic outcome in patients with head injury. *J Neurosurg*. 1991;75:545.
- Young B, Ott L, Dempsey R, et al. Relationship between admission hyperglycemia and neurologic outcome of severely brain-injured patients. *Ann Surg*. 1989;210:466.
- Ayling J. Managing head injuries. *Emerg Med Serv*. 2002;31(8):42.
- Jarvis C, ed. *Physical Examination and Health Assessment*. 6th ed. St. Louis, MO: Elsevier Publishers; 2012:71.
- Brain Trauma Foundation. Glasgow Coma Score. In: Gabriel E, Ghajjar J, Jagoda A, et al. *Guidelines for Prehospital Management*

- Traumatic Brain Injury.** New York, NY: Brain Trauma Foundation; 2000.
38. Dula DJ, Fales W. The "ring sign:" is it a reliable indicator for cerebral spinal fluid? *Ann Emerg Med.* 1993;22:718.
 39. American College of Surgeons (ACS). *Advanced Trauma Life Support.* Chicago, IL: ACS; 2004.
 40. Servadei F, Nasi MT, Cremonini AM. Importance of a reliable admission Glasgow Coma Scale score for determining the need for evacuation of posttraumatic subdural hematomas: a prospective study of 65 patients. *J Trauma.* 1998;44:868.
 41. Winkler JV, Rosen P, Alfrey EJ. Prehospital use of the Glasgow Coma Scale in severe head injury. *J Emerg Med.* 1984;2:1.
 42. Brain Trauma Foundation. Hospital transport decisions. In: Gabriel EJ, Ghajar J, Jagoda A, et al. *Guidelines for Prehospital Management of Traumatic Brain Injury.* New York, NY: Brain Trauma Foundation; 2000.
 43. American Academy of Neurology. The management of concussion in sports (summary statement). *Neurology.* 1997;48:581.
 44. Cantu RC. Second impact syndrome. *Clin Sports Med.* 1998;17:37-44.
 45. McCrory P. Does second impact syndrome exist? *Clin J Sport Med.* 2001;11:144-149.
 46. Meagher RL, Young WF. Subdural hematoma. eMedicine, Medscape. <http://emedicine.medscape.com/article/1137207-overview>. Actualizado el 01 de marzo de 2013. Consultado el 22 de noviembre de 2013.
 47. Coughlin RF, Moser RP. Subdural hematoma. In: Domino FJ, ed. *The 5-Minute Clinical Consult 2013.* 21st ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2013:1246-1247.
 48. Rimel RW, Giordani B, Barth JT. Moderate head injury: completing the clinical spectrum of brain trauma. *Neurosurgery.* 11:344, 1982.
 49. Quigley MR, Chew BG, Swartz CE, Wilberger JE. The clinical significance of isolated traumatic subarachnoid hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;74:581-584.
 50. Brain Trauma Foundation. CT scan features. In: Bullock MR, Chesnut RM, Clifton GL, et al. *Management and Prognosis of Severe Traumatic Brain Injury.* 2nd ed. New York, NY: Brain Trauma Foundation; 2000.
 51. Kihlir T, Ivatury RR, Simon RJ, et al. Early management of civilian gunshot wounds to the face. *J Trauma.* 1993;35:569.
 52. Winchell RJ, Hoyt DB. Endotracheal intubation in the field improves survival in patients with severe head injury. *Arch Surg.* 1997;132:592.
 53. 50. Davis DP, Hoyt DB, Ochs M, et al. The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma Injury Infect Crit Care.* 2003;54:444.
 54. Bochicchio GV, Ilahi O, Joshi M, et al. Endotracheal intubation in the field does not improve outcome in trauma patients who present without an acutely lethal traumatic brain injury. *J Trauma Injury Infect Crit Care.* 2003;54:307.
 55. Davis DP, Peay J, Sise MJ, et al. The impact of prehospital endotracheal intubation in moderate to severe traumatic brain injury. *J Trauma.* 2005;58:933.
 56. Bulger EM, Copass MK, Sabath DR, et al. The use of neuromuscular blocking agents to facilitate prehospital intubation does not impair outcome after traumatic brain injury. *J Trauma.* 2005;58:718.
 57. Wang HE, Peitzman AB, Cassidy LD, et al. Out-of-hospital endotracheal intubation and outcome after traumatic brain injury. *Ann Emerg Med.* 2004;44:439.
 58. Chi JH, Knudson MM, Vassar MJ, et al. Prehospital hypoxia affects outcome in patients with traumatic brain injury: a prospective multi-center study. *J Trauma.* 2006;61:1134.
 59. Dunford JV, Davis DP, Ochs M, et al. Incidence of transient hypoxia and pulse rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med.* 2003;42:721.
 60. Davis DP, Ochs M, Hoyt DB, et al. Paramedic-administered neuromuscular blockade improves prehospital intubation success in severely head-injured patients. *J Trauma Injury Infect Crit Care.* 2003;55:713.
 61. Marlow TJ, Goltra DD, Schabel SI. Intracranial placement of a nasotracheal tube after facial fracture: a rare complication. *J Emerg Med.* 1997;15:187.
 62. 59. Horellou MD, Mathe D, Feiss P. A hazard of nasotracheal intubation. *Anaesthesia.* 1978;22:78.
 63. Cooper KR, Boswell PA, Choi SC. Safe use of PEEP in patients with severe brain injury. *J Neurosurg.* 1985;63:552.
 64. McGuire G, Crossley D, Richards J, et al. Effects of varying levels of positive end-expiratory pressure on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure. *Crit Care Med.* 1997;25:1059.
 65. Warner KJ, Cuschieri J, Copass MK, et al. The impact of prehospital ventilation on outcome after severe traumatic brain injury. *J Trauma.* 2007;62:1330.
 66. Christensen MA, Bloom J, Sutton KR. Comparing arterial and end-tidal carbon dioxide values in hyperventilated neurosurgical patients. *Am J Crit Care.* 1995;4:116.
 67. Grenier B, Dubreuil M. Noninvasive monitoring of carbon dioxide: end-tidal versus transcutaneous carbon dioxide. *Anesth Analg.* 1998;86:675.
 68. Grenier B, Verchere E, Mesli A, et al. Capnography monitoring during neurosurgery: reliability in relation to various intra-operative positions. *Anesth Analg.* 1999;88:43.
 69. Isert P. Control of carbon dioxide levels during neuroanaesthesia: current practice and an appraisal of our reliance upon capnography. *Anaesth Intensive Care.* 1994;22:435.
 70. Kerr ME, Zempsky J, Sereika S, et al. Relationship between arterial carbon dioxide and end-tidal carbon dioxide in mechanically ventilated adults with severe head trauma. *Crit Care Med.* 1996;24:785.
 71. Mackersie RC, Karagianes TG. Use of end-tidal carbon dioxide tension for monitoring induced hypocapnia in head-injured patients. *Crit Care Med.* 1990;18:764.
 72. Russell GB, Graybeal JM. Reliability of the arterial to end-tidal carbon dioxide gradient in mechanically ventilated patients with multisystem trauma. *J Trauma Injury Infect Crit Care.* 1994;36:317.
 73. Sanders AB. Capnometry in emergency medicine. *Ann Emerg Med.* 1989;18:1287-1290.
 74. Sharma SK, McGuire GP, Cruise CJE. Stability of the arterial to end-tidal carbon dioxide difference during anaesthesia for prolonged neurosurgical procedures. *Can J Anaesthesiol.* 1995;42:498.
 75. Warner KJ, Cuschieri J, Garland B, et al. The utility of early end-tidal capnography in monitoring ventilation status after severe trauma. *J Trauma.* 2009;66:26-31.
 76. Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head injured patients. *J Trauma.* 2004;57:1.
 77. Badjatia N, Carney N, Crocco TJ, et al. Treatment: cerebral herniation. In: Gabriel EJ, Ghajar J, Jagoda A, et al. *Guidelines for Prehospital Management of Traumatic Brain Injury.* New York, NY: Brain Trauma Foundation; 2000.
 78. Cooper DJ, Myles PS, McDermott FT, et al. Prehospital hypertonic saline resuscitation of patients with hypotension and severe traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2004;291:1350.

76. Feldman Z, Kanter MJ, Robertson CS. Effect of head elevation on intracranial pressure, cerebral perfusion pressure and cerebral blood flow in head-injured patients. *J Neurosurg.* 1992;76:207.

Lecturas sugeridas

American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. Head trauma. In: *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual.* 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012.

Atkinson JLD. The neglected prehospital phase of head injury: apnea and catecholamine surge. *Mayo Clin Proceed.* 2000;75:37.

Chi JH, Nemani V, Manley GT. Prehospital treatment of traumatic brain injury. *Sem Neurosurg.* 2003;14:71.

Kolb JC, Summer RL, Galli L. Cervical collar-induced changes in intracranial pressure. *Am J Emerg Med.* 1999;17:135.

Rosner MJ, Coley IB. Cerebral perfusion pressure, intracranial pressure and head elevation. *J Neurosurg.* 1986;65:636.

Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale. *Lancet.* 1974;2:81.

Valadka AB. Injury to the cranium. In: Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE. *Trauma.* 4th ed. Norwalk, CN: Appleton & Lange; 2000.



Trauma vertebral

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Describir la epidemiología de las lesiones de médula.
- Comparar y contrastar los mecanismos más comunes que ocasionan lesiones de columna en los adultos con aquellos que afectan a los niños.
- Reconocer en los pacientes el potencial de traumatismo de columna.
- Relacionar los signos y síntomas de la lesión de médula y el shock neurogénico con su fisiopatología subyacente.
- Integrar los principios de anatomía y fisiopatología con la evaluación de los datos y principios de manejo de traumatismo para formular un plan de tratamiento del paciente con lesión de médula evidente o potencial.
- Describir las indicaciones para la inmovilización selectiva de médula.
- Analizar los factores asociados con los hallazgos e intervenciones prehospitalarios que pueden afectar la morbilidad y mortalidad de la lesión de médula.
- Conocer los principios de inmovilización selectiva de médula y cómo puede cambiar su aplicación dependiendo del paciente y la situación.

ESCENARIO

Usted ha sido enviado a la escena de un ciclista que está tendido al lado de la carretera. A su llegada encuentra a una mujer de 19 años que yace boca arriba en el suelo, lejos del tráfico, en la orilla del camino. La escena es segura, con el tránsito controlado por la policía. Un oficial está arrodillado al lado de la paciente intentando hablar con ella, pero la ciclista no responde.

Al comenzar la evaluación primaria encuentra a una paciente que se cayó de la bicicleta mientras conducía a lo largo de la carretera y que no responde. Usted es incapaz de determinar la causa específica de la caída, y la policía no sabe si fue atropellada por un vehículo automotriz, ya que no hay testigos. Ella lleva equipo de ciclismo completo, incluyendo casco y guantes. Muestra abrasiones en la frente y una deformidad evidente en la muñeca derecha. Su vía aérea está abierta y respira con regularidad. No muestra signos evidentes de pérdida de sangre externa. Su piel se ve seca y cálida, con color normal. Conforme realiza la evaluación primaria, ella comienza a despertar, pero está confundida acerca de qué le sucedió.

- ¿Qué procesos patológicos explican la presentación de la paciente?
- ¿Qué intervenciones inmediatas y otras evaluaciones se necesitan?
- ¿Cuáles son los objetivos en el manejo de esta paciente?



Introducción

El traumatismo de columna, si no se identifica y maneja adecuadamente, causa daños irreparables a la médula espinal y deja al paciente con una discapacidad neurológica permanente. Algunas personas presentan daños inmediatos en la médula como resultado del evento de traumatismo. Otros resienten una lesión en la columna vertebral que no daña al principio la médula, pero ésta puede resultar afectada más tarde con el movimiento de la columna. Debido a que el sistema nervioso central (SNC) no tiene capacidad de regeneración, una médula espinal cortada es irreparable. Mover de manera inapropiada a un paciente con una lesión en la columna vertebral o permitir que se mueva puede ocasionar una lesión devastadora de la médula espinal, si no es que ya está dañada. Errar en la sospecha y evaluación apropiada, y en inmovilizar a un paciente con una lesión potencial en la columna vertebral puede generar un resultado mucho peor que, por ejemplo, fracasar en la inmovilización adecuada de una fractura de fémur. Se ha demostrado que la inmovilización espinal del paciente tiene consecuencias potencialmente graves y no se debe realizar en aquellos que no muestran indicios de lesiones que involucren la columna vertebral o la médula.

La lesión de médula espinal tiene efectos profundos en la fisiología humana, estilo de vida y circunstancias económicas de las personas. La fisiología humana se ve afectada debido a que se limita o se deteriora completamente el uso de las extremidades u otras funciones como resultado del daño a la médula espinal. Esta afectación altera el estilo de vida porque en general causa cambios profundos en los niveles de actividad diaria y la independencia del paciente, a la vez que afecta su situación económica y la de la población en general.¹ La persona requiere cuidados acuciosos y de largo plazo. El costo de por vida de este tipo de atención se estima en aproximadamente 1.35 millones de dólares por paciente por una lesión permanente en la médula espinal.²

Al año, alrededor de 32 personas por cada millón de la población en Estados Unidos tendrá algún tipo de lesión en la médula espinal. Se estima que de 250 000 a 400 000 estadounidenses viven con

este tipo de padecimiento. Éste puede presentarse a cualquier edad; sin embargo, por lo general se suscita entre los 16 a 35 años porque este grupo de edad está involucrado en las actividades más violentas y de alto riesgo. La mayoría de los pacientes de trauma tiene de 16 a 20 años. El segundo grupo más grande oscila entre 21 a 25 años de edad, seguido del grupo de 26 a 35 años. Los hombres superan a las mujeres. Las causas más comunes son accidentes de vehículos automotrices (48%), caídas (21%), lesiones penetrantes (15%), lesiones deportivas (14%) y otras lesiones (2%). En total, cerca de 11 000 personas tienen lesiones de la médula espinal al año en Estados Unidos.³

Las fuerzas violentas repentinas que actúan sobre el cuerpo forzan la columna vertebral y sus ligamentos más allá de sus límites normales de movimiento, ya sea por impacto directamente sobre la cabeza o el cuello, o mediante el accionamiento del torso por debajo de la cabeza. Los siguientes cuatro conceptos ayudan a aclarar el posible efecto de la energía en la columna vertebral cuando se evalúa el potencial de lesiones:

1. La cabeza es similar a una bola de boliche colocada en la parte superior del cuello, y su masa a menudo se mueve en una dirección diferente desde el torso, lo que resulta en grandes fuerzas que se aplican al cuello (columna cervical, médula espinal).
2. Los objetos en movimiento tienden a permanecer en movimiento, y los objetos en reposo tienden a permanecer en reposo (primera ley de Newton).
3. Los movimientos repentinos o violentos de las piernas superiores desplazan la pelvis, ocasionando un movimiento forzado de la columna lumbar. Debido al peso y la inercia de la cabeza y el torso, se aplica una fuerza en dirección opuesta (en contra) a la columna vertebral superior.
4. La falta de déficit neurológico no descarta una lesión ósea o de ligamentos en la columna vertebral o el deterioro de las condiciones que han tensado la médula espinal hasta el límite de su tolerancia.

Los déficit neurológicos son resultado de un traumatismo en diferentes estructuras del sistema nervioso central y periférico. Como se analizó en el capítulo anterior, una de sus causas comunes es la lesión cerebral traumática. Algunos pacientes traumatizados con déficit neurológico tendrán una lesión de la médula espinal. En otros, este déficit es causado por una lesión directa del nervio periférico o de una extremidad asociada con una lesión del nervio, mas no de la médula espinal. En todas estas situaciones el daño neurológico puede ser temporal en algunos casos, aunque lo más probable es que sea permanente. Cabe suponer que un paciente herido como resultado de cualquiera de los siguientes mecanismos tiene una lesión de columna potencial:

- Cualquier mecanismo contundente que produzca un impacto violento en la cabeza, el cuello, el torso o la pelvis
- Incidentes que producen fuerzas de aceleración, desaceleración o de flexión lateral repentinas en el cuello o torso
- Cualquier caída desde una altura, especialmente en personas de edad avanzada
- Eyección o caída desde cualquier aparato de transporte motorizado o no motorizado
- Cualquier incidente de clavado en aguas poco profundas^{4,5}

El paciente en estas condiciones debe ser estabilizado manualmente en una posición neutral en línea (a menos que se contraindique) hasta que se evalúe la necesidad de inmovilización de la columna.

Anatomía y fisiología

Anatomía vertebral

La columna vertebral se compone de 33 huesos llamados vértebras, que se apilan una encima de la otra. Excepto por la primera (C1) y la segunda (C2) vértebras (cervical) ubicadas en la parte superior de la columna, y las vértebras sacra y coccígea fusionadas en la parte inferior, todas son casi iguales en forma, estructura y movimiento (Figura 11-1). La porción más grande de cada vértebra es el área anterior, llamada *cuerpo*. Cada cuerpo vertebral lleva la mayor parte del peso de la columna vertebral y el torso superior. Dos lados curvos, llamados **arcos neurales**, están formados por el pedículo, y en la parte posterior por la lámina que sobresale del cuerpo. La parte posterior de la vértebra es una estructura tipo cola llamada **apófisis espinosa**. En las cinco vértebras cervicales inferiores, la apófisis espinosa apunta directamente a la zona posterior; en las vértebras torácicas y lumbares apunta ligeramente hacia abajo, en dirección caudal (hacia los pies).

La mayoría de las vértebras también tiene protuberancias de estilo semejante, llamadas **apófisis transversas**, en cada lado cerca de sus márgenes laterales anteriores. Las apófisis transversas y espinosas sirven como puntos de anclaje para los músculos y ligamentos y son, por tanto, puntos de apoyo para el movimiento. Los arcos neurales y la parte posterior de cada cuerpo vertebral crean una forma casi circular, con una abertura en el centro llamada **foramen vertebral** (canal espinal). La médula espinal pasa a través de este espacio. De cierto modo está protegida de lesiones por las vértebras que la rodean. Cada foramen vertebral se alinea con el de las vértebras por encima y debajo de éstas para formar el canal espinal que a través del cual pasa la médula.

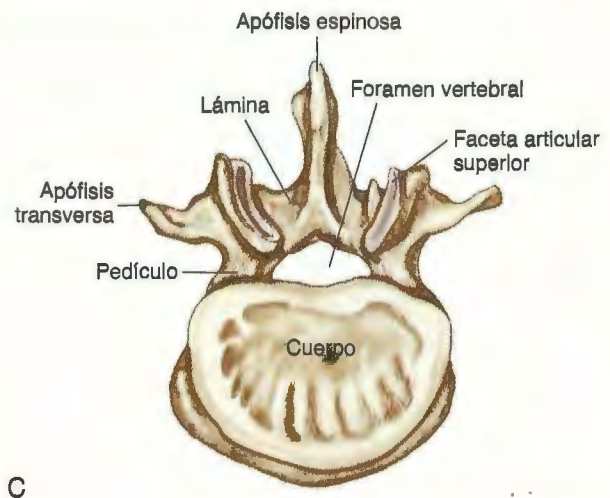
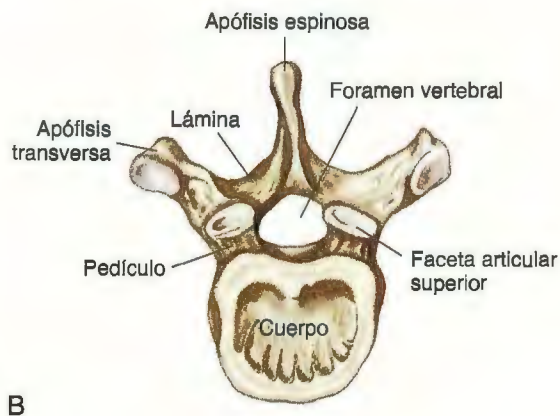
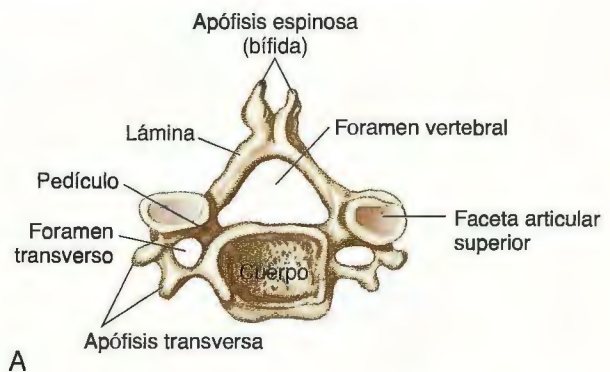


Figura 11-1 Excepto por las vértebras sacra y coccígea fusionadas, las demás vértebras constan de las mismas partes. El cuerpo (porción anterior) de cada vértebra se hace más grande y más fuerte conforme se aproxima a la pelvis, ya que debe soportar más peso. **A.** Quinta vértebra cervical. **B.** Vértebra torácica. **C.** Vértebra lumbar

Columna vertebral

Las vértebras individuales se apilan en una columna en forma de S (Figura 11-2). Esta organización permite un extenso movimiento en

múltiples direcciones mientras imparte la máxima resistencia. La columna vertebral se divide en cinco regiones individuales para fines de referencia. Desde su parte superior y hacia abajo se despliegan las



Figura 11-2 La columna vertebral no es una varilla recta, sino una serie de bloques que se apilan para permitir varias curvas. En cada curva la columna vertebral es más vulnerable a las fracturas; de ahí el origen de la frase "romper la S en una caída".

regiones cervical, torácica, lumbar, sacra y cóccigea. Las vértebras son identificadas por la primera letra del nombre de la región a la que pertenecen, y su secuencia parte desde el área superior de cada región. La primera vértebra cervical se llama *C1*, la tercera vértebra torácica *T3*, la quinta vértebra lumbar *L5*, y así sucesivamente a lo largo de toda la columna. Cada vértebra soporta más peso corporal conforme baja por esta estructura. Más bien, las vértebras de *C3* a *L5* son progresivamente más grandes para acomodar el aumento de peso y la carga de trabajo (véase la Figura 11-2).

Situadas en el extremo superior de la columna vertebral se encuentran las siete vértebras *cervicales* que soportan la cabeza y constituyen el cuello. La región cervical es flexible para permitir el movimiento total de la cabeza. Enseguida están las 12 vértebras *torácicas*. Cada par de costillas se conecta en la parte posterior con una de estas vértebras. A diferencia de la columna cervical, la columna torácica es relativamente rígida, con menos movimiento. Abajo de las vértebras torácicas están las cinco vértebras *lumbares*. Éstas son las más masivas de todas las vértebras. La zona lumbar también es flexible, y permite el movimiento en varias direcciones. Las cinco vértebras *sacras* se fusionan para formar una estructura única conocida como **sacro**. Las cuatro vértebras *cóccigeas* también se fusionan para integrar el *coxix* (cóccix). Alrededor de 55% de las lesiones de la columna vertebral ocurren en la región cervical, 15% en la región torácica, 15% en la unión toracolumbar y 15% en la zona lumbosacra.

Los ligamentos y músculos atan la columna vertebral desde la base del cráneo hasta la pelvis formando una red que envaina la totalidad de la parte ósea de esta estructura para mantener su alineación normal, proporcionar estabilidad y permitir el movimiento. Si se rompen estos ligamentos y músculos, se desata un movimiento excesivo de una vértebra en relación con otra. Cuando se tienen ligamentos espinales rotos, este movimiento extremo ocasiona la dislocación de las vértebras y compromete el espacio dentro del canal espinal y, por tanto, incide sobre, y daña la médula espinal.

Los ligamentos longitudinales anterior y posterior conectan los cuerpos vertebrales anterior e interior del canal. Los ligamentos entre las apófisis espinosas proporcionan soporte al movimiento de flexión y extensión (hacia adelante y hacia atrás), y aquellos entre la lámina proveen soporte durante la flexión lateral (inclinación costado) (Figura 11-3).

La cabeza está equilibrada sobre la parte superior de la columna y ésta es soportada por la pelvis. Las perchas del cráneo en la primera vértebra cervical (*C1*) en forma de anillo se conocen como **atlas**. El **eje**, *C2*, también tiene básicamente forma de anillo, pero tiene un espolón (la apófisis odontoides) que sobresale hacia arriba semejante a un diente, ubicado justo detrás del arco anterior del atlas (Figura 11-4). El eje permite que la cabeza tenga un margen de rotación aproximado de 180 grados.

La cabeza humana pesa entre 7 a 10 kilogramos [kg] (16 y 22 libras), un poco más que el peso medio de una bola de boliche. El peso y posición de la cabeza sobre el cuello delgado y flexible, las fuerzas que actúan sobre ésta, el tamaño pequeño del músculo de soporte y la falta de costillas u otros huesos contribuyen a que la columna cervical sea particularmente susceptible a las lesiones. En el nivel de la *C3*, la médula espinal ocupa aproximadamente 95% del canal espinal (y 65% del área del canal espinal en su extremo, en la región lumbar), y sólo existen 3 milímetros (mm) de espacio entre la médula espinal y la pared del canal. Incluso una dislocación de menor importancia en este punto puede ocasionar la compresión

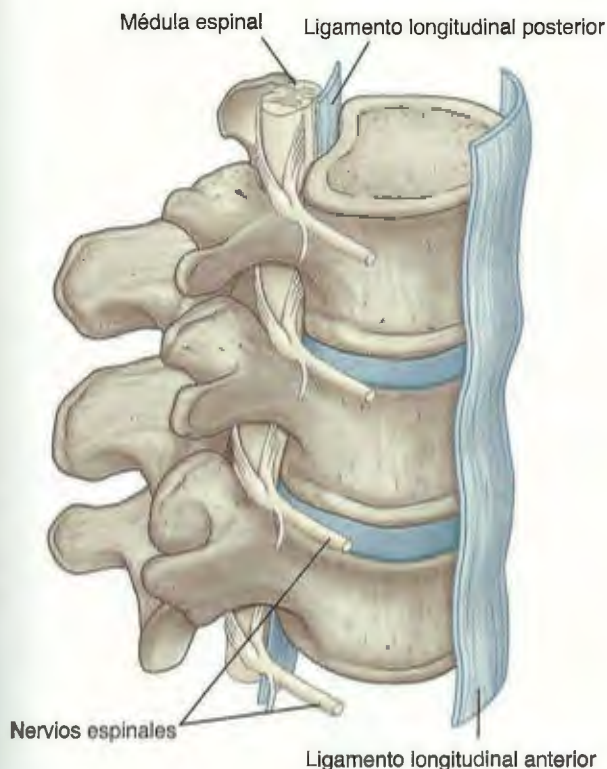


Figura 11-3 Ligamentos longitudinales anterior y posterior de la columna vertebral.

sión de la médula espinal. Los músculos posteriores del cuello son fuertes, y permiten hasta 60% de amplitud de flexión y 70% de amplitud de extensión a la cabeza sin ningún estiramiento de la médula espinal. Sin embargo, cuando se aplica una fuerza de aceleración, desaceleración o lateral repentina y violenta al cuerpo, el peso considerable de la cabeza en la estrecha columna cervical amplifica los efectos del movimiento intempestivo. Un ejemplo de este escenario sería una colisión vehicular trasera sin el ajuste adecuado del respaldo para la cabeza.

El sacro es la base de la columna vertebral, la plataforma sobre la que ésta descansa. Soporta de 70 a 80% del peso total del cuerpo. El sacro es una parte de la columna vertebral y la cintura pélvica, y está unido al resto de la pelvis mediante articulaciones inmóviles.

Anatomía de la médula espinal

La médula espinal es continua con el cerebro; se inicia desde la base del tronco del encéfalo y pasa a través del foramen magnum (el orificio en la base del cráneo) y de cada vértebra por el canal espinal al nivel de la segunda vértebra lumbar (L2). La sangre es suministrada a este órgano por medio de las arterias vertebrales y espinales.

La médula espinal está rodeada de líquido cefalorraquídeo (LCR) y envuelta en la vaina dural. Esta vaina dural cubre el cerebro y continúa hacia abajo, hasta la segunda vértebra sacra, a un depósito en forma de saco (la gran cisterna). El LCR que produce el cerebro pasa alrededor de la médula y se absorbe en esta cisterna. El LCR realiza la misma función para la médula espinal que para el cerebro, actuando como un amortiguador contra una lesión durante un movimiento rápido y grave.

La médula espinal se compone de materia gris y materia blanca. La materia gris está constituida por los cuerpos de las células nerviosas. La materia blanca contiene los axones largos que forman los tractos espinales anatómicos y sirven de vía de comunicación para los impulsos nerviosos. Los tractos espinales se dividen en dos tipos: ascendente y descendente (Figura 11-5).

Las vías nerviosas ascendentes llevan impulsos sensoriales a través de la médula espinal desde las partes del cuerpo distales al

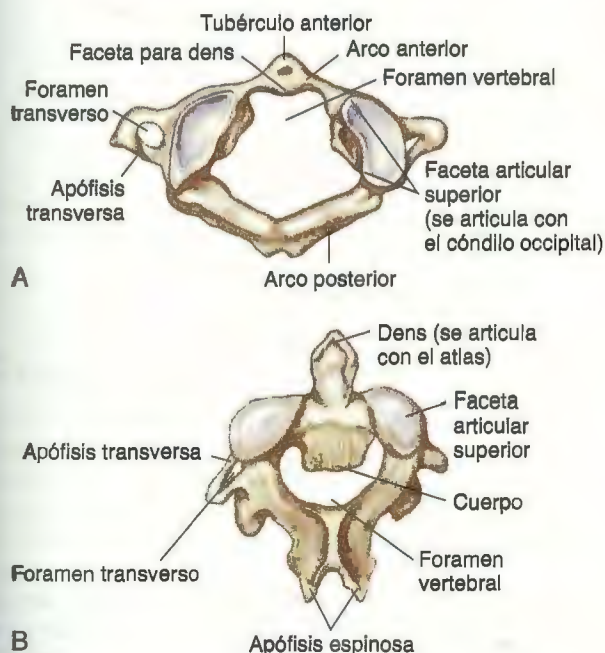


Figura 11-4 La primera y segunda vértebras cervicales son de forma A. Atlas (C1). B. Eje (C2).

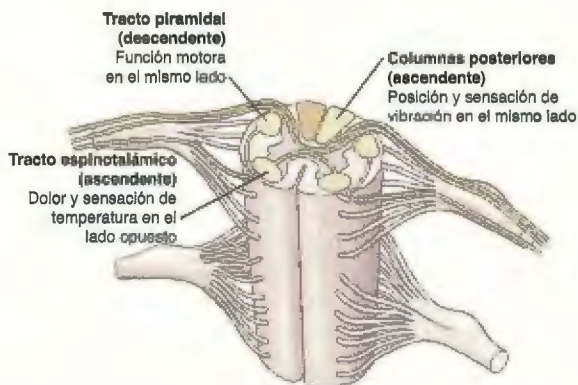


Figura 11-5 Tractos de la médula espinal.

cerebro. Estas vías se pueden dividir en tramos que llevan las diferentes sensaciones de dolor y temperatura; tacto y presión; y los impulsos sensoriales del movimiento, vibración, posición y tacto ligero. Las vías nerviosas que transportan la sensación de dolor y temperatura se cruzan en la médula espinal, lo que significa que la raíz nerviosa con la información del lado derecho del cuerpo pasa hacia el lado izquierdo de la médula espinal y luego sube al cerebro. En contraste, la vía nerviosa que lleva la información sensorial de la posición, vibración y tacto ligero *no* cruza la médula espinal. Por tanto, esta información sensorial es conducida hasta el cerebro sobre el mismo lado de la médula espinal que las raíces nerviosas.

Las *vías nerviosas descendentes* son responsables de llevar los impulsos motores del cerebro al cuerpo a través de la médula espinal, y controlan todo el movimiento y tono musculares. Estas vías descendentes *tampoco* cruzan la médula espinal. Por tanto, la vía motora en el lado derecho de la médula controla la función motora *sí* se cruzan en el tronco del encéfalo, por lo que el lado izquierdo del cerebro controla la función motora en la parte derecha del cuerpo, y viceversa.

Pares de nervios se ramifican en cada vértebra desde la médula espinal conforme ésta va descendiendo, y se extienden a las diversas partes del cuerpo (Figura 11-6). La médula tiene 31 pares de nervios espinales, nombrados de acuerdo con el nivel del cual se originan. Cada nervio tiene dos raíces en cada lado.

La **raíz dorsal** se destina a los impulsos sensoriales, y la raíz ventral a los impulsos motores. Los estímulos neurológicos pasan entre el cerebro y cada parte del cuerpo a través de la médula espinal y pares particulares de estos nervios. Conforme se ramifican desde la médula espinal, estos nervios pasan a través de una muesca en la parte lateral inferior de la vértebra, posterior al cuerpo vertebral, llamado **foramen intervertebral**. Los discos intervertebrales tipo cartílago se encuentran entre el cuerpo de cada vértebra y actúan como amortiguadores (Figura 11-7).

Estas ramificaciones nerviosas cumplen múltiples funciones de control, y su nivel en la médula espinal está representado por los dermatomas. Un **dermatoma** es el área sensorial sobre la superficie de la piel del cuerpo, del cual es responsable una raíz nerviosa. Los dermatomas en conjunto permiten asignar las zonas del cuerpo a cada nivel de la médula (Figura 11-8), y ayudan a determinar el nivel de una lesión en este órgano. Tres puntos de referencia que se deben tener en mente son las *clavículas*, que son los dermatomas C4-C5; el *nivel del pezón*, dermatoma T4, y el *nivel umbilical*, dermatoma T10. Recordar estos tres niveles ayuda a localizar una lesión en la médula espinal.

El proceso de inhalación y exhalación requiere una excursión torácica y cambios apropiados en la forma del diafragma, el cual está innervado por los nervios frénicos, que se originan a partir de los nervios derivados de la médula espinal, entre los niveles C2 y C5. Si se cortan la médula espinal por arriba del nivel C2 o los nervios frénicos, o se interrumpen de alguna forma los impulsos nerviosos, el individuo pierde la capacidad para respirar espontáneamente. Un paciente con esta lesión puede asfixiarse antes de la llegada de los proveedores, a menos que los transeúntes inicien la respiración boca a boca. Durante el traslado se necesitará ventilación con presión positiva.

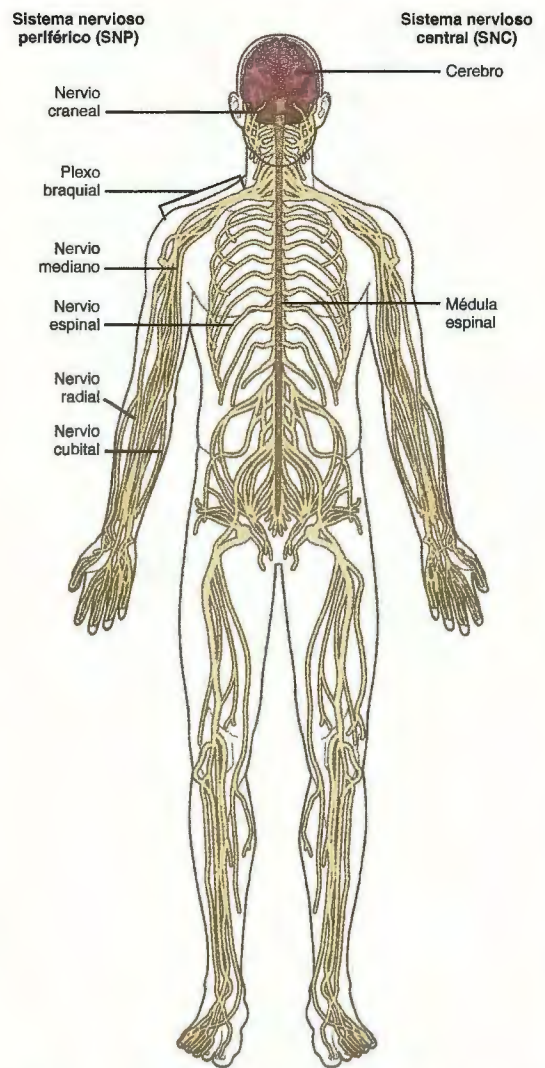


Figura 11-6 Nervios del SNC y del sistema nervioso periférico (SNP).



Figura 11-7 El cartílago entre cada cuerpo vertebral se denomina disco intervertebral. Estos discos actúan como amortiguadores. Si se daña, el cartílago puede sobresalir en el canal espinal, comprimiendo la médula y los nervios que vienen a través del foramen intervertebral.

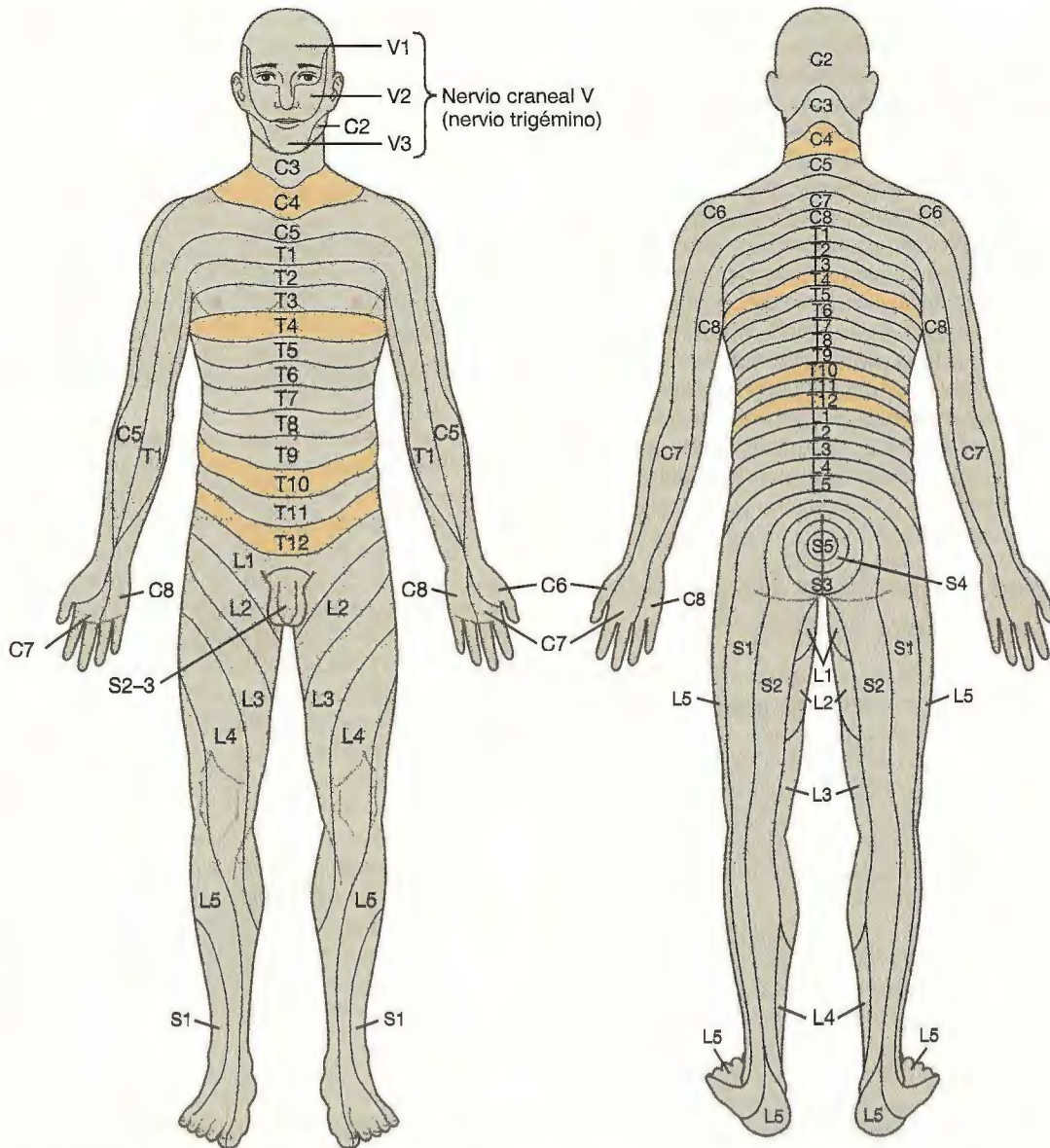


Figura 11-8 Mapa de dermatomas que muestra la relación entre las áreas de sensibilidad al tacto en la piel y los nervios espinales que corresponden a estas áreas. La pérdida de la sensibilidad en una zona específica puede indicar lesión en el nervio espinal correspondiente.

Fisiopatología

La columna ósea normalmente soporta fuerzas de hasta 1000 libras-pies (1360 joules) de energía. Los viajes a alta velocidad y los deportes de contacto suelen ejercer habitualmente fuerzas sobre la columna vertebral muy por encima de esta magnitud. Incluso en un accidente vehicular de velocidad baja a moderada, el cuerpo sin restricciones de una persona de 68 kg (150 libras) puede producir fácilmente 3000 a 4000 libras-pies (4080 a 5440 joules) de fuerza contra la columna vertebral conforme la cabeza es detenida de repente por el parabrisas o el techo del vehículo. Se puede presentar una fuerza semejante cuando un motociclista es lanzado sobre la parte delantera de la motocicleta, o cuando un esquiador a alta velocidad choca contra un árbol.

Lesiones esqueléticas

Pueden presentarse varios tipos de lesiones de la columna vertebral, incluyendo las siguientes:

- Fracturas por compresión que ocasionan compresión de cuña o aplanamiento total del cuerpo de la vértebra
- Fracturas que producen pequeños fragmentos de hueso, los cuales pueden quedarse en el canal espinal, junto a la médula
- **Subluxación**, que es la dislocación parcial de una vértebra de su alineación normal en la columna vertebral
- Estiramiento excesivo o desgarro de los ligamentos y músculos que genera inestabilidad entre las vértebras⁶

Cualquiera de estas lesiones esqueléticas puede resultar inmediatamente en la transección irreversible de la médula espinal, o en su compresión o estiramiento. Sin embargo, en algunos pacientes el daño a las vértebras o ligamentos causa una lesión de columna vertebral *inestable*, pero no un daño inmediato de la médula espinal. Si los fragmentos en una columna inestable cambian de posición, pueden afectar la médula. Además, las personas con fractura de columna tienen una probabilidad de 10% de tener otra fractura vertebral. Por tanto, en pacientes con indicaciones para la inmovilización de la columna cervical se debe considerar toda la columna vertebral.

A falta de déficit neurológico no se descarta una fractura ósea o una columna inestable. Aunque la presencia de buenas respuestas motoras y sensoriales en las extremidades indica que la médula espinal de hecho está intacta, no excluye una vértebra dañada o una lesión asociada con hueso, ligamentos o tejidos blandos. La mayoría de los pacientes con fracturas de la columna no tiene déficit neurológico. Se requiere una evaluación completa para determinar la necesidad de inmovilización.

Mecanismos específicos de lesiones que causan trauma espinal

Una **carga axial** de la columna vertebral puede ocurrir de diversas maneras. Muy a menudo esta compresión de la columna se produce cuando la cabeza golpea un objeto y el peso del cuerpo aún en movimiento resiste contra la cabeza detenida, como cuando la cabeza de un ocupante sin cinturón de seguridad se impacta contra el parabrisas o esta extremidad golpea un objeto en un incidente de clavado en aguas poco profundas. La compresión y la carga axial también se presentan cuando una persona cae desde una altura considerable y aterriza en posición de pie. Esto impulsa el peso de la cabeza y el tórax hacia abajo contra la columna vertebral lumbar, mientras que la columna sacra se mantiene estacionaria. Alrededor de 20% de las caídas desde una altura superior a 4.6 m (15 pies) implica una fractura de la columna lumbar asociada. Durante un intercambio de energía extrema, la columna vertebral tiende a exagerar sus curvas normales, y se producen fracturas y compresiones en dichas áreas. Como tiene forma de S, se puede decir que las fuerzas de compresión tienden a "romper la S del paciente". Estas fuerzas comprimen el lado cóncavo y abren el lado convexo de la columna vertebral.

La **flexión excesiva (hiperflexión)**, la **extensión excesiva (hiperextensión)** y la **rotación excesiva (hiperrotación)** pueden dañar los huesos y desgarrar los músculos y ligamentos, ocasionando incidencia de compresión o estiramiento de la médula espinal.

La **flexión lateral repentina o excesiva** requiere mucho menos movimiento de flexión o extensión antes de que ocurra la lesión porque el movimiento en esta dirección, para empezar, es limitado. Durante el impacto lateral, el torso y la columna torácica se mueven lateralmente. La cabeza tiende a permanecer en su lugar hasta que se jala a lo largo de las uniones cervicales. Su centro de gravedad está por encima y por delante de su asiento y unión con la columna cervical; por tanto, tiende a rodar hacia un lado. Este movimiento a menudo resulta en dislocaciones y fracturas óseas.

La **distracción (sobre-elongación de la columna)** ocurre cuando una parte de la columna vertebral está estable y el resto está en movimiento longitudinal. Esta separación de la columna fácilmente ocasiona un estiramiento y desgarre de la médula espinal. La lesión por distracción es un mecanismo común de las heridas en los parques infantiles y en ahorcamientos.

Aunque cualquiera de estos tipos de movimientos violentos puede ser la causa dominante de la lesión de médula en un paciente dado, uno o más de los otros por lo general también están involucrados.

Lesiones de la médula espinal

La lesión primaria se produce en el momento del impacto o aplicación de la fuerza y puede causar compresión, lesión directa (por lo general a partir de fragmentos óseos inestables afilados o como proyectiles) e interrupción del suministro de sangre a la médula espinal. La lesión secundaria sobreviene después de la afectación inicial, y puede incluir inflamación, isquemia o el movimiento de los fragmentos óseos.⁷

La **contusión de la médula espinal** resulta en la interrupción temporal de las funciones de este órgano distales a la lesión. La **contusión de médula espinal** involucra hematomas o sangrado en los tejidos de la médula que también conllevan una pérdida temporal (a veces permanente) de sus funciones distales a la lesión ("shock" espinal). El **shock medular** es un fenómeno neurológico que se produce en una cantidad impredecible y variable de tiempo después de la afectación de la médula espinal; el resultado es la pérdida temporal de la totalidad de las funciones sensorial y motora, flacidez muscular y parálisis, y pérdida de los reflejos por debajo del nivel de la lesión. La contusión por lo general se debe a un tipo de penetración de la lesión o movimiento de los fragmentos óseos. La gravedad del daño causado por la contusión se relaciona con la cantidad de sangrado en el tejido de la médula espinal. El daño o la interrupción del suministro de sangre conduce a isquemia tisular local de la médula.

La **compresión medular** es la presión sobre la médula espinal causada por inflamación, aunque también se puede producir a partir de la rotura traumática del disco y fragmentos de hueso. Puede ocasionar isquemia tisular y en algunos casos requiere descompresión para evitar una pérdida permanente de la función. La **laceración medular** se presenta cuando el tejido de la médula espinal se rompe o corta.

La lesión de la médula espinal por lo general da lugar a una incapacidad permanente si se rompen algunos o todos los tractos espinales; sin embargo, los déficit neurológicos se pueden revertir si los daños son leves. La transección de la médula espinal se clasifica como completa o incompleta. En la **transección medular completa** todos los tractos espinales se interrumpen y se pierden todas las funciones de la médula espinal distales al sitio. Debido a los efectos adicionales de la inflamación, no se puede determinar de forma exacta la extensión de la pérdida de la función sino hasta 24 horas después de la lesión. La mayoría de las transecciones completas da como resultado paraplejía o tetraplejía, dependiendo del nivel de la afectación. En la **transección espinal incompleta** algunos tractos y funciones motoras/sensoriales permanecen intactos. El pronóstico de recuperación es mayor en estos casos que con la transección completa.

Los tipos de lesiones de la médula incompletas incluyen lo siguiente:

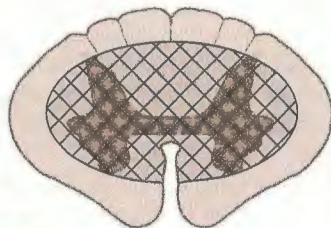
- El **síndrome de médula anterior** por lo general es resultado de fragmentos óseos o presión sobre las arterias vertebrales (Figura 11-9). Los síntomas abarcan pérdida de la función motora y dolor, temperatura y sensaciones al tacto ligero. Sin embargo, algunas sensaciones al tacto ligero, de movimiento, posición y vibración quedan íntegras.

- El **síndrome de médula central** por lo general ocurre con la hiperextensión de la zona cervical (Figura 11-10). Los síntomas incluyen debilidad o parestesias en las extremidades superiores, pero fuerza y sensibilidad normales en las extremidades inferiores. Este síndrome ocasiona diversos grados de disfunción de la vejiga.
- El **síndrome Brown-Séquard** es causado por una lesión penetrante y conlleva hemitransección de la médula espinal, que implica un solo lado del órgano (Figura 11-11). Los síntomas incluyen daño completo de la médula espinal y pérdida de función en el lado afectado (motor, vibración, movimiento y posición), así como pérdida de la sensación de dolor y temperatura en el lado opuesto de la lesión.⁸



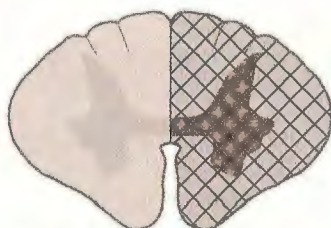
Área de la lesión medular

Figura 11-9 Síndrome de médula anterior.



Área de la lesión medular

Figura 11-10 Síndrome de médula central.



Área de la lesión medular

Figura 11-11 Síndrome de Brown-Séquard.

El "shock" neurogénico secundario a una lesión de la médula espinal representa un hallazgo adicional significativo. Esta condición es diferente al shock medular antes descrito. Aunque muchas personas utilizan los términos "shock neurogénico" y "shock medular" de forma indistinta, representan diferentes entidades. Cuando se altera la médula espinal, se interrumpe el mecanismo de

control simpático del cuerpo, y ya no puede mantener la constricción de los músculos en las paredes de los vasos sanguíneos por debajo del punto de interrupción. Estas arterias y arteriolas se dilatan, agrandando el tamaño del contenedor vascular, lo que conduce a una pérdida parcial de la resistencia vascular sistémica. Esto genera una hipovolemia relativa y, como resultado, la tensión arterial disminuye. Sin embargo, la piel está cálida y seca, en vez de fría y húmeda como sería de esperar con el shock hemorrágico. En lugar de la taquicardia por lo general asociada con el shock hipovolémico, este tipo de lesión se asocia con una frecuencia cardíaca normal o un ligera bradicardia.

Aunque el paciente puede estar hipotenso, el "shock" neurogénico a menudo no deteriora el suministro de oxígeno a los tejidos periféricos (véase el Capítulo 9, Shock). Las lesiones medulares altas (C5 o más arriba) son más propensas a requerir intervenciones cardiovasculares con vasopresores y marcapasos.⁹ Una declaración de consenso reciente recomienda la pronta corrección de la hipotensión (tensión arterial sistólica inferior a 90 milímetros de mercurio [mm Hg]) en el lugar de la lesión medular aguda para prevenir un daño secundario. Lo ideal es que la presión sanguínea de los pacientes con lesión sospechosa de la médula espinal se mantenga en un rango normal (tensión arterial media de 85 a 90 mm Hg).¹⁰

Evaluación

El daño a la columna, al igual que con otras condiciones, debe evaluarse en el contexto de otras lesiones y de la situación presente. La evaluación primaria es prioritaria. Sin embargo, a menudo el paciente primero necesita ser movido para garantizar la seguridad de todas las personas en el lugar. Por tanto, una evaluación rápida de la escena y la historia del evento deben determinar la posibilidad de una lesión de la médula, en cuyo caso se procede a proteger manualmente la columna vertebral del paciente. Su cabeza se coloca en una posición neutral en línea, salvo que esté contraindicado (véase más adelante en este capítulo "Estabilización manual en línea de la cabeza"). La cabeza se mantiene en dicha posición hasta que la evaluación revele que no hay indicación para la inmovilización, o hasta que la estabilización manual sea reemplazada con un dispositivo de restricción de movimiento espinal, como collarín cervical con tabla corta para columna, tabla larga, o un dispositivo tipo chaleco.

Examinación neurológica

En campo se realiza una exploración neurológica rápida para identificar los déficit evidentes relacionados con la lesión en la médula espinal. Se le solicita al paciente que mueva los brazos, las manos y las piernas, y se observa su imposibilidad para hacerlo. Después se examina si muestra presencia o ausencia de sensación a partir de los hombros, extendiendo la revisión hasta los pies. Un examen neurológico completo no se tiene que llevar a cabo en el ámbito prehospitalario, ya que no proporcionará información adicional que afecte las decisiones sobre la atención necesaria, y sólo gastará tiempo valioso en la escena y retrasará el traslado.

La exploración neurológica rápida se repite después de que el paciente es inmovilizado, cada vez que se mueve, y al llegar a la instalación receptora. Esto ayudará a identificar cualquier cambio en la condición del sujeto que pudiera haber ocurrido después de la evaluación primaria.

Evaluación de las lesiones de la médula espinal mediante el mecanismo de la lesión

Tradicionalmente se ha enseñado a los proveedores de atención prehospitalaria que la sospecha de una lesión de columna se basa únicamente en el mecanismo de la lesión y que se requiere la inmovilización de este órgano para cualquier paciente con un mecanismo que la indique. Esta generalización ha ocasionado la falta de guías clínicas claras para la evaluación de este tipo de lesiones. Sin embargo, la evaluación del cuello y la columna para la inmovilización de la columna vertebral también debe incluir el examen de las funciones motora y sensorial, la presencia de dolor o sensibilidad y la fiabilidad del paciente como predictores de una lesión de médula espinal (Figura 11-12). Además, es posible que la persona no se queje de dolor en la columna vertebral debido al malestar asociado con una afectación dolorosa de más distracción, como una fractura de fémur.⁹ El alcohol o drogas que pudiera haber ingerido, así como una lesión cerebral traumática también bloquean la percepción del dolor del paciente y ocultan una lesión grave.

Figura 11-12 Indicaciones para una inmovilización de columna

- Sensibilidad a la palpación de la columna vertebral
- Queja de dolor en la columna vertebral
- Estado mental alterado (p. ej., lesión cerebral traumática, influencia de alcohol o sustancias intoxicantes)
- Incapacidad para comunicarse de manera eficaz (p. ej., edad extremadamente joven, barrera del idioma)
- Escala de coma de Glasgow (ECG) de menos de 15
- Evidencia de lesión por distracción
- Parálisis u otro déficit neurológico o queja

El enfoque primario de la atención prehospitalaria consiste en reconocer las indicaciones para la inmovilización espinal en lugar de intentar liberar la columna vertebral.¹¹⁻¹⁸ Debido a que muchos pacientes no tienen lesionada la médula, lo conveniente es una aproximación selectiva para llevar a cabo la inmovilización, sobre todo porque se ha demostrado que produce efectos adversos en voluntarios sanos, incluyendo mayor esfuerzo respiratorio, isquemia de la piel y dolor.¹⁹ Este enfoque selectivo es aún más importante en la población de edad avanzada, que es más susceptible a la ruptura de la piel y a tener una enfermedad pulmonar subyacente. Los proveedores de atención prehospitalaria deben centrarse en las indicaciones apropiadas para realizar la inmovilización de columna.²⁰

Si después de una minuciosa exploración no hay indicios, tal vez no sea necesaria la inmovilización. La base para el cuidado apropiado de la columna es la misma que con toda la atención para traumatismos: evaluación superior con tratamiento adecuado y oportuno.

Traumatismo cerrado

Las principales causas de lesión de la médula en pacientes adultos incluyen las siguientes:

1. Accidentes de vehículos automotrices
2. Caídas
3. Accidentes de motocicleta
4. Lesiones deportivas
5. Traumatismo violento
6. Incidentes en aguas poco profundas

Las principales causas de lesión de la médula en pacientes pediátricos son las siguientes:

1. Caídas desde lo alto (generalmente de dos a tres veces la altura del paciente)
2. Caídas desde un triciclo o bicicleta
3. Ser golpeado por un vehículo automotriz

Como pauta general, se debe presumir la presencia de lesión de la médula y una columna vertebral potencialmente inestable. De inmediato se estabiliza manualmente la columna cervical, y se evalúa la columna vertebral para determinar la necesidad de inmovilización considerando las siguientes situaciones:

- Cualquier mecanismo contundente que produjo un impacto violento en cabeza, cuello, torso o pelvis (p. ej., ataque, atrapamiento en un colapso estructural)
- Los incidentes que suscitaron aceleración o desaceleración súbita, o fuerzas de flexión lateral en cuello o torso (p. ej., accidentes de tránsito de velocidad moderada a alta, peatones golpeados por vehículo, involucramiento en una explosión)
- Cualquier caída, sobre todo en personas de edad avanzada
- Eyección o caída de un dispositivo de transporte motorizado o no motorizado (p. ej., patinetas, monopatinas, bicicletas, vehículos automotrices, motocicletas, vehículos recreativos)
- Cualquier incidente en aguas poco profundas (clavados, surf de cuerpo)

Otras situaciones asociadas a menudo con un daño espinal incluyen:

- Lesiones en la cabeza con alteración del nivel de conciencia
- Daño significativo al casco
- Lesión contusa significativa al torso
- Fracturas en piernas o cadera por impacto de desaceleración, u otros
- Lesiones significativas localizadas en la zona de la columna vertebral

Estos mecanismos de lesión deben obligar a un examen minucioso y completo del paciente para determinar si hay indicios de que se necesita inmovilizar la columna. Si no se encuentran indicios, se puede suspender la estabilización manual de la columna cervical.

El uso de sistemas de retención con cinturones de seguridad adecuados ha demostrado salvar vidas y reducir lesiones de cabeza, rostro y torácicas. Sin embargo, esto no descarta completamente la posibilidad de lesión en la columna. En colisiones de impacto frontal significativo, cuando se produce una desaceleración intensa súbita, el torso contenido se detiene repentinamente conforme se activa el cinturón de seguridad en los hombros, pero la cabeza sin restricciones puede continuar su movimiento hacia adelante. Si la fuerza de desaceleración es lo suficientemente fuerte, la cabeza se moverá hacia abajo hasta que el mentón golpee la pared torácica, con frecuencia rotando a través de la correa diagonal que restringe el hombro. Esta hiperflexión rápida, contundente, y la rotación del cuello ocasionan fracturas por compresión de las vértebras cervicales, facetas "saltadas" (dislocación de los procesos articulares) y estiramiento de la médula espinal. Diferentes mecanismos también causan trauma espinal en víctimas restringidas de colisiones traseras o laterales. La magnitud del daño al vehículo y otras lesiones del paciente son factores clave para determinar si una persona necesita ser inmovilizada.

La capacidad del paciente para caminar no debe ser una consideración que determine si necesita tratamiento para una lesión potencial de la médula. Se encontró un número significativo de pacientes "caminando" en la escena o en el área de urgencias del hospital, que más tarde requirieron intervención quirúrgica por lesiones de médula inestable.

Traumatismo penetrante

Una lesión penetrante conlleva una consideración especial en cuanto al potencial de traumatismo espinal.²¹ En general, si un paciente no tuvo una lesión neurológica definida en el momento en que se produjo el traumatismo penetrante, hay poca preocupación de que posteriormente se desarrolle una lesión de la médula espinal (Figura 11-13). Esto se debe al mecanismo de la lesión y la cinemática asociados con la fuerza involucrada. Los objetos penetrantes por lo general no producen fracturas vertebrales inestables porque un traumatismo penetrante, a diferencia de un traumatismo cerrado, produce un riesgo mínimo de crear lesiones inestables de ligamentos o huesos. Un objeto de este tipo causa lesiones a lo largo de su incursión: si no daña directamente la médula espinal al penetrar, es poco probable que se desarrolle una lesión en este órgano.

Numerosos estudios han demostrado que las lesiones espinales inestables rara vez ocurren debido a un traumatismo penetrante en la cabeza, cuello o torso,²²⁻²⁹ y que las lesiones penetrantes aisladas por sí mismas no son indicaciones para inmovilizar la columna. Debido al muy bajo riesgo de una lesión espinal inestable, y a que las otras heridas infligidas por el traumatismo penetrante a menudo requieren mayor prioridad en el manejo, los pacientes con un traumatismo de este tipo no necesitan ser sometidos a dicha inmovilización. De hecho, en un estudio retrospectivo con base en información del National Data Bank se documentó que los pacientes con traumatismo penetrante que recibieron inmovilización espinal en campo tenían una tasa de mortalidad general más alta que quienes no fueron sometidos al procedimiento.³⁰ Sin embargo, el proveedor de atención prehospitalaria debe estar alerta ante el hecho de que puede haber un traumatismo cerrado involucrado junto con el traumatismo penetrante. Una persona que se cayó por las escaleras tras

Figura 11-13 Lesiones penetrantes

Las lesiones penetrantes por sí mismas no son indicaciones para inmovilización de columna.

recibir un disparo o ser apuñalada, o que estuvo involucrada en una pelea antes de recibir una herida de bala, también puede ser candidata a la inmovilización de la columna.

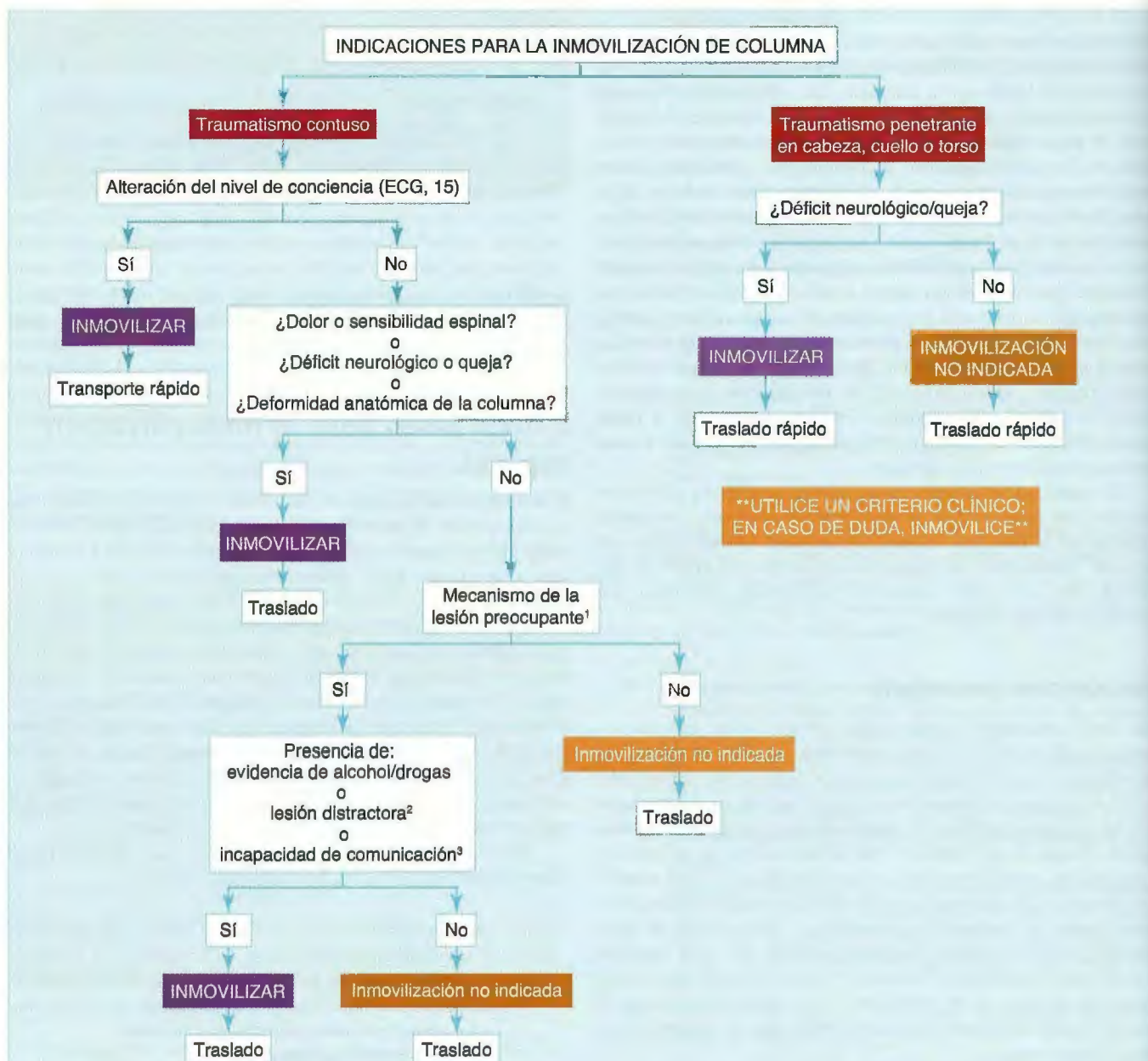
Indicaciones para la inmovilización espinal

El mecanismo de la lesión se utiliza como apoyo para determinar las indicaciones de inmovilización de la columna (Figura 11-14). El punto clave es tener en cuenta que una exploración física completa, junto con un buen juicio clínico, siempre ayudarán en la toma de decisiones y que, *en caso de duda, se debe inmovilizar*.

Es útil considerar que las víctimas de una lesión penetrante (p. ej., heridas de bala o de arma blanca) en cabeza, cuello o torso tienen un mecanismo de lesión relacionado cuando se quejan de síntomas neurológicos o muestran hallazgos como entumecimiento, hormigueo y pérdida de las funciones motora o sensorial, o pérdida real de la conciencia. Sin embargo, si no reportan síntomas neurológicos, mecanismo secundario de lesiones u otros hallazgos, la columna vertebral no necesita ser inmovilizada (aunque todavía se puede utilizar la tabla con fines de elevación y traslado).

En el paciente con traumatismo cerrado, las siguientes condiciones deben conducir a una inmovilización espinal:

1. *Alteración del nivel de conciencia* con una puntuación en la escala de coma de Glasgow (ECG) menor a 15. Cualquier factor que perturbe la percepción de dolor de la persona dificultará la evaluación de la lesión del proveedor de atención prehospitalaria; estos factores incluyen:
 - Lesión cerebral traumática
 - Alteración del estado mental que no sea una lesión cerebral traumática. (P. ej., pacientes con enfermedades psiquiátricas, Alzheimer, o bajo la influencia de bebidas alcohólicas pueden tener una percepción del dolor confusa.)
 - Reacciones de estrés agudo proclives al "enmascaramiento del dolor"
2. *Dolor o sensibilidad de la columna.* Incluye dolor subjetivo o con el movimiento, sensibilidad en un punto o tensión de los músculos en el área de la columna.
3. *Déficit neurológico o queja.* Incluye parálisis bilateral, parálisis parcial, paresia (debilidad), entumecimiento, hormigueo o sensación de hormigueo, y shock medular neurogénico por debajo del nivel de la lesión. En los hombres, una erección continua del pene (priapismo) es indicio adicional de lesión medular.

**Notas:****¹** Respecto de los mecanismos de lesión

- Cualquier mecanismo que produce un impacto violento en cabeza, cuello, torso o pelvis (p. ej., ataque, atrapamiento en un colapso de estructuras, etcétera)
- Los incidentes que suscitan aceleración o desaceleración súbita, o fuerzas de flexión lateral en cuello o torso (p. ej., accidente de vehículo automotriz con velocidad moderada a alta, peatón golpeado, involucrado en una explosión, etcétera)
- Cualquier caída, sobre todo en personas de edad avanzada
- Eyección o caída de cualquier dispositivo de transporte motorizado o no-motorizado (p. ej., patinetas, monopatines, bicicletas, vehículos de motor, motocicletas o vehículos recreativos)
- Víctima de accidente de clavado en aguas poco profundas

² Lesiones distractoras

Cualquier lesión con potencial de alterar la capacidad del paciente para apreciar otras afectaciones. Los ejemplos de lesiones distractoras incluyen: a) fractura de huesos largos; b) lesión visceral que requiere consulta quirúrgica; c) laceración grande, lesiones por avulsión o por aplastamiento; d) quemaduras extensas, e) cualquier otra lesión que produzca un deterioro funcional agudo. (Adaptado de Hoffman J. R., Wolfson A. B., Todd K., Mower W. R.: Selective cervical spine radiography in blunt trauma: methodology of the National Emergency X-Radiography Utilization Study [NEXUS], *Ann Emerg Med* 461, 1998.)

³ Incapacidad para comunicarse

Cualquier paciente que, por razones no expresadas anteriormente, no se puede comunicar con claridad a efecto de participar activamente en su evaluación. Ejemplos: discapacitados del habla o la audición, hablantes de otro idioma y niños pequeños.

Figura 11-14 Indicaciones para una inmovilización de columna.

4. *Deformidad anatómica de la columna.* Incluye cualquier deformidad de la columna vertebral observada en la exploración física del paciente.

Sin embargo, la ausencia de estos signos no descarta una lesión de médula ósea (Figura 11-15).

Cuando una persona tiene un mecanismo de lesión preocupante en ausencia de las condiciones antes mencionadas, se debe evaluar su fiabilidad. Un paciente confiable está tranquilo, coopera y tiene un estado mental completamente normal. Uno no confiable puede mostrar cualquiera de las siguientes condiciones:

- *Estado mental alterado.* Los pacientes que han tenido una lesión cerebral traumática cuyo resultado es una alteración de su nivel de conciencia no pueden ser evaluados adecuadamente y deben ser inmovilizados, al igual que aquellos que están bajo la influencia de drogas o alcohol, los cuales deben ser adicionalmente manejados como si tuvieran lesiones de la médula hasta que estén en calma, sobrios y cooperen, y la exploración física sea normal.
- *Lesiones que causan distracción por dolor.* Las lesiones que son muy dolorosas pueden distraer al paciente con otras menos dolorosas, e interferir con sus respuestas confiables durante la evaluación.⁹ Los ejemplos incluyen una fractura de fémur o una quemadura grande (véase la Figura 11-14).
- *Barreras de comunicación.* Se pueden enfrentar problemas de comunicación en pacientes con barreras del idioma, audición deficiente, que aún no hablan o son muy jóvenes, o que por cualquier razón no pueden expresarse de manera eficaz.

La persona debe ser reevaluada continuamente para asegurar la fiabilidad en todas las fases de su evaluación. Si en algún momento presenta estos signos o síntomas, o se cuestiona la confiabilidad de la exploración, es de suponer que tiene una lesión de columna, y se deben implementar las técnicas de manejo de inmovilización completa.

Figura 11-15 Signos y síntomas de traumatismo espinal

- Dolor en el cuello o la espalda
- Dolor al movimiento del cuello o la espalda
- Dolor a la palpación de la parte posterior del cuello o línea media de la espalda
- Deformidad de la columna vertebral
- Protección o entablillado de los músculos del cuello o la espalda
- Parálisis, parestia, entumecimiento u hormigueo en las piernas o los brazos en cualquier momento después del incidente
- Signos y síntomas de shock neurogénico
- Priapismo (en pacientes hombres)

En muchas situaciones el mecanismo de la lesión no sugiere afectación en el cuello (p. ej., la caída sobre la mano extendida y una fractura de Colles [distal del radio y el cúbito]). En estos pacientes, en situación de una exploración normal y evaluación adecuada, no se indica la inmovilización de columna.

Manejo

En Estados Unidos, el manejo de una columna vertebral potencialmente inestable indica inmovilizar al paciente en posición supina, por lo general en una tabla larga rígida en posición neutral en línea. La camilla de cuchara se utiliza a menudo como una alternativa a la tabla rígida, ya que su aplicación no requiere rodar o levantar al paciente y puede ser más cómoda (Figura 11-16). En muchos países, con frecuencia se utiliza una férula de colchón de vacío de cuerpo completo en lugar de la tabla (Figura 11-17). Se inmovilizan cabeza, cuello, torso y pelvis, cada uno en una posición neutral en línea, para evitar cualquier movimiento adicional de la columna inestable que pudiera dañar la médula espinal. Esta tarea sigue el principio común del manejo de fracturas: la inmovilización de la articulación por encima y por debajo de la lesión. Debido a la anatomía de la columna vertebral, este principio de inmovilización debe extenderse más allá de la articulación por encima y por debajo de una lesión vertebral sospechosa. La articulación por encima de la columna vertebral significa la cabeza y la articulación por abajo significa la pelvis.

Una flexión anterior moderada o la extensión de los brazos pueden causar un movimiento significativo de la cintura escapular. Cualquier movimiento o angulación de la pelvis conlleva un movimiento del sacro y de las vértebras adjuntas. Por ejemplo, el movimiento lateral de las dos piernas juntas ocasiona angulación de la pelvis y flexión lateral de la columna vertebral.

Las fracturas de una zona de la columna vertebral a menudo se asocian con fracturas en otras áreas del mismo órgano.²⁸ Por tanto, toda la columna que soporta el peso (cervical, torácica, lumbar y sacra) debe ser considerada como una sola entidad, y se sujeta y da soporte a la totalidad para lograr la inmovilización adecuada. La posición supina es la más estable para garantizar el apoyo continuo durante el manejo, transporte y traslado de un paciente. También ofrece el mejor acceso para su posterior exploración, reanimación adicional y manejo. Cuando la persona está en decúbito supino se puede tener acceso de forma simultánea a la vía aérea, la boca y la nariz, los ojos, el pecho y el abdomen.

Se suele encontrar a las víctimas en una de cuatro posturas generales: sentada, semiprona (de defensa), supina o de pie. La columna vertebral del paciente se tiene que proteger y estabilizar de inmediato y continuamente desde el momento en que se le encuentra hasta que está mecánicamente fija. Las técnicas y equipos como la estabilización manual, tablas cortas para columna, chalecos de inmovilización, inmovilización de pie, camillas cuchara, métodos adecuados para rodar y la liberación rápida con estabilización manual completa son de carácter provisional y se utilizan para proteger la columna. Estas técnicas permiten el movimiento seguro de un paciente desde la posición en que se le encontró hasta que se pueda implementar la inmovilización completa en posición supina. Un estudio sugiere que un tipo de camilla cuchara fabricada recientemente puede ser tan eficaz como una tabla larga rígida estándar.²⁹

Figura 11-16 Camilla de cuchara

La camilla tipo cuchara (también conocida como camilla plegable, camilla ortopédica Robertson o simplemente *cuchara*) fue inventada en 1943 por Wallace W. Robinson en Portland, Maine, y patentada en 1947.³¹ Utilizaba sólo una apertura articulada en el extremo destinado a los pies. La forma que conocemos hoy en día, con dos aperturas articuladas, fue patentada por Ferno® en 1970.

La camilla de cuchara tradicional está fabricada con metal (aluminio u otros metales ligeros), pero ahora son más utilizados los plásticos modernos. Este dispositivo consta de dos partes para permitir colocar las mitades separadas debajo de cada lado del paciente sin manipulación excesiva. Después de fijar las mitades juntas, el paciente puede ser elevado y transferido a la camilla de la ambulancia o al colchón de vacío.

Cuando está tendida, la camilla mide aproximadamente 1.6 m (5 pies, 5 pulgadas) de largo y 0.4 m (16 pulgadas) de ancho, pero se puede extender a 2.0 m (6 pies, 6 pulgadas) para adaptarse al tamaño del paciente. Su peso es más o menos igual al de una tabla larga. Los límites de peso del paciente que acepta, varían de acuerdo con las

especificaciones del fabricante (generalmente de 160 a 300 kg [350 a 660 libras]).

A diferencia de una tabla larga, la camilla de cuchara no debe considerarse una herramienta para el traslado del paciente a una gran distancia. Su función principal es transferirlo a una camilla o colchón de vacío; si la situación es crítica, se utiliza para transportarlo en una distancia corta, siempre que esté bien sujeto con las correas.

La camilla de cuchara ha demostrado ser más cómoda que la tabla larga y puede favorecer un menor movimiento de la columna durante la aplicación del dispositivo.³²



Camilla de cuchara.

Fuente: © Jones and Bartlett Publishers. Cortesía de MIFEMSS.

Figura 11-17 Férula de colchón de vacío

El colchón de vacío fue inventado por Loed y Haederlé en Francia. Otras fuentes dan crédito a Erik Runereldt, un sueco, que al parecer concibió la idea a finales de la década de 1960 después de observar un paquete de granos de café envasado al vacío.

El colchón de vacío es una herramienta de transporte e inmovilización que se utiliza después de que el paciente ha sido transferido a éste con la camilla de cuchara. La férula es una bolsa de polímero hermética llena de bolitas de poliestireno que incluye una válvula. Cuando se expulsa el aire del colchón, la presión atmosférica exterior presiona las bolas entre sí, formando una "cama" rígida para el paciente que se amolda a los contornos de su cuerpo.

Este dispositivo ha evolucionado considerablemente en la última década. Ahora es más ancho y más largo que la versión original, y tiene un sistema de válvula mejorado para eliminar más fácilmente el aire del interior del colchón. La eliminación del aire implica el uso de una bomba de vacío (ya sea manual o una unidad de succión eléctrica).

El colchón que se muestra aquí tiene forma de V, y permite a los proveedores de atención prehospitalaria envolver al paciente de manera más segura. Los cinturones de fijación y de carga se cosen sobre el travesaño, lo que facilita su uso y manejo.

Al igual que con todas las herramientas médicas, existen muchas marcas de colchones de vacío. Los proveedores de

atención prehospitalaria deben familiarizarse con su dispositivo en particular y participar en entrenamientos frecuentes sobre su uso.

Numerosos estudios han demostrado que el colchón de vacío proporciona un grado mucho más alto de comodidad para el paciente cuando se compara con la tabla rígida larga.³³⁻³⁸ Es de particular importancia destacar que, como la mayoría de las tablas, es penetrable a las radiografías, de modo que el paciente no necesita ser retirado de los sistemas de inmovilización mientras es valorado en el área de urgencias.



Férula de colchón de vacío.

Fuente: Cortesía de Hartwell Medical.

En muchas ocasiones se presta demasiada atención a los dispositivos inmovilizadores en particular sin que se conozcan los principios de la inmovilización y cómo modificarlos para satisfacer las necesidades individuales del paciente. Los dispositivos específicos y métodos de inmovilización se utilizan con seguridad sólo si se conocen los principios anatómicos que son genéricos a todas las técnicas y equipos. Cualquier método inflexible y detallado para el uso de un dispositivo no cumple con las variadas condiciones que se encuentran en campo. Independientemente del equipo específico o método utilizado, el manejo de cualquier paciente con una columna estable deberá seguir los pasos generales que se describen en la siguiente sección.

Método general

Cuando tome la decisión de inmovilizar a un paciente con traumatismo, siga estos principios:

1. Mueva la cabeza del individuo en una posición neutral en línea adecuada (salvo contraindicación; véase la sección siguiente). Continúe el apoyo manual y la estabilización en línea sin interrupción.
2. Someta al paciente a la evaluación primaria y provea de inmediato toda la intervención necesaria.
3. Compruebe la capacidad motora del paciente, respuesta sensorial y circulación en las cuatro extremidades si su condición lo permite.
4. Examine el cuello, mida y aplique un collar cervical eficaz que se ajuste de manera adecuada.
5. Dependiendo de la situación y el estado crítico del paciente, colóquelo en una tabla corta o dispositivo tipo chaleco, o utilice una maniobra de extracción rápida si se encuentra en un vehículo automotriz. Instálelo en una tabla larga u otro dispositivo de inmovilización adecuado si se encuentra acostado en el suelo.
6. Inmovilice el torso del paciente en el dispositivo de forma que no se pueda mover hacia arriba, abajo, izquierda o derecha.
7. Evalúe y coloque una almohadilla detrás de la cabeza del paciente adulto o el torso del paciente pediátrico, según sea necesario.
8. Inmovilice la cabeza en el dispositivo, manteniendo una posición neutral en línea.
9. Una vez que la persona esté instalada en el dispositivo (si éste es corto), sujete sus piernas de manera que no puedan moverse hacia delante o lateralmente.
10. Asegure los brazos del paciente si se indica.
11. Revalúe la evaluación primaria y la capacidad motora del paciente, la respuesta sensorial y la circulación en las cuatro extremidades, si su condición lo permite.

Estabilización manual en línea de la cabeza

Una vez que se ha determinado a partir del mecanismo de la lesión que puede haber daño de columna, el primer paso es proporcionar estabilización en línea de forma manual. Sujete la cabeza del paciente y llévela cuidadosamente a una posición neutral en línea, a menos que esté contraindicado (véase más abajo). Mantenga esta

posición en forma adecuada sin ninguna tracción significativa en la cabeza y el cuello. Sólo se debe ejercer suficiente tracción sobre un paciente sentado o de pie para provocar la descarga axial (tomando el peso de la cabeza fuera del eje y el resto de la columna cervical). La cabeza debe mantenerse constantemente en posición neutral en línea, estabilizada de forma manual hasta que se complete la inmovilización mecánica del torso y la cabeza o la exploración indique que no hay necesidad de inmovilizar la columna. De esta manera, la cabeza y el cuello son sujetados de inmediato y permanecen así, si está indicado, hasta después de una exploración en el hospital. Mover la cabeza en una posición neutral en línea presenta menos riesgo que si el paciente fuera llevado y trasladado con la cabeza a la izquierda en posición angulada. Además, tanto la inmovilización como el traslado son mucho más simples con un paciente en posición neutral.

Contraindicaciones

Sólo en pocos casos se contraindica la estabilización de la cabeza en una posición neutral en línea, la cual se debe suspender si el cuidadoso movimiento de la cabeza y el cuello en dicha posición genera cualquiera de las siguientes condiciones:

- Resistencia al movimiento
- Espasmo muscular del cuello
- Aumento del dolor
- Inicio o incremento de un déficit neurológico, como entumecimiento, hormigueo o pérdida de la capacidad motora
- Compromiso de la vía aérea o ventilación

No se debe intentar el movimiento neutral en línea si las lesiones de un paciente son tan graves que la cabeza se presenta con tal desalineación que ya no parece extenderse desde la línea media de los hombros. En esta situación, se debe inmovilizar la cabeza en la posición en la que se encontró inicialmente. Por fortuna, estos casos son poco frecuentes.

Collarines cervicales rígidos

Los collarines cervicales rígidos no proporcionan por sí solos una adecuada inmovilización; simplemente ayudan en el apoyo al cuello y e impiden el movimiento. Un dispositivo de tamaño apropiado limita la flexión en 90% y ofrece un límite de extensión, flexión lateral y rotación de alrededor de 50%. El collarín cervical rígido es un complemento importante de la inmovilización, pero siempre se debe utilizar con estabilización manual o con la inmovilización mecánica proporcionada por un dispositivo adecuado para la columna vertebral. Un collar cervical blando no sirve como adyuvante de la inmovilización en campo.

El único propósito del collarín es proteger la columna vertebral cervical de una compresión. Los métodos prehospitalarios (utilizando un chaleco, una tabla corta o un dispositivo de tabla larga) todavía permiten cierto movimiento del paciente y de la columna vertebral debido a que sólo lo sujetan externamente, y el tejido de la piel y el músculo se mueven un poco en la estructura del esqueleto incluso cuando la persona está muy bien inmovilizada. La mayoría de las situaciones de rescate implican cierto movimiento del paciente y de la columna vertebral cuando se le extrica, traslada y carga. Este tipo de movimiento también se produce cuando una ambulancia acelera y desacelera en situaciones de conducción normales.

Un collarín cervical eficaz descansa sobre el pecho, la columna torácica posterior y la clavícula, así como en los músculos del trapecio, donde el movimiento tisular es mínimo. Aún así, permite el movimiento en C6, C7 y T1, pero impide la compresión de estas vértebras. La cabeza se inmoviliza bajo el ángulo de la mandíbula y en el occipucio del cráneo. El collarín rígido permite que la carga inevitable entre la cabeza y el torso sea transferida de la columna cervical al collarín, eliminando o minimizando la compresión cervical que de otro modo se podría suscitar.

Aun cuando no inmoviliza por completo la columna vertebral y la cabeza, el collarín ayuda a limitar el movimiento de esta última. La porción anterior rígida del collarín también proporciona una vía segura para la correa que atraviesa la parte más baja de la cabeza a través del cuello mientras se continúa con la inmovilización, del paciente.

El collarín debe ser del tamaño correcto para el paciente: uno demasiado corto no será eficaz y permitirá la flexión o compresión significativa de la columna vertebral debido a la carga axial; uno demasiado grande ocasionará distracción de la columna vertebral, hiperextensión o movimiento completo si el mentón se desliza en su interior.⁴⁰ Además, se debe aplicar de manera correcta. Un collarín demasiado flojo no tendrá eficacia para limitar el movimiento de la cabeza y puede cubrir por accidente la barbilla anterior, la boca y la nariz, obstruyendo las vías aéreas del paciente; un collar demasiado apretado comprime las venas del cuello y aumenta la presión intracraneal.

Existen muchos tipos de collarines cervicales rígidos disponibles en el mercado. El método para determinar su tamaño correcto y aplicación debe ser acorde con las recomendaciones del fabricante. Uno mal ajustado o de tamaño inadecuado no ayudará al paciente y será perjudicial en caso de una columna vertebral inestable (Figura 11-18).

Este dispositivo se aplica después de colocar la cabeza del paciente en una posición neutral en línea. Si no es posible regresar la cabeza a esta posición, se dificulta el uso de un collarín y no se debe considerar. En este caso, el uso improvisado de una manta o toalla en rollo puede ayudar a la estabilización. Un collarín que no permite que la mandíbula se mueva hacia abajo o que se abra la boca sin movimiento de la columna, producirá la aspiración del contenido gástrico en los pulmones si el paciente vomita y, por tanto, no se debe utilizar. Los métodos alternativos para inmovilizar a un paciente cuando se descarta el collarín incluyen el uso de elementos como mantas, toallas y cinta. En el ámbito prehospitalario, tal vez el proveedor de atención tenga que ser creativo cuando se presentan este tipo de situaciones. Sea cual fuere el método utilizado, se deben seguir los conceptos básicos de la inmovilización (Figura 11-19).

Se han presentado casos de aumento de la presión intracraneal asociada con el uso del collarín cervical en pacientes con lesión cerebral traumática. Si una persona con sospecha de esta lesión muestra signos evidentes de aumento de la presión intracraneal, se debe tomar en consideración aflojar o abrir el collarín para proporcionar cierto alivio.^{41, 42}

Figura 11-18 Tamaño adecuado de un collarín cervical

Un collar cervical mal ajustado, de tamaño inadecuado, no ayudará al paciente y puede resultar perjudicial en el caso de una columna vertebral inestable.

Figura 11-19 Guías para collarines cervicales rígidos

Los collarines cervicales rígidos:

- No inmovilizan adecuadamente por su simple uso
- Deben tener el tamaño adecuado para cada paciente
- No deben inhibir la capacidad del paciente para abrir la boca o la del proveedor de atención prehospitalaria para abrirle la boca al paciente si se presentan vómitos
- No debe obstruir o dificultar de algún modo la ventilación

Inmovilización del torso sobre la camilla

Independientemente del dispositivo específico utilizado, el paciente debe ser inmovilizado para que el torso no pueda moverse hacia arriba, abajo, izquierda o derecha. El dispositivo rígido se sujeta al torso y el torso al dispositivo. Este último es asegurado al tronco del paciente de modo que sostenga e inmovilice la cabeza y el cuello cuando se fijen a su soporte. El torso y la pelvis del paciente se sujetan en el dispositivo de manera que se afirmen las secciones torácica, lumbar y sacra de la columna vertebral y no puedan moverse. **El torso se debe inmovilizar en el dispositivo antes de fijar la cabeza.** De esta manera, cualquier movimiento del dispositivo que puede producirse cuando se aseguren las correas del torso impide la angulación de la columna cervical.

Existen métodos diferentes para inmovilizar el dispositivo en el torso. Éste se debe proteger contra el movimiento en cualquier dirección—hacia arriba, abajo, izquierda o derecha—tanto en la parte superior (hombros o tórax) como en la inferior (pelvis) para evitar la compresión y el movimiento lateral de sus vértebras. La inmovilización del área superior se logra con varios métodos específicos, en cada uno de los cuales se aplican los conocimientos de los principios anatómicos básicos comunes. El movimiento cefálico de la parte superior del torso está acotado por el uso de una correa en cada lado, atada a la tabla inferior en el margen superior de cada hombro, que luego pasa sobre éste y se sujeta en un punto inferior (Figura 11-20). El movimiento caudal del torso se impide con el uso de cintas que pasan ajustadas alrededor de la pelvis y las piernas (Figura 11-21).

En uno de los métodos se utilizan dos correas para formar una X. Cada tira corre desde cada lado de la tabla sobre el hombro y luego pasa a través de la parte superior del tórax y en medio de la axila opuesta para quedar sujeta a la tabla al lado de la axila. Este enfoque detiene cualquier movimiento hacia abajo, la izquierda o arriba o la derecha de la parte superior del torso (Figura 11-22).

La misma inmovilización se logra fijando una correa a la tabla pasándola a través de una axila por la parte superior del tórax hasta la axila opuesta, para que quede sujeta al segundo lado de la tabla. Luego se añade una correa, o corbata, a cada lado sobre el hombro para fijarla a la banda de la axila, semejante a un par de tirantes.

La inmovilización de la parte superior del torso de un paciente con fractura de clavícula se logra colocando lazos tipo mochila alrededor de cada hombro a través de la axila, y sujetando los extremos



Figura 11-20 El movimiento caudal del tronco se reduce al mínimo con correas que pasan cómodamente alrededor de la pelvis y las piernas.
Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.



Figura 11-21 El movimiento cefálico del tronco se reduce al mínimo con una correa sujeta a la tabla en o por debajo del margen superior de cada hombro, que luego pasa por encima de éste y se sujeta en un punto más bajo.
Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

● cada lazo en el mismo asidero. Las correas se mantienen cerca de los bordes laterales de la parte superior del torso y no cruzan las clavículas. Con cualquiera de estos métodos las correas se instalan sobre el tercio superior del tórax y se pueden sujetar con firmeza sin producir un compromiso ventilatorio que se presenta típicamente con cintas apretadas colocadas en la zona baja del tórax.

La parte inferior del torso se inmoviliza con una sola correa sujeta firmemente sobre la pelvis a la altura de las crestas iliacas. Si la tabla larga se tiene que llevar suspendida, en escaleras o a una distancia larga, un par de lazos en la ingle proporcionará una inmovilización más fuerte que la correa única a través de las crestas iliacas.

El movimiento lateral o el movimiento anterior alejado del dispositivo rígido en el torso medio se pueden prevenir con una correa adicional que lo rodee. Cualquier cinta que abrace el torso entre la parte superior del tórax y las crestas iliacas debe estar ajustada, pero no tanto que inhíba la excursión torácica, deteriore la función ventilatoria u ocasione un aumento significativo de la presión intraabdominal. Independientemente de qué dispositivo o técnica de sujeción se utilice, el principio es asegurar el torso y la cabeza a la tabla rígida. El dispositivo y la técnica particular elegidos dependen

del criterio del proveedor de atención prehospitalaria y de la situación en concreto.

El debate sobre la camilla rígida (backboard)

Si bien la tabla rígida restringe el movimiento de toda la columna vertebral, es importante conocer una serie de hechos sobre este objeto en sí. Estar colocado sobre una camilla rígida es una experiencia muy incómoda para el paciente. Y si carece de relleno, dará lugar a quejas de molestia en la espalda después de un tiempo relativamente corto, además de que la inmovilización conlleva una cantidad significativa de presión ejercida sobre las prominencias óseas en contacto con la base. Con el tiempo se puede comprometer la circulación en estas áreas y el potencial de isquemia de la piel, necrosis y úlceras de decúbito. Todos estos factores deben advertir al proveedor de atención prehospitalaria de colocar algo de relleno debajo del paciente y reducir al mínimo la cantidad de tiempo que pase sobre la tabla.



Figura 11-22 Dos correas utilizadas para formar una X en la parte superior del tórax ayuda a detener cualquier movimiento hacia abajo, a la izquierda, arriba o a la derecha de la parte superior del torso.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

Además, algunos pacientes, en especial las personas bariátricas, pueden experimentar un compromiso respiratorio por estar sujetos a una tabla en posición supina.

Todos estos problemas han motivado una creciente corriente que pugna por disminuir o suspender completamente el uso de la camilla rígida, o por retirar a los pacientes de ésta, una vez que han sido instalados. Si bien es cierto que muchos son inmovilizados sin necesidad con base únicamente en el mecanismo de la lesión, el polémico dispositivo sigue jugando un papel importante en el manejo prehospitalario de los pacientes traumatizados. Es útil como herramienta de extricación y para llevar a las víctimas de trauma desde el punto de la lesión a la camilla de una ambulancia. Se debe realizar una evaluación crítica del efecto de disminuir el uso de la camilla rígida para determinar si este cambio en la práctica reporta o no un beneficio, o si el movimiento involuntario de la columna vertebral que conduce a una lesión medular es consecuencia de la decisión de no inmovilizar al paciente traumatizado.

Mantenimiento de la cabeza en posición neutral en línea

En muchos pacientes, cuando la cabeza se coloca en una posición neutral en línea, la parte más posterior de la región occipital en esta área de la cabeza queda a una distancia de 1.3 a 8.9 centímetros (cm) (0.5 a 3.5 pulgadas) de la pared torácica posterior (Figura 11-23A). Por tanto, en la mayoría de los adultos existe un espacio entre la parte posterior de la cabeza y la tabla cuando la cabeza está en dicha posición. Por ende, se debe añadir un relleno para fijar la extremidad al dispositivo de la tabla (Figura 11-23B). Para ser eficaz, este relleno debe ser de un material que no se comprima con facilidad. Se pueden utilizar almohadillas firmes semirrígidas diseñadas para este fin o toallas dobladas. La cantidad de relleno necesaria se debe individualizar para cada paciente; algunos no la requieren. Si se inserta muy poco relleno o éste es de un material esponjoso inadecuado, cuando se colocan las correas de la cabeza se produce una hiperextensión de esta extremidad. Si se introduce demasiado relleno, la cabeza se moverá en una posición flexionada. La hiperextensión y flexión de



A



B

Figura 11-23 A. En algunos pacientes, lo que permite al cráneo caer de nuevo al nivel de la tabla puede producir grave hiperextensión de la columna vertebral. B. Se necesita relleno entre la parte posterior de la cabeza y la tabla para evitar esta hiperextensión.

esta extremidad están contraindicadas porque pueden acentuar el daño de la médula espinal.

La misma relación anatómica entre la cabeza y la espalda se aplica cuando la mayoría de la gente está en decúbito supino, ya sea en el suelo o en una camilla rígida. Cuando los adultos están en posición supina, la cabeza cae de nuevo en una postura de hiperextensión. A su llegada, la cabeza debe ser movida a una posición neutral en línea y se debe mantener en esta condición de forma manual, lo cual requerirá levantarla del piso en el caso de muchos adultos. Una vez que el paciente es colocado en la tabla larga y la cabeza está a punto de ser fijada en ésta, se inserta el relleno apropiado (como se describe) entre la parte posterior de la cabeza y la tabla para mantener la posición neutral. Estos principios se aplican a todos los pacientes, incluyendo los atletas con hombreras y los sujetos con curvatura anormal de la columna vertebral, como aquellos con cifosis severa (Figura 11-24).

En niños pequeños, por lo general en aquellos con cuerpo del tamaño de un niño de 7 años o menos, el volumen de la cabeza es mucho más grande en relación con el resto del cuerpo comparado con los adultos, y los músculos de la espalda están menos desarrollados.⁵⁹ Cuando la cabeza de un niño pequeño está en posición neutral en línea, la parte posterior se extiende por lo general 2.5 a 5 cm (1 a 2 pulgadas) más allá del plano posterior de la espalda. Por tanto, si el niño se coloca directamente sobre una superficie rígida, la cabeza se moverá en una posición de flexión (Figura 11-25A).

La colocación de los niños pequeños en una tabla estándar larga ocasiona una flexión no deseada de la cabeza y el cuello. Se tiene que modificar la tabla creando un descanso para el occipucio a fin de ajustarla, o en su caso se inserta relleno bajo el torso para mantener la cabeza en posición neutral (Figura 11-25B). El relleno debe ser del espesor apropiado para que la cabeza se encuentre sobre la tabla en una posición neutral; demasiado resultará en extensión, muy poco, en flexión. El relleno debajo del torso también debe ser firme y de forma uniforme. Si es de forma irregular o insuficiente, o se coloca sólo debajo de los hombros, puede resultar en movimiento y falta de alineación de la columna vertebral.

Completar la inmovilización Cabeza

Una vez que el torso del paciente ha sido inmovilizado en el aparato rígido seleccionado, y el relleno apropiado se ha insertado detrás de la cabeza, según sea necesario, esta extremidad debe asegurarse al equipo. Debido a su forma redondeada, no se puede estabilizar en una superficie plana sólo con correas o cintas. El uso de estos aditamentos sólo consigue que la cabeza se gire y se mueva lateralmente. Además, debido al ángulo de la frente y la naturaleza resbaladiza, grasa y húmeda de la piel y el cabello, una simple correa sobre la frente no es confiable y fácilmente se puede deslizar y salir. Aunque

Figura 11-24 Retiro del equipo atlético

Varias publicaciones recientes, incluyendo un documento acerca de las posiciones, han abogado por la inmovilización de los atletas que portan casco en una tabla larga con el protector puesto.⁴³⁻⁵⁰ Una búsqueda en la literatura médica para apoyar la evidencia revela que estas recomendaciones se basan, en el mejor de los casos, en la investigación Clase III. Se han realizado estudios con cadáveres en los que se critica la práctica de retirar principalmente el casco. Estos estudios informan que se ocasiona hiperextensión extrema de la columna vertebral cervical cuando se retira este protector y se dejan puestas las hombreras; sin embargo, todos los estudios se realizaron sin la colocación de relleno apropiado debajo de la cabeza para evitar que cayera de nuevo sobre la tabla. Apegarse a las precauciones espinales y a la aplicación de los principios de tratamiento logrará mejorar la tarea de inmovilización de la columna ya sea que se retire o no el casco o las hombreras.

El equipo deportivo debe ser retirado por personal capacitado y con experiencia en estas tareas. Históricamente, este personal capacitado y con experiencia está representado en general por los entrenadores de atletismo, presentes en el lugar del evento deportivo. Sin embargo, los proveedores de atención prehospitalaria necesitan recibir capacitación para

manejar dicho equipo, porque la única forma de tener contacto adecuado con la cabeza y rostro en caso de requerirse el acceso a la vía aérea, es retirando, mínimo, la careta y en muchos casos el casco. Si se toma la decisión de no retirar el equipo en el lugar, alguien con conocimientos en esta faena debe acompañar al paciente al hospital.

Aunque se necesita un cuidado especial para los atletas con casco, se deben seguir los principios generales de la inmovilización espinal impartidos en los cursos de Soporte vital de trauma prehospitalario (PHTLS), ya que son los más apropiados. Lo ideal es despojarlos del casco y las hombreras como una unidad. Sin embargo, todavía se puede inmovilizar a un jugador a una tabla larga sin causar hiperextensión de la columna cervical cuando se retira sólo el casco. Esto se logra con el uso adecuado de relleno detrás de la cabeza para mantenerla en alineación neutral con el resto de la columna vertebral; de lo contrario, se deben retirar las hombreras. Es preciso que los proveedores de atención prehospitalaria determinen las necesidades médicas específicas para un atleta lesionado y tomen las medidas adecuadas para hacerles frente; a menudo pueden incluir el retiro inmediato de los equipos de atletismo.



A



B

Figura 11-25 A. El mayor volumen de la cabeza de un niño en desproporción con el tamaño de su cuerpo, combinado con el reducido desarrollo de sus músculos torácicos posteriores, causa hiperflexión de la cabeza cuando se le coloca sobre una tabla. B. El relleno debajo de los hombros y el torso evita esta hiperflexión.

la cabeza humana pesa casi lo mismo que una bola de boliche, tiene una forma bastante diferente. Su morfología es ovoide, más larga que ancha, con lados casi completamente planos. Se asemeja a una bola de boliche si cortáramos 5 cm (2 pulgadas) de cada lado para formar los laterales izquierdo y derecho. Una adecuada inmovilización exterior de la cabeza, sin importar el método o dispositivo utilizado, sólo puede lograrse colocando almohadillas o mantas enrolladas en estos lados planos y asegurándolos con correas o cintas. En el caso de los dispositivos tipo chaleco, esto se logra mediante las solapas laterales con bisagras que forman parte del equipo.

Los soportes laterales, ya sean bloques de espuma preformadas o mantas enrolladas, se colocan en ambos lados de la cabeza. Las piezas laterales deben ser al menos tan anchas como las orejas del paciente, o más grandes, y por lo menos tan altas que lleguen al nivel de sus ojos, con la persona en decúbito supino. Dos correas o tiras de cinta adhesiva que rodean estas piezas las unen a los lados. Cuando se envuelve con los bloques o mantas, la cabeza queda cubierta en la parte posterior con una superficie plana que ahora se puede fijar a un

aparato plano. La correa superior se coloca cómodamente en la parte inferior de la frente (a través de la cresta supraorbital) para ayudar a prevenir el movimiento anterior de la cabeza. Si se utiliza cinta, se debe evitar colocarla directamente sobre las cejas. Esta correa debe ser lo bastante tensa para espaciar los bloques o mantas y a la vez descansar con firmeza sobre la frente.

El dispositivo que sostiene la cabeza, sea cual fuere su tipo, también requiere una correa inferior para ayudar a mantener las piezas laterales presionadas firmemente contra los lados inferiores de la cabeza y para anclar el dispositivo adicional y evitar el movimiento anterior de la parte baja de la cabeza y del cuello. Esta correa pasa alrededor de las piezas laterales y en la parte rígida anterior del collarín cervical. La cinta no debe colocar demasiada presión sobre la parte frontal del cuello porque podría ocasionar la compresión de las vías respiratorias o un problema de retorno venoso en esta articulación.

No se recomienda el uso de sacos de arena como soportes laterales debido al peso que se puede aplicar a la cabeza y el cuello cuando se gire al paciente inmovilizado sobre su costado.⁶¹ El uso de sacos de arena fijos a la tabla larga en los lados de la cabeza y el cuello representa una práctica peligrosa. Independientemente de qué tan bien estén sujetos, estos objetos pesados pueden desplazarse y moverse. Si se necesitara girar al paciente y la tabla sobre su costado cuando por ejemplo deseara vomitar, el peso combinado de los sacos de arena podría generar una presión lateral localizada contra la cabeza y la columna cervical, obligándolos a moverse. Subir o bajar el cabezal de la tabla cuando se mueva y cargue al paciente, o cualquier aceleración o desaceleración repentina de la ambulancia, también induciría el desplazamiento de las bolsas y el movimiento de la cabeza y el cuello.

El uso de barbiquejos o correas que rodean el mentón impide la apertura de la boca para vomitar, por lo que tampoco se deben utilizar.

Piernas

Una significativa rotación de las piernas hacia afuera puede ocasionar un movimiento anterior de la pelvis y de la columna lumbar; amarrar los pies juntos elimina esta posibilidad. La colocación de una manta enrollada o una pieza de relleno entre estas extremidades mejora la comodidad para el paciente.

Las piernas se inmovilizan a la tabla con dos o más correas: una correa proximal a las rodillas, a la altura del muslo medio, y otra distal a las rodillas. El adulto promedio mide de 35 a 50 cm (14 a 20 pulgadas) de uno a otro lado de la cadera y sólo de 15 a 23 cm (6 a 9 pulgadas) de un lado a otro de los tobillos. Cuando los pies se colocan juntos, se forma una V de las caderas a los tobillos. Debido a que estos últimos son mucho más estrechos que la tabla, colocar una correa en la parte inferior de las piernas previene el movimiento anterior pero no evita su desplazamiento lateral desde una orilla a la otra de la tabla. Si ésta queda en ángulo o se gira, las piernas caerán hasta la orilla inferior de la tabla, lo que puede dejar en ángulo la pelvis y producir el movimiento de la columna vertebral.

Una forma eficaz de mantener en su lugar la parte inferior de las piernas consiste en rodearla varias veces con la correa antes de sujetarla a la tabla. Las piernas se pueden mantener en el centro de la base colocando mantas enrolladas entre cada pierna y las orillas de la tabla antes de sujetar. Es importante asegurar que las correas no estén tan apretadas que perjudiquen la circulación distal.

Brazos

Por seguridad, los brazos se fijan a la tabla o sobre el torso antes de mover al paciente. Esto se consigue colocando los brazos a los lados en la tabla con las palmas de las manos hacia adentro, sujetados por una correa a través de los antebrazos y el torso. Esta correa debe ajustarse, pero no tan fuerte como para poner en peligro la circulación en las manos.

Los brazos del paciente no se deben posicionar para su sujeción a la altura de las crestas ilíacas o en las curvas de la ingle. Si las correas están muy apretadas para proveer la inmovilización adecuada de la parte inferior del torso, pueden comprometer la circulación en las manos. Si están sueltas, no proporcionan una adecuada inmovilización del torso o los brazos. El uso de una correa adicional para sujetar exclusivamente los brazos, permite abrirla para tomar la presión arterial o iniciar una línea intravenosa una vez que el paciente está en la ambulancia, sin comprometer la inmovilización. Si la correa del brazo es también la del torso, aflojarla para liberar sólo un brazo tiene el efecto secundario de también aflojar la inmovilización del torso.

Extricación rápida versus dispositivo corto para el paciente sentado

La decisión de utilizar una técnica de extricación rápida sobre un dispositivo corto se debe basar en la presentación clínica del paciente, los hallazgos de la evaluación primaria y la situación en la escena. Si se observa que la persona tiene lesiones graves, problemas en las vías aéreas, respiración o circulación, o se encuentra en estado de shock o shock inminente, lo conveniente son las técnicas de extricación y el traslado rápidos. El beneficio del acceso inmediato al paciente y el tratamiento de estas condiciones es mayor que el riesgo que implica el procedimiento de liberación. En general, menos del 20% de las víctimas entra en esta categoría. En los pacientes más estables se recomienda el dispositivo corto, excepto cuando permanecer en la escena (p. ej., una autopista de alta velocidad congestionada) implica el riesgo de colisiones para los vehículos de socorristas que trabajan en el lugar de los hechos. En este caso, el proveedor de atención prehospitalaria debe ponderar el riesgo frente al beneficio de permanecer en la escena durante un período prolongado para aplicar el dispositivo corto. Del mismo modo, si la situación en la escena plantea un peligro significativo para el paciente y los proveedores, se justifica una rápida extricación de la persona.

Los errores de inmovilización más comunes

Los siguientes son los errores que se cometen con más frecuencia cuando se inmoviliza a un paciente:

1. *Inmovilización inadecuada.* El torso se desplaza significativamente arriba o abajo en el dispositivo de la tabla, o la cabeza todavía puede moverse excesivamente.
2. *Tamaño inadecuado del collarín cervical o su aplicación incorrecta.*

3. *Inmovilización con la cabeza hiperextendida.* La causa más común es la falta de relleno adecuado detrás de la extremidad.
4. *Inmovilización de la cabeza antes de fijar el torso, o reajuste de las correas del torso después de asegurar la cabeza.* Esto ocasiona el movimiento del dispositivo con respecto al torso, lo que se traduce en movimiento de la cabeza y la columna cervical.
5. *Relleno inadecuado.* No llenar los espacios debajo de un paciente propicia el movimiento inadvertido de la columna vertebral, lo que fomenta lesiones adicionales y una mayor incomodidad para el paciente.
6. *Aplicar una inmovilización espinal en alguien que no cumple con los criterios de inmovilización.*

La inmovilización completa de la columna por lo general no es una experiencia confortable para el paciente, pues su comodidad disminuye a medida que aumenta el grado y calidad del procedimiento. La inmovilización de la columna es un equilibrio entre los requerimientos de proteger e inmovilizar este órgano por completo y la necesidad de hacer que sea tolerable para el paciente. Por ello se indica una evaluación adecuada de la eventualidad de realizarla (Figura 11-26).

Pacientes obesos

Con el aumento actual de la población en Estados Unidos y el mundo, la atención al paciente *bariátrico* (con sobrepeso u obesidad) es cada vez más común. Trasladar a un individuo de 182 kg (400 libras) se está convirtiendo en una tendencia demasiado común, y con este fin se han desarrollado camillas especiales para el transporte bariátrico. Sin embargo, una revisión de las tablas largas disponibles en el mercado muestra que la mayoría mide 40 por 183 cm (16 por 72 pulgadas), o algunas miden 46 cm (18 pulgadas) de ancho. El límite de peso que soportan varía de 113 kg (250 libras) a 272 kg (600 libras). Al utilizar estas tablas en pacientes bariátricos con traumatismo es necesario tener cuidado especial para asegurarse de que no se excedan los límites de su funcionamiento seguro. Además, debe estar presente personal adicional para que ayude a levantarlos y extricarlos sin riesgo de más daños a éstos o a los proveedores de atención prehospitalaria. Este subgrupo de pacientes con traumatismos impone el desafío de equilibrar los procedimientos para acomodarlos y moverlos de forma segura contra los tiempos cortos en la escena normalmente recomendados para los pacientes de trauma con lesiones críticas.

Si algunos pacientes obesos son colocados en posición supina sobre una tabla, pueden mostrar un mayor trabajo respiratorio hasta el punto de la insuficiencia respiratoria. Este fenómeno ocurre en forma secundaria al aumento de la presión aplicada al diafragma por el tejido adiposo del abdomen. En estos casos se deben seguir los principios de inmovilización, pero puede cambiar la práctica. Un proveedor de atención prehospitalaria le puede sostener la columna cervical con las manos y el collarín cervical a un paciente obeso con una lesión cervical potencial, mientras se le permite permanecer sentado en posición vertical en la camilla durante el traslado. Este enfoque proporcionará estabilización cervical sin causar más dificultad respiratoria.

Figura 11-26 Criterios para evaluar las habilidades de inmovilización

Los proveedores de atención prehospitalaria deben ejercitar sus habilidades de inmovilización en sesiones prácticas utilizando pacientes simulados antes de aplicarlas en pacientes reales. Al menos en un estudio se demostró que no se realizó la inmovilización apropiada en un número significativo de personas con potencial de lesión de la médula.⁴⁰ Durante la práctica, o en la evaluación de nuevos métodos o equipos, los siguientes criterios servirán como buenas herramientas para medir el grado de eficacia de la inmovilización del "paciente":

1. Iniciar de inmediato la estabilización manual en línea y mantenerla hasta que sea sustituida por medios mecánicos.
2. Comprobar la función neurológica distal.
3. Aplicar un collarín cervical eficaz, de tamaño adecuado.
4. Asegurar el torso antes que la cabeza.
5. Evitar el movimiento del torso hacia arriba o abajo de la tabla.
6. Impedir el movimiento de la parte superior e inferior del torso izquierdo o derecho en el dispositivo de inmovilización.
7. Evitar el movimiento anterior del torso en el dispositivo rígido.
8. Asegurar que las cintas que cruzan el pecho no inhiban la excursión torácica o resulten en un compromiso ventilatorio.
9. Inmovilizar con eficacia la cabeza de modo que no pueda moverse en cualquier dirección, incluyendo en forma rotacional.
10. Proporcionar relleno detrás de la cabeza, si es necesario.
11. Mantener la cabeza en una posición neutral en línea.
12. Asegurarse de que nada inhiba o impida que se abra la boca.
13. Inmovilizar las piernas para que no se muevan hacia adelante, giren o se desplacen de un lado a otro, incluso si la tabla y el paciente se giran hacia un lado.
14. Mantener la pelvis y las piernas en una posición neutral en línea.
15. Verificar que los brazos estén sujetos adecuadamente a la tabla o al torso.
16. Asegurarse de que las cintas o correas no comprometan la circulación distal en cualquier extremidad.
17. Reevaluar al paciente si se golpeó, empujó o movió de una manera que pueda comprometer una columna inestable mientras se aplica el dispositivo.
18. Completar el procedimiento dentro de un plazo apropiado.
19. Volver a revisar la función neurológica distal.

Muchos métodos y variaciones pueden cumplir con estos objetivos. La selección de un método y equipo específicos se basa en la situación, la condición del paciente y los recursos disponibles.

Pacientes embarazadas

En ocasiones las pacientes embarazadas requieren inmovilización de columna. Dependiendo de la edad gestacional, colocarla en una posición totalmente supina puede comprimir la vena cava inferior y, en consecuencia, aminorar el retorno venoso de la sangre al corazón y disminuir con ello la tensión arterial. En estas circunstancias, se debe sujetar a la paciente a la tabla utilizando técnicas estándar. Una vez asegurada, la tabla se inclina en un ángulo para colocar a la paciente en posición lateral izquierda. Esta posición alejará el útero de la vena cava, restableciendo la tensión arterial (Figura 11-27).

Uso de esteroides

Una serie de estudios sugiere que altas dosis del esteroide metilprednisolona mejora el resultado neurológico de los pacientes con lesiones medulares agudas resultantes de un traumatismo cerrado, cuando se inicia dentro de las 8 horas de la lesión.⁵²⁻⁵⁴ En muchos centros se ha vuelto común para las víctimas recibir un bolo de 30 miligramos/kilogramos (mg/kg) de metilprednisolona, seguido de una infusión de 5.4 mg/kg/hora para un máximo de 48 horas, dependiendo de cuándo se inició el suministro del medicamento. En los estudios de referencia no se revisaron las lesiones de la médula espinal en niños o las resultantes de un traumatismo penetrante, y



Figura 11-27 Inclinarse a una mujer embarazada sobre su costado izquierdo ayuda a alejar el útero de la vena cava inferior, mejorando el retorno de la sangre al corazón y la tensión arterial.

Fuente: © Jones and Bartlett Publishers. Cortesía de MIEMSS.

no se indican esteroides para los déficit neurológicos causados por heridas de arma blanca o de fuego.

Debido a que los esteroides tienen efectos adversos conocidos, incluyendo la supresión de las glándulas suprarrenales y el funcionamiento inmunológico, y debido a los problemas relacionados con la validez científica de estos estudios, se ha cuestionado la admi-

nistración de esteroides a pacientes con lesiones de la médula espinal.⁵¹ De hecho, las complicaciones asociadas con su suministro superan significativamente cualquier beneficio que, en su caso, pudieran conferir. Numerosas publicaciones ya no recomiendan su uso para la lesión de médula, ya sea en campo o en el hospital.⁵⁵⁻⁵⁹ Por tanto, no parece haber ningún papel en el ámbito prehospitalario para la administración de esteroides al paciente con lesión de médula espinal.

Transportación prolongada

Al igual que con otras lesiones, el transporte prolongado de los pacientes con sospecha o confirmación de lesiones de la columna vertebral y la médula espinal requiere consideraciones especiales. Si se toma en cuenta el objetivo de trasladar una sola vez a los pacientes con sospecha de lesión de la médula, se debe tener cuidado de rellenar una tabla larga, si es que se utiliza, antes de asegurar a la persona. Es preciso tener precaución con la estabilización de la columna cervical y el movimiento de la columna vertebral cuando el paciente se traslada a la camilla rellena. Estos esfuerzos deben ayudar a reducir el riesgo de desarrollar úlceras por presión en una persona con lesión de la médula espinal. Cualquier área donde podría haber presión sobre el cuerpo, en especial sobre las prominencias óseas, debe estar suficientemente acolchada. En caso de que los traslados sean particularmente largos, es necesario considerar la posibilidad de utilizar una camilla de cuchara para levantar con cuidado al paciente, retirar la tabla larga, y luego colocarlo sobre el carro camilla de la ambulancia.

La persona inmovilizada en tabla larga tienen riesgo de aspiración en caso de regurgitar. En caso de que comience a vomitar, de inmediato se procede a inclinar la tabla y al paciente hacia un lado. Se debe mantener la succión cerca de la cabeza del paciente para que sea de fácil acceso en caso de que vomite. La inserción de un tubo gástrico (ya sea nasogástrico u orogástrico), si se permite, y el uso acertado de medicamentos antieméticos, ayudan a reducir este riesgo.

Los pacientes con lesiones altas de médula espinal pueden tener involucramiento del diafragma y los músculos respiratorios accesorios (es decir, los músculos intercostales) que los predispongan a una insuficiencia respiratoria. Cuando ésta es inminente, puede agravarse y acelerarse con las correas que se atraviesan sobre el tronco para inmovilizar la columna, las cuales restringen aún más la respiración. Antes de iniciar un traslado prolongado, vuelva a comprobar que el torso del paciente esté sujeto a la altura de la cintura escapular y de la pelvis, y que las correas no limiten la excursión de la pared torácica.

Como se describió antes, los pacientes con lesiones altas de médula espinal pueden experimentar hipotensión por la pérdida del tono simpático ("shock" neurogénico). Aunque rara vez desarrollan hipoperfusión generalizada de los tejidos, por lo general es suficiente con los bolos de cristaloides para restablecer su tensión arterial a la normalidad. Rara vez, o nunca, se necesitan vasopresores para tratar el shock neurogénico. Otra característica distintiva de una lesión en la columna cervical alta es la bradicardia. Si está asociada con una hipotensión significativa, puede tratarse con dosis intermitentes de atropina, de 0.5 a 1.0 mg, administradas por vía intravenosa.

La presencia de taquicardia combinada con hipotensión debe plantear la sospecha de un shock hipovolémico (hemorrágico), en lugar de neurogénico. Una evaluación cuidadosa logra identificar la fuente de la hemorragia, aunque lo más probable es que se trate de las fuentes intraabdominales y de fracturas pélvicas. La inserción de un catéter urinario permitirá la secreción de orina para ser utilizada como otra guía de la perfusión tisular. En un adulto, una producción de orina de más de 30 a 50 mililitros por hora (mL/hora) en general indica la perfusión satisfactoria de un órgano terminal. La pérdida de la sensación que acompaña una lesión de la médula espinal puede evitar que un paciente consciente perciba una peritonitis u otras lesiones por debajo del nivel del déficit sensorial.

Los pacientes con daño en la columna pueden tener dolor de espalda significativo o en las fracturas asociadas. Como se describe en el Capítulo 14, Trauma musculoesquelético, el dolor se puede manejar con pequeñas dosis de narcóticos intravenosos titulados hasta lograr alivio. Los narcóticos pueden exagerar la hipotensión asociada con el shock neurogénico. El relleno de la tabla, como se describió antes, también proporciona un poco de alivio para las fracturas vertebrales.

Los pacientes con lesiones de la médula espinal pierden cierta capacidad para regular su temperatura corporal y este efecto es más pronunciado cuando se registran daños mayores en este órgano. Por tanto, estos pacientes son sensibles al desarrollo de hipotermia, en particular cuando están en un ambiente frío. Se les debe mantener calientes (normotérmicos), pero recuerde que si se les cubre con demasiadas mantas, desarrollan hipertermia.

Las lesiones de la columna vertebral y la médula espinal se manejan mejor en instalaciones que cuentan con excelentes servicios de ortopedia o neurocirugía y con experiencia en el tratamiento de estas lesiones. Todos los centros de trauma de niveles I y II deben tener la capacidad para atender una lesión de la médula espinal y daños asociados. Algunas instalaciones que se especializan en el tratamiento tanto de la columna como de la médula pueden aceptar directamente a un paciente que sólo ha tenido una lesión en esta última estructura (sin evidencia de aspiración, por ejemplo, a consecuencia de un clavado en aguas poco profundas).



Resumen

La columna vertebral está compuesta por 24 vértebras separadas, más el sacro y el cóccix apilados uno encima del otro.

- Las funciones principales de la columna vertebral consisten en soportar el peso del cuerpo y permitir el movimiento.
- La médula espinal está encerrada dentro de la columna vertebral y es vulnerable a lesiones por movimiento y posicionamiento anormales. Cuando el apoyo para la columna vertebral se pierde como resultado de lesiones en las vértebras o en los músculos y ligamentos que ayudan a mantenerla en su lugar, se posibilita una lesión en la médula.

- Debido a que la médula espinal no se regenera, es vulnerable a una lesión neurológica permanente que frecuentemente involucra parálisis. La presencia de traumatismo de la médula y la necesidad de inmovilizar al paciente se pueden deber a otras lesiones ocasionadas por fuerzas repentinas, violentas, que actúan sobre el cuerpo, o a los signos y síntomas específicos de una lesión de la columna vertebral o de la propia médula.
- El daño a los huesos de la columna vertebral no siempre es evidente. Si no se ha producido una lesión inicial en la médula espinal, no se desarrolla un déficit neurológico a pesar de que la columna vertebral esté inestable. La inmovilización de las fracturas de la columna, al igual que otras fracturas, requiere inmovilizar la articulación por encima y la articulación por debajo de la lesión. En este caso, las articulaciones anteriores son la cabeza y el cuello, y la inferior es la pelvis.
- El dispositivo seleccionado debe sujetar las áreas de la cabeza, el tórax y la pelvis en una posición neutral en línea sin causar o permitir el movimiento. De acuerdo con el paciente, la gravedad de las lesiones y la disponibilidad de los equipos, la técnica elegida se debe basar en el criterio del proveedor de atención prehospitalaria. El ajuste y la aplicación correctos del equipo son de suma importancia para la inmovilización exitosa del paciente con traumatismo.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Usted ha sido enviado a la escena de un ciclista que está tendido al lado de la carretera. A su llegada encuentra a una mujer de 19 años que yace boca arriba en el suelo, lejos del tráfico, en la orilla del camino. La escena es segura, con el tránsito controlado por la policía. Un oficial está arrodillado al lado de la paciente intentando hablar con ella, pero la ciclista no responde.

Al comenzar la evaluación primaria encuentra a una paciente que se cayó de la bicicleta mientras conducía a lo largo de la carretera y no responde. Usted es incapaz de determinar la causa específica de la caída, y la policía no sabe si fue atropellada por un vehículo automotor, ya que no hay testigos. Ella lleva equipo de ciclismo completo, incluyendo casco y guantes. Muestra abrasiones en la frente y una deformidad evidente en la muñeca derecha. Su vía aérea está abierta y respira con regularidad. No muestra signos evidentes de pérdida de sangre externa. Su piel se ve seca y cálida, con color normal. Conforme realiza la evaluación primaria, ella comienza a despertar, pero está confundida acerca de lo sucedido.

- ¿Qué procesos patológicos explican la presentación de la paciente?
- ¿Qué intervenciones inmediatas y otras evaluaciones se necesitan?
- ¿Cuáles son los objetivos en el manejo de esta paciente?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Los signos vitales de la paciente son los siguientes: pulso, 66 latidos/minuto; frecuencia respiratoria, 14 respiraciones/minuto, y tensión arterial de 96/70 mm Hg. A medida que continúa el examen, observa que la paciente no mueve brazos ni piernas. Los hallazgos físicos, junto con los signos vitales, son indicativos de "shock" neurogénico. La interrupción del sistema nervioso simpático y el parasimpático sin oposición influyen en el sistema vascular debajo del punto de la lesión de la médula, ocasionando un aumento de tamaño del recipiente vascular y una hipovolemia relativa. La respuesta de la joven a la lesión de la médula espinal es una tensión arterial baja y bradicardia.

Las prioridades inmediatas de atención consisten en seguir manteniendo una vía aérea permeable, la oxigenación y ventilación asistida, si es necesario, para garantizar un adecuado volumen por minuto, al mismo tiempo que se estabiliza la columna cervical de forma manual. Usted inmoviliza a la paciente con eficacia y eficiencia en una tabla larga y la traslada a un centro adecuado a 9 minutos de distancia. Maneja la hipotensión causada por un shock neurogénico con un bolo de 500 mL de líquidos intravenosos. En el camino coloca una férula en el brazo fracturado.

Los objetivos del manejo prehospitalario de esta paciente consisten en la prevención del traumatismo de la médula espinal adicional, el mantenimiento de la perfusión tisular, la atención del traumatismo de la extremidad en el camino y el traslado sin demora a un centro adecuado para la atención definitiva.

Referencias

1. DeVivo MJ. Causes and costs of spinal cord injury in the United States. *Spinal Cord*. 1997;35:809.
2. Spinal Cord Injury Information Pages. Spinal cord injury facts and statistics. <http://www.sci-info-pages.com/facts.html>. Consultado el 26 de noviembre de 2013.
3. Jackson AB, Dijkers M, DeVivo MJ, Poczatek RB. A demographic profile of new traumatic spinal cord injuries: change and stability over 30 years. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85:1740.
4. Meldon SW, Moettus LN. Thoracolumbar spine fractures: clinical presentation and the effect of altered sensorium and major injury. *J Trauma*. 1995;38:1110.
5. Ross SE, O'Malley KF, DeLong WG, et al. Clinical predictors of unstable cervical spine injury in multiply-injured patients. *Injury*. 1992;23:317.
6. Lindsey RW, Gugala Z, Pneumaticos SG. Injury to the vertebrae and spinal cord. In: Feliciano DV, Mattox KL, Moore EE, eds. *Trauma*. New York, NY: McGraw Hill; 2008:479-510.
7. Tator CH, Fehlings MG. Review of the secondary injury theory of acute spinal cord trauma with special emphasis on vascular mechanisms. *J Neurosurg*. 1991;75:15.
8. Tator CH. Spinal cord syndromes: physiologic and anatomic correlations. In: Menezes AH, Sonntag VKH, eds. *Principles of Spinal Surgery*. New York, NY: McGraw-Hill; 1995.
9. Bilello JP, Davis JW, Cunningham MA, et al. Cervical spinal cord injury and the need for cardiovascular intervention. *Arch Surg*. 2003;138:1127.
10. Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurologic Surgeons/Congress of Neurologic Surgeons. Blood pressure management after acute spinal cord injury. *Neurosurgery*. 2002;50:S58.
11. Ullrich A, Hendey GW, Geiderman J, et al. Distracting painful injuries associated with cervical spinal injuries in blunt trauma. *Acad Emerg Med*. 2001;8:25.
12. Domeier RM, Evans RW, Swor RA, et al. Prospective validation of out-of-hospital spinal clearance criteria: a preliminary report. *Acad Emerg Med*. 1997;4:643.
13. Domeier RM, Swor RA, Evans RW, et al. Multicenter prospective validation of prehospital clinical spinal clearance criteria. *J Trauma*. 2002;53:744.
14. Hankins DG, Rivera-Rivera EJ, Ornato JP, et al. Spinal immobilization in the field: clinical clearance criteria and implementation. *Prehosp Emerg Care*. 2001;5:88.
15. Stroh G, Braude D. Can an out-of-hospital cervical spine clearance protocol identify all patients with injuries? An argument for selective immobilization. *Ann Emerg Med*. 2001;37:609.
16. Dunn TM, Dalton A, Dorfman T, et al. Are emergency medical technician-basics able to use a selective immobilization of the cervical spine protocol? A preliminary report. *Prehosp Emerg Care*. 2004;8:207.
17. Domeier RM, Frederiksen SM, Welch K. Prospective performance assessment of an out-of-hospital protocol for selective spine immobilization using clinical spinal clearance criteria. *Ann Emerg Med*. 2005;46:123.
18. Domeier RM, National Association of EMS Physicians Standards and Practice Committee. Indications for prehospital spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care*. 1997;3:251.
19. Kwan I, Bunn F. Effects of prehospital spinal immobilization: a systematic review of randomized trials on healthy subjects. *Prehosp Disast Med*. 2005;20:47.
20. National Association of EMS Physicians and American College of Surgeons Committee on Trauma. Position Statement: EMS spinal precautions and the use of the long backboard. *Prehosp Emerg Care*. 2013;17:392-393.
21. Connell RA, Graham CA, Munro PT. Is spinal immobilization necessary for all patients sustaining isolated penetrating trauma? *Injury*. 2003;34:912.
22. Kennedy FR, Gonzales P, Beitler A, et al. Incidence of cervical spine injuries in patients with gunshot wounds to the head. *Southern Med J*. 1994;87:621.
23. Chong CL, Ware DN, Harris JH. Is cervical spine imaging indicated in gunshot wounds to the cranium? *J Trauma*. 1998;44:501.
24. Kaups KL, Davis JW. Patients with gunshot wounds to the head do not require cervical spine immobilization and evaluation. *J Trauma*. 1998;44:865.
25. Lanoix R, Gupta R, Leak L, Pierre J. C-spine injury associated with gunshot wounds to the head: retrospective study and literature review. *J Trauma*. 2000;49:860.
26. Barkana Y, Stein M, Scope A, et al. Prehospital stabilization of the cervical spine for penetrating injuries of the neck: is it necessary? *Injury*. 2003;34:912.
27. Cornwell EE, Chang, DC, Boner JP, et al. Thoracolumbar immobilization for trauma patients with torso gunshot wounds—is it necessary? *Arch Surg*. 2001;136:324.
28. American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012.
29. Stuke LE, Pons PT, Guy JS, Chapleau WP, Butler FK, McSwain NE. Prehospital spine immobilization for penetrating trauma—review and recommendations from the Prehospital Trauma Life Support Executive Committee. *J Trauma*. 2011;71:763.
30. Haut ER, Kalish BT, Efron DT, et al. Spine immobilization in penetrating trauma: more harm than good? *J Trauma*. 2010;68:115-121.
31. Robinson WW, inventor. Scoop Stretcher. US patent 2417378. December 28, 1943
32. Krell JM, McCoy MS, Sparto PJ, Fisher GL, Stoy WA, Hostler DP. Comparison of the Ferno Scoop Stretcher with the long backboard for spinal immobilization. *Prehosp Emerg Care*. 2006;10(1):46-51.
33. Lovell ME, Evans JH. A comparison of the spinal board and the vacuum stretcher, spinal stability and interface pressure. *Injury*. 1994;25(3):179-180.
34. Chan D, Goldberg RM, Mason J, Chan L. Backboard versus mattress splint immobilization: a comparison of symptoms generated. *J Emerg Med*. 1996;14(3):293-298.
35. Johnson DR, Hauswald M, Stockhoff C. Comparison of a vacuum splint device to a rigid backboard for spinal immobilization. *Am J Emerg Med*. 1996;14(4):369-372.
36. Hamilton RS, Pons PT. The efficacy and comfort of full-body vacuum splints for cervical-spine immobilization. *J Emerg Med*. 1996;14(5):553-559.
37. Cross DA, Baskerville J. Comparison of perceived pain with different immobilization techniques. *Prehosp Emerg Care*. 2001;5(3):270-274.
38. Luscombe MD, Williams JL. Comparison of a long spinal board and vacuum mattress for spinal immobilisation. *Emerg Med J*. 2003;20(5):476-478.
39. DeBoer SL, Seaver M. Big head, little body syndrome: what EMS providers need to know. *Emerg Med Serv*. 2004;33:47.
40. Ben-Gallim P, Dreiangel N, Mattox KL, Reitman CA, Kalantar SB, MD, Hipp JA. Extrication collars can result in abnormal separation between vertebrae in the presence of a dissociative injury. *J Trauma*. 2010;69(2):447-450.

41. Ho AMH, Fung KY, Joynt GM, Karmakar KM, Peng Z. Rigid cervical collar and intracranial pressure of patients with severe head injury. *J Trauma*. 2002;53:1185-1188.
42. Mobbs RJ, Stoodley MA, Fuller JF. Effect of cervical hard collar on intracranial pressure after head injury. *Ann J Surg*. 2002;72: 389-391.
43. Donaldson WF, Lauerman WC, Heil B, et al. Helmet and shoulder pad removal from a player with suspected cervical spine injury: a cadaveric model. *Spine*. 1998;23:1729.
44. Gastel JA, Palumbo MA, Hulstyn MJ, et al. Emergency removal of football equipment: a cadaveric cervical spine injury model. *Ann Emerg Med*. 1998;32:411.
45. Kleiner DM, Almquist JL, Bailes J, et al. Prehospital care of the spine-injured athlete: a document from the Inter-Association Task Force for Appropriate Care of the Spine-Injured Athlete. Dallas, TX: National Athletic Trainers' Association; 2001.
46. Palumbo MA, Hulstyn MJ. The effect of protective football equipment on the alignment of the injured cervical spine. *Am J Sports Med*. 1996;24:446.
47. Prinsen RKE, Syrotuik DG, Reid DC. Position of the cervical vertebrae during helmet removal and cervical collar application in football and hockey. *Clin J Sport Med*. 1995;5:155.
48. Swenson TM, Lauerman WC, Blanc RO, et al. Cervical spine alignment in the immobilized football player: radiographic analysis before and after helmet removal. *Am J Sports Med*. 1997;25:226.
49. Waninger KN. Management of the helmeted athlete with suspected cervical spine injury. *Am J Sports Med*. 2004;32:1331.
50. Waninger KN. On-field management of potential cervical spine injury in helmeted football players: leave the helmet on! *Clin J Sport Med*. 1998;8:124.
51. Nesathurai S. Steroids and spinal cord injury: revisiting the NASCIS 2 and NASCIS 3 trials. *J Trauma*. 1998;45:1088.
52. Bracken MB, Shepard MJ, Collins, et al. A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *N Engl J Med*. 1997;322(20):1405-1411.
53. Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF Jr, et al. Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *J Neurosurg*. 1992;76(1):23-31.
54. Otani K, Abe H, Kadoya S, et al. Beneficial effect of methyl-prednisolone sodium succinate in the treatment of acute spinal cord injury. *Sekitsui Sekizui J*. 1996;7:633-647.
55. Bledsoe BE, Wesley AK, Salomone JP. High-dose steroids for acute spinal cord injury in emergency medical services. *Prehosp Emerg Care*. 2004;8:313.
56. Spine and Spinal Cord Trauma. In: ACS Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors*. Chicago, IL: American College of Surgeons; 2008.
57. Short DJ, El Masry WS, Jones PW. High dose methylprednisolone in the management of acute spinal cord injury—a systematic review from the clinical perspective. *Spinal Cord*. 2000;38:273.
58. Coleman WP, Benzel D, Cahill DW, et al. A critical appraisal of the reporting of the National Acute Spinal Cord Injury Studies (II and III) of methylprednisolone in acute spinal cord injury. *J Spinal Disord*. 2000;13:185.
59. Hurlbert RJ. The role of steroids in acute spinal cord injury: an evidence-based analysis. *Spine*. 2001;26:S39.

Lecturas sugeridas

- American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012.
- Pennardt AM, Zehner WJ. Paramedic documentation of indicators for cervical spine injury. *Prehosp Disaster Med*. 1994;9:40.

41. Ho AMH, Fung KY, Joynt GM, Karmakar KM, Peng Z. Rigid cervical collar and intracranial pressure of patients with severe head injury. *J Trauma*. 2002;53:1185-1188.
42. Mobbs RJ, Stoodley MA, Fuller JF. Effect of cervical hard collar on intracranial pressure after head injury. *Anz J Surg*. 2002;72: 389-391.
43. Donaldson WF, Lauerman WC, Heil B, et al. Helmet and shoulder pad removal from a player with suspected cervical spine injury: a cadaveric model. *Spine*. 1998;23:1729.
44. Gastel JA, Palumbo MA, Hulstyn MJ, et al. Emergency removal of football equipment: a cadaveric cervical spine injury model. *Ann Emerg Med*. 1998;32:411.
45. Kleiner DM, Almquist JL, Bailes J, et al. Prehospital care of the spine-injured athlete: a document from the Inter-Association Task Force for Appropriate Care of the Spine-Injured Athlete. Dallas, TX: National Athletic Trainers' Association; 2001.
46. Palumbo MA, Hulstyn MJ. The effect of protective football equipment on the alignment of the injured cervical spine. *Am J Sports Med*. 1996;24:446.
47. Prinsen RKE, Syrotoik DG, Reid DC. Position of the cervical vertebrae during helmet removal and cervical collar application in football and hockey. *Clin J Sport Med*. 1995;5:155.
48. Swenson TM, Lauerman WC, Blanc RO, et al. Cervical spine alignment in the immobilized football player: radiographic analysis before and after helmet removal. *Am J Sports Med*. 1997;25:226.
49. Waninger KN. Management of the helmeted athlete with suspected cervical spine injury. *Am J Sports Med*. 2004;32:1331.
50. Waninger KN. On-field management of potential cervical spine injury in helmeted football players: leave the helmet on! *Clin J Sport Med*. 1998;8:124.
51. Nesathurai S. Steroids and spinal cord injury: revisiting the NASCIS 2 and NASCIS 3 trials. *J Trauma*. 1998;45:1088.
52. Bracken MB, Shepard MJ, Collins, et al. A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *N Engl J Med*. 1997;322(20):1405-1411.
53. Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF Jr, et al. Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *J Neurosurg*. 1992;76(1):23-31.
54. Otani K, Abe H, Kadoya S, et al. Beneficial effect of methyl-prednisolone sodium succinate in the treatment of acute spinal cord injury. *Sekitsui Sekizui J*. 1996;7:633-647.
55. Bledsoe BE, Wesley AK, Salomone JP. High-dose steroids for acute spinal cord injury in emergency medical services. *Prehosp Emerg Care*. 2004;8:313.
56. Spine and Spinal Cord Trauma. In: ACS Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors*. Chicago, IL: American College of Surgeons; 2008.
57. Short DJ, El Masry WS, Jones PW. High dose methylprednisolone in the management of acute spinal cord injury—a systematic review from the clinical perspective. *Spinal Cord*. 2000;38:273.
58. Coleman WP, Benzel D, Cahill DW, et al. A critical appraisal of the reporting of the National Acute Spinal Cord Injury Studies (II and III) of methylprednisolone in acute spinal cord injury. *J Spinal Disord*. 2000;13:185.
59. Hurlbert RJ. The role of steroids in acute spinal cord injury: an evidence-based analysis. *Spine*. 2001;26:S39.

Lecturas sugeridas

- American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012.
- Pennardt AM, Zehner WJ. Paramedic documentation of indicators for cervical spine injury. *Prehosp Disaster Med*. 1994;9:40.

DESTREZAS ESPECÍFICAS

Manejo de la columna

Estas destrezas están destinadas a mostrar los principios de inmovilización de la columna. La preferencia específica en cuanto al dispositivo a utilizar lo determinan cada agencia, la supervisión médica jurisdiccional y los protocolos locales.

Aplicación y tamaño del collarín cervical

Principio: seleccionar y aplicar un collarín cervical de tamaño apropiado para ayudar a proporcionar la alineación neutral y la estabilización de la cabeza y el cuello del paciente.



1 El primer proveedor de atención prehospitalaria ofrece estabilización manual neutral en línea de la cabeza y el cuello del paciente.



2 El segundo proveedor de atención prehospitalaria usa sus dedos para medir el cuello del paciente entre la mandíbula inferior y el hombro.



3 El segundo proveedor utiliza esta medida para seleccionar un collarín de tamaño apropiado o adecuar un collarín ajustable al tamaño correcto.



4 Si se utiliza un collarín ajustable, asegúrese de que esté cerrado y sea del tamaño adecuado.

Manejo de la columna (continuación)



5 El segundo proveedor de atención prehospitalaria aplica el collarín del tamaño adecuado, mientras que el primer proveedor continúa manteniendo la estabilización neutral en línea de cabeza y cuello.



6 Después de aplicar y asegurar el collarín cervical, se mantiene la estabilización manual en línea de la cabeza y el cuello hasta que el paciente quede sujeto a un dispositivo de inmovilización.

Rotacion

Principio: girar a un paciente mientras se mantiene la estabilización manual con un mínimo movimiento de la columna vertebral. La rotación está indicada para (1) colocar a un paciente en una tabla larga u otro dispositivo a efecto de facilitar su movimiento, y (2) girar a un paciente con sospecha de traumatismo de la médula para explorar la parte posterior.

A. Paciente en decúbito supino



1 Un proveedor de atención prehospitalaria proporciona la estabilización neutral en línea de la cabeza del paciente, mientras un segundo proveedor coloca un collarín cervical de tamaño adecuado.

Manejo de la columna (continuación)



2 Mientras un proveedor de atención prehospitalaria mantiene la estabilización neutral en línea, otro se arrodilla a medio tórax del paciente y un tercero se hinca a nivel de sus rodillas. Los dos últimos enderezan los brazos del paciente y colocan las palmas al lado del torso, mientras disponen las piernas en alineación neutral. El paciente es tomado por los hombros y las caderas para conseguir una posición neutral en línea de las extremidades inferiores. Luego es "rodado" ligeramente sobre su costado.



3 La tabla larga se coloca con su extremo inferior posicionado entre las rodillas y tobillos del paciente (la cabecera de la tabla se extenderá más allá de su cabeza). La tabla se mantiene contra la espalda del paciente y éste es rodado de nuevo a la tabla. Ésta se baja al piso con el paciente.



4 Una vez en el piso, el paciente es sujetado con firmeza por los hombros, la pelvis y las extremidades inferiores.

Manejo de la columna *(continuación)*



5 El paciente es desplazado hacia arriba y lateralmente en la tabla larga. La estabilización neutral en línea se mantiene sin jalar de su cabeza y cuello.



6 El paciente es posicionado en la tabla larga con la cabeza en la parte superior de ésta, y el cuerpo centrado y sujeto al dispositivo.

B. Paciente en prona o semiprona

Cuando un paciente se presenta en posición de prona o semiprona, se opta por un método de estabilización semejante al utilizado para la posición supina. El método incorpora la misma alineación inicial de las extremidades del paciente, el mismo posicionamiento y manejo de las manos de los proveedores de atención prehospitalaria, y las mismas responsabilidades para mantener la alineación.

Los brazos del paciente se posicionan en previsión de la rotación completa subsiguiente. Cuando se utiliza el método de rotación en posición semiprona, el collarín cervical se puede colocar de forma segura sólo después de que el paciente está en una posición en línea y en posición supina sobre la tabla larga, no antes.



1 Siempre que sea posible, el paciente debe ser rotado desde la dirección en la cual apunta inicialmente su rostro. Un proveedor de atención prehospitalaria proporciona la estabilización manual en línea de la cabeza y el cuello. Otro proveedor se arrodilla frente al tórax del paciente y afianza su hombro y pelvis a la altura de la muñeca, del lado opuesto. Un tercer proveedor se arrodilla cerca de la cadera del paciente y toma el área lateral de su torso y entre la pelvis y sus extremidades inferiores.

Manejo de la columna (continuación)



2 La tabla larga se coloca en el borde lateral del paciente, y se posiciona entre éste y los proveedores de atención prehospitalaria.



3 La tabla se acomoda con el extremo del piecero entre las rodillas y los tobillos del paciente, y éste es rodado sobre su costado. La cabeza del paciente gira menos que el torso, de manera que cuando esté sobre su costado (perpendicular al suelo), la cabeza y el torso tendrán la alineación apropiada.



4 Una vez que el paciente está en decúbito supino sobre la tabla larga, se le recorre hacia arriba y hacia el centro la tabla. Los proveedores de atención prehospitalaria deben tener cuidado de no tirar del paciente, sino mantener la estabilización neutral en línea. Ya instalado correctamente sobre la tabla larga, se le coloca un collarín cervical de tamaño adecuado al paciente, y se le asegura al dispositivo.

Manejo de la columna *(continuación)*

Inmovilización en posición sentada (dispositivo de extricación tipo chaleco)

Principio: inmovilizar a un paciente de trauma sin lesiones importantes antes de moverlo desde una posición sentada.

Este tipo de inmovilización se utiliza cuando se indica la estabilización de columna para un paciente sentado con traumatismo sin condiciones que amenacen la vida. Varias marcas de dispositivos de extricación tipo chaleco están disponibles. Cada modelo tiene un diseño ligeramente diferente, pero cualquiera puede servir como un ejemplo general. En esta demostración se utiliza el **dispositivo de extricación Kendrick (KED)**. Los detalles (mas no la secuencia general) se modifican usando un modelo o marca diferente. Además, durante esta demostración, el parabrisas del vehículo se retira para despejar el área.



1 Se inicia la estabilización manual en línea y se coloca un collarín cervical de tamaño adecuado.



2 El paciente se mantiene en una posición vertical ligeramente hacia adelante a efecto de proporcionar una cantidad adecuada de espacio entre su espalda y el asiento del vehículo para la colocación del dispositivo tipo chaleco. *Nota:* antes de posicionar el equipo detrás del paciente, se sueltan las dos cintas largas (correas de la ingle) y se colocan detrás del dispositivo.

Manejo de la columna *(continuación)*



3 Después de colocar el chaleco detrás del paciente, las aletas laterales se sitúan a su alrededor y se mueven hasta que estén en contacto con sus axilas.



4 Las correas del torso se colocan y se fijan. Se comienza con la que va a la mitad del tórax y después con la que sigue hacia abajo, en la parte inferior del tórax. Cada una se aprieta después de la unión. La sujeción de la cinta de la parte superior del tórax es opcional en este momento. Si ésta se utiliza, el proveedor de atención prehospitalaria se debe asegurar de que no esté tan ajustada que impida la ventilación del paciente. Esta correa se debe asegurar firmemente justo antes de moverlo.



5 Las correas de la ingle se posicionan y se fijan. Cada cinta se trabaja debajo del muslo y el glúteo del paciente con un movimiento hacia atrás y hacia adelante hasta que quede en línea recta en el pliegue interglúteo de adelante hacia atrás. Cada correa de la ingle se coloca debajo de la pierna del paciente y se ata al chaleco en el mismo lado del que proviene. Una vez en su lugar, se afianza. Los genitales del paciente no deben quedar debajo de las correas, sino a un lado.

Manejo de la columna *(continuación)*



6 El relleno se coloca entre la cabeza del paciente y el chaleco para mantener la alineación neutral.



7 La cabeza del paciente se fija a las aletas del cabezal del dispositivo. El proveedor de atención prehospitalaria debe tener cuidado de no asentar la mandíbula del paciente u obstruir la vía aérea. *Nota:* las correas del torso deben ser evaluadas y reajustadas según sea necesario.



8 Se revisan una vez más todas las correas antes de mover al paciente. Si la correa en la parte superior del tórax no está sujeta, se debe unir y reforzar.



9 De ser posible, se acerca a la puerta abierta del vehículo el carro camilla de la ambulancia con la tabla larga. Ésta se coloca debajo de los glúteos del paciente de manera que un extremo se apoye de forma segura en el asiento del vehículo y el otro extremo en la canastilla de la ambulancia. Si no está disponible el carro camilla de la ambulancia o el terreno no permite colocarla, otros proveedores de atención prehospitalaria pueden sostener la tabla mientras el paciente es girado y extraído del vehículo.

Manejo de la columna *(continuación)*



- 10** Mientras se gira al paciente, se deben elevar sus extremidades inferiores sobre el asiento. Si el vehículo tiene una consola central, las piernas del paciente se desplazan sobre la consola una a la vez.



- 11** Una vez que se gira con la espalda al centro de la tabla larga, el paciente es bajado al dispositivo manteniendo las piernas elevadas. Después de instalarlo en la tabla, se liberan las dos correas de la ingle y se bajan las piernas. El paciente es posicionado moviéndolo sobre la tabla con el chaleco puesto. En este momento el proveedor de atención prehospitalaria debe considerar la liberación de la correa de la parte superior del tórax.

Aun instalado el paciente sobre la tabla larga, el chaleco permanece puesto y sujeto a fin de continuar con la inmovilización de su cabeza, cuello y torso. El paciente y el chaleco quedan sujetos al dispositivo. Las extremidades inferiores del paciente son inmovilizadas en la tabla, y ésta queda sujeta a la camilla de la ambulancia.

Manejo de la columna *(continuación)*

Extricación rápida

Principio: estabilizar manualmente a un paciente con lesiones críticas antes y durante el movimiento de una posición sentada.

A. Tres o más proveedores de atención prehospitalaria

Los pacientes en posición sentada con condiciones que amenazan la vida e indicaciones de inmovilización de columna (véase Figura 11-14) se pueden extricar con rapidez. La inmovilización en un dispositivo provisional antes de mover al paciente ofrece una sujeción más estable que cuando sólo se utiliza el método manual (liberación rápida). Sin embargo, se requieren de 4 a 8 minutos más para completarla. El proveedor de atención hospitalaria utiliza los métodos de chaleco o media tabla si (1) la escena y la condición del paciente son estables y el tiempo no es una preocupación primaria, o (2) si existe una situación especial de rescate que implique levantamiento sustancial o elevación técnica de liberación, y si está involucrado un movimiento significativo o cargar al paciente antes de que sea práctico completar la inmovilización en posición supina a una tabla larga.

En las siguientes condiciones se indica una extricación rápida:

- Si durante la evaluación primaria se identifican en el paciente condiciones que amenazan la vida que no se pueden corregir donde éste se encuentra
- Cuando la escena es insegura y hay peligro claro para el proveedor de atención prehospitalaria y para paciente, lo que exige el retiro inmediato a un lugar seguro
- Si el paciente necesita ser movido rápidamente para dar acceso a otros pacientes con lesiones más graves

Nota: la extricación rápida se selecciona sólo si las condiciones son peligrosas para la vida y no con base en la preferencia personal.



- 1** Una vez que se tomó la decisión de liberar con rapidez a un paciente, se inicia la estabilización manual en posición neutral en línea de su cabeza y cuello. Esto se logra mejor desde atrás del paciente. Si el proveedor de atención prehospitalaria es incapaz de llegar a la parte inferior del sujeto, la estabilización manual se realiza de forma lateral. Ya sea desde atrás o de lado, su cabeza y cuello se posicionan en alineación neutral; luego se realiza una evaluación rápida del paciente, y se le coloca un collarín cervical de tamaño adecuado.



- 2** Mientras se mantiene la estabilización manual, se controlan las partes superior e inferior del torso y las piernas del paciente. Luego se le gira en una serie de movimientos controlados cortos.

Manejo de la columna (continuación)



- 3** Si el vehículo tiene consola central, las piernas del paciente deben ser movidas, una a la vez, sobre la consola.



- 4** El proveedor de asistencia prehospitalaria continúa girando al paciente con movimientos controlados cortos hasta que ya no sea posible mantener el control de estabilización manual desde atrás y en el interior del vehículo. Un segundo proveedor asume la estabilización manual del primer proveedor mientras está de pie fuera del vehículo.



- 5** El primer proveedor de atención prehospitalaria ahora puede moverse fuera del vehículo y reasumir la estabilización manual del segundo proveedor.



- 6** La rotación del paciente continúa hasta que pueda ser bajado y extraído por la portezuela del vehículo y colocado en la tabla larga.

Manejo de la columna (continuación)



7

La tabla larga se coloca con el extremo del piecero sobre el asiento del vehículo y el extremo de la cabecera sobre la camilla de la ambulancia. Si la camilla no se puede colocar al lado del vehículo, otros proveedores de atención prehospitalaria pueden sostener la tabla larga mientras se baja e instala al paciente sobre su base.



8

Una vez que el torso del paciente se ha bajado sobre la tabla, el peso de su tórax se controla al mismo tiempo que la pelvis y las piernas. El paciente es movido hacia arriba sobre la tabla larga; el proveedor de atención prehospitalaria que mantiene la estabilización manual tiene cuidado de no tirar de él, sino soportar su cabeza y cuello.

Después de que el paciente es instalado sobre la tabla larga, los proveedores de atención prehospitalaria pueden asegurarlo a la tabla, y ésta a la camilla de la ambulancia. Primero se sujeta la parte superior del torso, en seguida la parte inferior del torso y la pelvis, y después la cabeza. Las piernas se fijan al final. Si la escena no es segura, el paciente debe ser trasladado a una zona segura antes de ser sujetado a la tabla o carro camilla.

Nota: este procedimiento representa sólo un ejemplo de extricación rápida. Debido a que muy pocas situaciones en campo son ideales, los proveedores de atención prehospitalaria tal vez tengan que modificar los pasos de liberación del paciente y la situación en particular. El principio del procedimiento debe seguir siendo el mismo independientemente de la situación: continuar la estabilización manual sin interrupción en todo el proceso de liberación, y mantener la columna vertebral en posición en línea sin movimiento injustificado. Cualquier posición de los proveedores que funcione puede tener éxito. Sin embargo, se deben evitar muchos cambios de posición y de mano porque invitan a un intervalo en la estabilización manual.

La técnica de extricación rápida proporciona con eficacia la estabilización manual en línea de la cabeza, el cuello y el torso del paciente durante su rescate desde un vehículo. Los siguientes son tres puntos clave del proceso:

1. Un proveedor de atención prehospitalaria mantiene la estabilización de la cabeza y el cuello del paciente en todo momento, otro gira y estabiliza la parte superior del torso, y un tercero mueve y controla la parte inferior del torso, la pelvis y las extremidades inferiores.

Manejo de la columna (continuación)

2. Es imposible mantener la estabilización manual en línea de la cabeza y el cuello del paciente si se le intenta trasladar en un movimiento continuo. Los proveedores de atención prehospitalaria necesitan limitar cada movimiento, parando para cambiar la posición, y preparándose para el siguiente movimiento. La prisa excesiva causará retrasos y puede dar lugar a movimientos de la columna vertebral.
3. Cada situación y paciente pueden requerir la adaptación de los principios de extricación rápida. Esto sólo funciona con eficacia si se practican las maniobras. Cada proveedor de atención prehospitalaria debe conocer las acciones y movimientos de sus compañeros de apoyo.

B. Dos proveedores de atención prehospitalaria

En algunas situaciones tal vez no se cuente con un número suficiente de proveedores de atención prehospitalaria para extricar con rapidez a un paciente crítico. En estas circunstancias, lo conveniente es una técnica de dos proveedores.



- 1 Un proveedor de atención prehospitalaria inicia y mantiene la estabilización manual en línea de la cabeza y el cuello del paciente. Un segundo proveedor le coloca un collarín cervical de tamaño adecuado y una manta previamente enrollada a su alrededor. El centro de la manta enrollada se coloca en la línea media del paciente sobre el collarín rígido. Los extremos de la manta envuelven el collarín cervical y se colocan bajo los brazos del paciente.



- 2 El paciente se gira utilizando los extremos de la manta enrollada, y la espalda del paciente queda centrada en la abertura de la puerta.

Manejo de la columna *(continuación)*



3 El primer proveedor de atención prehospitalaria toma el control de las orillas de la manta, las mueve bajo los hombros del paciente, y mueve a éste con la manta mientras que el otro proveedor mueve y controla la parte inferior del torso, la pelvis y las piernas.

Dispositivo de inmovilización infantil

Principio: proporcionar inmovilización de columna a un niño con sospecha de lesión de la médula.



1 El primer proveedor de atención prehospitalaria se arrodilla antes de la cabeza del paciente y proporciona estabilización manual en línea a esta extremidad y al cuello. El segundo proveedor aplica un collarín cervical ajustando su tamaño, mientras que el primero mantiene la estabilización neutral en línea. El segundo proveedor endereza los brazos y las piernas del paciente, si es necesario.



2 El segundo proveedor de atención prehospitalaria se arrodilla al lado del paciente entre los hombros y las rodillas; y lo toma a la altura de los hombros y las caderas de una manera tal como para mantener una posición neutral en línea de las extremidades inferiores. A la orden del primer proveedor de atención prehospitalaria, se rueda ligeramente al paciente sobre su costado.

Manejo de la columna *(continuación)*



3 Un tercer proveedor de atención prehospitalaria coloca el dispositivo de inmovilización detrás del paciente y lo mantiene en su lugar.



4 El dispositivo se sostiene contra la espalda del paciente y éste es rodado sobre la tabla, la cual se deposita en el suelo con el paciente.



5 El paciente es sujetado al dispositivo de inmovilización por el segundo y tercer proveedores de atención prehospitalaria mientras que el primero mantiene la estabilización de la cabeza y el cuello.



6 Después de asegurar el torso del paciente y las extremidades inferiores al dispositivo de inmovilización, su cabeza también es sujeta al dispositivo.

Manejo de la columna *(continuación)*

Retiro del casco

Principio: retirar un casco de seguridad y reducir al mínimo el riesgo de lesiones adicionales.

En el caso de pacientes que usan casco completo, se les debe retirar pronto durante el proceso de evaluación. Esto proporciona acceso inmediato al proveedor de atención prehospitalaria para evaluar y manejar el estado de la vía aérea y la ventilación del paciente. Desalojar el equipo asegura que no se esté produciendo sangrado oculto en el casco posterior y permite que el proveedor de atención prehospitalaria mueva la cabeza (desde la posición flexionada causada por cascos grandes) a una alineación neutral. Asimismo, permite el examen completo de la cabeza y el cuello en la evaluación secundaria, y facilita la inmovilización de columna si se indica (véase la Figura 11-14). El proveedor explica al paciente qué va a ocurrir. Si éste verbaliza que no le deben quitar el casco, el proveedor le explica que el personal debidamente capacitado puede retirarlo a fin de proteger su columna. Para esta maniobra se requieren dos proveedores.



1 Un primer proveedor de atención prehospitalaria toma posición por arriba de la cabeza del paciente. Con las palmas presionando los lados del casco y las puntas de los dedos enroscados sobre el margen inferior, estabiliza el casco, la cabeza y el cuello lo más cercano a una posición neutral en línea que permita el protector. Un segundo proveedor se arrodilla al lado del paciente, abre o retira la careta de ser necesario, retira los anteojos, de llevarlos, y desata o corta la correa del mentón.



2 La mandíbula del paciente es asida entre el pulgar y los primeros dos dedos en el ángulo de la mandíbula. La otra mano se coloca debajo del cuello del paciente en el occipital del cráneo para controlar la estabilización manual. Los antebrazos del proveedor de atención prehospitalaria deben descansar en el piso o suelo, o sobre sus propios muslos para soporte adicional.

Manejo de la columna (continuación)



3 El primer proveedor de atención prehospitalaria tira de los lados del casco alejándolo ligeramente de la cabeza del paciente, y lo gira con movimientos de arriba a abajo mientras lo jala para retirarlo totalmente. El movimiento del casco es lento y pausado. El proveedor de atención prehospitalaria tiene cuidado conforme el protector pasa por encima de la nariz del paciente.



4 Una vez que se retira el casco, se debe colocar relleno detrás de la cabeza del paciente para mantener una posición neutral en línea. Se mantiene la estabilización manual, y se coloca al paciente un collarín cervical de tamaño adecuado.

Nota: dos elementos clave están involucrados en el retiro del casco:

1. Mientras que un proveedor de atención prehospitalaria mantiene la estabilización manual de la cabeza y el cuello del paciente, el otro se mueve. En ningún momento ambos profesionales deben mover las manos.
2. El proveedor de atención prehospitalaria gira el casco en diferentes direcciones, primero para despejar la nariz del paciente y luego la parte posterior de su cabeza.

Aplicación de férula de vacío

Es importante tener el cuidado apropiado cuando se utiliza un colchón de vacío. Cualquier objeto punzante en el suelo o en la ropa del paciente puede perforarlo y hacerlo inservible.

Los pasos a seguir en la aplicación de una férula de vacío pueden variar de los que se describen a continuación, dependiendo del colchón disponible. Los proveedores de atención prehospitalaria deben estar familiarizados con los pasos específicos para el dispositivo particular usado en su agencia.

Manejo de la columna *(continuación)*



Courtesy of the Paramedic Academy - Vienna Ambulance.

1 Un proveedor de atención prehospitalaria coloca un colchón de vacío sobre una camilla. El colchón debe estar parcialmente desinflado con la válvula a la cabeza. Las bolas de plástico en su interior se distribuyen de manera uniforme hasta formar una superficie relativamente plana. Luego el proveedor cubre el colchón con una sábana.



Courtesy of the Paramedic Academy - Vienna Ambulance.

2 Se utiliza una camilla de cuchara para transferir al paciente al colchón de vacío.

Manejo de la columna (continuación)



- 3 La camilla de cuchara se retira cuidadosamente debajo del paciente.

Courtesy of the Paramedic Academy - Vienna Ambulance.



- 4 El colchón de vacío se moldea a los contornos del cuerpo mientras un proveedor de atención prehospitalaria mantiene la estabilización manual en línea de la cabeza del paciente. Una vez que el colchón se moldea al paciente, se abre la válvula y se aplica succión para desinflarlo.

Courtesy of the Paramedic Academy - Vienna Ambulance.



- 5 A continuación se cierra la válvula y el paciente es sujetado con correas. La sábana o manta debe ser colocada sobre el paciente.

Courtesy of Paramedic Academy - Vienna Ambulance.



Trauma torácico

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Analizar la anatomía y fisiología normal de los órganos torácicos.
- Explicar las alteraciones en la anatomía y la fisiología que resultan de una lesión torácica.
- Analizar las relaciones entre la cinemática del traumatismo, la anatomía y la fisiología torácicas, y múltiples hallazgos en la evaluación que conducen a un índice de sospecha de diversas lesiones.
- Diferenciar entre los pacientes que necesitan estabilización y traslado rápidos, y aquellos en los que debe ampliarse la evaluación y el manejo apropiados en la escena del accidente.
- Analizar el impacto de un entorno urbano o suburbano y rural o austero en la evaluación y manejo de la lesión torácica.
- Establecer los signos, síntomas, fisiopatología y tratamiento de las siguientes lesiones torácicas específicas:
 - Fractura de costillas
 - Tórax inestable
 - Contusión pulmonar
 - Neumotórax (simple, abierto y cerrado)
 - Neumotórax a tensión
 - Hemotórax
 - Lesión cardíaca contusa
 - Taponamiento cardíaco
 - Conmoción cardíaca
 - Disrupción traumática de la aorta
 - Disrupción traqueobronquial
 - Asfixia por trauma
 - Rotura diafragmática

ESCENARIO

Usted y su compañero son enviados a un área de construcción industrial donde un trabajador se hirió con una pieza de metal. A su llegada se encuentra en la puerta con el oficial de seguridad de la obra, que lo lleva a un área de trabajo interior. En el camino a la zona de trabajo, el oficial le indica que el paciente estaba ayudando a instalar postes metálicos. Cuando regresaba para tomar otro poste, se golpeó con el extremo de otro que su compañero acababa de recortar, el cual le desgarró la camisa y le perforó el pecho.

En el área de trabajo encuentra a un hombre de aproximadamente 35 años de edad, sentado en posición vertical sobre una pila de madera de construcción, inclinado hacia adelante y sosteniendo un trapo sobre su pecho derecho. Usted le pregunta qué pasó, y él intenta responder, pero tiene que detenerse después de cada cinco a seis palabras para recuperar el aliento. Al mover el trapo manchado de sangre, observa una laceración abierta de aproximadamente 5 cm (2 pulgadas) de largo, con una pequeña cantidad de líquido "que burbujea". El paciente está taquicárdico y evidencia un pulso radial rápido. Al auscultarlo, observa que disminuyeron sus ruidos respiratorios en el lado derecho. No se observan otros hallazgos físicos anormales.

- ¿El paciente tiene dificultad respiratoria?
- ¿Las lesiones ponen en riesgo su vida?
- ¿Qué intervenciones debe llevar a cabo en campo?
- ¿Qué modalidad se debe utilizar para el traslado de este paciente?
- ¿De qué forma afectaría otro lugar (p. ej., una zona rural) el manejo del paciente y los planes para un traslado prolongado?
- ¿De qué otras lesiones sospecha?



Introducción

Al igual que con otras formas de lesión, el trauma torácico está asociado con la intervención de mecanismos penetrantes o cerrados.

La fuerza directa aplicada a la caja torácica en shocks vehiculares, caídas de altura, golpes o lesiones por aplastamiento irrumpe en la anatomía y fisiología normales de los órganos torácicos. De igual modo, heridas penetrantes de disparo, cuchillo o empalamiento en objetos, como barras de refuerzo, pueden lesionar el tórax. El tratamiento definitivo de la mayoría de las lesiones torácicas no requiere *toracotomía* (apertura de la cavidad del pecho de manera quirúrgica). De hecho, sólo de 15 a 20% de todas las lesiones en el pecho la requieren. El restante 85% se maneja bien con intervenciones relativamente simples, como oxígeno suplementario, soporte ventilatorio, analgesia y tubo de *toracostomía* (que se coloca en el pecho) cuando sea necesario.¹⁻³

Sin embargo, las lesiones torácicas pueden ser muy importantes. Los órganos torácicos están íntimamente ligados con el mantenimiento de la oxigenación, ventilación y perfusión y suministro de oxígeno. Una lesión en el tórax, en especial si no se reconoce de inmediato o se maneja de manera adecuada, conduce a una morbilidad significativa. El resultado en el corto plazo de su manejo inadecuado puede ser *hipoxia* (insuficiencia de oxígeno en la sangre), *hipercapnia* (exceso de dióxido de carbono en la sangre), *acidosis* (exceso de ácido en la sangre) y shock (no llega suficiente oxígeno a los órganos y tejidos corporales), y por tanto complicaciones tardías,

como insuficiencia orgánica multisistémica, que representa 25% de las muertes por trauma a causa de una lesión torácica.¹⁻³

Anatomía

El tórax es un cilindro más o menos hueco formado por estructuras óseas y musculares. Tiene 12 pares de costillas. Los 10 pares superiores se unen a la columna vertebral en la parte posterior y al esternón o a la costilla superior en la parte frontal. Los dos pares inferiores de costillas sólo están unidos a la columna vertebral. Al frente están libres, y por tanto se conocen como "costillas flotantes". Esta jaula ósea es una gran protección para los órganos internos de la cavidad torácica y, gracias a las costillas inferiores, incluso a los órganos de la parte superior del abdomen (en particular el bazo y el hígado). Este marco de huesos se refuerza con el músculo. Los **músculos intercostales** se encuentran entre las costillas y las conectan entre sí.

Numerosos grupos de músculos mueven la extremidad superior y forman parte de la pared torácica, incluyendo los *músculos pectorales* mayor y menor, *músculos serratus* anterior y posterior, y los *músculos latissimus dorsi*, junto con otros más de la espalda (Figura 12-1). Todo este "relleno" significa que se necesita una cantidad considerable de fuerza para dañar los órganos internos.

En el tórax también se encuentran músculos implicados en el proceso de la respiración (ventilación), incluyendo los músculos intercostales; el *diafragma*, un músculo en forma de cúpula que se

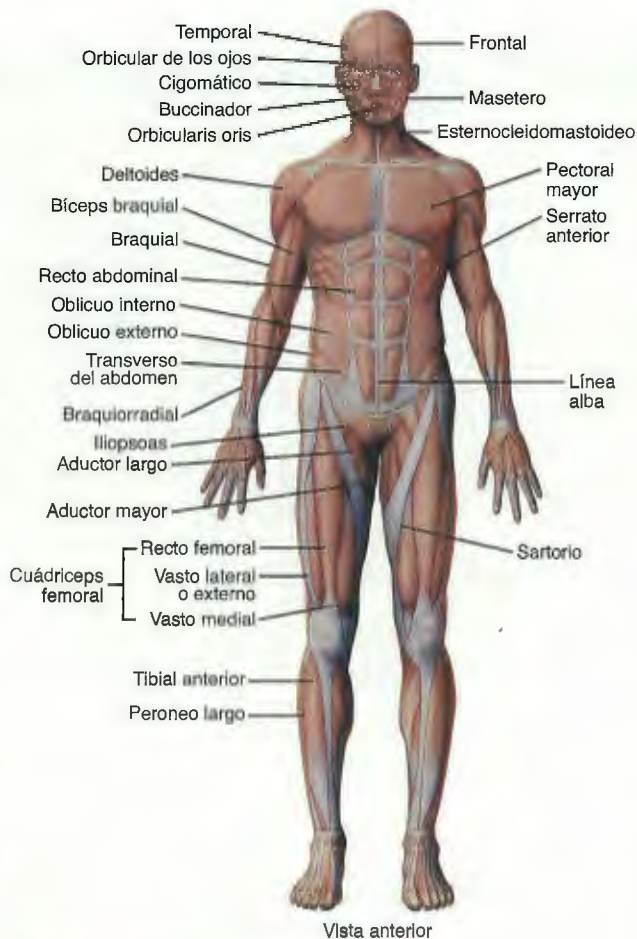


Figura 12-1 El sistema muscular.

Fuente: Imagen de fondo © Carol y Mike Werner/Science Source.

ata alrededor del aspecto inferior del pecho; y los músculos en el cuello, que se adhieren a las costillas superiores. Una arteria, vena y nervio corren a lo largo del borde inferior de cada costilla y proporcionan sangre y estimulación a los músculos intercostales.

El revestimiento de la cavidad formada por estas estructuras es una membrana delgada llamada **pleura parietal**. Otra cubierta delgada correspondiente cubre los dos pulmones dentro de la cavidad torácica, la **pleura visceral**. Normalmente no hay espacio entre ambos tejidos. De hecho, una pequeña cantidad de líquido entre las dos membranas las mantiene juntas, como si una fina tela de agua sostuviera unidas dos hojas de vidrio. Este líquido pleural crea una tensión superficial que se opone a la naturaleza elástica de los pulmones, evitando su tendencia natural contraria a colapsarse.

Los pulmones ocupan los lados derecho e izquierdo de la cavidad torácica (Figura 12-2). Entre ellos, y envuelto por los mismos, se encuentra un espacio denominado **mediastino**, el cual contiene la tráquea, los bronquios principales, el corazón, las arterias y venas principales hacia y desde el corazón, y el esófago.

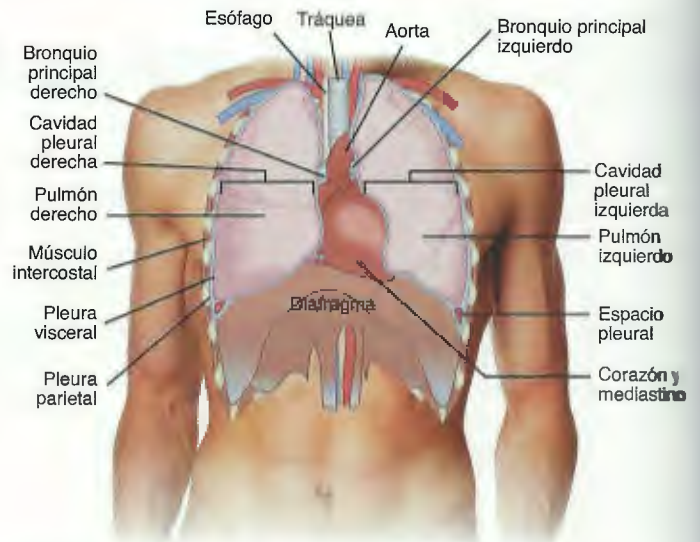


Figura 12-2 Cavidad torácica, incluyendo las costillas, músculos intercostales, diafragma, mediastino, pulmones, corazón, vasos mayores, bronquios, tráquea y esófago.

Fuente: Imagen de fondo © Mariya L/Shutterstock.

Fisiología

Los dos componentes de la fisiología del tórax más propensos a afectarse por lesiones son la **respiración** y la **circulación**.¹⁻³ Ambos procesos tienen que estar funcionando correctamente y en combinación uno con otro para que el oxígeno llegue a los órganos, los tejidos y en última instancia a las células del cuerpo, y se expulse el dióxido de carbono. Para entender mejor qué le sucede a los pacientes cuando se dañan el tórax y cómo manejar sus lesiones, es importante entender la fisiología de estos dos procesos.

Ventilación

El término laico “respiración” se refiere en realidad al proceso fisiológico de la ventilación. La **ventilación** es el acto mecánico de jalar aire a través de la boca y la nariz hacia la tráquea y los bronquios, y luego a los pulmones, a donde llega en pequeños sacos de aire conocidos como **alvéolos**. La **respiración** consiste en la ventilación más el suministro de oxígeno a las células. El proceso de jalar aire se llama **inhalación**. El oxígeno inhalado del aire se transporta a través de la membrana mucosa de los alvéolos hacia los pequeños vasos sanguíneos adyacentes conocidos como **capilares**, donde se une a la hemoglobina con los eritrocitos para su transporte al resto del cuerpo. Este proceso se conoce como **oxigenación**. Al mismo tiempo, el dióxido de carbono, que se disuelve en la sangre, se difunde en el aire dentro de los alvéolos para su expulsión cuando el aire es expedido de nuevo durante el proceso de exhalación (Figura 12-3). La **respiración celular** es la toma de oxígeno por parte las células para producir energía (véase los Capítulos 4, Fisiología de la vida y la muerte, y 8, Vía aérea y ventilación).

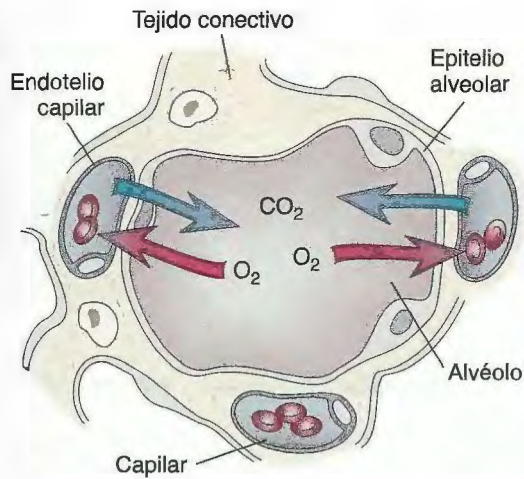


Figura 12-3 Los capilares y los alvéolos se encuentran próximos; por tanto, el oxígeno (O_2) se puede difundir fácilmente a través del capilar, las paredes alveolares, las paredes de los capilares y los eritrocitos. El dióxido de carbono (CO_2) se difunde hacia atrás, en dirección opuesta.

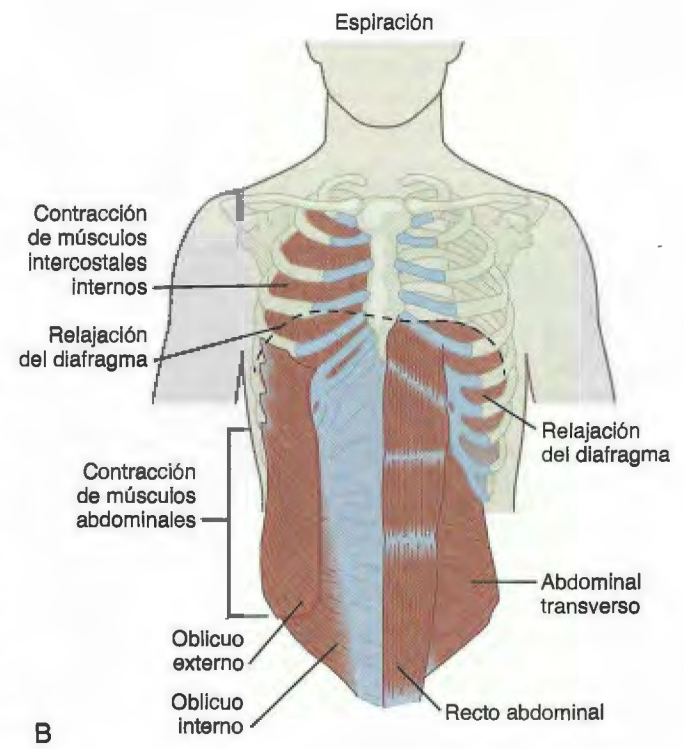
La *inhalación* se produce mediante la contracción de los músculos de la respiración (principalmente los intercostales y el diafragma), propiciando la elevación y separación de las costillas y el movimiento descendente del diafragma. Esta acción aumenta el tamaño de la cavidad torácica y crea una presión negativa dentro del tórax, en comparación con la presión del aire fuera del cuerpo. Como resultado, el aire fluye hacia los pulmones (Figuras 12-4 y 12-5). La *espiración* se logra con la relajación de los músculos intercostales y el diafragma, lo que da como resultado el regreso de las costillas y el diafragma a su posición de reposo. Este retorno hace que la presión dentro del tórax sea mayor que la presión fuera del cuerpo, y el aire de los pulmones se vacía hacia el exterior a través de los bronquios, la tráquea, la boca y la nariz.

La ventilación está bajo el mando del centro respiratorio del tronco del encéfalo, que la controla a través del monitoreo de la presión parcial de dióxido de carbono arterial ($PaCO_2$) y la presión parcial de oxígeno arterial (PaO_2) mediante células especializadas conocidas como **quimiorreceptores**. Éstos se encuentran en el tronco del encéfalo y en las arterias aorta y carótida. Si los quimiorreceptores detectan el aumento de $PaCO_2$, estimulan el centro respiratorio para incrementar la profundidad y frecuencia de las respiraciones, eliminando más dióxido de carbono y logrando que la $PaCO_2$ vuelva a la normalidad (Figura 12-6). Este proceso es muy eficiente y puede aumentar el volumen de aire que se mueve dentro y fuera de los pulmones por minuto por un factor de 10. Los mecanorreceptores, que se encuentran en las vías respiratorias, pulmones y pared torácica, miden el grado de estiramiento de estas estructuras y proporcionan retroalimentación al tronco del encéfalo acerca del volumen pulmonar.

En algunas afecciones pulmonares, como enfisema o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), los pulmones no tienen capacidad para eliminar el dióxido de carbono con tanta eficacia. Esto ocasiona una elevación crónica del nivel de CO_2 en la sangre. Los quimiorreceptores se vuelven entonces insensibles a los cambios en la $PaCO_2$. Como resultado, estimulan la respiración en las



A



B

Figura 12-4 **A.** Durante la inspiración, el diafragma se contrae y se aplana. Los músculos accesorios de la inspiración —como los intercostales externos, pectorales menores y esternocleidomastoideo— levantan las costillas y el esternón, lo que aumenta el diámetro y el volumen de la cavidad torácica. **B.** En la espiración, durante una respiración tranquila, la elasticidad de la cavidad torácica hace que el diafragma y las costillas asuman su posición de reposo, lo que disminuye el volumen de la cavidad torácica. En la espiración, durante una respiración difícil, se contraen los músculos —como los intercostales internos y el abdominal—, con lo cual el volumen de la cavidad torácica disminuye con rapidez.

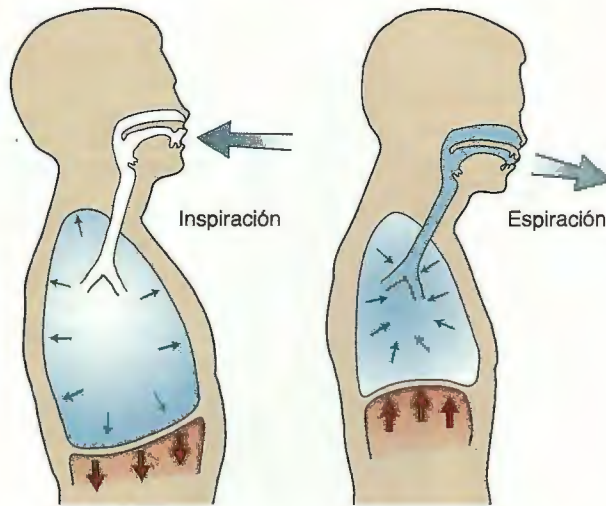


Figura 12-5 Cuando la cavidad del pecho se expande durante la inspiración, la presión intratorácica disminuye y el aire entra en los pulmones. Si el diafragma se relaja y el tórax vuelve a su posición de reposo, la presión intratorácica aumenta y el aire es expulsado. Cuando el diafragma está relajado y la glotis abierta, la presión dentro y fuera de los pulmones es igual.

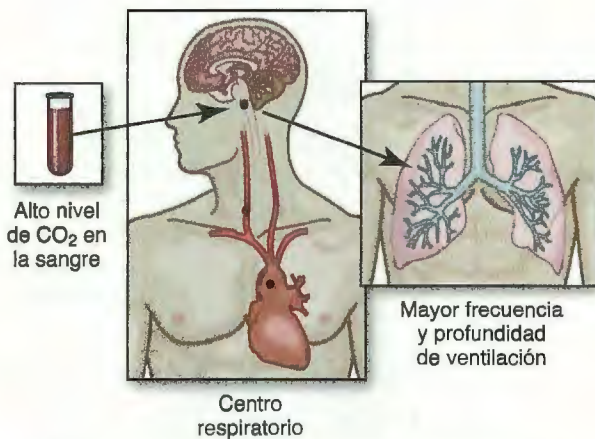


Figura 12-6 Un incremento en el nivel de dióxido de carbono es detectado por las células nerviosas sensibles a este cambio, lo que estimula el pulmón para aumentar tanto la profundidad como la frecuencia de ventilación.

arterias aorta y carótida cuando cae la PaO_2 . Al igual que cuando los quimiorreceptores del tronco del encéfalo detectan un aumento de $PaCO_2$, e incentivan el incremento de respiraciones para bajar el nivel de dióxido de carbono, los quimiorreceptores de oxígeno envían información al centro respiratorio que estimula los músculos respiratorios para que se tornen más activos, aumentando la frecuencia y profundidad respiratoria para incrementar la PaO_2 a valores más

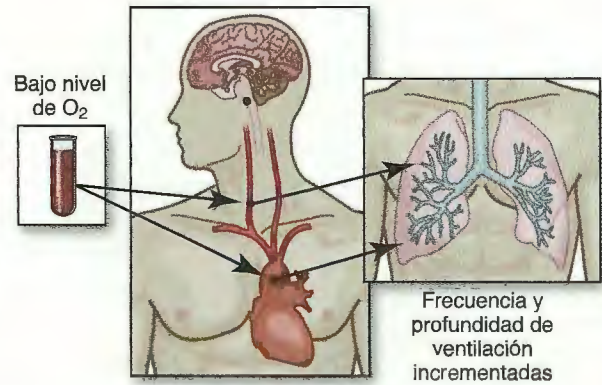


Figura 12-7 Los receptores situados en las arterias aorta y carótida son sensibles al nivel de oxígeno y estimulan los pulmones para aumentar el movimiento de aire dentro y fuera de los sacos alveolares.

normales (Figura 12-7). Este mecanismo se conoce a menudo como "impulso hipóxico", ya que está relacionado con la declinación de los niveles de oxígeno en la sangre.

El concepto de impulso hipóxico ha dado lugar a recomendaciones para limitar la cantidad de oxígeno que reciben los pacientes de traumatismo con EPOC preexistente por temor a suprimir su impulso de respirar. Los pacientes con trauma hipóxico nunca deben ser privados de oxígeno suplementario en el ámbito prehospitalario.⁴ La existencia real del impulso hipóxico todavía es controvertida. Si realmente existe, no se manifiesta en la fase aguda.

En la Figura 12-8 se definen varios términos que son importantes para analizar y conocer la fisiología de la ventilación.⁵

Circulación

Otro proceso fisiológico importante que puede verse afectado después de una lesión torácica es la circulación. El Capítulo 9, Shock, cubre este tema más ampliamente, pero el siguiente análisis prepara el escenario para analizar la fisiopatología de una lesión en el tórax.

El corazón, ubicado en el centro del pecho dentro del mediastino, funciona como una bomba biológica. Para que una bomba trabaje, se debe preparar con líquido y mantener el nivel de este líquido. En el caso del corazón, la función de preparación se proporciona mediante el retorno de la sangre a través de dos grandes conductos; la **vena cava superior** y la **vena cava inferior**. Después el órgano se contrae normalmente a un promedio de 70 a 80 veces por minuto (rango normal de 60 a 100 latidos por minuto), y con cada latido expulsa alrededor de 70 mililitros (mL) de sangre hacia el cuerpo a través de la aorta.

Los procesos que interfieren con el retorno de la sangre al corazón por conducto de las venas cavas superior e inferior (p. ej., la pérdida de sangre a través de la hemorragia o el aumento de presión en la cavidad torácica por neumotórax a tensión) ocasionan el

Figura 12-8 Volúmenes pulmonares y relaciones

- **Espacio muerto.** Cantidad de aire introducida en los pulmones que no tiene la oportunidad de intercambiar oxígeno y dióxido de carbono con la sangre en los capilares alveolares (p. ej., el aire en la tráquea y los bronquios).
- **Ventilación por minuto (\dot{V}).** Volumen total de aire que entra y sale de los pulmones en 1 minuto.
- **Volumen tidal (V_T).** Cantidad de aire que se inhala y después se exhala durante una respiración normal (0.4 a 0.5 litros).
- **Capacidad pulmonar total (CPT).** Volumen total que contienen los pulmones cuando están inflados al máximo. Este volumen disminuye con la edad, de 6.0 litros en adultos jóvenes a 4.0 litros en personas de edad avanzada.
- **Trabajo de respiración.** Trabajo físico o esfuerzo realizado al mover la pared torácica y el diafragma para respirar. Este trabajo aumenta con la respiración acelerada, el incremento de la ventilación por minuto y cuando los pulmones están anormalmente rígidos.

Este de este órgano y por tanto disminuyen la tensión arterial. De igual modo, los procesos que lo lesionan propiamente (p. ej., lesión cardíaca cerrada) pueden convertirlo en una bomba menos eficiente y causar las mismas anomalías fisiológicas. Así como los quimiorreceptores identifican los cambios en los niveles de dióxido de carbono y oxígeno, los **barorreceptores** situados en el arco de la aorta y los **receptores carotídeos** de las arterias carótidas reconocen los cambios en la tensión arterial y dirigen el corazón a fin de cambiar la velocidad y contundencia de sus latidos para regresar la tensión arterial a la normalidad.

Fisiopatología

Como se mencionó antes, los mecanismos cerrado y penetrante pueden alterar los procesos fisiológicos recién descritos. Existen elementos comunes en las alteraciones ocasionadas por estos mecanismos.

Lesión penetrante

En las lesiones penetrantes, objetos de diferente tamaño y tipo atraviesan la pared torácica, entran en la cavidad torácica y

posiblemente lesionan los órganos dentro del tórax. Por lo general no hay espacio entre las membranas pleurales; sin embargo, cuando una herida penetrante crea una comunicación entre la cavidad torácica y el mundo exterior, el aire puede entrar en el espacio pleural a través de la fisura durante la inspiración cuando la presión en el interior del tórax es menor que la externa. Se puede estimular que el aire entre por la herida si la resistencia al flujo de aire a través de ésta es menor que a través de las vías respiratorias. El aire en el espacio pleural (**neumotórax**) rompe la adherencia entre las membranas pleurales creada por la película delgada del líquido pleural. Todos estos procesos en conjunto contribuyen al colapso del pulmón, impidiendo una ventilación eficaz. Las heridas penetrantes causan un neumotórax abierto sólo cuando el tamaño del defecto en la pared torácica es lo bastante grande como para que los tejidos circundantes no cierren la herida, al menos parcialmente durante la inspiración y/o espiración.

Las heridas en los pulmones causadas por un objeto penetrante ocasionan que el aire escape desde el pulmón hacia el espacio pleural y lo colapsan. En cualquiera de los casos, el paciente se queda sin aliento. Para compensar la capacidad de ventilación perdida, el centro respiratorio estimula una respiración más rápida. Esto aumenta el trabajo respiratorio. El paciente puede ser capaz de tolerar una mayor carga de trabajo por un tiempo, pero si no se identifica y trata el daño, corre el riesgo de presentar insuficiencia respiratoria, que se manifiesta por el aumento de la dificultad respiratoria, ya que se elevan los niveles de dióxido de carbono en la sangre y caen los de oxígeno.

Si la entrada de aire en la cavidad torácica es continua y no tiene salida, comienza a acumularse la presión en el espacio pleural, lo que conduce a un **neumotórax a tensión**. Esto impide aún más la capacidad del paciente para ventilar en forma adecuada. También empieza a impactar la circulación negativamente, ya que el retorno venoso al corazón se reduce por el aumento de la presión intratorácica y puede sobrevenir un shock. En casos extremos, con el desplazamiento de las **estructuras del mediastino** (órganos y vasos localizados en el centro del tórax entre los dos pulmones) hacia el lado opuesto del tórax, se compromete en gran medida el retorno venoso, lo que ocasiona disminución de la tensión arterial y distensión venosa yugular. El hallazgo clásico que se puede detectar, aunque tarde, es el **desplazamiento traqueal** de la línea media hacia el lado no afectado del tórax.

Los tejidos lacerados y los vasos sanguíneos rotos sangran. Las heridas penetrantes en el pecho pueden desencadenar sangrado en el espacio pleural (**hemotórax**) de los músculos de la pared torácica, vasos intercostales y pulmones. Cuando afectan los vasos mayores en el tórax desatan una hemorragia catastrófica. Cada espacio pleural puede acomodar aproximadamente 3000 mL de líquido. Es posible que una hemorragia torácica en el espacio pleural no sea fácilmente evidente de manera externa, pero puede ser de magnitud suficiente como para crear un estado de shock. La presencia de grandes volúmenes de sangre en este espacio también dificulta la capacidad del paciente para respirar; esta sangre impide la expansión del pulmón en ese lado. No es raro que una lesión en el pulmón ocasione a su vez un hemotórax y un neumotórax, denominado **hemoneumotórax**. Éste da como resultado el colapso del pulmón, una ventilación deteriorada por el aire en el espacio pleural y la acumulación de sangre en la cavidad torácica.

Las heridas del pulmón también ocasionan sangrado en el tejido pulmonar en sí. Esta sangre inunda los alvéolos, impidiendo que se llenen de aire. Los alvéolos colmados de sangre no pueden participar en el intercambio de gases. Cuanto más se inundan, más se compromete la ventilación y oxigenación del paciente.

Lesión contusa

Una fuerza contusa aplicada a la pared torácica se transmite por este medio a los órganos torácicos, en especial a los pulmones. Esta onda de energía puede desgarrar el tejido pulmonar y causar una hemorragia en los alvéolos. En este entorno, la lesión se llama **contusión pulmonar**, que básicamente es una contusión del pulmón. Se llega a agravar por una reanimación demasiado agresiva con líquidos. El impacto sobre la oxigenación y la ventilación es igual a la lesión por penetración.

Si la fuerza aplicada al tejido pulmonar también desgarrar la pleura visceral, el aire puede escapar desde el pulmón hacia el espacio pleural y causa un neumotórax y potencialmente un neumotórax a tensión, como se describió antes. El traumatismo por fuerza contusa en el tórax también suele romper las costillas, que pueden lacerar el pulmón y originar un neumotórax, al igual que un hemotórax (causados ambos por el sangrado de las costillas rotas y de los músculos intercostales y pulmón desgarrados). La lesión por fuerza contusa asociada por lo común con incidentes de desaceleración súbita puede cortar los vasos sanguíneos mayores en el tórax, en especial la aorta, y desencadenar una hemorragia catastrófica. En algunos casos la fuerza contusa también afecta la pared torácica causando su inestabilidad y el compromiso de los cambios en la presión intratorácica, lo que finalmente altera la ventilación.

Evaluación

Al igual que en todos los aspectos de la atención médica, la evaluación consiste en preparar el historial y realizar una exploración física. En situaciones de traumatismo hablamos de los **antecedentes SAMPLE**, en los que se dilucidan los síntomas del paciente, edad y alergias, medicamentos, antecedentes, hora del último alimento y los acontecimientos que rodearon la lesión (véase el Capítulo 7, Evaluación y manejo del paciente).⁶

Si los pacientes están conscientes y aptos para comunicarse, se les pregunta acerca de cualquier síntoma que experimenten, además del mecanismo general que dio lugar a la lesión. Las víctimas de traumatismo torácico probablemente reportan dolor en el pecho, ya sea agudo, punzante o limitante. Con frecuencia, el dolor es peor con los esfuerzos o movimientos respiratorios. El paciente puede referir una sensación de falta de aliento o de capacidad para respirar de forma adecuada. Si el shock está en proceso, suele sentir aprensión o mareo. Es importante recordar que la ausencia de síntomas no equivale a ausencia de lesiones.

El siguiente paso en la evaluación consiste en practicar una exploración física, que consta de cuatro componentes: observación, palpación, percusión y auscultación. También se deben determinar los signos vitales. El oxímetro de pulso para examinar la saturación

de oxígeno arterial es un complemento útil en la evaluación del paciente lesionado.^{6,7}

- **Observación.** Se observa al paciente para detectar palidez de la piel y sudoración, indicativos de la presencia de shock. El individuo también puede parecer aprensivo. La presencia de **cianosis** (coloración azulada de la piel, en especial alrededor de la boca y los labios) es una evidencia de hipoxia avanzada. Se debe tomar en cuenta la frecuencia de las respiraciones y si el paciente parece tener problemas para respirar (jadeo, contracciones de los músculos accesorios de la respiración en el cuello, aleteo nasal). ¿La tráquea está en la línea media, o se desvió hacia un lado o el otro? ¿Las venas yugulares están distendidas? Se explora el tórax para detectar contusiones, abrasiones o laceraciones, y si la pared torácica se expande simétricamente con la respiración. ¿Alguna porción de la pared torácica se mueve de forma paradójica con la respiración? (Es decir, en lugar de moverse hacia afuera durante la inspiración, ¿se colapsa hacia adentro y viceversa durante la espiración?) Si se identifican heridas, se exploran con detenimiento para identificar si burbujan aire mientras el paciente inhala y exhala.
- **Auscultación.** Se evalúa todo el pecho. Una disminución de los ruidos respiratorios en un lado en comparación con el otro puede indicar neumotórax o hemotórax en el sitio explorado. Las contusiones pulmonares se manifiestan como ruidos respiratorios anormales (crepitaciones). Aunque cuando a menudo es difícil discernirlo en campo, con la auscultación del corazón también se observa si hay sonidos cardiacos ahogados de la sangre recolectada alrededor de este órgano y soplos por daño valvular.
- **Palpación.** La valoración en caso de presencia de sensibilidad, crepitación (ya sea **enfisema subcutáneo** u **osteotórax**) e inestabilidad ósea de la pared torácica se realiza presionando con suavidad la pared torácica con las manos y los dedos.
- **Percusión.** Esta técnica de exploración es difícil de realizar en campo debido a que el ambiente a menudo es ruidoso y dificulta la evaluación de la percusión. Además, hay poca información adicional por obtener a partir de la percusión que cambiará con el manejo prehospitalario.
- **Oximetría de pulso.** Se requiere para evaluar el nivel de oxígeno adherido a la hemoglobina y para dar seguimiento a los cambios en la condición del paciente y su respuesta al tratamiento. La saturación de oxígeno se debe mantener en 95% o mayor.
- **Capnografía de onda.** Ya sea mediante el examen de corriente lateral con sonda nasal, mascarilla o evaluación en línea en un paciente intubado, la capnografía (dióxido de carbono al final de la espiración) se utiliza para identificar el nivel de dióxido de carbono en el aire espirado. Se continúa para indicar los cambios en la condición del paciente y su respuesta al tratamiento. El muestreo en línea mide el CO₂ al final de la espiración directamente en el punto de muestreo, mientras que la evaluación de

El paciente en posición lateral toma una muestra de aire espirado y determina el nivel del gas en la ubicación del monitor, que está fijado del sitio de muestreo.

Las mediciones de la frecuencia ventilatoria durante la vida del paciente puede ser la herramienta de evaluación más útil para identificar si se está deteriorando. Conforme los pacientes vuelven hipóxicos y comprometidos, una pista inicial para el diagnóstico es un aumento gradual en la frecuencia ventilatoria.

Evaluación y manejo de lesiones específicas

Fractura de costillas

La fractura de costillas por lo regular es identificada por los proveedores de atención prehospitalaria y está presente en cerca del 10% de los pacientes con traumatismo. Se ha demostrado que los factores contribuyen a la morbilidad y mortalidad de las costillas con múltiples fracturas costales, incluyendo el número de costillas rotas, la presencia de fracturas bilaterales y la edad (mayores de 65 años).⁸ Las personas de edad avanzada son especialmente susceptibles, quizá debido a la pérdida de masa cortical (osteoporosis), que facilita la rotura de las costillas después de aplicar menos fuerza cinética. Independientemente de la edad, la mortalidad aumenta a medida que se destrozan más costillas. La mortalidad para la fractura de una sola pieza es de 5.8%, que aumenta a 10% en las personas con cinco costillas afectadas, y a 20% con fractura de ocho.^{9,10}

A pesar de que las costillas están bastante bien protegidas por la musculatura suprayacente, su fractura es un evento común en los traumatismos torácicos. Las costillas superiores son anchas y gruesas, y en particular están bien protegidas por la cintura escapular y los músculos.¹³ Debido a que se requiere una gran energía para vulnerarlas, los pacientes con fractura de costillas superiores están en riesgo de tener otras lesiones importantes, como afectación hemodinámica de la aorta. Las roturas se producen con mayor frecuencia lateralmente en las costillas 4 a 8, que son delgadas y tienen menos musculatura suprayacente. Los extremos rotos de estos huesos pueden desgarrar músculos, pulmones y vasos sanguíneos, y ocasionar contusión pulmonar, neumotórax o hemotórax asociado.^{13,11} La contusión pulmonar subyacente es la lesión más común asociada con múltiples fracturas de costilla. La compresión de los pulmones comprime los alvéolos y conduce a un neumotórax, como se indicó anteriormente. La fractura de las costillas inferiores¹¹⁻¹³ se asocia con lesiones del bazo e hígado, e indica la eventualidad de otras lesiones intraabdominales, que se pueden presentar con signos de pérdida de sangre o shock.^{1,3,11}

Evaluación

Los pacientes con fracturas costales simples refieren con más frecuencia dolor en el pecho a causa de la respiración o el movimiento,

y dificultad para respirar. Es posible que hagan mucho esfuerzo para respirar. La palpación cuidadosa de la pared torácica suele revelar un punto de sensibilidad directamente sobre el sitio de la fractura de costilla, y se puede sentir una crepitación, ya que sus extremos rotos raspan entre sí. El proveedor de atención prehospitalaria evalúa los signos vitales, presta especial atención a la frecuencia ventilatoria y a la profundidad de la respiración. También debe realizar la oximetría de pulso, así como la capnografía, si está disponible.^{1,14,15}

Manejo

El alivio del dolor es un objetivo primordial en el manejo inicial del paciente con fractura de costillas. Esto implica tranquilizarlo y el posicionamiento de sus brazos utilizando un cabestrillo. Es importante relajarlo y evaluarlo continuamente, teniendo en cuenta la posibilidad del deterioro de la ventilación y el desarrollo de shock. Se debe considerar el acceso intravenoso (IV), dependiendo de la condición de la persona y el tiempo de traslado esperado. La administración de analgésicos narcóticos IV puede ser apropiada en algunas situaciones para las unidades avanzadas con protocolos y control médico adecuados. Se alienta al paciente a respirar profundamente y a toser para evitar tanto el colapso de los alvéolos (atelectasia) como el potencial de neumonía y otras complicaciones. Se debe evitar la inmovilización rígida de la caja torácica con cinta o correas porque estas intervenciones predisponen el desarrollo de atelectasia y neumonía.¹³ Tal vez sea necesaria la administración de oxígeno suplementario y asistencia a las ventilaciones para asegurar la oxigenación adecuada.

Tórax inestable

Un tórax inestable se presenta cuando dos o más costillas adyacentes están fracturadas en más de un lugar a lo largo de su longitud. El resultado es un segmento de la pared torácica que ya no tiene continuidad con el resto del pecho. Cuando se contraen los músculos respiratorios para elevar las costillas hacia arriba y afuera y bajar el diafragma, el segmento inestable paradójicamente se mueve hacia el interior en respuesta a la presión negativa creada dentro de la cavidad torácica (Figura 12-9); del mismo modo, cuando estos músculos se relajan, se pueden mover hacia afuera conforme aumenta la presión dentro del pecho. Este movimiento paradójico del segmento inestable produce una ventilación menos eficiente. El grado de ineficiencia se relaciona directamente con el tamaño del segmento.

La fuerza significativa necesaria para producir una lesión de este tipo se transmite por lo general al pulmón subyacente, ocasionando contusión pulmonar. Por tanto, el paciente puede tener dos mecanismos que comprometen la ventilación y el intercambio de gases: el segmento inestable y la contusión pulmonar subyacente (que es el problema más grande cuando se trata de una ventilación comprometida). De acuerdo con lo antes descrito, la contusión pulmonar no permite el intercambio de gases en la parte contusa del pulmón debido a la inundación alveolar con sangre.

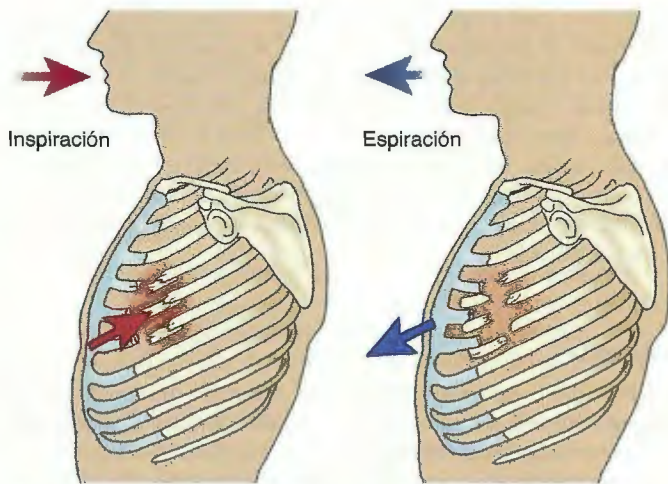


Figura 12-9 Movimiento paradójico. Si en dos o más lugares se ha perdido la estabilidad de la pared torácica por las costillas fracturadas, conforme disminuye la presión intratorácica durante la inspiración, la presión de aire externa fuerza la pared torácica hacia adentro. Cuando aumenta la presión intratorácica durante la espiración, la pared torácica se ve forzada hacia afuera.

Evaluación

Al igual que con una fractura de costilla simple, la evaluación de tórax inestable revela a un paciente con dolor. Sin embargo, éste suele ser más intenso y el paciente por lo general parece estar angustiado. Se eleva su frecuencia respiratoria y no respira de forma profunda a causa del dolor. Puede haber presencia de hipoxia, como se demuestra con la oximetría de pulso o cianosis. El movimiento paradójico no siempre es evidente o no se identifica con facilidad. Al principio, los músculos intercostales están en espasmo y tienden a estabilizar el segmento inestable. Conforme pasa el tiempo, a medida que estos músculos se fatigan, el movimiento paradójico es cada vez más evidente. El paciente presenta sensibilidad y crepitación ósea potencial sobre el segmento lesionado. La inestabilidad del segmento también se aprecia con la palpación.

Manejo

El manejo de tórax inestable está dirigido al alivio del dolor, soporte ventilatorio y seguimiento del deterioro. La frecuencia respiratoria es el parámetro más importante a seguir y se debe medir con cuidado. Los pacientes que desarrollan contusión pulmonar subyacente y compromiso respiratorio presentan con el tiempo aumento en la frecuencia respiratoria. La oximetría de pulso, si está disponible, también es útil para detectar hipoxia.⁷ Se debe administrar oxígeno para asegurar una saturación de por lo menos 95%.

Se puede obtener el acceso intravenoso, salvo en los casos de tiempos de traslado sumamente cortos. Los analgésicos narcóticos pueden ajustarse con cuidado para aliviar el dolor.

Tal vez sea necesario el soporte de ventilación con asistencia de una bolsa-mascarilla, presión positiva continua de la vía aérea (PPCVA) o intubación endotraqueal y ventilación con presión positiva (en particular cuando los tiempos de traslado son prolongados) en aquellos pacientes con dificultades para mantener una oxigenación adecuada.¹⁴

Se contraindican los esfuerzos para estabilizar el segmento inestable con sacos de arena u otros medios, ya que pueden estimular el movimiento de la pared torácica comprometida y, por ende, afectar las ventilaciones.¹

Contusión pulmonar

Cuando el tejido pulmonar se lacera o desgarrar por mecanismos directos o penetrantes, el sangrado en los espacios aéreos alveolares puede ocasionar *contusión pulmonar*. A medida que los alvéolos se llenan de sangre, se afecta el intercambio de gases porque el aire no puede entrar en estos alvéolos de las vías aéreas terminales. Además, en el tejido entre los alvéolos, la sangre y el líquido de edema impiden aún más este intercambio en los alvéolos que están ventilados. La contusión pulmonar casi siempre está presente en pacientes con un segmento inestable y es una complicación común —y potencialmente letal— de la lesión torácica.¹⁰ El deterioro hasta el punto de la insuficiencia respiratoria puede ocurrir durante las primeras 24 horas después de la lesión.

Evaluación

Los hallazgos en la evaluación del paciente son variables, dependiendo de la gravedad de la contusión (porcentaje del pulmón involucrado). La evaluación temprana por lo general no revela compromiso respiratorio. A medida que la contusión progresa, la frecuencia respiratoria aumenta y se pueden escuchar estertores en la auscultación. De hecho, un aumento de la frecuencia respiratoria a menudo es el primer indicio de que un paciente se está deteriorando de una contusión pulmonar. Se necesita un alto índice de sospecha, sobre todo ante la presencia de un segmento inestable.

Manejo

El manejo está dirigido al soporte de la ventilación. El proveedor de atención prehospitalaria debe evaluar repetidamente la frecuencia respiratoria y los signos de dificultad respiratoria. De estar disponibles, se deben utilizar la oximetría de pulso continua y la capnografía, al igual que proporcionar oxígeno suplementario a todos los pacientes con sospecha de contusión pulmonar, con el objetivo de mantener la saturación del gas en el rango normal. La PPCVA se utiliza para mejorar la oxigenación en aquellos cuyo oxígeno suplementario no mantiene de forma adecuada los niveles de saturación aceptables.¹² Tal vez sea necesario el soporte de ventilación con dispositivo de bolsa-mascarilla o la intubación endotraqueal.¹⁵

En ausencia de hipotensión (presión arterial sistólica menor a 90 milímetros de mercurio [mm Hg]), la administración agresiva de líquidos IV puede aumentar aún más el edema y el compromiso de ventilación y oxigenación. Más bien, los líquidos IV se deben administrar para mantener el pulso y la tensión arterial normales. La contusión pulmonar es otro ejemplo en el que la reanimación con líquidos se debe equilibrar con otras necesidades del paciente. (Véase el Capítulo 9, Shock.)

Neumotórax

El neumotórax está presente hasta en 20% de las lesiones torácicas graves.⁹ Los tres tipos de neumotórax —simple, abierto y a tensión— representan crecientes niveles de gravedad.

El **neumotórax simple** consiste en la presencia de aire dentro del espacio pleural. Como la cantidad de aire en los pleuros aumenta el espacio, el pulmón de ese lado se colapsa (Figura 12-10). El **neumotórax abierto** (“chupa la herida torácica”) implica un neumotórax asociado con un defecto en la pared torácica que permite que el aire entre y salga del espacio pleural desde el exterior con esfuerzo ventilatorio. El *neumotórax a tensión* se produce cuando el aire sigue entrando y queda atrapado en el espacio pleural con un aumento gradual de la presión intratorácica. Esto ocasiona el desplazamiento del mediastino y, en consecuencia, la disminución del retorno de la sangre venosa hacia el corazón comprometiendo la función circulatoria.

Neumotórax simple

Evaluación

Es probable que la evaluación de un neumotórax simple muestre hallazgos semejantes a los que están presentes en la fractura de costilla. El paciente se queja con frecuencia de dolor torácico pleurítico (dolor al respirar) y de dificultad para respirar, que pueden variar de leves a graves, y exhibe diferentes síntomas y signos de disfunción respiratoria. Los hallazgos clásicos indican ruidos respiratorios disminuidos en el lado de la lesión. Se debe suponer que un paciente con dificultad respiratoria y ruidos respiratorios disminuidos tiene neumotórax.

Manejo

El proveedor de atención prehospitalaria administra oxígeno suplementario, obtiene acceso IV y se prepara para tratar el shock en caso de desarrollarse. El monitoreo de oximetría de pulso y la capnografía de longitud de onda, si está disponible, es fundamental para el manejo expectante del paciente con el fin de detectar los primeros signos de deterioro respiratorio.^{9-13,17,18} Si no se necesita la inmovilización de columna, es posible que el paciente esté más cómodo en una posición semirreclinada. El traslado rápido es esencial.^{13,15,17} Si el profesional de atención prehospitalaria trabaja a nivel básico y

el traslado será largo, se debe considerar el uso de una unidad de soporte vital avanzado (SVA).

Un punto clave en el manejo es el reconocimiento de que un neumotórax simple puede evolucionar con rapidez a un neumotórax a tensión. El paciente debe ser monitoreado continuamente en caso de que se desarrolle este último, de modo que se intervenga de forma oportuna antes de que ocurra un compromiso circulatorio grave.

Neumotórax abierto

Un neumotórax abierto, al igual que el simple, implica que el aire entra en el espacio pleural ocasionando el colapso del pulmón. La característica de un neumotórax abierto es un defecto en la pared torácica que resulta en una comunicación entre el aire exterior y el espacio pleural. Los mecanismos que lo propician incluyen heridas por arma de fuego, disparos de escopeta, puñaladas, empalamientos y rara vez traumatismo cerrado. Cuando el paciente intenta inhalar, el aire atraviesa la herida abierta y entra en el espacio pleural debido a la presión negativa creada en la cavidad torácica mientras se contraen los músculos de la respiración. En las heridas más grandes es posible que el aire fluya libremente dentro y fuera del espacio pleural con las diferentes fases de la respiración (Figura 12-11). Con frecuencia se escucha ruido conforme el aire entra y sale del orificio en la pared torácica, por lo que esta herida se conoce como “herida succionante en el pecho”.

Debido a que el flujo de aire sigue la trayectoria de menor resistencia, este aire anormal corre a través de la pared torácica preferentemente hacia el flujo normal a través de la vía aérea superior y la tráquea rumbo al pulmón, sobre todo si el tamaño del defecto abierto es similar o mayor que el de la apertura de la glotis en la vía aérea inferior. La resistencia al flujo de aire a través de una herida disminuye a medida que aumenta el tamaño del defecto. La ventilación eficaz es entonces inhibida tanto por el colapso del pulmón en el lado lesionado, como por el flujo preferencial de aire hacia el espacio pleural a través de la herida, en lugar de a través de la tráquea hacia los alvéolos del pulmón. Aun cuando el paciente respira, el oxígeno no puede entrar en el sistema circulatorio.

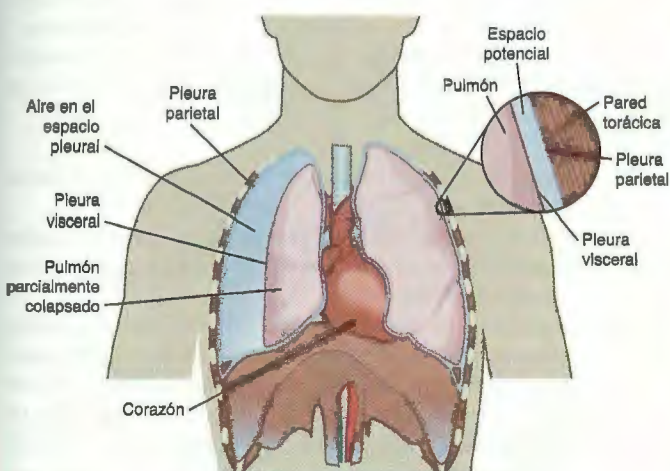


Figura 12-10 El aire en el espacio pleural fuerza al pulmón hacia adentro, lo que disminuye la proporción que se puede ventilar y, por tanto, la oxigenación de la sangre que sale del pulmón.



Figura 12-11 Una herida de arma de fuego o arma blanca produce un orificio en la pared torácica a través del cual el aire puede fluir dentro y fuera de la cavidad pleural.

Fuente: Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

Evaluación

La evaluación del paciente con neumotórax abierto por lo general revela dificultad respiratoria evidente. Por lo común, éste presenta ansiedad y taquipnea (respiración rápida). La frecuencia de su pulso se eleva y es potencialmente filiforme. La exploración de la pared torácica revela la herida, de la cual se pueden escuchar sonidos de succión durante la inspiración, con burbujeo durante la espiración.

Manejo

El tratamiento inicial de un neumotórax abierto implica sellar el defecto en la pared torácica y la administración de oxígeno suplementario. Se previene el flujo de aire a través de la herida en la cavidad pleural con la aplicación de un apósito oclusivo. Se puede recurrir a productos comerciales como los sellos torácicos Halo, Asherman o Bolin, o bien a métodos improvisados, como la aplicación de papel de aluminio o una envoltura de plástico; a diferencia de la gasa lisa, estos materiales no permiten el flujo de aire a través de su textura.

Un paciente con neumotórax abierto casi siempre tiene una lesión en el pulmón subyacente, lo que implica dos fuentes de fuga de aire: la primera es el orificio en la pared torácica, y la segunda es el orificio en el pulmón. Incluso si una lesión en la pared torácica se sella con un vendaje oclusivo, puede persistir la fuga de aire en el espacio pleural desde el pulmón lesionado, lo que prepara el escenario para el desarrollo de un neumotórax a tensión (Figura 12-12).

La enseñanza tradicional indica que para un neumotórax abierto, el vendaje oclusivo se fija sobre tres lados.¹ Esto impide el flujo de aire en la cavidad torácica durante la inspiración, al tiempo que permite que el aire escape a través del lado suelto del apósito durante la exhalación, y con un poco de suerte se previene el desarrollo de un neumotórax a tensión (Figura 12-13). En contraste, se considera preferible tapar con el apósito oclusivo en los cuatro lados y no sólo en tres; sin embargo, no se ha determinado una respuesta definitiva a este respecto.

En un estudio reciente en animales se comparó la respuesta fisiológica de un neumotórax abierto que fue completamente sellado con un apósito oclusivo comercial sin ventilación, con la respuesta en aquellos casos sellados con un apósito ventilado.¹⁹ Los resultados

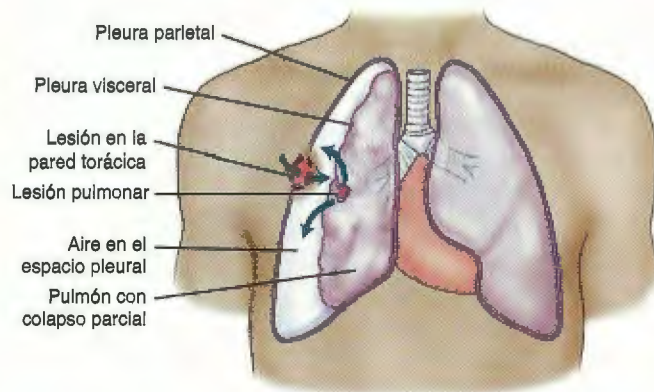


Figura 12-12 Debido a la proximidad de la pared torácica con el pulmón, sería muy difícil que ésta se lesione con un traumatismo por penetración y el pulmón se mantuviera ileso. Detener el orificio en la pared torácica no necesariamente disminuye las fugas de aire en el espacio pleural; la fuga puede provenir igual de fácil desde el pulmón.



Figura 12-13 Se ha demostrado en estudios en animales que los sellos torácicos ventilados previenen el desarrollo de neumotórax a tensión después del sellado de una herida torácica abierta.

Fuente: Cortesía de H & H Medical Corporation.

mostraron que ambos sellos mejoraron la fisiología respiratoria asociada con un neumotórax abierto; sin embargo, a diferencia del sello sin ventilación, el sello con ventilación impidió el desarrollo de neumotórax a tensión. Este hallazgo llevó al Committee on Tactical Combat Casualty Care a recomendar que, de contar con él, se prefiera un sello torácico con ventilación.²⁰ Un sello torácico sin salida al exterior es una alternativa aceptable si el tipo ventilado no está disponible; sin embargo, el paciente debe ser observado cuidadosamente en caso de desarrollo posterior de un neumotórax a tensión.

En vista de la investigación, *SopORTE Vital de Trauma Prehospitalario* ahora recomienda el siguiente enfoque para el manejo de un neumotórax abierto:

- Coloque un sello torácico con ventilación sobre la herida de tórax abierta.
- Si no se tiene un sello con ventilación, coloque un cuadro de plástico o de aluminio sobre la herida y cubra con cinta adhesiva sobre tres lados.
- Si ninguna de las anteriores opciones está disponible, utilice un sello torácico sin ventilación o un material como gasa de petróleo que impida la entrada y salida de aire; sin embargo, este enfoque puede propiciar el desarrollo de neumotórax a tensión, por lo que el paciente debe ser observado cuidadosamente en busca de signos de deterioro.
- Si el paciente desarrolla taquicardia, taquipnea u otros indicios de dificultad respiratoria, retire el vendaje durante unos segundos y asista con ventilaciones según sea necesario.

- Si continúa la dificultad respiratoria, asuma el desarrollo de un neumotórax a tensión y realice una toracostomía de aguja utilizando una de calibre grande (calibre 10 a 16), de 8 cm (3.5 pulgadas) de largo, en el segundo espacio intercostal en la línea claviclar media, o en la línea axilar media a la altura de los pezones.

Si estas medidas no logran proporcionar el soporte adecuado al paciente, tal vez sea necesaria la intubación endotraqueal y una ventilación con presión positiva.¹⁴ Si se utiliza presión positiva y se aplica un apósito para sellar la herida, el proveedor de atención prehospitalaria debe vigilar cuidadosamente al paciente en caso de desarrollo de neumotórax a tensión. Si se desarrollan signos de aumento de la dificultad respiratoria, el apósito sobre la herida debe ser removido para permitir la descompresión de cualquier tensión acumulada. Si lo anterior no funciona, considérese la descompresión con la aguja y la ventilación con presión positiva, si no se ha utilizado.²¹

En los casos en que se esté aplicando la ventilación de presión positiva, no se debe sellar la herida. Este tipo de ventilación maneja de manera eficaz la fisiopatología general asociada con el neumotórax abierto mediante la ventilación directa al pulmón.

Neumotórax a tensión

El neumotórax a tensión es una emergencia potencialmente letal. Cuando el aire continúa entrando en el espacio pleural sin salida o liberación, la presión intratorácica se acumula. A medida que ésta aumenta, se incrementa el compromiso ventilatorio y disminuye el retorno venoso al corazón. La reducción del gasto cardíaco junto con el empeoramiento del intercambio de gases conduce a un estado de shock profundo. La creciente presión en el lado lesionado del tórax eventualmente empuja las estructuras en el mediastino hacia

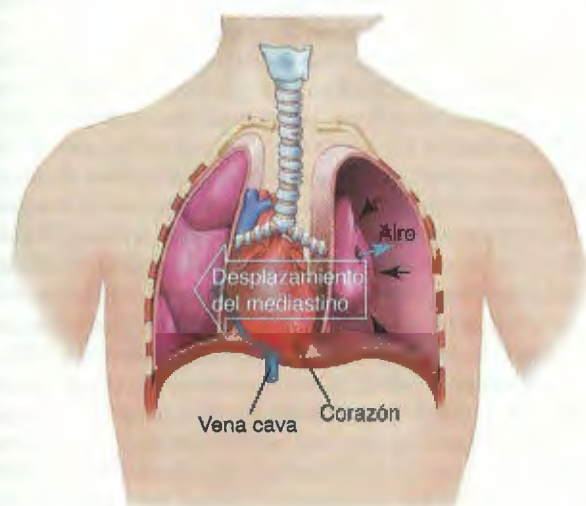


Figura 12-14 Neumotórax a tensión. Si la cantidad de aire atrapada en el espacio pleural sigue en aumento, no sólo se colapsa el pulmón en el lado afectado, sino que el mediastino se desplaza hacia el lado opuesto. El pulmón del lado opuesto se comprime y aumenta la presión intratorácica, que obstaculiza la vena cava y disminuye el retorno de sangre al corazón.

el otro lado del tórax (Figura 12-14). Esta distorsión de la anatomía impide el retorno venoso al corazón a través del acodamiento de la vena cava inferior a medida que pasa a través del diafragma. Además, cada vez se limita más la inflación de los pulmones en el lado no lesionado y se produce mayor compromiso respiratorio.

Cualquier paciente con lesión torácica es susceptible de desarrollar neumotórax a tensión. Las personas con un riesgo particular son los que probablemente tienen neumotórax (p. ej., aquellos con signos de fractura de costilla) o un neumotórax conocido (p. ej., pacientes con una herida torácica penetrante), y aquellos con lesión torácica sometidos a ventilación de presión positiva. Estas personas deben ser monitoreados continuamente para detectar signos de aumento en la dificultad respiratoria asociada con una insuficiencia circulatoria, y se les debe trasladar con rapidez a una instalación adecuada.

Evaluación

Los hallazgos durante la evaluación dependen de la cantidad de presión acumulada en el espacio pleural (Figura 12-15). Los pacientes inicialmente exhiben aprensión y malestar. Por lo general refieren dolor en el pecho y dificultad para respirar. A medida que el neumotórax a tensión se agrava, presentan mayor agitación, taquipnea y dificultad respiratoria. En los casos graves se produce cianosis y apnea.

Los hallazgos clásicos indican desviación traqueal lejos del lado de la lesión, reducción de ruidos respiratorios en el lado lesionado y una nota de percusión timpánica. Es difícil detectar la disminución de ruidos respiratorios en el entorno de campo. La práctica constante con la auscultación de todos los pacientes perfeccionará la habilidad del proveedor de atención prehospitalaria para mejorar la probabilidad de detección de este importante hallazgo. Es básicamente imposible identificar una nota de percusión timpánica en campo, aunque el hallazgo se menciona en aras de la integridad. Nunca se debe retrasar el traslado y tratamiento por efecto de realizar la percusión del tórax.

Otros indicios físicos que pueden estar presentes son la distensión venosa yugular, la crepitación de la pared torácica y la cianosis. La taquicardia y taquipnea son cada vez más notables conforme se acumula la presión intratorácica y se angosta la presión del pulso, que culmina en hipotensión y shock no compensado.

Manejo

La prioridad en el manejo implica descomprimir el neumotórax a tensión.¹⁴ La descompresión se debe realizar cuando los tres resultados siguientes están presentes:

1. Empeoramiento de la insuficiencia respiratoria o dificultad de ventilación con un dispositivo de bolsa-mascarilla
2. Disminución o ausencia de ruidos respiratorios unilaterales
3. Shock descompensado (tensión arterial sistólica menor de 90 mm Hg con una presión de pulso estrecha)^{14-18, 21}

Dependiendo del entorno clínico y del nivel de capacitación del proveedor de atención prehospitalaria, existen varias opciones (véase más adelante) para la descompresión pleural. Si ésta no es una opción (es decir, sólo se dispone del soporte vital básico [SVB] y no hay que retirar un apósito oclusivo), es imperativo el traslado rápido a un centro adecuado mientras se administra oxígeno en altas

Figura 12-15 Signos de neumotórax a tensión

A pesar de que los signos siguientes se analizan con frecuencia en el caso de un neumotórax a tensión, es posible que no haya presencia de muchos de ellos o que se dificulte su identificación en campo.

Observación

- Es posible que sea difícil detectar una *cianosis* en campo. La falta de iluminación, la variación en el color de la piel, y la suciedad y sangre asociadas con el traumatismo a menudo hacen que este signo sea poco confiable.
- Las *venas del cuello distendidas* se describen como un signo clásico de neumotórax a tensión. Sin embargo, como un paciente en esta condición también puede haber perdido una cantidad considerable de sangre, es posible que las venas del cuello distendidas no sean notables.

Palpación

- El *enfisema subcutáneo* es un hallazgo común. A medida que la presión se acumula dentro de la cavidad torácica, el aire empieza a diseccionar los tejidos de la pared torácica. Debido a que el neumotórax a tensión implica una presión intratorácica significativamente elevada, el enfisema

subcutáneo a menudo se puede palpar a través de toda la pared torácica y el cuello, y en ocasiones también involucra la pared abdominal y el rostro.

- La *desviación traqueal* suele ser un signo tardío. Incluso cuando está presente, es difícil diagnosticarla a través de la exploración física. En el cuello, la tráquea se une a la columna cervical mediante la estructura facial y otras de soporte; por tanto, la desviación traqueal es otro fenómeno intratorácico, aunque si es grave se puede palpar en la muesca yugular. Con frecuencia se le observa en el entorno prehospitalario.

Auscultación

- *Disminución de los ruidos respiratorios del lado lesionado.* La parte más útil de la exploración física es la comprobación de la disminución de los ruidos respiratorios en el lado de la lesión. Sin embargo, para utilizar este signo, el proveedor de atención prehospitalaria debe tener la capacidad de distinguir entre los ruidos normales y los disminuidos. Dicha diferencia requiere gran cantidad de práctica. Escuchar los ruidos respiratorios durante cada contacto con el paciente será de gran ayuda.

concentraciones (fracción inspiratoria de oxígeno $[FIO_2] \geq 85\%$). Se debe utilizar asistencia ventilatoria con presión positiva sólo si el paciente está hipóxico y no responde al oxígeno suplementario, ya que esta situación empeora rápidamente el neumotórax a tensión. Las ventilaciones con asistencia pueden generar una acumulación de aire más rápido en el espacio pleural. Si una opción es la intercepción de soporte vital avanzado (SVA), se debe llevar a cabo si es más rápida que el envío a una instalación apropiada.

Retiro de un apósito de oclusión

Si se aplicó un apósito oclusivo en el paciente con neumotórax abierto, se debe abrir o retirar brevemente. Esto debe permitir que el neumotórax a tensión se descomprima a través de la herida con una ráfaga de aire. Es posible que este procedimiento deba repetirse de forma periódica durante el traslado si continúan los síntomas de neumotórax a tensión. Si no funciona retirar el apósito durante varios segundos, o si no hay una herida abierta, un proveedor de SVA puede proceder con una toracostomía con aguja.

Descompresión con aguja (toracostomía con aguja)

La inserción de una aguja en el espacio pleural del lado afectado permite que escape el aire acumulado bajo presión. Aun cuando los

estudios en pacientes humanos son en realidad informes anecdóticos, la descompresión con aguja ha demostrado ser eficaz en un modelo animal.²² La mejora inmediata en la oxigenación, y la facilidad de ventilación puede salvar la vida.

Si un paciente con sospecha de neumotórax a tensión fue intubado previamente, se debe evaluar y confirmar la posición del tubo endotraqueal (TE) antes de realizar la descompresión con aguja. Si el tubo TE se deslizó más abajo de la tráquea en uno de los bronquios principales (por lo general el derecho), el pulmón opuesto no ventila y pueden disminuir en gran medida los ruidos respiratorios y la expansión de la pared torácica. En estos casos, la recolocación del tubo TE se justifica antes de considerar la descompresión con aguja.

La descompresión con aguja por lo común se aplica a través del segundo o tercer espacio intercostal, en la línea clavicular media del lado afectado del tórax (Figura 12-16). Esta ubicación se elige debido a la facilidad de acceso para el proveedor de atención prehospitalaria que traslada a un paciente probablemente "preparado para el traslado" en una tabla con collarín cervical, con los brazos hacia abajo a lo largo de los lados (dificultando el acceso a la línea axilar media, donde por lo general se colocan los tubos torácicos). Una vez instalado en este sitio, es menos probable que el catéter se desplace de la pared torácica durante el movimiento del paciente. El pulmón del lado afectado está colapsado y desplazado hacia el lado contralateral; por tanto, es poco probable que se lesione durante el procedimiento. La aguja y el catéter deben avanzar hasta lograr el regreso de una ráfaga de aire y no recorrerse más. Una vez que se

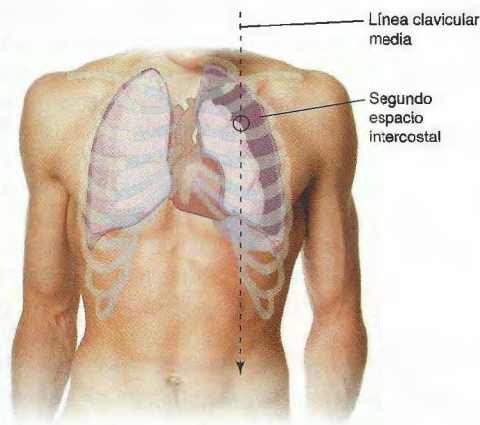


Figura 12-16 La descompresión con aguja de la cavidad torácica se realiza con mayor facilidad y atenúa la posibilidad de complicaciones cuando se realiza en la línea claviclar media a través del segundo espacio intercostal.

Fuente: Imagen de fondo © Mariya L/Shutterstock.

Para la descompresión, el catéter se fija con cinta adhesiva al pecho para evitar su deslizamiento. La colocación incorrecta (ubicación o profundidad) conlleva lesiones en los pulmones, el corazón o los vasos mayores.²³

Varios estudios recientes han cuestionado esta ubicación para la descompresión, y señalan que el espesor de la pared torácica en la línea claviclar media a menudo es mayor que la longitud del catéter que comúnmente se utiliza para la descompresión. La evidencia reciente sugiere que la colocación del catéter en el quinto espacio intercostal de la línea axilar anterior o media podría tener mayor éxito. En un estudio con tomografía computarizada (TC) para revisar el espesor de la pared torácica de pacientes traumatizados se observó un grosor medio de la pared torácica en la línea claviclar media de 55 mm (derecha) y 45 mm (izquierda). En los mismos pacientes, el espesor medio de la pared torácica fue de 33 mm (derecha) y 32 mm (izquierda) en la línea axilar anterior. Los autores del estudio observaron que la descompresión con aguja utilizando una aguja estándar de 5 cm en la línea claviclar media fallaría en 42.5% de los casos frente a sólo 16.7% en la línea axilar anterior.²⁴ También advirtieron que en un estudio con cadáveres que para descompresión con aguja en el quinto espacio intercostal, la línea axilar media resultó en una colocación 100% exitosa en la cavidad torácica en comparación con sólo 75% en la línea claviclar media.²⁵

Cada ubicación tiene ventajas y desventajas claras. La descompresión en la línea claviclar media tiene la ventaja de un acceso más fácil para el proveedor de atención prehospitalaria y menor probabilidad de desprendimiento o dobleces durante el movimiento del paciente. Sin embargo, existe el riesgo de inducir una hemorragia importante por la colocación accidental del catéter en los vasos subclavianos (superior) o la arteria mamaria interna, el corazón o los vasos pulmonares (medial).^{26, 27} Además, como se señaló antes, en muchas ocasiones el espesor de la pared torácica de hecho no permite que el catéter entre en la cavidad torácica. Por su parte, las ventajas de la colocación del catéter en el axilar medio incluyen su relativa seguridad y eficacia. Datos recientes de la milicia sugieren una tasa más alta de que el catéter se gire y falle cuando se posiciona en esta zona, sobre todo debido al movimiento del paciente.²⁸

Independientemente del método elegido, la descompresión se debe realizar con una aguja para IV de diámetro grande (calibre 10 a 16), con una longitud de por lo menos 8 cm (3.5 pulgadas). Después del procedimiento, es obligatorio el monitoreo cuidadoso del paciente. En una revisión reciente se observó una tasa de falla mecánica de 26% debido a un giro, obstrucción o desplazamiento, con 43% de los intentos que finalmente no logran aliviar el neumotórax a tensión.²⁹

Este procedimiento, cuando se lleva a cabo con éxito, convierte el neumotórax a tensión en un neumotórax abierto insignificante. El alivio del esfuerzo respiratorio es mucho mayor que el efecto negativo del neumotórax abierto. Debido a que el diámetro del catéter de descompresión es mucho menor que la vía aérea del paciente, es poco previsible que cualquier movimiento de aire a través del catéter comprometa el esfuerzo respiratorio en forma significativa. Así, es poco probable la necesidad de una válvula de una vía (válvula de Heimlich) desde el punto de vista clínico. Usar una fabricada es costoso, y adaptar una válvula con un guante requiere mucho tiempo. Lo adecuado es el suministro continuo de oxígeno suplementario, así como el apoyo ventilatorio, según sea necesario.

Como regla general, el neumotórax a tensión bilateral es muy raro en los pacientes que no están intubados y ventilados con presión positiva. El primer paso para reevaluar al paciente es confirmar la ubicación del tubo endotraqueal, asegurarse de que no tiene dobleces o curvas que causen la compresión del tubo, y de que éste no se ha movido inadvertidamente hacia abajo en dirección a un bronquio principal. Se debe ejercer extrema precaución con la descompresión con aguja bilateral en sujetos que no están ventilando bien mediante la presión positiva. Si la valoración del proveedor de atención prehospitalaria es errónea, la formación de un neumotórax bilateral puede causar dificultad respiratoria grave.

El paciente debe ser trasladado cuanto antes a un centro adecuado. Es preciso obtener el acceso intravenoso a menos que el tiempo de traslado sea muy corto, y vigilar con detenimiento al paciente para detectar un deterioro. Tal vez sea necesario repetir la descompresión y la intubación endotraqueal.

Toracostomía con tubo (inserción de tubo torácico)

En general, la inserción de un tubo torácico (toracostomía con tubo) no se realiza en el ámbito prehospitalario debido a la ocupación del tiempo, complicaciones en el procedimiento, infección y aspectos de la capacitación. La descompresión con aguja se puede realizar en una fracción del tiempo requerido para realizar toracostomía con tubo, porque se necesitan menos pasos y equipo. Las tasas de complicaciones publicadas sobre este procedimiento varían de 2.8 a 21%,^{30,31} e incluyen daño al corazón o los pulmones, y la incorrecta posición en el tejido subcutáneo de la pared torácica o en la cavidad peritoneal. La toracostomía con tubo requiere un entorno estéril, que es difícil de crear en campo. Una rotura en la técnica de esterilización, como la contaminación del tubo torácico o de los instrumentos, puede ocasionar el desarrollo de un empiema (acumulación de pus en el espacio pleural), que requiere intervención quirúrgica y drenaje. Se necesita capacitación significativa para desarrollar esta habilidad, así como una práctica continua para mantener el dominio de las habilidades.

Los pacientes que son trasladados con un tubo torácico colocado todavía están en situación de riesgo para el desarrollo de un

neumotórax a tensión, sobre todo si son sometidos a asistencia ventilatoria con presión positiva. Si empiezan a manifestarse los signos de un neumotórax a tensión, en primer lugar se debe asegurar de que el tubo torácico o la conexión del tubo no estén torcidos. A continuación, asegúrese de que el tubo de la conexión

esté ajustado correctamente a un sello de agua y dispositivo de drenaje. Incluso si no se identifican problemas, el paciente con más síntomas proclives quizá requiera una descompresión con aguja. No se demore sólo porque ya esté colocado un tubo torácico (Figura 12-17).

Figura 12-17 Solución de problemas en la toracostomía con tubo

Tres componentes básicos de los sistemas de drenaje del tubo torácico

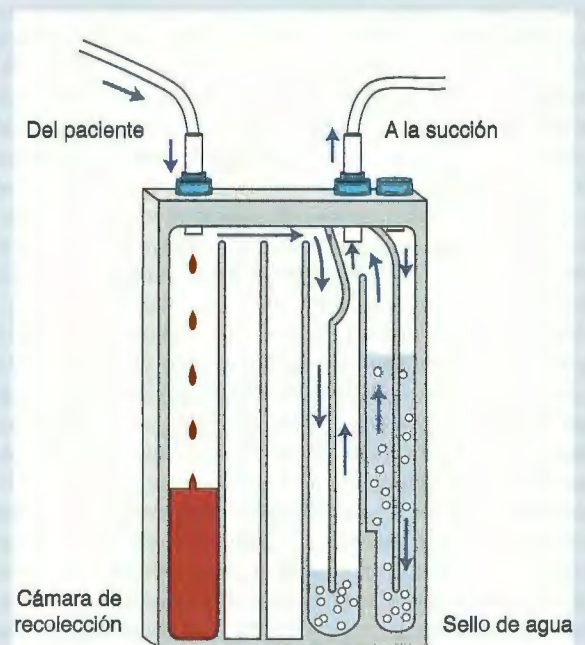
1. *Sello.* Permite que el aire se escape del espacio pleural, más no que regrese. En general es un sello de agua que burbujea mientras el aire se escapa del espacio pleural y se expande con la presión negativa inspiratoria.
2. *Sistema de recolección.* Recolecta y mide la producción. Observe los cambios en el volumen de la producción y su naturaleza.
3. *Succión.* Proporciona presión negativa para ayudar al drenaje y la expansión. Asegúrese de que la succión esté conectada y funcionando de manera apropiada. Revise el funcionamiento básico de cualquier sistema de drenaje con el equipo de atención de la salud del paciente antes de transferirlo.

Cambios en la condición respiratoria en pacientes con tubos torácicos

- Evaluar los signos vitales, incluyendo la oximetría de pulso. Si el tubo torácico no funciona de manera adecuada, el paciente puede presentar taquicardia, taquipnea e hipoxia. Si se desarrolla un neumotórax a tensión, pueden sobrevenir un enfisema subcutáneo, mayor dificultad respiratoria, reducción de la presión del pulso e hipotensión.
- Evaluar los sonidos pulmonares. Pueden llegar a disminuir los sonidos pulmonares del lado afectado si el pecho ya no está trabajando, y en su lugar está permitiendo que se acumule de nuevo aire dentro del tórax.
- Evaluar el esfuerzo ventilatorio. Éste aumenta cuando no funciona el tubo torácico.
- Evaluar la circulación. Si el tubo torácico no funciona correctamente y permite que se acumule aire en el tórax, el paciente puede presentar taquicardia. Si se desarrolla un neumotórax a tensión, puede ocasionar disminución en la presión del pulso e hipotensión.
- Evaluar el nivel de conciencia. Si se desarrolla hipoxia o signos de shock, el paciente se muestra agitado y ansioso. A medida que estas complicaciones progresan, disminuye su nivel de conciencia.

Pasos para la solución de problemas

- Evaluar el apósito y el sitio del tubo para asegurarse de que no se desplazó el tubo torácico durante las transferencias.
- Comprobar que el tubo torácico está bien conectado y sin obstrucciones, dobleces ni abrazaderas.
- Comprobar que el sello torácico está intacto y funcionando. ¿Hay burbujeo y/o variación con las ventilaciones?
- Evaluar si el tubo torácico se nebuliza y/o el drenaje es continuo.
- Asegurarse de que la succión funciona. ¿Hay burbujeo continuo o un indicador de presión negativa durante todo el ciclo de ventilación?
- Si el estado ventilatorio del paciente se sigue deteriorando, valore con detenimiento la búsqueda de signos de desarrollo de neumotórax a tensión. Si está indicado, desconecte el tubo torácico del sistema de drenaje, lo que debería permitir la liberación de la tensión si el tubo está correctamente colocado y sin obstrucciones. Si este paso no alivia la condición, considere la descompresión con aguja y póngase en contacto con el control médico en línea.



Hemotórax

El hemotórax ocurre cuando la sangre entra en el espacio pleural. Debido a que este espacio suele alojar un gran volumen de sangre (500 a 3000 mL), el hemotórax puede representar una fuente de pérdida significativa de este fluido. De hecho, la pérdida del volumen de sangre circulante debido a una hemorragia en el espacio pleural representa mayor agresión fisiológica para el paciente con lesión torácica que el colapso del pulmón que genera el hemotórax (Figura 12-18). Es raro que se acumule suficiente cantidad de sangre para crear un "hemotórax a tensión". Los mecanismos que dan como resultado un hemotórax son los mismos que aquellos que causan los diferentes tipos de neumotórax. El sangrado puede provenir de la musculatura de la pared torácica, los vasos intercostales, el parénquima pulmonar, los vasos pulmonares, o los vasos mayores del tórax.

Evaluación

Revela a un paciente con cierta angustia, dependiendo del grado de pérdida de sangre en el tórax y la compresión del pulmón en el lado afectado. El dolor torácico y la falta de aire de nuevo son características prominentes, por lo general con signos de shock significativos. El proveedor de atención prehospitalaria vigila al paciente para detectar estos signos: taquicardia, taquipnea, confusión, palidez e hipotensión. Los ruidos respiratorios en el lado de la lesión están disminuidos o ausentes, aunque la nota de percusión es opaca (en comparación con la timpánica en el caso de un neumotórax). El neumotórax puede estar presente junto con un hemotórax, lo que aumenta la probabilidad de compromiso cardiorrespiratorio. Debido a la pérdida de volumen de sangre circulante, con frecuencia no se observan las venas del cuello distendidas.

Manejo

Incluye la observación constante para detectar el deterioro fisiológico mientras se proporciona el apoyo adecuado. Se debe admi-

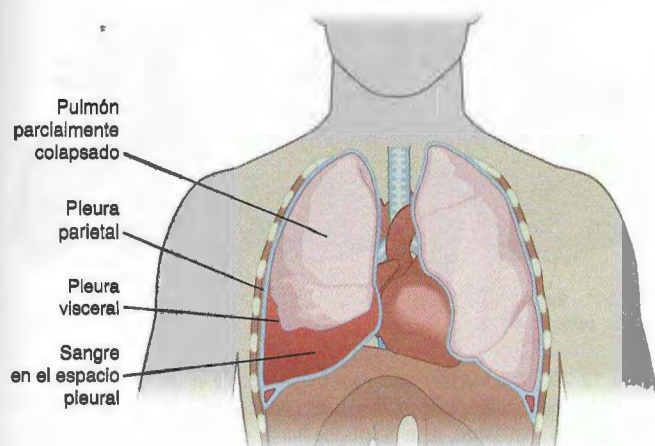


Figura 12-18 Hemotórax. La cantidad de sangre que se acumula en la cavidad torácica (que conduce a la hipovolemia) es una afección mucho más grave que la porción de pulmón comprimido por esta pérdida de sangre.

nistrar oxígeno en concentraciones altas y, de ser necesario, ventilación asistida con dispositivo de bolsa-mascarilla o intubación endotraqueal si está disponible y se indica, así como monitorear de cerca el estado hemodinámico. Es preciso obtener acceso intravenoso y terapia adecuada de líquidos, siempre con el objetivo de mantener una perfusión apropiada y sin grandes volúmenes administrados de manera indiscriminada. El traslado rápido a un centro adecuado con capacidad de transfusión de sangre inmediata e intervención quirúrgica completa el algoritmo del manejo de un hemotórax.

Lesión cardíaca contusa

Las lesiones cardíacas muy a menudo son el resultado de la aplicación de fuerza a la parte anterior del tórax, en especial en un evento de desaceleración, como un accidente vehicular con un impacto frontal violento.^{1,2,32} El corazón se comprime entre el esternón y la parte anterior de la columna vertebral posterior (Figura 12-19). Esta compresión causa un aumento brusco en la presión dentro de los ventrículos a varias veces lo normal, lo que ocasiona contusión cardíaca, en ocasiones lesión valvular, y raramente rotura cardíaca, como se indica en seguida.

- **Contusión cardíaca.** El resultado más común de la compresión cardíaca es la contusión cardíaca. El músculo del corazón está lastimado, con daño de magnitudes variables a las células del miocardio. Con frecuencia esta lesión da lugar a ritmos anormales del corazón, como la taquicardia sinusal.³² De mayor preocupación, pero menos comunes, son las contracciones ventriculares prematuras o ritmos sin perfusión, como la taquicardia ventricular y la fibrilación ventricular. Si se lesiona la región septal del

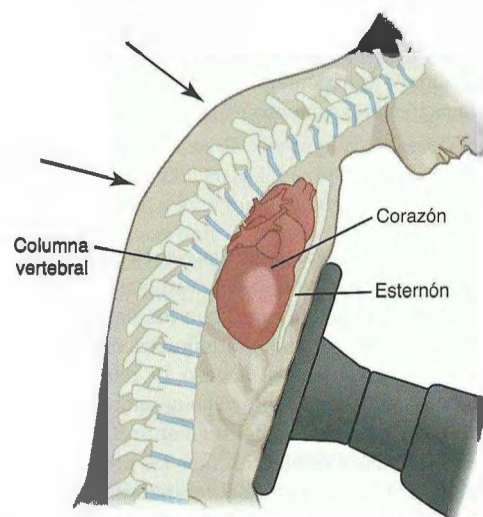


Figura 12-19 El corazón puede quedar comprimido entre el esternón (éste se topa contra el volante o el tablero) y la pared torácica posterior (ésta continúa su movimiento hacia adelante). Esta compresión ocasiona contusión al miocardio.

corazón, el electrocardiograma (ECG) puede mostrar alteraciones de la conducción intraventricular, como bloqueo de rama derecha. Si se lesiona un volumen considerable del miocardio, se puede ver afectada la contractilidad del corazón, y disminuir el gasto cardiaco, lo que resulta en un shock cardiogénico. A diferencia de las otras formas de shock, por lo general encontrado en el lugar del trauma, éste no mejora con la administración de líquidos y, de hecho, puede empeorar.

- **Rotura valvular.** La rotura de las estructuras de soporte de las válvulas cardiacas o de las propias válvulas por lo común las torna incompetentes. El paciente presenta distintos grados de shock con síntomas y signos de insuficiencia cardiaca congestiva (ICC), como *taquipnea*, estertores y soplo en el corazón de nueva aparición.
- **Rotura cardiaca contusa.** Es un caso raro. La rotura cardiaca contundente ocurre en menos de 1% de los pacientes con traumatismo torácico cerrado.³²⁻³⁴ La mayoría morirá en la escena con desangrado torácico o taponamiento cardiaco fatal. Los pacientes sobrevivientes por lo regular presentan taponamiento cardiaco.

Evaluación

La evaluación del paciente con potencial de lesión cardiaca contusa revela un mecanismo que ha impartido un impacto frontal en el centro del pecho de la víctima. Una columna en dirección doblada, acompañada de hematomas sobre el esternón, implica un mecanismo de este tipo. Al igual que con otras lesiones torácicas, es probable que el paciente refiera dolor de tórax y/o falta de aire; si hay arritmia, se quejará de palpitaciones. Los hallazgos físicos preocupantes son hematomas y crepitación sobre el esternón y su inestabilidad. En un esternón flotante (**esternón inestable**) se rompen las costillas laterales, haciendo que se mueva de forma paradójica con las respiraciones, semejante a un tórax inestable, según lo antes descrito. Si se ha producido una alteración valvular, se detecta un murmullo áspero sobre la región precordial, junto con signos de ICC aguda, como hipotensión, distensión venosa yugular y ruidos respiratorios anormales. El monitoreo con ECG puede demostrar taquicardia, contracciones ventriculares prematuras, otras alteraciones del ritmo o elevación del segmento ST.

Manejo

La principal estrategia de manejo consiste en la evaluación correcta de que pudo haber ocurrido una lesión cardiaca contusa y la transmisión de dicha preocupación, junto con los hallazgos clínicos, al hospital receptor. Mientras tanto, se administra oxígeno en concentraciones altas y se establece el acceso IV para una terapia de líquidos sensata. El paciente se coloca en un monitor cardiaco para detectar disritmias y elevaciones del segmento ST, si está presente. Si se observan disritmias y están presentes los proveedores de SVA, lo recomendable es instituir la farmacoterapia estándar con antiarrítmicos. No hay datos que apoyen el tratamiento profiláctico para disritmia en una lesión cardiaca contusa. Como siempre, se deben aplicar las medidas de apoyo de ventilación según se indique.

Taponamiento cardiaco

El **taponamiento cardiaco** ocurre cuando una herida en el corazón permite que el líquido (por lo regular la sangre) se acumule de forma aguda entre el saco pericárdico y dicho órgano.^{1,32} El saco pericárdico está compuesto de un tejido fibroso inelástico. Según lo antes descrito, normalmente hay una pequeña cantidad de líquido en este saco, semejante al espacio pleural. Debido a que el pericardio es inelástico, la presión comienza a elevarse con rapidez dentro del saco conforme el líquido se acumula en su interior. Este aumento de presión pericárdica impide el retorno venoso al corazón. Esto, a su vez, conduce a una disminución del gasto cardiaco y a tensión arterial. Con cada contracción cardiaca entra sangre adicional al saco pericárdico, lo que impide aún más la capacidad del corazón para el llenado en preparación de la siguiente contracción (Figura 12-20). Esta afección llega a ser lo bastante profunda como para precipitar la **actividad eléctrica sin pulso**, una lesión potencialmente letal que requiere respuesta coordinada de los proveedores de atención prehospitalaria en todas las fases de atención para lograr un resultado óptimo. El pericardio adulto normal es capaz de acomodar hasta 300 mL de líquido antes de que ocurra la ausencia de pulso, pero una cantidad menor, como 50 mL, es suficiente para impedir el retorno cardiaco y, por tanto, el gasto cardiaco.¹

Muy a menudo, un taponamiento cardiaco es causado por una herida de arma blanca en el corazón. Este mecanismo lesivo puede dar como resultado la penetración en una de las cámaras cardiacas, o simplemente una laceración del miocardio. El ventrículo derecho es la cámara más anterior en el corazón y, por tanto, es la parte lesionada en el traumatismo por penetración. Independientemente de la ubicación anatómica de la lesión, se presenta sangrado en el saco pericárdico. La creciente presión dentro del pericardio impacta en la fisiología de taponamiento cardiaco, al tiempo que impide temporalmente el sangrado más allá de la herida, lo que permite que el paciente sobreviva el tiempo suficiente para llegar a la atención médica definitiva. En el caso de heridas de bala al corazón, el daño a este órgano y al pericardio por lo común es tan grave que este último no puede

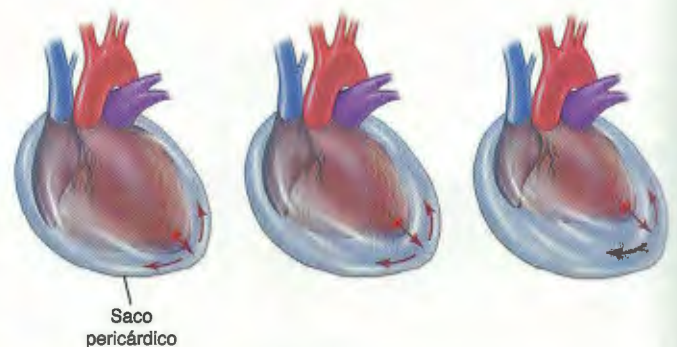


Figura 12-20 Taponamiento cardiaco. Conforme la sangre sigue su curso del lumen cardiaco hacia el espacio pericárdico, limita la expansión del ventrículo. Por tanto, éste no puede llenar completamente. Conforme más sangre se acumula en el espacio pericárdico, hay menos espacio ventricular disponible para acumular la sangre y se reduce el gasto cardiaco.

mantener la hemorragia y se desencadena un desangrado rápido en la cavidad torácica. Lo mismo ocurre en el caso de los empalmientos. La rotura contundente de una cámara cardiaca causa taponamiento pericárdico, pero con mucha frecuencia desencadena hemorragia con desangrado.

Durante la evaluación de cualquier paciente con penetración torácica es necesario considerar la posibilidad del taponamiento pericárdico. Este índice de sospecha debe ser elevado al nivel de "presente hasta que se demuestre lo contrario" si la lesión penetrante está dentro de un rectángulo (el cuadro cardiaco), que se forma trazando una línea horizontal a lo largo de las clavículas, las líneas verticales de los pezones a los márgenes costales, y una segunda línea horizontal que conecte los puntos de intersección entre las líneas verticales y el reborde costal (Figura 12-21). La presencia de una herida de este tipo debe ser comunicada a la institución receptora tan pronto como se identifique para favorecer la preparación adecuada del manejo del paciente.

Evaluación

Implica identificar con rapidez la presencia de heridas en situación de riesgo, según lo antes descrito, en combinación con una apreciación de los hallazgos físicos de taponamiento pericárdico. La tríada de Beck es una constelación de hallazgos indicativa de taponamiento pericárdico: (1) ruidos cardiacos distantes o apagados (el líquido que rodea el corazón dificulta escuchar los sonidos de las válvulas al cerrar); (2) distensión venosa yugular (causada por la creciente presión en el saco pericárdico que retorna la sangre a las venas del cuello), y (3) tensión arterial baja. Otro hallazgo físico descrito en el taponamiento cardiaco es el pulso paradójico (Figura 12-22).

Es difícil detectar algunos de estos signos en campo, en especial los tonos cardiacos amortiguados y el pulso paradójico. Además, los componentes de la tríada de Beck están presentes en sólo 22 y 77% de los casos de taponamiento.^{36,38} Por tanto, el proveedor de atención prehospitalaria debe mantener un alto índice de sospecha con base

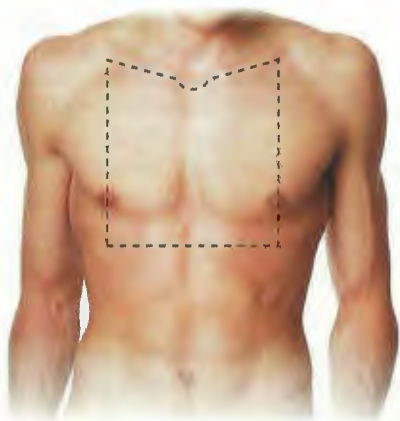


Figura 12-21 En una serie de 46 pacientes con lesiones cardiacas penetrantes, 40 tenían una herida dentro de la "caja cardiaca".

Fuente: Imagen de fondo © Mariya L/Shutterstock.

Figura 12-22 Pulso paradójico

El **pulso paradójico**, también conocido como *pulsus paradoxus*, es en realidad la acentuación de una ligera caída normal de la tensión arterial sistólica (PAS) que se produce durante la inspiración. A medida que los pulmones se expanden, existe un llenado preferencial y eyección de sangre del lado derecho del corazón a expensas del lado izquierdo. Por ende, baja la presión sanguínea periférica. Esta disminución de la TAS por lo general es menor a 10-15 mm Hg. Una mayor reducción constituye el llamado *pulso paradójico*.

en la ubicación de las heridas y la hipotensión, y aplicar la terapia correspondiente.

Manejo

El manejo requiere un traslado rápido y monitorizado a una instalación que pueda realizar la intervención quirúrgica inmediata.^{18,16,37-41} El proveedor de atención prehospitalaria debe identificar primero la probable existencia de taponamiento cardiaco e informar a la instalación receptora para que se prepare una intervención quirúrgica emergente. Es preciso administrar oxígeno en altas concentraciones, obtener acceso intravenoso e iniciar una terapia de líquidos adecuada, ya que esto aumenta la presión venosa central y, por tanto, mejora el llenado cardiaco durante algún tiempo. Si el paciente está hipotenso, el proveedor de atención prehospitalaria debe considerar la intubación y la ventilación con presión positiva endotraqueal.^{18,38,40}

El tratamiento definitivo requiere la liberación del taponamiento y la rehabilitación de la lesión cardiaca. Un paciente con sospecha de taponamiento cardiaco debe ser transportado directamente a un centro con capacidad de intervención quirúrgica inmediata, si está disponible. Con frecuencia, el drenaje de una parte del líquido pericárdico por **pericardiocentesis** (inserción de una aguja en el espacio pericárdico) es una maniobra de contemporalización eficaz. Los riesgos de pericardiocentesis incluyen lesiones en las arterias coronarias y el corazón que ocasionan mayor taponamiento y daños a los pulmones, vasos e hígado. En casos muy raros, médicos han realizado una toracotomía de reanimación (abrir el pecho para controlar el sangrado y reparar las heridas internas) en los sistemas que responden a las urgencias en campo.^{42,43}

Conmoción cardiaca

El término **conmoción cardiaca** (*commotio cordis*) se refiere a la situación clínica en la cual un golpe aparentemente inocuo ocasiona un paro cardiaco súbito.^{44,45} Se considera que la conmoción cardiaca representa alrededor de 20 muertes por año en Estados Unidos, principalmente en niños y adolescentes (edad media de 13

años). La mayoría de los expertos tiene la teoría de que el *commotio cordis* es resultado de un golpe no penetrante relativamente menor en la región precordial (área sobre el corazón), que ocurre en una porción eléctricamente vulnerable del ciclo cardiaco, mientras que otros consideran que el vasoespasmo de la arteria coronaria puede jugar un papel en su desarrollo. Independientemente del mecanismo, el resultado terminal es una disritmia cardiaca que causa fibrilación ventricular y paro cardiaco súbito.

Esta condición se presenta con mayor frecuencia durante los eventos deportivos de aficionados, donde la víctima recibe un golpe en el pecho medio anterior con un proyectil o un objeto, como una pelota de béisbol (el más común), disco de *hockey* sobre hielo, bola de *lacrosse* o *softbol*. Sin embargo, también se tienen informes de conmoción cardiaca después de un impacto corporal (p. ej., golpes de karate), un accidente de vehículo de motor de baja velocidad y la colisión de dos jardineros tratando de atrapar una pelota de béisbol. Tras el impacto, se ha visto que las víctimas dan un paso o dos y luego caen de repente al suelo por un paro cardiaco. Por lo común, en la autopsia no se observan lesiones en las costillas, el esternón o el corazón. La mayoría de las víctimas no tiene antecedentes de cardiopatía. La condición se puede prevenir mediante el uso de equipos adecuados, como pelotas de béisbol de seguridad.⁴⁶

Evaluación

Los pacientes que han tenido conmoción cardiaca se encuentran en paro cardiorrespiratorio. En algunas víctimas se observa una contusión menor sobre el esternón. La fibrilación ventricular es la arritmia más común, aunque también se observa un bloqueo cardiaco completo y bloqueo de rama izquierda con elevaciones del segmento ST.

Manejo

Una vez que se confirma el paro cardiaco, se inicia la reanimación cardiopulmonar (RCP). La *commotio cordis* se maneja de forma semejante a como se afrontan los paros cardiacos que resultan de un infarto de miocardio, y no como aquellos que son resultado de traumatismo y pérdida de sangre. El ritmo cardiaco se debe determinar con la mayor prontitud posible, y aplicar la desfibrilación rápida en caso de identificar una fibrilación ventricular. El pronóstico no es favorable, con una posibilidad de supervivencia aproximada de 15%.⁴⁵ Casi todos los sobrevivientes de esta condición reciben RCP rápida, iniciada por un transeúnte, y desfibrilación inmediata, a menudo con un desfibrilador externo automatizado. No se ha demostrado consistentemente que los golpes precordiales terminen con la fibrilación ventricular; sin embargo, se pueden intentar si no se dispone de inmediato de un desfibrilador. No se debe demorar el inicio de la RCP y la desfibrilación eléctrica para realizar un golpe precordial.⁴⁷ Si no se tiene éxito con los intentos inmediatos de desfibrilación, se fijan las vías aéreas y se inicia el acceso IV. Se pueden administrar epinefrina y agentes farmacológicos antidisríticos, como se indica en los protocolos médicos de paro cardiaco.

Disrupción traumática de la aorta

La disrupción traumática de la aorta es el resultado de un mecanismo de desaceleración/aceleración de fuerza significativa.⁴⁸ Los

ejemplos incluyen accidentes vehiculares de impacto frontal a alta velocidad y caídas altas en las que el paciente cae en suelo plano.

La aorta nace de la parte superior del corazón en el mediastino. El corazón, la aorta ascendente y el arco aórtico son relativamente móviles dentro de la cavidad torácica. Al igual que el arco de las transiciones de la aorta a la aorta descendente, dicha vena está "envuelta" con un tejido de revestimiento que se adhiere a la columna vertebral. Por tanto, la aorta descendente es relativamente inmóvil. Cuando hay una desaceleración repentina del cuerpo, como ocurre con un impacto frontal a alta velocidad, el corazón y el arco aórtico continúan moviéndose hacia adelante con respecto a la aorta descendente fija (inmóvil). Este contraste en la velocidad produce fuerzas cortantes en la pared aórtica, en la unión entre estos dos segmentos de la aorta.⁴⁰ Por tanto, la ubicación típica de una lesión traumática de la aorta es distal justo al inicio de la arteria subclavia izquierda. Esta fuerza cortante puede interrumpir la pared de la aorta en diversos grados (Figura 12-23). Cuando el desgarramiento se extiende a todo el espesor de la pared aórtica, el paciente se desangra rápidamente en la cavidad pleural. Sin embargo, si el desgarramiento a través de la pared sólo es parcial, y la capa exterior (adventicia) queda intacta, el paciente puede sobrevivir durante un periodo variable, por lo que es fundamental una identificación rápida y el tratamiento básico para un resultado exitoso.⁴⁸

Evaluación

La evaluación de una disrupción de la aorta depende del índice de sospecha. Se debe mantener un alto índice en situaciones que implican mecanismos de desaceleración/aceleración de alta energía. En el caso de una lesión devastadora, puede haber poca evidencia externa de una lesión torácica. Es preciso que el proveedor de atención prehospitalaria evalúe que la vía aérea y la respiración sean adecuadas, y que realice una auscultación y palpación cuidadosas. Una exploración minuciosa puede demostrar que la calidad del pulso es diferente entre las dos extremidades superiores (pulso más fuerte en el brazo derecho que en el izquierdo) o entre las extremidades superiores (la arteria braquial) e inferiores (arteria femoral). La tensión arterial, si se mide, llega a ser más alta en las extremidades superiores que en las inferiores, que comprende signos de una seudo coartación (estrechamiento) de la aorta.

El diagnóstico definitivo de la rotura de la aorta requiere imágenes radiográficas en el hospital. Las radiografías de tórax simple pueden mostrar una variedad de signos que sugieren la presencia de una lesión. El signo más confiable es el ensanchamiento del mediastino. La lesión se puede demostrar definitivamente con una **aortografía**, una tomografía de tórax y una **ecocardiografía transesofágica**.⁴⁸

Manejo

El manejo en campo para la disrupción traumática de la aorta es de apoyo. Si existe el mecanismo adecuado, se mantiene un alto índice de sospecha de su presencia. Se administra oxígeno suplementario en altas concentraciones y se obtiene el acceso IV, excepto en los casos de tiempos de traslado sumamente cortos. La comunicación con el centro receptor sobre el mecanismo y la sospecha de una alteración de la aorta se debe transmitir desde la primera oportunidad. El control estricto de la tensión arterial es imprescindible para un resultado satisfactorio en el tratamiento de estas lesiones

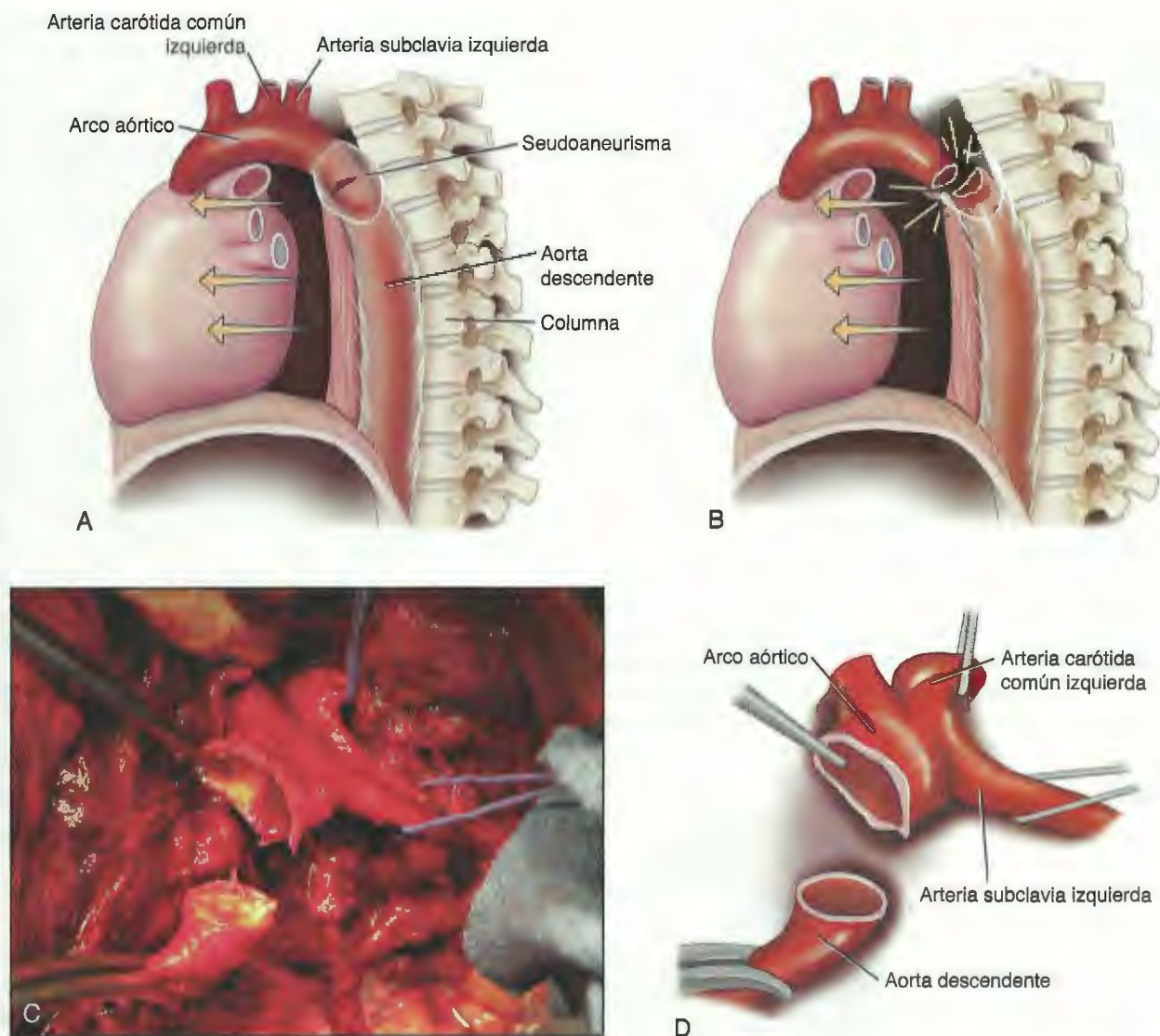


Figura 12-23 A. La aorta descendente es una estructura fija que se mueve con la columna torácica. El arco, la aorta y el corazón se mueven libremente. La aceleración del torso en una colisión de impacto lateral o la desaceleración rápida del torso en una colisión de impacto frontal inducen una velocidad diferente de movimiento entre el complejo arco-corazón y la aorta descendente. Este movimiento desgarrar el revestimiento interno de la aorta que está contenido dentro de la capa más externa, y produce un pseudoaneurisma. B. Los desgarramientos en la unión del arco y la aorta descendente también pueden producir una rotura completa y el subsecuente desangrado inmediato en el tórax. C y D. Fotografía quirúrgica y dibujo de un desgarro de aorta por trauma.

ente: C., D. Cortesía de Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P.

Figura 12-24 Mantenimiento de la tensión arterial

Precaución. Al realizar el traslado interhospitalario de un paciente con sospecha de rotura de la aorta es importante no aumentar de forma agresiva la tensión arterial del paciente porque se puede desencadenar una hemorragia con desangrado (véase el Capítulo 9, Shock). Muchos de estos pacientes pueden recibir infusiones de medicamentos,

como betabloqueadores (p. ej., esmolol, metoprolol), para mantener la tensión arterial en un nivel inferior, por lo general a una media de 70 mm Hg o menos. Esta terapia requiere por lo común monitoreo invasivo, como la inserción de una línea arterial, a fin de controlar con mucho más cuidado la tensión arterial.

(Figura 12-24). La disrupción traumática de la aorta representa otra situación en la que la reanimación equilibrada es clínicamente útil. La reanimación con líquidos que resulta en una tensión arterial normal o elevada puede causar la rotura del tejido restante de la aorta y un desangrado rápido. Si los tiempos de transporte son más largos, el manejo de la tensión arterial debe guiarse por su medición más alta obtenida, por lo general del brazo derecho. El control de la tensión arterial y la fuerza contráctil se logra con la administración de betabloqueadores.⁴⁹

Disrupción traqueobronquial

La disrupción traqueobronquial es una entidad poco común, pero potencialmente letal.⁴⁹ Todas las laceraciones del pulmón implican en algún grado cierta disrupción de las vías respiratorias; sin embargo, en estos casos se afecta la porción de la tráquea intratorácica en sí o uno de los bronquios principales o secundarios. Esta disrupción origina un alto flujo de aire a través de la lesión hacia el mediastino o el espacio pleural (Figura 12-25). La presión se acumula rápidamente, desencadenando un neumotórax a tensión o incluso un neumomediastino a tensión, que es semejante al taponamiento cardiaco, salvo que es resultado de la presencia de aire y no de sangre o líquido. A diferencia de la situación habitual en un neumotórax a tensión, la toracostomía con aguja puede inducir el flujo continuo de aire a través del catéter e impedir el alivio de la tensión. Esto es causado por el alto flujo continuo de aire a través de estas importantes vías aéreas

en el espacio pleural. La función respiratoria, así como la presión, se ven afectadas de manera significativa por el flujo de aire preferencial en la lesión. Los esfuerzos de ventilación de presión positiva pueden empeorar la tensión. Es más probable que el traumatismo por penetración cause esta lesión que un traumatismo contundente. No obstante, el traumatismo contundente de alta energía también suele ocasionar disrupción traqueobronquial.⁵⁰

Evaluación

La evaluación de un paciente con disrupción traqueobronquial muestra a una persona con angustia evidente. El individuo puede estar pálido y diaforético y evidenciar signos de dificultad respiratoria, como el uso de los músculos accesorios de la respiración, así como gruñidos y aleteo nasal. Se puede identificar un enfisema subcutáneo extenso, especialmente en la parte superior del tórax y el cuello (Figura 12-26). Aunque tradicionalmente se menciona como un hallazgo importante, la distensión venosa yugular puede ser oscurecida por el enfisema subcutáneo, y la desviación de la tráquea sólo es identificable a la palpación de la tráquea en la muesca yugular. La velocidad ventilatoria se eleva y puede disminuir la saturación de oxígeno. El paciente puede o no estar hipotenso y toser con sangre (hemoptisis). Es posible que la hemorragia asociada con trauma por penetración no esté presente en los casos contundentes, aunque cabe la posibilidad de un hemotórax en los traumatismos por penetración y contundente.

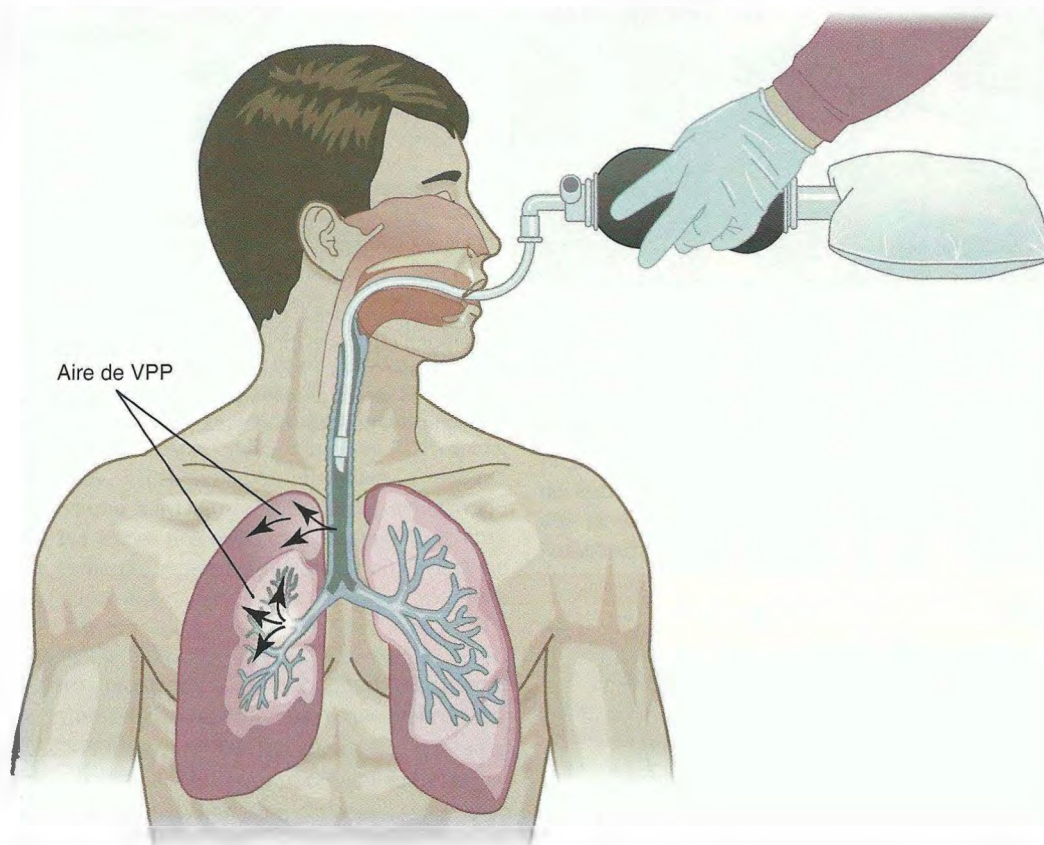


Figura 12-25 Rotura bronquial o traqueal. La ventilación con presión positiva (VPP) puede forzar directamente grandes cantidades de aire a través de la tráquea o los bronquios, y desencadenar con rapidez un neumotórax a tensión.



Figura 12-26 Paciente con trauma en la parte anterior del cuello que produjo una disrupción traqueal y enfisema subcutáneo en el rostro (párpados) y el cuello.

Fuente: Fotografía cortesía de J.C. Pitteloud M.D., Suiza.

Manejo

El manejo exitoso en la disrupción traqueobronquial requiere la administración de oxígeno suplementario y el uso adecuado de la asistencia ventilatoria. Si la ventilación asistida genera más incomodidad al paciente, sólo se administra oxígeno y se procura su traslado lo antes posible al centro correspondiente. El monitoreo continuo de signos de progresión a un neumotórax a tensión es imprescindible y, si hay presencia de estos síntomas, se debe intentar una rápida descompresión con aguja. Es difícil lograr el manejo complejo de la vía aérea en campo, como la intubación selectiva del bronquio principal, y tiene el potencial de empeorar una lesión bronquial importante.

Asfixia por trauma

La asfixia por trauma recibe este nombre porque las víctimas se parecen físicamente a los pacientes de estrangulación. Exhiben la misma coloración azulada en el rostro y el cuello (y en el caso de la asfixia por trauma, en la parte superior del tórax) como las personas que han sido estranguladas. Sin embargo, a diferencia de éstos, los pacientes con asfixia por trauma no presentan asfixia real (cese de intercambio de aire y gas). La semejanza en el aspec-

to con las víctimas de estrangulación es por la alteración del retorno venoso de la cabeza y cuello, que está presente en ambos grupos de pacientes.

El mecanismo de la asfixia por trauma es un aumento brusco, significativo, en la presión torácica como resultado de un aplastamiento en el torso (p. ej., la caída de un gato de auto sobre el pecho de una persona). Esta presión ocasiona que la sangre sea forzada a salir del corazón hacia las venas en dirección retrógrada. Debido a que las venas de los brazos y extremidades inferiores contienen válvulas, el flujo de regreso a las extremidades es limitado. Sin embargo, las venas del cuello y la cabeza carecen de tales válvulas, y la sangre es forzada preferentemente hacia estas áreas. Las vénulas subcutáneas y pequeños capilares se revientan y se fuga la sangre, dando como consecuencia la decoloración violácea de la piel. La rotura de pequeños vasos en el cerebro y la retina puede ocasionar disfunción cerebral y de los ojos. Se tienen informes de que el trauma por asfixia es indicador de una disrupción cardíaca contundente.⁵¹

Evaluación

El sello distintivo de la asfixia por trauma es la plétora, una condición corporal caracterizada por un exceso de sangre y turgencia (es decir, inflamación y distensión de los vasos sanguíneos), con una coloración rojiza de la piel. Este aspecto es más notable por encima del nivel del aplastamiento (Figura 12-27). Por debajo del nivel de la lesión la piel es normal. Debido a la fuerza aplicada en el pecho necesaria para causar esta lesión, puede haber presencia de muchas de las lesiones ya analizadas en este capítulo, así como daños a la columna vertebral y a la médula espinal.

Manejo

El manejo es de apoyo. Se administra oxígeno en altas concentraciones, se obtiene acceso IV y se aplica apoyo ventilatorio adecuado, si está indicado. La decoloración de tono rojizo-púrpura en los sobrevivientes se desvanece por lo regular en 1 o 2 semanas.

Rotura diafragmática

Es posible que se presenten pequeñas laceraciones del diafragma en las lesiones penetrantes a la región toracoabdominal.¹ Debido a que el diafragma se eleva y baja con la respiración, cualquier penetración por debajo del nivel anterior de los pezones o el nivel de la punta escapular posterior está en riesgo de atravesar el diafragma. En general, estas lesiones no presentan problemas agudos por sí solas, aunque por lo general se requiere una intervención quirúrgica por el riesgo futuro de una hernia y la estrangulación del contenido abdominal a través del defecto. Estas lesiones que parecen inofensivas pueden acompañar otras más significativas a los órganos torácicos o abdominales.

La rotura contundente del diafragma es resultado de la aplicación de una fuerza considerable en el abdomen que aumenta la presión abdominal de forma aguda y brusca, así como de magnitud suficiente para romper el diafragma. A diferencia de los pequeños desgarres que suelen acompañar una lesión penetrante, los que resultan de mecanismos contundentes con frecuencia son grandes y favorecen la herniación aguda de las vísceras abdominales en la



Figura 12-27 Niño con asfisia traumática. Nótese la decoloración púrpura, sobre todo en la barbilla, y las múltiples petequias en el rostro y la frente.

Fuente: Fotografía cortesía de J.C. Pitteloud M.D., Suiza.

cavidad torácica¹ (Figura 12-28). La dificultad respiratoria es consecuencia de la presión de los órganos herniados en los pulmones, lo que impide una ventilación eficaz, así como de la contusión de los pulmones. Este deterioro de la ventilación es potencialmente letal. Además de la disfunción ventilatoria, se pueden producir fracturas de costillas, hemotórax y neumotórax. Una lesión de los órganos intraabdominales también puede acompañar la lesión en el diafragma, incluyendo las del hígado, el bazo, el estómago o los intestinos, ya que estos órganos son forzados a través del desgarro del diafragma hacia la cavidad pleural. Estos pacientes con frecuencia presentan sufrimiento agudo y requieren una intervención rápida para su recuperación.

Evaluación

A menudo la evaluación revela a un paciente con dificultad respiratoria aguda que se muestra ansioso, con taquipnea y pálido. También suele presentar contusiones de la pared torácica, crepitación ósea o enfisema subcutáneo. Es posible que los ruidos respiratorios en el lado afectado estén disminuidos, o que se escuchen ruidos intestinales durante la auscultación del tórax. Si se hernió suficiente contenido abdominal hacia el tórax, el abdomen puede estar cóncavo.

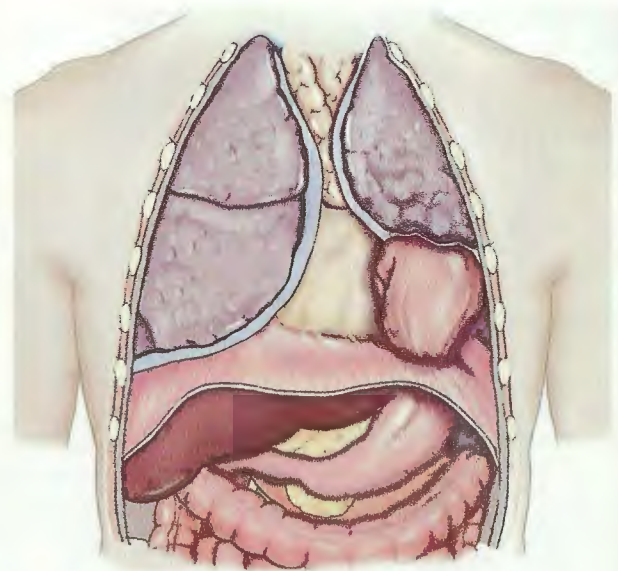


Figura 12-28 La rotura diafragmática puede causar la herniación de intestino u otras estructuras a través del desgarro, causando compresión parcial del pulmón y dificultad respiratoria.

Manejo

Se necesita la identificación oportuna de la rotura en el diafragma. Se deben administrar altas concentraciones de oxígeno suplementario y ventilación asistida según sea necesario. El paciente debe ser transportado con rapidez a un centro apropiado.

Transportación prolongada

Las prioridades para el manejo de pacientes con lesiones torácicas manifiestas o sospechosas durante un traslado prolongado siguen siendo fundamentales, e incluyen el manejo de la vía aérea, el apoyo a la ventilación y la oxigenación, el control de la hemorragia, y proporcionar reanimación con el volumen apropiado. Cuando se está en este caso, los proveedores de atención prehospitalaria pueden tener un umbral más bajo para asegurar la vía aérea con intubación endotraqueal. Las indicaciones para recurrir a la intubación endotraqueal incluyen el aumento de la dificultad respiratoria o insuficiencia respiratoria inminente (después de la exclusión o el tratamiento de un neumotórax a tensión), un tórax inestable, neumotórax abierto o múltiples fracturas costales. El oxígeno debe ser proporcionado para mantener una saturación de 95% o mayor.

Las ventilaciones deben ser asistidas según se requiera. Las contusiones pulmonares empeoran con el tiempo, y el uso de la presión respiratoria positiva continua (CPAP), la presión positiva al final de la espiración (PEEP) con un ventilador de traslado, o válvulas PEEP con dispositivo de bolsa-mascarilla, pueden facilitar la oxigenación. Cualquier paciente con trauma torácico significativo puede tener o desarrollar un neumotórax a tensión, y es necesario buscar signos distintivos en la evaluación continua. En presencia de disminución o ausencia de ruidos respiratorios, empeoramiento de la obstrucción respiratoria, dificultad para apretar el dispositivo de

bolsa-mascarilla, aumento de las presiones inspiratorias máximas en los pacientes en un ventilador, e hipotensión, se debe realizar la descompresión pleural. Una toracostomía con tubo (inserción de un tubo torácico) puede ser realizada por personal autorizado, por lo general la tripulación del equipo médico aéreo, si el paciente requiere la descompresión con aguja o se descubre que tiene un neumotórax abierto. Se requiere fijar el acceso intravenoso y administrar los líquidos IV de manera acertada.

Los pacientes con sospecha de hemorragia intratorácica, intraabdominal o retroperitoneal deben mantenerse con la tensión arterial sistólica en un intervalo de 80 a 90 mm Hg. La reanimación con volumen demasiado agresiva puede empeorar de manera importan-

te las contusiones pulmonares, y desencadenar una hemorragia interna recurrente (véase el Capítulo 9, Shock).

Los pacientes con dolor intenso de múltiples fracturas costales suelen beneficiarse con pequeñas dosis de narcóticos ajustadas por vía intravenosa. Si su administración produce hipotensión e insuficiencia respiratoria, se deben proporcionar volumen de reanimación y asistencia respiratoria.

Los pacientes con disritmias cardíacas asociadas con una lesión cardíaca contundente se benefician con el uso de medicamentos para disritmia. Cualquier intervención realizada se debe documentar cuidadosamente en el registro de atención prehospitalaria (RAP), y la instalación receptora debe estar enterada de los procedimientos.



Resumen

- Las lesiones torácicas son particularmente significativas debido al potencial de compromiso de las funciones respiratoria y circulatoria, ya que con frecuencia se relacionan con un trauma multisistémico.
- Los pacientes con lesiones en el tórax deben ser manejados de forma agresiva y trasladados con rapidez a un centro de atención definitivo.
- Se debe prestar especial atención a la administración de oxígeno suplementario en altas concentraciones y a la necesidad de apoyo ventilatorio en cualquier paciente con sospecha de traumatismo torácico.
- La oximetría de pulso y la corriente lateral o capnografía de longitud de onda en línea son complementos útiles para evaluar el estado ventilatorio y las respuestas a la terapia.
- Se deben buscar con detenimiento signos de neumotórax a tensión porque el tratamiento en campo con la descompresión con aguja puede corregir este problema potencial rápidamente fatal.
- Debido al alto riesgo de trauma multisistémico en pacientes con traumatismo torácico contundente, se toma en consideración la inmovilización de la columna y el control de la hemorragia.
- Es preciso obtener acceso intravenoso de camino al centro médico y administrar terapia de líquidos con los objetivos apropiados en mente.
- El monitoreo electrocardiográfico puede indicar una lesión cardíaca contundente.
- Aun cuando muchas lesiones torácicas se manejan sin intervención quirúrgica, el paciente con este problema debe ser evaluado y atendido de igual forma en un centro médico adecuado.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Usted y su compañero son enviados a un área de construcción industrial donde un trabajador se hirió con una pieza de metal. A su llegada se encuentra en la puerta con el oficial de seguridad de la obra, que lo lleva a un área de trabajo interior. En el camino a la zona de trabajo, el oficial de seguridad le indica que el paciente estaba ayudando a instalar postes metálicos. Cuando regresaba para tomar otro poste, se golpeó con el extremo de otro que su compañero acababa de recortar, el cual le desgarró la camisa y le perforó el pecho.

En el área de trabajo encuentra a un hombre de aproximadamente 35 años de edad, sentado en posición vertical sobre una pila de madera de construcción, inclinado hacia adelante y sosteniendo un trapo sobre su pecho derecho. Usted le pregunta al paciente qué pasó, y él intenta responder, pero tiene que detenerse después de cada cinco a seis palabras para recuperar el aliento. Al mover el trapo manchado de sangre, observa una laceración abierta de aproximadamente 5 cm (2 pulgadas) de largo con una pequeña cantidad de líquido "que burbujea". El paciente está diafórico y evidencia un pulso radial rápido. Al auscultarlo, observa que disminuyeron sus ruidos respiratorios en el lado derecho. No se observan otros hallazgos físicos anormales.

- ¿El paciente tiene dificultad respiratoria?
- ¿Las lesiones ponen en riesgo su vida?
- ¿Qué intervenciones debe llevar a cabo en campo?
- ¿Qué modalidad debe utilizar para el traslado de este paciente?
- ¿De qué forma afectaría otro lugar (p. ej., una zona rural) el manejo del paciente y los planes para un traslado prolongado?
- ¿De qué otras lesiones sospecha?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

El reporte en la escena, las quejas del paciente y la exploración física conducen a sospechar que puede tener lesiones graves y potencialmente letales. El paciente está despierto y habla con coherencia, lo que indica que tiene una vía aérea estable. Experimenta dificultad respiratoria grave. La ubicación de la herida, el líquido burbujeante y la disminución de los ruidos respiratorios indican un neumotórax abierto.

Usted se mueve con rapidez para aplicar un vendaje oclusivo, proporcionar al sujeto oxígeno suplementario y considerar la asistencia ventilatoria con un dispositivo de bolsa-mascarilla según sea necesario. Las primeras prioridades en este escenario son identificar la gravedad de las lesiones, estabilizar al paciente e iniciar la transferencia a una instalación adecuada. Debido a la dificultad respiratoria y los hallazgos en el paciente, tiene un riesgo significativo de complicaciones. Lo adecuado es su traslado al centro de trauma más cercano. En el camino se debe obtener el acceso intravenoso.

Existe riesgo de deterioro respiratorio y se debe monitorear de cerca el estado ventilatorio del paciente. Los signos de progreso en el compromiso circulatorio y la dificultad respiratoria apuntan a que primero retire el vendaje oclusivo y, si no hay mejoría, realice la descompresión con aguja. Si el tiempo de traslado se demora, debe considerar el transporte aéreo.

Referencias

- American College of Surgeons (ACS). Thoracic trauma. In: ACS Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012.
- Wall MJ, Huh J, Mattox KL. Thoracotomy. In Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE. *Trauma*. 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2004.
- Livingston DH, Hauser CJ. Trauma to the chest wall and lung. In: Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE. *Trauma*. 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2004.
- Howes DS, Bellazzini MA. Chronic obstructive pulmonary disease. In: Wolfson AB, Hendey GW, Ling LJ, et al., eds. *Harwood-Nuss' Clinical Practice of Emergency Medicine*. 5th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer/Lippincott, Williams & Wilkins; 2010.
- Wilson RF. Pulmonary physiology. In: Wilson RF. *Critical Care Manual: Applied Physiology and Principles of Therapy*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Davis; 1992.
- American College of Surgeons (ACS). Initial assessment. In: ACS Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012.
- Silverston P. Pulse oximetry at the roadside: a study of pulse oximetry in immediate care. *BMJ*. 1989;298:711.
- Pressley CM, Fry WR, Philip AS, et al. Predicting outcome of patients with chest wall injury. *Am J Surg*. 2012;204(6):900-904.
- Flagel BT, Luchette FA, Reed RL, et al. Half-a-dozen ribs: the breakpoint for mortality. *Surgery*. 2005;138:717-725.
- Jones KM, Reed RL, Luchette FA. The ribs or not the ribs: which influences mortality? *Am J Surg*. 2011;202(5):598-604.
- Richardson JD, Adams L, Flint LM. Selective management of flail chest and pulmonary contusion. *Ann Surg*. 1982;196:481.
- Di Bartolomeo S, Sanson G, Nardi G, et al. A population-based study on pneumothorax in severely traumatized patients. *J Trauma*. 2001;51(4):677.
- Regel G, Stalp M, Lehmann U, et al. Prehospital care: importance of early intervention outcome. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl*. 1997;110:71.
- Barone JE, Pizzi WF, Nealon TF, et al. Indications for intubation in blunt chest trauma. *J Trauma*. 1986;26:334.
- Mattox KL. Prehospital care of the patient with an injured chest. *Surg Clin North Am*. 1989;69(1):21.
- Simon B, Ebert J, Bokhari F, Capella J, Emhoff T, Hayward T 3rd, Rodriguez A, Smith L, Eastern Association for the Surgery of Trauma. Management of pulmonary contusion and flail chest: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 Nov;73(5 Suppl 4):S351-61.
- Cooper C, Militello P. The multi-injured patient: the Maryland Shock Trauma Protocol approach. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 1992;4(3):163.
- Barton ED, Epperson M, Hoyt DB, et al. Prehospital needle aspiration and tube thoracostomy in trauma victims: a six-year experience with aeromedical crews. *J Emerg Med*. 1995;13:155.
- Kheirabadi BS, Terrazas IB, Koller A, et al. Vented vs. unvented chest seals for treatment of pneumothorax (PTx) and prevention of tension PTx in a swine model. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;75:150-156.
- Butler FK, Dubose JJ, Otten EJ, et al. Management of open pneumothorax in tactical combat casualty care: TCCC guidelines change 13-02. *J Special Ops Med*. 2013;13(3):81-86.
- Eckstein M, Suyehara DL. Needle thoracostomy in the pre-hospital setting. *Prehosp Emerg Care*. 1998;2:132.
- Holcomb JB, McManus JG, Kerr ST, Pusateri AE. Needle versus tube thoracostomy in a swine model of traumatic tension hemothorax. *Prehosp Emerg Care*. 2009;13(1):18-27.
- Butler KL, Best IM, Weaver WL, et al. Pulmonary artery injury and cardiac tamponade after needle decompression of a suspected tension pneumothorax. *J Trauma*. 2003;54:610.
- Inaba K, Ives C, McClure K, et al. Radiologic evaluation of alternative sites for needle decompression of tension pneumothorax. *Arch Surg*. 2012;147(9): 813-818.
- Inaba K, Branco BC, Eckstein M, et al. Optimal positioning for emergent needle thoracostomy: a cadaver-based study. *J Trauma*. 2011;71:1099-1103.
- Netto FA, Shulman H, Rizoli SB, et al. Are needle decompressions for tension pneumothoraces being performed appropriately for appropriate indications? *Am J Em Med*. 2008;26:597-602.

27. Riwoe D, Poncia H. Subclavian artery laceration: a serious complication of needle decompression. *Em Med Aust*. 2011;23:651-653.
28. Beckett A, Savage E, Pannell D, et al. Needle decompression for tension pneumothorax in tactical combat casualty care: do catheters placed in the midaxillary line kink more often than those in the midclavicular line? *J Trauma*. 2011;71:S408-S412.
29. Martin M, Satterly S, Inaba K, Blair K. Does needle thoracostomy provide adequate and effective decompression of tension pneumothorax? *J Trauma*. 2012;73(6):1410-1415.
30. Davis DP, Pettit K, Rum CD, et al. The safety and efficacy of prehospital needle and tube thoracostomy by aeromedical personnel. *Prehosp Emerg Care*. 2005;9:191.
31. Etoch SW, Bar-Natan MF, Miller FB, et al. Tube thoracostomy: factors related to complications. *Arch Surg*. 1995;130:521.
32. Newman PG, Feliciano DV. Blunt cardiac injury. *New Horizons*. 1999;7(1):26.
33. Ivatury RR. The injured heart. In: Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE. *Trauma*. 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2004:555.
34. Symbas NP, Bongiorno PF, Symbas PN. Blunt cardiac rupture: the utility of emergency department ultrasound. *Ann Thorac Surg*. 1999;67(5):1274.
35. Demetriades D. Cardiac Wounds. *Ann Surg*. 1986;203(3): 315-317.
36. Jacob S, Sebastian JC, Cherian PK, et al. Pericardial effusion impending tamponade: a look beyond Beck's triad. *Am J Em Med*. 2009;27:216-219.
37. Ivatury RR, Nallathambi MN, Roberge RJ, et al. Penetrating thoracic injuries: in-field stabilization versus prompt transport. *J Trauma*. 1987;27:1066.
38. Bleetman A, Kasem H, Crawford R. Review of emergency thoracotomy for chest injuries in patients attending a UK accident and emergency department. *Injury*. 1996;27(2):129.
39. Durham LA III, Richardson RJ, Wall MJ Jr, et al. Emergency center thoracotomy: impact of prehospital resuscitation. *J Trauma*. 1992;32(6):775.
40. Honigman B, Rohweder K, Moore EE, et al. Prehospital advanced trauma life support for penetrating cardiac wounds. *Ann Emerg Med*. 1990;19(2):145.
41. Lerer LB, Knottenbelt JD. Preventable mortality following sharp penetrating chest trauma. *J Trauma*. 1994;37(1):9.
42. Wall MJ Jr, Pepe PE, Mattox KL. Successful roadside resuscitative thoracotomy: case report and literature review. *J Trauma*. 1994;36(1):131.
43. Coats TJ, Keogh S, Clark H, et al. Prehospital resuscitative thoracotomy for cardiac arrest after penetrating trauma: rationale and case series. *J Trauma*. 2001;50(4):870.
44. Zangwill SD, Strasburger JF. Commotio cordis. *Pediatr Clin North Am*. 2004;51(5):1347-1354.
45. Perron AD, Brady WJ, Erling BF. Commotio cordis: an underappreciated cause of sudden cardiac death in young patients: assessment and management in the ED. *Am J Emerg Med*. 2001;19(5):406-409.
46. Madias C, Maron BJ, Weinstock J, et al. Commotio cordis—sudden cardiac death with chest wall impact. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2007;18(1):115-122.
47. 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science. *Circulation*. 2010;122:S745-S746.
48. Mattox KL, Wall MJ, Lemaire SA. Injury to the thoracic great vessels. In: Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE. *Trauma*. 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2004.
49. Fabian TC. Roger T. Sherman Lecture: advances in the management of blunt thoracic aortic injury: Parmley to the present. *Am Surg*. 2009;75(4):273-278.
50. Riley RD, Miller PR, Meredith JW. Injury to the esophagus, trachea, and bronchus. In: Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE. *Trauma*. 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2004.
51. Rogers FB, Leavitt BJ. Upper torso cyanosis: a marker for blunt cardiac rupture. *Am J Emerg Med*. 1997;15(3):275.

Lecturas sugeridas

- Bowley DM, Boffard KD. Penetrating trauma of the trunk. *Unfallchirurg*. 2001;104(11):1032.
- Brathwaite CE, Rodriguez A, Turney SZ, et al. Blunt traumatic cardiac rupture: a 5-year experience. *Ann Surg*. 1990;212(6):701.
- Helm M, Schuster R, Hauke J. Tight control of prehospital ventilation by capnography in major trauma victims. *Br J Anaesth*. 2003;90(3):327.
- Lateef F. Commotio cordis: an underappreciated cause of sudden death in athletes. *Sports Med*. 2000;30:301.
- Papadopoulos IN, Bukis D, Karalas E, et al. Preventable prehospital trauma deaths in a Hellenic urban health region: an audit of prehospital trauma care. *J Trauma*. 1996;41(5):864.
- Rozycki GS, Feliciano DV, Oschner MG, et al. The role of ultrasound in patients with possible penetrating cardiac wounds: a prospective multicenter study. *J Trauma*. 1999;46:542.
- Ruchholtz S, Waydhas C, Ose C, et al. Prehospital intubation in severe thoracic trauma without respiratory insufficiency: a matched-pair analysis based on the Trauma Registry of the German Trauma Society. *J Trauma*. 2002;52(5):879.
- Streng M, Tikka S, Leppaniemi A. Assessing the severity of truncal gunshot wounds: a nation-wide analysis from Finland. *Ann Chir Gynaecol*. 2001;90(4):246.

DESTREZAS ESPECÍFICAS

Destrezas para traumatismo torácico

Descompresión con aguja

Principio: Reducir la presión intratorácica de un neumotórax a tensión que afecta la respiración, ventilación y circulación del paciente.

En los pacientes con aumento de presión intratorácica debido a un neumotórax a tensión en desarrollo, se debe descomprimir el lado de la cavidad torácica con la mayor presión. Si no se alivia la presión, se limitará progresivamente la capacidad ventilatoria del individuo y se causará insuficiencia de retorno venoso, lo que conduciría a un gasto cardíaco inadecuado y la muerte.

En pacientes en los que un neumotórax abierto ha sido tratado con el uso de un vendaje oclusivo y se desarrolla un neumotórax a tensión, por lo general se puede descomprimir a través de la herida, que proporciona una abertura existente en el tórax. Abrir el apósito oclusivo sobre la herida durante unos segundos debe inducir una ráfaga de aire de la herida conforme se libera mayor presión en el tórax.

Una vez que se ha liberado esta presión, la herida se vuelve a sellar con el vendaje oclusivo para permitir una ventilación alveolar adecuada y evitar que la herida "succione" aire. El paciente debe ser monitoreado con detenimiento y, si se repite algún signo de tensión, es preciso "eructar" de nuevo el apósito para liberar la presión intratorácica.

La descompresión en un neumotórax cerrado a tensión se logra con una abertura —una toracostomía— en el lado afectado del tórax. Existen diferentes métodos para realizar una toracostomía. Como la que se aplica con aguja es el método más rápido y no requiere equipo especial, es de uso preferido en campo.

La descompresión con aguja conlleva un riesgo mínimo y puede ser de gran beneficio para el paciente, pues mejora su oxigenación y circulación. Sólo se debe realizar cuando se cumplen los siguientes tres criterios:

1. Evidencia de empeoramiento de la dificultad respiratoria o dificultad con un dispositivo de bolsa-mascarilla
2. Disminución o ausencia de ruidos respiratorios
3. Shock descompensado (tensión arterial sistólica menor a 90 mm Hg)

El equipo necesario para la descompresión torácica con aguja incluye este dispositivo, jeringa, cinta adhesiva de ½ pulgada y algodones con alcohol. Las agujas deben ser de calibre grande, los catéteres IV sobre la aguja deben ser de calibre 10 a 14, por lo menos de 3.5 pulgadas (8 cm) de largo. Se puede usar un catéter de calibre 16 si no hay otro más grande.

Un proveedor de atención prehospitalaria conecta la aguja a la jeringa mientras que un segundo proveedor ausculta el pecho del paciente para confirmar de qué lado tiene el neumotórax a tensión, que se indica por la disminución o ausencia de sonidos respiratorios.



- 1** Después de confirmado un neumotórax a tensión, los puntos de referencia anatómicos se localizan en el lado afectado (línea clavicular media, segundo o tercer espacio intercostal).



- 2** El sitio se limpia con una toallita antiséptica.

Destrezas para traumatismo torácico (continuación)

3 La piel sobre el sitio se estira entre los dedos de la mano no dominante. La aguja y la jeringa se colocan sobre la parte superior de la costilla.



4 Una vez que la aguja entra en la cavidad torácica, el aire se escapará en la jeringa y la aguja no debe avanzar más.



5 El catéter se deja en su lugar y se extrae la aguja, teniendo cuidado de no torcerlo. Mientras se retira la aguja, se debe escuchar una ráfaga de aire desde el cartucho del catéter. Si no escapa aire, se debe dejar el catéter en su lugar para indicar que se intentó la descompresión torácica con aguja.



6 Después de que se retira la aguja, se fija el catéter en su lugar con cinta adhesiva. Una vez fijo éste, se ausculta el tórax para comprobar si hay un aumento de los ruidos respiratorios. El paciente es monitoreado y transportado a una instalación adecuada. El proveedor de atención prehospitalaria no tiene por qué perder el tiempo en la aplicación de una válvula de un solo sentido. Tal vez sea necesario repetir la descompresión con aguja si el catéter se ocluye con un coágulo de sangre y aparece de nuevo el neumotórax a tensión.



Trauma abdominal

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

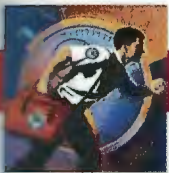
- Analizar los datos de evaluación de la escena para determinar el nivel de sospecha de trauma abdominal.
- Reconocer los hallazgos de la exploración física que indiquen hemorragia intraabdominal.
- Correlacionar los signos externos de lesión abdominal con la posibilidad de daños a órganos abdominales específicos.
- Anticipar los efectos fisiopatológicos de un trauma directo o penetrante en el abdomen.
- Identificar las indicaciones para una intervención y traslado rápidos en el contexto de un trauma abdominal.
- Entender las decisiones apropiadas de manejo en campo para los pacientes con sospecha de trauma abdominal, incluyendo aquellos lesionados con objetos empalados, o que evidencian evisceración y trauma genital externo.
- Correlacionar los cambios anatómicos y fisiológicos asociados con la fisiopatología del embarazo y el tratamiento del trauma.
- Analizar los efectos del trauma materno en el feto y las prioridades de manejo.

ESCENARIO

Usted está en una obra en construcción porque un paciente de sexo masculino de veintitantos años se cayó 3 horas antes y ahora se queja de dolor abdominal creciente. Afirma que tropezó con un pedazo de madera en el lugar, cayó y se golpeó la parte baja izquierda del tórax y el abdomen con una madera aplastada. El paciente denota dolor moderado sobre su caja torácica inferior izquierda cuando respira profundamente, y se queja de una leve dificultad para respirar. Sus compañeros de trabajo deseaban solicitar ayuda cuando el joven se cayó, pero él dijo que los síntomas no eran tan severos y les pidió que esperaran. Afirma que la intensidad del malestar ha ido en aumento y que ahora se siente mareado y débil.

Usted encuentra al paciente sentado en el suelo y con malestar visible. Se sostiene el lado izquierdo inferior del tórax y la parte superior del abdomen. Muestra una vía aérea permeable, frecuencia respiratoria de 28 respiraciones/minuto, frecuencia cardíaca de 124 latidos/minuto y presión arterial de 94/58 milímetros de mercurio (mm Hg). Su piel está pálida y diaforética. Lo recuesta, y en la exploración física el paciente muestra dolor a la palpación en las costillas inferiores izquierdas, sin crepitación ósea evidente. El abdomen está distendido y blando a la palpación, pero el individuo siente dolor y se cubre voluntariamente el cuadrante superior izquierdo. No hay presencia de equimosis externa o enfisema cutáneo.

- ¿Cuáles son las posibles lesiones del paciente?
- ¿Cuáles son las prioridades para su atención?
- ¿Los signos indican presencia de peritonitis?



Introducción

La lesión abdominal no reconocida es una de las principales causas de muerte evitable en el paciente con trauma. Debido a las limitaciones de la evaluación prehospitalaria, las víctimas con sospecha de lesión abdominal se manejan mejor con el traslado rápido a la instalación apropiada más cercana.

Por lo general, la muerte prematura por un trauma abdominal severo es consecuencia de una pérdida masiva de sangre causada por una lesión penetrante o directa. En cualquier paciente con shock inexplicable después de tener una lesión traumática en el tronco del cuerpo se debe asumir que tiene una hemorragia intraabdominal hasta que se demuestre lo contrario. Esto último sólo se logra con estudios de diagnóstico apropiados en el hospital. Las lesiones que no se detectan inicialmente en hígado, bazo, colon, intestino delgado, estómago o páncreas pueden generar complicaciones y la muerte. La ausencia de signos y síntomas locales no excluye la posibilidad de un trauma abdominal, ya que a menudo tarda tiempo en desarrollarse y es especialmente difícil de identificar en el paciente cuyo nivel de conciencia se ve alterado por el alcohol, las drogas o una lesión cerebral traumática (LCT). La consideración de la cinemática aumenta el índice de sospecha del proveedor de atención prehospitalaria alerta a un posible trauma abdominal y hemorragia intraabdominal. No es necesario preocuparse por localizar el grado exacto de este trauma; la prioridad es identificar la posibilidad de lesiones y tratar los hallazgos clínicos.

Anatomía

El abdomen contiene los principales órganos de los sistemas digestivo, endocrino y urogenital, y los principales vasos del sistema

circulatorio. La cavidad abdominal se encuentra por debajo del diafragma; sus límites están constituidos por la pared anterior del abdomen, los huesos de la pelvis, la columna vertebral y los músculos del abdomen y los flancos. La cavidad abdominal se divide en dos regiones sobre la base de su relación con el *peritoneo*, que cubre muchos de los órganos del abdomen. La **cavidad peritoneal** (la "verdadera" cavidad abdominal) contiene el bazo, hígado, vesícula biliar, estómago, porciones del intestino grueso (colon transversal y sigmoide), la mayoría del intestino delgado (principalmente el yeyuno y el ileo) y los órganos reproductores femeninos (útero y ovarios) (Figura 13-1). El **espacio retroperitoneal** es un área ubicada en la cavidad abdominal detrás del peritoneo; contiene los riñones, uréteres, vena cava inferior, aorta abdominal, páncreas, la mayor parte del duodeno, el colon ascendente y descendente y el recto (Figura 13-2). La vejiga y los órganos reproductores masculinos (pene, testículos y próstata) se encuentran abajo de la cavidad peritoneal.

Una porción del abdomen yace en la parte inferior del tórax debido a la forma abovedada del diafragma, que permite a los órganos abdominales superiores subir a la zona inferior del tórax. Esta parte superior del abdomen, a veces conocida como *región toracoabdominal*, está protegida al frente y a lo largo de los flancos por las costillas, y en la parte posterior por la columna vertebral. La región toracoabdominal contiene el hígado, vesícula biliar, bazo y partes anteriores del estómago, al igual que los lóbulos inferiores posteriores de los pulmones, separados por el diafragma. Debido a su ubicación, las mismas fuerzas que fracturan las costillas pueden lesionar los pulmones, hígado o bazo subyacentes.

La relación de estos órganos abdominales con la parte inferior de la cavidad torácica cambia con el ciclo respiratorio. En la espiración pico, la cúpula del diafragma relajado se eleva al nivel del cuarto espacio intercostal (nivel del pezón en el hombre), proporcionando mayor protección a los órganos abdominales de la caja

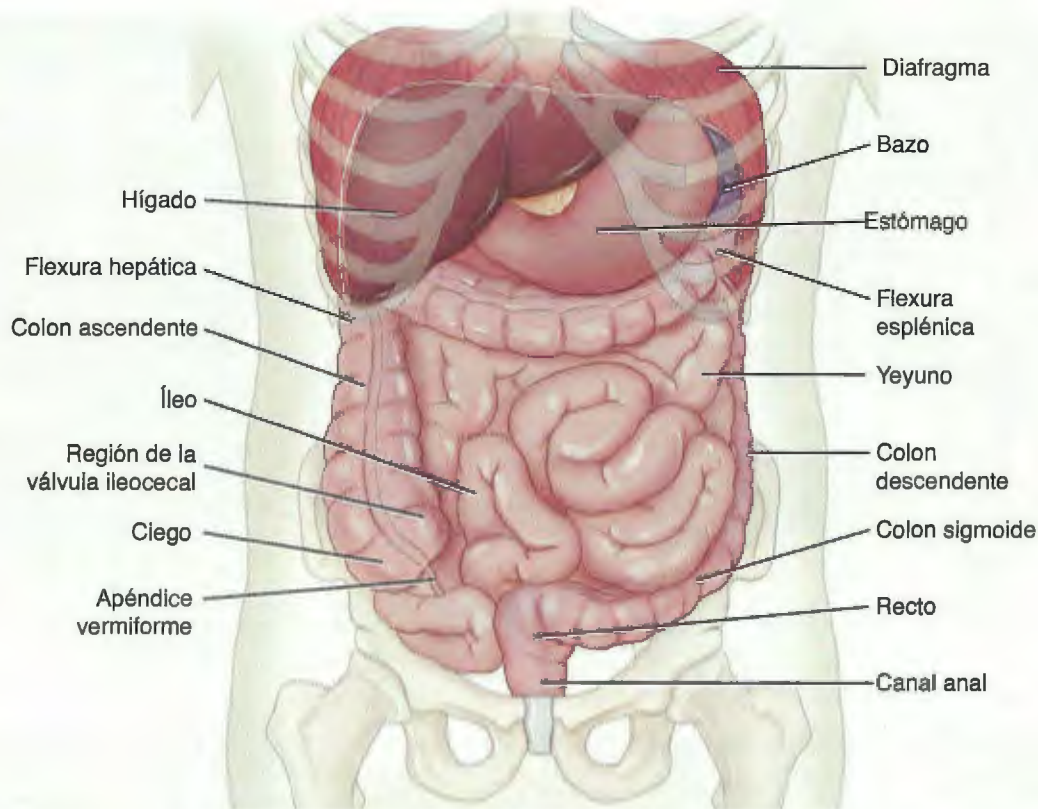


Figura 13-1 Cuando se lesionan, los órganos dentro de la cavidad peritoneal con frecuencia producen peritonitis. Éstos incluyen órganos sólidos (bazo e hígado), órganos huecos del tracto gastrointestinal (estómago, intestino delgado y colon) y los órganos reproductivos.

torácica. Por el contrario, en la inspiración pico, la cúpula del diafragma contraído se posiciona en el sexto espacio intercostal; los pulmones inflados casi llenan el tórax y empujan en gran medida estos órganos abdominales por debajo de la caja torácica. Por tanto, los órganos lesionados por trauma penetrante en la región toracoabdominal pueden diferir dependiendo de la fase de respiración del paciente al momento en que ocurre la lesión (Figura 13-3).

La parte más inferior del abdomen está protegido por todos lados por la pelvis. Esta área contiene el recto, una porción del intestino delgado (en especial cuando el paciente está en posición vertical), la vejiga y, en la mujer, los órganos reproductivos. Una hemorragia retroperitoneal asociada con una fractura de la pelvis es una preocupación importante en esta porción de la cavidad abdominal.

El abdomen entre la caja torácica y la pelvis sólo está protegido por los músculos abdominales y otros tejidos blandos anteriores y laterales. En la región posterior, las vértebras lumbares, los gruesos y fuertes músculos *paraespinales* y *psoas* situados a lo largo de la columna vertebral proporcionan protección adicional (Figura 13-4).

Para los propósitos de evaluación del paciente, la superficie del abdomen se divide en cuatro cuadrantes. Esta estructura se forma trazando dos líneas: una en el centro de la punta del xifoides hasta la sínfisis del pubis, y otra perpendicular a esta línea media a nivel del

ombigo (Figura 13-5). Es importante conocer los puntos de referencia anatómicos debido a la alta correlación de la ubicación de los órganos con la respuesta al dolor. El cuadrante superior derecho incluye el hígado y la vesícula biliar; el cuadrante superior izquierdo contiene el bazo y el estómago, y los cuadrantes inferior derecho e inferior izquierdo albergan principalmente el intestino, los uréteres distales y, en las mujeres, los ovarios. Existe una porción del tracto intestinal en los cuatro cuadrantes. La vejiga y el útero en las mujeres se encuentran en la línea media entre los cuadrantes inferiores.

Fisiopatología

La división de los órganos abdominales en los grupos hueco, sólido y vascular (vaso sanguíneo) ayuda a explicar las manifestaciones de una lesión en estas estructuras. Cuando ésta se presenta, los órganos sólidos (hígado, bazo) y los vasos sanguíneos (aorta, vena cava) sangran, mientras que los órganos huecos (intestino, vesícula biliar, vejiga) derraman su contenido principalmente en la cavidad peritoneal o en el espacio retroperitoneal, aunque también sangran, pero a menudo no tan rápidamente como los órganos sólidos. La pérdida de sangre en la cavidad abdominal, independientemente de su origen, contribuye a, o puede constituir la causa principal del desarrollo de

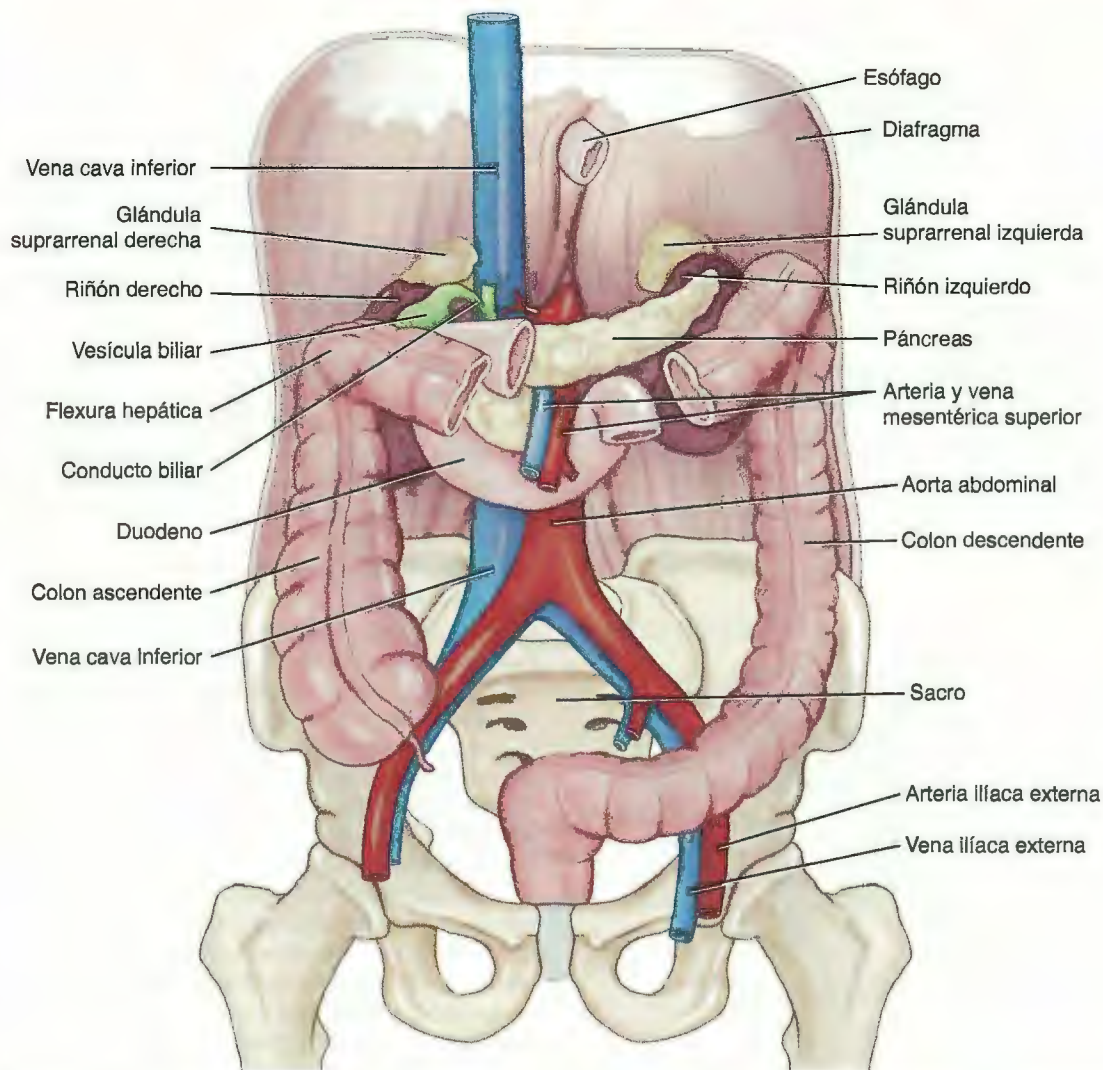


Figura 13-2 El abdomen se divide en dos espacios: cavidad peritoneal y espacio retroperitoneal. Este último incluye la parte del abdomen detrás del peritoneo. Debido a que los órganos retroperitoneales no están dentro de la cavidad peritoneal, la lesión de estas estructuras por lo general no produce peritonitis; sin embargo, una lesión de los grandes vasos sanguíneos y los órganos sólidos puede producir hemorragia rápida y masiva.

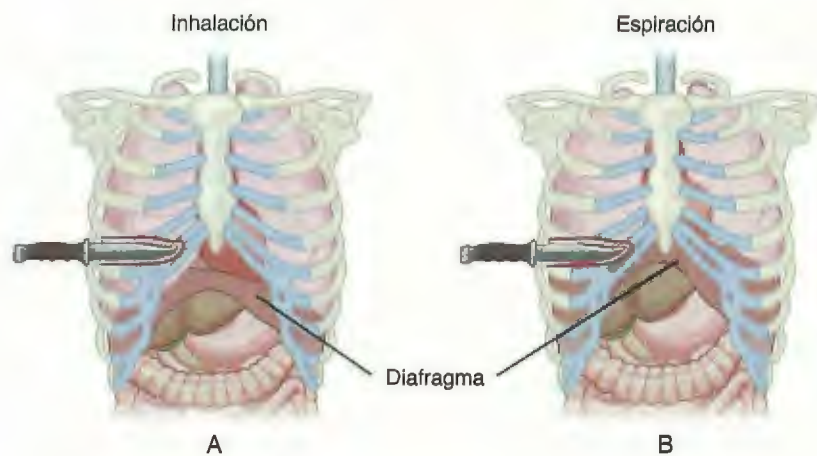


Figura 13-3 Relación de los órganos abdominales en el tórax en diferentes fases de la respiración en un paciente con herida de arma blanca. **A.** Espiración. **B.** Inhalación.

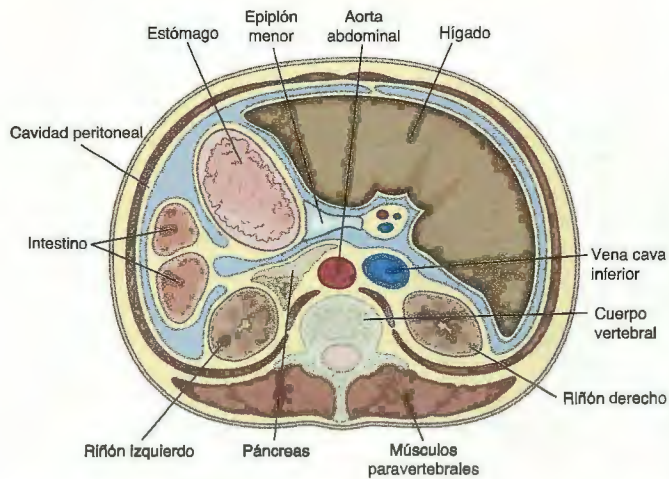


Figura 13-4 Esta sección transversal de la cavidad abdominal permite apreciar la posición de los órganos en la dirección anteroposterior.

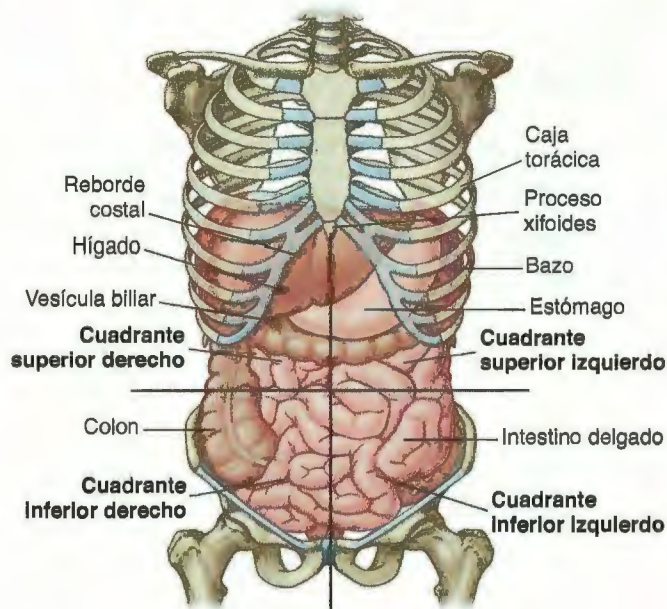


Figura 13-5 Al igual que con cualquier parte del cuerpo, cuanto mejor sea la descripción del dolor, sensibilidad, vigilancia y otros signos, más preciso será el diagnóstico. El sistema más común de identificación divide el abdomen en cuatro cuadrantes: superior izquierdo, superior derecho, inferior izquierdo e inferior derecho.

un shock hemorrágico. La liberación de ácidos, enzimas digestivas y/o bacterias del tracto gastrointestinal en la cavidad peritoneal ocasiona **peritonitis** (inflamación del peritoneo o del revestimiento de la cavidad abdominal) y **sepsis** (infección sistémica) si no se identifica y trata a tiempo con intervención quirúrgica. Debido a que la orina y la bilis por lo general son estériles (carecen de bacterias) y no contienen enzimas digestivas, la perforación de la vesícula biliar o de

la vejiga no desencadena peritonitis tan pronto como sí lo hace el material derramado del intestino. Del mismo modo, como la sangre también carece de ácidos, enzimas digestivas y bacterias, en la cavidad peritoneal no ocasiona peritonitis durante varias horas. El sangrado de la lesión intestinal por lo común es menor, a menos que se dañen los grandes vasos sanguíneos en el *mesenterio* (los pliegues de tejido peritoneal que unen el intestino con la pared posterior de la cavidad abdominal).

Las lesiones en el abdomen pueden ser causadas por traumatismo penetrante o contuso. El primero, producido por una herida de bala o de arma blanca, es más fácilmente visible que el segundo. Múltiples órganos pueden dañarse como consecuencia de un traumatismo penetrante, más comúnmente con heridas de bala que con arma blanca, dada la alta energía asociada con la lesión tipo "misil" y la energía relativamente baja y la duración limitada de la mayoría de los objetos utilizados para apuñalar a una persona. La visualización mental de la trayectoria potencial del objeto penetrante, como una bala o la hoja de un cuchillo, ayuda a identificar los posibles órganos internos lesionados.

El diafragma se extiende de forma superior al cuarto espacio intercostal anterior, el sexto espacio intercostal lateral y el octavo espacio intercostal posterior durante la espiración máxima (véase la Figura 13-3). Los pacientes que tienen una lesión penetrante en el tórax debajo de estas ubicaciones anatómicas también pueden ser víctimas de una lesión abdominal. Las heridas penetrantes de los costados y glúteos también suelen involucrar órganos de la cavidad abdominal. A veces estas lesiones penetrantes causan hemorragia de un vaso importante o de órganos sólidos y la perforación de un segmento del intestino, el órgano lesionado con más frecuencia en un traumatismo de esta índole.

Las lesiones de traumatismo contuso a menudo son más difíciles de identificar que las causadas por un traumatismo penetrante. Este daño a los órganos abdominales es resultado de una compresión o de la acción de fuerzas cortantes. En las **lesiones de compresión**, los órganos del abdomen se aplastan entre objetos sólidos, como entre el volante y la columna vertebral. Las **fuerzas cortantes**, a su vez, rompen los órganos sólidos o los vasos sanguíneos en la cavidad debido a las fuerzas de desgarre ejercidas contra sus ligamentos de soporte. El hígado y el bazo pueden cortarse y sangrar con facilidad, y la pérdida de sangre ocurre a gran velocidad. El aumento de la presión intraabdominal producida por la compresión rompe el diafragma, y hace que los órganos abdominales se muevan hacia arriba en la cavidad pleural (véase los Capítulos 5, Cinemática del trauma, y 12, Trauma torácico). El contenido intraabdominal forzado en la cavidad torácica llega a comprometer la expansión pulmonar afectando las funciones respiratoria y cardíaca (Figura 13-6). Aunque ahora se cree que la ruptura de cada medio del diafragma se produce de forma equitativa, la del *hemidiafragma* izquierdo (mitad del diafragma) se diagnostica con mayor frecuencia, ya que el hígado subyacente en el lado derecho a menudo impide la herniación del contenido abdominal en ese lado del tórax y con frecuencia dificulta el diagnóstico de una lesión en la parte derecha del diafragma.

Las fracturas pélvicas pueden estar asociadas con la pérdida de grandes volúmenes de sangre causada por el daño a los innumerables vasos sanguíneos más pequeños adyacentes a la pelvis. Otras lesiones asociadas con fracturas pélvicas incluyen daño a la vejiga y el recto, así como lesiones en la uretra en el hombre y en la vagina en la mujer.

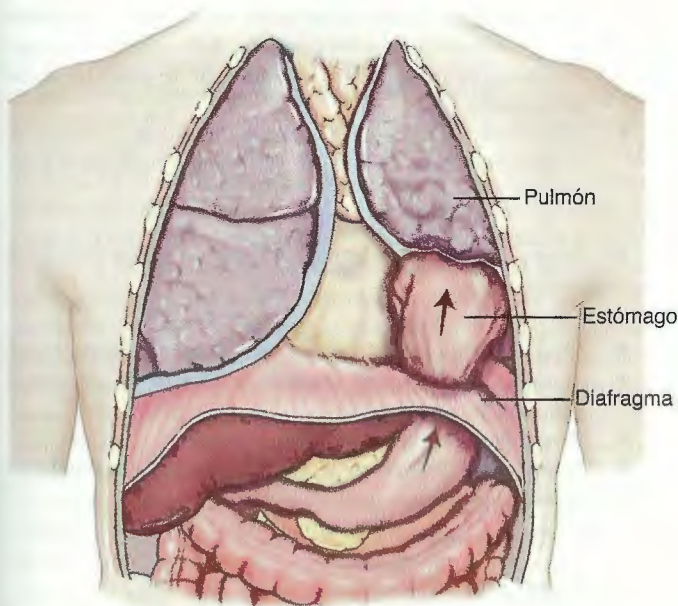


Figura 13-6 Al aumentar la presión dentro del abdomen se puede romper el diafragma, lo que propicia la herniación de los órganos intraabdominales en el tórax, como el estómago o el intestino delgado.

Evaluación

La evaluación de la lesión abdominal puede ser difícil, en especial con las capacidades limitadas de diagnóstico disponibles en el ámbito prehospitalario. Por ende, se debe desarrollar un alto índice de sospecha de este tipo de lesión a partir de una variedad de fuentes de información, incluyendo la cinemática, los hallazgos de la exploración física y las aportaciones del paciente o de los espectadores.

Cinemática

Al igual que con otros tipos de traumatismo, conocer el mecanismo de la lesión, ya sea cerrada o penetrante, juega un papel importante en la conformación del índice de sospecha de traumatismo abdominal para el proveedor de atención prehospitalaria.

Traumatismo penetrante

El traumatismo más penetrante en el entorno civil proviene de puñaladas y heridas de armas de fuego. En ocasiones se presenta el empalamiento con o sobre un objeto cuando, por ejemplo, alguien cae sobre una pieza saliente de madera o de metal. Estas fuerzas de energía cinética de baja a moderada laceran o cortan los órganos abdominales a lo largo de la trayectoria del cuchillo, proyectil u objeto penetrante de que se trate. Las lesiones de alta velocidad, como las producidas por rifles de gran potencia y armas de asalto, tienden a ocasionar daños graves debido a las cavidades temporales más grandes creadas conforme el proyectil se mueve a través de la cavidad peritoneal. Los proyectiles pueden golpear los huesos (costillas, columna vertebral o pelvis) y desprender fragmentos

que perforan órganos internos. Las puñaladas son menos propensas a penetrar la cavidad peritoneal que los proyectiles disparados desde un arma de fuego, rifle o escopeta.

Cuando se penetra el peritoneo, es muy probable que las heridas de arma blanca sean más propensas a dañar el hígado (40%), intestino delgado (30%), diafragma (20%) y colon (15%), mientras que las heridas de bala dañan con más frecuencia el intestino delgado (50%), colon (40%), hígado (30%) y vasos abdominales (25%).¹ Debido a la musculatura más gruesa de la espalda, es menos probable que un traumatismo penetrante en la parte posterior cause lesiones de las estructuras intraperitoneales que las heridas a la pared abdominal anterior. En general, sólo 15% de los pacientes con heridas de arma blanca en el abdomen requerirá una intervención quirúrgica, mientras que alrededor de 85% de las víctimas de herida de bala necesitará cirugía para el tratamiento definitivo de las lesiones abdominales. Las heridas de bala tangenciales pueden atravesar los tejidos subcutáneos, pero nunca entrar en la cavidad peritoneal. Los artefactos explosivos también lanzan fragmentos que penetran en el peritoneo y dañan los órganos internos.

Traumatismo contuso

Numerosos mecanismos y fuerzas cortantes conducen a la compresión que daña los órganos abdominales. Cuando una persona se involucra en un accidente de vehículo de motor o de motocicleta y es golpeado o atropellado, o después de caer de una altura significativa, puede experimentar fuerzas de desaceleración o compresión considerables. Aun cuando los órganos abdominales a menudo son los que más se afectan en eventos relacionados con una lesión cinética significativa, como aquellos derivados de una rápida desaceleración o compresión severa, también se pueden producir lesiones abdominales por mecanismos que parecen más inocuos, como agresiones, caídas por un tramo de escaleras y actividades deportivas (p. ej., ser tacleado en el fútbol americano). Se debe tener en cuenta todos los dispositivos de protección o equipos utilizados por el paciente, incluidos los cinturones de seguridad, bolsas de aire o rellenos deportivos.

La compresión de un órgano sólido puede ocasionar la escisión de su estructura (p. ej., laceración hepática); mientras que las fuerzas aplicadas a una estructura hueca, como un bucle de intestino o la vejiga, hacen que se reviente ("rotura") y derrame su contenido dentro del abdomen. Las fuerzas cortantes causan desgarres de las estructuras en los sitios de anclaje con otras estructuras, como el punto donde el intestino delgado más móvil se une al colon ascendente, que se fija en el retroperitoneo. Los órganos que se lesionan con más frecuencia después de un traumatismo contuso de abdomen incluyen el bazo (40 a 55%), hígado (35 a 45%) e intestino delgado (5 a 10%). No todas las lesiones de órganos sólidos requieren intervención quirúrgica (Figura 13-7). Muchos de estos tipos de afectaciones de órganos sólidos son ahora observados detenidamente en el hospital, ya que a menudo dejan de sangrar por sí solos.

Historia

Los antecedentes se pueden obtener de la víctima, familiares o transeúntes, y se deben documentar en el informe de atención al paciente y retransmitir a la instalación receptora. Además de los

Figura 13-7 Manejo no quirúrgico de lesiones en órganos sólidos

En el moderno centro de trauma, la sospecha de lesiones del bazo, hígado o riñones ya no exige la exploración quirúrgica. La experiencia ha demostrado que muchas de ellas dejan de sangrar antes de que se desarrolle un shock y luego sanan sin intervención quirúrgica. La investigación en los últimos 20 años ha mostrado que se pueden observar de forma segura incluso importantes lesiones de órganos sólidos, siempre y cuando el paciente no presente shock hipovolémico o peritonitis. Los pacientes son admitidos inicialmente en la unidad de cuidados intensivos del hospital para una vigilancia estrecha de los signos vitales, hemograma y exploración abdominal. La ventaja de este enfoque radica en que evita que la persona sea sometida a una cirugía potencialmente innecesaria. Como el bazo desempeña un papel importante en la lucha contra las infecciones, su extirpación (esplenectomía) predispone a los pacientes (en especial a los niños) a ciertas infecciones bacterianas.

Los primeros informes de manejo no quirúrgico satisfactorio se refieren a lesiones del bazo en niños, aunque este enfoque ya se aplica a menudo a los adultos, así como en pacientes que presentan lesiones hepáticas y renales. Datos recientes indican que después de un traumatismo cerrado, alrededor de 50% de las afectaciones del bazo y 67% de las hepáticas se pueden manejar con este enfoque, con tasas de éxito que van de 70 a más de 90%.²

El riesgo de fracaso de esta técnica (nuevas hemorragias con desarrollo de shock que requiere intervención quirúrgica) es mayor en los primeros 7 a 10 días después de la lesión. Los proveedores de atención prehospitalaria deben estar conscientes de este enfoque para responder a los pacientes que han presentado nuevo sangrado después del alta del hospital.

componentes de los antecedentes SAMPLE (síntomas, alergias y edad, medicamentos, antecedentes médico/quirúrgicos pasados, último alimento, eventos anteriores a la lesión), las preguntas se deben adaptar al tipo de lesión y a la presencia de condiciones de comorbilidad que aumenten potencialmente la mortalidad o la morbilidad. Por ejemplo, en el caso de un accidente de vehículo de motor, se pueden realizar preguntas para determinar:

- Tipo de colisión, posición del paciente en el vehículo o de expulsión de éste
- Velocidad estimada del vehículo en el momento del accidente

- Alcance de los daños del vehículo, incluyendo la intrusión en el compartimiento del pasajero, deformidad del volante, daño del parabrisas y condiciones de una liberación prolongada
- Uso de dispositivos de seguridad, incluyendo cinturones, despliegue de bolsas de aire y asientos especiales para niños

En el caso de lesión penetrante, se pueden realizar preguntas para determinar:

- Tipo de arma (pistola o rifle, calibre, longitud del cuchillo)
- Número de veces que el paciente recibió un disparo o puñalada
- Distancia desde la cual recibió el disparo
- Cantidad de sangre en la escena (aunque a menudo es difícil de estimar de manera precisa)

Examinación física

Evaluación primaria

Las lesiones abdominales más graves se presentan como anomalías identificadas en la evaluación primaria, principalmente en la que se relaciona con la respiración y la circulación. A menos que existan lesiones asociadas, los pacientes con traumatismo abdominal por lo general muestran una vía aérea permeable. Las alteraciones identificadas en las evaluaciones de respiración, circulación y discapacidad por lo general corresponden al grado de shock presente. Los pacientes con principios de shock compensado pueden registrar un leve aumento en la frecuencia respiratoria, mientras que aquellos con shock hemorrágico grave muestran una marcada taquipnea. La ruptura de un hemidiafragma con frecuencia compromete la función respiratoria cuando el contenido abdominal produce una hernia en el tórax en el lado afectado, y si se auscultan los ruidos respiratorios, se escuchan ruidos intestinales sobre el tórax. Del mismo modo, el shock por hemorragia intraabdominal puede variar de taquicardia leve, con algunos otros hallazgos, a taquicardia grave, hipotensión marcada y piel pálida, fría y húmeda.

El indicador más confiable de la hemorragia intraabdominal es la presencia de shock hipovolémico desde una fuente inexplicable.¹ Al valorar la discapacidad, el proveedor de atención prehospitalaria sólo puede observar en el paciente con shock compensado por traumatismo abdominal signos sutiles como ansiedad o agitación suave, mientras que en los pacientes con hemorragia que pone en riesgo la vida logra advertir una depresión grave del estado mental. Cuando en la evaluación de estos sistemas se encuentran las anomalías, y mientras se realizan los preparativos para un traslado inmediato, el abdomen debe ser expuesto para examinar la evidencia del traumatismo, como moretones o heridas penetrantes.

Evaluación secundaria

El abdomen se examina con mayor detalle durante la evaluación secundaria. Este examen implica sobre todo su inspección y palpación, y se atiende de forma sistemática.

Inspección

El abdomen se explora para detectar lesiones de los tejidos blandos y distensión. Si se observa un traumatismo de tejidos blandos sobre este órgano, los costados o la espalda, se puede sospechar de una lesión intraabdominal, que incluye contusiones, abrasiones, heridas de arma blanca o de fuego, sangrado evidente y hallazgos inusuales, como evisceración, objetos empalados o marcas de neumáticos. El "signo del cinturón de seguridad" (equimosis o abrasión a través del abdomen por la compresión de la pared abdominal contra el arnés del hombro o cinturón de seguridad) indica que se aplicó fuerza significativa en el abdomen como resultado de una desaceleración súbita (Figura 13-8). Aunque la incidencia de lesiones intraabdominales con el signo del cinturón de seguridad es de aproximadamente 20% en adultos, puede acercarse a 50% en niños. Las lesiones asociadas con restricciones por lo común ocurren en el intestino y su mesenterio de apoyo, ya que se comprimen y aplastan entre el cinturón de seguridad y la pared abdominal anterior y la columna vertebral posterior, y a menudo se presentan en forma retardada. El *signo de Grey-Turner* (equimosis que implica los costados) y el *signo de Cullen* (equimosis alrededor del ombligo) indican hemorragia retroperitoneal; sin embargo, estos síntomas se demoran con frecuencia y no pueden apreciarse en las primeras horas después de la lesión.

Se debe observar el contorno del abdomen y evaluar si está plano o distendido. La distensión indica hemorragia interna significativa; sin embargo, la cavidad peritoneal de un adulto puede contener hasta 1.5 litros de líquido antes de mostrar signos evidentes de esta condición. La distensión abdominal también puede manifestarse a causa de un estómago lleno de aire, como ocurre durante la ventilación artificial con un dispositivo de bolsa-mascarilla. A pesar de que estos signos indican una lesión intraabdominal, es posible que algu-



Figura 13-8 Un "signo del cinturón de seguridad" abdominal como consecuencia de la desaceleración del paciente contra el cinturón.

Fuente: Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.

nos pacientes con lesión interna sustancial carezcan de estos hallazgos.

Palpación

Se realiza la palpación del abdomen para identificar las áreas de sensibilidad. Lo ideal es que se comience en un área en la que el paciente no sienta dolor. Después se palpa cada uno de los cuadrantes abdominales. Mientras toca un área sensible al tacto, el proveedor de atención prehospitalaria puede observar si el paciente "tensa" los músculos abdominales en la zona. Esta reacción, llamada **defensa voluntaria**, protege al paciente del dolor resultante de la palpación. La **defensa involuntaria** representa la rigidez o espasmo de los músculos de la pared abdominal en respuesta a peritonitis. En la Figura 13-9 se listan los hallazgos físicos consistentes con la presencia de peritonitis. A diferencia de la defensa voluntaria, la involuntaria se mantiene mientras se distrae al paciente (p. ej., con la conversación) o se palpa subrepticamente el abdomen (p. ej., presionando con el estetoscopio mientras parece que se auscultan los ruidos intestinales). A pesar de que durante mucho tiempo la presencia de **sensibilidad de rebote** se ha evaluado como un hallazgo importante que indica peritonitis, muchos cirujanos ahora consideran que esta maniobra de presionar a fondo el abdomen y luego liberar rápidamente la presión ocasiona dolor excesivo. Si hay sensibilidad de rebote, el paciente resiente un dolor más intenso cuando se libera la presión abdominal.

En un abdomen con herida evidente se debe evitar la palpación profunda o agresiva ya que, además del dolor que causa, puede desprender los coágulos de sangre y reiniciar la hemorragia, al tiempo que derrama el contenido del tracto gastrointestinal en caso de que haya perforaciones. Asimismo, se debe tener sumo cuidado durante la palpación si hay un objeto empalado en el abdomen. De hecho, no se obtiene más información útil con este procedimiento en un paciente bajo esta condición.

Aun cuando la sensibilidad es un indicador importante de la lesión intraabdominal, varios factores pueden confundir su evaluación. La exploración en pacientes con alteración de su estado mental, como aquellos con una lesión cerebral traumática o bajo la influencia de drogas o alcohol, llega a ser *poco confiable*; es decir, la persona no puede informar de la sensibilidad o responder a la palpación incluso con presencia de lesiones internas significativas.

Figura 13-9 Hallazgos de la exploración física que sustentan un diagnóstico de peritonitis

- Sensibilidad abdominal significativa a la palpación o con la tos (ya sea localizada o generalizada)
- Defensa involuntaria
- Sensibilidad de percusión
- Ruidos intestinales disminuidos o ausentes

Los pacientes pediátricos y geriátricos son más propensos a ofrecer exploraciones abdominales poco confiables debido a las respuestas al dolor alteradas. Por el contrario, aquellos con fractura de costillas inferiores o de pelvis pueden rendir una exploración *equivoca* (ambigua), de sensibilidad, como consecuencia de cualquiera de las fracturas o de lesiones internas asociadas. Si el paciente tiene dolor de distracción por las lesiones, como fractura de las extremidades o de la columna vertebral, el dolor abdominal no puede ser suscitado a la palpación.

La palpación de la pelvis en el ámbito prehospitalario proporciona poca información que pueda modificar el manejo del paciente. Si se tiene tiempo para esta exploración, se realiza una sola vez, ya que se puede alterar algún coágulo formado en el sitio de una fractura inestable, exacerbando la hemorragia. Durante este examen, la pelvis se palpa con suavidad debido a la inestabilidad y la sensibilidad. Esta evaluación consta de tres pasos:

1. Presionar hacia adentro sobre las crestas iliacas
2. Hacer fuerza hacia afuera sobre las crestas iliacas
3. Presionar la región posterior sobre la sínfisis del pubis

Si se observa inestabilidad durante cualquier etapa del examen, no se debe continuar la palpación más allá de la pelvis.

Auscultación

La hemorragia y derrame del contenido intestinal en la cavidad peritoneal pueden ocasionar *úleo*, una condición en la cual cesa la peristalsis del intestino, lo que da lugar a un abdomen "callado", ya que hay una disminución o ausencia de los ruidos intestinales. En general, la auscultación de estos ruidos no constituye una herramienta de evaluación prehospitalaria útil. No se debe perder tiempo tratando de determinar su presencia o ausencia, porque este signo de diagnóstico no alterará el manejo prehospitalario del paciente. Sin embargo, si los ruidos intestinales se escuchan sobre el tórax durante la auscultación de los sonidos respiratorios, se debe considerar la presencia de una ruptura diafragmática.

Percusión

Aun cuando la percusión del abdomen revela sonidos timpánicos o apagados, esta información no altera el manejo prehospitalario del paciente traumatizado, y sólo se pierde tiempo valioso; por tanto, no se recomienda como una herramienta de evaluación prehospitalaria. Una sensibilidad significativa en la percusión o dolor cuando se le pide al paciente que tosa representa uno de los principales hallazgos de peritonitis. En la Figura 13-9 se presenta un resumen de los signos peritoneales.

Examinaciones especiales e indicadores clave

La evaluación y, en muchos casos, la intervención quirúrgica siguen siendo las principales necesidades de la mayoría de los pacientes que ha sufrido lesiones abdominales; por tanto, no se debe perder tiempo en los intentos por determinar los detalles exactos de la

afectación. En muchos pacientes no se hará evidente la identificación de lesiones de órganos específicos sino hasta que se evalúe el abdomen con una tomografía computarizada o con exploración quirúrgica.

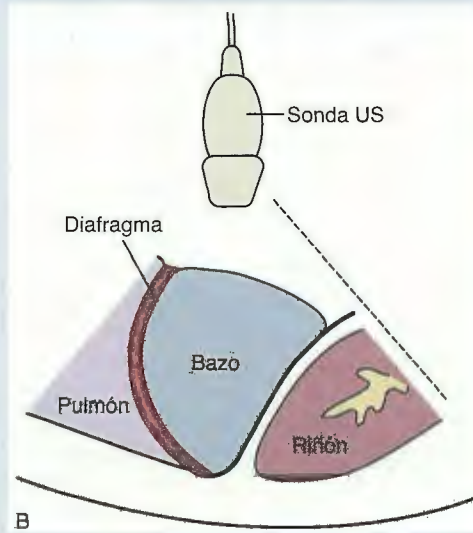
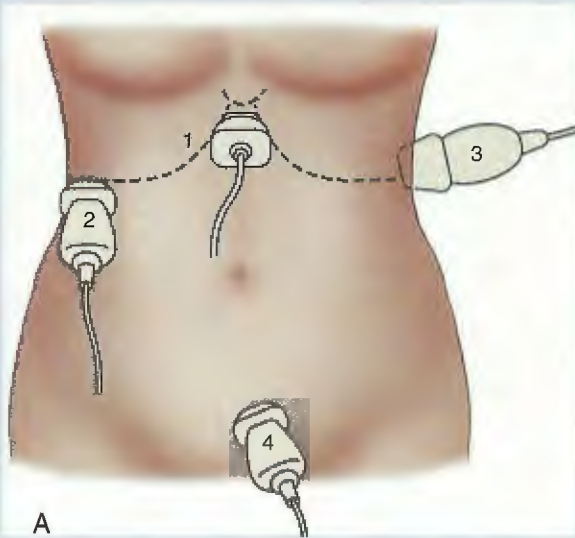
El ultrasonido se ha convertido en la modalidad de cabecera primaria que se utiliza en el servicio de urgencias para evaluar a un paciente traumatizado a efecto de detectar una hemorragia intra-abdominal.^{1,3-6} La evaluación enfocada con ultrasonografía en el trauma, (FAST, del inglés *focused assessment with sonography in trauma*), implica tres vistas de la cavidad peritoneal y un cuarto punto de vista del pericardio para evaluar la presencia de líquido, supuestamente sangre alrededor del corazón (Figura 13-10). Debido a que el líquido no refleja las ondas de ultrasonido de regreso al dispositivo, aparece anecoico (ecográficamente negro). La presencia de líquido en una o más áreas es preocupante; sin embargo, la ecografía (o sonografía) no puede diferenciar la sangre de otros tipos de fluidos (ascitis, orina de una ruptura de la vejiga, etc.). En comparación con otras técnicas utilizadas para evaluar la cavidad peritoneal, la FAST se puede realizar con rapidez a un lado de la cama del paciente, no interfiere con la reanimación, no es invasiva y es mucho menos costosa que la tomografía. Su principal desventaja radica en que no diagnostica definitivamente la lesión, sólo indica la presencia de líquido, que puede ser sangre. Otras desventajas del examen FAST estriban en que las imágenes dependen de la habilidad y experiencia del operador, y su utilidad se ve comprometida en los pacientes obesos, con aire subcutáneo y una cirugía previa. Tal vez lo más importante radica en que una evaluación FAST negativa no descarta la presencia de una lesión, incluyendo alguna que pudiera requerir intervención quirúrgica. Una FAST negativa sólo significa que, en el momento en que se realizó el examen, no se visualizó líquido en el abdomen. Este resultado podría deberse a que no existe una lesión o a que no se ha acumulado suficiente sangre en el abdomen para que sea visible (una posibilidad real, dada una respuesta rápida de los servicios médicos de urgencia [SMU] a la escena del incidente del traumatismo).

Debido a la facilidad de uso y a los adelantos en la tecnología de ultrasonido, algunos sistemas de tierra y de aire de los SMU y equipos militares han explorado el uso de la FAST en el ámbito prehospitalario. Se ha demostrado que es viable en campo, pero no hay datos publicados donde se demuestre que el uso de esta tecnología dé lugar a mejores resultados para los pacientes con trauma abdominal.⁷⁻¹³ La FAST puede ser de utilidad en un ambiente austero o en una situación de víctimas masivas. Sin embargo, el *Soporte Vital de Trauma Prehospitalario* no recomienda su uso para la atención prehospitalaria de rutina, sobre todo porque retrasa el traslado a la instalación receptora o proporciona una falsa tranquilidad sobre el estado real del paciente.

A pesar de todos estos componentes, es difícil valorar la lesión abdominal. Los siguientes son los indicadores clave para establecer el índice de sospecha de esta afección:

- Señales evidentes de trauma (p. ej., lesiones de tejidos blandos, heridas por arma de fuego)
- Presencia de shock hipovolémico sin otra causa evidente
- Grado de shock mayor que se puede explicar por otras lesiones (p. ej., fracturas, hemorragia externa)
- Presencia de signos peritoneales

Figura 13-10 Evaluación enfocada con ultrasonografía en el trauma (FAST)*



A. Cuatro vistas que constituyen la exploración con la FAST.

B. Vista espleno renal normal con identificación de órganos.



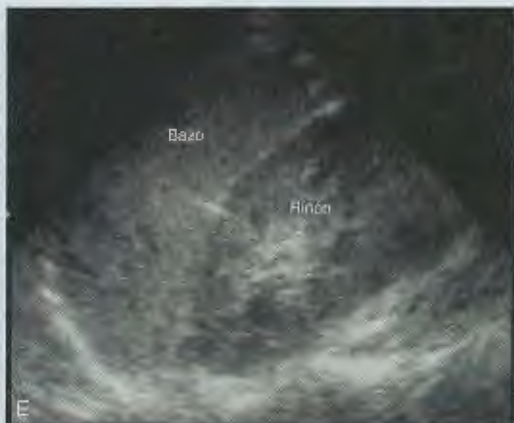
C. Vista normal del cuadrante superior derecho.

Fuente: Foto cortesía de John Kendall, MD.



D. Vista anormal del cuadrante superior derecho que muestra la presencia de líquido (sangre).

Fuente: Foto cortesía de John Kendall, MD.



E. Vista normal del cuadrante superior izquierdo.

Fuente: Foto cortesía de John Kendall, MD.



F. Vista anormal del cuadrante superior izquierdo que demuestra la presencia de líquido (sangre).

Fuente: Foto cortesía de John Kendall, MD.

(Continúa en la siguiente página)

Figura 13-10 Evaluación enfocada con ultrasonografía en el trauma (FAST)* (continuación)

La exploración con FAST tiene valor en el paciente traumatizado porque las lesiones intraabdominales más importantes están asociadas con hemorragia en la cavidad peritoneal. Aun cuando en el ultrasonido no se puede diferenciar el tipo de líquido presente, se asume que cualquier fluido en este paciente es sangre.

Técnica

- Imágenes de cuatro ventanas acústicas (vistas), tres de las cuales evalúan la cavidad peritoneal:
 1. Pericárdica
 2. Perihépática (espacio de Morrison)
 3. Periesplénica
 4. Pélvica
- El líquido acumulado se ve anecoico (ecográficamente negro).

- La presencia de líquido en una o más de las áreas indica un barrido positivo.

Ventajas

- Se realiza con rapidez
- Se puede efectuar en la cama del paciente
- No interfiere con la reanimación
- No es invasiva
- Es menos costosa que la tomografía computarizada

Desventajas

- Los resultados se ven comprometidos en los pacientes obesos, con aire subcutáneo o con cirugía abdominal previa.
- La habilidad para captar las imágenes depende del operador.

*La FAST se ha estudiado en numerosos sistemas prehospitalarios.⁹⁻¹²

Manejo

Los principales aspectos del manejo prehospitalario de los pacientes con trauma abdominal se orientan a reconocer la presencia de posibles lesiones y a iniciar el traslado rápido, según corresponda, al centro apropiado más cercano con capacidad para atender al paciente.

Las anomalías en las funciones vitales identificadas en la evaluación primaria se soportan durante el traslado. Se administran oxígeno suplementario para mantener la saturación en 95% o mayor, y ventilaciones asistidas según sea necesario. La hemorragia externa se controla con presión directa o con un vendaje compresivo. Si el paciente presentó un traumatismo contuso que también podría haber producido lesiones de la médula, se inmoviliza la columna vertebral según el caso (véase el Capítulo 11, Trauma vertebral). Las víctimas de traumatismo penetrante en el torso no necesitan inmovilización de la columna.

Se prepara rápidamente al paciente y se inicia el traslado. Las víctimas de trauma abdominal a menudo requieren transfusiones e intervención quirúrgica para el control de la hemorragia y para restañar sus lesiones internas; por tanto, deben ser transportadas a instalaciones con capacidad quirúrgica inmediata, como un centro de trauma, si está disponible, si se observan los siguientes hallazgos: evidencia de trauma abdominal asociado con hipotensión o signos peritoneales, o con presencia de una evisceración u objeto empalado. Llevar a un paciente con lesiones intraabdominales a un centro que no cuenta con quirófano y un equipo quirúrgico contradice el propósito del transporte rápido. En un entorno rural donde no hay hospital con cirujanos generales se debe considerar la posibilidad de traslado directo a un centro de trauma, ya sea por tierra o por aire. La intervención quirúrgica oportuna es la clave para la supervivencia del paciente inestable con traumatismo abdominal.

Durante el traslado se obtiene acceso intravenoso (IV). La decisión de administrar la reposición de líquidos cristaloides en el camino

depende de la presentación clínica del paciente. El traumatismo abdominal representa una de las situaciones clave en las que se indica reanimación equilibrada. Como se analizó en el Capítulo 9, Shock, la administración agresiva de líquido IV puede elevar la tensión arterial del paciente a niveles capaces de desprender cualquier coágulo que se haya formado, y producir la recurrencia de sangrado que había cesado debido a la coagulación sanguínea y la hipotensión. De este modo, los proveedores de atención prehospitalaria deben lograr un equilibrio delicado: mantener una tensión arterial que proporcione la perfusión de los órganos vitales sin restablecer dicha tensión a la normalidad (que puede reiniciar los sitios de sangrado en el abdomen). En ausencia de una LCT, la presión arterial sistólica objetivo es de 80 a 90 mm Hg (tensión arterial media de 60 a 65 mm Hg). En el caso de los pacientes con sospecha de sangrado intraabdominal y lesión cerebral traumática, la presión arterial sistólica se mantiene en un mínimo de 90 mm Hg.

Consideraciones especiales

Objetos empalados

Como la eliminación de un objeto empalado puede causar trauma adicional y su extremo distal suele controlar activamente (*tamponar*) el sangrado, se contraindica su retiro en el entorno prehospitalario (Figura 13-11). El proveedor de atención prehospitalaria no debe mover ni quitar un objeto empalado en el abdomen de un paciente. En el hospital, estos objetos no se retiran sino hasta identificar su forma y ubicación a través de la evaluación radiográfica y hasta confirmar la presencia y preparación de la sangre de reposición y un equipo quirúrgico. A menudo se retiran en el quirófano.



Figura 13-11 Cuchillo empalado en el abdomen.

Fuente: Cortesía de Lance Stuke, MD, MPH.

Un proveedor de atención prehospitalaria puede estabilizar el objeto empalado, ya sea de forma manual o mecánica, para evitar cualquier movimiento adicional en campo y durante el traslado. En algunas circunstancias tal vez sea necesario cortarlo con el fin de liberar al paciente y permitir el traslado al centro de trauma. Si se observa sangrado en derredor, se debe aplicar presión directa en la herida alrededor del objeto con la palma de la mano. El apoyo psicológico al paciente es importante, especialmente si el objeto empalado es visible para él.

El abdomen de estos pacientes no se debe palpar ni percudir debido a que estas acciones generan lesiones adicionales de órganos en el extremo distal del objeto. No se necesita más exploración, ya que la presencia de objetos empalados indica que se requiere el manejo de un cirujano.

Evisceración

En una **evisceración** abdominal, una sección del intestino u otro órgano abdominal emerge a través de una herida abierta y sobresale externamente fuera de la cavidad abdominal (Figura 13-12). El tejido que se visualiza con más frecuencia es el **epiplón** graso, que se encuentra en el intestino. No se recomienda hacer intentos por colocar de nuevo el tejido en la cavidad abdominal. Las **vísceras** se deben dejar como se encuentren: en la superficie del abdomen o sobresaliendo.

Los esfuerzos de tratamiento se deben centrar en proteger de un daño mayor el segmento que sobresale del intestino o de otro órgano. La mayoría del contenido abdominal requiere un ambiente húmedo. Si el intestino o algunos de los demás órganos abdominales se secan, sobrevendrá la muerte celular. Por tanto, es preciso cubrir el contenido eviscerado con un apósito limpio o estéril, humedecido con solución salina (se puede utilizar líquido normal de solución salina IV). Estos apósitos se deben humedecer periódicamente con esta solución para evitar que se sequen. Los apósitos húmedos pueden estar cubiertos con un vendaje grande, seco u oclusivo para mantener al paciente con calor.



Figura 13-12 Intestino eviscerado a través de una herida en la pared abdominal.

Fuente: Cortesía de Lance Stuke, MD, MPH.

El apoyo psicológico es muy importante para la persona con evisceración abdominal, y se debe tener cuidado de mantenerlo tranquilo. Cualquier acción que aumente la presión dentro del abdomen, como llorar, gritar o toser, puede forzar a más órganos hacia el exterior. Estos pacientes deben ser trasladados cuanto antes a una instalación con capacidad quirúrgica.

Trauma en pacientes obstétricos

Cambios anatómicos y fisiológicos

El embarazo conlleva cambios anatómicos y fisiológicos en los sistemas corporales. Estos cambios afectan los patrones de las lesiones observadas y dificultan en particular la evaluación de una gestante lesionada. El proveedor de atención prehospitalaria está tratando con dos o más pacientes y debe ser consciente de los cambios que se han producido en la anatomía y fisiología de la mujer bajo esta condición.

Un embarazo humano por lo común dura alrededor de 40 semanas desde la concepción hasta el nacimiento, y este periodo gestacional se divide en tres secciones o trimestres. El primero termina alrededor de la semana 12 de gestación, y el segundo trimestre, que es un poco más largo que los otros dos, finaliza en la semana 28.

A raíz de la concepción e implantación del feto, el útero se sigue ensanchando hasta la semana 38 del embarazo. En la semana 12 este órgano en crecimiento sigue protegido por la pelvis ósea. En la semana 20 de gestación la parte superior del útero (fondo) está en el ombligo, y para la semana 38 el fondo se acerca al proceso xifoides. Este cambio anatómico hace que el útero y su contenido sean más susceptibles a las lesiones cerradas y penetrantes (Figura 13-13). El daño en este órgano incluye ruptura, penetración, desprendimiento prematuro de placenta (cuando una porción se separa de la pared uterina) y la ruptura prematura de las membranas (Figura 13-14). La placenta y el útero grávido están sumamente vascularizados; las lesiones en estas estructuras suelen desencadenar hemorragia abundante. Debido a que el sangrado también puede ocultarse dentro del útero o en la cavidad peritoneal, es posible que no sea visible externamente.

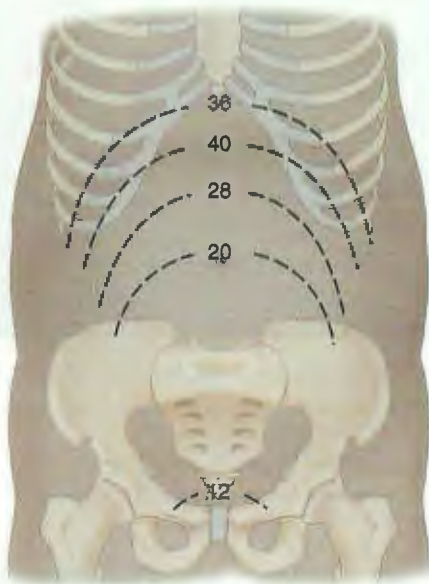


Figura 13-13 Altura de fondo.

Aun cuando al final del embarazo es evidente una marcada protuberancia del abdomen, el resto de los órganos abdominales permanece esencialmente sin cambios, con excepción del útero. El intestino que se desplaza a la región superior está protegido por el útero en los dos últimos trimestres de la gestación. El aumento de tamaño y peso del útero altera el centro de gravedad de la paciente e incrementa el riesgo de caídas. Debido a su protuberancia, el abdomen grávido a menudo se lesiona en una caída.

Además de estos cambios anatómicos, durante el embarazo también se producen cambios fisiológicos. La frecuencia cardíaca de la mujer aumenta normalmente de 15 a 20 latidos/minuto por encima de lo normal en el tercer trimestre.¹⁴ Esto dificulta la interpretación de la taquicardia. La tensión arterial sistólica y diastólica normal baja entre 5 a 15 mm Hg durante el segundo trimestre, pero a menudo vuelve a la normalidad al término.¹⁴ Para la semana 10 del embarazo, el gasto cardíaco aumenta de 1 a 1.5 litros/minuto. Al término, el volumen sanguíneo de la gestante aumenta en 50%. Debido a estos incrementos en el gasto cardíaco y el volumen sanguíneo, la paciente embarazada puede perder de 30 a 35% de su volumen sanguíneo antes de que sean evidentes los signos y síntomas de hipovolemia.¹⁴ El shock hipovolémico puede inducir el parto prematuro en pacientes en el tercer trimestre. La oxitocina, que se libera junto con la hormona antidiurética en respuesta a la pérdida de volumen de la sangre circulante, estimula las contracciones uterinas.

Algunas mujeres presentan una hipotensión significativa en posición supina. Esta hipotensión supina del embarazo se genera normalmente en el tercer trimestre, y es causada por la compresión de la vena cava debido al útero agrandado.¹⁴ Esto disminuye drásticamente el retorno venoso al corazón, y con menos llenado, baja el gasto cardíaco y la tensión arterial (Figura 13-15).

Se debe recurrir a las siguientes maniobras para aliviar la hipotensión supina:

1. Se recuesta a la mujer sobre su lado izquierdo (posición de decúbito lateral izquierdo), o si se indica inmovilización de columna, se colocan de 10 a 15 cm (4 a 6 pulgadas) de relleno debajo del lado derecho de una tabla larga (Figura 13-16).

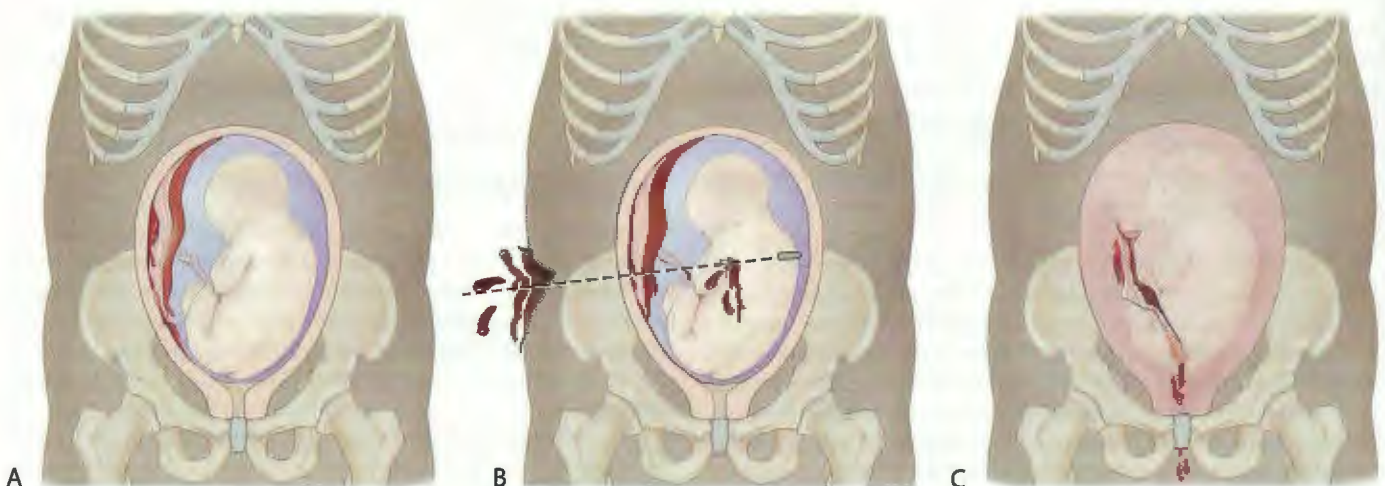


Figura 13-14 Diagrama de traumatismo uterino. A. Desprendimiento prematuro de placenta. B. Herida de bala en el útero. C. Ruptura del útero.



Figura 13-15 Útero a término que comprime la vena cava.



Figura 13-16 Paciente embarazada inmovilizada con inclinación hacia un lado.

2. Si no se puede girar a la paciente, se eleva su pierna derecha para desplazar el útero hacia la izquierda.
3. El útero se desplaza manualmente hacia el lado izquierdo de la paciente.

Estas tres maniobras reducen la compresión en la vena cava, lo que aumenta el retorno venoso al corazón y mejora el gasto cardíaco.

Durante el tercer trimestre el diafragma se eleva y se puede asociar con una disnea leve, especialmente cuando la paciente está en posición supina. La peristalsis (movimientos musculares de propulsión de los intestinos) es más lenta durante el embarazo, por lo que los alimentos permanecen en el estómago muchas horas después de ingeridos. Por tanto, la paciente está en mayor riesgo de vómito y subsecuente aspiración.

La toxemia del embarazo (también conocida como *eclampsia*) es una complicación tardía de la gestación. Mientras que la *pre-eclampsia* se caracteriza por edema e hipertensión, la *eclampsia* se distingue por cambios en el estado mental y convulsiones, semejante a la LCT. Es importante realizar una evaluación neurológica cuidadosa y preguntar sobre las posibles complicaciones del embarazo y otras condiciones médicas, como diabetes, hipertensión o antecedentes de convulsiones.^{11,12}

Evaluación

El embarazo normalmente no altera las vías respiratorias de la mujer, aunque se puede presentar una dificultad respiratoria significativa si la paciente en su tercer trimestre se coloca en decúbito supino sobre una tabla larga. Es muy probable que la disminución de la peristalsis del tracto gastrointestinal produzca vómito y aspiración. Se evalúa la permeabilidad de la vía aérea y la función pulmonar, incluyendo la auscultación de los sonidos respiratorios y el monitoreo de la oximetría de pulso.

Al igual que con el hemoperitoneo de otras fuentes, el sangrado intraabdominal asociado con una lesión uterina puede no producir peritonitis durante horas. Es más probable que la pérdida de sangre de una herida se enmascare con el incremento del gasto cardíaco y el volumen sanguíneo de la mujer embarazada. Por tanto, un alto índice de sospecha y la evaluación de cambios sutiles (p. ej., color de la piel) ofrecen pistas importantes.

En general, la condición del feto a menudo depende del estado de la mujer; sin embargo, éste puede estar en peligro pese a que la condición y signos vitales de la madre parezcan hemodinámicamente normales. Esto ocurre porque el cuerpo desvía la sangre desde el útero (y el feto) a los órganos vitales. Se deben tener en cuenta y documentar los cambios neurológicos, aunque en el ámbito prehospitalario no se pueda identificar con exactitud la causa.

Al igual que con la paciente no embarazada, la auscultación de los ruidos intestinales generalmente no es útil en el ámbito prehospitalario. Del mismo modo, tampoco sirve la pérdida de minutos valiosos en búsqueda de los tonos cardíacos fetales en la escena, porque su presencia o ausencia no alteran la atención prehospitalaria. Se deben revisar los genitales externos para identificar evidencias de sangrado vaginal y preguntar a la paciente acerca de posibles contracciones y movimientos fetales. Las contracciones indican que ha comenzado el parto prematuro, mientras que una disminución de los movimientos fetales es un signo ominoso de sufrimiento fetal profundo.

La palpación del abdomen puede revelar sensibilidad. Un útero rígido, duro, sensible, es indicativo de desprendimiento prematuro de placenta, que se asocia con un sangrado vaginal visible en 70% de los casos.¹⁴

Manejo

Con una paciente embarazada lesionada, la supervivencia del feto se asegura mejor si la atención se centra en la condición de la mujer. Básicamente, para que el feto sobreviva, por lo general tiene que sobrevivir la madre. Se da prioridad a garantizar una vía aérea permeable adecuada y apoyo a la función ventilatoria. Se administra suficiente oxígeno para mantener una lectura de la oximetría de pulso de 95% o más. Tal vez las ventilaciones deban ser asistidas, especialmente en las últimas etapas del embarazo. Se recomienda anticiparse al vómito y tener succión a la mano.

Los objetivos del manejo de shock son esencialmente los mismos que para cualquier paciente, e incluyen la administración acertada de líquido IV, especialmente si hay evidencia de shock descompensado. Cualquier indicativo de sangrado vaginal o un abdomen rígido tipo tabla con hemorragia externa en el último trimestre del embarazo puede indicar desprendimiento prematuro de placenta o una ruptura del útero. Estas condiciones no sólo ponen en riesgo la vida del feto, sino también la de la mujer, porque se puede desangrar con rapidez. No existen datos adecuados para definir la mejor tensión arterial deseable para una gestante lesionada. Sin embargo, la restauración de la tensión arterial sistólica normal y media muy probablemente ocasionen una mejor perfusión fetal, a pesar del riesgo de promover una hemorragia interna adicional en la mujer.

El traslado de una paciente embarazada con trauma no debe demorarse. Debe ser trasladada al centro de atención más cercano cuanto antes, incluso si sólo parece tener lesiones menores. Una instalación ideal es aquella que dispone de inmediato de capacidades quirúrgicas y obstétricas. La reanimación adecuada de la mujer es la clave para su supervivencia y la del feto.

Lesiones genitourinarias

Las lesiones en los riñones, uréteres y vejiga se presentan más a menudo con *hematuria* (sangre en la orina). Esta señal no se observará a menos que el paciente tenga un catéter urinario insertado. Debido a que los riñones reciben una parte significativa del gasto cardiaco, las lesiones cerradas o penetrantes a estos órganos pueden desencadenar una hemorragia retroperitoneal potencialmente mortal.

Las fracturas pélvicas pueden estar asociadas con laceraciones de la vejiga y las paredes de la vagina o el recto. Las fracturas pélvicas abiertas, como aquellas con laceraciones profundas en la ingle o perineales, suelen desencadenar hemorragia externa grave.

El traumatismo en los genitales externos ocurre a causa de múltiples mecanismos, aunque predominan las lesiones por la expulsión de un vehículo de motor o motocicleta, un accidente de trabajo, mecanismos de tipo horcajadas, heridas de bala o ataque sexual. Debido a las numerosas terminaciones nerviosas en estos órganos, estas lesiones se asocian con dolor significativo y tensión psicológica. Estos órganos también contienen numerosos vasos sanguíneos y se puede observar una cantidad abundante de sangre. En general, el sangrado se controla con presión directa o con un vendaje de presión. Los vendajes no se deben insertar en la vagina ni en la uretra para controlar el sangrado, especialmente en las mujeres embarazadas. Si no se requiere presión directa para controlar la hemorragia, estas lesiones se cubren con una gasa húmeda, limpia, empapada en solución salina. Las partes amputadas deben tratarse como se describe en el Capítulo 14, Trauma musculoesquelético. En el hospital se debe realizar una mayor evaluación de todas las lesiones genitales.



Resumen

- Las lesiones intraabdominales con frecuencia ponen en riesgo la vida debido a una hemorragia interna y el derrame del contenido gastrointestinal en la cavidad peritoneal.
- El alcance de las lesiones internas no se identifica en el ámbito prehospitalario; por tanto, el mecanismo de la lesión, en combinación con signos de trauma abdominal, debe aumentar el índice de sospecha para el proveedor de atención prehospitalaria.
- El manejo del paciente con trauma abdominal incluye oxigenación, control de la hemorragia y el embalaje para el traslado rápido. No se necesita inmovilizar la columna en caso de traumatismo penetrante en el torso.
- La reanimación equilibrado con soluciones cristaloides permite la perfusión de los órganos vitales, mientras que reduce al mínimo el riesgo potencial de que se agrave la hemorragia interna.
- Como la intervención quirúrgica de urgencia puede salvar vidas, un paciente con trauma abdominal debe ser trasladado a un centro con capacidad quirúrgica inmediata.
- Los cambios anatómicos y fisiológicos del embarazo tienen implicaciones para el patrón de la lesión, la manifestación de los signos y síntomas del traumatismo y el manejo de la gestante traumatizada.
- El manejo del compromiso potencial fetal causado por un traumatismo se logra con la reanimación eficaz de la mujer.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Acude a una obra en construcción porque un paciente de sexo masculino de veintitantos años se cayó 3 horas antes y ahora se queja de dolor abdominal creciente. Afirma que tropezó con un pedazo de madera en el lugar, cayó y se golpeó la parte baja izquierda del tórax y el abdomen con madera apilada. El paciente denota dolor moderado sobre su caja torácica inferior izquierda cuando respira profundamente, y se queja de una leve dificultad para respirar. Sus compañeros de trabajo deseaban solicitar ayuda cuando el joven se cayó, pero él dijo que los síntomas no eran tan severos y les pidió que esperaran. Afirma que la intensidad del malestar ha ido en aumento y que ahora se siente mareado y débil.

Usted encuentra al paciente sentado en el suelo y con malestar visible. Se sostiene el lado izquierdo inferior del tórax y la parte superior del abdomen. Muestra una vía aérea permeable, frecuencia respiratoria de 28 respiraciones/minuto, frecuencia cardíaca de 124 latidos/minuto, y tensión arterial de 94/58 milímetros de mercurio (mm Hg). Su piel está pálida y diaforética. Lo recuesta, y en la exploración física el paciente manifiesta dolor a la palpación en las costillas inferiores izquierdas, sin crepitación ósea evidente. El abdomen está distendido y blando a la palpación, pero el individuo siente dolor y se cubre voluntariamente el cuadrante superior izquierdo. No hay presencia de equimosis externa o enfisema subcutáneo.

- ¿Cuáles son las posibles lesiones del paciente?
- ¿Cuáles son las prioridades en su atención?
- ¿Los signos indican presencia de peritonitis?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

El paciente está sensible de las costillas inferiores izquierdas y el cuadrante superior izquierdo. Estos hallazgos pueden representar lesiones en el tórax, en órganos intraabdominales, o en ambos. Sus signos vitales son consistentes con un shock hipovolémico compensado, y se debe considerar un hemotórax o sangrado intraabdominal. Es muy probable que la sensibilidad sobre las costillas inferiores indique fractura de costillas con una laceración asociada del bazo, lo que resulta en hemorragia intraperitoneal.

Se administra oxígeno, y se prepara al paciente para su traslado. De camino al centro de trauma se obtiene una vía intravenosa; sin embargo, dada la tensión arterial del paciente, se administra con prudencia líquido cristalóide, ya que una infusión agresiva puede elevarla y ocasionar mayor sangrado.

Referencias

1. American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. Abdominal trauma. In: ACS Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 8th ed. Chicago, IL: ACS; 2008:111-126.
2. Roberts I, Blackhall K, Dickinson KJ. Medical anti-shock trousers (pneumatic anti-shock garments) for circulatory support in patients with trauma. *Cochrane Database Syst Rev*. 1999;(4):CD001856.
3. Rozycki GS, Ochsner MG, Jaffin JH, et al. Prospective evaluation of surgeons' use of ultrasound in the evaluation of trauma patients. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 1993;34(4):516.
4. Rozycki GS, Ochsner MG, Schmidt JA, et al. A prospective study of surgeon-performed ultrasound as the primary adjuvant modality for injured patient assessment. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 1995;39(3):492.
5. Rozycki GS, Ochsner MG, Feliciano DV, et al. Early detection of hemoperitoneum by ultrasound examination of the right upper quadrant: a multicenter study. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 1998;45(5):878.
6. Rozycki GS, Ballard RB, Feliciano DV, et al. Surgeon-performed ultrasound for the assessment of truncal injuries: lessons learned from 1540 patients. *Ann Surg*. 1998;228(4):557.
7. Polk JD, Fallon WF Jr. The use of focused assessment with sonography for trauma (FAST) by a prehospital air medical team in the trauma arrest patient. *Prehosp Emerg Care*. 2000;4(1):82.
8. Melanson SW, McCarthy J, Stromski CJ, et al. Aeromedical trauma sonography by flight crews with a miniature ultrasound unit. *Prehosp Emerg Care*. 2001;5(4):399.
9. Walcher F, Kortum S, Kirschning T, et al. Optimized management of polytraumatized patients by prehospital ultrasound. *Unfallchirurg*. 2002;105(11):986.
10. Strode CA, Rubal BJ, Gerhardt RT, et al. Wireless and satellite transmission of prehospital focused abdominal sonography for trauma. *Prehosp Emerg Care*. 2003;7(3):375.
11. Heegaard WG, Ho J, Hildebrandt DA. The prehospital ultrasound study: results of the first six months (abstract). *Prehosp Emerg Care*. 2009;13(1):139.
12. Heegaard WG, Hildebrandt D, Spear D, et al. Prehospital ultrasound by paramedics: results of field trial. *Acad Em Med*. 2010;17(6):624-630.
13. Jorgensen H, Jensen CH, Dirks J. Does prehospital ultrasound improve treatment of the trauma patient? A systematic review. *Eur J Emerg Med*. 2010;17(5):249-253.
14. American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. Trauma in pregnancy and intimate partner violence. In: ACS Committee

on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012:288-297.

Lecturas sugeridas

Berry MJ, McMurray RG, Katz VL. Pulmonary and ventilatory responses to pregnancy, immersion and exercise. *J Appl Physiol*. 1989;66(2):857.

Coburn M. Genitourinary trauma. In: Moore EE, Feliciano DV, Mattox KL, eds. *Trauma*. 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2004:809.

Knudson MM, Rozycki GS, Paquin MM. Reproductive system trauma. In: Moore EE, Feliciano DV, Mattox KL, eds. *Trauma*. 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2004.

Raja AS, Zabbo CP. Trauma in pregnancy. *Emerg Med Clin North Am*. 2012;30:937-948.



Trauma musculoesquelético

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Mencionar las tres categorías utilizadas para clasificar a los pacientes con lesiones de las extremidades, y relacionar esta clasificación con la prioridad de atención.
- Describir las evaluaciones primaria y secundaria en relación con los traumatismos de las extremidades.
- Analizar el significado de la hemorragia en las fracturas abiertas y cerradas de los huesos largos, la pelvis y las costillas.
- Mencionar los cinco principales problemas fisiopatológicos asociados con las lesiones de las extremidades que pueden requerir manejo en el ámbito prehospitalario.
- Explicar el manejo del trauma extremo como una lesión aislada y en presencia de traumatismo multisistémico.
- Dado un escenario de lesión de extremidades, seleccionar una férula y método de entablillado adecuados.
- Describir las consideraciones especiales implicadas en el manejo de la fractura de fémur.
- Analizar el manejo de las amputaciones.

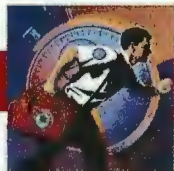
ESCENARIO

Es una hermosa tarde de sábado de junio. Usted ha sido enviado a una pista de carreras de motociclismo local porque un piloto se lesionó. A su llegada, encargados de la pista lo acompañan a una zona justo enfrente de la tribuna, donde el equipo médico de la pista (dos personas de servicio médico de urgencias sin transporte) atiende sobre el piso a un paciente en decúbito supino.

Uno de los integrantes del servicio médico le informa que el paciente es conductor de una motocicleta, que participó en una carrera de la categoría de 350 cc junto con 14 motociclistas, y que tres de ellos colisionaron frente a la tribuna. Los otros dos pilotos resultaron ilesos, pero el paciente no se pudo poner de pie o moverse sin experimentar dolor significativo en la pierna derecha y la pelvis. No muestra pérdida de la conciencia y, además del dolor en la pierna, no reporta otras quejas. El equipo médico ha mantenido al paciente en posición supina con estabilización manual de la extremidad inferior derecha.

Conforme evalúa al paciente, se entera de que es un hombre de 19 años de edad, consciente y alerta, sin antecedentes médicos ni traumatismos anteriores. Sus signos vitales iniciales son los siguientes: tensión arterial de 104/68 milímetros de mercurio (mm Hg), frecuencia de pulso de 112 latidos por minuto, frecuencia respiratoria de 24 respiraciones por minuto, y piel pálida y sudorosa. El joven indica que chocó contra otro conductor cuando salía de una esquina, y cayó. Afirma que al menos la atropelló la pierna derecha. En la inspección visual observa acortamiento de esta extremidad en comparación con el lado izquierdo, así como sensibilidad y hematomas en el área anterior media del muslo.

- ¿Qué le indica la cinemática de este evento acerca de las lesiones potenciales para el paciente?
- ¿Qué tipo de lesión tiene y cuáles serían las prioridades de atención?



Introducción

Las lesiones musculoesqueléticas, aunque comunes en los pacientes de traumatismo, rara vez plantean condiciones que pongan en riesgo la vida de forma inmediata. No obstante, el traumatismo esquelético pone en riesgo la vida cuando se produce una pérdida significativa de sangre (hemorragia), ya sea externa o interna en la extremidad o el retroperitoneo (en el caso de la pelvis).

Durante la atención a un paciente con traumatismo en condiciones críticas, el proveedor de atención prehospitalaria debe considerar tres aspectos principales respecto de las lesiones de las extremidades:

1. Mantener las prioridades de evaluación. No distraerse con las lesiones musculoesqueléticas dramáticas que no ponen en riesgo la vida (Figura 14-1).
2. Identificar las lesiones musculoesqueléticas potencialmente mortales.
3. Identificar la cinemática que generó las lesiones musculoesqueléticas y el potencial de otras lesiones letales causadas por la transferencia de energía.

Si durante la evaluación primaria se descubre una condición potencialmente riesgosa o que amenaza la vida, no se debe iniciar la evaluación secundaria. Los problemas identificados en la evaluación primaria se deben corregir antes de pasar a la secundaria (véase más adelante). Esto puede significar el retraso de esta última hasta que el paciente se encuentre camino al hospital, o en algunos casos la espera hasta su llegada al servicio de urgencias.

Los pacientes con traumatismo en estas condiciones pueden ser sujetados y transportados en tablas largas para facilitar su desplazamiento y la reanimación y tratamiento de lesiones críticas y no críticas. El uso de una tabla larga favorece la inmovilización completa del paciente y de todas sus lesiones, en su caso, en una sola plataforma que permite moverlo sin perturbar el entablillado. Aunque algunos daños son más evidentes que otros, los proveedores de atención prehospitalaria deben tratar todas las lesiones musculoesqueléticas dolorosas como una posible fractura o dislocación, e inmovilizar a la víctima para limitar el potencial de más lesiones y proporcionar un poco de comodidad y aminorar su malestar.



Figura 14-1 Algunas lesiones de las extremidades, aunque de aspecto dramático, no son amenazantes para la vida.

Fuente: Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.

Anatomía y fisiología

Comprender la anatomía y fisiología del cuerpo humano es una **pieza importante** de los conocimientos básicos del proveedor de **atención prehospitalaria**. Ambas constituyen los cimientos sobre los que se basan la evaluación y el manejo del paciente. Sin una buena comprensión de las estructuras óseas y musculares, el proveedor de atención prehospitalaria no será capaz de relacionar la cinemática y las lesiones superficiales con las lesiones internas. Aun cuando este libro no aborda toda la anatomía y fisiología del sistema musculoesquelético, sí revisa algunos conceptos básicos.

El cuerpo humano maduro consta de aproximadamente 206 **huesos**, clasificados en categorías según su forma: largo, corto, plano, sutural, irregular y sesamoideo. Los **huesos largos** incluyen

el fémur, húmero, cúbito, radio, tibia y peroné. Los **huesos cortos** incluyen metacarpianos, metatarsianos y falanges. Los **huesos planos** por lo general son delgados y compactos, como el esternón, costillas y escápulas. Los **huesos suturales** forman parte del cráneo, y se encuentran entre las uniones de algunos huesos craneales. Los **huesos irregulares** incluyen vértebras, mandíbula y huesos de la pelvis. Los **huesos sesamoideos** se ubican dentro de los tendones; la rótula es el hueso sesamoideo más grande (Figura 14-2).

El esqueleto se divide en dos partes principales: el esqueleto axial y el **esqueleto apendicular**. El primero está formado por los huesos de la parte central del cuerpo, incluyendo el cráneo, la columna vertebral, el esternón y las costillas. El segundo se compone de los huesos de las extremidades superiores e inferiores, cintura escapular y pelvis (excluyendo el sacro).

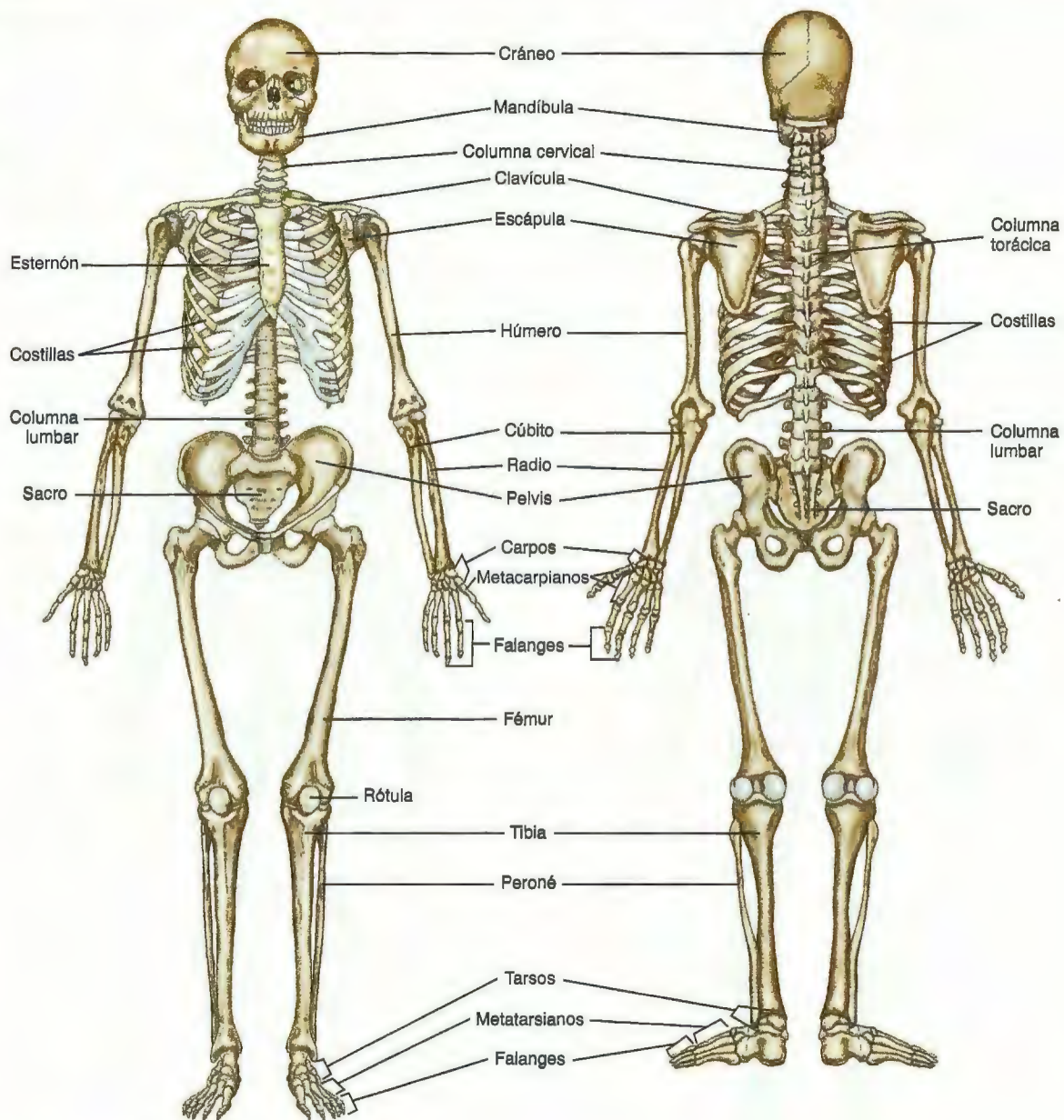


Figura 14-2 El esqueleto humano.

El cuerpo humano cuenta con casi 650 músculos individuales, clasificados de acuerdo con su función. Los específicos que se abordan en este capítulo son los músculos voluntarios o esqueléticos. Se clasifican como *esqueléticos* porque se mueven en el sistema esquelético. Los músculos en esta categoría mueven voluntariamente las estructuras corporales (Figura 14-3).

Otras estructuras importantes que se analizan en este capítulo son los tendones y los ligamentos. Un **tendón** es una banda de tejido resistente, elástico, fibroso, que une un músculo con el hueso. Es la parte blanca en el extremo de un músculo que lo conecta directamente con el hueso que va a mover. Un **ligamento** es una banda de tejido fuerte y fibroso que sujeta los huesos entre sí; su función consiste en unir las articulaciones.

Evaluación

Los traumatismos musculoesqueléticos se clasifican en los siguientes tres tipos principales:

1. Lesiones que ponen en riesgo la vida debido a un traumatismo musculoesquelético, como hemorragia externa, o sangrado interno asociado con fractura de pelvis o fémur, y con pérdida de sangre potencialmente mortal

2. Traumatismo musculoesquelético no mortal asociado con traumatismo multisistémico que pone en riesgo la vida (lesiones potencialmente letales, aunadas a fracturas de las extremidades)
3. Traumatismo musculoesquelético aislado que no amenaza la vida (fracturas aisladas de extremidades)

El objetivo de la evaluación primaria consiste en identificar y tratar condiciones que ponen en riesgo la vida. La presencia de una lesión musculoesquelética no potencialmente mortal es un indicador de posible traumatismo multisistémico y no debe distraer al proveedor de atención prehospitalaria de realizar una evaluación primaria completa. No obstante, aunque la presencia de un traumatismo musculoesquelético no lo sustraiga de atender las condiciones de mayor riesgo, las lesiones se deben observar como posibles indicadores de condiciones potencialmente mortales. La evaluación de la cinemática que genera las lesiones evidentes puede apuntar a ocultar otras graves.

Cinemática

Conocer la cinemática implicada en una lesión es una de las funciones más importantes de la evaluación y manejo de un paciente con traumatismo. Determinar con rapidez la cinemática y una

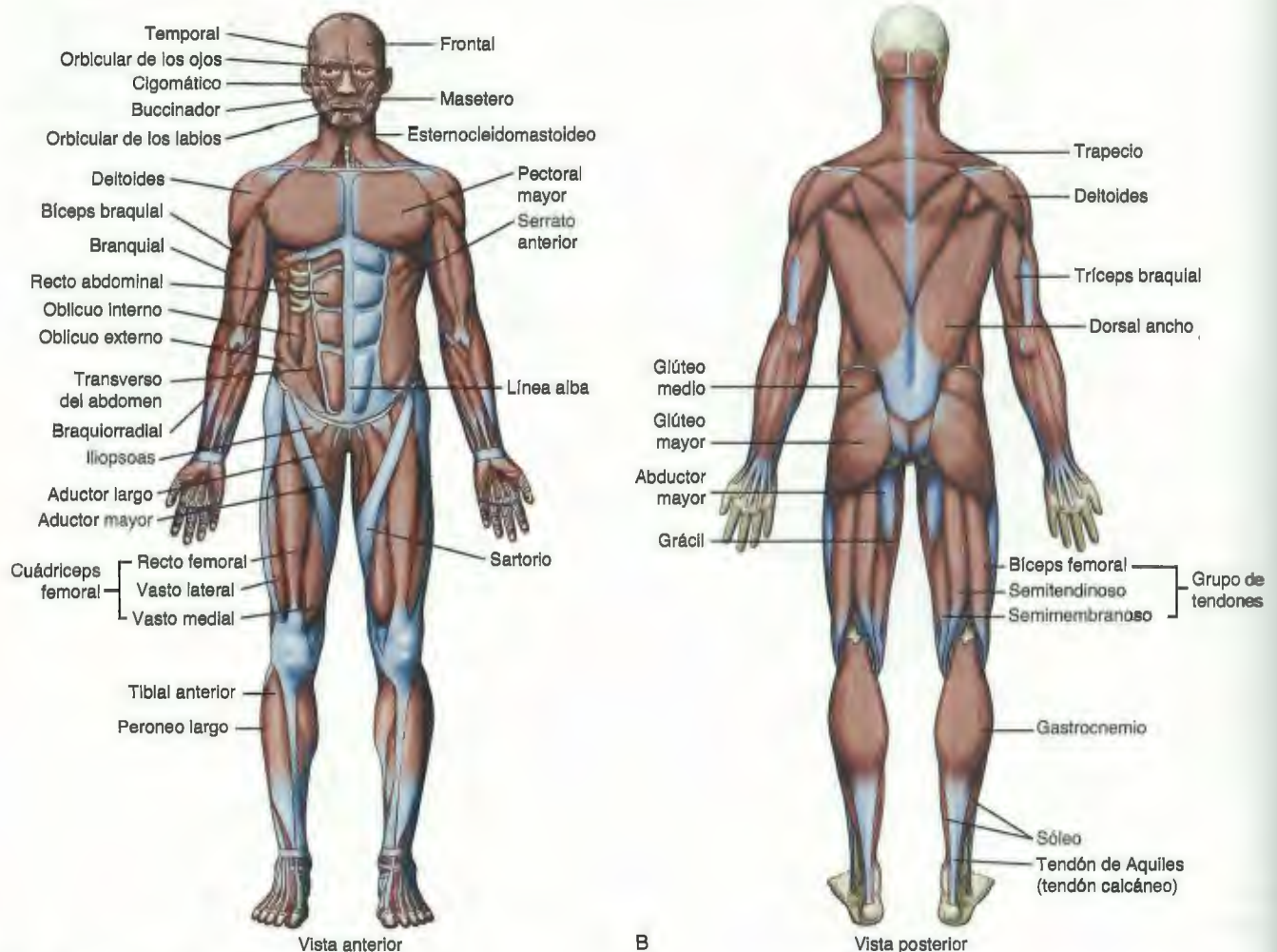


Figura 14-3 Músculos principales del cuerpo humano.

eventual transferencia de baja energía en comparación con una transferencia de alta energía (p. ej., la caída de una bicicleta frente a ser lanzado desde una motocicleta) ayudará al proveedor de atención prehospitalaria a identificar las lesiones o condiciones más críticas. La mejor fuente para determinar la cinemática es directamente el paciente. Si éste no responde, los detalles del mecanismo de la lesión se pueden obtener de los testigos. Si no había alguien en el momento del incidente, en raras ocasiones se puede aventurar una "mejor estimación" de los acontecimientos que causaron el trauma con base en lo que se observe en el lugar y el patrón de las lesiones identificado en el examen físico. Esta información debe ser informada a la instalación receptora y documentada en el reporte de atención al paciente (RAP).

Con base en la cinemática, el proveedor de atención prehospitalaria puede desarrollar un alto índice de sospecha de los daños que pudo haber sufrido un paciente. Tomar en cuenta la cinemática le ayuda a recordar lesiones adicionales que debe valorar dado lo que se sabe de los diversos patrones de lesiones. Por ejemplo:

- Si la persona salta de una ventana con los pies por delante, la sospecha de lesión primaria serían las fracturas de calcáneo (hueso del talón), tibia, peroné, fémur, pelvis, columna vertebral y lesiones aórticas **cortantes**. Sin embargo, los daños secundarios podrían incluir lesión abdominal o en la cabeza por caer hacia adelante después de golpear el suelo.
- Si la persona está involucrada en una colisión de motocicleta contra un poste de teléfono y se pega en la cabeza contra la estructura, las lesiones primarias incluirán cabeza, columna cervical y lesión torácica, mientras que las secundarias podrían implicar una fractura del fémur por "impactar" el manubrio de la motocicleta.

Otro ejemplo considera el de una persona que viaja sentada del lado del pasajero en un vehículo que resiente una colisión de impacto lateral. Como se analizó en el Capítulo 5, Cinemática del trauma, la primera ley del movimiento de Newton establece que un cuerpo en movimiento permanecerá en esta condición hasta que no actúe sobre él una fuerza igual pero de sentido contrario. El vehículo es el objeto en movimiento hasta el momento en que no actúa sobre el otro vehículo. La puerta del vehículo objetivo es empujada contra la parte superior del brazo, que luego puede ser empujado hacia la pared torácica, produciendo fractura de costillas, contusión pulmonar, y posiblemente fractura de húmero. Si se toma en cuenta la cinemática de este accidente de vehículo automotriz, la sospecha de lesión musculoesquelética incluiría húmero, pelvis y fractura de fémur, además de fracturas costales, daños musculares en la pared torácica, y lesiones hepática, pulmonar y cardíaca. Otra lesión secundaria a considerar es la abrasión de una bolsa de aire activada.

Otra posible lesión por una colisión lateral es la que presenta un pasajero que viaja sin cinturón de seguridad, quien se convierte en un proyectil (objeto en movimiento) en el interior del vehículo. El otro vehículo que golpea el lado del pasajero lo pone en movimiento hasta que se detiene contra otro objeto, eventualmente el conductor. Sin embargo, las lesiones del lado cercano son más graves que las del lado extremo. En este caso, la cinemática que debe tomarse en cuenta para el conductor es la energía aplicada por el cuerpo del pasajero sin cinturón de seguridad.

Los conocimientos básicos de la cinemática sirven de guía para la evaluación del proveedor de atención prehospitalaria en el caso de lesiones menos evidentes.

Evaluación primaria y secundaria

Evaluación primaria

Los primeros pasos de cualquier evaluación al paciente consisten en garantizar la seguridad de la escena y evaluar la situación. Una vez que la escena es lo más segura posible, se procede al segundo paso. En la evaluación primaria se identifican y tratan las condiciones inmediatas potencialmente mortales. Aunque las fracturas anguladas o las amputaciones parciales suelen llamar la atención del proveedor de atención prehospitalaria debido a su impacto visual, deben tener prioridad las condiciones que ponen en riesgo la vida. La vía aérea, respiración, circulación, discapacidad y exposición (ABCDE, *Airway, Breathing, Circulation, Disability and Expose*) siguen siendo las partes más importantes de la evaluación primaria, y en caso de identificar a un paciente con condiciones que ponen en riesgo la vida, el manejo del traumatismo musculoesquelético se retrasa hasta que se corrigen estos problemas. No obstante, la hemorragia externa está incluida en la evaluación primaria, y debe ser controlada cuando se le considere potencialmente mortal. Si el paciente no tiene lesiones que amenazan la vida, el proveedor de atención prehospitalaria procede a la evaluación secundaria.

Evaluación secundaria

La evaluación de las extremidades forma parte de la evaluación secundaria. Para facilitar la exploración física, el proveedor de atención prehospitalaria considera quitar toda la ropa que no fue retirada durante la evaluación primaria, según lo permita el medio ambiente. Si el mecanismo de la lesión no es evidente, se pregunta al paciente o a los espectadores cómo se produjeron las lesiones. Asimismo, se quiere a la víctima sobre la presencia de dolor en las extremidades. La mayoría de los pacientes con lesiones musculoesqueléticas significativas experimenta dolor, a menos que exista una lesión de la médula espinal o nervios periféricos.

La exploración de las extremidades también incluye la evaluación de cualquier dolor, debilidad o sensaciones anormales. Se presta especial atención a lo siguiente:

- **Huesos y articulaciones.** Esta evaluación se logra con la inspección de las deformidades que pueden representar fracturas o dislocaciones (Figura 14-4), y con la palpación de la extremidad en caso de sensibilidad y crepitación. La crepitación es la sensación de chasquido que producen los huesos cuando los extremos fracturados se rozan entre sí; se obtiene palpando la zona de la lesión y el movimiento de la extremidad. La crepitación suena como un "chasquido, crujido o tronido", o como el estallido de la "envoltura de burbujas" de plástico que se utiliza en los empaques. Esta sensación de huesos que se tallan unos contra otros durante la exploración puede ocasionar lesiones adicionales; por tanto, una vez que se tomó nota de la crepitación, no se deben realizar ni repetir las medidas para producirla. La crepitación es una clara sensación que no se olvida fácilmente.
- **Lesiones del tejido blando.** El proveedor de atención prehospitalaria inspecciona visualmente al paciente para detectar inflamación, laceraciones, abrasiones, hematomas, color de la piel y heridas. Cualquier herida adyacente a una fractura sugiere la presencia de una fractura abierta. La firmeza y tensión de los tejidos blandos junto con un

dolor que parece fuera de proporción en relación con los hallazgos generales pueden indicar la presencia de un **síndrome compartimental**.

- **Perfusión.** La perfusión se evalúa mediante la palpación de pulsos distales (radial o cubital en la extremidad superior, y pedio dorsal o tibial posterior en la extremidad inferior) y observando el tiempo de llenado capilar en los dedos de las manos o de los pies. La ausencia de pulsos distales en las extremidades indica la interrupción de una arteria, compresión del vaso por un hematoma o fragmento óseo, o un síndrome compartimental. Los hematomas grandes o en expansión apuntan a la presencia de una lesión en un vaso grande.
- **Función neurológica.** El proveedor de atención prehospitalaria evalúa las funciones motora y sensorial de las extremidades. Si sospecha una fractura de los huesos largos, no le solicita al paciente que mueva la extremidad, ya que el movimiento induce un dolor significativo y posiblemente convierta una fractura cerrada en una fractura abierta. En la mayoría de las situaciones, en el ámbito prehospitalario es suficiente con evaluar la función neurológica en grueso.

- **Función motora.** Se evalúa preguntando primero al paciente si advierte alguna debilidad. La función motora de la extremidad superior se explora haciendo que el paciente abra y cierre el puño para probar su fuerza de prensión (la persona oprime los dedos del proveedor de atención prehospitalaria), mientras que la función motora de las extremidades inferiores se prueba solicitándole que mueva los dedos del pie y empuje y tire contra las manos del proveedor.
- **Función sensorial.** Esta función se evalúa preguntando al paciente si experimenta sensaciones anormales o entumecimiento, y comprobando si *siente* cuando el proveedor de atención prehospitalaria le toca varias partes de sus extremidades, incluyendo los dedos de las manos y los pies. En las Figuras 14-5 y 14-6 se proporciona información sobre cómo realizar evaluaciones más detalladas de las funciones motora y sensorial de las extremidades.

Se debe repetir la evaluación de perfusión de las extremidades y del funcionamiento neurológico después de cualquier procedimiento de entablillado.

Figura 14-4 Deformidades comunes de dislocación articular

Articulación	Dirección	Deformidad
Hombro	Anterior Posterior	Torcedura, abducción, rotación externa Bloqueado en rotación interna
Codo	Posterior	Olécranon prominente posterior
Cadera	Anterior Posterior	Flexión, abducción, rotación externa Flexión, aducción, rotación interna
Rodilla	Anteroposterior	Pérdida de contorno normal, extensión
Tobillo	La lateral es la más común	Rotación externa, maléolo medio prominente
Articulación subtalar	La lateral es la más común	Desplazamiento lateral del calcáneo

Fuente: Adaptado de American College of Surgeons Committee on Trauma: Advanced Trauma Life Support, 9a. ed., p. 211, Chicago, 2012, ACS.

Figura 14-5 Evaluación de nervios periféricos de las extremidades superiores

Nervio	Motor	Sensación	Lesión
Cubital	Abducción del dedo índice	Meñique	Lesión en el codo
Distal mediano	Contracción tenar con oposición	Dedo índice	Dislocación de muñeca
Mediano, interóseo anterior	Flexión de la punta del índice	—	Fractura supracondílea del húmero (niños)
Musculocutáneo	Flexión de la punta del codo	Antebrazo lateral	Dislocación anterior de hombro
Radial	Pulgar, extensión metacarpofalángica del dedo	Primer espacio de la red dorsal	Diáfisis humeral distal, luxación anterior del hombro
Axilar	Deltoides	Hombro lateral	Dislocación anterior del hombro, fractura proximal del húmero

Fuente: American College of Surgeons Committee on Trauma, Advanced Trauma Life Support, 9a. ed., p. 217, Chicago, 2012, ACS.

Lesiones asociadas

Durante la evaluación secundaria se pueden encontrar pistas sobre la cinemática y sospechar un patrón de la lesión. Dichos patrones requieren que el proveedor de atención prehospitalaria evalúe los

daños ocultos asociados con fracturas específicas. Un ejemplo es una lesión torácica asociada con una lesión en el hombro. Con una exploración detallada de todo el cuerpo se tiene la seguridad de no pasar por alto alguna lesión. En la Figura 14-7 se proporcionan ejemplos de lesiones asociadas.

Figura 14-6 Evaluación de nervios periféricos de las extremidades inferiores

Nervio	Motor	Sensación	Lesión
Femoral	Extensión de rodilla	Rodilla anterior	Fracturas de ramas púbicas
Obturador	Aducción de cadera	Muslo medio	Fracturas del anillo obturador
Tibial posterior	Flexión del dedo del pie	Planta del pie	Dislocación de rodilla
Peroneo superficial	Eversión de tobillo	Dorso lateral del pie	Fractura del cuello del peroné, dislocación de rodilla
Peroneo profundo	Dorsiflexión de tobillo/ dedo del pie	Primer al segundo espacio de la red dorsal	Fractura del cuello del peroné, síndrome compartimental
Nervio ciático	Dorsiflexión plantar	Pie	Dislocación posterior de cadera
Glúteo superior	Abducción de cadera	—	Fractura acetabular
Glúteo inferior	Extensión de cadera del glúteo mayor	—	Fractura acetabular

Fuente: American College of Surgeons Committee on Trauma, Advanced Trauma Life Support, 9a. ed., p. 217, Chicago, 2012, ACS.

Figura 14-7 Lesiones asociadas con lesiones musculoesqueléticas

Lesión	Lesión omitida/asociada
Fractura de clavícula Fractura escapular Fractura y/o dislocación del hombro	Lesión torácica mayor, en especial contusión pulmonar y fractura de costillas
Fractura de columna torácica con desplazamiento	Ruptura aórtica torácica
Fractura de columna	Lesión intraabdominal
Fractura/ dislocación de codo	Lesión de la arteria braquial Lesión de los nervios mediano, cubital y radial
Alteración pélvica mayor (ocupante de vehículo automotriz)	Lesión abdominal, torácica o en la cabeza
Alteración pélvica mayor (motociclista o peatón)	Hemorragia vascular pélvica
Fractura de fémur	Fractura del cuello femoral Dislocación posterior de cadera
Dislocación posterior de rodilla	Fractura de fémur Dislocación posterior de cadera
Dislocación de rodilla o fractura de la meseta tibial con desplazamiento	Lesiones en el nervio y la arteria poplítea
Fractura del calcáneo	Lesión o fractura de columna Fractura-dislocación de retropié Fractura de meseta tibial
Fractura abierta	Incidencia de 70% de lesiones no esqueléticas asociadas

Fuente: From: American College of Surgeons Committee on Trauma, Advanced Trauma Life Support, 9a. ed., p. 221, Chicago, 2012, ACS.

Lesiones musculoesqueléticas específicas

Las lesiones en las extremidades generan dos problemas principales que requieren manejo en el entorno prehospitalario: hemorragia e inestabilidad de fracturas y dislocaciones.

Hemorragia

El sangrado puede ser dramático o sutil. Independientemente del aspecto de la herida, el exudado capilar de una gran abrasión, la sangre de color rojo oscuro que fluye de una laceración superficial o de color rojo brillante que brota a borbotones de una arteria abierta, es la cantidad de fluido perdido y el ritmo de su pérdida que determinarán si el paciente será capaz de compensar el derrame o si entrará en shock. Una regla a recordar en estos casos indica que "ningún sangrado es menor; cada eritrocito cuenta". Incluso un pequeño hilo de sangre puede sumar una pérdida considerable si se ignora durante un periodo largo.

Hemorragia externa

El sangrado arterial externo se debe identificar durante la evaluación primaria. Por lo general se reconoce fácilmente, pero su evaluación se dificulta si la sangre se oculta debajo del paciente, si éste lleva mucha ropa o ésta es de color oscuro. Si se cuenta con suficiente asistencia, lo ideal es controlar la hemorragia evidente mientras se atienden la vía aérea y la respiración; de lo contrario, se controla cuando se identifica durante la evaluación de la circulación o cuando se le retira la ropa a la persona.

La estimación de la pérdida de sangre externa es sumamente difícil. Aunque personas con poca experiencia suelen sobreestimar la cantidad de hemorragia externa, también se llega a subestimar, ya que no siempre son evidentes sus signos manifiestos. Un estudio sugirió que las estimaciones prehospitalarias de la pérdida de sangre fueron inexactas y sin beneficio clínico.¹ Las razones para estas estimaciones inexactas son muchas, e incluyen que el paciente fue movido del sitio de la lesión o que la sangre perdida fue absorbida por la ropa o el suelo, o bien deslavada con agua o por la lluvia.

Hemorragia interna

La hemorragia interna también es común en el traumatismo musculoesquelético. Puede ser consecuencia de daños en los vasos sanguíneos (muchos de los cuales están ubicados en las proximidades de los huesos largos del cuerpo), a partir de músculo afectado, y desde la médula de los huesos fracturados. La inflamación continua de una extremidad, o una extremidad fría, pálida, sin pulso, podría indicar una hemorragia interna de las arterias o venas. Se puede asociar una pérdida de sangre interna significativa con las fracturas (Figura 14-8).

Al evaluar al paciente se debe considerar la potencial pérdida de sangre interna y externa asociada con un traumatismo de las extremidades. Esto ayudará al proveedor de atención prehospitalaria a anticiparse a un posible shock y a prepararse para un eventual deterioro sistémico, a efecto de intervenir adecuadamente para minimizar su ocurrencia.

Figura 14-8 Pérdida aproximada de sangre interna asociada con fracturas

Hueso fracturado	Pérdida de sangre interna (mililitros [mL]) por fractura (volumen de sangre total promedio en un adulto = 5000 a 6000 mL)
Costilla	125
Radio y cúbito	250–500
Húmero	500–750
Tibia o peroné	500–1000
Fémur	1000–2000
Pelvis	1000–masivo

Nota: En esta tabla se describe la pérdida de sangre promedio de una fractura de hueso aislada. La lesión de órganos y tejidos subyacentes puede aumentar significativamente estos números. Por ejemplo, una fractura de costilla que también lacera una arteria intercostal o daña el bazo desencadena hemorragias mayores en pecho o abdomen, respectivamente.

Manejo

El tratamiento inicial de la hemorragia externa consiste en aplicar presión directa sobre la herida. Como se analizó en el Capítulo 9, Shock, no se ha demostrado que elevar una extremidad retrase la hemorragia, y en el traumatismo musculoesquelético puede agravar las lesiones presentes. Si el derrame no se controla con la presión directa o con un vendaje compresivo, se debe aplicar un torniquete siguiendo los principios descritos en el capítulo referido. Si con el primer torniquete no se logra controlar la hemorragia, se debe aplicar otro enseguida. En el caso de un desangrado no tratable con el uso de un torniquete, como en la ingle o en la axila, se debe considerar un agente hemostático tópico recomendado, que también puede tenerse en cuenta para situaciones de traslado prolongado.

El uso del torniquete, alguna vez considerado tabú, ahora es el estándar de atención en el manejo prehospitalario de lesiones con desangrado de las extremidades. Este cambio de paradigma en el manejo del traumatismo extremo se debe principalmente a la experiencia de los militares de Estados Unidos en los conflictos de Irak y Afganistán. Los datos militares documentan que una causa principal de muerte prevenible en el campo de batalla es la hemorragia no controlada de una extremidad con traumatismo.² Desde la implementación generalizada del entrenamiento y la aplicación de torniquetes, la tasa de mortalidad evitable por traumatismo aislado en extremidades disminuyó en gran medida. Se observaron resultados semejantes en un estudio realizado con civiles en Estados Unidos, el cual concluyó que 86% de los pacientes que murieron por desangrado de una herida aislada penetrante en una extremidad tenía signos de vida en el lugar del incidente, pero al llegar al hospital ya no presentaba

pulso perceptible o tensión arterial.³ Ningún paciente en esta serie tenía colocado un torniquete prehospitalario.

Antiguas preocupaciones sobre posibles complicaciones del uso del torniquete, como *parálisis del nervio* (deterioro de la función nerviosa), coágulos de sangre e isquemia de las extremidades suscitó un temor infundado sobre su utilidad. Los torniquetes los utilizan rutinariamente durante varias horas los cirujanos de trauma, vasculares y ortopédicos en el quirófano sin secuelas de largo plazo (efectos posteriores). El ejército de Estados Unidos revisó sus datos y no encontró mayores secuelas por su uso. Las complicaciones menores se produjeron en menos de 1% de los casos y todas se resolvieron con el tiempo.⁴

Se observó una clara ventaja de supervivencia con la aplicación oportuna del torniquete. El paciente debe tener este dispositivo en su lugar antes de que aparezca el shock. En ausencia de éste, aquellos con un torniquete colocado registraron una tasa de supervivencia mayor a 90%, en contraste con una tasa de menos de 10% en personas a las que se les colocó el torniquete después del desarrollo del shock.⁵ Retrasar este procedimiento hasta la llegada al hospital también aumenta la mortalidad.⁶ El torniquete debe ser aplicado antes de la extricación (si es necesario) y de la salida de la escena. Se debe anotar la hora de su colocación e informarlo al equipo de trauma del hospital de recepción. De ser posible, el paciente debe ser trasladado a un hospital con capacidad quirúrgica inmediata.

Después de controlar el sangrado potencialmente letal en personas con hemorragia en una extremidad, los proveedores de atención prehospitalaria pueden revisar la evaluación primaria y centrarse en la reanimación y el traslado rápido al centro que mejor pueda tratar la condición del paciente. Durante el traslado se puede empezar la administración de oxígeno y la reanimación de líquidos intravenosa (IV) en pacientes con shock, teniendo en cuenta que cuando se sospecha de hemorragia interna, la presión arterial sistólica objetivo es de 80 a 90 mm Hg (tensión arterial media de 60 a 65 mm Hg), y de 90 a 100 mm Hg para los pacientes con sospecha de lesión cerebral traumática. En el caso de los pacientes con sangrado menor y sin signos de shock o de otros problemas que amenazan la vida, la hemorragia se controla con presión directa y la evaluación secundaria realizada.

Inestabilidad (fracturas y dislocaciones)

Los desgarres de las estructuras de soporte de una articulación, la fractura de un hueso y la lesión de un músculo mayor o tendón afectan la capacidad de una extremidad para sostenerse. Las dos lesiones que causan inestabilidad ósea o articular son las fracturas y las dislocaciones.

Fracturas

Si un hueso está fracturado, la inmovilización reduce el potencial de más lesiones y dolor. El movimiento de los agudos extremos del hueso roto puede dañar los vasos sanguíneos y desencadenar

hemorragia interna y externa. Además, las fracturas suelen afectar el tejido muscular y los nervios.

En general, las fracturas se clasifican en cerradas o abiertas. En una **fractura cerrada** la piel no se perfora con los extremos de los huesos, mientras que en una **fractura abierta** se interrumpe su integridad (Figura 14-9A). Los cirujanos ortopédicos clasifican las fracturas por su patrón (p. ej., "en tallo verde", triturada), pero estos tipos no pueden ser diferenciados sin una radiografía, y el conocimiento del patrón no altera el manejo en campo.

Fracturas cerradas

Las fracturas cerradas son aquellas en las que se rompe el hueso pero el paciente no pierde la integridad de la piel (es decir, ésta no se desgarró) (Figura 14-9B). Los signos de una fractura cerrada incluyen dolor, sensibilidad, deformidad, hematomas, inflamación y crepitación, aunque en algunos pacientes los únicos hallazgos son el dolor y la sensibilidad. El pulso, el color de la piel y las funciones motora y sensorial se deben evaluar distales a la zona de la fractura sospechosa. Solicitar a un paciente que mueva la extremidad rota podría convertir una fractura cerrada en una abierta. No siempre es cierto que una extremidad no está fracturada porque el paciente se puede mover voluntariamente o, en el caso de una extremidad inferior, incluso caminar sobre ésta; la adrenalina de un evento traumático suele motivar a los pacientes a soportar el dolor que no resistirían normalmente. Además, algunos muestran una tolerancia muy alta al dolor.

Fracturas abiertas

Las fracturas abiertas por lo general ocurren cuando un extremo aflado del hueso penetra en la piel desde el interior, o una lesión lacera la piel y el músculo hasta el sitio de la fractura (Figura 14-9C). Cuando ésta queda abierta al exterior, los extremos del hueso roto se pueden infectar con bacterias de la piel suprayacente o con la contaminación del entorno. Esto puede acarrear la complicación grave de una infección ósea (*osteomielitis*), que interfiere con el tratamiento de la fractura. Aunque la herida de la piel asociada con una fractura abierta a menudo no está relacionada con hemorragia significativa, se puede presentar un sangrado persistente proveniente de la cavidad de la médula del hueso o de la descompresión de un hematoma profundo dentro del tejido.

Cualquier herida abierta cerca de una posible fractura se debe considerar una fractura abierta y tratarse como tal. En general, no se debe recolocar intencionalmente un extremo del hueso o el hueso que sobresale; con todo, los huesos de vez en cuando regresan a una posición casi normal cuando se realinean o debido a los espasmos musculares que por lo común ocurren con las fracturas. El entablillado inadecuado o la manipulación brusca de una extremidad rota pueden convertir una fractura cerrada en abierta.

No siempre es fácil identificar fracturas abiertas en un paciente traumatizado. Aunque sea evidente el hueso que sobresale de una herida, las lesiones de tejidos blandos en la cercanía de una rotura o deformidad pueden ser resultado de un extremo del hueso roto que retrocede a través de la superficie de la piel de nuevo hacia el tejido.

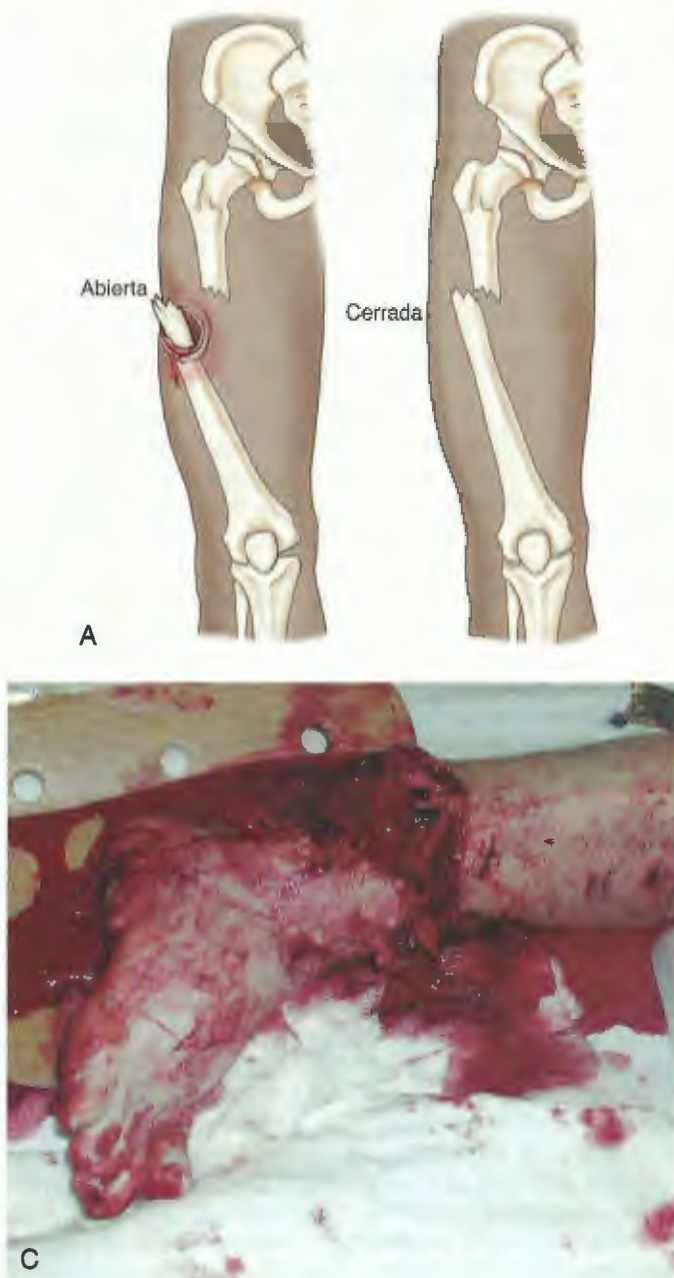


Figura 14-9 A. Fractura abierta versus cerrada. B. Fractura cerrada del fémur. Observe la rotación interna y el acortamiento de la pierna izquierda. C. Fractura abierta de la tibia. Fuente: B. Cortesía de Norman McSwain, MD, FACD, NREMT-P; C. Cortesía de Peter T. Pons, MD FACER.

Hemorragia interna

Como se señaló antes, una fractura puede producir hemorragia interna significativa en los planos de tejido que la rodean. Las dos fracturas más comunes asociadas con la mayor hemorragia son las de fémur y pelvis. Un adulto suele perder de 1000 a 2000 mL de sangre en cada muslo. Por tanto, una hemorragia interna asociada con fracturas bilaterales de fémur es suficiente para causar la muerte por shock hipovolémico.

Las fracturas pélvicas también son una causa común de hemorragia significativa (Figura 14-10). Múltiples pequeños vasos sanguí-



neos adyacentes a la pelvis pueden ser desgarrados por los extremos del hueso o cuando las articulaciones sacroiliacas de la pelvis se fracturan o abren. La palpación o manipulación demasiado agresiva (oscilación pélvica) de esta estructura ósea puede aumentar significativamente la pérdida de sangre cuando existe una fractura inestable. En la mayoría de los casos, la exploración física de la pelvis no afecta el manejo del paciente.

La palpación suave es aceptable para evaluar la pelvis, pero sólo se debe realizar una vez. Con una presión manual liviana anterior a posterior y lateral se puede identificar una crepitación o la inestabilidad. El área alrededor de la pelvis es un "espacio potencial", ya que puede expandirse y dar cabida a una gran cantidad de sangre. Debido a la cantidad de espacio en la cavidad pélvica, la hemorragia puede ocurrir con pocos, si acaso alguno, signos externos de compromiso.

Las fracturas abiertas de la pelvis, que a menudo le ocurren a un peatón golpeado por un automóvil o a un ocupante expulsado de un vehículo automotriz, son particularmente mortales. Las caídas también pueden ocasionarlas, por lo que es importante tener en cuenta la fractura pélvica a causa de cualquier mecanismo que implique energía absorbida por la pelvis o quejas de dolor en esta área. A menudo se produce una hemorragia masiva externa—en lugar de interna— y los extremos del hueso pueden lacerar el recto o la vagina, lo que resulta en una infección pélvica grave.

Fracturas pélvicas

Las fracturas pélvicas pueden ir desde roturas menores, poco significativas, hasta lesiones complejas asociadas con hemorragia masiva interna y externa. Las fracturas del **anillo pélvico** están asociadas con una mortalidad general de 6%, mientras que por fracturas abiertas la mortandad puede ser mayor a 50%. La pérdida de sangre es la causa principal de muerte en pacientes con fractura pélvica; el resto se debe a una lesión cerebral traumática y falla multiorgánica. Debido a que la pelvis es un hueso fuerte y difícil de

romper, los pacientes que resienten su fractura con frecuencia tienen lesiones asociadas, incluyendo daños traumáticos cerebrales (51%), fracturas de huesos largos (48%), lesiones torácicas (20%), alteración uretral en hombres (15%), trauma esplénico (10%), y trauma hepático y renal (7% respectivamente). Los ejemplos de fractura de pelvis incluyen los siguientes:

- **Fracturas Rami.** Las fracturas aisladas de las ramas inferior o superior por lo general son leves y no requieren estabilización quirúrgica. Las personas que caen con fuerza sobre su perineo rompen las cuatro ramas (lesión "en horcajadas"). Estas fracturas normalmente no se asocian con una hemorragia interna significativa.
- **Fracturas acetabulares.** Ocurren cuando la cabeza del fémur es impulsada hacia el acetábulo de la pelvis. Por lo general se requiere intervención quirúrgica para optimizar la función normal de la cadera. Estas lesiones pueden estar asociadas con hemorragia interna significativa.



Figura 14-10 Fractura de la pelvis. Las flechas muestran fracturas múltiples que implican las ramas púbicas y el acetábulo.
Fuente: Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.

■ **Fracturas del anillo pélvico.** Se suelen clasificar en las tres categorías que se enuncian a continuación. La hemorragia que pone en peligro la vida probablemente es más común en las fracturas cortantes verticales, aunque puede estar asociada con los tres tipos de fractura. El proveedor de atención prehospitalaria puede palpar la crepitación y observar una inestabilidad ósea en cada una de estas fracturas del anillo pélvico.

1. Las fracturas de compresión lateral representan la mayoría de las fracturas del anillo pélvico (Figura 14-11A). Estas lesiones ocurren cuando se aplican fuerzas a las caras laterales de la pelvis (p. ej., un peatón golpeado por un automóvil). El volumen de la pelvis disminuye en estos casos.
2. Las fracturas por compresión anteroposterior representan alrededor de 15% de las fracturas del anillo pélvico (Figura 14-11B). Estas lesiones se producen cuando se aplican fuerzas en una dirección anteroposterior (p. ej., una persona atrapada entre un vehículo y la pared). También se conocen como fracturas pélvicas de "libro abierto", porque por lo general la sínfisis del pubis se separa y el volumen de la pelvis aumenta de manera considerable.
3. Las fracturas cortantes verticales representan la proporción más pequeña de las fracturas del anillo pélvico, pero tienden a causar la mortalidad más alta (Figura 14-11C). Se producen cuando se aplica una fuerza vertical a la hemipelvis (p. ej., caída desde una altura aterrizando primero en una pierna). Debido a que la mitad de la pelvis se corta de la parte restante, los vasos sanguíneos a menudo se rasgan, induciendo una hemorragia interna grave.

Manejo

Fractura abierta y cerrada

La primera consideración en el manejo de las fracturas es controlar la hemorragia y atender el shock. Los vendajes de presión y la presión directa ayudan a controlar prácticamente toda la hemo-

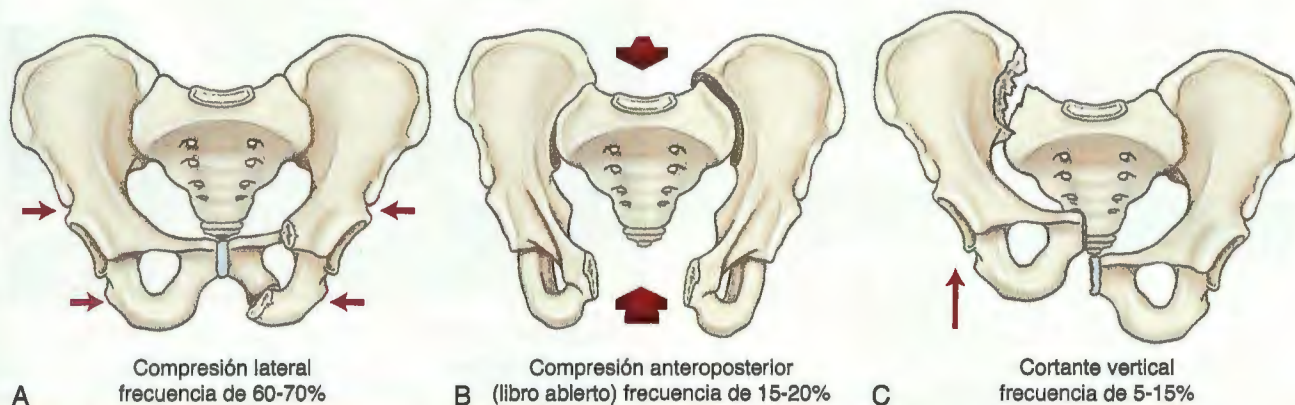


Figura 14-11 Fracturas pélvicas. A. Compresión lateral. B. Compresión anteroposterior. C. Cortante vertical.

rragia externa encontrada en campo. Las heridas o extremos expuestos de los huesos se deben cubrir con un vendaje estéril humedecido con solución salina normal esterilizada o con agua. Una hemorragia interna se controla principalmente con la inmovilización, que ofrece el beneficio adicional de proporcionar alivio al dolor. Si los extremos óseos de una fractura abierta se retraen en la herida durante el entablillado, esta información se debe documentar en el Reporte de Atención al Paciente (RAP) y reportarse al personal de urgencias. Por lo general se gana poco con la administración de antibióticos por vía intravenosa en campo a pacientes con fractura abierta, en especial en el entorno urbano o suburbano, pero hacerlo puede ser importante en los tiempos de traslado prolongados.

Una extremidad lesionada se debe mover lo menos posible durante la evaluación secundaria y la aplicación de una férula. Antes del entablillado, la extremidad debe regresarse en general a su posición anatómica normal, incluyendo el uso de una tracción suave si es necesario para restablecerla a su longitud habitual. Las dos principales contraindicaciones de este procedimiento son el dolor y la resistencia al movimiento significativo experimentado durante un intento por recobrar una posición anatómica normal. La enseñanza tradicional recomendaba entablillar una fractura sospechosa "en la posición encontrada"; sin embargo, existe una buena razón para restablecer la posición usual. En primer lugar, una "fractura redu-

cida", aquella que regresa a la alineación anatómica normal, es más fácil de entablillar. En segundo lugar, esta reducción puede aliviar la compresión de las arterias o nervios y mejorar la perfusión y el funcionamiento neurológico. La reducción de fracturas también disminuye la hemorragia.

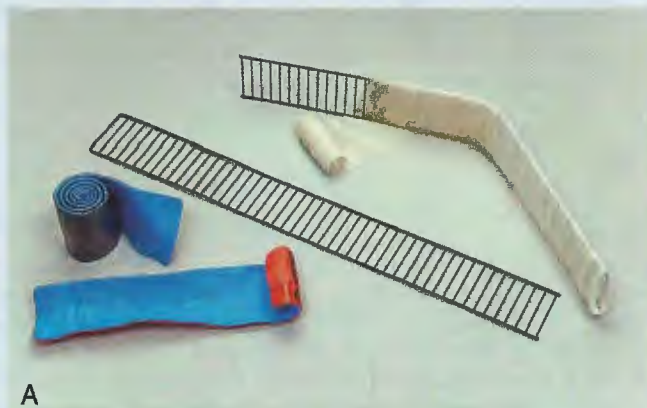
Si la fractura es abierta y el hueso está expuesto, el extremo óseo se debe enjuagar suavemente con agua o solución salina normal estéril para eliminar la contaminación evidente antes de intentar recobrar la posición anatómica habitual. No es motivo de gran preocupación que el hueso se retraiga de nuevo en la piel durante esta manipulación, ya que, independientemente, las fracturas abiertas requieren irrigación y **desbridamiento** en quirófano. Sin embargo, el hecho de que el hueso haya estado expuesto antes de la reducción, es información clave que se debe transmitir en el informe del paciente a la instalación receptora. No se deben realizar más de dos intentos por restablecer una extremidad a la posición normal y, si no se tiene éxito, la extremidad se entabilla "tal cual".

El objetivo principal de la férula es impedir el movimiento de la parte fracturada del cuerpo. Con ello se ayuda a disminuir el dolor del paciente y a evitar más daños a los tejidos blandos y la hemorragia. Para inmovilizar de manera eficaz cualquier hueso largo en una extremidad, esta última se debe sujetar totalmente. Para ello es necesario soportar manualmente el sitio de la lesión mientras se inmovilizan la articulación y el hueso arriba (proximal al), y la

Figura 14-12 Tipos de férulas

Existen varias clases de férulas y materiales para entablillado, incluyendo lo siguiente:

- Las *férulas rígidas* no pueden cambiar de forma. Se requiere colocar la parte del cuerpo para adaptarla al molde de la férula. Ejemplos de esta clase de dispositivos incluyen férulas tipo tabla (madera, plástico o metal), paquetes para fractura y "férulas de aire" inflables. Este grupo incluye la tabla larga. Las férulas rígidas se utilizan mejor en lesiones de huesos largos.
- Las *férulas moldeables* se pueden manipular en varias formas y combinaciones para adaptarse a la configuración



A. Férula moldeable.



B. Férula de tracción.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

(Continúa en la siguiente página)

Figura 14-12 Tipos de férulas (continuación)



C. Férula de vacío.

Fuente: Cortesía de Hartwell Medical.



D. Férula de tabla.

articulación y el hueso abajo (distal al) sitio de la lesión. Existen muchos tipos de férulas, y la mayoría es utilizable en fracturas abiertas y cerradas (Figura 14-12). En prácticamente todas las técnicas de ferulización, la inspección adicional de la extremidad es limitada, por lo que es necesario realizar una evaluación completa antes de entablillar.

Se deben recordar cuatro puntos complementarios importantes al aplicar cualquier tipo de férula:

1. Acolchar la férula para evitar el movimiento de la extremidad dentro del dispositivo; ayudar a aumentar la comodidad del paciente, y prevenir las úlceras por presión.
2. Retirar las joyas y relojes para que no inhiban la circulación conforme continúa la inflamación. La lubricación con jabón, loción o gel soluble en agua facilita la eliminación de los anillos apretados.
3. Evaluar las funciones neurovasculares distales al sitio de la lesión antes y después de aplicar cualquier férula y periódicamente en lo subsiguiente. Una extremidad sin pulso indica una lesión vascular o un síndrome compartimental, y el transporte rápido a una instalación adecuada se convierte aún más en una prioridad.
4. Después del entablillado, considere elevar la extremidad, si es posible, para disminuir el edema y el dolor pulsante. También se utilizan compresas frías o de hielo para disminuir el dolor y la inflamación, y pueden ser colocadas en la extremidad ferulizada cerca del sitio de la fractura bajo sospecha.

Fracturas de fémur

Las fracturas de fémur representan una situación de entablillado única debido a la musculatura del muslo. Además de proveer soporte estructural clave para la extremidad inferior, el fémur proporciona resistencia a los potentes músculos del muslo, manteniendo la pierna extendida a su longitud apropiada. Cuando el

fémur se fractura en la zona de la diáfisis, se pierde la resistencia a la contracción. A medida que los músculos se contraen, los extremos afilados del hueso desgarran el tejido muscular produciendo hemorragia interna adicional y dolor, a la vez que predisponen al paciente a una fractura abierta.

En ausencia de condiciones que amenazan la vida, se debe aplicar una férula de tracción para estabilizar fracturas femorales sospechosas de la diáfisis. La aplicación de tracción, tanto manual como mediante el uso de un dispositivo mecánico, ayuda a disminuir el sangrado interno y el dolor del paciente.

En un estudio sobre el empleo prehospitalario de férulas de tracción se documentó que casi 40% de los pacientes tenía una lesión complicada o uso contraindicado para este tipo de dispositivo.⁷ Las contraindicaciones para el uso de una férula de tracción incluyen las siguientes:

- Sospecha de fractura de pelvis
- Sospecha de fractura de cuello femoral (cadera)
- Avulsión o amputación del tobillo y del pie
- Sospecha de fracturas adyacentes a la rodilla (en esta situación se puede utilizar una férula de tracción como férula rígida, pero sin aplicar tracción.)

Cuando se encuentran fracturas de la diáfisis del fémur en un paciente con lesiones adicionales que ponen en peligro la vida, no se debe perder tiempo en aplicar una férula de tracción. La atención debe centrarse en los problemas críticos, pues al inmovilizar al paciente en una camilla larga se estabilizan lo suficiente las fracturas sospechosas de las extremidades inferiores.

Fracturas pélvicas

Las fracturas pélvicas graves presentan una serie de problemas desafiantes para el proveedor de atención prehospitalaria. El primero consiste en la identificación de una fractura de pelvis inestable. En muchos, si no es que en la mayoría de los casos, se requieren estudios radiográficos de la pelvis para diagnosticar con precisión el problema.

La mayor preocupación es la hemorragia interna, que puede ser muy difícil de manejar. Las acciones para algunos tipos de fracturas de pelvis inestable implican envolver una sábana con fuerza alrededor de la cara inferior de esta estructura ósea y atarla como cabestrillo. Las extremidades inferiores también se deben aducir, rotar internamente y asegurar en esa posición.

Diversas compañías fabrican "aglutinantes pélvicos" diseñados para estabilizar algunos tipos de fractura de pelvis. Cuando se utilizan en los tipos apropiados de fracturas en el hospital, estos dispositivos pueden cerrar un anillo pélvico interrumpido y disminuir el volumen de la pelvis. El tipo específico de fractura que se beneficiaría con estos tratamientos no puede identificarse mediante la exploración física. Por numerosas razones, no se recomienda el uso de aglutinantes pélvicos cuando no se han confirmado con radiografía las fracturas de pelvis, por ejemplo, durante el traslado desde el lugar de un accidente vehicular al centro de trauma. Sin embargo, si se diagnostica por medio de rayos X y el tipo de fractura es controlable con un aglutinante, se debe considerar la posibilidad de aplicarlo antes de una transferencia entre instalaciones (es decir, a un centro de trauma desde cualquier otro centro), en especial si el paciente está

en shock (Figura 14-13). En la actualidad no se han publicado estudios sobre el uso prehospitalario de los aglutinantes pélvicos.

Otro problema relacionado radica en la dificultad para mover a los pacientes con fracturas de pelvis sumamente inestables, e incluso girarlos utilizando un procedimiento de rollo modificado puede desplazar fragmentos de hueso y causar hemorragia adicional. La mejor manera de mover a una persona con fractura inestable identificada a la palpación puede ser con una camilla de cuchara o levantarlo al mismo tiempo que se mantiene inmovilizada la columna y se le coloca sobre una tabla larga. Esta acción se debe llevar a cabo cuanto antes.

Dislocaciones

Las articulaciones se mantienen unidas con ligamentos. Los huesos que forman una articulación están unidos a sus músculos a través de los tendones. El movimiento de una extremidad se lleva a cabo por la contracción (acortamiento) de los músculos. Esta reducción de la longitud del músculo jala de los tendones que están unidos a

Figura 14-13 Aglutinantes pélvicos

Existen al menos tres aglutinantes pélvicos en el mercado: Pelvic Binder (Pelvic Binder, Inc.), Sam Sling (Sam Products) y Trauma Pelvic Orthotic Device (TPOD; BioCybernetics International).

Justificación

Algunas fracturas del anillo pélvico se asocian con aumento en el volumen de la pelvis (p. ej., fractura de compresión anteroposterior), que favorece grandes cantidades de hemorragia intra abdominal. Como el volumen aumenta, hay menos tejido alrededor de la pelvis para **taponar** el sangrado. Antes del desarrollo de los aglutinantes pélvicos, los pacientes con estas lesiones e inestabilidad hemodinámica (shock) eran sometidos a la fijación externa de la pelvis para disminuir su volumen y aumentar la probabilidad de taponamiento de la hemorragia. Aunque la fijación externa parecía disminuir los requerimientos de sangre, existe un mínimo de datos publicados que sugiere que reduce la mortalidad a causa de estas fracturas.

Problemas

Existen varios problemas potenciales relacionados con el uso de aglutinantes pélvicos en el contexto prehospitalario:

1. Las fracturas pélvicas son difíciles de diagnosticar en ausencia de una radiografía de rayos X. No se tienen datos publicados en los cuales se muestre que los proveedores de atención prehospitalaria pueden

diagnosticarlas de manera confiable basándose en el examen clínico. Además, no todas las fracturas pélvicas se benefician de una compresión. Aunque las fracturas por compresión anteroposterior pueden tener un beneficio, las de compresión lateral ya tienen un volumen pélvico disminuido.

2. Existen datos limitados sobre su eficacia. Sólo pocas series de casos retrospectivos han informado sobre el uso hospitalario de aglutinantes pélvicos. Aunque algunos demuestran una reducción significativa del volumen pélvico, pocos indican requerimientos de transfusión y con ninguno se ha demostrado una disminución de la mortalidad en los pacientes tratados con este dispositivo.
3. No se han publicado investigaciones sobre el uso de aglutinantes pélvicos en el ámbito prehospitalario, y por tanto no hay datos que demuestren un mejor resultado.
4. Existe un costo significativo para este dispositivo de un solo uso.

Uso potencial

Un uso concebible para el aglutinante de la pelvis sería en el entorno de la transferencia entre centros hospitalarios de un paciente con fractura de compresión anteroposterior confirmada por radiografía y con shock Clase II, III o IV asociado. En estos pacientes el aglutinante pélvico podría aplicarse antes de la transferencia, en especial en aquellos con shock descompensado. La decisión de utilizar este dispositivo debe tomarse en conjunto con el control médico.



Figura 14-14 Una dislocación es la separación de un hueso de una articulación.

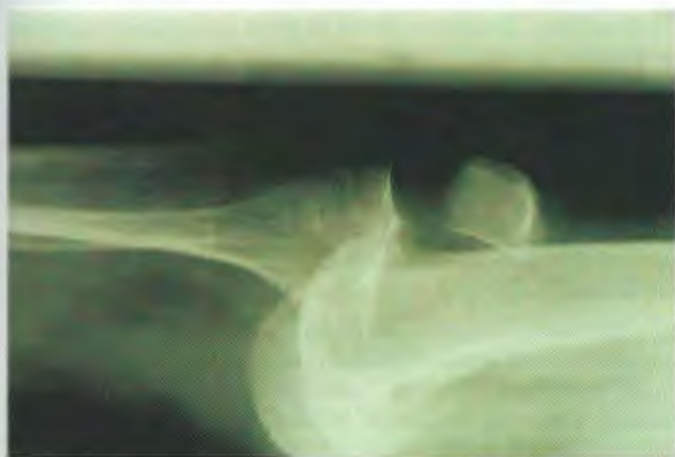


Figura 14-15 Dislocación anterior de la rodilla derecha con la tibia antepuesta sobre el fémur.

Fuente: © Wellcome Image Library/Custom Medical Stock Photo.

un hueso y mueve la extremidad en una articulación. Una dislocación es una separación de dos huesos en la articulación como consecuencia de alteraciones significativas en los ligamentos que normalmente proporcionan la estructura de soporte y estabilidad a la articulación (Figuras 14-14 y 14-15). Una dislocación, similar a una fractura, produce un área de inestabilidad que el proveedor de atención prehospitalaria necesita asegurar. Las dislocaciones pueden producir un gran dolor. También son difíciles de distinguir clínicamente de una fractura, y suelen estar asociadas con ésta como dislocación-fractura. La deformidad de la articulación ofrece una pista sobre el tipo de dislocación presente.

Las personas que han tenido dislocaciones previas tienen ligamentos más flojos de lo normal y son propensas a contraer trastornos más frecuentes, a menos que se corrija el problema quirúrgicamente. A diferencia de aquellos con dislocación por primera vez, estos

pacientes con frecuencia están familiarizados con su lesión y pueden ayudar en su evaluación y estabilización.

Manejo

Como regla general, si se sospecha de una dislocación, se debe entablillar en la posición encontrada. La articulación se puede manipular con suavidad para intentar devolver el flujo de sangre cuando el pulso es débil o ausente. Sin embargo, si el tiempo de traslado al hospital es breve, lo mejor es proceder a la remisión en lugar de intentar la manipulación. Una eventual manipulación ocasionará mucho dolor al paciente, por lo que éste debe estar preparado antes de mover la extremidad. Se utiliza una férula para inmovilizar la mayoría de las dislocaciones, mientras que en las lesiones de hombro se recurre al cabestrillo. Es importante documentar cómo se encontró la lesión y la presencia de pulsos, movimiento, sensación y el color antes y después de la inmovilización. Durante el traslado se utiliza hielo o compresas frías para reducir el dolor y la inflamación. También se proporciona analgésico para aminorar el malestar.

El intento de reducción de una dislocación se efectúa sólo cuando lo permitan los protocolos escritos o el control médico en línea, y si el proveedor de atención prehospitalaria está debidamente capacitado en las técnicas correspondientes. Todos los intentos deben estar documentados de forma apropiada.

Consideraciones especiales

Paciente de trauma multisistémico crítico

El cumplimiento de las prioridades de evaluación primaria en pacientes con trauma multisistémico que incluye extremidades lesionadas no implica ignorarlas o que éstas no deban protegerse de un daño mayor. Más bien significa que ante un paciente con daño traumático en estado crítico y lesiones en las extremidades que no sangran, *la vida tiene prioridad sobre las extremidades*. La atención debe centrarse en el mantenimiento de las funciones vitales a través de la reanimación, y sólo se deben tomar medidas limitadas para atender las extremidades, independientemente de cuán dramática parezca la afectación. Al inmovilizar en forma adecuada a un paciente en una tabla larga, todas las extremidades y el esqueleto quedan entablillados básicamente en una posición anatómica y facilitan su traslado. No es necesario concluir la evaluación secundaria si los problemas que ponen el peligro la vida identificados en la evaluación primaria requieren intervenciones continuas, y si el tiempo de traslado es corto. Si por ello se difiere una evaluación secundaria, el proveedor de atención prehospitalaria simplemente documenta los hallazgos que no permitieron realizarla.

Manejo del dolor

La analgesia se debe considerar en pacientes con traumatismo aislado de extremidades y fracturas de cadera.⁸ Primero se intentan las intervenciones básicas que proporcionan alivio eficaz al dolor (es decir, la inmovilización de fracturas sospechosas y el uso de

bolsas de hielo), así como buenas habilidades de comunicación con el paciente para disminuir la ansiedad. Los protocolos para el uso de analgésicos deben seguirse conforme a indicaciones y contraindicaciones claras. Los ejemplos de intervención farmacéutica aceptables incluyen sulfato de morfina, fentanilo, óxido nítrico y antiinflamatorios no esteroides (AINE).

El paciente debe ser monitoreado con la documentación apropiada antes y después de la administración del analgésico. Dicho monitoreo incluye la oximetría de pulso continua y los signos vitales de serie, incluyendo pulso, frecuencia respiratoria y tensión arterial. La capnografía continua, proporciona las primeras señales de advertencia de que un paciente se está medicando en exceso ("narcotizado").⁹ Cualquier protocolo de manejo del dolor debe incluir la garantía de que la naloxona está disponible de inmediato si es necesario invertir los efectos secundarios de los analgésicos narcóticos.

Los analgésicos se recomiendan para lesiones de extremidades y articulaciones aisladas, pero en general no para traumatismo multisistémico. Una vez que se estabiliza y entablilla la fractura o dislocación, el paciente debe experimentar una marcada disminución del dolor. La estabilización de la extremidad afectada disminuye la cantidad de movimiento de la zona, aminorando el malestar. El paciente debe ser observado para detectar signos de consumo de alcohol o de drogas, si no parece tener mucho dolor a pesar de la presencia de lesiones significativas.

Los medicamentos para el dolor deben utilizarse con prudencia y de acuerdo con la tolerancia del paciente. No es recomendable administrar analgésicos si:

1. El paciente presenta o desarrolla signos y síntomas de shock
2. El dolor se alivia significativamente con la estabilización y la férula
3. El paciente parece estar bajo la influencia de drogas o alcohol

El medicamento no se debe suministrar sin conocer sus posibles complicaciones.

El dolor moderado a intenso se puede combatir con un AINE, como ketorolaco, administrado por vía IV, mientras que el dolor intenso por lo común se trata con narcóticos (opióceos). La morfina y el fentanilo son los más utilizados. La depresión respiratoria, incluso apnea, es la mayor preocupación de los posibles efectos perjudiciales de los narcóticos. Otro efecto adverso inquietante deriva de que son vasodilatadores. Esto es de especial preocupación en los pacientes de trauma, ya que se encuentran en un estado de shock compensado (Clase II) y pueden presentar hipovolemia "manifiesta" por el narcótico o desarrollar hipotensión profunda. En pacientes con potencial de shock compensado se debe administrar por vía IV la dosis más baja posible y ajustar lentamente en forma ascendente hasta que se observe un alivio satisfactorio del dolor. En personas traumatizadas lo mejor es administrar los narcóticos por vía IV, ya que las dosis intramusculares son absorbidas de manera irregular si hay presencia de hipoperfusión. Otras reacciones adversas posibles con los narcóticos incluyen náusea y émesis, mareo, sedación y euforia. Es por ello que estos agentes se manejan con precaución en pacientes con lesiones en la cabeza porque pueden exagerar la hipertensión

intracraneal. Los datos indican que los efectos analgésicos y adversos de la morfina y el fentanilo son comparables.¹⁰

Morfina

La morfina es para uso en pacientes con dolor de moderado a intenso. La dosis se ajusta con la respuesta del paciente al dolor y su estado fisiológico. Se administra por vía IV, intramuscular o subcutánea. La dosis IV para adulto por lo general es de 2.5 a 15 mg (o 0.05 a 0.1 mg/kg), aplicada lentamente durante varios minutos mientras se monitorea al paciente en caso de signos de alivio y complicaciones. En la administración intramuscular o subcutánea, la dosis para adultos es de 10 mg por 70 kg de peso corporal.

Fentanilo

El fentanilo tiene propiedades que lo hacen atractivo para los pacientes de trauma prehospitalario. Tiene inicio rápido y no causa aumento en la liberación de histamina (como la morfina), que agrava la hipotensión en pacientes hipovolémicos. Al igual que con todos los narcóticos, la dosis se ajusta al alivio y el estado fisiológico general del paciente. La dosis típica de adultos es de 50 a 100 mcg. 1 a 2 mcg/kg es la dosis común para niños. Los efectos adversos son semejantes a los de la morfina, pero las contraindicaciones específicas incluyen alergia al fentanilo, lesión cerebral traumática con posible aumento de la presión intracraneal, depresión respiratoria y pérdida de control de la vía aérea.

Ketamina

La ketamina, un agente disociativo en dosis altas y un analgésico en dosis bajas, tiene un efecto limitado en el impulso respiratorio y no causa hipotensión.¹¹ Por lo común se utiliza en Europa y está ganando aceptación en Estados Unidos a pesar de su administración como analgésico, un uso que no se incluye en la etiqueta. El Committee on Tactical Combat Casualty Care recomendó recientemente la ketamina como una opción para el control del dolor en el campo de batalla, y se ha incorporado al curso de Tactical Combat Casualty Care (TCCC). Se administra a través de muchas vías, incluyendo la IV, intramuscular, intraósea, intranasal, oral y rectal. La dosis inicial estándar es de 15 a 30 mg IV, 50 mg por vía intranasal (a través de atomizador), o 50 a 75 mg por vía intramuscular para el control del dolor, aunque tal vez se necesiten dosis más altas para los procedimientos con sedación en situaciones como la intubación. Debido a que no causa hipotensión y, de hecho, aumenta la frecuencia cardíaca y la tensión arterial, la ketamina se utiliza para proporcionar analgesia en pacientes con disminución de la tensión arterial cuando no sea adecuado el uso de narcóticos. La evidencia limitada sugiere que este agente aumenta la presión intracraneal y la presión intraocular. Por tanto, a la fecha no se recomienda su uso en pacientes con sospecha de lesión cerebral traumática o trauma penetrante de los ojos; sin embargo, recientemente se cuestionaron estos temas de preocupación.¹²⁻¹⁴ Se ha comprobado la seguridad y eficacia del uso prehospitalario de la ketamina en la analgesia y la sedación en procedimientos.^{15, 16}

Alivio de la ansiedad (ansiólisis)

El tratamiento del dolor en pacientes con traumatismo implica manejar el dolor físico y la ansiedad producida tanto por el malestar como por la situación en que se encuentran. Los analgésicos ayudan a combatir el dolor y los sedantes amortiguan la ansiedad. Las benzodiacepinas como diazepam, midazolam, lorazepam y alprazolam son las más conocidas y tienen la ventaja adicional de proporcionar una amnesia anterógrada. Los pacientes con frecuencia no recordarán los detalles de lo que ocurrió durante algún tiempo después de administrado el medicamento. El uso de un narcótico y benzodiacepina juntos tiene un efecto sinérgico que podría proporcionar un beneficio adicional al alivio del dolor y la ansiedad; sin embargo, se deben administrar con sumo cuidado las dosis simultáneas, ya que el efecto combinado en los sistemas respiratorio y circulatorio puede conducir a depresión respiratoria e hipotensión.

Amputaciones

Cuando el tejido se separa totalmente de una extremidad, no se nutre ni se oxigena. Este tipo de lesión se denomina *amputación* o *avulsión*. Una amputación es la pérdida de parte o la totalidad de una extremidad, y una avulsión implica que se desgarran la piel y el tejido blando subyacente. En estas lesiones el sangrado puede ser intenso al principio; sin embargo, los vasos en el sitio afectado se estrechan y retraen combinándose con la coagulación, lo que disminuye la pérdida de sangre. No obstante, el movimiento puede alterar la coagulación y reactivar el sangrado. Todas las amputaciones van acompañadas de hemorragias importantes, más aún con amputaciones parciales. Cuando los vasos están completamente seccionados, se retraen y contraen, y se forman coágulos sanguíneos que disminuyen o detienen la hemorragia; sin embargo, si un vaso se secciona sólo parcialmente, no se retraen los dos extremos y la sangre sigue fluyendo del orificio.

Las amputaciones a menudo son evidentes en la escena (Figura 14-16). Este tipo de lesión recibe mucha atención de los espectadores, y el paciente puede no saber que le falta la extremidad. Psicológicamente, el proveedor de atención prehospitalaria necesita atender esta lesión con cautela (Figura 14-17). El paciente puede no estar preparado para enfrentar la pérdida y se le debe informar después de ser evaluado y tratado.

Es preciso localizar la extremidad faltante para su eventual reincorporación. Incluso si no es posible recuperar la función completa de la extremidad, el paciente puede recobrar una función parcial. La evaluación primaria se realiza antes de buscar una extremidad faltante, a menos que se cuente con la ayuda de un número adecuado de personal de urgencias. El aspecto de una amputación puede ser horrible, pero si el paciente no tiene una vía aérea permeable o no respira, la pérdida de la extremidad es secundaria a las prioridades que amenazan la vida.

Las amputaciones son muy dolorosas. El dolor se debe manejar una vez que en la evaluación primaria se excluyan problemas que pongan en peligro la vida (Figura 14-18).



Figura 14-16 Amputación completa de la pierna derecha después de ser atrapada en una maquinaria.

Fuente: Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.

Figura 14-17 Dolor fantasma

En algunas circunstancias el paciente refiere dolor distal a la amputación. Este dolor fantasma es la sensación de que existe dolor en una extremidad faltante. No se conoce totalmente la razón para el dolor fantasma, pero es posible que el cerebro no se dé cuenta de la ausencia de la extremidad. Esta sensación por lo común no está presente en el momento de la lesión inicial.

Manejo

Los principios para el manejo de una parte amputada incluyen:

1. Limpiar la zona cercenada con un ligero lavado de solución de Ringer lactato (RL).
2. Envolver la parte en una gasa estéril humedecida con solución de RL y colocarla en una bolsa de plástico o recipiente.
3. Después de etiquetar el contenedor, depositarlo en un recipiente externo lleno de hielo picado.
4. No congelar la porción colocándola directa sobre el hielo ni añadir otro refrigerante como hielo seco.
5. Transportar la parte junto con el paciente al centro correspondiente más cercano.¹⁷

Cuanto más tiempo permanezca la porción amputada sin oxígeno, menos probable será recolocarla con éxito. Enfriar el

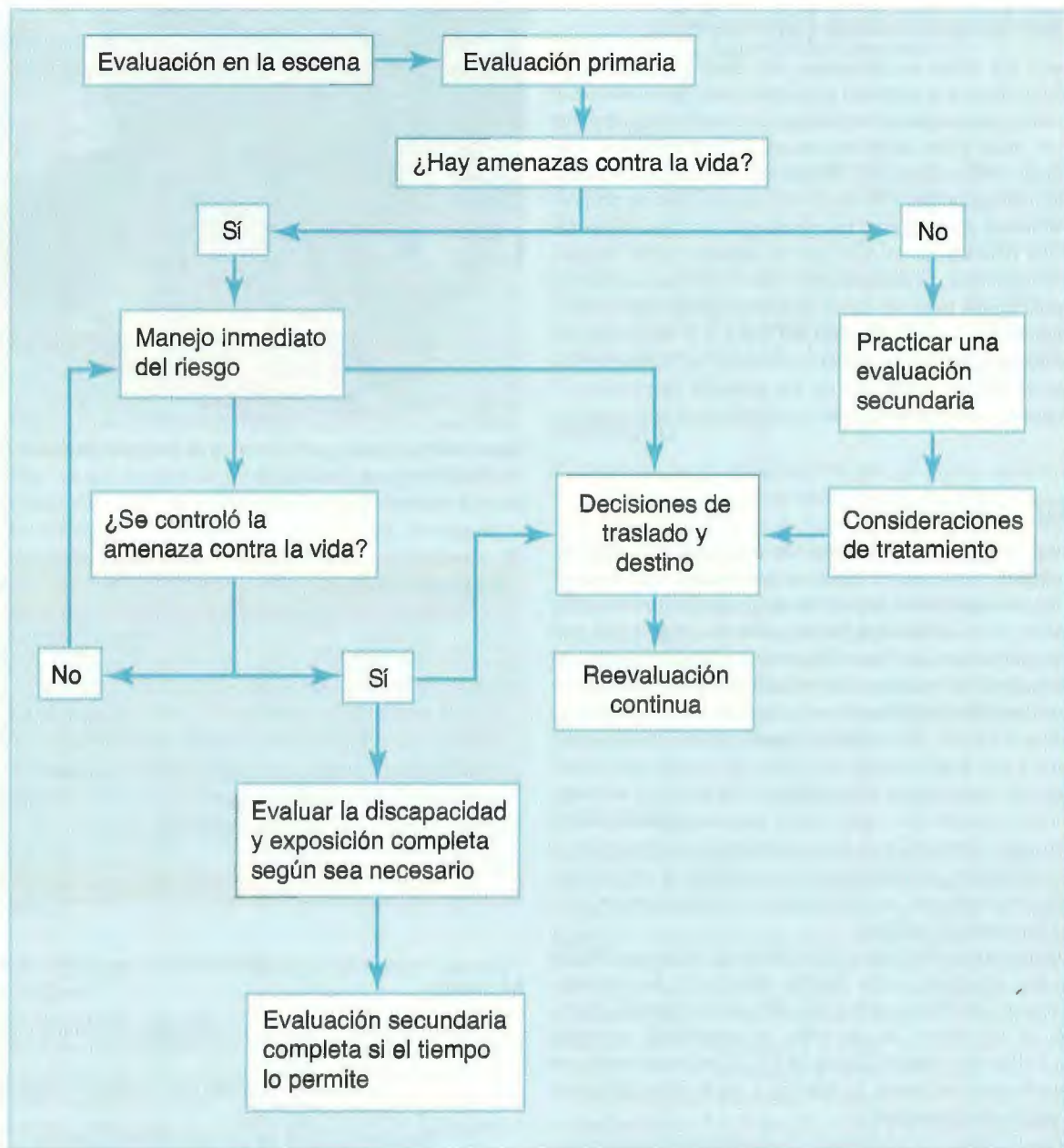


Figura 14-18 Algoritmo de la evaluación primaria.

segmento del cuerpo amputado, sin congelarlo, reduce la velocidad metabólica y prolonga este tiempo crítico. Sin embargo, no se garantiza la reimplantación satisfactoria o el funcionamiento final. Debido a que las prótesis de las extremidades inferiores en general permiten que el paciente reanude una vida casi normal, rara vez se considera su reimplante. Además, sólo se valoran para este fin las amputaciones de corte limpio en individuos por lo demás sanos, más jóvenes. Los fumadores son menos propensos a lograr un reimplante satis-

factorio porque la nicotina del tabaco es un vasoconstrictor potente y compromete el flujo sanguíneo hacia el segmento reimplantado. Los pacientes que son candidatos para el reimplante de los dedos (en especial el pulgar) o de una mano/antebrazo deben ser transportados a un centro de trauma de nivel I porque los centros de nivel II y III a menudo carecen de capacidad para hacerlo.

No se debe retrasar el traslado de un paciente para localizar una parte amputada. Si no se le encuentra con facilidad, los oficiales de

policía u otro personal de respuesta de urgencias deberán permanecer en el lugar para buscarla. Cuando el segmento amputado se transporta en un vehículo separado del paciente, el proveedor de atención prehospitalaria debe asegurarse de que quienes lo transportan entienden claramente a dónde se traslada a éste y cómo manejar la parte una vez que se encuentra. El centro receptor deberá ser notificado tan pronto como se localice la porción para trasladarla tan rápido como sea posible.

Amputación en campo

En general, muchas extremidades que parecen irremediablemente atrapadas pueden ser liberadas con experiencia adicional en extricación. Si el paciente tiene la extremidad atrapada en una máquina, un experto que poco se toma en cuenta es la persona de mantenimiento encargada de su reparación. Esta persona por lo general tiene el conocimiento técnico para desmontar rápidamente y retirar partes de una máquina, lo que facilita la extricación. En raras ocasiones un paciente puede tener una extremidad atrapada para la cual la ampu-

tación en campo sea una opción razonable. Un sistema de trauma regional debe considerar el desarrollo de un equipo de amputación en campo adecuadamente equipado (Figura 14-19). Aunque rara vez se utiliza, este equipo ha demostrado salvar vidas.¹⁸ Aunque la amputación formal en campo no se considera parte del alcance de la práctica de los proveedores de atención prehospitalaria en Estados Unidos, algunas extremidades atrapadas pueden estar conectadas por sólo una pequeña hebra de tejido. La decisión de cortar este tejido o esperar a que un médico llegue a la escena debe tomarse en consulta con la supervisión médica. Si se necesita una amputación sustancial, lo ideal es que la realice un cirujano capacitado debido a sus conocimientos anatómicos y experiencia técnica requeridos. Tal vez se deba administrar una cantidad importante de sedación para el procedimiento, incluyendo la intubación.

Síndrome compartimental

El síndrome compartimental se refiere a una condición que amenaza la extremidad en la que el suministro de sangre se ve comprometido

Figura 14-19 Equipo para amputación en campo

Se puede armar y mantener este equipo en el vehículo del director o supervisor médico por si se necesita una amputación en campo. Las listas que se presentan a continuación contienen un ejemplo de los diversos componentes que debe incluir.

Instrumentos médicos:

- Tijeras curvas Mayo 1
- Pinzas hemostáticas curvas 4
- Abrazaderas Kelly, regular 2
- Soporte de aguja, regular 2
- Abrazaderas de toallas 4
- Fórceps con dientes, regular 1
- Retractor de rastrillo de seis puntas, con filo 2
- Mangos de sierra Gigli 2
- Alambre de sierra Gigli 3
- Cuchillo de amputación 1
- Cortador óseo 1

Materiales desechables:

- Batas quirúrgicas estériles
- Guantes quirúrgicos estériles
- Bisturí, hoja del #10
- Toallas estériles (paquete de 4)
- Almohadillas para las piernas (paquete de 10)

- Gasa estéril
- Cera ósea

Suministros de sutura:

- Nudos de seda 2-0
- Nudos de seda 0
- Seda del 0 en la aguja atraumática
- Seda de 2-0 sobre la aguja gastrointestinal (GI), multipack
- Seda de 3-0 en la aguja GI, multipack

Suministros para vendajes:

- Rollo de gasa
- Apósitos para vendajes (**ABD**, *army battle dressing*), grandes
- Vendas elásticas, 4 pulgadas
- Vendas elásticas, 6 pulgadas

Medicamentos:

- Agentes bloqueadores neuromusculares (succinilcolina, vecuronio, etc.)
- Ketamina
- Fentanilo

Manejo de la vía aérea (si no son unidades de SMU):

- Bandeja de intubación
- Tubos endotraqueales

por un aumento de la presión en el miembro. Los músculos de las extremidades están envueltos por un denso tejido conectivo llamado **fascia**. Esta fascia forma numerosos compartimentos en las extremidades en las cuales están contenidos los músculos. El antebrazo tiene tres compartimentos, y la pierna inferior (pantorrilla) tiene cuatro. La fascia muscular muestra un estiramiento mínimo, y cualquier cosa que aumente la presión dentro de los compartimentos puede desencadenar un síndrome compartimental.

Las dos causas más comunes de este síndrome son la hemorragia dentro de un compartimento por una fractura o lesión vascular, y un edema del tercer espacio que se forma cuando el tejido muscular isquémico se reperfundido después de un periodo de disminución o ausencia de flujo sanguíneo. Sin embargo, una férula o un yeso aplicado con demasiada fuerza también suelen ocasionar un síndrome compartimental.

A medida que la presión en el compartimento aumenta más allá de la presión capilar (aproximadamente 30 mm Hg), el flujo se ve afectado hacia los capilares. El tejido suministrado por estos vasos se vuelve isquémico. La presión puede seguir acumulándose hasta el punto en que incluso comprometa el flujo arterial por la compresión en las arterias.

Los dos primeros signos de un síndrome compartimental en desarrollo son dolor y *parestesia* (sensaciones anormales como ardor, pinchazos, hormigueo o cosquilleo) de la extremidad afectada. El dolor se describe a menudo como fuera de proporción con la lesión y aumenta drásticamente con el movimiento pasivo de un dedo o dedo del pie en esa extremidad. Los nervios son sumamente sensibles al suministro de sangre, y cualquier flujo sanguíneo comprometido pronto se manifiesta como parestesia. El hecho de que estos síntomas normalmente se asocien con una fractura menosprecia la necesidad de exploraciones circulatoria, motora y sensorial iniciales, así como de exploraciones seriadas repetidas para que el proveedor de atención prehospitalaria pueda identificar los cambios.

Los otros tres signos "clásicos" del síndrome compartimental —ausencia de pulso, palidez y parálisis— son hallazgos tardíos e indican un síndrome claro y una extremidad en peligro de muerte muscular (necrosis). La ausencia de pulso es un hallazgo relativamente poco común, ya que indica la presencia de una lesión vascular, menos frecuente que una fractura, o que la presión en el compartimento que contiene el vaso sanguíneo en cuestión es superior a la presión sistólica, una complicación muy tardía. Los compartimentos también pueden estar sumamente tensos y rígidos a la palpación, aunque es difícil juzgar las presiones compartimentales con la exploración física.

Manejo

En el hospital, las presiones compartimentales se miden en las extremidades en las que se sospecha el síndrome. Definitivamente, éste sólo puede manejarse en el hospital mediante intervención quirúrgica (*fasciotomía*), con una incisión a través de la piel y la fascia en los compartimentos afectados para descomprimir el síndrome.

En campo sólo se pueden intentar las maniobras básicas. Se retira cualquier férula o vendajes aplicados y se reevalúa la perfusión distal. Debido a que el síndrome compartimental se puede desarrollar durante un traslado largo, las exploraciones de serie son fundamentales para su identificación temprana.

Síndrome de aplastamiento

El síndrome de aplastamiento, también conocido como **rabdomiólisis traumática**, es una entidad clínica caracterizada por la insuficiencia renal y la muerte después de un traumatismo muscular grave. Se describió por primera vez en la Primera Guerra Mundial entre los soldados alemanes rescatados de trincheras colapsadas, y de nuevo en la Segunda Guerra Mundial en los pacientes rescatados de edificios derrumbados durante el bombardeo de Londres. En la segunda conflagración el síndrome de aplastamiento tenía una tasa de mortalidad superior a 90%. Durante la Guerra de Corea la mortalidad fue de 84%, pero después de la llegada de la hemodiálisis se redujo a 53%. En la Guerra de Vietnam la tasa de mortalidad fue de aproximadamente 50%.

No obstante, la importancia del síndrome de aplastamiento no se debe limitar a un interés histórico o militar. Alrededor de 3 y 20% de los sobrevivientes de terremotos, y cerca de 40% de los sobrevivientes de edificios derrumbados presentan lesiones por aplastamiento.^{19,20} En 1978, en un terremoto cerca de Beijing, China, más de 350 000 personas resultaron heridas y 242 769 murieron; de este total, más de 48 000 perecieron a causa del síndrome de aplastamiento. Es muy común que los mecanismos de éste incluyan atrapamiento por colapso en una zanja o de una construcción, o por colisión de vehículos automotrices.

El síndrome de aplastamiento se debe a una lesión de tipo apisonamiento en grandes masas musculares, que por lo regular implica el muslo o la pantorrilla. Esta lesión ocurre cuando la destrucción del músculo libera la molécula conocida como mioglobina. La **mioglobina** es una proteína de las células musculares que se encarga de proporcionarle a la carne su característico color rojo. Su función en el tejido muscular es servir como sitio de almacenamiento intracelular de oxígeno. Sin embargo, si se libera mioglobina del músculo dañado, tiene la capacidad de dañar los riñones y generar insuficiencia renal aguda.

Los pacientes con síndrome de aplastamiento se identifican por:

- Atrapamiento prolongado
- Lesión traumática de la masa muscular
- Circulación comprometida en la zona lesionada

No obstante, la lesión traumática del músculo libera no sólo mioglobina, sino también potasio. Una vez que el paciente ha sido extricado, el miembro afectado pronto se perfunde con sangre nueva; al mismo tiempo, la sangre anterior, que contiene niveles elevados de mioglobina y potasio, sale de la zona lesionada hacia el resto del cuerpo. Las elevadas concentraciones de potasio ocasionan disritmias cardíacas potencialmente mortales, y la mioglobina libre produce orina de color té o cola, y con el tiempo desencadena insuficiencia renal.

Cabe destacar que la rabdomiólisis traumática se presenta a menudo en personas de edad avanzada que se caen, que quizás resientan fractura de cadera y sean incapaces de levantarse, o en individuos que caen en un baño y se atorán entre la tina y el retrete. Los encuentran luego de horas o días, después de haber permanecido inmóviles en la misma posición, a menudo sobre una superficie dura. El peso de su cuerpo en los músculos durante un periodo prolongado conduce a la degradación muscular que resulta en rabdomiólisis traumática.

Manejo

La clave para mejorar los resultados en el síndrome de aplastamiento es una reanimación con líquidos oportuna y agresiva. Es importante que el proveedor de atención prehospitalaria recuerde que las toxinas se acumulan dentro de la extremidad atrapada durante el proceso de extricación. Una vez que ésta se libera, las toxinas acumuladas se lavan en la circulación central, semejante a un bolo de veneno. Por tanto, el éxito dependerá de la minimización de los efectos tóxicos de la mioglobina y el potasio acumulados antes de la liberación de la extremidad. La reanimación tiene que ocurrir previo a la extricación.²¹ Un retraso en la reanimación con líquidos dará lugar a insuficiencia renal en 50% de los casos, y un retraso de 12 horas o más producirá insuficiencia renal en casi 100% de las víctimas. Algunos autores han defendido que se retrase la extricación final hasta reanimar adecuadamente al paciente.²² Un paciente mal reanimado puede entrar en paro cardíaco durante el rescate debido a la liberación repentina de ácido metabólico y potasio en el torrente sanguíneo cuando se libera la compresión en la extremidad.²³

La reanimación con líquidos se realiza con solución salina normal a una velocidad de hasta 1500 mL por hora para garantizar una producción renal adecuada de 150 a 200 mL por hora. Se evita la solución de Ringer lactato hasta que la producción de orina sea adecuada debido a la presencia de potasio en el líquido IV. La adición de 50 miliequivalentes (mEq) de bicarbonato de sodio y 10 gramos de manitol a cada litro de líquido utilizado durante el periodo de liberación puede ayudar a disminuir la incidencia de insuficiencia renal. Ya que el paciente ha sido liberado, se puede bajar la velocidad de la solución salina normal a 500 mL por hora, alternando con 5% de dextrosa en agua (D₅W), con una ampolla de bicarbonato de sodio por litro.²⁴

Una vez que se estabiliza la tensión arterial y se restablece el estado del volumen, la atención vuelve hacia la profilaxis contra la hiperpotasiemia y los efectos tóxicos de la mioglobina sérica. La hiperpotasiemia en campo se reconoce por el desarrollo de picos de ondas T en el monitor cardíaco. El tratamiento del aumento de potasio sigue los protocolos estándar para la hiperpotasiemia, incluyendo la administración de bicarbonato de sodio IV, beta agonistas inhalados (albuterol), dextrosa e insulina (si está disponible) y, si se producen arritmias cardíacas potencialmente mortales, cloruro de calcio IV. La alcalinización de la orina proporciona cierto grado de protección a los riñones; sin embargo, la clave es mantener el aumento de la producción de orina (por lo general en el rango de 50 a 100 mL/h).

Extremidad mutilada

Una "extremidad mutilada" se refiere a una lesión compleja que resulta de la transferencia de alta energía en la que se produce una lesión significativa de dos o más de los siguientes componentes: (1) piel y músculo, (2) tendones, (3) hueso, (4) vasos sanguíneos y (5) nervios (Figura 14-20). Los mecanismos comunes que producen la mutilación de una extremidad incluyen accidente de motocicleta, expulsión de un accidente de vehículo automotriz y peatón atropellado por un automóvil. Cuando se les encuentra, las víctimas pueden estar en shock por la pérdida de sangre ya sea externa o hemorragia por lesiones asociadas, que son comunes debido al mecanismo de alta energía. La mayoría de las extremidades mutiladas involucra fracturas abiertas graves y es posible que en



Figura 14-20 Extremidad mutilada resultante de una lesión por aplastamiento entre dos vehículos. El paciente tiene fracturas y una lesión extensa de tejidos blandos.

Fuente: Cortesía de Peter T. Pons, MD, FACEP.

50 a 75% de los pacientes sea necesaria la amputación. En algunas víctimas se puede salvar la extremidad, por lo común después de seis a ocho procedimientos, y el éxito depende a menudo de la experiencia de los cirujanos de trauma y ortopedia.

Manejo

Incluso con una extremidad mutilada, la atención se centra todavía en la evaluación primaria para descartar o tratar condiciones potencialmente mortales. Tal vez se requiera controlar una hemorragia, incluyendo el uso de un torniquete. Si el estado del paciente lo permite, se entablilla la extremidad mutilada. Estos pacientes probablemente reciban la mejor atención en centros de trauma de nivel I de alto volumen.

Esguinces

Un **esguince** es una lesión en la que se estiran o desgarran los ligamentos. Son causados por una torsión súbita de la articulación más allá de su rango normal de movimiento. Se caracterizan por un dolor significativo, inflamación y posible hematoma. Externamente, los esguinces pueden parecerse a una fractura o dislocación. La diferenciación definitiva entre uno y otro sólo se distingue a través de un estudio radiográfico. En el ámbito prehospitalario es razonable entablillar un presunto esguince en caso de que resulte ser una fractura o dislocación. Una compresa de hielo o fría puede ayudar a aliviar el dolor, así como el uso de narcóticos.

Manejo

El manejo general de sospecha de lesiones en las extremidades incluye:

1. Identificar y tratar cualquier y todas las lesiones mortales observadas en la evaluación primaria.

2. Detener cualquier hemorragia externa y tratar al paciente en caso de shock.
3. Evaluar la función neurovascular distal.
4. Apoyar el área de la lesión.
5. Inmovilizar la extremidad afectada, incluyendo las articulaciones por encima y por debajo del sitio de la lesión.
6. Evaluar de nuevo la extremidad lesionada después de la inmovilización para detectar cambios en la función neurovascular distal.
7. Proporcionar manejo del dolor según corresponda.

Transportación prolongada

Los pacientes con traumatismo de las extremidades a menudo tienen lesiones coexistentes. La continua pérdida de sangre interna puede deberse a lesiones abdominales o torácicas, y durante un transporte prolongado se tendrá que revalorar con frecuencia la evaluación primaria para asegurar que se identificaron todas las condiciones que amenazan la vida y no han surgido otras nuevas. Los signos vitales se deben obtener a intervalos regulares. Las soluciones cristaloides intravenosas se administran a cierta velocidad para mantener una perfusión adecuada, a menos que se sospeche una hemorragia interna significativa en la pelvis, abdomen o tórax.

Durante transportes largos, el proveedor de atención prehospitalaria tiene que prestar mayor atención a la perfusión de las extremidades. En aquellas con suministro vascular comprometido puede intentar restaurar la colocación anatómica normal para optimizar las

posibilidades de mejorar el flujo sanguíneo. Del mismo modo, la dislocación con una alteración de la circulación distal se debe considerar para su reducción en campo. La perfusión distal, incluyendo pulsos, color y temperatura, así como las funciones motora y sensorial deben ser exploradas en serie. Los compartimentos se palpan para prever el desarrollo de síndromes de compartimento potenciales.

Es necesario tomar medidas para garantizar la comodidad del paciente. Los dispositivos para férulas deben ser cómodos y bien acolchados. Se evalúan las extremidades por los puntos potenciales dentro de la férula en que la presión podría contribuir a crear una úlcera, sobre todo en una extremidad con perfusión comprometida. La analgesia narcótica parenteral se administra a intervalos regulares, con monitoreo de la frecuencia respiratoria, tensión arterial, oximetría de pulso y capnografía, si la hay. Si hay presencia de personal debidamente capacitado, los bloqueos nerviosos puede ser particularmente reconfortantes para el paciente, como en el caso de un bloqueo del nervio femoral por una fractura de diáfisis del fémur.

Las heridas contaminadas se deben irrigar con solución salina normal para eliminar la materia de partículas densas (p. ej., tierra, césped). Si el transporte tarda más de 120 minutos, y si los protocolos lo permiten y el personal correspondiente está presente, se pueden administrar antibióticos a pacientes con fracturas abiertas. Una cefalosporina de primera generación, cefazolina, es suficiente para fracturas menores abiertas, mientras que un agente de espectro más amplio, como cefoxitina, se podría administrar para una fractura abierta más grave. Si una parte del cuerpo ha sido amputada, también se debe evaluar periódicamente que se mantenga fresca, pero no se congela ni se macera (ablanda) por inmersión en agua.



Resumen

- En los pacientes con traumatismo multisistémico, la atención se dirige hacia la evaluación primaria y la identificación y manejo de todas las lesiones que amenazan la vida, incluyendo hemorragia interna o externa en las extremidades.
- Los proveedores de atención prehospitalaria deben tener cuidado de no distraerse de atender las condiciones potencialmente mortales por el aspecto desagradable y dramático de las lesiones no críticas o por petición del paciente para su manejo.
- Una vez evaluado totalmente el paciente, y si sólo se encontraron lesiones aisladas sin implicación sistémica, se abordan las lesiones no críticas.
- Se deben inmovilizar las lesiones musculoesqueléticas, en el orden de su amenaza a la vida, con el fin de evitar mayor perjuicio y ofrecer comodidad, así como poco alivio del dolor.
- Cuando el mecanismo de la lesión indica cambios repentinos y violentos en el movimiento, politraumatismo o traumatismo de la médula, se debe esperar un deterioro sistémico potencial, y la evaluación debe incluir la edad, estado físico y antecedentes médicos del paciente.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Es una hermosa tarde de sábado de junio. Usted ha sido enviado a una pista de carreras de motociclismo local porque un piloto se lesionó. A su llegada, encargados de la pista lo acompañan a una zona justo enfrente de la tribuna, donde el equipo médico de la pista (dos personas del servicio médico de urgencias sin transporte) atiende sobre el piso a un paciente en decúbito supino.

Uno de los integrantes del servicio médico le informa que el paciente es conductor de una motocicleta, que participó en una carrera de la categoría de 350 cc junto con 14 motociclistas, y que tres de ellos colisionaron frente a la tribuna. Los otros dos pilotos resultaron ilesos, pero el paciente no se pudo poner de pie o moverse sin experimentar dolor significativo en la pierna derecha y la pelvis. No muestra pérdida de la conciencia y, además del dolor en la pierna, no reporta otras quejas. El equipo médico ha mantenido al paciente en posición supina con estabilización manual de la extremidad inferior derecha.

Conforme evalúa al paciente, se entera de que es un hombre de 19 años de edad, consciente y alerta, sin antecedentes médicos ni traumatismos anteriores. Sus signos vitales iniciales son los siguientes: tensión arterial de 104/68 milímetros de mercurio (mm Hg), frecuencia del pulso de 112 latidos/minuto, frecuencia respiratoria de 24 respiraciones/minuto, y piel pálida y sudorosa. El joven indica que chocó contra otro conductor cuando salía de una esquina, y cayó. Afirma que al menos una moto le atropelló la pierna derecha. En la inspección visual observa acortamiento de esta extremidad en comparación con el lado izquierdo, así como sensibilidad y hematomas en el área anterior media del muslo.

- ¿Qué le indica la cinemática de este evento acerca de las lesiones potenciales para el paciente?
- ¿Qué tipo de lesión tiene y cuáles serían las prioridades de atención?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Con la ayuda de su compañero aplicó una férula de tracción a la fractura de diáfisis del fémur de la pierna derecha. Después de asegurar al paciente en la camilla, pudo moverlo a la ambulancia para el traslado al hospital. Una vez en la ambulancia, se le administró oxígeno con mascarilla y se estableció una vía IV. El paciente declaró que después de colocarle la férula, el alivio a su dolor mejoró significativamente, y que en el momento no necesitó analgésicos. Sus signos vitales permanecieron sin cambios durante el traslado.

Referencias

1. Williams B, Boyle M. Estimation of external blood loss by paramedics: is there any point? *Prehosp Disaster Med.* 2007;22(6):502-506.
2. Beekley AC, Sebesta JA, Blackburne LH, et al. Prehospital tourniquet use in Operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. *J Trauma.* 2008;64:S28-S37.
3. Dorlac WC, DeBakey ME, Holcomb JB, et al. Mortality from isolated civilian penetrating extremity injury. *J Trauma.* 2005;59:217-222.
4. Kragh JF, Walters TJ, Baer DG, et al. Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma. *J Trauma.* 2008;64:S38-S50.
5. Kragh JF, Walters TF, Baer DG, et al. Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. *Ann Surg.* 2009;249:1-7.
6. Kragh JF, Littrel ML, Jones JA, et al. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding. *J Emerg Med.* 2011;41(6):590-597.
7. Wood SP, Vrahas M, Wedel S. Femur fracture immobilization with traction splints in multisystem trauma patients. *Prehosp Emerg Care.* 2003;7:241.
8. Alonso-Serra HM, Wesley K. Prehospital pain management. *Prehosp Emerg Care.* 2003;7:842.
9. Hatlestad D. Capnography in sedation and pain management. *J Emerg Med Serv.* 2005;34:65.
10. Galinski M, Dolveck F, Borron SW, et al. A randomized, double-blind study comparing morphine with fentanyl in prehospital analgesia. *Am J Emerg Med.* 2005;23:114.
11. Schmid RL, Sandler AN, Katz J. Use and efficacy of low-dose ketamine in the management of acute postoperative pain: a review of current techniques and outcomes. *Pain.* 1999;82:111-125.
12. Green SM, Roback MG, Kennedy RM, Krauss B. Clinical practice guideline for emergency department dissociative sedation: 2011 update. *Ann Emerg Med.* 2011;57:449-461.
13. Drayna PC, Estrada C, Wang W, Saville BR, Arnold DH. Ketamine sedation is not associated with clinically meaningful elevation of intraocular pressure. *Am J Emerg Med.* 2012;30:1215-1218.
14. Halstead S, Deakne S, Bajaj L, et al. The effect of ketamine on intraocular pressure in pediatric patients during procedural sedation. *Acad Emerg Med.* 2012;19:1145-1150.
15. Bredmose PP, Lockey DJ, Grier G, et al. Pre-hospital use of ketamine for analgesia and procedural sedation. *Emerg Med J.* 2009;26:62-64.
16. Sibley A, Mackenzie M, Bawden J, et al. A prospective review of the use of ketamine to facilitate endotracheal intubation in the helicopter emergency medical services (HEMS) setting. *Emerg Med J.* 2011;28:521-525.

17. Seyfer AE, American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. *Guidelines for Management of Amputated Parts*. Chicago, IL: ACS; 1996.
18. Sharp CF, Mangram AJ, Lorenzo M, Dunn EL. A major metropolitan "field amputation" team: a call to arms... and legs. *J Trauma*. 2009;67(6):1158-1161.
19. Pepe E, Mosesso VN, Falk JL. Prehospital fluid resuscitation of the patient with major trauma. *Prehosp Emerg Care*. 2002;6:81.
20. Better OS. Management of shock and acute renal failure in casualties suffering from crush syndrome. *Ren Fail*. 1997;19:647.
21. Michaelson M, Taitelman U, Bshouty Z, et al. Crush syndrome: experience from the Lebanon war, 1982. *Isr J Med Sci*. 1984;20:305.
22. Pretto EA, Angus D, Abrams J, et al. An analysis of prehospital mortality in an earthquake. *Prehosp Disaster Med*. 1994;9:107.
23. Collins AJ, Burzstein S. Renal failure in disasters. *Crit Care Clin*. 1991;7:421.
24. Sever MS, Vanholder R, Lameire N. Management of crush-related injuries after disasters. *N Engl J Med*. 2006;354:1052.

Lecturas sugeridas

- American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. Musculoskeletal trauma. In: ACS Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012:206-229.
- Ashkenazi I, Isakovich B, Kluger Y, et al. Prehospital management of earthquake casualties buried under rubble. *Prehosp Disast Med*. 2005;20:122.
- Coppola PT, Coppola M. Emergency department evaluation and treatment of pelvic fractures. *Emerg Med Clin North Am*. 2003;18(1):1.

DESTREZAS ESPECÍFICAS

Férula de tracción para fracturas de fémur

Principio: inmovilizar las fracturas de fémur para minimizar la hemorragia interna continua en el muslo

Este tipo de inmovilización se utiliza para fracturas de la diáfisis del fémur. La aplicación de la tracción y la inmovilización ayudan a reducir los espasmos musculares y el dolor, mientras que, al mismo tiempo, disminuyen el potencial de que los extremos fracturados del hueso produzcan daño adicional y aumente la hemorragia. Las férulas de tracción sólo se aplican si la condición del paciente es estable y el tiempo lo permite. No se utilizan si hay fracturas asociadas o lesiones en la rodilla o la tibia. La férula de tracción Hare se muestra para fines ilustrativos. Se pueden utilizar otras, como la férula de tracción Sager, de acuerdo con el protocolo y la política local.



© Jones & Bartlett Learning, Fotografía de Darren Stahman.

- 1 El proveedor de atención prehospitalaria expone la pierna y evalúa el estado neurovascular del paciente antes y después de cualquier manipulación. Le explica al paciente qué va a suceder y a continuación realiza la acción.



© Jones & Bartlett Learning, Fotografía de Darren Stahman.

- 2 Si la extremidad fracturada tiene una marcada deformidad, un segundo proveedor de atención prehospitalaria sujeta el tobillo y el pie y aplica una tracción suave para enderezar la fractura y restaurar la pierna del paciente a lo largo.



- 3 La férula se mide contra la pierna lesionada y se ajusta a la longitud adecuada (aproximadamente 20 a 25 cm [8 a 10 pulgadas] más allá del talón de la pierna).

© Jones & Bartlett Learning, Fotografía de Darren Stahman.

Férula de tracción para fracturas de fémur (continuación)



© Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahman.

- 4** Se aplica la correa de tobillo a la pierna lesionada. Se puede utilizar para mantener la tracción según sea necesario.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahman.

- 5** Todas las correas de seguridad de velcro deben abrirse.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahman.

- 6** Se eleva la pierna del paciente y el extremo proximal de la férula de tracción se asienta contra la tuberosidad isquiática de la pelvis.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahman.

- 7** El proveedor de atención prehospitalaria aplica la correa proximal (pubis) alrededor del muslo proximal para asegurarlo en su lugar.

Férula de tracción para fracturas de fémur (continuación)



© Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

- 8** La correa de tobillo se sujeta al gancho de tracción en el extremo distal de la férula.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

- 9** Mientras se mantiene la tracción manual, el proveedor de atención prehospitalaria gira lentamente el mecanismo de gancho de tracción para tomar la función de tracción. Una vez que se restablece la longitud de la pierna del paciente a la misma longitud que la pierna sana, el proveedor deja de girar el mecanismo de gancho de tracción.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

- 10** El proveedor de atención prehospitalaria coloca las correas de velcro restantes para fijar la pierna a la férula de tracción.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

- 11** El proveedor de atención prehospitalaria reevalúa la condición neurovascular del paciente.



Lesiones por quemaduras

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

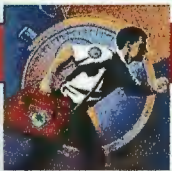
- Definir diferentes profundidades de quemaduras.
- Describir las zonas de lesiones por quemaduras.
- Explicar cómo el hielo puede ahondar su profundidad.
- Estimar el tamaño de una quemadura utilizando la regla de los nueve.
- Calcular la reanimación con líquidos con la fórmula de Parkland.
- Calcular la reanimación con líquidos utilizando la regla de 10.
- Describir las necesidades de líquidos adicionales en pacientes pediátricos con quemaduras.
- Describir los apósitos adecuados para quemaduras en la atención prehospitalaria.
- Explicar los problemas propios de las lesiones eléctricas.
- Relacionar los problemas de manejo en pacientes con quemaduras circunferenciales.
- Describir los tres elementos que participan en la inhalación de humo.
- Aplicar los principios de zonas de control para el manejo en escenas con materiales peligrosos.
- Analizar los criterios para el traslado de pacientes a centros de quemados.

ESCENARIO

Usted es llamado al incendio de una estructura residencial. Cuando llega con su unidad, se enfrenta al escenario de una casa de dos pisos totalmente envuelta en llamas, con humo negro saliendo del techo y las ventanas. Se dirige a una víctima que está recibiendo atención de los servicios médicos de urgencias (SMU). Le dicen que el paciente regresó al edificio en llamas en un intento por rescatar a su perro, y los bomberos lo sacaron inconsciente.

Su paciente es un hombre que parece tener alrededor de treinta años. La mayor parte de su ropa está calcinada. Tiene quemaduras evidentes en el rostro y su cabello está chamuscado. Está inconsciente y respira espontáneamente, pero con ronquidos. Los SMU lo han colocado en alto flujo de oxígeno con una mascarilla no recirculante que suministra altas concentraciones de oxígeno. Durante la exploración física, su vía aérea es permeable con asistencia manual (tracción mandibular); ventila fácilmente. Las mangas de su camisa están quemadas, tiene quemaduras circunferenciales en los brazos, pero su pulso radial es fácilmente palpable. Su frecuencia cardíaca es de 118 latidos/minuto, su tensión arterial de 148/94 mm Hg, su frecuencia respiratoria de 22 respiraciones/minuto, y la saturación de oxígeno (SpO₂), tomada por oxímetro de pulso, marca 92%. En la exploración física se determina que el paciente tiene quemaduras en toda la cabeza y ampollas en la parte anterior del tórax y el abdomen, así como quemaduras de espesor total en ambos brazos y manos.

- ¿Cuál es la magnitud de las quemaduras de este paciente?
- ¿Cuáles son los pasos iniciales para su manejo?
- ¿Cómo identifica el proveedor de atención prehospitalaria una lesión por inhalación?



Introducción

Muchas personas consideran las quemaduras como las más atemorizantes y temidas de todas las lesiones. En el curso de nuestra vida cotidiana todos hemos tenido una quemadura de

algún grado y hemos experimentado el intenso dolor y la ansiedad asociados con incluso una pequeña ampolla. Las quemaduras son comunes en las sociedades industrializadas y agrícolas, y en entornos civiles y militares. Pueden variar desde lesiones pequeñas a catastróficas que cubren grandes regiones del cuerpo. Independientemente de su tamaño, todas son graves. Incluso las de menor grado pueden causar una discapacidad grave.

Las quemaduras son el resultado de una variedad de fuentes. Aunque la causa más común de la lesión es térmica, por fuego o escaldadura, otras causas incluyen químicos, energía eléctrica y exposición a la radiación. Considerar la causa de las quemaduras evitará que el rescatista se exponga a la fuente de donde provienen y contraer lesiones innecesarias, a la vez que le permitirá proporcionar una atención óptima a la víctima.

Un error común consiste en considerar que las quemaduras son lesiones aisladas que sólo afectan la piel. Por el contrario, las grandes quemaduras pueden ser extensas lesiones multisistémicas capaces de desencadenar efectos potencialmente mortales relacionados con el corazón, los pulmones, los riñones, el tracto gastrointestinal (GI) y el sistema inmunológico. La causa más común de muerte en una víctima de incendio no deriva de las complicaciones directas de las quemaduras, sino de las complicaciones por insuficiencia respiratoria.

Aunque se evalúan como una forma de trauma, las quemaduras muestran ciertas diferencias significativas respecto de otros tipos de traumatismos que merecen consideración. Después de un traumatismo, como un accidente automovilístico o una caída, la respuesta fisiológica de la víctima es iniciar diversos mecanismos de adaptación para preservar la vida. Estas respuestas incluyen desviación

de la sangre desde la periferia del cuerpo a los órganos vitales y el aumento del gasto cardíaco y de la producción de diversas proteínas de suero de protección. En contraste, después de una quemadura, el cuerpo del paciente básicamente intenta apagarse, entra en shock y es proclive a morir. Una porción sustancial de la atención inmediata está dirigida a revertir este shock inicial. En los pacientes con lesiones traumáticas, así como con quemaduras, la mortalidad real por estas lesiones combinadas es mucho mayor que la mortalidad predicha combinada por cada lesión individual.

La inhalación de humo es una circunstancia potencialmente mortal que suele ser más peligrosa para el paciente que la propia lesión por quemadura. La aspiración de humos tóxicos es un mayor indicador de la mortalidad por quemadura que la edad del paciente o el tamaño de las heridas.¹ Una víctima no tiene que inhalar una gran cantidad de humo para experimentar una lesión grave. A menudo las complicaciones que amenazan la vida por esta intoxicación no se manifiestan durante varios días.

Se deben considerar las circunstancias en las que se produce una quemadura, ya que gran porcentaje de las que se registran en niños y adultos es resultado de una lesión intencional. Alrededor de 20% de todos los quemados son niños y 20% de estos niños son víctimas de lesiones deliberadas o de abuso infantil.^{2,3} La mayoría de los proveedores de atención médica se sorprende al saber que, de las formas de violencia física contra los menores, la lesión por quemadura intencional sólo es superada por una paliza. Esta forma de maltrato no se limita a los pequeños. Es común ver a mujeres en esta condición en casos de violencia doméstica, así como a personas de edad avanzada víctimas de maltrato.

Anatomía de la piel

La piel cumple varias funciones complejas, como proteger del medio externo, regular los líquidos, la termorregulación, la sensibilidad y la adaptación metabólica (Figura 15-1). La piel cubre

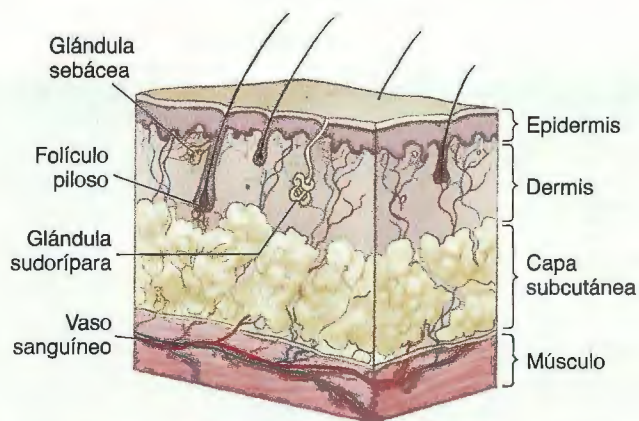


Figura 15-1 Piel normal. La piel se compone de tres capas tisulares: epidermis, dermis y capa subcutánea, y músculo asociado. Algunas capas contienen estructuras como glándulas, folículos pilosos, vasos sanguíneos y nervios. Todas estas estructuras están interrelacionadas con el mantenimiento, pérdida y ganancia de la temperatura corporal.

aproximadamente 1.5 a 2.0 metros cuadrados de superficie en el adulto promedio. Se compone de tres capas: **epidermis**, **dermis** y **capa subcutánea** (o **hipodermis**). La *epidermis* exterior tiene alrededor de 0.05 milímetros (mm) de espesor en áreas como los párpados, y un grosor de 1 mm en la planta del pie. La *dermis* más profunda es, en promedio, 10 veces más gruesa que la epidermis. La capa subcutánea o hipodermis se compone de tejido adiposo (grasa) y tejido conectivo que ayuda a mantener las capas externas de la piel unidas a las estructuras subyacentes. También contiene los nervios y algunos de los vasos sanguíneos más grandes.

La piel de los hombres es más gruesa que la de las mujeres, y la de los niños y las personas de edad avanzada es más delgada que la de un adulto promedio. Estos hechos explican por qué un individuo puede presentar quemaduras de diferentes profundidades con la exposición a un agente de combustión particular, por qué un niño experimenta una quemadura profunda mientras un adulto sometido a la misma exposición sólo muestra una lesión superficial, o por qué una persona mayor desarrollará una quemadura más pronunciada que un adulto joven.

Características de las quemaduras

La creación de una quemadura es semejante a freír un huevo. Cuando éste se rompe en un sartén caliente, inicialmente es líquido y transparente. A medida que el huevo se expone a las altas temperaturas, se vuelve opaco y se solidifica pronto. Un proceso casi idéntico ocurre cuando se quema una persona. En el caso del huevo, sus proteínas se rompen, cambian de forma y se destruyen en un proceso conocido como *desnaturalización*. Cuando un paciente es herido por combustión, temperatura elevada, congelación, radiación o agente químico, sufre un daño intenso en las proteínas de la piel que da como resultado su desnaturalización.

La lesión de la piel suele ocurrir en dos fases: inmediata y retardada. El daño que se produce en el momento en que se está expuesto a la fuente de combustión es inmediato, mientras que las lesiones tardías por una reanimación inadecuada o tratamiento incorrecto, como la aplicación de hielo, favorece el progreso de la quemadura. La piel tiene capacidad para tolerar temperaturas de 40 °C (104 °F)

durante periodos breves. Sin embargo, una vez que las temperaturas exceden este punto, hay un aumento *logarítmico* en la magnitud de la destrucción del tejido.⁴

Una quemadura de espesor total, también conocida como quemadura de tercer grado, tiene tres zonas de lesión tisular que básicamente forman círculos concéntricos⁵ (Figura 15-2). El área central se conoce como **zona de coagulación**, y es la región de mayor destrucción tisular. El tejido en esta zona está *necrótico* (muerto) y no tiene capacidad de restauración.

Adyacente a la zona de necrosis se encuentra una región de menor afectación conocida como **zona de estasis**, porque inmediatamente después de la lesión se estanca el flujo sanguíneo en esta área. Las células de esta zona están lesionadas, mas no de manera irreversible. Si posteriormente se ven privadas del suministro de oxígeno o flujo sanguíneo, estas estructuras viables morirán y se tornarán necróticas. La atención oportuna y apropiada a las quemaduras consiste en preservar el flujo sanguíneo y el suministro de oxígeno a estas células dañadas. La reanimación del paciente elimina esta estasis y restablece el suministro de oxígeno a las estructuras lesionadas y susceptibles. La falta de reanimación apropiada favorece la muerte de las células en el tejido lesionado, y causa una quemadura de espesor parcial que posteriormente se convierte en una quemadura de espesor total.

Considere por un momento a un paciente con isquemia miocárdica o accidente vascular cerebral. Una disminución en el flujo sanguíneo priva a los tejidos del corazón o el cerebro del oxígeno necesario para la supervivencia celular. En el modelo de una lesión por quemadura, los tejidos de la zona de estasis también están afectados por un suministro inadecuado de este elemento, y la privación de flujo sanguíneo y suministro de oxígeno durante demasiado tiempo conduce a su muerte; si se conserva o restablece el flujo sanguíneo, el tejido vulnerable en la zona de estasis seguirá siendo viable.

Una práctica común errónea que daña la zona de estasis es la aplicación de hielo por un transeúnte o un proveedor de atención prehospitalaria bien intencionados. Cuando se aplica a la piel en un esfuerzo por detener el proceso de combustión, el hielo produce vasoconstricción, e impide el restablecimiento del flujo sanguíneo que se precisa para minimizar la lesión por quemadura resultante. Se argumenta que cuando se aplica hielo a una quemadura el paciente experimentará una reducción del dolor; sin embargo, la *analgesia* (alivio del dolor) será a expensas de la destrucción del tejido adicional. Por ende, se debe evitar su uso, y en su lugar utilizar agua a temperatura ambiente para detener la combustión continua, a la vez que se administra analgesia con medicamentos por vía oral o *parenteral* (todas las demás vías).

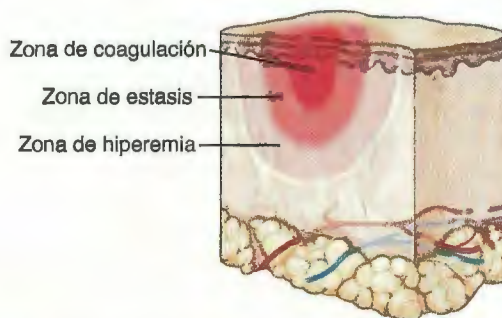


Figura 15-2 Tres zonas de lesión por quemadura.

El área más externa de la quemadura se conoce como **zona de hiperemia**. Esta parte experimenta daño celular mínimo y se caracteriza por el aumento del flujo sanguíneo secundario a una reacción inflamatoria iniciada por la lesión por quemadura.

Profundidad de la quemadura

La estimación de la profundidad de la quemadura puede ser engañosamente difícil incluso para el proveedor de atención prehospitalaria más experimentado. A menudo una quemadura que parece ser de **espesor parcial** (segundo grado) demostrará ser de **espesor total** (tercer grado) en 24 a 48 horas. La superficie lastimada puede parecer a primera vista de espesor parcial, pero más tarde, en el **desbridamiento** en el hospital, se separa la epidermis superficial dejando al descubierto una **escara** subyacente por quemadura de color blanco y espesor total. Debido a que evoluciona con el tiempo, a menudo es prudente detener el juicio definitivo sobre la profundidad de la quemadura hasta 48 horas después de la lesión. Lo mejor es simplemente decirle a los pacientes que la lesión es superficial o profunda y que se necesita tiempo para determinar su magnitud final. Además, el proveedor de atención prehospitalaria nunca debe hacer el intento de estimarla sino hasta que se haya procurado desbridar inicialmente la herida en el hospital.

Quemaduras superficiales

Las **quemaduras superficiales**, históricamente conocidas como quemaduras de *primer grado*, sólo implican la epidermis y se caracterizan por ser dolorosas y de color rojo (Figura 15-3). Rara vez son clínicamente significativas, con excepción de grandes áreas de quemaduras solares, que exponen al individuo al dolor y al riesgo de deshidratación significativa y sin atención de hidratación oral adecuada, especialmente en niños pequeños o personas de edad avanzada. Estas heridas por lo común se curan en una semana, y los pacientes no conservarán cicatrices. Las quemaduras de esta profundidad no se incluyen en el cálculo del porcentaje de superficie corporal quemada que se utiliza para la administración de líquidos.

Quemaduras de espesor parcial

Las quemaduras de espesor parcial, en algún momento referidas como *quemaduras de segundo grado*, son aquellas que involucran la

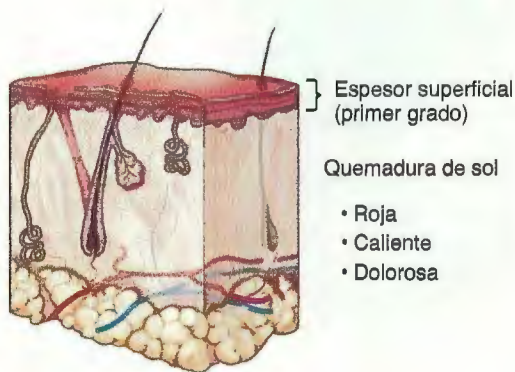


Figura 15-3 Quemadura superficial.

epidermis y diferentes partes de la dermis subyacente (Figura 15-4). Pueden clasificarse como *superficiales* o *profundas*. Las quemaduras de espesor parcial aparecen como ampollas (Figura 15-5) o como áreas quemadas **desnudas**, con una base de aspecto reluciente o húmedo. Estas heridas son dolorosas. Debido a que sobreviven restos de la dermis, a menudo se pueden curar en 2 a 3 semanas.

En las quemaduras de espesor parcial la zona de necrosis implica toda la epidermis y diferentes profundidades de la dermis superficial. Si no recibe los cuidados adecuados, la zona de estasis en

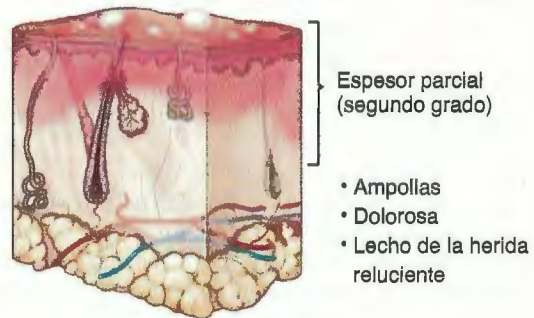


Figura 15-4 Quemadura de espesor parcial.

Figura 15-5 Ampollas

Se ha generado mucho debate alrededor de las ampollas, incluyendo si abrirlas o no y desbridarlas, y la forma de enfocarlas cuando están asociadas con quemaduras de espesor parcial. Una ampolla se produce cuando la epidermis se separa de la dermis subyacente y el líquido que se escapa de los vasos cercanos llena el espacio entre las capas. La presencia de proteínas *osmóticamente activas* en el líquido de la ampolla atrae líquido adicional al espacio circundante, lo que ocasiona que siga creciendo. Conforme se agranda, crea presión en el tejido lesionado del lecho de la herida, aumentando el dolor del paciente.

Muchos consideran que la piel de la ampolla actúa como un apósito y evita la contaminación de la herida. Sin embargo, esta piel no es normal y, por tanto, no puede servir como barrera protectora. Además, mantener intacta la ampolla impide la aplicación de antibióticos tópicos directamente en la lesión. Por estas razones, la mayoría de los especialistas en quemaduras las abre y desbrida luego de la llegada del paciente al hospital.⁶

En el ámbito prehospitalario por lo general es mejor no tocar las ampollas durante un traslado relativamente corto, en la mayoría de los casos al hospital, donde se pueda manejar la lesión en un ambiente más limpio. Las ampollas que ya se abrieron se deben cubrir con un apósito limpio y seco.

estas lesiones puede progresar a una necrosis, haciendo que estas quemaduras crezcan y tal vez conviertan la herida en una quemadura de espesor total. Una quemadura de espesor parcial superficial sanará con el cuidado vigilante de las heridas. Las de espesor parcial profundo a menudo requieren cirugía para minimizar las cicatrices y evitar deformidades funcionales de áreas de alta funcionalidad, como las manos.

Quemaduras de espesor total

Las quemaduras de espesor total muestran un cariz diverso (Figura 15-6). Muy a menudo aparecen como quemaduras coriáceas gruesas, secas, blancas, independientemente de la raza o color de la piel del individuo (Figura 15-7). Esta piel gruesa coriácea dañada es conocida como escara. En los casos graves, la piel tendrá un aspecto carbonizado con *trombosis* visible (coagulación) de los vasos sanguíneos (Figura 15-8). Esta lesión también se conoce como quemadura de tercer grado.

Existe una idea errónea de que las quemaduras de espesor total no duelen por el hecho de que la lesión destruye las terminaciones nerviosas en el tejido afectado. En realidad, los pacientes experimentan diferentes grados de dolor. Las quemaduras de espesor total normalmente se rodean de áreas de quemaduras de

espesor parcial superficial. Los nervios en estas áreas están intactos y siguen transmitiendo sensaciones de dolor de los tejidos dañados. Las quemaduras de esta profundidad pueden ser incapacitantes y potencialmente mortales. Se requiere extirpación quirúrgica rápida y una rehabilitación intensiva en un centro especializado.

Quemaduras de cuarto grado

Las quemaduras de cuarto grado son aquellas que no sólo queman todas las capas de la piel, sino también la grasa subyacente, músculos, huesos u órganos internos (Figuras 15-9 y 15-10). Aunque la terminología descriptiva utilizada para clasificarlas no incluye un nombre formal y la denominación de quemadura de "cuarto grado" persiste, estas heridas de hecho son quemaduras de espesor total con daño de tejido profundo. Son extremadamente debilitantes y deformantes, como consecuencia de los daños causados a la piel y a los tejidos y estructuras subyacentes. El desbridamiento significativo de tejido muerto y **desvitalizado** puede causar defectos extensos en los tejidos blandos.



Figura 15-6 Quemadura de espesor total.



Figura 15-8 Ejemplo de quemadura profunda de espesor total, con carbonización de la piel y trombosis visible de los vasos sanguíneos. Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.



Figura 15-7 Este paciente presenta quemaduras de espesor parcial y de espesor total, caracterizadas por su aspecto blanco y coriáceo. Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.



Figura 15-9 Quemadura de cuarto grado.

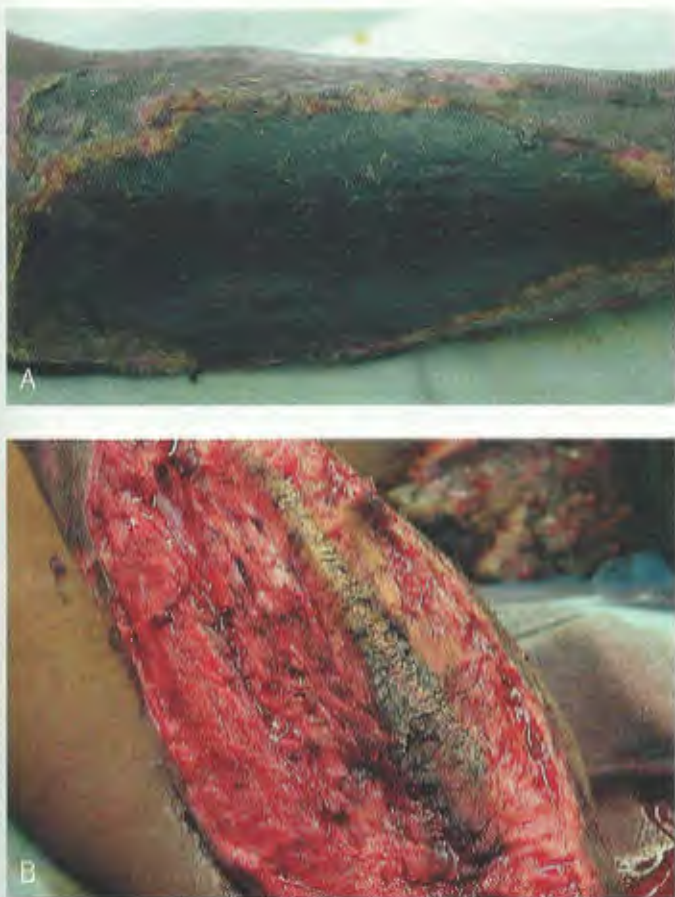


Figura 15-10 Quemaduras de cuarto grado en el brazo, con afectación no sólo en la piel, sino también en la grasa subcutánea, músculo y hueso. Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.

Evaluación de la quemadura

Evaluación primaria y reanimación

El objetivo de la evaluación primaria es examinar y tratar en forma sistemática los trastornos potencialmente mortales en orden de importancia para preservar la vida. El método ABCDE (por sus siglas en inglés: *airway*, vía aérea; *breathing*, respiración; *circulation*, circulación; *disability*, discapacidad; y *expose*, exposición) de atención traumatológica aplica al manejo del paciente quemado, aunque en esta condición, éstos presentan desafíos únicos en cada paso de la reanimación.

Las quemaduras principales suelen ser una lesión muy letal. Sin embargo, aparte del compromiso relacionado con la vía aérea o la respiración, las quemaduras por sí mismas por lo común no constituyen una lesión potencialmente mortal. Su aspecto general puede ser dramático e incluso grotesco. El sofisticado proveedor de atención prehospitalaria debe tener presente que el paciente también pudo haber presentado un traumatismo mecánico y presentar lesiones internas menos aparentes que representen una amenaza más inmediata a la vida.

Vías aéreas

Preservar la permeabilidad de la vía aérea es la más alta prioridad en el cuidado de la víctima. El calor del fuego puede causar edema de las vías respiratorias por arriba del nivel de las cuerdas vocales y ocluir la vía aérea. Por tanto, se requiere una valoración cuidadosa inicial y continua. Es un error creer que una vez que el proveedor de atención prehospitalaria ha completado la valoración de los ABC (vía aérea, respiración y circulación), todo está bien con la vía aérea del paciente. Cuando el tiempo de traslado sea probablemente prolongado, debe estar pendiente en particular de la evaluación respiratoria. Por ejemplo, un paciente quemado puede tener una vía aérea permeable en la exploración inicial de las vías respiratorias. En el tiempo que sigue, es probable que se inflamen el rostro y la vía aérea. Como resultado, una vía aérea que al principio era satisfactoria, 30 a 60 minutos después puede llegar a reducirse u ocluirse de manera crítica por edema. Incluso puede reducirse en un grado tal que se obstruye y no deja pasar el aire.

Un escenario más probable se relaciona con el efecto fisiológico de una vía aérea estrecha, mas no obstruida. El angostamiento de la tráquea por la inflamación de la mucosa aumenta la resistencia a la entrada de aire durante la inhalación. Un aumento en la resistencia de las vías respiratorias produce mayor trabajo respiratorio del paciente. Un incremento en el trabajo de respiración de una vía aérea inflamada contribuye a, o produce paro respiratorio, incluso cuando el paciente tiene una vía aérea permeable.

Para evitar el estrechamiento u oclusión catastrófica de las vías respiratorias, lo prudente es controlar pronto la vía aérea. La intubación de estos pacientes a menudo es difícil y peligrosa a causa de la anatomía distorsionada. Los repetidos intentos fallidos de intubación conducirán a un mayor aumento en la cantidad de inflamación presente y a la deformación anatómica.

Otro método de intubación a menudo considerado en estos casos es la inducción de secuencia rápida o intubación de secuencia rápida. En este procedimiento se utilizan agentes farmacológicos a efecto de sedar y paralizar al paciente para el manejo de la vía aérea. Si el proveedor de atención prehospitalaria siente que la lesión es lo bastante significativa, puede utilizar este procedimiento para asegurar la vía aérea, o puede solicitar un equipo capacitado en este procedimiento para su evaluación e implementación. Sin embargo, las intervenciones farmacológicas suprimen o destruyen por completo la capacidad del paciente para manejar la vía aérea, y si la intubación no tiene éxito, se deben preparar de antemano métodos alternativos para asegurar una vía aérea permeable.

Con frecuencia los pacientes son las personas más adecuadas para manejar su propia vía aérea al asumir una posición que la mantenga abierta y que permita una respiración cómoda. En aquellos casos en los que se requiere la intervención, la vía aérea debe ser manejada por el proveedor de atención prehospitalaria más experimentado disponible.

Si el paciente está intubado, se deben tomar precauciones especiales cuando se asegure el tubo endotraqueal (TE) para evitar el desplazamiento involuntario o la extubación. A raíz de las quemaduras faciales, la piel del rostro con frecuencia se desprende o escurre líquido, por lo que no es adecuado utilizar cintas adhesivas para detener el TE (Figura 15-11). Éste se fija con dos cintas umbilicales o pedazos de tubo intravenoso (IV) envueltos alrededor de la cabeza. Una pieza debe quedar envuelta sobre la oreja y la segunda debajo de la oreja (Figura 15-11). También hay dispositivos de tela y velcro disponibles en el mercado.



Figura 15-11 Los proveedores de atención prehospitalaria utilizan cinta umbilical o tubo IV para fijar un TE en un paciente con quemaduras en el rostro. **A.** Cinta umbilical. **B.** Tubo IV.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

Respiración

Al igual que con cualquier paciente traumatizado, la respiración se ve afectada negativamente por problemas como fractura de costillas, neumotórax y otras heridas cerradas o abiertas de tórax. En el caso de una quemadura circunferencial de la pared torácica, la elasticidad de esta pared disminuye progresivamente hasta el punto de que inhibe la capacidad del paciente para inhalar. A raíz de una lesión por quemadura, la piel lastimada empieza a endurecerse y contraerse mientras que los tejidos blandos más profundos se inflaman de forma simultánea. El resultado neto es que las quemaduras constriñen la pared torácica de manera semejante a tener varios cinturones de cuero que progresivamente se aprietan alrededor del tórax. A medida que avanza el tiempo, el paciente no puede mover la pared torácica para respirar.

Al intentar ventilar a los pacientes con quemaduras circunferenciales de la pared torácica tal vez sea difícil o imposible de comprimir el dispositivo de bolsa-mascarilla. En dichos casos, una escarotomía rápida de la pared torácica permitirá el restablecimiento de la ventilación. La **escarotomía** es un procedimiento quirúrgico que consiste en realizar una incisión a través de la escara endurecida de la quemadura, lo que permite que ésta y el tórax se expandan y se muevan con los movimientos respiratorios del paciente.

Circulación

La evaluación y el manejo de la circulación incluye tomar la tensión arterial, evaluar las quemaduras circunferenciales (véase la sección "Quemaduras circunferenciales" en este capítulo) y colocar los catéteres IV. La medición exacta de la tensión arterial se dificulta o es imposible con quemaduras en las extremidades y, si se logra obtener, puede no reflejar correctamente la presión arterial sistémica a causa de las quemaduras de espesor total y el edema de las extremidades. Incluso si el paciente tiene una tensión arterial adecuada, la perfusión de la extremidad distal puede haber disminuido de manera crítica debido a las lesiones circunferenciales. Las extremidades quemadas deben ser elevadas durante el transporte para reducir su grado de inflamación.

En el caso de las quemaduras que involucren más de 20% de la superficie total del cuerpo, se colocan dos catéteres IV de calibre grande con capacidad de flujo rápido para una reanimación de gran volumen. Lo ideal es no colocar los catéteres IV a través o en forma adyacente al tejido quemado; sin embargo, esto es adecuado si no se cuenta con sitios alternativos. Cuando el catéter se coloca en o cerca de una quemadura, se deben tomar medidas especiales para asegurar que no se desplace involuntariamente. Las cintas adhesivas y apósitos que por lo regular se utilizan para asegurar los catéteres IV no son eficaces cuando se aplican en, o en forma adyacente al tejido lastimado. Algunas opciones para sujetar las líneas incluyen envolver el área con rollos Kerlix o Coban. El proveedor de atención prehospitalaria tal vez no sea capaz de obtener un acceso venoso en algunos pacientes. El acceso intraóseo (IO) es un método alternativo y confiable para administrar líquidos por vía intravenosa, al igual que los narcóticos.

Las víctimas de quemaduras son pacientes de trauma y pueden tener lesiones distintas a las térmicas. Las quemaduras son lesiones evidentes y a veces intimidantes, pero es vital evaluar otros daños internos menos ostensibles que pueden representar un peligro más inmediato para la vida. Por ejemplo, en un intento por escapar de la conflagración, el individuo puede saltar desde la ventana de un edificio; elementos de una estructura en llamas pueden colapsarse y caerle encima, o éste queda atrapado en los restos en llamas de un accidente automovilístico. En todos estos casos el paciente tendrá quemaduras y traumatismos asociados. La amenaza inmediata a la vida es la hemorragia por una lesión traumática y no la quemadura.

Discapacidad

Una fuente de discapacidad neurológica que amenaza la vida y que es única para víctimas de quemaduras es el efecto de las toxinas inhaladas, como el monóxido de carbono y el gas de cianuro de hidrógeno, las cuales producen asfixia (véase la sección "Lesiones por inhalación de humo").

Evalúe al paciente por déficit neurológicos y motrices como lo haría con cualquier otro paciente de traumatismo. Identifique y

colocar una férula en fracturas de huesos largos después de colocar una sábanita limpia o aplicar apósitos si la extremidad está quemada. Sospecha de una lesión de la médula potencial, inmovilice la mano.

Exposición/ambiente

La siguiente prioridad es exponer al paciente completamente, e inspeccionar cada centímetro cuadrado del individuo. Se le retira inmediatamente toda la joyería porque la inflamación gradual de las quemaduras hará que estos objetos actúen como una banda de constricción y comprometan la circulación distal. En el caso de quemaduras mecánicas, se retira toda la ropa del paciente para identificar lesiones ocultas. En una víctima de quemaduras, despojarlo de la ropa tiene un beneficio terapéutico potencial, pues la ropa y las alhajas retienen calor residual y le siguen causando daño. En el caso de quemaduras químicas, la ropa puede estar empapada con el agente que quemó al paciente. Además, el manejo inadecuado de las prendas saturadas con un material potencialmente peligroso puede ocasionar otras lesiones al paciente y al proveedor de atención prehospitalaria.

El control de la temperatura ambiente es fundamental en el cuidado de pacientes con heridas grandes. Las víctimas de quemaduras carecen de capacidad para retener su propio calor corporal y son extremadamente susceptibles a la hipotermia. La quemadura conduce a la vasodilatación en la piel que, a su vez, favorece una mayor pérdida de calor. Además, las heridas abiertas escurren y pierden líquido, y la evaporación exagera la disipación de calor del cuerpo. Haga todo lo posible por conservar la temperatura corporal del paciente. Aplique varias capas de mantas. Mantenga el compartimiento de pasajeros de la ambulancia o aeronave caliente, independientemente de la época del año. Como regla general, si los proveedores de atención prehospitalaria están cómodos, entonces la temperatura ambiente no es lo bastante cálida para el paciente.

Evaluación secundaria

Después de concluir la evaluación primaria, el siguiente objetivo es completar la secundaria. La evaluación secundaria de un paciente con lesión por quemadura no es diferente de la que se aplica a cualquier otra víctima de trauma. El proveedor de atención prehospitalaria debe efectuar una exploración de la cabeza a los pies tratando de identificar lesiones o condiciones médicas adicionales. La apariencia de las quemaduras puede ser dramática, pero estas heridas por lo común no son un peligro inmediato para la vida. Se debe realizar una evaluación minuciosa y sistemática al igual que se haría con cualquier otro paciente de traumatismo.

Estimación del tamaño de la quemadura (evaluación)

Se necesita estimar la magnitud de la quemadura para reanimar al paciente de manera adecuada y prevenir las complicaciones asociadas con un shock hipovolémico de lesiones por quemadura. Determinar el tamaño también es útil como una herramienta para estratificar la gravedad de la lesión y el triage. El método que más se utiliza es la regla de los nueve, el cual aplica el principio de que las principales regiones del cuerpo adulto abarcan 9% de la superficie corporal total (Figura 15-12). El perineo o el área genital representan 1%.

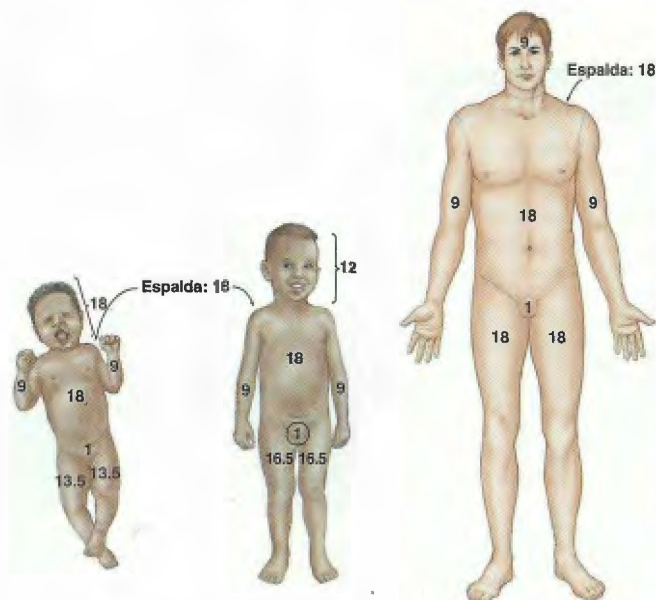


Figura 15-12 Regla de los nueve.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning.

Los niños tienen diferentes proporciones que los adultos. Su cabeza es más grande y sus piernas más cortas en proporción, respectivamente, con las de los adultos. Debido a que estas proporciones varían en diferentes grupos de edad, no es adecuado aplicar la regla de los nueve para los pacientes pediátricos. Se cuenta con gráficos y diagramas para ayudar a la estimación del tamaño de la quemadura en niños.

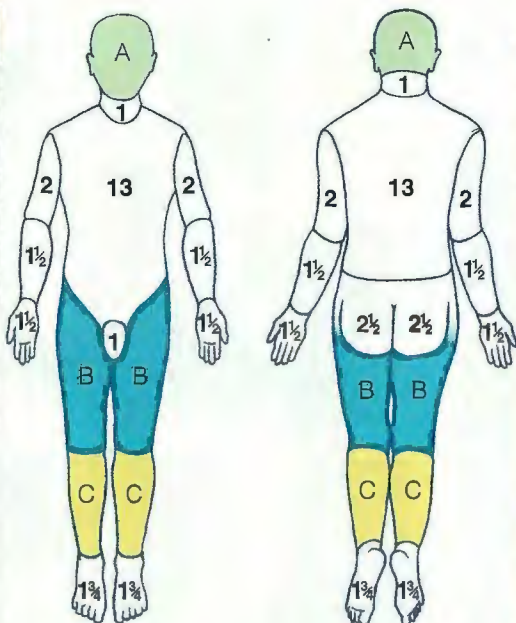
La gráfica de Lund-Browder es un diagrama que toma en cuenta los cambios relacionados con la edad de los niños. Con el uso de estas gráficas, un proveedor de atención prehospitalaria traza un mapa de la quemadura y luego determina su tamaño con base en una tabla de referencia complementaria (Figura 15-13). Este método requiere el trazado del mapa y luego convertirlo al área de la superficie quemada calculada. No obstante, su complejidad hace difícil utilizarlo en una situación prehospitalaria.

Las quemaduras pequeñas se pueden evaluar utilizando la regla de las palmas (Figura 15-14). El uso de la palma del paciente es una práctica ampliamente aceptada desde hace muchos años como método de estimación. Sin embargo, no hay un criterio unificado de lo que define una palma y lo grande que es.⁷ El área promedio de la palma sola (sin incluir los dedos extendidos) representa 0.5% de la superficie corporal total (SCT) en los hombres y 0.4% en las mujeres. Si se incluye el aspecto palmar de los cinco dígitos extendidos a lo largo de la palma de la mano, el área aumenta a 0.8% de la SCT para los hombres y a 0.7% para las mujeres.⁷ Aparte de las diferencias de género en el tamaño de la palma, éste también varía con el peso corporal del paciente. Conforme aumenta el índice de masa corporal (IMC), se incrementa el área de la superficie total de la piel del cuerpo y disminuye el porcentaje de la palma de la mano en relación con la SCT.⁸ Por tanto, en la mayoría de los casos, la palma más los dedos del paciente puede ser considerada como alrededor de 1% de su superficie corporal total.

Apósitos

Antes del traslado, las heridas se deben cubrir con apósitos. El objetivo de los apósitos es evitar tanto la contaminación en curso como el flujo de aire sobre las heridas, lo que ayudará a controlar el dolor.

Región	%
Cabeza	
Cuello	
Tronco ant.	
Tronco post.	
Brazo derecho	
Brazo izquierdo	
Glúteos	
Genitales	
Pierna derecha	
Pierna izquierda	
Quemadura total	



Porcentajes relativos de la superficie corporal afectada por el crecimiento

Edad (años)	A (1/2 de la cabeza)	B (1/2 de un muslo)	C (1/2 de una pierna)
0	9½	2¾	2½
1	8½	3¼	2½
5	6½	4	2¾
10	5½	4¾	3
15	4½	4	3¼
Adulto	3½	4¾	3

Figura 15-13 Gráfica de Lund-Browder.

Fuente: Adaptado de Lund, C. C., and Brower, N. C. *Surg Gynecol Obstet.* 1944. 79: 352-358.



Figura 15-14 La regla de la palma utiliza la palma más los dedos del paciente para estimar el tamaño de las quemaduras más pequeñas.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Kimberly Potvin.

Los apósitos en forma de sábana o toalla estéril seca son suficientes antes de transportar al paciente. Después se colocan varias capas de mantas sobre las sábanas estériles a fin de ayudarlo a mantener el calor corporal. No se deben aplicar antibióticos tópicos en ungüentos y cremas hasta que el individuo haya sido evaluado por el centro de quemados.

Traslado

Los pacientes que tienen lesiones múltiples además de quemaduras, primero deben ser trasladados a un centro de trauma donde se puedan identificar de inmediato las lesiones que amenazan la vida para que sean tratadas quirúrgicamente de ser necesario. Una vez esta-

bilizado en un centro de trauma, el paciente puede ser trasladado a un centro de quemados para su cuidado y rehabilitación definitiva. La American Burn Association y el American College of Surgeons (ACS) han identificado criterios para el transporte o traslado de estos pacientes a un centro de quemados, como se indica en la Figura 15-15. En aquellas áreas geográficas que no tengan fácil acceso a un centro de este tipo, la dirección médica local determinará el destino de preferencia para estos casos.

Manejo

Cuidado inicial de las quemaduras

El primer paso en el cuidado de la víctima es detener el proceso de la quemadura. El método más eficaz y adecuado es el riego con volúmenes abundantes de agua a temperatura ambiente. Se contraindica el uso de agua fría o de hielo. La aplicación de hielo detiene la quemadura y proporciona analgesia, pero también aumenta el grado de daño tisular en la zona de estasis (Figura 15-16). Retire toda la ropa y joyería; estos elementos mantienen el calor residual y seguirán lacerando al paciente. Además, la joyería puede restringir los dígitos o extremidades conforme se empiezan a inflamar los tejidos.

Para vendar de manera eficaz una quemadura reciente, se aplican apósitos estériles no adherentes, y la zona se cubre con una sábana limpia y seca. Si no es fácil contar con una sábana, sustitúyala por una bata quirúrgica estéril, cortinas, toallas, o una manta de rescate Mylar. El vendaje evitará la contaminación ambiental en curso al tiempo que ayuda a prevenir que el paciente experimente dolor por el aire que fluye sobre las terminaciones nerviosas expuestas (Figura 15-17).

Los proveedores de atención prehospitalaria a menudo se sienten insatisfechos y se frustran con la simple cobertura de sábanas

Figura 15-15 Lesiones que requieren atención en la unidad de quemados

Los pacientes con quemaduras graves deben recibir atención en centros que tengan experiencia y recursos especiales. El transporte inicial o pronto traslado a una unidad de quemados favorece una tasa de mortalidad más baja y menos complicaciones. Estas unidades pueden proveer tratamiento a adultos, a niños, o a ambos.

El Comité de Trauma del American College of Surgeons recomienda el envío a una unidad de quemados de los pacientes con lesiones por quemaduras que cumplan con los siguientes criterios:

1. Lesión por inhalación
2. Quemaduras de espesor parcial de más de 10% de la superficie corporal total
3. Quemaduras de espesor total (de tercer grado) en cualquier grupo de edad
4. Quemaduras que involucren rostro, manos, pies, genitales, perineo o las articulaciones principales
5. Quemaduras eléctricas, incluyendo lesión por rayo
6. Quemaduras químicas
7. Lesiones por quemadura en pacientes con trastornos médicos preexistentes que podrían complicar el manejo, prolongar la recuperación o afectar la mortalidad
8. Cualquier paciente con quemaduras y traumatismo concomitante (p. ej., fracturas) en el que la lesión por quemadura represente el mayor riesgo de morbilidad o mortalidad; si el trauma plantea el mayor riesgo inmediato, el paciente debe ser estabilizado inicialmente en un centro de trauma antes del traslado a una unidad de quemados
9. Niños con quemaduras en hospitales sin personal o equipo calificado para su cuidado
10. Lesión por quemadura en pacientes que requerirán especial intervención de rehabilitación social, emocional o de largo plazo

Fuente: Datos del Comité de Trauma del American College of Surgeons (ACS): *Resources for Optimal Care of the Injured Patient*: 2006, Chicago, ACS.

Figura 15-16 Enfriamiento de quemaduras

Un tema potencialmente polémico es la práctica de enfriamiento de quemaduras. Varios investigadores han evaluado el efecto de diferentes métodos de enfriamiento en la apariencia microscópica del tejido quemado, así como su impacto sobre la curación de las heridas. En un estudio, los investigadores concluyeron que esta práctica tuvo un efecto benéfico sobre la herida experimental.⁹ Las quemaduras tratadas tuvieron menor daño celular que aquellas que no se enfriaron.

Los investigadores han podido medir directamente el impacto del enfriamiento en la temperatura de la dermis quemada, la estructura microscópica del tejido y la cicatrización de la herida. Un estudio evaluó los resultados de diversos métodos aplicados. Los científicos compararon las quemaduras enfriadas con agua de la llave (15 °C [59 °F]) con la aplicación de un gel disponible en el mercado. Cada uno de estos métodos se aplicó inmediatamente después de las quemaduras, así como después de un retraso de 30 minutos. El enfriamiento inmediato con agua del grifo fue casi dos veces más eficaz en bajar la temperatura dentro del tejido quemado. En este estudio, las heridas que se enfriaron tenían mejor aspecto microscópico y cicatrizaron 3 semanas después de la lesión.¹⁰

Un enfriamiento demasiado agresivo con hielo es perjudicial y aumenta el daño al tejido ya afectado por la quemadura.

Este hallazgo se demostró en un modelo animal: enfriar la quemadura inmediatamente con aplicación de hielo fue más perjudicial que con agua de la llave o que no aplicar algún tratamiento en absoluto.¹¹ El agua de hielo a una temperatura de 1 a 8 °C (34 a 46 °F) ocasionó más destrucción del tejido que lo observado en las quemaduras que no recibieron tratamiento de enfriamiento. Por el contrario, el uso de agua de la llave a una temperatura de 12 a 18 °C (54 a 64 °F) mostró menos necrosis de los tejidos y una tasa más rápida de curación que lo observado en las heridas que no se enfriaron.¹²

Una consideración importante es que esta investigación se realizó en animales de experimentación, y las quemaduras eran de tamaño muy limitado. Diez por ciento de la superficie corporal total tenía el tamaño de la quemadura más grande evaluada.

En resumen, no todos los métodos de enfriamiento son equivalentes. Uno demasiado agresivo causa daño en los tejidos. Si se retrasa, no es probable que sea benéfico. En pacientes con quemaduras grandes es probable que el enfriamiento de las heridas ocasione hipotermia. Otro peligro potencial de este procedimiento radica en que en un paciente con quemaduras y traumatismos mecánicos, la hipotermia sistémica tiene efectos previsibles y perjudiciales sobre la capacidad de la sangre para formar coágulos.

Figura 15-17 Prevención del flujo de aire sobre la quemadura del paciente

La mayoría de los adultos conoce el dolor asociado con una cavidad dental. Éste se intensifica cuando se inhala el aire sobre el nervio expuesto. Con una quemadura de espesor parcial, miles de nervios están expuestos, y las corrientes de aire en el ambiente producen dolor en el paciente cuando entran en contacto con los nervios de la herida. Si se mantienen las quemaduras cubiertas, el paciente experimentará menos dolor.

estériles sobre una quemadura. Sin embargo, no se deben aplicar ungüentos y antibióticos tópicos convencionales porque impiden la inspección directa de la quemadura. Estos fármacos se eliminan al ingreso en la unidad de quemados para permitir la visualización directa de la lesión y la determinación de su gravedad. Además, algunos medicamentos tópicos pueden complicar la aplicación de productos de ingeniería tisular utilizados para la curación de las heridas.

Los apósitos con recubrimiento antimicrobianos de alta concentración se han convertido en el pilar del tratamiento de heridas en los centros de quemados (Figura 15-18). Estos materiales están recubiertos con una forma de plata que se libera paulatinamente durante varios días cuando se aplica a quemadura abierta. La plata liberada proporciona una rápida cobertura antimicrobiana de los organismos comunes que contaminan e infectan las heridas. Recientemente estos apósitos se han adaptado de su utilización en centros de quemados para entornos prehospitalarios. Estas hojas grandes antimicrobianas se aplican rápidamente a la quemadura y erradican cualquier organismo contaminante. Este método de cuidado de la herida permite a los proveedores de atención prehospitalaria acudir a un dispositivo no farmacéutico que reduce en gran medida la infección de la herida dentro de los 30 minutos de la aplicación.¹³⁻¹⁵ Una ventaja de estos apósitos en lugares remotos y ambientes militares es su tamaño compacto y su peso ligero. El cuerpo completo de un adulto puede ser cubierto con apósitos de antibióticos almacenables en un contenedor de peso mínimo del tamaño de un sobre de manila.

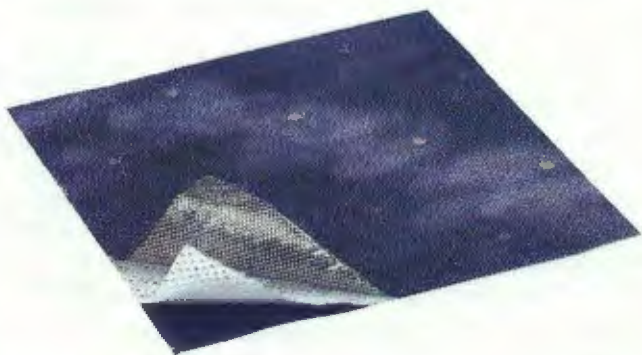


Figura 15-18 Apósito Acticoat.
Fuente: Cortesía de Smith & Nephew.

Reanimación con líquidos

En el transcurso del primer día después de la quemadura se deben administrar grandes cantidades de líquidos por vía intravenosa para evitar que el paciente entre en shock hipovolémico. Después de sufrir una quemadura, la víctima pierde una cantidad sustancial de líquido intravascular en forma de edema obligatorio en todo el cuerpo, así como por evaporación en el sitio de la quemadura. Son previsible cambios de líquidos masivos a pesar de que el agua corporal total permanezca sin cambios. Las pérdidas por evaporación pueden ser enormes. Sin embargo, la administración excesiva de líquidos es perjudicial. Por tanto, aunque se necesitan grandes requerimientos para tratar el shock por quemadura, si es demasiado líquido complicará el manejo del paciente e incluso empeorará sus heridas.

El objetivo de la reanimación de un paciente con lesión por quemadura no sólo es la restauración del volumen intravascular que se merma, sino también la sustitución de las pérdidas intravasculares esperadas a una velocidad semejante a la que ocurren (Figura 15-19). En los pacientes con traumatismo, el proveedor de atención prehospitalaria sustituye el volumen que el individuo ya ha derramado por hemorragia de una fractura abierta o vísceras sangrando. Por el contrario, cuando se trata de quemaduras, el objetivo es calcular y reemplazar los fluidos que el paciente ya ha perdido, así como el volumen que el proveedor de atención prehospitalaria espera que se disipe durante las primeras 24 horas después de las lesiones.

El acceso intravenoso se debe considerar para aquellas situaciones que involucran un tiempo prolongado de traslado al hospital.

Figura 15-19 Reanimación de un paciente con lesiones por quemadura

Reanimar a un paciente con lesión por quemadura se puede comparar a intentar llenar con agua una cubeta con fugas. La fuga de agua se mantiene a velocidad constante. Considere que el recipiente tiene una línea trazada en su pared interna cerca de la parte superior. El objetivo es mantener el nivel del agua en la línea. Inicialmente, la profundidad del líquido será muy baja. Cuanto más tiempo pase sin atención la cubeta, menor es el nivel de agua y mayor es la cantidad de líquido que tendrá que reemplazarse. El contenido continuará filtrándose, por lo que una vez que el cubo se ha llenado hasta un nivel adecuado, se tendrá que agregar continuamente agua a una velocidad constante para mantener el nivel deseado.

Cuanto más tiempo pasa el paciente con una lesión por quemadura sin reanimación o si ésta es inadecuada, más hipovolémico se vuelve. Por tanto, se requieren mayores cantidades de líquido para establecer un "nivel" de homeostasis. Una vez que el paciente ha sido reanimado, el espacio vascular sigue goteando de la misma manera que la cubeta. Para mantener el equilibrio con este punto homeostático se deben proporcionar líquidos adicionales a efecto de reemplazar las pérdidas continuas.

En los entornos urbanos, con tiempos cortos, la necesidad de obtener un acceso IV se basa no en la quemadura, sino en otras condiciones, como el traumatismo asociado.

Paciente adulto

El uso de líquidos intravenosos, especialmente solución de Ringer lactato, es la mejor manera de iniciar el manejo de un paciente quemado. La cantidad de líquidos administrados en las primeras 24 horas después de la lesión por lo regular es de 2 a 4 mililitros (mL) multiplicado por el peso corporal del paciente en kilogramos (kg), multiplicado por el porcentaje de superficie corporal total (SCT) quemada (utilizando sólo el total de las quemaduras de segundo y tercer grado). Existen varias fórmulas que guían la reanimación con líquidos. La más conocida es la *fórmula de Parkland*, que ofrece $4 \text{ mL} \times \text{peso corporal en kg} \times \text{porcentaje de área quemada}$. La mitad de este líquido se administra dentro de las primeras 8 horas de la lesión, y la mitad restante, entre las 8 a 24 horas.

Tome en cuenta que la primera mitad del líquido se administra dentro de las 8 horas desde el momento en que el paciente se lesiona, no desde el momento en que el proveedor de atención prehospitalaria empieza a reanimarlo. Este detalle es especialmente importante en lugares remotos o entornos militares, en los que puede haber un retraso inicial en el tratamiento. Por ejemplo, si el paciente se presenta para la atención de emergencia 3 horas después de la lesión con poca o ninguna administración de líquidos, la primera mitad del total calculado se debe administrar en las 5 horas siguientes. Así, el paciente habrá recibido el volumen objetivo para la hora 8 después de la lesión.

Se prefiere la solución de Ringer lactato que la solución salina normal al 0.9% para la reanimación por quemadura. Los pacientes quemados suelen requerir considerables volúmenes de líquidos por vía intravenosa. Aquellos que reciben grandes cantidades de solución salina normal en el curso de la reanimación a menudo desarrollan una condición conocida como **acidosis hiperclorémica** debido a la gran proporción de cloruro que contiene la solución salina.

Cálculo de las medidas de reanimación con líquidos

Considere a un hombre de 80 kg (176 libras) con quemaduras de tercer grado en 30% de su superficie corporal total (SCT) y que recibe atención en la escena poco después de la lesión. El volumen de líquidos para reanimación se calcularía de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Total de líquidos en 24 horas} &= 4 \text{ mL/kg} \times \text{peso en kg} \times \% \text{ de SCT quemada} \\ &= 4 \text{ mL/kg} \times 80 \text{ kg} \times 30\% \text{ de SCT quemada} \\ &= 9600 \text{ mL} \end{aligned}$$

Tenga en cuenta que en esta fórmula, las unidades de kilogramos y el porcentaje se cancelan, de manera que sólo quedan mL, por lo que el cálculo es de $4 \text{ mL} \times 80 \times 30 = 9600 \text{ mL}$.

Una vez calculado el total para 24 horas, ese número se divide entre 2:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de líquido por administrar a partir del momento} \\ \text{de la lesión a la hora 8} &= 9600 \text{ mL} / 2 = 4800 \text{ mL} \end{aligned}$$

Para determinar la proporción por hora durante las primeras 8 horas, este total se divide entre 8:

$$\begin{aligned} \text{Proporción del líquido durante las primeras 8 horas} &= \\ 4800 \text{ mL} / 8 \text{ horas} &= 600 \text{ mL/hora} \end{aligned}$$

El requerimiento hídrico para el siguiente periodo (horas 8 a 24) se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de líquido por administrar de la hora 8 a la 24} &= \\ 9600 \text{ mL} / 2 &= 4800 \text{ mL} \end{aligned}$$

Para determinar la proporción por hora durante las 16 horas finales, se divide este total entre 16:

$$\begin{aligned} \text{Proporción de líquido durante las 16 horas finales} &= \\ 4800 \text{ mL} / 16 \text{ horas} &= 300 \text{ mL/hora} \end{aligned}$$

La regla de los 10 para la reanimación por quemaduras

En un esfuerzo por simplificar el proceso de cálculo de los requerimientos hídricos para pacientes con quemaduras en el ámbito prehospitalario, científicos del U.S. Army Institute of Surgical Research desarrollaron la regla de los 10 para guiar la reanimación inicial con líquidos.¹⁶ Se calcula el porcentaje de superficie corporal quemada y se redondea al 10 más cercano. Por ejemplo, una quemadura de 37% se redondeará a 40%. El porcentaje se multiplica por 10 para obtener el número de mL por hora de cristaloides. Así, en el ejemplo anterior, el cálculo sería de $40 \times 10 = 400 \text{ mL}$ por hora. Esta fórmula se utiliza para adultos que pesan de 40 a 70 kg (88 a 154 libras). Si el paciente supera este rango de peso, por cada 10 kg de peso corporal de más de 70 kg se adicionan 100 mL más por hora.

Si la regla de los 10 se compara con la fórmula de Parkland, será inmediatamente evidente que los volúmenes calculados difieren en un pequeño grado. Independientemente del método que se utilice para cuantificar los requerimientos de líquidos, se trata de una estimación de las necesidades hídricas, y el volumen real administrado al paciente se debe ajustar con base en su respuesta clínica.

Paciente pediátrico

Los niños requieren volúmenes relativamente mayores de líquidos por vía intravenosa que los adultos con quemaduras de tamaño similar. Además, tienen menos reservas metabólicas de la molécula de glucógeno en el hígado para mantener la glucosa en sangre adecuada durante los periodos de reanimación. Por ende, además de los líquidos de reanimación por quemaduras, los niños deben recibir líquidos IV con contenido de dextrosa al 5% (D₅LR) a una tasa de mantenimiento estándar.

Inhalación de humo-consideración del manejo de líquidos

El paciente con quemaduras térmicas e inhalación de humo requerirá significativamente más líquido que un paciente quemado sin inhalación de humo.¹⁷ En un intento por "proteger los pulmones", los proveedores de atención prehospitalaria a menudo administrarán menos líquido de lo calculado, pues la retención de líquidos de hecho incrementa la gravedad de la lesión pulmonar.

Analgesia

Las quemaduras son muy dolorosas y, como tal, exigen una atención adecuada para aliviar el dolor desde el ámbito prehospitalario. Se requerirán analgésicos narcóticos como fentanilo (1 mcg por kg de peso corporal) o morfina (0.1 mg por kg de peso corporal) en dosis adecuadas para controlar el dolor.

Consideraciones especiales

Quemaduras eléctricas

Las lesiones eléctricas son devastadoras y pueden subestimarse fácilmente. En muchos casos, la extensión del daño al tejido visible no refleja con exactitud la magnitud de la lesión real. La destrucción del tejido y la necrosis son mucho mayores que el traumatismo que se aprecia visualmente, porque la mayoría de la destrucción ocurre internamente conforme la electricidad es conducida a través del individuo. Éste tendrá quemaduras externas en los puntos de contacto con la fuente eléctrica, así como en los puntos de conexión a tierra (Figura 15-20). Conforme la electricidad corre a través del cuerpo, capas profundas de tejido se destruyen a despecho de las lesiones aparentemente menores en la superficie.

Las lesiones eléctricas y por aplastamiento comparten muchas semejanzas. En ambos casos existe destrucción masiva de grupos musculares grandes con la consiguiente liberación de potasio y mioglobina (véase el Capítulo 14, Trauma musculoesquelético). La liberación de potasio del músculo aumenta en forma significativa el nivel de suero, lo que puede ocasionar arritmias cardíacas. Los niveles elevados de potasio hacen la administración del relajante muscular despolarizante succinilcolina prohibitivamente peligroso.¹⁸ Si se requiere la parálisis química del paciente, como para intubación de secuencia rápida, pueden usarse agentes no despolarizantes como vecuronio o rocuronio. La **mioglobina** es una molécula localizada en el músculo que ayuda al tejido muscular en el transporte de oxígeno. Cuando se libera en el torrente sanguíneo en cantidades considerables, es tóxica para los riñones y desencadena insuficiencia renal. Esta condición, **mioglobinuria**, se evidencia en la orina de color té o cola (Figura 15-21).



Figura 15-20 Paciente después de una lesión eléctrica con cables de alta tensión.

Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.

Es común que se llame a proveedores de atención prehospitalaria para la transferencia interhospitalaria de pacientes con lesiones eléctricas. Lo ideal es trasladar al paciente con un catéter urinario colocado. Aquellos con mioglobinuria requieren administración agresiva de líquidos para mantener una producción de orina superior a 100 mL/hora en adultos, o 1 mL/kg/hora en niños, para evitar una lesión renal aguda. El bicarbonato de sodio se administra en algunos casos para que la mioglobina sea más soluble en la orina y se reduzca la probabilidad de lesión renal; sin embargo, su beneficio real en la prevención de esta lesión sigue siendo tema de debate.

El paciente con quemaduras eléctricas suele resentir lesiones mecánicas asociadas. Aproximadamente 15% de este grupo de pacientes también tendrá lesiones traumáticas. Esta tasa duplica la observada en individuos quemados por otros mecanismos.¹⁹ Se puede reventar la membrana timpánica, ocasionando problemas de audición. La contracción muscular intensa y sostenida (*tetania*) puede generar dislocaciones de hombro y fracturas por compresión de múltiples niveles de la columna vertebral, así como de huesos largos; por ello se precisa inmovilizar la columna de las víctimas con lesión eléctrica. Se debe considerar entablillar las fracturas de huesos largos detectadas o sospechosas, y tener en cuenta que se pueden presentar hemorragias intracraneales y arritmias cardíacas.



Figura 15-21 Orina del paciente después de la lesión eléctrica con cables de alta tensión. El individuo manifiesta mioglobinuria debido a una extensa destrucción muscular.

Fuente: © Suphatthra China/Shutterstock, Inc.

Las quemaduras por destello eléctrico son ocasionadas por aire sobrecalentado. Debido a la naturaleza catastrófica y oculta de los efectos de la conducción, es imperativo que los proveedores mantengan un alto índice de sospecha de la presencia de un tipo de lesión por transmisión.

Quemaduras circunferenciales

Las quemaduras circunferenciales del tronco o extremidades son capaces de producir una condición que amenaza la vida o la extremidad como resultado de la escara gruesa, inelástica, que se forma. Las que afectan el tórax constriñen la pared torácica a tal grado que el paciente se sofoca por su incapacidad para inhalar, mientras que las de las extremidades crean un efecto tipo torniquete y hacen que un brazo o pierna se quede sin pulso. Por tanto, todas las quemaduras circunferenciales deben manejarse como una emergencia y será preciso trasladar a los pacientes a un centro de quemados o, a falta de éste, al centro de trauma local. Como se analizó previamente, las escarotomías son incisiones quirúrgicas realizadas a través de la escara por quemadura para permitir la expansión de los tejidos más profundos y la descompresión de estructuras vasculares antes comprimidas y con frecuencia ocluidas (Figura 15-22).

Lesiones por inhalación de humo

La causa principal de muerte por los incendios no es la lesión térmica, sino la inhalación de humo tóxico. Cualquier paciente con antecedentes de exposición al humo en un espacio cerrado debe ser considerado en riesgo de tener una lesión por inhalación. Las víctimas con quemaduras en el rostro u hollín en el esputo son



Figura 15-22 Las escarotomías se practican para liberar el efecto de constricción de las quemaduras circunferenciales.

Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.

Figura 15-23 Condiciones que indican la inhalación de humo

- Quemadura en un espacio confinado
- Confusión o agitación
- Quemaduras en el rostro o en el pecho
- Cejas o vello nasal chamuscado
- Hollín en el esputo
- Ronquera, pérdida de la voz, o estridor

proclives a tener una lesión de este tipo; sin embargo, la ausencia de estas señales no excluye el diagnóstico de una inhalación tóxica (Figura 15-23). Es de vital importancia mantener un alto índice de sospecha porque los signos y síntomas pueden no manifestarse durante varios días después de la exposición.

Existen tres elementos en la inhalación de humo: lesión térmica, asfixia y lesión pulmonar tardía inducida por las toxinas. El aire seco es un mal conductor del calor; la inhalación de aire caliente asociada con fuego en una estructura rara vez induce una lesión térmica a las vías respiratorias por debajo del nivel de las cuerdas vocales. La gran superficie de la nasofaringe actúa con eficacia como un intercambiador de calor y enfría el aire inhalado como aire caliente casi a la temperatura corporal en el momento en que éste alcanza el nivel de las cuerdas vocales. Cuando se inhala aire seco caliente a 300 °C (572 °F), el aire se enfría a 50 °C (122 °F) cuando llega a nivel de la tráquea.²⁰ Las cuerdas vocales proporcionan protección adicional moviéndose de manera reflexiva en una posición de aducción o cerrada.²¹ La excepción a lo anterior es la inhalación de vapor. Éste tiene 4000 veces la capacidad de carga de calor del aire seco y es capaz de quemar las vías aéreas y los bronquiolos distales cuando es inhalado.²⁰

Asfixiantes

Dos productos gaseosos clínicamente importantes como asfixiantes son el monóxido de carbono y el gas de cianuro. Ambas moléculas se clasifican como asfixiantes y, por tanto, causan la muerte celular por hipoxia celular o asfixia. Los pacientes con asfixia por inhalación de humo que contiene uno o ambos de estos compuestos no tendrán un suministro apropiado de oxígeno a los tejidos a pesar de una tensión arterial o lectura de pulso del oxímetro adecuadas.

El monóxido de carbono se adhiere a la hemoglobina con mucha mayor afinidad que el oxígeno. Los síntomas de su inhalación dependen de la duración o gravedad de la exposición y los niveles en suero resultantes. Los síntomas pueden variar de dolor de cabeza leve hasta el coma y la muerte (Figura 15-24). La enseñanza tradicional

Figura 15-24 Síntomas de intoxicación con monóxido de carbono

- **Leve**
 - Dolor de cabeza
 - Fatiga
 - Náusea
- **Moderado**
 - Dolor de cabeza intenso
 - Vómito
 - Confusión
 - Mareo/somnolencia
 - Aumento de la frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria
- **Grave**
 - Convulsiones
 - Coma
 - Paro cardiorrespiratorio
 - Muerte

indica que los pacientes intoxicados con monóxido de carbono desarrollan una coloración "clásica" de la piel de color rojo cereza. Desafortunadamente, esto a menudo es un signo tardío del cual no se debe depender al momento de considerar el diagnóstico.

Se cuenta con monitores de monóxido de carbono de pulso portátiles para su uso en los entornos prehospitalarios que miden de manera no invasiva la cantidad de monóxido de carbono en el torrente sanguíneo (Figura 15-25). Estos monitores se ven y funcionan de manera semejante a los oxímetros de pulso. Los pacientes con niveles de 10 a 20% de carboxihemoglobina por lo general se quejan de síntomas leves. A medida que aumenta el nivel de monóxido de carbono en la sangre, los síntomas empeoran progresivamente. Conforme los niveles superan 50 o 60%, se presentan convulsiones, coma y la muerte.

La oximetría de pulso no se debe utilizar para guiar el reconocimiento o tratamiento porque dará una lectura normal o elevada falsa, dado que la detección de oxihemoglobina depende del análisis colorimétrico realizado con el oxímetro, y el análisis puede ser engañoso por la semejanza de color con la carboxihemoglobina.

El tratamiento para la toxicidad por monóxido de carbono consiste en apartar al paciente de la fuente y en la administración de oxígeno. Al respirar aire ambiente (21% de oxígeno), el cuerpo elimina la mitad del monóxido de carbono en 250 minutos.²² Si se administra al paciente oxígeno al 100%, la vida media del complejo de monóxido de carbono en la hemoglobina se reduce de 40 a 60 minutos.²³ Durante muchos años el oxígeno hiperbárico se ha considerado el tratamiento de elección para la intoxicación moderada o grave por monóxido de carbono. Su uso reduce la vida media del monóxido de carbono de 20 a 30 minutos y se ha considerado que disminuye la incidencia de secuelas a largo plazo por la exposición a este gas. Recientemente se ha cuestionado el beneficio del tratamiento con oxígeno hiperbárico sobre la terapia estándar de oxígeno al 100%.²⁴ Además, si el paciente tiene quemaduras importantes u

otras lesiones traumáticas, es sumamente difícil proporcionar los cuidados necesarios en una cámara hiperbárica. Por tanto, en la mayoría de los casos no se garantiza que una instalación con esta cámara sea mejor que un centro de trauma o de quemados.

El gas de cianuro se produce con la quema de plástico o de poliuretano. El cianuro envenena los procesos celulares de producción de energía e impide que las células del cuerpo utilicen oxígeno. El paciente puede morir por asfixia a pesar de tener la cantidad adecuada de oxígeno disponible en la sangre. Los síntomas de toxicidad por cianuro incluyen alteración del nivel de conciencia, mareo, dolor de cabeza, taquicardia y taquipnea. Las víctimas por incendio en una estructura intoxicadas con monóxido de carbono también deben ser consideradas en riesgo de envenenamiento por cianuro. El tratamiento para la intoxicación por este gas consiste en la administración rápida de un antídoto. El antídoto preferido es un medicamento que se adhiere directamente a la molécula de cianuro y que la neutraliza. La *hidroxocobalamina* desintoxica el cianuro adhiriéndose directamente a la molécula para formar cianocobalamina (vitamina B₁₂), un compuesto no tóxico. La hidroxocobalamina está disponible para uso prehospitalario en Europa y Estados Unidos. Un segundo agente quelante utilizado en Europa para la intoxicación por cianuro es el *dicobalto edetato*; sin embargo, si este medicamento se administra en ausencia de intoxicación por cianuro, la toxicidad por cobalto es un riesgo.

El "kit Lilly" o "kit Pasadena" es un paquete de antídoto para el cianuro utilizado tradicionalmente en Estados Unidos, y todavía se suele utilizar en algunos entornos. Este método para el tratamiento de la intoxicación por cianuro fue desarrollado en la década de 1930, y se observó que era eficaz en la desintoxicación de animales envenenados con 21 veces la dosis letal de cianuro.²⁵ El objetivo de esta terapia de antídoto es inducir la formación de un segundo veneno (metahemoglobina) en la sangre del paciente. Este veneno de inducción terapéutica se adhiere al cianuro y permite al cuerpo desintoxicarse lentamente y excretar el veneno.

El kit Lilly contiene tres medicamentos. El primero que se administra a las víctimas es un nitrato, ya sea nitrato de amilo o nitrato de sodio. El nitrato de amilo está contenido en una ampolleta que se rompe para liberar humos que el paciente inhala; el nitrato de sodio se administra por vía IV y es el método preferido de administración, ya que es una modalidad de suministro más eficiente y evita la exposición de los proveedores de atención médica a los humos del nitrato de amilo. Los medicamentos con nitrato cambian parte de la hemoglobina del paciente en una forma llamada metahemoglobina, que aleja el cianuro del sitio de la acción tóxica en la mitocondria de la célula. Una vez que el cianuro se adhiere a la metahemoglobina, las mitocondrias de nuevo pueden empezar a producir energía para la célula. Desafortunadamente, la metahemoglobina es tóxica porque no lleva oxígeno a las células, como la hemoglobina. Esta disminución en el suministro de oxígeno exagera la hipoxia tisular asociada con el incremento de los niveles de monóxido de carbono que también puede tener la víctima como resultado de la inhalación de humo.^{26, 27}

El tercer medicamento del kit es el tiosulfato de sodio, que se administra por vía IV después del nitrato. El tiosulfato y el cianuro de la metahemoglobina se metabolizan a tiocianato, que se excreta de forma segura en la orina del paciente.

Debido a la toxicidad de la metahemoglobina y el tiempo que se requiere para administrar el kit Lilly completo, la hidroxocobalamina se ha convertido en el antídoto de preferencia para el tratamiento de intoxicación por cianuro.



Figura 15-25 Monitor Masimo de monóxido de carbono prehospitalario, Rad-57.

Fuente: Cortesía de Masimo Corporation.

Lesión pulmonar inducida por toxinas

Los componentes térmicos y asfixiantes de una lesión por inhalación en general son evidentes en el momento del rescate. Por el contrario, los signos y síntomas de la lesión pulmonar inducida por toxinas por lo regular no se manifiestan durante varios días. Los primeros días después de una lesión por inhalación de humo se describen a menudo como la "luna de miel". Durante este periodo, el paciente parece estar engañosamente estable, con poca o ninguna disfunción pulmonar. La gravedad de esta lesión pulmonar depende en gran medida de dos factores: la composición del humo y la duración de la exposición.²⁸

En términos simplificados, el humo es el producto de una combustión incompleta, que es polvo químico. Los productos químicos en el humo reaccionan con el revestimiento de la tráquea y los pulmones, y dañan las células que recubren las vías respiratorias y los pulmones.²⁹⁻³¹ Los compuestos como el amonio, cloruro de hidrógeno y dióxido de azufre forman ácidos corrosivos y álcalis cuando se inhalan y reaccionan con agua.³² Estos venenos causan necrosis de las células que recubren la tráquea y los bronquiolos. Normalmente estas células tienen diminutas estructuras similares a pelos llamados *cilios*. En estos cilios se encuentra una manta de mucosidad que atrapa y transporta basura inhalada a la orofaringe, donde es tragada hacia el tracto gastrointestinal. Varios días después de una lesión por inhalación, estas células mueren. Los desechos de estas células necróticas y los que estas células típicamente capturan, se acumulan en vez de ser eliminadas. El resultado es un aumento en las secreciones que obstruyen las vías respiratorias con moco y restos celulares, y una mayor proporción de neumonía que pone en peligro la vida.

Manejo prehospitalario

El elemento inicial y más importante del cuidado de un paciente que ha sido expuesto al humo es determinar la necesidad de intubación orotraqueal. Se requiere una continua reevaluación de la permeabilidad de la vía aérea para identificar el desarrollo de signos de obstrucción. El cambio en la calidad de la voz, la dificultad para manejar las secreciones o el babeo son signos de una inminente oclusión de las vías respiratorias. Siempre que la permeabilidad de la vía aérea del paciente esté en duda, el proveedor de atención prehospitalaria puede proceder a asegurarla mediante intubación orotraqueal.^{33,34} En algunos casos tal vez sea necesaria la intubación de secuencia rápida, si se permite, para manejar la vía aérea. En el caso de los tiempos de traslado largos, se debe tomar en consideración una agencia capaz de proporcionar la atención definitiva de la vía aérea.

Los pacientes que absorbieron humo deben ser trasladados a centros de quemados incluso en ausencia de quemaduras superficiales. Estos centros tratan a un mayor volumen de pacientes en esta condición y ofrecen modalidades únicas de ventilación mecánica.

Abuso infantil

Alrededor de 20% de todo el abuso infantil se manifiesta como quemaduras intencionales. La mayoría de los niños quemados en forma deliberada tiene de 1 a 2 años.³⁵ Muchas jurisdicciones exigen que los proveedores de atención de salud denuncien los casos de sospecha de abuso infantil.

La forma más común de este crimen son las quemaduras por la inmersión forzosa. Estas lesiones suelen ocurrir cuando un adulto sumerge al niño en el agua caliente, a menudo como un castigo relacionado con el control de esfínteres.³⁶ Los factores que determinan la gravedad del daño incluyen la edad de la víctima, la temperatura del agua y la duración de la exposición. El menor puede recibir quemaduras de segundo o tercer grado en las manos o los pies en un patrón de tipo guante o calcetín. Estos hallazgos son especialmente sospechosos cuando las quemaduras son simétricas y carecen de patrones de salpicadura³⁷ (Figuras 15-26 y 15-27). En los casos de quemaduras intencionales con líquido (escaldadura), el niño flexiona fuerte los brazos y las piernas en una postura defensiva por miedo o dolor. El patrón de quemadura resultante escatimarán los pliegues de flexión de la fosa poplítea (rodillas), la fosa antecubital (codos) y la ingle. Las líneas de demarcación también se ven entre el tejido quemado y sin quemar, lo que indica básicamente una inmersión^{38,39} (Figura 15-28).



Figura 15-26 Las líneas rectas en el patrón de las heridas y la ausencia de marcas por salpicadura indican que esta quemadura es resultado de abuso.

Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.



Figura 15-27 La preservación de las áreas de flexión y las líneas de demarcación entre la piel quemada y sin quemar indican que este niño estaba en una posición defensiva muy flexionada antes de la lesión. Dicha postura indica que el escaldado no es accidental.

Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.



Figura 15-28 El escaldado tipo calcetín en el pie del niño indica una lesión por quemaduras de inmersión deliberada que concuerda con el abuso infantil.

Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.

En las lesiones accidentales por escaldado, las quemaduras tendrán una profundidad variable, bordes irregulares y quemaduras menores alejadas de las grandes, indicando salpicadura.⁴⁰

Quemaduras por contacto

Las quemaduras por contacto son el segundo mecanismo más común de lesiones por quemaduras en los niños, ya sea de tipo accidental o intencional. Todas las superficies del cuerpo tienen un cierto grado de curvatura. Cuando se produce una quemadura de contacto accidental, el agente quemante hace contacto con la superficie corporal curva. Como resultado, éste se desvía en el área curva o la víctima se retira del objeto caliente. La lesión resultante tiene un borde y profundidad irregulares en la herida. Cuando un niño recibe una quemadura por contacto intencional, el implemento causante se presiona sobre su piel. La lesión resultante tiene líneas de demarcación entre el tejido quemado y sin quemar y una profundidad uniforme.³⁹ Los objetos comunes involucrados en estas agresiones incluyen rizadoros, planchas de vapor, radiadores, y ollas y sartenes calientes.

Quemaduras por radiación

La gravedad de las quemaduras infligidas por diversas formas de radiación, está determinada por la cantidad de energía absorbida por el tejido convertido en blanco. Éstas incluyen radiación electromagnética, rayos X, rayos gamma y radiación de partículas, las cuales tienen la capacidad de transferir diversos grados de energía al tejido. Algunas formas de radiación (como la electromagnética) pueden pasar a través del tejido o un individuo sin producirle daño, pero otras, como la exposición de neutrones, son absorbidas por el tejido objetivo y desencadenan lesiones significativas. La absorción de la radiación resulta en el daño al tejido absorbente. La capacidad de absorción de la radiación es más perjudicial que la dosis real de energía radiactiva aplicada. Dosis equivalentes de diferentes formas de radiación tendrán distintos efectos drásticos en un individuo.

La exposición típica a la radiación se produce en el marco de un incidente industrial o laboral. Sin embargo, con la creciente amenaza del terrorismo global, la detonación de una "bomba sucia" o dispositivo de dispersión radiactiva (explosivo convencional con material radiactivo adicional), o un pequeño dispositivo nuclear improvisado (es decir, "arma nuclear sucia") es una posibilidad. (Para obtener más detalles, véase el Capítulo 20, Explosiones y armas de destrucción masiva.)

La detonación de una bomba sucia está diseñada para propagar material radiactivo sobre un área extensa. Si bien la propia explosión probablemente hiera o mate a las personas en las proximidades del estallido, el riesgo debido al material radiactivo en realidad es relativamente pequeño. Existe poca probabilidad de absorción de una dosis de radiación lo bastante grande para producir una enfermedad clínica.

Por otro lado, la detonación de un arma nuclear en un área metropolitana lesionaría y mataría a muchas personas mediante tres mecanismos: quemaduras térmicas de la tormenta de fuego inicial, explosión destructiva supersónica que causa trauma cerrado y penetrante, y producción de radiación. La mortalidad por una combinación de las quemaduras térmicas y por radiación es mayor que la de cualquiera de las quemaduras térmicas o por radiación sola de igual magnitud. Esta combinación tiene un efecto sinérgico sobre la mortalidad.⁴¹

La radiación es un material peligroso, y muchas de las prioridades iniciales en la atención prehospitalaria son las mismas que para cualquier paciente expuesto a un material peligroso. Estas prioridades consisten en utilizar el equipo de protección personal adecuado, apartar al individuo de la fuente radiactiva, retirarle la ropa contaminada e irrigarlo con agua. Recuerde que cualquier

prenda que se retire debe considerarse contaminada y manejarse con precaución. El riego se realiza con cuidado para eliminar los residuos o partículas radiactivas procedentes de zonas contaminadas sin extender el daño a las superficies corporales afectadas. La irrigación debe continuar hasta reducir al mínimo la contaminación a un estado de equilibrio, según lo determinado por un estudio de todo el cuerpo con un contador Geiger.⁴²

La excepción a este enfoque es el paciente que ha sufrido un traumatismo importante aunado a la lesión por radiación. En estos casos, la ropa se retira de inmediato después de atender la lesión traumática y estabilizar al paciente. Aquellos con quemaduras deben ser sometidos a la reanimación con líquidos similar a cualquier otro paciente con lesiones de este tipo. Los individuos irradiados pueden presentar vómito y diarrea, lo que requerirá un aumento de los líquidos de reanimación.

Las consecuencias fisiológicas de la radiación en todo el cuerpo se denominan **síndrome de radiación aguda (SRA)**. Los síntomas iniciales del SRA suelen aparecer a las pocas horas de la exposición. Las células del cuerpo más sensibles a los efectos de la radiación son aquellas que normalmente experimentan una división rápida. Este tipo de células se encuentran en la piel, el tracto GI y la médula ósea; por tanto, estos tejidos manifiestan los primeros síntomas del síndrome. En unas cuantas horas después de una exposición significativa a la radiación, el paciente experimentará náusea, vómito y dolor abdominal tipo cólico. Se requerirá un manejo agresivo con líquidos para prevenir el desarrollo de insuficiencia renal. Durante los siguientes días el paciente puede presentar diarrea con sangre, isquemia del intestino o una infección generalizada, y puede morir. La médula ósea es sumamente sensible a los efectos de la radiación y se detendrá la producción de los leucocitos requeridos para combatir las infecciones, y de las plaquetas necesarias para formar coágulos sanguíneos. Las infecciones y las complicaciones hemorrágicas resultantes regularmente son fatales.

Después de un evento nuclear, tal vez haya escasez de suministros IV, de bombas de infusión y de centros médicos de recepción. Si el proveedor de atención hospitalaria no tiene capacidad para proporcionar al paciente la reanimación IV, puede optar por los

fluidos orales. En el caso de un paciente que coopera, se debe procurar que beba una solución salina balanceada para mantener una producción de orina profusa; en forma alterna, los líquidos se suministran por sonda nasogástrica o nasoentérica. Las soluciones salinas balanceadas orales incluyen la solución de Moyer (4 gramos de cloruro de sodio [1/2 cucharadita de sal] y 1.5 gramos de bicarbonato de sodio [1/2 cucharadita de bicarbonato de sosa] en 1 litro de agua) y la solución de rehidratación oral (SRO) de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La investigación en animales ha mostrado resultados alentadores con este tipo de estrategias de reanimación en los pacientes con quemaduras tan grandes como 40% la superficie corporal total. La administración de solución salina equilibrada en el tracto GI en una proporción de 20 mL/kg produce una reanimación equivalente a la que se logra con líquido IV estándar.⁴³

Quemaduras químicas

Todos los proveedores de atención prehospitalaria deben estar familiarizados con los conceptos básicos del tratamiento de las lesiones químicas. En el medio urbano, estos profesionales pueden ser llamados a un incidente químico en un entorno industrial, mientras que un proveedor de atención prehospitalaria rural puede ser llamado a un incidente con agentes utilizados en la agricultura. A diario, toneladas de materiales peligrosos son transportados a través de las zonas urbanas y rurales por carreteras y sistemas ferroviarios. Proveedores militares de atención prehospitalaria pueden tratar a víctimas de quemaduras químicas causadas por armas o artefactos incendiarios, sustancias utilizadas como combustible o para mantenimiento de equipos, o derrames de productos químicos después de los daños a instalaciones civiles.

Las lesiones causadas por sustancias químicas con frecuencia son resultado de la exposición prolongada a agentes irritantes, en contraste con las lesiones térmicas, que por lo general implican una muy breve duración de la exposición. La gravedad del daño se determina a través de cuatro factores: naturaleza del químico, concentración del químico, duración del contacto y mecanismo de acción del químico.

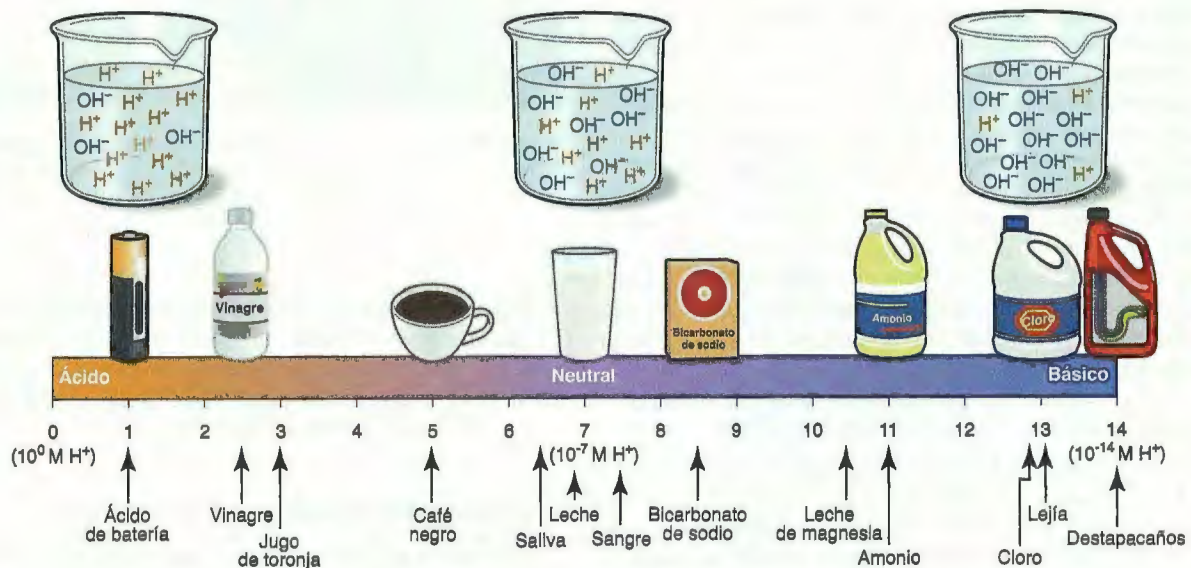


Figura 15-29 Los agentes químicos se clasifican como ácido, neutro o base, dependiendo de la cantidad de hidrógeno o iones de hidróxido que contengan. Muchos artículos para el hogar son ácido o base y requieren cuidado en su manejo.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning.

Los agentes químicos se clasifican como ácido, base, orgánico e inorgánico. Los **ácidos** son sustancias químicas con un pH entre 7 (neutro) y 0 (ácido fuerte). Las **bases** son agentes con un pH entre 7 y 14 (base fuerte) (Figura 15-29). Los ácidos dañan los tejidos mediante un proceso llamado **necrosis coagulativa**; el tejido afectado se coagula y se convierte en una barrera que impide una penetración más profunda del ácido. Por el contrario, las quemaduras alcalinas destruyen el tejido por **necrosis de licuefacción**; la base licúa el tejido, permitiendo que el producto químico penetre con mayor profundidad y cause un daño tisular cada vez más extremo.

Manejo prehospitalario

La mayor prioridad en el cuidado de un paciente expuesto a los agentes químicos es la seguridad personal y la escena. Al igual que en una emergencia, siempre se debe proteger primero al personal de asistencia prehospitalaria. Si existe alguna posibilidad de exposición a un peligro químico, es preciso garantizar la seguridad del entorno y determinar si se requiere ropa o aparato de respiración especial. Evite la contaminación de los equipos y vehículos de emergencia; un vehículo infectado crea un riesgo de exposición a todos los demás en su camino. Trate de obtener la identificación del agente químico tan pronto como sea posible.

Retire toda la ropa de la víctima, ya que puede estar contaminada con el compuesto químico en forma líquida o en polvo. Esta ropa debe ser desechada con cuidado. Si se encuentra partículas de alguna sustancia en la piel, se debe cepillar para eliminarlas. A continuación enjuague (*lavado*) al paciente con una cantidad abundante de agua. El lavado diluirá la concentración del agente perjudicial y cualquier reactivo restante. La clave es el uso de grandes cantidades de agua. Un error común es enjuagar al paciente con 1 o 2 litros de líquido, y luego detener el proceso una vez que el agua se empieza a acumular en el suelo. Cuando se lava sólo con pequeñas cantidades de líquido, el agente agresor se extiende por la superficie corporal del individuo y no se elimina con el enjuague.^{44, 45}

Si no se deja correr y desaguar de forma adecuada, el líquido de lavado puede dañar las áreas no expuestas anteriormente ni lesionadas, ya que el lavado contaminado se acumula debajo del paciente. Una forma sencilla de promover que corra el líquido en un ambiente prehospitalario es colocar al individuo en una tabla, y luego inclinarlo con apuntalamiento u otro medio para elevar la cabeza. El extremo inferior de la tabla se introduce en una bolsa de basura de plástico grande para capturar el agua contaminada que corre.

Por lo regular se evitan los agentes de neutralización para las quemaduras químicas. A menudo, en el proceso de neutralización estos agentes emiten calor en una reacción exotérmica. Por ende, un proveedor de atención prehospitalaria bien intencionado puede crear una quemadura térmica, además de la quemadura química. La mayoría de las soluciones de descontaminación comercialmente disponibles están preparadas con la finalidad de descontaminar equipos, no a personas.

Quemaduras por químico en los ojos

Son comunes las lesiones en el ojo causadas por la exposición a los álcalis. Una pequeña exposición puede ocasionar una lesión que amenaza la visión. Los ojos deben regarse de inmediato con grandes cantidades de líquido de irrigación. De ser posible, se realiza la descontaminación ocular con irrigación continua usando un lente Morgan (Figura 15-30). Si no se cuenta con este lente, la irrigación continua se puede llevar a cabo manualmente con un tubo IV

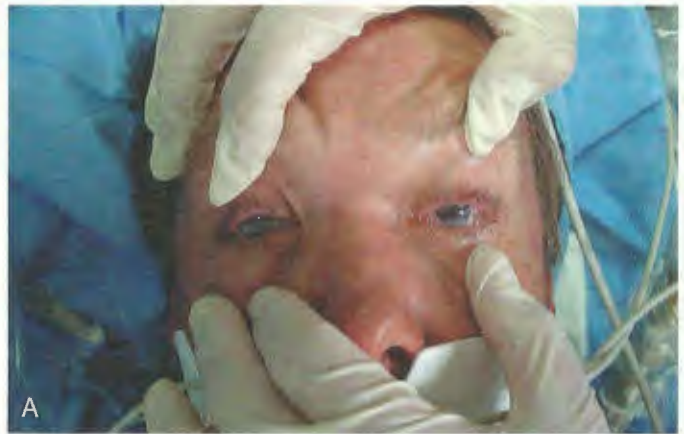


Figura 15-30 Los ojos con una lesión química requieren irrigación inmediata con una cantidad abundante de solución salina. Se puede colocar un lente Morgan en el ojo para proporcionar una irrigación ocular apropiada. Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.

sostenido con la mano o, si ambos ojos están involucrados, con una cánula nasal colocada sobre el puente de la nariz y conectada a un tubo IV y a una bolsa IV. La aplicación de un anestésico local oftálmico como proparacaina simplificará al proveedor de atención prehospitalaria el cuidado del paciente.

Exposiciones a químicos específicos

El cemento es un álcali que suele quedar retenido en la ropa o en el calzado de los individuos. El cemento en polvo reacciona con el sudor de la víctima liberando calor y la piel se seca en exceso, o *se deseca*.⁴⁶ Esta exposición se presenta por lo común en una lesión

por quemadura horas o un día después del contacto con este material. El tratamiento inicial incluye cepillar el polvo de cemento para retirarlo, seguido de una irrigación copiosa.

Los combustibles como la gasolina y el queroseno causan quemaduras de contacto después de una exposición prolongada. Estos hidrocarburos orgánicos suelen disolver las membranas celulares causando necrosis de la piel.⁴⁷ La descontaminación del paciente cubierto con combustible se lleva a cabo por irrigación con grandes volúmenes de agua. La exposición a gasolina por contacto puede conducir a lesión tisular de espesor total. Una exposición de suficiente duración o gravedad también conlleva toxicidad sistémica. Se pueden presentar complicaciones cardiovasculares, renales, pulmonares, neurológicas y hepáticas graves a través de las heridas en la piel. En los casos de sospecha de toxicidad sistémica, se justifica el desbridamiento quirúrgico inmediato si hay preocupación por la absorción continua de toxinas a través de la herida.

El **ácido fluorhídrico** es una sustancia peligrosa utilizada en gran medida en entornos domésticos, industriales y militares. Se emplea principalmente en la fabricación de refrigerantes, al igual que en la preparación de herbicidas, productos farmacéuticos, gasolina de alto octanaje, aluminio, plásticos, componentes eléctricos y focos fluorescentes. Además, se utiliza para grabar el vidrio y el metal, y se encuentra en removedores de óxido y limpiadores de llantas de automóviles. El verdadero peligro de este producto químico es el ion fluoruro, que produce profundas alteraciones de electrolitos, especialmente calcio y magnesio.⁴⁸ Incluso pequeñas cantidades de ácido fluorhídrico pueden conducir a una *hipocalcemia* (nivel bajo de calcio en suero) profunda y potencialmente mortal. Si no se combate, puede licuar los tejidos y lixiviar el calcio de los huesos del paciente. El tratamiento inicial de la exposición al ácido fluorhídrico es la irrigación con agua, seguido de la aplicación de gel de gluconato de calcio en el área de urgencias. Los pacientes con quemaduras de ácido fluorhídrico deben ser trasladados de inmediato a un centro de quemados para un tratamiento adicional.

Las lesiones causadas por el fósforo son frecuentes en entornos militares. El **fósforo blanco (FB)** es un potente agente incendiario utilizado en la producción de municiones. Se quema violentamente cuando se expone al aire, produciendo llamas brillantes y humo denso, y continúa ardiendo hasta que todo el agente se consume o queda privado de oxígeno. Al entrar en contacto con la piel, el FB produce quemaduras químicas y térmicas profundas.

El tratamiento inicial consiste en privar al FB del acceso al oxígeno. Toda la ropa debe ser retirada rápidamente, ya que puede contener algunas partículas de fósforo retenidas que pueden encenderla. Mantenga las zonas afectadas sumergidas en agua o apósitos empapados en solución salina, y humedezca los apósitos durante el traslado. Si los apósitos se secan, cualquier partícula de FB retenida volverá a arder y podría incendiar los apósitos y quemar al paciente.

Las soluciones con **hipoclorito** con frecuencia se utilizan para producir blanqueadores domésticos y limpiadores industriales. Estas soluciones son álcalis fuertes; las soluciones comúnmente disponibles son de 4 a 6% y por lo regular no son letales, a menos que grandes áreas del cuerpo estén expuestas a la sustancia química. Sin embargo, en concentraciones mayores, los pequeños volúmenes son potencialmente letales. Alrededor de 30 mL de una solución al 15% se considera una exposición peligrosa para la vida.

Las **mostazas de nitrógeno** y azufre son compuestos que se clasifican como **vesicantes** o **agentes vejigatorios**. Se han utilizado como armas químicas y están reconocidos como una amenaza del terrorismo químico. Estos productos queman y ampollan la piel con

la exposición. Son irritantes para la piel y causan excoriación en pulmones y ojos. Después de la exposición, los pacientes se quejan de una sensación de ardor en la garganta y en los ojos. El efecto en la piel se produce varias horas después como enrojecimiento, seguido de la formación de ampollas en las áreas expuestas o contaminadas. Después de una exposición intensa, las víctimas desarrollan necrosis de espesor total e insuficiencia respiratoria.⁴⁹⁻⁵¹ El tratamiento principal en campo es la descontaminación para prevenir una contaminación cruzada inadvertida.

Durante la atención a las víctimas de exposición vesicante, los proveedores de atención prehospitalaria deben usar guantes, ropa y equipo de respiración adecuados (Figura 15-31). Los pacientes deben ser descontaminados e irrigados con agua o solución salina. Otros agentes que personal especializado utiliza para descontaminar a las víctimas, incluyen una solución de hipoclorito diluida y tierra de Fuller en polvo, que está disponible comercialmente y funciona como un agente absorbente. A su llegada a un centro de quemados, el paciente requiere un tratamiento especializado adicional.

Figura 15-31 Zonas de control de materiales peligrosos en la escena

Para limitar la propagación de un material peligroso, el National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), la Occupational Safety and Health Administration (OSHA), la U.S. Coast Guard, and the Environmental Protection Agency (EPA) han desarrollado y apoyado el uso de zonas de control.⁵² El objetivo de este concepto es realizar actividades específicas en áreas específicas. Apegarse a estos principios reduce la probabilidad de propagar la contaminación y los daños al personal de respuesta de urgencias y a los transeúntes.

Las zonas están constituidas por tres círculos concéntricos. La más interna es la **zona caliente**. Es la región inmediata involucrada con, y adyacente al incidente con materiales peligrosos. El personal que entra en esta área debe estar totalmente protegido, en la mayoría de los casos utilizando equipo de protección individual (EPI) nivel A contra el peligro potencial (véase el Capítulo 20, Explosiones y armas de destrucción masiva). La tarea de los equipos de rescate en la zona caliente es evacuar a pacientes lesionados antes de atenderlos o descontaminarlos. La siguiente es la **zona cálida**, donde se lleva a cabo la descontaminación de las víctimas, el personal y el equipo, de nuevo por personal habilitado con equipo de protección apropiado. En esta zona, la única atención que se proporciona al paciente es la evaluación primaria y la inmovilización de la columna vertebral, como está indicado. El área más externa es la **zona fría**, donde operan el equipo y el personal. Una vez que el paciente es evacuado a la zona fría, los proveedores pueden entonces proporcionar atención definitiva sin la necesidad de EPI químico.

Si un paciente llega a su hospital o puesto de socorro proveniente de una escena de materiales peligrosos y no ha sido descontaminado, debe seguir los conceptos de estas zonas de control de materiales peligrosos.

El gas lacrimógeno y sustancias químicas semejantes son conocidos como **agentes antidisturbios**. Un agente antidisturbios incapacita de manera rápida y breve a los individuos expuestos al químico en la medida en que causa irritación en la piel, membranas mucosas, pulmones y ojos. La extensión de la lesión se determina

por la magnitud de la exposición al agente. La irritación dura por lo común de 30 a 60 minutos. El tratamiento consiste en apartar a las personas expuestas al agente antidisturbios de la fuente de exposición, retirar la ropa contaminada, e irrigar la piel y los ojos de los pacientes.



Resumen

- Todas las quemaduras son graves, independientemente de su tamaño.
- Las quemaduras potencialmente mortales incluyen quemaduras térmicas grandes, lesiones eléctricas y quemaduras químicas.
- A diferencia del trauma mecánico (p. ej. penetrante, cerrado), el cuerpo tiene poco o nada de los mecanismos de adaptación para sobrevivir a una lesión por quemadura.
- Las quemaduras no son lesiones de piel aisladas; son lesiones sistémicas de magnitud sin precedente. Los pacientes con mayor afectación por quemadura experimentan la disfunción de los sistemas cardiovascular, pulmonar, gastrointestinal, renal e inmunológico.
- Si no se proporciona una reanimación con líquidos adecuada, se presenta un shock refractario, disfunción multiorgánica, e incluso la profundización de las quemaduras. Por tanto, el papel del proveedor de atención prehospitalaria es fundamental en la optimización de la supervivencia después de una lesión por quemadura.
- Aunque complicadas y peligrosas, las quemaduras rara vez son rápidamente mortales. Un paciente con inhalación de humo grave y quemaduras térmicas grandes puede tardar varias horas o días en morir. Los pacientes con quemaduras también son propensos a tener otro trauma mecánico.
- Las quemaduras dramáticas pueden distraer la atención del proveedor de atención prehospitalaria de otras lesiones potencialmente mortales. Realizar las evaluaciones primaria y secundaria reducirá la probabilidad de perder de vista estas lesiones (p. ej., neumotórax, taponamiento cardiaco, rotura esplénica).
- Se requiere una vigilancia constante para evitar convertirse en víctima. A menudo, el agente lesivo representa un riesgo de daño para los proveedores de atención prehospitalaria.
- Incluso pequeñas quemaduras en las zonas de alta función (manos, rostro, articulaciones, perineo) pueden causar incapacidad a largo plazo por la formación de las cicatrices.
- La familiaridad con los criterios de traslado del centro de quemados ayudará a garantizar que todos los pacientes puedan lograr una recuperación máxima de sus funciones después de la lesión por quemadura.
- La causa principal de muerte en los pacientes con quemaduras son las complicaciones por inhalación de humo: asfixia, lesiones térmicas y lesión pulmonar tardía inducida por tóxicos. Con frecuencia los pacientes no desarrollan síntomas de insuficiencia respiratoria durante 48 horas o más. Incluso sin quemaduras en la piel, las víctimas por inhalación de humo deben ser trasladadas a centros de quemados.
- Las víctimas de quemaduras por materiales peligrosos, como productos químicos o agentes radiactivos, deben ser sometidas a descontaminación para evitar la propagación accidental de material a los proveedores de atención prehospitalaria y de la salud.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Usted es llamado al incendio de una estructura residencial. Cuando llega con su unidad, se enfrenta al escenario de una casa de dos pisos totalmente envuelta en llamas, con humo negro saliendo del techo y las ventanas. Se dirige a una víctima que está recibiendo atención de los servicios médicos de urgencias (SMU). Le dicen que el paciente regresó al edificio en llamas en un intento por rescatar a su perro, y los bomberos lo sacaron inconsciente.

Su paciente es un hombre que parece tener alrededor de treinta años. La mayor parte de su ropa está calcinada. Tiene quemaduras evidentes en el rostro y su cabello está chamuscado. Está inconsciente y respira espontáneamente, pero con ronquidos. Los SMU lo han colocado en alto flujo de oxígeno con una mascarilla no recicante que suministra altas concentraciones de oxígeno. Durante la exploración física, su vía aérea es permeable con asistencia manual (tracción mandibular); ventila fácilmente. Las mangas de su camisa están quemadas, tiene quemaduras circunferenciales en los brazos, pero su pulso radial es fácilmente palpable. Su frecuencia cardiaca es de 118 latidos/minuto, su tensión arterial de 148/94 mm Hg, su frecuencia respiratoria de 22 respiraciones/minuto, y la saturación de oxígeno (SpO₂), tomada por oxímetro de pulso, marca 92%. En la exploración física se determina que el paciente tiene quemaduras en toda la cabeza y ampollas en la parte anterior del tórax y el abdomen, así como quemaduras de espesor total en ambos brazos y manos.

- ¿Cuál es la magnitud de las quemaduras de este paciente?
- ¿Cuáles son los pasos iniciales para su manejo?
- ¿Cómo identifica el proveedor de atención prehospitalaria una lesión por inhalación?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

El paciente presenta lesiones críticas. Dado que se le encontró en un edificio en llamas colapsado, con quemaduras en el rostro y con dificultad para respirar, usted debe preocuparse de que haya inhalado una gran cantidad de humo.

Evalúe y reevalúe en caso de edema de la vía aérea y lesión por inhalación. La permeabilidad de la vía aérea debe ser motivo de preocupación; sin embargo, el paciente actualmente la maneja él mismo. Si toma en cuenta que a menudo la mejor persona para manejarla es el paciente, usted necesita equilibrar el tiempo requerido para transportarlo con las dificultades propias del manejo de la vía aérea en un paciente con una vía aérea edematosa. Si el traslado es prolongado o se retrasa, asegure la vía aérea mediante intubación traqueal. Es evidente que el paciente necesita oxígeno al 100% debido a la exposición al humo y los problemas relacionados con los tóxicos. Si decide intubarlo, tenga cuidado al asegurar el TE, y sujételo de forma segura. Un monitor de monóxido de carbono portátil colocado en el paciente le informa de un nivel de carboxihemoglobina de 16%, que ya está tratando, ya que suministró oxígeno al 100%. Usted consulta el protocolo local en materia de manejo de inhalación de humo con potencial de intoxicación por cianuro.

Ambas extremidades superiores tienen quemaduras profundas de espesor total. Usted no es capaz de identificar alguna vena para establecer una vía intravenosa. Ninguna pierna está quemada ni hay evidencia de fracturas. Inicia una línea IO en la tibia izquierda, y una infusión de Ringer lactato.

El paciente tiene quemaduras en toda la cabeza, ambas extremidades superiores y tronco anterior. Cada extremidad abarca aproximadamente 9% de la superficie corporal total (SCT), el tronco anterior, 18%, y la cabeza aproximadamente 9%. Por tanto, la SCT estimada con quemaduras es de alrededor de 45%. El individuo pesa aproximadamente 80 kg (175 libras). Usted estima las necesidades del paciente utilizando la fórmula de Parkland de la siguiente manera:

$$45\% \text{ de SCT quemada} \times 80 \text{ kg} \times 4 \text{ mL/kg/SCT quemada} = 14400 \text{ mL por administrarse en las primeras 24 horas}$$

La mitad del total de este líquido se administra en las primeras 8 horas después de la lesión. Por tanto, la proporción por hora durante las primeras 8 horas es la siguiente:

$$14400 \text{ mL} / 2 = 7200 \text{ mL por administrarse en las primeras 8 horas}$$

Calcule la proporción de líquido por hora:

$$7200 \text{ mL} / 8 = 900 \text{ mL por hora para las horas 0 a 8}$$

Referencias

1. Tredget EE, Shankowsky HA, Taerum TV, et al. The role of inhalation injury in burn trauma: a Canadian experience. *Ann Surg.* 1990;212:720.
2. Herndon D, Rutan R, Rutan T. Management of the pediatric patient with burns. *J Burn Care Rehabil.* 1993;14(1):3.
3. Rossignol A, Locke J, Burke J. Pediatric burn injuries in New England, USA. *Burns.* 1990;16(1):41.
4. Mortiz AR, Henrique FC Jr. Studies of thermal injury: the relative importance of time and surface temperature in the causation of cutaneous burn injury. *Am J Pathol.* 1947;23:695.
5. Robinson MC, Del Becarro EJ. Increasing dermal perfusion after burning by decreasing thromboxane production. *J Trauma.* 1980;20:722.
6. Heggors JP, Ko F, Robson MC, et al. Evaluation of burn blister fluid. *Plast Reconstr Surg.* 1980;65:798.
7. Rossiter ND, Chapman P, Haywood IA. How big is a hand? *Burns.* 1996;22(3):230-231.
8. Berry MG, Evison D, Roberts AH. The influence of body mass index on burn surface area estimated from the area of the hand. *Burns.* 2001;27(6):591-594.
9. de Camara DL, Robinson MC. Ultrastructure aspects of cooled thermal injury. *J Trauma.* 1981;21:911-919.
10. Jandera V, Hudson DA, de Wet PM, Innes PM, Rode H. Cooling the burn wound: evaluation of different modalities. *Burns.* 2000;26:265-270.
11. Sawada Y, Urushidate S, Yotsuyanagi T, Ishita K. Is prolonged and excessive cooling of a scalded wound effective? *Burns.* 1977;23(1):555-558.
12. Venter TH, Karpelowsky JS, Rode H. Cooling of the burn wound: the ideal temperature of the coolant. *Burns.* 2007;33:917-922.
13. Dunn K, Edwards-Jones VT. The role of Acticoat with nanocrystal-line silver in the management of burns. *Burns.* 2004;30(suppl):S1.
14. Wright JB, Lam K, Burrell RE. Wound management in an era of increasing bacterial antibiotic resistance: a role for topical silver treatments. *Am J Infect Control.* 1998;26:572.
15. Yin HQ, Langford R, Burrell RE. Comparative evaluation of the antimicrobial activity of Acticoat antimicrobial dressing. *J Burn Care Rehabil.* 1999;20:195.
16. Chung KK, Salinas J, Renz EM, et al. Simple derivation of the initial fluid rate for the resuscitation of severely burned adult combat casualties: in silico validation of the rule of 10. *J Trauma.* 2010;69:S49-S54.
17. Navar PD, Saffell JR, Warden GD. Effect of inhalation injury on fluid resuscitation requirements after thermal injury. *Am J Surg.* 1985;150:716.

18. RxList. Anectine: warnings. <http://www.rxlist.com/anectine-drug/warnings-precautions.htm> Comentado el 31 de enero de 2011. Consultado el 1 de septiembre de 2013.
19. Layton TR, McMurty JM, McClain EJ, Kraus DR, Reimer BL. Multiple spine fractures from electrical injuries. *J Burn Care Rehabil.* 1984;5:373-375.
20. Moritz AR, Henriques FC, McClean R. The effects of inhaled heat on the air passages and lungs. *Am J Pathol.* 1945;21:311.
21. Peters WJ. Inhalation injury caused by the products of combustion. *Can Med Assoc J.* 1981;125:249.
22. Forbes WH, Sargent F, Roughton FJW. The rate of carbon monoxide uptake by normal men. *Am J Physiol.* 1945;143:594.
23. Mellins RB, Park S. Respiratory complications of smoke inhalation in victims of fires. *J Pediatr.* 1975;87:1.
24. Buckley NA, Juurlink DN, Isbister G, Bennett MH, Lavonas EJ. Cochrane Summaries. There is insufficient evidence to support the use of hyperbaric oxygen for treatment of patients with carbon monoxide poisoning. <http://summaries.cochrane.org/CD002041/>. Publicado el 13 de abril de 2011. Consultado el 1 de septiembre de 2013
25. Chen KK, Rose CL, Clowes GH. Comparative values of several antidotes in cyanide poisoning. *Am J Med Sci.* 1934;188:767.
26. Feldstein M, Klendshoj NJ. The determination of cyanide in biological fluids by microdiffusion analysis. *J Lab Clin Med.* 1954;44:166.
27. Vogel SN, Sultan TR. Cyanide poisoning. *Clin Toxicol.* 1981;18:367.
28. Crapo R. Smoke inhalation injuries. *JAMA.* 1981;246:1694.
29. Herndon DN, Traber DL, Niehaus GD, et al. The pathophysiology of smoke inhalation in a sheep model. *J Trauma.* 1984;24:1044.
30. Till GO, Johnson KJ, Kunkel R, et al. Intravascular activation of complement and acute lung injury. *J Clin Invest.* 1982;69:1126.
31. Thommasen HV, Martin BA, Wiggs BR, et al. Effect of pulmonary blood flow on leukocyte uptake and release by dog lung. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1984;56:966.
32. Trunkey DD. Inhalation injury. *Surg Clin North Am.* 1978;58:1133.
33. Haponik E, Summer W. Respiratory complications in the burned patient: diagnosis and management of inhalation injury. *J Crit Care.* 1987;2:121.
34. Cahalane M, Demling R. Early respiratory abnormalities from smoke inhalation. *JAMA.* 1984;251:771.
35. Hight DW, Bakalar HR, Lloyd JR. Inflicted burns in children: recognition and treatment. *JAMA.* 1979;242:517.
36. U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, Office of Juvenile Justice and Delinquency Prevention. *Burn Injuries in Child Abuse.* 2001. <https://www.ncjrs.gov/pdffiles/91190-6.pdf> Consultado el 17 de diciembre de 2013.
37. Chadwick DL. The diagnosis of inflicted injury in infants and young children. *Pediatr Ann.* 1992;21:477.
38. Adronicus M, Oates RK, Peat J, et al. Nonaccidental burns in children. *Burns.* 1998;24:552.
39. Purdue GF, Hunt JL, Prescott PR. Child abuse by burning: an index of suspicion. *J Trauma.* 1988;28:221.
40. Lenoski EF, Hunter KA. Specific patterns of inflicted burn injuries. *J Trauma.* 1977;17:842.
41. Brooks JW, Evans EI, Ham WT, Reid JD. The influence of external body radiation on mortality from thermal burns. *Ann Surg.* 1953;136:533.
42. American Burn Association (ABA). Radiation injury. In: *Advanced Burn Life Support Course.* Chicago, IL: ABA; 1999:66.
43. Michell MW, Oliveira HM, Vaid SU, et al. Enteral resuscitation of burn shock using intestinal infusion of World Health Organization oral rehydration solution (WHO ORS): a potential treatment for mass casualty care. *J Burn Care Rehabil.* 2004;25:S48.
44. Bromberg BF, Song IC, Walden RH. Hydrotherapy of chemical burns. *Plast Reconstr Surg.* 1965;35:85.
45. Leonard LG, Scheulen JJ, Munster AM. Chemical burns: effect of prompt first aid. *J Trauma.* 1982;22:420.
46. Alam M, Moynagh M, Orr DS, Lawlor C. Cement burns—the Dublin national burns experience. *J Burns Wounds.* 2007;7:33-38.
47. Mozingo DW, Smith AD, McManus WF, et al. Chemical burns. *J Trauma.* 1998;28:64.
48. Mistry D, Wainwright D. Hydrofluoric acid burns. *Am Fam Physician.* 1992;45:1748.
49. Willems JL. Clinical management of mustard gas casualties. *Ann Med Milit Belg.* 1989;3S:1.
50. Papirmeister B, Feister AJ, Robinson SI, et al. The sulfur mustard injury: description of lesions and resulting incapacitation. In: Papirmeister B, Feister A, Robinson S, Ford R. *Medical Defense Against Mustard Gas.* Boca Raton, FL: CRC Press; 1990:13.
51. Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR. *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare.* Washington, DC: Office of the Surgeon General; 1997.
52. Centers for Disease Control and Prevention. NIOSH/OSHA/USCG/EPA recommended zones. http://wonder.cdc.gov/wonder/prevguid/p0000018/p0000018.asp#Figure_5 Consultado el 2 de septiembre de 2013.

CAPÍTULO



Trauma pediátrico

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Identificar las diferencias anatómicas y fisiológicas de los niños que constituyen patrones de lesiones pediátricas únicos.
- Demostrar que se conoce la importancia especial del manejo de la vía aérea y el restablecimiento de una oxigenación tisular adecuada en pacientes pediátricos.
- Identificar sus signos vitales cuantitativos.
- Demostrar que se conoce el manejo de técnicas para las diversas lesiones que se presentan en estos pacientes.
- Calcular el puntaje de trauma pediátrico.
- Describir los signos del trauma pediátrico que sugieren un traumatismo no accidental.

ESCENARIO

Usted es llamado a la escena de un accidente automovilístico en una carretera muy transitada. Dos vehículos están involucrados en una colisión frontal. Uno de los ocupantes del vehículo es un niño que está sujeto de forma incorrecta en un asiento de seguridad. No hay factores climatológicos implicados en esta tarde de primavera.

Al llegar a la escena ve que la policía ha asegurado y bloqueado el tráfico en la zona aledaña al accidente. A medida que su compañero y otro equipo que llega valoran a los demás pacientes, usted se acerca al niño. Se da cuenta de que es un pedueño de aproximadamente 2 años, quien está sentado en el asiento de seguridad, el cual se giró ligeramente en ángulo; hay sangre en la parte posterior del reposacabezas del asiento que se ubica enfrente de él. A pesar de los numerosos rasguños y leve sangrado de la cabeza, del rostro y el cuello, el niño parece muy tranquilo.

Sus evaluaciones primaria y secundaria revelan a un niño de 2 años, quien débilmente repite "ma-má, ma-má". Su pulso es de 180 latidos/minuto, con los pulsos radiales más débiles que los carotídeos; su tensión arterial es de 50 milímetros de mercurio (mm Hg) por palpación. Su frecuencia respiratoria es de 18 respiraciones/minuto, un poco irregular, pero sin ruidos anormales. A medida que lo sigue explorando, se da cuenta de que ha dejado de decir "ma-má", y parece que sólo mira fijamente al espacio. También observa que tiene las pupilas ligeramente dilatadas, y la piel pálida y sudorosa. Una mujer que se identifica como la niñera de la familia le dice que la madre del chico está en camino y que usted debe esperarla.

- ¿Cuáles son las prioridades de manejo para este paciente?
- ¿Cuáles son sus lesiones más probables?
- ¿Cuál es el destino más apropiado para este niño?



Introducción

Los Centros de Control y Prevención de Enfermedades (CDC, Centers for Disease Control and Prevention) continúan demostrando que aunque

la causa principal de muerte sigue variando por grupo de edad, las lesiones son la causa más común de muerte en niños en Estados Unidos. Más de 8.5 millones se lesionan cada año, con una muerte infantil cada 30 minutos.^{1,2} Lo trágico es que hasta 80% de estos decesos puede ser evitable, ya sea mediante estrategias eficaces de prevención, o asegurando una atención adecuada en la fase aguda de la lesión.³

Al igual que con todos los aspectos de la atención pediátrica, la evaluación y el manejo adecuados de un niño lesionado requerirán un conocimiento profundo no sólo de sus características únicas de crecimiento y desarrollo (incluyendo su anatomía y fisiología inmadura en desarrollo), sino también de sus mecanismos únicos de lesión.

El dicho de que "los niños no son simplemente adultos pequeños" es cierto. Muestran distintos patrones reproducibles de lesiones, diferentes respuestas fisiológicas, y necesidades especiales de tratamiento en función de su desarrollo físico y psicosocial en el momento de la lesión.

En este capítulo se describen las características especiales del paciente pediátrico traumatizado, y se revisa el manejo óptimo del traumatismo y su razón de ser. Aunque es importante que el proveedor de atención prehospitalaria conozca las características únicas de la lesión pediátrica, el enfoque del tratamiento básico fundamental y del soporte vital avanzado (SVA) utilizando las evaluaciones primaria y secundaria es el mismo para todos los pacientes, independientemente de la edad o del tamaño.

El niño como paciente de trauma

Demografía del trauma pediátrico

Por sus necesidades y características únicas, el paciente pediátrico requiere una atención especial, más aún cuando se evalúa a un niño gravemente herido. La incidencia de trauma cerrado (*versus* al penetrante) es más alta en esta población. El Registro Nacional de Trauma Pediátrico y el Banco Nacional de Datos de Trauma del American College of Surgeons (ACS) continúan identificando un traumatismo cerrado como el mecanismo más común de lesión, mientras que el penetrante sólo representa 10% de los casos pediátricos. Aunque a menudo este último causa lesiones al sistema corporal, los mecanismos del traumatismo cerrado tienen mayor propensión a una lesión multisistémica.

Las caídas, peatones golpeados por automóviles y lesiones de sus ocupantes como consecuencia de accidentes de tránsito son las causas más comunes de lesiones pediátricas en Estados Unidos: las caídas solas representan más de 2.5 millones de heridos al año.² La Organización Mundial de la Salud estima que, a nivel mundial, alrededor de 950 000 niños mueren a causa de traumatismos, y decenas de millones son hospitalizados con lesiones no mortales.⁴ Al igual que en Estados Unidos, los accidentes relacionados con el tráfico son la causa más común de muerte, con las quemaduras, homicidio y caídas como las siguientes más comunes.

Por una variedad de razones que se analizarán en este capítulo, la afectación multisistémica es la regla y no la excepción en un traumatismo pediátrico importante. A pesar de que sólo haya evidencia externa mínima del daño presente, todavía puede haber una

herida interna potencialmente mortal que debe ser evaluada en un centro de trauma apropiado.

Cinemática del trauma pediátrico

El tamaño del niño se convierte en un blanco más pequeño al que se aplican las fuerzas de las defensas, guardafangos y caídas. Un amortiguamiento mínimo de grasa corporal, el aumento de la elasticidad de los tejidos conectivos y la proximidad de las vísceras a la superficie corporal limitan su capacidad para disipar estas fuerzas como en el caso del adulto; por tanto, la energía se transmite más fácilmente a los órganos subyacentes. Además, el esqueleto infantil no está totalmente calcificado, contiene múltiples centros de crecimiento activo y es más elástico que el de un adulto. Como resultado, puede haber lesiones internas significativas sin traumatismo externo evidente.

Patrones comunes de lesiones

Las características anatómicas y fisiológicas únicas del paciente pediátrico, en combinación con los mecanismos comunes específicos de la lesión por edad, producen patrones distintos, aunque previsible, de la lesión (Figura 16-1). El uso incorrecto del cinturón de seguridad o el impacto de la bolsa de aire por la colocación del asiento delantero en el vehículo puede ocasionar un daño significativo al niño (Figura 16-2). El traumatismo con frecuencia es una enfermedad de tiempo crítico, y la familiaridad con estos patrones ayudará al proveedor de atención prehospitalaria al manejo óptimo y expedito de las decisiones que conciernen al niño herido. Por ejemplo, un traumatismo que involucra lesión craneal cerrada pro-

duce apnea, hipoventilación e hipoxia mucho más comúnmente que hipovolemia e hipotensión. Por tanto, las guías de atención clínica para los pacientes pediátricos con traumatismo deben incluir mayor énfasis en el manejo de la vía aérea y la respiración.

Homeostasis térmica

La proporción entre el área de superficie corporal y la masa corporal del niño es más alta al nacer y disminuye a lo largo de la infancia y la niñez. En consecuencia, existe una mayor área de superficie a través de la cual se puede perder calor con rapidez, lo que no sólo genera un estrés adicional en el niño, sino que también altera sus respuestas fisiológicas en caso de trastornos metabólicos y shock. La hipotermia profunda puede desencadenar *coagulopatía* grave y colapso cardiovascular potencialmente irreversible. Además, muchos signos clínicos de la hipotermia son semejantes a los de shock por descompensación inminente, lo que enturbia potencialmente la evaluación clínica del proveedor de atención prehospitalaria.

Aspectos psicosociales

Las ramificaciones psicológicas de un niño lesionado pueden representar un reto importante. En particular, un niño muy pequeño puede mostrar un comportamiento psicológico regresivo cuando el estrés, el dolor u otras amenazas percibidas deterioran su capacidad para procesar eventos atemorizantes. Personas desconocidas en entornos extraños pueden limitar su capacidad para cooperar plenamente con la historia clínica, la exploración física y el tratamiento. En muchas ocasiones, conocer estas características y tener la voluntad para calmar y consolar al menor lesionado son los

Figura 16-1 Patrones comunes de lesiones asociadas con trauma pediátrico

Tipo de trauma	Patrones de lesiones
Accidente automovilístico (el niño es pasajero)	Sin sujeción: traumatismo multisistémico (incluyendo tórax y abdomen), lesiones en la cabeza y el cuello, laceraciones en el cuero cabelludo y faciales Con sujeción: lesiones torácicas y abdominales, fracturas de columna inferior Impacto lateral: cabeza, lesiones en el cuello y tórax; fracturas de las extremidades Despliegue de bolsa de aire: lesiones en cabeza, cara, y tórax; fracturas de las extremidades superiores
Accidente automovilístico (el niño es peatón)	Baja velocidad: fracturas de las extremidades inferiores Alta velocidad: traumatismo multisistémico (incluyendo tórax y abdomen), lesiones de cabeza y cuello, fracturas de las extremidades inferiores
Caída desde cierta altura	Baja: fracturas de las extremidades superiores Media: lesiones de cabeza y cuello, fracturas de extremidades superiores e inferiores Alta: traumatismo multisistémico (incluyendo tórax y abdomen), lesiones de cabeza y cuello, fracturas de las extremidades superiores e inferiores
Caída de una bicicleta	Sin casco: laceraciones en cabeza y cuello, faciales y en el cuero cabelludo, fracturas de las extremidades superiores Con casco: fracturas de las extremidades superiores Golpe con el manubrio: lesiones abdominales internas

Fuente: Modificado de American College of Surgeons Committee on Trauma: Pediatric trauma. ACS, Committee on Trauma: *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, 9a. ed., Chicago, 2012, ACS.

Figura 16-2 Lesiones pediátricas asociadas con cinturones de seguridad y bolsas de aire

A pesar de las leyes en los 50 estados de Estados Unidos que exigen el uso de asientos de seguridad o dispositivos de retención para niños pequeños, en casi la mitad de los accidentes automovilísticos el menor no lleva una restricción o ésta es inadecuada.⁵ Además, si éste es el ocupante del asiento delantero en un vehículo con una bolsa de aire del lado del pasajero, es igual de probable que presente lesiones graves aunque la restricción sea correcta.⁶ Un niño expuesto a una bolsa de aire del lado del pasajero tiene dos veces más probabilidades de presentar lesiones importantes que un pasajero en el asiento delantero sin dicho dispositivo.⁷

Se cree que los niños con cinturón de regazo o el cinturón de seguridad colocado de manera incorrecta tienen mayor riesgo de ocasionar una lesión intestinal en los accidentes de vehículo automotriz. La incidencia es difícil de determinar. En un estudio, 20% de los menores lesionados tenía un hematoma visible por el cinturón de regazo, y 50% de este grupo tenía lesiones intraabdominales significativas; además, 25% presentó perforación intestinal.⁸ Otros estudios han demostrado aumento del riesgo, mas no en esta medida,

con 5% de los niños con hematoma en la pared abdominal por el cinturón de seguridad, y 13% de aquellos con hematomas, con lesión intestinal.⁹ Es razonable suponer que cualquier menor que, usando un cinturón de regazo, presenta hematomas de la pared abdominal después de un accidente de vehículo automotriz, tiene una lesión intraabdominal hasta que se demuestre lo contrario.

En aproximadamente 1% de todos los accidentes de tránsito que involucran a niños, éstos quedan expuestos al despliegue de la bolsa de aire del pasajero. De estas víctimas, 14% presenta lesiones graves, en comparación con 7.5% de los ocupantes de asientos delanteros con cinturón de seguridad no expuestos a una bolsa de aire. En una investigación, el riesgo total de cualquier lesión fue de 86% *versus* a 55% en el grupo control de pacientes (aquellos no expuestos a una bolsa de aire).⁷ Una lesión menor con este dispositivo incluye quemaduras y laceraciones no significativas en el torso superior y faciales. Las lesiones mayores consisten en daño considerable en tórax, cuello, rostro y extremidades superiores.¹⁰ Se ha documentado la decapitación de un niño por una bolsa de aire del pasajero.²

medios más eficaces para lograr una buena relación y obtener una evaluación exhaustiva de su estado fisiológico.

Asimismo, los padres o cuidadores con frecuencia tienen requerimientos y problemas específicos en relación con el niño, como la necesidad de conocer información sobre sus lesiones y el tratamiento que se tiene planificado, o la confirmación sobre su condición que, si se les menciona, puede ayudar al proveedor de atención prehospitalaria en el cuidado satisfactorio del paciente. Sin embargo, si se ignoran dichas necesidades y cuestiones, es posible que los padres se enojen o se muestren agresivos y sean importantes obstáculos para una atención eficaz. Cada vez que un niño está enfermo o herido, los cuidadores también se ven afectados y deben ser considerados como pacientes. El tratamiento de todos los pacientes comienza con una comunicación eficaz, pero ésta se vuelve incluso más relevante cuando se trata "de los padres de los pacientes". Sólo puede consistir en simples palabras de compasión o demasiada paciencia, pero usted no puede ser un proveedor de atención prehospitalaria para el paciente pediátrico si ignora las necesidades de los padres o cuidadores. Si los incluye en el proceso, a menudo pueden actuar como integrantes funcionales del equipo de atención de urgencias. Además, su participación será una señal de que el niño lo aprueba a usted como una persona "segura", lo que aumenta la probabilidad de su cooperación.

Recuperación y rehabilitación

Algo que también es único en el paciente pediátrico con traumatismo es el efecto que puede tener una lesión incluso menor en su crecimiento y desarrollo posterior. A diferencia de un adulto con madurez anatómica, un niño no sólo debe recuperarse de la lesión,

sino también continuar con su crecimiento normal. No se puede sobreestimar el efecto de la lesión en este proceso, sobre todo en términos de incapacidad permanente, deformidad de crecimiento o desarrollo anormal posterior. Aquellos que incluso tuvieron una lesión cerebral traumática (LCT) menor pueden haber prolongado la discapacidad en la función cerebral, el ajuste psicológico, u otros sistemas orgánicos regulados. Hasta 60% de los niños con traumatismo múltiple severo tiene cambios de personalidad, de los cuales 50% muestra desventajas cognitivas o físicas sutiles. Estas discapacidades tienen un efecto sustancial en los hermanos y padres, y suelen acarrear una alta incidencia de disfunción familiar, incluido el divorcio.

Los efectos de una atención inadecuada o subóptima en la fase aguda de la lesión tienen consecuencias de gran alcance no sólo en la supervivencia inmediata del niño, sino también, tal vez más importante, en la calidad a largo plazo de su vida. Por tanto, es de suma importancia mantener un alto índice de sospecha de la lesión y el uso del "sentido común" clínico en el cuidado y la toma de decisiones para el traslado de un menor gravemente herido.

Fisiopatología

El resultado final para el niño lesionado está determinado por la calidad de la atención prestada en los primeros momentos posteriores a la lesión. Durante este periodo crítico, la mejor estrategia para evitar una morbilidad innecesaria y pasar por alto un daño potencialmente mortal es una evaluación de forma coordinada y sistemática. Al igual que con el paciente adulto, las tres causas más comunes de muerte inmediata en el paciente pediátrico son la hipoxia, la hemorragia masiva y un abrumador traumatismo del

sistema nervioso central (SNC). Un triage expedito, la atención médica de urgencia para la estabilización y el traslado al centro más adecuado para el tratamiento pueden optimizar el potencial de una recuperación significativa.

Hipoxia

La prioridad en la atención prehospitalaria siempre consisten en mantener una vía aérea permeable, ya sea con medidas de apoyo básicas o a través de técnicas avanzadas. Confirmar que un niño tiene una vía aérea abierta y funcionando no excluye la necesidad de oxígeno suplementario y ventilación asistida, sobre todo cuando hay presencia de una lesión del SNC, hipoventilación o hipoperfusión. Los menores lesionados con buen aspecto pueden deteriorarse rápidamente de una taquipnea leve a un estado de agotamiento total y apnea. Una vez que se establece la vía aérea, se deben evaluar con detenimiento la frecuencia y profundidad de la ventilación para confirmar que es adecuada. Si ésta es inadecuada, el simple hecho de proporcionar una concentración excesiva de oxígeno no previene la hipoxia en curso o su empeoramiento.

Los efectos de incluso una hipoxia *transitoria* (breve) en un cerebro con lesión por traumatismo merecen una atención especial. Un niño puede tener una alteración significativa del nivel de conciencia (NDC), y aún así mantener un excelente potencial de una recuperación funcional completa.

Los pacientes pediátricos que requieren un manejo agresivo de la vía aérea deben recibir oxígeno antes de que se intente colocar un dispositivo avanzado. Esta simple maniobra no sólo inicia la reversión de la hipoxia existente, sino que también proporciona reservas suficientes para mejorar el margen de seguridad cuando se procede a colocar la vía aérea avanzada. Un periodo de hipoxia durante múltiples o prolongados intentos de colocación del dispositivo avanzado puede ser más perjudicial para el niño que simplemente ventilarlo con una bolsa-mascarilla y transportarlo cuanto antes.¹¹⁻¹⁸ En vista de los datos recientes, intentar el manejo de un vía aérea avanzada es innecesario, y potencialmente dañino, si se ventila y oxigena al niño de manera adecuada con el uso de buenas habilidades de soporte vital básico, como la ventilación con bolsa-mascarilla.

Hemorragia

La mayoría de las lesiones pediátricas no causa desangrado inmediato. Sin embargo, los niños con una gran pérdida de sangre con frecuencia mueren momentos después de la lesión o poco después de la llegada a un centro receptor. Estas muertes con frecuencia son el resultado de lesiones internas en múltiples órganos, con al menos una herida importante que causa la pérdida sanguínea aguda. Este sangrado puede ser leve, como una laceración simple o contusión, o una hemorragia potencialmente mortal, como una ruptura del bazo, laceración hepática o avulsión renal.

Al igual que en los adultos, el niño herido compensa la hemorragia con el aumento de la resistencia vascular sistémica; sin embargo, esto ocurre a expensas de la perfusión periférica. Los menores son fisiológicamente más expertos en esta respuesta debido a que la vasoconstricción pediátrica no está limitada por una enfermedad vascular periférica preexistente. La sola medición de la tensión arterial es una estrategia inadecuada para identificar los primeros signos de shock. La taquicardia, aunque suele ser resultado de miedo o dolor, se debe considerar como el efecto secundario de

una hemorragia o hipovolemia hasta que se demuestre lo contrario. Una reducción de la presión de pulso y el aumento de la taquicardia pueden ser los primeros signos sutiles de un shock inminente.

Por otra parte, el proveedor de atención prehospitalaria debe prestar mucha atención a las señales de una perfusión orgánica ineficaz, como lo demuestran las alteraciones en los esfuerzos respiratorios, y la disminución del NDC y de la perfusión de la piel (temperatura baja, falta de color y llenado capilar prolongado). A diferencia de un adulto, estos primeros signos de hemorragia en el niño son sutiles y difíciles de identificar, lo que implica un reconocimiento tardío del shock. Si el proveedor de atención prehospitalaria no advierte estos primeros signos, el paciente puede perder suficiente volumen de sangre circulante al punto en que fallen sus mecanismos de compensación. Cuando esto sucede, el gasto cardiaco se desploma, la perfusión de órganos disminuye y el niño se descompensa rápidamente; esto a menudo conduce a hipotensión y shock mortal e irreversible. Por tanto, los menores que presentan traumatismo contuso deben ser estrechamente vigilados para detectar estos signos sutiles que podrían indicar una hemorragia en curso mucho antes de las anomalías manifiestas en los signos vitales.

Una de las principales causas de la rápida transición a un shock descompensado es la pérdida de glóbulos rojos (eritrocitos) y su capacidad para transportar el oxígeno correspondiente. La recuperación del volumen intravascular con soluciones cristaloides proporcionará aumento transitorio de la tensión arterial, pero el volumen circulante se disipará rápidamente conforme el líquido cambia a través de las membranas capilares. En general, se cree que al sustituir el volumen intravascular con soluciones cristaloides isotónicas se necesita una proporción de 3:1 de cristaloides a la sospecha de pérdida de sangre para compensar este cambio de líquido. Cuando se pierde sangre y el volumen intravascular se sustituye con cristaloides, los eritrocitos restantes se diluyen en el torrente sanguíneo, lo que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno a los tejidos. Por tanto, se debe asumir que cualquier niño que requiera más de un bolo de 20 mililitros por kilogramo (mL/kg) de solución cristaloides puede deteriorarse rápidamente y no sólo necesita la reanimación del volumen intravascular con esta sustancia, sino que probablemente también requiera una transfusión de eritrocitos para que la capacidad de suministro de oxígeno se restablezca paralelamente al volumen intravascular.

Sin embargo, una vez asegurado el acceso vascular, existe tendencia a reanimar en exceso y sin intención a un niño herido que no está en franco estado de shock. Cuando hay hemorragia moderada, sin evidencia de hipoperfusión en órganos terminales, y signos vitales normales, la reanimación con líquidos debe limitarse a no más de uno o dos bolos de solución salina normal de 20 mL/kg. El componente intravascular de un bolo representa alrededor de 25% del volumen sanguíneo del menor. Por tanto, si se requieren más de dos bolos, el proveedor de atención prehospitalaria debe procurar la reevaluación del niño para el caso de alguna fuente de sangrado continuo no detectada previamente.

En el paciente pediátrico con lesión cerebral traumática se administra reanimación con líquidos para prevenir la hipotensión, un daño secundario conocido y prevenible de lesión en la cabeza.^{14,15} La presión de la perfusión cerebral es la diferencia entre la presión intracraneal (la presión dentro del cráneo) y la tensión arterial media (la presión que bombea la sangre al cráneo). La lesión cerebral traumática puede causar un aumento de la presión intracraneal; por consiguiente, aun cuando la sangre oxigenada sea adecuada, no puede perfundir el cerebro si la presión arterial sistémica es baja; por tanto,

todavía se puede producir un daño cerebral hipóxico. Aun cuando es preciso evitar la sobrerreanimación para prevenir un edema cerebral **iatrogénico**, la hipotensión se debe evitar o tratar con rapidez mediante la reanimación con líquidos, ya que un solo episodio de hipotensión aumenta la mortalidad hasta en 150%.¹⁶ Las evaluaciones cuidadosas de los signos vitales del niño y la frecuente reevaluación después de las intervenciones terapéuticas deben servir de guía para las decisiones sobre el manejo continuo.

Las soluciones cristaloides isotónicas deben ser el líquido de elección para la reanimación del niño con lesión cerebral traumática porque las soluciones cristaloides hipotónicas (p. ej., dextrosa en agua), ya que es sabido que aumentan el edema cerebral. Por otra parte, aunque las soluciones cristaloides hipertónicas (p. ej., solución salina hipertónica) son útiles para el tratamiento del edema cerebral en la unidad de cuidados intensivos, donde hay una extensa supervisión, la evidencia no ha demostrado a la fecha que los resultados mejoren cuando se administran en campo.

Lesión del sistema nervioso central

Los cambios fisiopatológicos después del traumatismo del SNC se presentan en cuestión de minutos. Una temprana y adecuada reanimación es la clave para incrementar la supervivencia de los niños en esta condición. Aunque algunas lesiones del SNC son abrumadoramente mortales, muchos menores con la aparición de daño neurológico devastador llegan a tener una recuperación completa y funcional después de esfuerzos deliberados coordinados para prevenir una lesión secundaria. Estas recuperaciones se logran previniendo episodios posteriores de hipoperfusión, hipoventilación, hiperventilación e isquemia. La ventilación y oxigenación adecuadas (al mismo tiempo que evitan la hiperventilación) son tan críticas en el manejo de la LCT como la prevención de la hipotensión.¹⁵

En determinados grados de gravedad de la lesión del SNC, los niños tienen menor mortalidad y mayor potencial de supervivencia que los adultos. Sin embargo, la adición de lesiones fuera del cerebro disminuye las posibilidades de un resultado favorable para el paciente pediátrico, lo que ilustra el efecto potencialmente negativo de shock por lesiones asociadas.

Los niños con LCT a menudo se presentan con una alteración de la conciencia, posiblemente con un periodo de inconsciencia no presenciado durante la evaluación inicial. Una historia de pérdida de

la conciencia es uno de los indicadores de pronóstico más importantes de una posible lesión del SNC y se debe registrar cada caso. Si no hay testigos de la lesión, la amnesia en torno al evento por lo común se utiliza como un sustituto de la pérdida de conciencia. Además, la documentación completa del estado neurológico inicial es importante, incluyendo lo siguiente:

1. Puntuación en la escala de coma de Glasgow (modificado para pediatría)
2. Reacción pupilar
3. Respuesta a la estimulación sensorial
4. Función motora

Estos son pasos fundamentales en la evaluación inicial del trauma pediátrico para una lesión neurológica. La ausencia de una evaluación inicial adecuada hace extremadamente difícil un seguimiento continuo y la evaluación de intervenciones.

La atención a los detalles al tomar nota de la historia clínica es particularmente importante en los pacientes pediátricos con posible lesión de la columna cervical. El esqueleto infantil no está totalmente calcificado y presenta múltiples centros de crecimiento activo, lo que a menudo impide el diagnóstico radiológico de una lesión producida por un mecanismo que causa estiramiento, contusión o lesión cerrada a la médula espinal. Esta condición se llama lesión de la médula espinal sin anomalías radiográficas, o SCIWORA (*spinal cord injury without radiographic abnormality*). Un déficit neurológico transitorio que se resuelve antes de la llegada al centro puede ser el único indicador de una lesión de la médula espinal significativa. A pesar de la resolución rápida de los síntomas, los niños con SCIWORA pueden desarrollar un edema de la médula espinal hasta 4 días después de la lesión inicial, con discapacidades neurológicas devastadoras si no se atiende.

Evaluación

Evaluación primaria

El tamaño pequeño y variable del paciente pediátrico (Figura 16-3), el reducido calibre y dimensión de los vasos sanguíneos y volumen circulante, y las características anatómicas únicas de las vías

Figura 16-3 Rango de estatura y peso de los pacientes pediátricos

Rango de normas medias			
Grupo	Edad	Estatura promedio (cm [pulgadas])	Peso promedio (kg [lb])
Recién nacido	Nacimiento a 6 semanas	51 a 63 (20 a 25)	4 a 5 (8 a 11)
Lactante	6 semanas a 1 año	56 a 80 (22 a 31)	4 a 11 (8 a 24)
Niño pequeño	1 a 2 años	77 a 91 (30 a 36)	11 a 14 (24 a 31)
Preescolar	2 a 6 años	91 a 122 (36 a 48)	14 a 25 (31 a 55)
Escolar	6 a 13 años	122 a 165 (48 a 65)	25 a 63 (55 a 139)
Adolescente	13 a 16 años	165 a 182 (65 a 72)	63 a 80 (139 a 176)

respiratorias con frecuencia hacen los procedimientos estándar utilizados en el soporte vital básico extremadamente desafiantes y técnicamente complicados. La reanimación eficaz para un traumatismo pediátrico exige la disponibilidad de vías aéreas de tamaño adecuado, navajas de laringoscopio, tubos endotraqueales (TE), sondas nasogástricas, manguitos de tensión arterial, máscaras de oxígeno, dispositivos de bolsa-máscara, y el equipo asociado. Intentar colocar un catéter intravenoso (IV) excesivamente grande o una vía aérea de tamaño inapropiado puede hacer más daño que bien, no sólo por el potencial daño físico al paciente, sino también porque puede retrasar el transporte hasta el centro adecuado. Las guías de reanimación con códigos de color basados en la talla (que se analizan más adelante en el capítulo) proporcionan referencias prácticas para medicamentos y equipos.¹⁷

Vía aérea

Al igual que en el adulto, la prioridad inmediata y el enfoque en el niño gravemente herido residen en el manejo de la vía aérea. Sin embargo, varias diferencias anatómicas complican el cuidado del menor lesionado. Los niños tienen el occipucio y la lengua relativamente grandes, y la vía aérea en posición anterior. Además, cuanto menores son, mayor es la diferencia de tamaño entre su cráneo y la media de su rostro. Por tanto, un occipucio relativamente grande propicia una flexión pasiva de la columna vertebral cervical (Figura 16-4). Todos estos factores predisponen a los niños a un mayor riesgo de obstrucción de la vía aérea anatómica en comparación con los adultos. En ausencia de trauma, las vías respiratorias del paciente pediátrico están mejor protegidas por una posición ligeramente anterior-superior de la media del rostro, conocida como **posición de olfateo** (Figura 16-5). Sin embargo, en presencia de un traumatismo, la **posición neutral** protege mejor la columna cervical al mantenerla inmovilizada para evitar la flexión de la quinta y sexta vértebras cervicales (C5 a C6) y la extensión en la C1 a C2 que se produce con la posición de olfateo. En esta posición se puede utilizar una maniobra de empuje mandibular para, de ser necesario, facilitar la apertura de la vía aérea.

La estabilización manual de la columna cervical se realiza durante el manejo de la vía aérea y se mantiene hasta que se inmoviliza al niño con un dispositivo cervical, ya sea comercial o mediante una solución simple como rollos de toallas. Además, la colocación de una almohadilla o manta de 2 a 3 centímetros (aproximadamente 1 pulgada) de espesor bajo el torso del menor disminuye la flexión aguda del cuello y ayuda a mantener la vía aérea permeable.

La ventilación con bolsa-mascarilla con alto flujo de oxígeno al 100% (por lo menos 15 litros por minuto) probablemente represente la mejor opción cuando el niño herido requiere ventilación asistida.¹¹ Si está inconsciente, se puede considerar una vía aérea orofaríngea, pero debido al riesgo de vómito, no es recomendable en un paciente con reflejo nauseoso intacto. Esto también aplica para la mascarilla laríngea y los dispositivos King LT, los cuales son vías aéreas supraglóticas; cuando son de tamaño apropiado, pueden ser considerados para el manejo de las vías respiratorias en pacientes pediátricos con traumatismo que no pueden ser ventilados con el dispositivo de bolsa-mascarilla sencillo. En pacientes muy pequeños, sobre todo los que pesan menos de 20 kg, estos dispositivos pueden obstruir la vía aérea superior iatrogénica al hacer que la epiglotis pediátrica relativamente más grande se doble hacia la vía aérea.



Figura 16-4 En comparación con el adulto (A), un niño tiene un occipucio mayor y menor musculatura del hombro. Cuando se le coloca sobre una superficie plana, estos factores favorecen la flexión del cuello (B).

Fuente: A. © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.



Figura 16-5 Posición de olfateo.

En comparación con la del adulto, la laringe del niño es de tamaño más pequeño y ligeramente más anterior y *cefálica* (hacia adelante y hacia la cabeza), lo que dificulta más la visualización de las

cuerdas vocales durante los intentos de intubación (Figura 16-6). La intubación endotraqueal, a pesar de ser el medio más confiable de ventilación en el paciente con compromiso de la vía aérea, se debe reservar para aquellas situaciones en las que la bolsa-mascarilla es ineficaz y fallan los dispositivos avanzados no visualizados. Por lo general, no se recomienda la intubación nasotraqueal en niños pequeños. Esta técnica requiere que respiren espontáneamente, implica el paso ciego alrededor del ángulo nasofaríngeo posterior relativamente agudo y puede causar sangrado más intenso. Además, en el paciente con una fractura de base de cráneo, incluso puede penetrar inadvertidamente la bóveda craneal.

Si no puede recibir una ventilación eficaz con bolsa-mascarilla, un niño con lesiones craneofaciales que causan obstrucción de la vía aérea superior puede ser sometido a una ventilación jet transtraqueal percutánea, con un angiocatéter grande. Esto debe ser realizado solamente por expertos en el procedimiento, ya que la delgada y maleable tráquea pediátrica se puede dañar fácilmente y ocasionar la pérdida permanente de la vía aérea iatrogénica. Este procedimiento es sólo una medida temporal para mejorar la oxigenación, y no proporciona una ventilación adecuada. El aumento de la hipercapnia dicta que se establezca una vía aérea más definitiva a la brevedad posible. Por lo general, no se indica una cricotiroidotomía quirúrgica en el cuidado del paciente de trauma pediátrico, aunque se puede tomar en consideración en el niño más grande (mayores de 12 años).¹⁸



Figura 16-6 Comparación de la vía aérea entre el adulto y un niño.

Respiración

Como en todos los pacientes de trauma, un niño con traumatismo significativo normalmente necesita una concentración de oxígeno de 85 a 100% (fracción de oxígeno inspirado $[FiO_2]$ de 0.85 a 1.0). Esta concentración se mantiene con oxígeno suplementario y una mascarilla pediátrica de plástico transparente de tamaño apropiado. Cuando se produce hipoxia en el niño pequeño, el cuerpo compensa con aumento de la frecuencia respiratoria (taquipnea) e incremento intenso en el esfuerzo ventilatorio, incluyendo aumento de los esfuerzos de excursión torácica y el uso de los músculos accesorios en el cuello y el abdomen. Esta mayor demanda metabólica produce fatiga severa e insuficiencia respiratoria, ya que un creciente porcentaje del gasto cardíaco del paciente se dedica a mantener este esfuerzo. La angustia respiratoria puede progresar rápidamente de un esfuerzo ventilatorio compensado a la insuficiencia respiratoria, y luego a un paro respiratorio, y en última instancia a un paro cardíaco hipóxico. La cianosis central (más que la periférica) es un signo bastante tardío, y a menudo inconsistente, de insuficiencia respiratoria, y del cual no se debe depender para identificar una insuficiencia respiratoria inminente.

La evaluación del estado de ventilación, con la identificación temprana de los signos de sufrimiento y la provisión de asistencia ventilatoria son elementos clave en el manejo del paciente pediátrico con traumatismo. La frecuencia respiratoria normal de los lactantes y de los niños menores de 4 años es dos a tres veces mayor que en los adultos (Figura 16-7).

La taquipnea con signos de mayor esfuerzo o dificultad pueden ser las primeras manifestaciones de agotamiento respiratorio y shock. A medida que aumenta la dificultad, los signos y síntomas adicionales incluyen respiración superficial o movimiento torácico mínimo. Los ruidos respiratorios pueden ser débiles o poco frecuentes, y el intercambio de aire en la nariz o la boca se reduce o minimiza. El esfuerzo ventilatorio es cada vez más arduo y puede incluir lo siguiente:

- Balanceo de la cabeza con cada respiración
- Respiración entrecortada o con gruñidos
- Fosas nasales ensanchadas

Figura 16-7 Frecuencias ventilatorias en pacientes pediátricos

Grupo	Edad	Frecuencia ventilatoria (respiración/minuto)	Frecuencia ventilatoria (respiración/minuto) que indica posible necesidad de asistencia ventilatoria con dispositivo de bolsa-máscarilla
Recién nacido	Nacimiento a 6 semanas	30 a 50	< 30 o > 50
Lactante	6 semanas a 1 año	20 a 30	< 20 o > 30
Niño pequeño	1 a 2 años	20 a 30	< 20 o > 30
Preescolar	2 a 6 años	20 a 30	< 20 o > 30
Escolar	6 a 13 años	12 a 25	< 12 o > 25
Adolescente	13 a 16 años	12 a 20	< 12 o > 20

- **Respiraciones** con estridor o ronquido
- **Retracciones** supraesternal, supraclavicular, subcostal o intercostal
- **Uso** de músculos accesorios, como los del cuello y la pared abdominal
- **Distensión** del abdomen cuando el tórax se cae (efecto balancín entre el tórax y el abdomen)

La **eficacia** de la ventilación de un niño se debe evaluar con los siguientes indicadores:

- La frecuencia y profundidad (volumen minuto) y el esfuerzo indican la adecuación de la ventilación.
- La piel rosa puede indicar una ventilación adecuada.
- La piel oscura, gris, cianótica o moteada indica oxigenación y perfusión insuficientes.
- La ansiedad, inquietud y combatividad pueden ser los primeros signos de hipoxia.
- El letargo, NDC deprimido y pérdida del conocimiento son, probablemente, signos avanzados de hipoxia.
- Los ruidos respiratorios indican la profundidad del cambio.
- Las sibilancias, estertores o ronquidos pueden indicar una oxigenación ineficiente.
- La disminución de la oximetría de pulso y/o de la capnografía indican insuficiencia respiratoria.

Una evaluación rápida de la ventilación incluye el examen de la frecuencia ventilatoria del paciente (particularmente taquipnea), esfuerzo respiratorio (grado de trabajo, aleteo nasal, uso de los músculos accesorios, retracción y movimiento de sube y baja), auscultación (intercambio de aire, simetría bilateral y sonidos patológicos), color de la piel y estado mental.

En el niño que inicialmente presenta taquipnea y aumento del esfuerzo ventilatorio, la normalización de la frecuencia respiratoria y la aparente disminución del esfuerzo respiratorio no se deben interpretar de inmediato como un signo de mejora, ya que pueden indicar agotamiento o insuficiencia respiratoria inminente. Al igual que con cualquier cambio en el estado clínico del paciente, se debe reevaluar con frecuencia para determinar si se trata de una mejora o un deterioro del estado fisiológico.

Es necesario proporcionar asistencia ventilatoria a los niños con dificultad ventilatoria aguda. Debido a que el principal problema es el volumen inspirado y no la concentración de oxígeno, la ventilación asistida se administra mejor con un dispositivo de bolsa-mascarilla, complementado con un depósito de oxígeno conectado al oxígeno de alta concentración (FiO_2 de 0.85 a 1.0). Como la vía aérea del menor es muy pequeña, es propenso a la obstrucción de mayores secreciones, sangre, fluidos corporales y materiales extraños; por tanto, tal vez sea necesaria la aspiración temprana y periódica. En los bebés, que son respiradores nasales obligados, también se deben aspirar las fosas nasales.

Al obtener un sellado de la mascarilla en los lactantes, se debe tener precaución de evitar la compresión de los tejidos blandos por debajo de la barbilla, ya que la compresión empuja la lengua contra el paladar blando y aumenta el riesgo de oclusión de las vías respiratorias. También es preciso evitar la presión sobre la tráquea suave sin calcificar. Se puede utilizar una o dos manos para obtener un sellado de la mascarilla, dependiendo del tamaño y la edad del niño.

El uso de la bolsa-mascarilla de las dimensiones correctas es fundamental para obtener un sellado adecuado del dispositivo, proporcionar el volumen corriente indicado y asegurar que se reduzcan al mínimo los riesgos de hiperinflación y barotrauma. Ventilar a un niño con demasiada fuerza o con un volumen corriente demasiado grande ocasiona distensión gástrica. A su vez, ésta puede implicar regurgitación, aspiración o la prevención de una ventilación adecuada limitando la excursión diafragmática. La hiperinflación puede conducir a un neumotórax a tensión que desencadena una dificultad respiratoria grave y colapso cardiovascular repentino, ya que el mediastino es más móvil en el niño. Esta movilidad lo protege de lesiones aórticas traumáticas, pero aumenta la susceptibilidad a un neumotórax a tensión. El mediastino más móvil se comprime con facilidad, lo que permite un compromiso respiratorio y el colapso cardiovascular antes de lo que ocurre en un adulto.

Los cambios en el estado de ventilación de un niño pueden ser sutiles, pero el esfuerzo respiratorio se deteriora rápidamente hasta que la ventilación se vuelve inadecuada y se produce la hipoxia. La respiración del paciente se debe examinar como parte de la evaluación primaria y reevaluar con detenimiento y de forma periódica para asegurar su continua adecuación. De igual modo, es preciso monitorear la oximetría de pulso y realizar esfuerzos para mantener la saturación de oxígeno (SpO_2) en más de 95% (a nivel del mar).

Siempre que un niño se ventila de forma manual, es importante controlar con cuidado el nivel de frecuencia al que se administran las ventilaciones. Es relativamente fácil hiperventilarlo de forma inadvertida, lo que disminuye el nivel de dióxido de carbono en la sangre y causa vasoconstricción cerebral. Esto puede conducir a peores resultados en los pacientes con LTC. Por otra parte, las presiones excesivas de ventilación conducen a insuflación gástrica. El estómago distendido posteriormente puede empujar hacia arriba en el tórax pediátrico más flexible y limitar la capacidad de volumen corriente.

Circulación

La tasa de supervivencia de una lesión que produce desangramiento inmediato es baja en la población pediátrica. Por fortuna, la incidencia de este tipo de lesión también es baja. La hemorragia externa se identifica y controla con rapidez con presión manual directa durante la evaluación primaria. Los niños heridos suelen presentarse con al menos algún volumen de sangre circulante y deben responder adecuadamente a la reposición de volumen.

Al igual que en la evaluación de la vía aérea, una sola medición de la frecuencia cardíaca o de la tensión arterial no es igual a estabilidad fisiológica. Las mediciones en serie y de los cambios en las tendencias de los signos vitales son fundamentales para medir la evolución del estado hemodinámico en la fase aguda de la lesión. El monitoreo estrecho de los signos vitales es absolutamente esencial para identificar los signos de shock inminente, ya que favorece las intervenciones apropiadas cuando sea necesario para evitar el deterioro clínico. Las Figuras 16-8 y 16-9 proporcionan los rangos normales de la frecuencia del pulso y la tensión arterial por grupos de edad pediátrica.

Si la evaluación primaria sugiere hipotensión, la causa más probable es la pérdida de sangre a través de una herida externa importante fácilmente observable (p. ej., laceración grande del cuero cabelludo, fractura de fémur abierta), lesión intratorácica

Figura 16-8 Frecuencia de pulso en pacientes pediátricos

Grupo	Edad	Frecuencia de pulso (latidos/minuto)	Frecuencia de pulso (latidos/minuto) que indica posible problema grave*
Recién nacido	Nacimiento a 6 semanas	120 a 160	< 100 o > 160
Lactante	6 semanas a 1 año	80 a 140	< 80 o > 150
Niño pequeño	1 a 2 años	80 a 130	< 60 o > 140
Preescolar	2 a 6 años	80 a 120	< 60 o > 130
Escolar	6 a 13 años	60 a 110	< 60 o > 120
Adolescente	13 a 16 años	60 a 100	< 60 o > 100

*Bradícardia o taquicardia.

Figura 16-9 Tensión arterial (TA) en pacientes pediátricos

Grupo	Edad	Rango de TA esperado (mm Hg)*	Límite inferior de presión arterial sistólica (mm Hg)
Recién nacido	Nacimiento a 6 semanas	74 a 100 50 a 68	> 60
Lactante	6 semanas a 1 año	84 a 106 56 a 70	> 70
Niño pequeño	1 a 2 años	98 a 106 50 a 70	> 70
Preescolar	2 a 6 años	98 a 112 64 a 70	> 75
Escolar	6 a 13 años	104 a 124 64 a 80	> 80
Adolescente	13 a 16 años	118 a 132 70 a 82	> 90

*Los números superiores representan el rango sistólico; los números inferiores representan el rango diastólico.

(identificable por una mecánica ventilatoria disminuida y los hallazgos de la auscultación), o lesión intraabdominal mayor. Como la sangre no es un medio compresible, la hemorragia por una lesión intraabdominal mayor puede producir distensión abdominal y el aumento de la circunferencia del abdomen. Más aún, el aumento de esta última en el paciente pediátrico joven con traumatismo también puede ocasionar distensión gástrica por el llanto y la deglución de aire. La descompresión gástrica a través de una sonda nasogástrica u orogástrica ayudan a distinguir entre estas causas de distensión, aunque lo mejor es asumir que un abdomen distendido es un signo de lesión abdominal potencialmente significativo.

Una consideración importante en la evaluación del paciente pediátrico es el shock compensado. Debido a su mayor reserva fisiológica, los niños con lesión hemorrágica a menudo presentan signos

vitales apenas ligeramente anormales. Aunque la taquicardia inicial puede deberse a una hipovolemia, estrés psicológico, dolor o miedo, también puede aumentar la frecuencia cardíaca. Se debe vigilar con detenimiento la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria y el estado general del SNC de los niños con lesiones. Tal vez sea difícil obtener una lectura exacta de la tensión arterial en el ámbito prehospitalario, por lo que es preciso enfocarse en otros signos de perfusión. La tensión arterial sistólica de un paciente pediátrico, si se mide, puede parecer alarmantemente baja cuando se compara con la de un adulto, pero puede estar dentro del rango normal en un niño sano.

Un niño con lesión hemorrágica puede conservar el volumen circulante adecuado con el aumento de la resistencia vascular periférica para mantener la tensión arterial media. La evidencia clínica de

este mecanismo de compensación incluye llenado capilar prolongado, palidez periférica o piel moteada, temperatura de la piel periférica fresca y disminución en la intensidad de los pulsos periféricos. En el niño se desarrollan signos de hipotensión significativa con la pérdida de alrededor de 30% del volumen circulante. Si la reanimación inicial es inadecuada, el aumento de la resistencia vascular periférica no tendrá capacidad para compensar la pérdida de volumen circulante y caerá la tensión arterial. El concepto de shock en evolución debe ser motivo de preocupación primordial en el manejo inicial de un niño herido y es un indicativo importante para el traslado a un centro de trauma apropiado para una evaluación y tratamiento expeditos.

Discapacidad

Después del examen de la vía aérea, la respiración y la circulación, la evaluación primaria debe incluir una evaluación del estado neurológico. Aunque la escala de AVDI (alerta, responde a estímulos verbales, responde a estímulos dolorosos, no responde/inconsciente) es un instrumento de evaluación sencillo y rápido sobre el estado neurológico del niño, sigue siendo menos informativo que la escala de coma de Glasgow (ECG). Debe combinarse con una exploración cuidadosa de las pupilas para determinar si están iguales, redondas y reactivas a la luz. Al igual que en los adultos, la ECG ofrece una evaluación más a fondo de la situación neurológica y se debe calcular para cada paciente pediátrico con traumatismo. Es preciso modificar la puntuación para la sección verbal en niños menores de 4 años de edad, debido al desarrollo de las habilidades de comunicación en este grupo etario, y observar cuidadosamente su comportamiento (Figura 16-10).

La puntuación de la ECG se debe repetir con frecuencia, pues es útil para documentar el progreso o la mejora del estado neurológico durante el periodo que sigue a la lesión (consulte en los Capítulos 6, Evaluación de la escena, y 9, Shock, la revisión de la ECG). Un examen más completo de la función motora y sensorial se realiza en la evaluación secundaria si el tiempo lo permite.

Exposición/ambiente

Los niños deben ser examinados para detectar otras lesiones potencialmente mortales; sin embargo, tal vez se asusten cuando se intente el retiro de la ropa. Además, a causa de su superficie

corporal alta, son más propensos a desarrollar hipotermia. Una vez que se complete la exploración para identificar otras lesiones, el paciente pediátrico debe ser cubierto para conservar el calor corporal y prevenir la pérdida calórica.

Puntuación de trauma pediátrico

La decisión en cuanto a qué niño requiere qué nivel de atención debe partir de una evaluación cuidadosa y rápida del paciente completo. Pasar por alto una lesión potencial en un sistema orgánico y un manejo inadecuado son dos problemas comunes, tanto en campo como en el hospital. Por esta razón se desarrolló la **puntuación de trauma pediátrico (PTP)**, a efecto de proporcionar un protocolo confiable y sencillo de evaluación predictiva de los resultados; sin embargo, la PTP no se utiliza en el algoritmo de triage en campo de los CDC, ya que las consideraciones fisiológicas, anatómicas y mecánicas del algoritmo en campo se han considerado adecuadas para la valoración inicial en este entorno (Figura 16-11).

Para calcular la PTP, se clasifican seis componentes de la lesión pediátrica y luego se suman para producir una puntuación predictiva de la gravedad de la lesión y el potencial de mortalidad. Los seis componentes incluyen tamaño del paciente, vías respiratorias, NDC, tensión arterial sistólica, presencia de fracturas y condición de la piel. El sistema se basa en un análisis de los patrones de las lesiones pediátricas, y está diseñado para proporcionar una lista de verificación del protocolo a efecto de asegurar que todos los principales factores de daño relacionados con el resultado de las lesiones se consideren en la evaluación inicial. La PTP es diferente que la RTS (*revised trauma score*; escala revisada de trauma), que sólo considera la tensión arterial, la frecuencia respiratoria y la puntuación de la ECG.

El tamaño es el primer componente, ya que se observa fácilmente y es una consideración importante en el grupo de lactantes/niños pequeños. Enseguida se evalúa la vía aérea, porque se deben tomar en cuenta el estado funcional y el nivel de atención requeridos para proporcionar la ventilación y oxigenación adecuadas.

El factor histórico más importante en la evaluación primaria del SNC es la pérdida de conciencia. Como los niños con frecuencia sostienen un nivel de conciencia alterado transitorio durante una lesión, el grado de obnubilación (+1) se aplica a cualquier persona con pérdida de conciencia, no importa lo fugaz que sea. Este grado identifica a aquellos con mayor riesgo de desarrollar lesiones intracraniales potencialmente mortales, pero con frecuencia tratables, que pueden conducir a lesión cerebral secundaria.

La tensión arterial sistólica (TAS) se utiliza para identificar a los niños que pueden presentar shock previsible en evolución (TAS 51 a 90 mm Hg; +1). Independientemente del tamaño, un niño cuya TAS es inferior a 50 mm Hg (-1) está en peligro evidente (Figura 16-12). Si presenta una TAS superior a 90 mm Hg (+2), entra en una categoría de mejor resultado. Si el manguito de tensión arterial de tamaño apropiado no está disponible, la TAS se evalúa como +2 si el pulso radial o pedal es palpable, y con +1 si sólo el pulso de la carótida o del femoral es palpable y con -1 si no hay pulso palpable.

Debido a la alta incidencia de lesiones esqueléticas en la población pediátrica y su potencial contribución a la mortalidad y discapacidad, la presencia de una fractura de huesos largos está incluida como componente de la PTP. Por último, se evalúa la piel para identificar heridas abiertas y lesiones penetrantes.

Figura 16-10 Puntuación verbal pediátrica

Respuesta verbal	Puntuación verbal
Palabras apropiadas o sonrisa social; corrige y sigue	5
Llora aunque se consuela	4
Persistentemente irritable	3
Inquieto, agitado	2
No responde	1

Figura 16-11 Puntuación de trauma pediátrico

Componente	+2	+1	-1
Tamaño	Niño/adolescente > 20 kg	Niño pequeño 11–20 kg	Lactante < 10 kg
Vía aérea	Normal	Asistida: mascarilla de O ₂ , cánula	Intubado: TET, cricotiroidotomía
Estado de conciencia	Despierto	Obnubilado, pérdida de conciencia	Coma, no responde
Tensión arterial sistólica	90 mm Hg Pulsos periféricos apropiados, perfusión	51–90 mm Hg Pulso palpable femoral, carotídeo	< 50 mm Hg Pulso débil o sin pulso
Fractura	No se observa ni hay sospecha alguna	Fractura cerrada en cualquier parte aislada	Fracturas abiertas o múltiples
Cutáneo	Sin lesiones visibles	Contusión, abrasión, laceración < 7 cm no a través de la fascia	Pérdida de tejido, cualquier herida de arma de fuego o arma blanca a través de la fascia

Nota: la puntuación de trauma pediátrico (PTP) está diseñada principalmente para funcionar como una lista de verificación. Cada componente se puede evaluar mediante la exploración física básica. La evaluación de la vía aérea está diseñada a efecto de reflejar la intervención necesaria para una atención eficaz. Una fractura abierta se clasifica con -1 para fractura y con -1 para lesión cutánea. Conforme continúan la observación clínica y la evaluación diagnóstica, una definición y reevaluación posteriores establecen una tendencia que pronostica la gravedad de la lesión y su resultado potencial.

Figura 16-12 Signos vitales pediátricos y normas cuantitativas

El término *pediátrico* o *infantil* incluye una amplia gama de desarrollo físico, madurez emocional y tamaños corporales. La aproximación al paciente y las implicaciones de muchas lesiones varían en gran medida entre un lactante y un adolescente.

En la mayoría de las consideraciones anatómicas y de dosificación terapéutica, el peso de un niño (o estatura o longitud específica) sirve como un indicador más preciso que la edad cronológica exacta.¹⁷ En la Figura 16-3 se incluyen la estatura y peso promedio para niños sanos de diferentes edades.

Los rangos aceptables de los signos vitales varían de acuerdo con las diferentes edades en la población pediátrica. Las normas para los adultos no se pueden usar como guías en los niños más pequeños. En el adulto, una frecuencia respiratoria de 30 respiraciones/minuto es taquipnea, y una frecuencia cardíaca de 120 latidos/minuto es taquicárdica. Ambas se consideran alarmantemente elevadas en un adulto y son hallazgos patológicos significativos. Sin embargo, los mismos resultados en un lactante pueden estar dentro de los rangos normales.

Los niveles normales de los signos vitales para diferentes grupos de edad pueden no ser consistentes a través de todas las referencias pediátricas. En un niño lesionado sin una historia previa de signos vitales normales, signos vitales límite pueden ser considerados patológicos, aunque sean fisiológicamente aceptables en ese niño en específico. Las guías de las Figuras

16-7, 16-8 y 16-9 ayudan en la evaluación de los signos vitales de estos pacientes. Estas tablas presentan rangos estadísticos comunes en los cuales se puede ubicar a la mayoría de los menores de esas edades.

Varios artículos disponibles en el mercado sirven como guías de referencia rápida para los signos vitales pediátricos y el tamaño del equipo. Éstos incluyen cinta de reanimación basada en la talla y varias escalas de plástico de tipo regla de cálculo. También se puede recurrir a las siguientes fórmulas de referencia para estimar el hallazgo esperado en edades de 1 a 10 años:

$$\text{Peso (kg)} = 8 + (2 \times \text{edad del niño [años]})$$

$$\text{TAS más baja aceptable (mm Hg)} = 70 + (2 \times \text{edad del niño [años]})$$

$$\text{Total de volumen sanguíneo vascular (mL)} = 80 \text{ mL} \times \text{peso del niño (kg)}$$

Los signos vitales cuantitativos en los niños, aunque importantes, sólo son una parte de la información utilizada en su evaluación. Una persona con un conjunto normal de signos vitales se puede deteriorar con rapidez ante cualquier dificultad ventilatoria crítica o shock descompensado. Los signos vitales deben ser considerados junto con el mecanismo de la lesión y otros hallazgos clínicos.

Por la naturaleza de su diseño, la PTP sirve como una lista de verificación directa que garantiza que se tomen en cuenta todos los componentes necesarios para identificar a un paciente pediátrico con lesiones críticas. Como predictor de lesiones, tiene una relación lineal directa estadísticamente significativa con la puntuación de gravedad de la lesión (PGL) y una relación lineal inversa con la mortalidad de los pacientes. Existe una puntuación umbral de 8, por debajo de la cual las personas con lesiones deben ser llevados a un centro de trauma infantil adecuado debido a que tienen el mayor potencial de mortalidad y morbilidad prevenibles. Aun cuando en la investigación se ha demostrado que en otros resultados, como los que arroja la RTS, el elemento de no responde/inconsciente (1) de la escala de AVDI, y una mejor respuesta motora de 1 en la escala de coma de Glasgow predicen la mortalidad al menos tan bien como la PTP, ésta sigue siendo la única puntuación que incluye tamaño, lesiones esqueléticas y heridas abiertas. No obstante, aunque la PTP es una herramienta de evaluación y triage fácilmente disponible, no ha sido aceptada a nivel mundial. Se utilizan otros métodos de triage, y es responsabilidad del proveedor de atención prehospitalaria estar bien informado sobre los protocolos y procedimientos locales.

Evaluación secundaria (examinación física detallada)

Debe procederse a la evaluación secundaria del paciente pediátrico después de la evaluación primaria sólo en condiciones que amenazan la vida previamente identificadas y manejadas. Se exploran la cabeza y el cuello para determinar deformidades notorias, contusiones, abrasiones, punciones, quemaduras, sensibilidad, laceraciones o inflamación, y se reexamina el tórax. Las contusiones pulmonares potenciales llegan a ser evidentes después de la reanimación con volumen, y se manifiestan por dificultad respiratoria o ruidos pulmonares anormales. Es poco frecuente que los pacientes con traumatismo estén *nil per os* (nada vía oral, en ayuno) en el momento de sus lesiones, por lo que se puede indicar la inserción de una sonda nasogástrica u orogástrica si los protocolos locales lo permiten. Este protocolo es especialmente importante para los niños que están **obnubilados** o que tienen actividad convulsiva postraumática.

La exploración del abdomen se centra en la distensión, sensibilidad, decoloración, equimosis, y la presencia de una masa. La palpación cuidadosa de las crestas ilíacas puede sugerir una fractura pélvica inestable y aumentar la sospecha de posible lesión retroperitoneal o urogenital, así como mayor riesgo de pérdida de sangre oculta. Se debe tener en cuenta una pelvis inestable, aunque no es recomendable repetir la exploración, ya que puede ocasionar lesión mayor y más pérdida de sangre. Se inmoviliza al paciente de manera adecuada en una tabla larga y se le prepara para su traslado a un centro de trauma pediátrico.

Finalmente, se inspecciona y palpa cada extremidad para descartar sensibilidad, deformidad, disminución del suministro vascular y déficit neurológico. El esqueleto de un niño no está totalmente calcificado, y con sus múltiples centros de crecimiento, aumenta la posibilidad de rotura epifisaria (placa de crecimiento). En consecuencia, cualquier área de edema, dolor, sensibilidad o rango disminuido del movimiento debe ser tratado como si fuera una fractura hasta que sea evaluado con un estudio radiográfico. En los niños, al igual que en los adultos, una lesión ortopédica no considerada en una extremidad puede tener poco efecto sobre la mortalidad, pero conducir a una deformidad y discapacidad a largo plazo.

Manejo

Las claves para la supervivencia del paciente pediátrico con lesión traumática consisten en una evaluación cardiopulmonar rápida, manejo agresivo apropiado para la edad, y traslado a un centro con capacidad de manejo de trauma pediátrico. Una cinta de reanimación con código de colores basada en la estatura sirve como guía para la identificación rápida de la altura de un paciente con una estimación correlacionada de peso, tamaño del equipo a utilizar y dosis convenientes de fármacos potenciales de reanimación. Además, la mayoría de los sistemas prehospitalarios tiene una guía para la selección de centros de destino apropiados para pacientes pediátricos con traumatismo.

Vía aérea

La ventilación, oxigenación y perfusión son tan esenciales para un niño como para un adulto lesionado. Por tanto, el objetivo principal de la reanimación inicial de un paciente pediátrico es la restauración de una adecuada oxigenación tisular tan pronto como sea posible. La prioridad de la evaluación y reanimación es el establecimiento de una vía aérea permeable.

Se debe garantizar una vía aérea permeable y mantener con succión, maniobras manuales y dispositivos para las vías respiratorias. Al igual que en el adulto, el tratamiento inicial incluye una estabilización en línea de la columna cervical. A menos que se utilice una tabla de columna pediátrica especializada con una depresión en la cabeza, se debe colocar un relleno adecuado (de 2 a 3 cm [alrededor de 1 pulgada]) debajo del torso del niño pequeño para que la columna vertebral cervical se mantenga en línea recta en vez de forzarlo a una ligera flexión debido a su occipucio desproporcionadamente grande (Figura 16-13). Al ajustar y mantener la posición de las vías aéreas, se debe evitar la compresión de los tejidos blandos del cuello y la tráquea.

Una vez que se logra el control manual de la vía aérea, se coloca una vía aérea orofaríngea si no hay presencia de reflejo nauseoso. El dispositivo se inserta con cuidado y suavidad, paralelo al curso de la lengua, en lugar de girar 90 o 180 grados en la orofaringe posterior, como en el adulto. El uso de un abatelenguas para deprimir la lengua puede ser útil.

La intubación endotraqueal bajo visualización directa de la tráquea se indica en caso de traslados largos (Figura 16-14). Sin embargo, esto sólo debe ser iniciado por personal experimentado y cuando no se pueda mantener una oxigenación adecuada con un dispositivo de bolsa-mascarilla. Es importante destacar que no hay datos que demuestren una supervivencia o resultado neurológico mejor en pacientes pediátricos con trauma intubados inicialmente en campo frente a los que fueron sometidos a la ventilación con bolsa-mascarilla. De hecho, cierta evidencia sugiere peores resultados.¹⁸ En un estudio más reciente en un entorno rural, se observó que múltiples intentos de intubación prehospitalaria se asociaron con complicaciones significativas (Figura 16-15).^{19,20}

Aun cuando el Combitube ha sido un dispositivo de rescate comprobado para la vía aérea de víctimas de trauma adultos,^{21,22} sus grandes dimensiones y la carencia de presentaciones en tamaño más chico lo hacen inadecuado como un instrumento de rescate para los niños pequeños (menos de 1.2 m [4 pies] de altura). La mascarilla laríngea y ahora los tamaños más reducidos del dispositivo King LT proporcionan la opción de un equipo alterno para vía aérea en niños mayores (> 8 años, cuando la vía aérea es más semejante a la de los adultos) y son alternativas razonables a la intubación endotraqueal en algunas situaciones.²³

En el caso de los pacientes pediátricos, los riesgos de la intubación endotraqueal (IET) pueden ser mayores que los beneficios, y deben ser considerados con detenimiento antes de efectuar la operación, en particular en este grupo etario, en quien la ventilación con bolsa-mascarilla proporciona una ventilación y oxigenación adecuadas. La consideración de los riesgos asociados con la IET es cada vez más importante, ya que los dispositivos de vía aérea avanzada adicionales no visualizados estén disponibles y agregados en la práctica del proveedor de atención prehospitalaria.

Respiración

Se deben evaluar con detenimiento la frecuencia por minuto y el esfuerzo ventilatorio del paciente pediátrico. Debido a la posibilidad de un rápido deterioro, desde una hipoxia leve a un paro

respiratorio, la ventilación debe estar asistida si se observan **de** y aumento del esfuerzo ventilatorio. Se utiliza un dispositivo de bolsa-mascarilla de tamaño adecuado, con un depósito y **de** de alto flujo para proporcionar una concentración de **entre** 100% (FiO₂ de 0.85 a 1.0). La oximetría de pulso continua **sirve** como complemento para la evaluación permanente de las vías **respiratorias** y la respiración. La SpO₂ debe mantenerse a más de 95% **del mar**.

En el paciente pediátrico intubado con una lesión de **de** cerrada, es necesario confirmar la colocación del TE de **múltiples** maneras, incluyendo la visualización directa de que éste pase a **través** de las cuerdas vocales, que se escuche la presencia de **sonidos** de respiración bilaterales iguales, y verificar si hay ausencia de **sonidos** sobre el epigastrio cuando se ventila. También es necesario **monitorear** la concentración máxima de dióxido de carbono (ETCO₂) **para**



Figura 16-13 Se proporciona un relleno adecuado debajo del torso del niño o se utiliza una tabla para columna que incluya un recorte para el occipucio

Figura 16-14 Intubación endotraqueal pediátrica

La intubación endotraqueal de un paciente pediátrico incluye una cuidadosa atención a la inmovilización de la columna cervical. Un proveedor de atención prehospitalaria mantiene la columna vertebral del paciente en una posición neutral mientras otro proveedor lo intuba.

La parte más estrecha de la vía aérea pediátrica es el anillo cricoides, que crea un "manguito fisiológico". A pesar de que los TE sin manguito se utilizaron previamente en pacientes pediátricos debido a esta diferencia, las recomendaciones más recientes avalan el uso de tubo con manguito en todas las edades. Éste permite a los proveedores de atención prehospitalaria inflar el manguito total, parcialmente, o no del todo, dependiendo de la fuerza del sello. Para evitar lesiones traqueales iatrogénicas, las presiones del manguito no deben exceder de 25 centímetros de agua (cm H₂O). El tamaño apropiado para el TE se puede estimar con el diámetro del quinto dedo del niño o de los orificios nasales externos; o con la fórmula $\text{edad}/4 + 3.5$.

Una ligera presión sobre el cricoides con frecuencia permite ver mejor las estructuras anteriores de la laringe del niño. No

obstante, los anillos traqueales pediátricos son relativamente suaves y flexibles y una presión extrema puede ocluir por completo la vía aérea.

Un error común que ocurre durante la intubación de pacientes pediátricos en circunstancias de urgencia es el avance agresivo del TE, que resulta en su colocación en el bronquio principal derecho. El TE nunca debe avanzar más de tres veces su tamaño (en centímetros). Por ejemplo, uno de 3.0 cm debe descansar a una profundidad no mayor de 9 cm.

El tórax y el epigastrio siempre deben ser auscultados después de la colocación del tubo endotraqueal y del uso de capnometría con máxima concentración de dióxido de carbono (ETCO₂), si está disponible. La colocación del TE se debe reevaluar con frecuencia, en especial después de cualquier movimiento del paciente. Además de confirmar la colocación del tubo, la auscultación puede descartar la posibilidad de otro tipo de lesión pulmonar. El paciente pediátrico con una vía aérea comprometida y una lesión pulmonar, y que ha sido intubado con éxito corre mayor peligro de desarrollar un neumotórax a tensión como resultado de la ventilación con presión positiva.

Figura 16-15 Intubación pediátrica prehospitalaria: el gran debate

Casi parecería por intuición que es benéfico colocar un tubo ET lo antes posible en el manejo del paciente pediátrico con lesión cerebral traumática. Una revisión retrospectiva mostró una mayor supervivencia en pacientes adultos con LCT que fueron intubados antes de la llegada al hospital receptor.²⁴ En estudios posteriores se evaluó la intubación de secuencia rápida (ISR), que demostró la mayor eficiencia y tasa de éxito de este procedimiento en adultos y niños.^{25,26} Sin embargo, muchas investigaciones de casos y controles retrospectivo y prospectivo encontraron que la intubación prehospitalaria en comparación con la ventilación con bolsa-mascarilla no mejoró la supervivencia o el resultado neurológico, e incluso podría haber sido perjudicial.^{12,27,28}

Un estudio prospectivo aleatorizado en niños que comparó la intubación endotraqueal (IET) con la ventilación con bolsa-mascarilla en una zona urbana con tiempos de traslado cortos, no demostró diferencia alguna en la supervivencia o el resultado neurológico entre los dos grupos, pero sí mayor incidencia de complicaciones en el grupo intubado.¹¹

Los períodos prolongados de hipoxia con frecuencia se asocian con el proceso de intubación, así como períodos de ventilación

muy agresiva después de la intubación en pacientes trasladados al centro de trauma.¹³

Los datos que respaldan la IET prehospitalaria pediátrica son limitados y ambiguos. En el niño con respiración espontánea no se recomienda la intubación endotraqueal con o sin ayuda farmacológica. Los programas de servicios médicos de urgencia que llevan a cabo la intubación prehospitalaria pediátrica deben incluir al menos lo siguiente:²⁹

1. Dirección y supervisión médica estrecha
2. Capacitación y formación continua, incluidos experiencia práctica en quirófano
3. Recursos para el monitoreo del paciente, almacenamiento de fármacos y confirmación de la colocación del tubo ET
4. Protocolos de ISR estandarizados
5. Disponibilidad de una vía aérea alterna, como mascarilla laríngea o vía aérea King LT
6. Programa intensivo continuo de aseguramiento de calidad/control de calidad y revisión del desempeño

documentar la colocación continua adecuada del TE y evitar los extremos de la hipercapnia e hipocapnia, los cuales pueden ser tan perjudiciales para la recuperación de la lesión como la hipoxia. La ETCO_2 debe ser de 30 a 40 mm Hg.¹³

Neumotórax a tensión

Los niños son más susceptibles que los adultos al colapso cardiovascular agudo de un neumotórax a tensión. En la mayoría de los pequeños con neumotórax a tensión se presenta una descompensación cardíaca aguda secundaria a la disminución del retorno venoso antes de que se produzcan cambios detectables en la oxigenación y ventilación. Cualquier paciente que se descompense de forma aguda, sobre todo después de iniciarse la ventilación con presión positiva con el dispositivo de bolsa-mascarilla o la colocación de la vía aérea avanzada, debe ser evaluado con urgencia en caso de neumotórax a tensión.

Puede ser difícil determinar la distensión venosa yugular si se ha aplicado un collar de extricación o debido a la presencia de hipovolemia por hemorragia. El desplazamiento traqueal es un signo tardío de neumotórax a tensión y sólo se puede determinar mediante la palpación de la tráquea en la muesca yugular. En los pacientes pediátricos, la ausencia de sonidos de respiración unilateral, en asociación con un compromiso cardiovascular, representa una indicación para descompresión con aguja urgente. En aquellos intubados, la disminución de sonidos del lado izquierdo indica una intubación del bronquio principal derecho, pero cuando se asocia con una descompensación cardíaca aguda, estos sonidos pueden representar un neumotórax a tensión. Se necesita la reevaluación cui-

dada de la condición de la vía aérea y respiratoria del paciente para distinguir estas diferencias sutiles.

La descompresión con aguja se lleva a cabo usando los mismos puntos de referencia que en el adulto, pero a menudo con una eficacia más inmediata en el niño, porque el mediastino se desplaza rápidamente hacia atrás a su posición normal y permite el restablecimiento rápido del retorno venoso.

Circulación

Una vez que se controla la hemorragia externa del paciente pediátrico, se evalúa la perfusión. Este control supone la aplicación de presión manual directa sobre el punto de sangrado, el uso de apósitos hemostáticos avanzados, y la aplicación selectiva de torniquetes en casos extremos en los que han fracasado otras medidas. El manejo de una hemorragia externa no sólo es cuestión de cubrir el sitio del sangrado con capa tras capa de apósito absorbente. Si el apósito inicial se satura de sangre, lo mejor es añadir otro apósito en lugar de reemplazarlo, ya que al retirarlo se pueden liberar los coágulos que han empezado a formarse, mientras que al mismo tiempo se realizan intervenciones adicionales para detener la hemorragia en curso.

El sistema vascular pediátrico suele tener capacidad para mantener una tensión arterial normal hasta que se produce un colapso grave, momento en el que a menudo no responde a la reanimación. Se debe recurrir a la reanimación con líquidos cuando se presenten signos de shock hipovolémico e iniciarla de inmediato en los pacientes pediátricos que presenten shock descompensado. Se utiliza una solución de Ringer lactato (RL) o salina normal (SN) en bolos de 20 mL/kg.

Para los pacientes con traumatismo que presentan signos de shock hemorrágico o hipovolemia, los factores clave para la supervivencia son la reanimación de volumen y el traslado rápido a una instalación adecuada. El transporte no se debe retrasar para obtener un acceso vascular o administrar líquidos intravenosos.

Acceso vascular

El remplazo de líquidos en un paciente pediátrico con hipotensión grave o signos de shock debe ser con el volumen de líquido adecuado a la aurícula derecha para evitar una mayor reducción de la precarga cardiaca. Los sitios iniciales más apropiados para el acceso IV son la *fosa antecubital* (cara anterior del antebrazo en el codo) y la vena safena en el tobillo. El acceso a través de la vena yugular externa es otra posibilidad, pero el manejo de la vía aérea tiene prioridad en un espacio tan pequeño, y la inmovilización de columna dificulta acceder al cuello.

En el paciente pediátrico inestable o potencialmente inestable, los intentos de acceso periférico deben limitarse a dos en 90 segundos. Si no se tiene éxito con el acceso periférico, se establece el acceso intraóseo (Figura 16-16).

La colocación de un catéter subclaviano o yugular interno en un paciente pediátrico se realiza solamente en las circunstancias más controladas dentro del hospital; esto es, no se debe intentar en el entorno prehospitalario.

La determinación de qué pacientes pediátricos deben tener acceso intravascular depende de la gravedad de la lesión, la experiencia de los proveedores de atención prehospitalaria que participan y los tiempos de traslado, entre otros factores. Si se tiene incertidumbre en cuanto a qué pacientes necesitan acceso intravascular, si es necesaria la reposición de líquidos durante el transporte, se debe obtener la dirección médica en línea.

Terapia de líquidos

La solución de Ringer lactato (RL), o solución salina normal si no está disponible la RL, es el líquido de reanimación inicial de elección para un paciente hipovolémico. Como se analizó en el Capítulo 9, Shock, el tiempo que un líquido cristaloiide permanece en el espacio intravascular es relativamente corto, por lo que se recomienda una proporción de 3:1 de líquido cristaloiide/pérdida de sangre.

Un bolo de líquido inicial para un paciente pediátrico es de 20 mL/kg, alrededor de 25% del volumen de sangre circulante normal del niño. Tal vez se requieran hasta 40 a 60 mL/kg para lograr la sustitución inicial adecuada y rápida en respuesta a la pérdida significativa de sangre. Cualquier persona que no muestre al menos una pequeña mejora en el estado hemodinámico con el primer bolo de líquido de 20 mL/kg y la estabilización después del segundo bolo de 20 mL/kg, deberá recibir una transfusión sanguínea. El bolo de cristaloides restablece temporalmente la estabilidad cardiovascular,

Figura 16-16 Infusión intraósea pediátrica

La infusión intraósea (IO) proporciona un excelente sitio alternativo para la sustitución de volumen de reanimación en niños heridos de todas las edades. Constituye una vía eficaz para la infusión de medicamentos o sangre, o para la administración de líquidos de alto volumen.

El sitio más accesible para infusión IO es la tibia anterior, apenas inferior y medial a la tuberosidad tibial. Después de preparar la piel de forma antiséptica y asegurar adecuadamente la pierna, se elige un sitio en la parte anterior de la tibia, 1 a 2 cm (0.4 a 0.8 pulgadas) por debajo y medial a la tuberosidad tibial. Las agujas de infusión IO especialmente fabricadas son óptimas para el procedimiento, aunque también se pueden utilizar las agujas de médula espinal. Las agujas espinales de calibre 18 a 20 funcionan bien porque tienen un trocar para evitar que la aguja se obstruya a medida que pasa a través de la corteza ósea en la médula. En una urgencia se puede utilizar cualquier aguja calibre 14 a 20.

Están disponibles comercialmente una variedad de artículos que facilitan la dificultad de colocar una aguja IO utilizando diversos dispositivos mecánicos. Por ejemplo, un dispositivo utiliza un taladro de alta velocidad para insertar una aguja IO de diseño especial, y otro emplea un mecanismo de resorte. La aguja se coloca en un ángulo de 90 grados en relación con el hueso y avanza con firmeza a través de la corteza hacia la médula ósea.

La evidencia de que la aguja ha sido colocada adecuadamente dentro de la médula ósea incluye lo siguiente:

1. Se escucha un "pop" suave y no se siente resistencia después de que la aguja pasó a través de la corteza.
2. Se aspira médula ósea en la aguja.
3. El líquido fluye libremente en la médula ósea sin evidencia de infiltración subcutánea.
4. La aguja se fija y no parece estar suelta o inestable.

La infusión IO se debe considerar durante la reanimación inicial si no se tiene éxito con la canalización venosa percutánea (inserción venosa IV). Debido a que la velocidad de flujo está limitada por la cavidad de la médula ósea, la administración de líquidos y medicamentos normalmente se realiza bajo presión, y la sola ruta IO rara vez será suficiente después de la reanimación inicial.

La ubicación correcta del sitio de inserción es sumamente importante en el paciente pediátrico. La falta de identificación adecuada de puntos de referencia podría conducir a la mala colocación del dispositivo IO y el subsecuente daño a la placa de crecimiento (centro de crecimiento) del hueso, lo que, a su vez, causaría problemas de crecimiento óseo y longitudes desiguales de las extremidades.

ya que llena en forma transitoria, pero luego se escapa del sistema circulatorio. Sin embargo, la lesión hipóxica continúa mientras no se reemplacen los eritrocitos circulantes y se restablezca el transporte de oxígeno.

Manejo del dolor

Al igual que con los adultos, se debe considerar el tratamiento del dolor para los niños en el ámbito prehospitalario. Las indicaciones para analgesia incluyen lesiones aisladas de las extremidades y posible fractura vertebral. Pequeñas dosis de una analgesia narcótica tituladas de manera correcta no comprometen la exploración neurológica o abdominal. La morfina y el fentanilo son opciones aceptables, pero deben ser administrados únicamente bajo las guías escritas de la atención prehospitalaria o por órdenes de control médico en línea. Debido a los efectos secundarios de la hipotensión y la hipoventilación, todos los pacientes pediátricos que reciben narcóticos IV deben ser controlados con la oximetría de pulso y los signos vitales de serie. En general, las benzodiazepinas no se deben administrar en combinación con los narcóticos debido a sus efectos sinérgicos sobre la depresión respiratoria o incluso el paro respiratorio.

Desafortunadamente, la tendencia a subtratar el dolor pediátrico sigue siendo un problema en los servicios médicos de urgencias (SMU). En un estudio de niños con fracturas de huesos largos, sólo 10% recibió analgesia de camino al hospital.³⁰

Transportación

Debido a que la llegada oportuna al centro más adecuado puede ser el elemento clave en la supervivencia del menor lesionado, el triage es una consideración importante en el manejo del paciente pediátrico.

En muchos estudios de los últimos 30 años se ha documentado la tragedia de la muerte prevenible por traumatismo pediátrico. Se estima que hasta 80% de los decesos por esta causa puede clasificarse como prevenible o potencialmente prevenible. Estas estadísticas han sido una de las principales motivaciones para el desarrollo de los centros de trauma pediátrico regionales, donde se proporciona atención continua, coordinada, de alta calidad y sofisticada.

Muchas áreas urbanas cuentan con centros de traumatología pediátrica y centros de traumatología de adultos. Lo ideal es que un paciente pediátrico con traumatismo multisistémico obtenga un beneficio de la capacidad de reanimación inicial y la atención definitiva disponible en un centro pediátrico debido a su especialización en el tratamiento de niños traumatizados. Tal vez lo correcto sea no recurrir a un centro de traumatología para adultos y preferir el traslado a uno de atención infantil. Sin embargo, para muchas comunidades, el centro de trauma pediátrico especializado más cercano puede estar a horas de distancia. En estos casos, el niño gravemente herido debe ser transportado al centro de traumatología para adultos más cercano porque la reanimación temprana y la evaluación antes de su traslado a un centro pediátrico pueden mejorar sus posibilidades de supervivencia.³¹

En las zonas donde un centro de trauma pediátrico especializado no está cerca, el personal que trabaja en centros de traumatología de adulto debe tener experiencia en la reanimación y tratamiento de pacientes adultos y pediátricos con traumatismo. En caso contrario, el niño herido de gravedad debe ser transportado al hospital apropiado más cercano capaz de atender a víctimas de

traumatismo, de acuerdo con las guías del triage prehospitalario locales.

El traslado aeromédico se puede considerar en las zonas rurales para agilizar el transporte. No se tiene mucha evidencia de que ofrezca algún beneficio en zonas urbanas en las que el transporte terrestre a un centro de traumatología infantil sea casi tan rápido.³² Cada vez es más evidente que el uso de este tipo de traslado expone tanto al paciente como a la tripulación a una cantidad significativa de riesgos. Estas preocupaciones se deben ponderar con detenimiento al decidir si se utiliza este recurso.

La revisión de más de 15 000 registros del National Pediatric Trauma Registry (NPTR) indica que 25% de los pacientes presentaba heridas lo bastante graves para requerir triage a un centro de trauma infantil designado. El uso de la puntuación de trauma pediátrico (PTP) puede ayudar con el triage adecuado. Muchos sistemas de SMU y de trauma usan otros criterios, que pueden ser dictados por las guías estatales, regionales o locales. Todos los proveedores de atención prehospitalaria deben estar familiarizados con los protocolos de triage aplicados dentro de sus sistemas.

Lesiones específicas

Lesión cerebral por trauma

La lesión cerebral traumática (LCT) es la causa más común de muerte en la población pediátrica. De los decesos incluidos en los primeros 40 000 pacientes en el NPTR, 89% tenía una lesión del SNC como contribuyente primario o secundario a la mortalidad. Aunque muchas lesiones graves son tratables sólo por prevención, las medidas de reanimación iniciales pueden minimizar la lesión cerebral secundaria y, en consecuencia, la gravedad del paciente pediátrico. La ventilación, oxigenación y perfusión adecuadas son necesarias para prevenir la morbilidad secundaria. Aun cuando la recuperación de los pacientes pediátricos con LCT grave por lo regular se considera que es mejor que en los adultos, la creciente evidencia indica que una amplia variedad de alteraciones persisten, incluyendo anormalidades funcionales, cognitivas y de conducta.

Los resultados de la evaluación neurológica inicial son útiles para el pronóstico. No obstante, aun con una evaluación neurológica inicial normal, cualquier niño con una lesión significativa en la cabeza es susceptible a un edema cerebral, hipoperfusión y lesiones secundarias (Figura 16-17). Además, las víctimas de traumatismo no accidental pueden tener muy poca evidencia externa de trauma, y sin embargo haber presentado una lesión intracraneal considerable. Se debe evaluar la puntuación inicial de la ECG y repetirla con frecuencia durante el traslado. Es necesario administrar oxígeno suplementario y, de ser posible, monitorear la oximetría de pulso. Aunque el vómito es común después de una conmoción cerebral, cuando es persistente o con fuerza es motivo de preocupación y requiere una evaluación adicional.

Al igual que con la hipoxia, la hipovolemia empeora de forma drástica la LCT original. Se debe controlar la hemorragia externa e inmovilizar las extremidades fracturadas del paciente pediátrico para limitar la pérdida de sangre interna asociada con estas lesiones. Es preciso intentar mantener al paciente en un estado *euvolémico* (volumen normal) con reanimación de volumen IV. En raras ocasiones los lactantes menores de 6 meses de vida pueden presentar hipovolemia como resultado de una hemorragia intracraneal, debido a que sus suturas y fontanelas craneales están abiertas. Un lactante con fontanela abierta tolera mejor un hematoma intracraneal en expansión, y no presentar síntomas sino hasta que se produce una

Figura 16-17 Conmoción cerebral pediátrica

El tema de la conmoción cerebral en los pacientes pediátricos, en particular los que participan en actividades deportivas, se ha convertido en un tema de gran importancia.³³ En el pasado, cuando un niño atleta tenía una conmoción cerebral, se mantenía fuera del juego por un corto tiempo y se le permitía volver a jugar tan pronto como se sintiera capaz de reiniciar el juego. En fechas más recientes se ha reconocido que los repetidos golpes en la cabeza y el cerebro conducen a dificultades de cognición, comportamiento y función a largo plazo. Ahora se recomienda que cualquier atleta pediátrico que ha presentado una conmoción cerebral se retire del juego y no se le permita participar en el resto del evento.

Es de vital importancia identificar una conmoción cerebral. En algún momento se pensó que implicaba una breve pérdida de conciencia con un retorno a la función normal; ahora se sabe que no se necesita esta pérdida para hacer el diagnóstico. La conmoción cerebral puede implicar una variedad de síntomas y quejas, incluyendo dolor de cabeza,

náusea, problemas de equilibrio, sensación de aturdimiento, confusión, y la formulación de preguntas de manera lenta o repetitiva. Se recomienda que el personal médico presente en un evento deportivo cuente con un método formal para evaluar atletas pediátricos con conmoción cerebral utilizando una herramienta estándar de evaluación suplementaria, así como un examen neurológico.

La recuperación completa de una conmoción cerebral puede tardar una semana o más, y en algunos casos, meses. Mientras el atleta no se haya restablecido por completo de la conmoción cerebral y esté asintomático, no se le debe permitir volver a jugar. Una vez que esté asintomático, puede regresar a la actividad y jugar en un formato estructurado gradual, con evaluaciones repetidas para valorar la recaída de los síntomas. La reaparición de los síntomas indica una recuperación incompleta, y el atleta pediátrico debe abstenerse de participar en los deportes hasta que se produzca una mejora.

rápida propagación. Un lactante con una fontanela abultada debe ser considerado con una LCT más grave.

Para los pacientes pediátricos con una puntuación de 8 o menos en la ECG, la oxigenación y ventilación adecuadas deben ser el objetivo en todo momento, no la colocación de un tubo endotraqueal. Los intentos prolongados por asegurar una vía aérea endotraqueal pueden aumentar los periodos de hipoxia y retrasar el traslado a una instalación adecuada. La mejor vía aérea para un paciente pediátrico es aquella que sea más segura y eficaz. La ventilación con un dispositivo de bolsa-mascarilla mientras se prepara para la émesis de succión, si ocurre, a menudo es la mejor vía aérea para el paciente con LCT.¹¹⁻¹³

Un paciente pediátrico con signos y síntomas de hipertensión intracraneal o aumento de la presión intracraneal, con pupilas de reacción lenta o no reactivas, hipertensión sistémica, bradicardia y patrones respiratorios anormales puede beneficiarse de una hiperventilación leve temporal para disminuir la presión intracraneal. Sin embargo, el efecto de la hiperventilación es transitorio y también disminuye el suministro total de oxígeno al SNC; de hecho, causa daño cerebral secundario adicional.³⁴ Se recomienda no utilizar esta estrategia, a menos que la persona presente signos de herniación activa o de *lateralización* (anormalidades neurológicas distales, como debilidad en un lado de su lesión a un área del cerebro). El monitoreo de $ETCO_2$ debe servir de guía para el manejo del paciente intubado, con un rango objetivo de aproximadamente 35 mm Hg. Se ha asociado la hiperventilación con una $ETCO_2$ de menos de 25 mm Hg a un peor resultado neurológico.¹³ Si se cuenta con capnografía, se debe utilizar una frecuencia ventilatoria de 25 respiraciones/minuto para los niños y 30 respiraciones/minuto para los lactantes.³⁵

Durante traslados prolongados, pequeñas dosis de manitol (0.5 a 1 g/kg de peso corporal) benefician a los pacientes pediátricos

con evidencia de hipertensión intracraneal si los protocolos locales lo permiten. Sin embargo, el uso de manitol sin la reanimación de volumen suficiente puede resultar en hipovolemia y el empeoramiento del shock. No se debe administrar manitol en campo sin discutir esta opción con el control médico en línea, a menos que lo permitan las órdenes o el protocolo establecido.

Se pueden presentar convulsiones breves poco después de la LCT y, más allá de garantizar la seguridad, oxigenación y ventilación del paciente, a menudo éstas no requieren tratamiento específico de los proveedores de atención prehospitalaria. Sin embargo, la actividad convulsiva recurrente es preocupante y puede requerir bolos IV de una benzodiacepina, como el diazepam (0.1 a 0.2 mg/kg/dosis). De acuerdo con los protocolos locales, también están disponibles midazolam o lorazepam, pero todas las benzodiacepinas se deben utilizar con suma precaución debido a sus efectos secundarios potenciales de depresión e hipotensión ventilatoria, así como a su capacidad para confundir el examen neurológico.

Trauma medular

La indicación para la inmovilización de la columna vertebral en un paciente pediátrico se basa en el mecanismo de la lesión y los hallazgos físicos, como presencia de otros daños que sugieren movimiento violento o repentino de la cabeza, cuello o torso, o de signos específicos de lesión de la columna, como deformidad, dolor o déficit neurológico. Al igual que con los pacientes adultos, el manejo prehospitalario correcto de una lesión de la columna consiste en la estabilización manual en línea, seguida del uso de un collarín cervical colocado en forma correcta, y la inmovilización de la persona a un dispositivo apropiado de modo que la cabeza, cuello, torso, pelvis y piernas se mantengan en una posición neutral en

Esto se debe lograr sin perjudicar la ventilación o la capacidad del paciente para abrir la boca o interrumpir cualquier otro esfuerzo de respiración.

El umbral para realizar una inmovilización de la columna es menor en los niños pequeños debido a su incapacidad para comunicarse o participar en su propia evaluación. No hay estudios que respalden la seguridad de liberar clínicamente la columna vertebral de un paciente pediátrico en campo. La misma inmadurez antes descrita también contribuye al miedo de los niños y su falta de cooperación con la inmovilización; un niño que rechaza con fuerza los intentos de los proveedores puede estar en mayor riesgo de empeoramiento de las lesiones de médula existentes. Tal vez sea válido no sujetarlo si se le convence de quedarse tranquilo y quieto y sin restricciones. Sin embargo, cualquier decisión de detener los intentos de inmovilización en un interés por la seguridad del paciente debe estar respaldada por una justificación cuidadosa y exhaustiva documentada, así como por la evaluación en serie del estado neurológico durante e inmediatamente después del traslado. Lo ideal de esta decisión sería tomarla en conjunto con el control médico en línea.

Cuando los niños más pequeños son colocados sobre una superficie rígida, el tamaño relativamente grande de su occipucio producirá una flexión pasiva del cuello. A menos que se utilice una tabla para columna pediátrica especializada con una depresión a la altura de la cabeza para acomodar el occipucio, se debe colocar suficiente acolchamiento (de 2 a 3 cm [1 pulgada]) debajo del torso del paciente para elevarlo y permitir una posición neutral de la cabeza. El relleno debe ser continuo y plano, desde los hombros hasta la pelvis, y extenderse a los márgenes laterales del torso para asegurar que la columna vertebral torácica, lumbar y sacra descansen sobre una plataforma plana y estable, sin la posibilidad de movimiento anterior-posterior. El relleno también se distribuye entre los laterales del paciente y las orillas de la tabla para garantizar que no se produzcan movimientos laterales cuando se mueve la tabla o se gire al niño con todo y tabla hacia un lado para evitar la aspiración durante los episodios de vómito.

Se cuenta con diversos dispositivos de inmovilización pediátrica nuevos. El proveedor de atención prehospitalaria tiene que practicar con regularidad y familiarizarse con cualquier equipo especializado de uso en el sistema de atención prehospitalaria, así como realizar los ajustes necesarios cuando se requiera la inmovilización utilizando un equipo para adulto. Si recurre a un dispositivo tipo chaleco, debe garantizar la sujeción adecuada, al mismo tiempo que evita el compromiso respiratorio. Anteriormente se recomendaba inmovilizar al lactante o al niño pequeño con el asiento de seguridad para auto si allí había sido encontrado.^{36,37} La National Highway Traffic Safety Administration ahora recomienda trasladar mejor al paciente en un dispositivo de inmovilización pediátrica del tamaño adecuado en lugar de usar el asiento de seguridad para auto. Mantener al niño lesionado en una posición vertical en este asiento aumenta la carga axial aplicada a la columna por la cabeza del menor; por tanto, se prefieren las técnicas de inmovilización estándar por encima del asiento vehicular.³⁸

Lesiones torácicas

La extremadamente resistente caja torácica del niño a menudo favorece un menor daño a la estructura ósea del tórax, aunque todavía existe el riesgo de lesión pulmonar, como contusión

pulmonar, neumotórax o hemotórax. Aunque las fracturas de costillas son poco frecuentes en la infancia, se asocian con alto riesgo de lesión intratorácica cuando se presentan. La crepitación se aprecia durante la exploración y es una señal de neumotórax. El riesgo de mortalidad aumenta con el número de costillas fracturadas. Un alto índice de sospecha es la clave para identificar estas lesiones. El paciente pediátrico con traumatismo en tórax y torso debe ser vigilado estrechamente para detectar signos de dificultad respiratoria y shock. Las abrasiones o contusiones sobre el torso después de un fuerte traumatismo llegan a ser las únicas pistas que le indican al proveedor de atención prehospitalaria que el niño ha presentado un traumatismo torácico.

Cuando se traslada a un paciente con lesión torácica cerrada de alto impacto, durante el camino al centro médico se debe vigilar su frecuencia cardíaca. En todos los casos, los elementos clave en el manejo del traumatismo torácico implican una cuidadosa atención a la ventilación, oxigenación y el traslado oportuno a un centro adecuado.

Lesiones abdominales

La presencia de traumatismo cerrado en el abdomen, pelvis inestable, distensión abdominal postraumática, rigidez o sensibilidad, o shock sin ninguna otra explicación, pueden estar asociados con una posible hemorragia intraabdominal. Un "signo del cinturón de seguridad" (o marca) que cruza el abdomen de un paciente pediátrico a menudo es un indicador de lesiones internas graves (Figura 16-18).

Los elementos prehospitalarios clave en el manejo de las lesiones abdominales incluyen reposición de líquidos, oxígeno suplementario de alta concentración, y el rápido traslado a un centro apropiado con un estrecho monitoreo continuo en el camino. En realidad no existen intervenciones definitivas que los proveedores de atención prehospitalaria puedan ofrecer a los pacientes pediátricos con lesión intraabdominal y, como tal, se debe hacer todo lo posible para trasladarlos con rapidez al centro más adecuado y cercano.



Figura 16-18 "Signo del cinturón de seguridad" en un paciente de 6 años de edad en quien se encontró una ruptura de bazo. Estos signos a menudo se asocian con lesiones intraabdominales graves.

Fuente: Cortesía de Jeffrey Guy, MD.

Trauma de extremidad

En comparación con el esqueleto de un adulto, el del niño está creciendo activamente y se compone de una gran proporción de tejido cartilaginoso y placas de crecimiento metabólicamente activas. Las estructuras ligamentosas que unen el esqueleto infantil con frecuencia son más fuertes y tienen mayor capacidad de resistir la ruptura mecánica de los huesos a los que están unidos. Como resultado, los niños con traumatismo esquelético con frecuencia resisten fuerzas traumáticas importantes antes de desarrollar fracturas de huesos largos, dislocaciones o deformidades. Las fracturas incompletas ("tallo verde") son comunes y pueden manifestarse sólo con sensibilidad y dolor óseos al usar la extremidad afectada.

La interrupción de la articulación primaria en una lesión que no sea penetrante es poco frecuente en comparación con la ruptura de los segmentos de *diáfisis* (eje) o *epífisis* (extremo) del hueso. Las fracturas que involucran la placa de crecimiento son únicas en la medida en que se deben identificar y manejar con cuidado en la fase de lesión aguda para garantizar no sólo la curación adecuada, sino también para prevenir el subsecuente desplazamiento o deformación conforme continúa el desarrollo del menor. En los niños siempre es preciso considerar la asociación de lesiones neurovasculares con otras ortopédicas, y evaluar con detenimiento el examen vascular distal y neurológico. Muchas veces la presencia de una lesión potencialmente debilitante sólo se puede determinar con el estudio radiológico o, si existe el menor indicio de una disminución de la perfusión distal, por *arteriografía* (estudio de rayos X de un vaso sanguíneo que ha sido inyectado con material de contraste radiopaco).

La deformidad aparente a veces se asocia con lesiones en las extremidades y no debe distraer el enfoque de las lesiones potencialmente mortales. Una hemorragia no controlada representa la consecuencia de los traumatismos de las extremidades más peligrosa para la vida. En los pacientes adultos y pediátricos con traumatismo multisistémico por igual, el inicio del traslado a un centro adecuado sin demora después de finalizar la evaluación primaria, la reanimación y una preparación rápida sigue siendo primordial en la reducción de la mortalidad. Proporcionar el entablillado básico en el camino sin menoscabo de la reanimación del paciente pediátrico ayudará a minimizar el sangrado y el dolor de las fracturas de los huesos largos, pero la atención a las lesiones que amenazan la vida siempre debe seguir siendo el objetivo principal.

Lesiones térmicas

Después de los accidentes de tránsito y los ahogamientos, las quemaduras son la tercera causa de muerte infantil por traumatismo.¹ Atender a un niño lesionado siempre representa retos físicos y emocionales significativos para el proveedor de atención prehospitalaria, y estas dificultades sólo aumentan en el caso de las quemaduras. Un paciente en esta condición puede tener una *vía aérea edematosa (inflamada)*, y el acceso IV se complica por las quemaduras de la extremidad, por lo que el paciente puede estar histérico de dolor.

La evaluación primaria se realiza como en otras condiciones de traumatismo pediátrico, aunque cada paso puede ser más complicado que en un paciente sin lesiones térmicas. La mayoría de las muertes asociadas con incendios de estructuras no se relaciona directamente con las quemaduras de los tejidos blandos, sino que es secundaria a la inhalación de humo. Cuando los niños quedan atrapados en este tipo de desastre, con frecuencia se esconden del fuego

debajo de las camas o en los clósets. A menudo mueren, y su cuerpo recuperado no presenta quemaduras: perecen por el monóxido de carbono o la toxicidad del cianuro de hidrógeno y por hipoxia. Más de 50% de los menores de 9 años de edad involucrados en incendios estructurales tiene algún grado de lesión por inhalación de humo.

El edema de la vía aérea inducido térmicamente siempre es una preocupación en pacientes con quemaduras, sobre todo en el caso de los niños. El diámetro más pequeño de su tráquea significa que 1 mm de edema producirá mayor magnitud de obstrucción de las vías respiratorias que en un adulto con una vía aérea de diámetro más grande. Un paciente pediátrico con una vía aérea edematosa puede estar sentado inclinándose hacia adelante y babeando, o manifestar ronquera o cambios en la voz. Estos síntomas deben instar a prepararlo rápidamente para iniciar el traslado al hospital. Ya en el camino, si los síntomas progresan o el paciente desarrolla un paro respiratorio o cardíaco, se administra oxígeno suplementario y se realizan preparaciones para una intervención de la vía aérea.

Si se coloca un TE, se tiene que proteger contra el desplazamiento o retiro involuntario. Si el paciente pediátrico se extuba accidentalmente, el proveedor de atención prehospitalaria tal vez no tenga posibilidad de intubarlo de nuevo debido a un edema progresivo; de intentarlo, los resultados podrían ser desastrosos. En un paciente pediátrico con descamación de la piel facial y heridas húmedas, es difícil asegurar el tubo. De hecho, cuando hay quemaduras faciales no se debe intentar fijar el dispositivo con cinta adhesiva al rostro. El TE se asegura con dos trozos de cinta umbilical, con una pieza envuelta por encima de la oreja y la segunda pieza colocada debajo de la oreja. Una alternativa eficaz para la cinta umbilical es el tubo IV. Si no se cuenta con estos suministros, pero hay manos adicionales, asigne a un proveedor de atención prehospitalaria como el único responsable de mantener en su sitio la vía aérea.

Reanimación con líquidos

Es fundamental establecer con rapidez el acceso intravascular para prevenir el desarrollo de shock. El retraso en la reanimación con líquidos en pacientes pediátricos se ha asociado con resultados clínicos significativamente peores y una mayor tasa de mortalidad en especial en los bebés quemados.

Después de asegurar la vía aérea y proporcionar una ventilación y oxigenación adecuadas, es fundamental obtener el acceso venoso rápido. Niños con un volumen intravascular relativamente pequeño y un retraso en la reanimación con líquidos pueden desencadenar rápido desarrollo de shock hipovolémico. Para proporcionar los grandes volúmenes de líquidos intravenosos necesarios en quemaduras críticas, estos pacientes por lo general requieren dos catéteres periféricos IV para lograr las velocidades de flujo IV requeridas. Muchas veces es difícil insertar un solo catéter intravenoso de calibre grande, insertar dos lo es aún más. Las quemaduras en las extremidades pueden hacer difícil o imposible establecer suficiente acceso para una reanimación con líquidos adecuada.

En los pacientes pediátricos con quemaduras, al igual que en los adultos, la necesidad de líquido se calcula a partir del momento de la lesión, por lo que incluso un retraso de 30 minutos en el inicio de la reanimación con líquidos puede dar lugar a shock hipovolémico. El exceso de líquidos, por otra parte, ocasiona complicaciones respiratorias y edema excesivo, complicando el tratamiento de las quemaduras.

La cantidad de líquidos que por lo regular se administra a un paciente con quemaduras se calcula con base en el porcentaje

estimado de la superficie corporal afectada y utilizando la "regla de los nueves", un método rápido y poco preciso que permite determinar la necesidad de fluidos de reanimación y que se basa en la experiencia de los adultos quemados en el campo de batalla. La premisa de este método de estimación del tamaño de la quemadura se fundamenta en que cada una de las principales regiones del cuerpo de un adulto (p. ej., cabeza, brazo, torso anterior) comprende 9% de la superficie corporal total. Sin embargo, las regiones anatómicas de los niños son proporcionalmente diferentes a las de los adultos: tienen cabeza más grande y extremidades más pequeñas. Por tanto, para calcular las dimensiones de la quemadura pediátrica se utilizan diagramas específicos para la edad, como el gráfico de Lund-Browder, y no la regla de los nueves. Si no hay gráficos y diagramas disponibles, se puede utilizar la "regla de las palmas". Con este método, el tamaño de la palma de la mano del paciente más los dedos representa aproximadamente 1% de la superficie corporal. (Véase el Capítulo precedente Lesiones por quemaduras para el análisis de estos métodos.)

El volumen de líquidos intravenosos necesarios para la reanimación se determina con base en el porcentaje de superficie corporal quemada (véase el Capítulo 15, Lesiones por quemaduras). Dos consideraciones pediátricas importantes merecen mención. Primero, los niños pequeños tienen una reserva limitada de glucógeno. Éste consiste esencialmente de moléculas de glucosa unidas entre sí, y se utiliza con el fin de almacenar carbohidratos. Las moléculas de glucógeno se movilizan en momentos de estrés. Si estas reservas limitadas se agotan, la persona desarrolla rápidamente hipoglucemia. En segundo lugar, los niños tienen una proporción grande de volumen a superficie; la forma general de un adulto es un cilindro, mientras que en los niños parece una esfera. La implicación clínica de esta condición estriba en que estos últimos van a necesitar más líquidos IV. Para hacer frente a estas dos cuestiones, además de los líquidos de reanimación calculados, se administran otros de mantenimiento que contienen dextrosa al 5%. En los traslados prolongados de un paciente pediátrico con un catéter de Foley, los líquidos deben titularse para asegurar una producción de orina de 1 mL/kg/hora. Si esta producción no es adecuada, se administra un bolo de líquido de 20 mL/kg, y se aumenta la velocidad de administración de los líquidos de reanimación para obtener la cantidad de orina deseada.

Una vez que se ha obtenido acceso IV periférico, se toman medidas para asegurar que no se desplace o expulse la línea IV de forma inadvertida. Las técnicas habituales utilizadas para asegurar esta línea a menudo son poco eficaces cuando ésta se intenta colocar en, o junto a una quemadura, porque la cinta adhesiva y los apósitos no pueden adherirse al tejido lacerado. De ser posible, la línea IV se asegura con un apósito Kerlix, aunque los apósitos circunferenciales se deben vigilar con frecuencia conforme se desarrolla el edema para evitar daños en los tejidos debido a que empiezan a convertirse en una banda limitante.

Si no se puede obtener acceso venoso periférico, se opta por los catéteres intraóseos para el paciente pediátrico inestable y/o inconsciente. Las infusiones intraóseas, a pesar de que antes sólo se recomendaban para los pacientes menores de 3 años de edad, ahora se utilizan en los niños de más edad y en los adultos.

Abuso

Cada año, alrededor de 1.5 millones de niños sufren agresión con quemaduras, que representan 20% de todos los incidentes de abuso

infantil.^{21,39} Cerca de 20 a 25% de los pacientes ingresados en un centro pediátrico para quemaduras son víctimas de maltrato.^{40,41} Una mayor conciencia de este problema entre los proveedores de atención prehospitalaria puede mejorar la detección de esta causa de trauma pediátrico. La documentación cuidadosa de la situación, así como de los patrones que caracterizan la lesión, puede ayudar a la policía en la persecución de los delincuentes.⁴²

Los dos mecanismos más usuales a través de los cuales se quema a los niños son las escaldaduras y las quemaduras por contacto. Las primeras son la fuente más común de quemaduras no accidentales. Las lesiones por escaldado normalmente son infligidas a niños en edad de control de esfínteres. El escenario habitual son pequeños que se ensucian y a los que, en castigo, se les sumerge en una tina de agua hirviendo. Estas quemaduras por escaldaduras se caracterizan por un fuerte patrón de demarcación entre el tejido quemado y el no quemado y la preservación de los pliegues de flexión, ya que la víctima con frecuencia recoge sus piernas hacia arriba para evitar el agua caliente (véase el Capítulo 15, Lesiones por quemaduras).

Las quemaduras por contacto son el segundo mecanismo más común de quemaduras por abuso. Elementos típicos utilizados para infligirlas son los rizadoros de cabello, la plancha de ropa y los cigarrillos. Las quemaduras de cigarrillo aparecen como heridas redondas de poco más de 1 cm de diámetro (por lo regular 1.3 cm). Para ocultar estas lesiones, el agresor las realiza en las zonas cubiertas por la ropa, por encima de la línea del cabello en el cuero cabelludo, o incluso en las axilas.

Todas las superficies del cuerpo humano tienen algún grado de curvatura; un elemento caliente que cae sobre la superficie corporal tendrá un punto de contacto inicial y después se desvía a partir de este punto. Las quemaduras por contacto accidental tienen bordes irregulares y profundidades desiguales. Por el contrario, cuando se utiliza deliberadamente un artículo caliente para quemar a alguien, el elemento se presiona sobre la región del cuerpo. La quemadura tendrá un patrón con un esquema regular marcado y una profundidad de la herida uniforme (véase el Capítulo 15, Lesiones por quemaduras).

Un alto índice de sospecha de abuso es importante, y se deben reportar todos los casos. Efectúe una observación meticulosa de los alrededores, como la posición de diversas piezas del mobiliario, la presencia de rizadoros para el cabello, y la profundidad del agua de la tina. Anote los nombres de las personas presentes en el lugar. Cualquier paciente pediátrico de quien se sospeche que es víctima de abuso por quemaduras, independientemente del tamaño de las heridas, debe ser atendido en un centro con experiencia en el cuidado pediátrico de quemaduras.

El maltrato de menores se estudia más adelante en este capítulo.

Prevención de lesiones por vehículos de motor

La American Academy of Pediatrics (AAP) ha definido la restricción óptima para los niños en los vehículos automotrices. Recomienda que siempre viajen en el asiento trasero y orientados hacia la parte posterior del automóvil hasta la edad de 2 años de edad. En general, deben viajar en asientos de seguridad para niños hasta los 4 años de edad, y después se gradúan en un asiento elevador para

posicionamiento de cinturón hasta los 8 a 10 años de edad. Para esa edad ya se puede utilizar la sujeción para adultos estándar de tres puntos (combinación de cinturón de seguridad-arnés del hombro). Nunca se debe utilizar el cinturón de regazo solo.

La sujeción subóptima se define como la falta de uso del asiento de seguridad infantil o del asiento elevador para cualquiera menor de 8 años de edad, y la falta de un sistema de sujeción de tres puntos para un niño mayor de 8 años de edad (véase la Figura 16-2).⁴³ En una revisión reciente, cuando se analizaron estas guías, se observó que el riesgo de lesión abdominal en niños debidamente sujetos fue 3.5 veces menor que en la población pediátrica con sujeción subóptima.⁴⁴ El beneficio protector de la posición en el asiento trasero del automóvil es tal, que el riesgo de muerte se reduce en al menos 30%, incluso si sólo se sujeta con un cinturón de regazo en el asiento trasero frente a la sujeción de tres puntos en el asiento delantero.⁴⁵

Abuso infantil y negligencia

El abuso infantil (maltrato o trauma no accidental) es una causa importante de lesiones en los niños. Como se mencionó antes, casi 20% de todas las quemaduras en pacientes pediátricos implica maltrato o negligencia.⁴² Los proveedores de atención prehospitalaria siempre deben considerar la posibilidad de abuso infantil cuando las circunstancias lo justifiquen.

Deben sospechar abuso o infantil negligencia si observan alguno de los siguientes escenarios:

- Discrepancia entre la historia reportada y el grado de lesión física, o cambios frecuentes en el relato de los hechos.
- Respuesta inapropiada de la familia.
- Intervalo prolongado entre el momento de la lesión y la solicitud de atención médica.
- Falta de concordancia de la historia de la lesión con el nivel de desarrollo del niño. Por ejemplo, una historia que indica que un recién nacido se rodó de una cama sería sospechoso porque los recién nacidos no tienen el desarrollo para rodarse.

Algunos tipos de lesión también indican abuso, como los siguientes (Figura 16-19):

- Múltiples hematomas en distintas etapas de resolución (excluyendo las palmas de las manos, antebrazos, áreas de la tibia, y la frente en niños ambulatorios que se lesionan con frecuencia en caídas normales). Hematomas accidentales que por lo general ocurren sobre prominencias óseas.
- Lesiones extrañas, como mordeduras, quemaduras de cigarrillos, marcas de cuerda, o cualquier lesión con un patrón específico.
- Quemaduras muy demarcadas o escaldaduras en zonas poco comunes (véase el Capítulo 15, Lesiones por quemaduras).

En muchas jurisdicciones, los proveedores de atención prehospitalaria deben reportar por ley cualquier signo potencial de abuso infantil que identifiquen. En general, los proveedores que actúan de buena fe y en el mejor interés del niño están protegidos de la acción

legal. Los procedimientos de los reportes varían, de modo que deben estar familiarizados con los organismos competentes que se ocupan de casos de maltrato infantil en su localidad. La necesidad de denunciar el abuso es enfatizado por datos que sugieren que hasta 50% de los niños maltratados son devueltos a sus agresores porque no se sospecha o no se reporta el caso (Figura 16-20).

Transportación prolongada

De vez en cuando surge alguna situación por la ubicación del paciente, las decisiones de triage o las consideraciones ambientales que hacen que se prolongue o retrase el traslado, y entonces el personal prehospitalario necesita manejar la reanimación continua del paciente pediátrico. A pesar de que este manejo puede resultar subóptimo debido a la falta de recursos en campo (p. ej., sangre, y a la incapacidad para efectuar las intervenciones de diagnóstico y terapéuticas, la aplicación organizada de los principios analizados en este capítulo permite manejar de forma segura al paciente hasta la llegada a un centro de trauma. Si hay contacto por radio o teléfono celular con el centro receptor, la comunicación y la retroalimentación constante son cruciales para los miembros prehospitalarios y hospitalarios del equipo de trauma.

El tratamiento referido consiste en la evaluación continua en serie de los componentes de la evaluación primaria. Se estabiliza al paciente pediátrico de forma segura en una tabla con precauciones para la columna. La tabla debe estar acolchada tanto como sea posible para prevenir las úlceras por presión. Si la vía aérea es tenue y el equipo está bien entrenado en el manejo de la vía aérea pediátrica, incluyendo la intubación endotraqueal, a continuación se realiza el manejo de la vía aérea. De lo contrario, la meticulosa ventilación con bolsa-mascarilla es una estrategia de manejo aún más aceptable, suponiendo que se suministra oxigenación y ventilación adecuadas.

Se monitorea la oximetría de pulso, y de preferencia la ETCO₂ también, sobre todo en un paciente con lesión en la cabeza. Si existen signos de shock, se administran bolos de 20 mL/kg de RL o solución SN hasta que el niño mejora o es transferido a la atención definitiva.

La puntuación de la EGG se calcula tempranamente y se sigue en forma serial. Se continúa con la valoración de otras lesiones y la práctica habitual de hacer todo lo posible por mantener la normotermia del menor. Las fracturas se entablillan y estabilizan con evaluaciones neurovasculares en serie. Este ciclo de revisión continua de la evaluación primaria debe repetirse hasta que el paciente pediátrico sea trasladado o transferido de manera segura al centro de atención definitiva.

Cualquier cambio o descompensación en la condición del menor requiere reevaluación inmediata de la evaluación primaria. Por ejemplo, si empieza a disminuir el nivel de SpO₂, se revisa si el TE todavía está sujeto y en la vía aérea. De ser así, ¿el niño desarrolló un neumotórax a tensión? ¿El TE está ahora en el bronquio principal derecho? Si el paciente ha recibido el suficiente líquido considerado y todavía está en shock, ¿significa que hay taponamiento cardíaco, contusión cardíaca grave o tal vez una fuente oculta de sangrado, p. ej., una lesión intraabdominal o pérdida sanguínea por laceración del cuero cabelludo? ¿Ha cambiado la escala de Glasgow? ¿Hay ahora signos de lateralización que sugieran una lesión progresiva en la cabeza y el requerimiento de

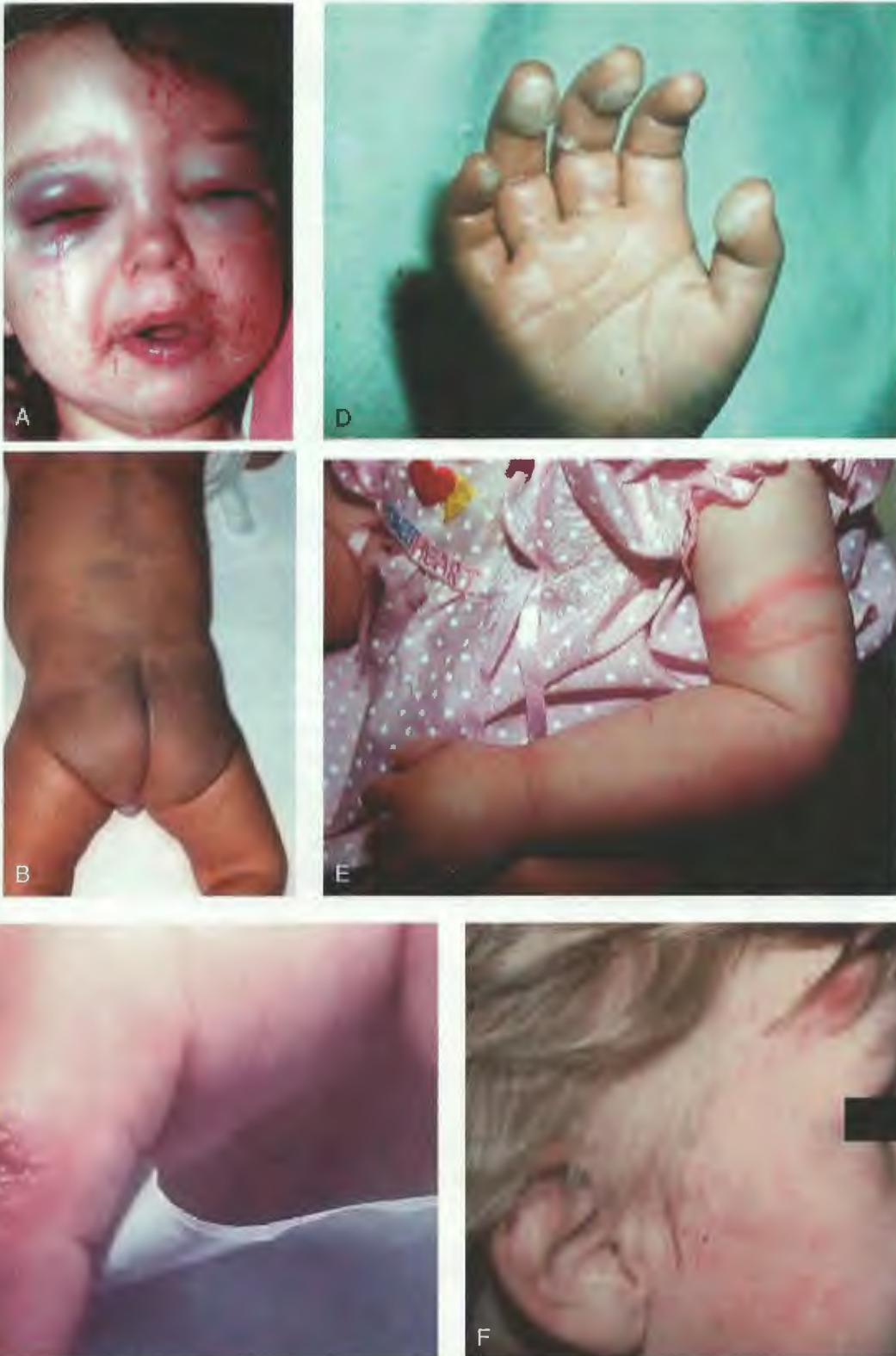


Figura 16-19 Indicadores de posible trauma no accidental. **A.** "Ojos de mapache", o hematoma periorbital; una posible indicación de fractura de cráneo de la fosa anterior. **B.** Manchas mongólicas azules en el tronco y los glúteos de un bebé asiático recién nacido, que fácilmente se pueden confundir con hematomas. **C.** Lesiones con ampollas bien circunscritas que en este caso son el resultado de una quemadura de cigarrillo. **D.** Puntas de los dedos quemadas por mantener la mano forzada sobre el quemador de la estufa eléctrica; las heridas se limitan a las puntas porque la edad de la niña no permite colocar la mano plana sobre el quemador. **E.** Abrasión causada por una ligadura. **F.** Hematoma facial por una bofetada en el rostro; se identifica ligeramente la huella de la mano.

Fuente: Taylor S., Raffles A.: *Diagnosis in color: Pediatrics*, London, 1997, Mosby-Wolfe.

Figura 16-20 Documentación de trauma no accidental en niños

Los proveedores de atención prehospitalaria pueden ser la única respuesta médica a la escena de un delito potencial que implique traumatismo no accidental (abuso). Aunque estos profesionales de la asistencia sanitaria están bajo presión intensa en una escena de urgencia, su posición es única para reunir los elementos de importancia probatoria que ayuden a determinar el mecanismo de la lesión y la identificación del agresor.

La respuesta ideal del proveedor de atención prehospitalaria a la llamada de un "niño que necesita ayuda" implica 10 acciones fundamentales:

1. Documentar a todos los adultos y los niños presentes.
2. Documentar las declaraciones y la conducta de todas las personas presentes. Como "registros" de declaraciones en la "escena", los proveedores de atención prehospitalaria deben estar familiarizados con los requisitos generales que permiten que ciertas declaraciones sean utilizadas en los tribunales.
 - a. Identificar y documentar al autor de la declaración.
 - b. Registrar todas las declaraciones en el informe oficial.
 - c. Tomar nota del contenido literal, utilizando comillas cuando corresponda.
 - d. Documentar el momento en que se formuló la declaración.
 - e. Registrar la actitud del declarante.
 - f. Explicar las responsabilidades del proveedor de atención prehospitalaria cuando sea necesario.
 - g. Realizar preguntas abiertas y preguntas de seguimiento no directas, pero no correr riesgo si ocurre una agresión durante un nuevo interrogatorio.
 - h. Anotar la pregunta. El contenido de la respuesta a menudo sólo se puede entender conociendo la interrogante formulada.
 - i. Listar a todas las personas presentes que escucharon la declaración.
3. Documentar el medio ambiente. Los proveedores de atención prehospitalaria pueden llegar antes de que los cuidadores limpien, modifiquen o destruyan las pruebas.
4. Recoger objetos significativos. Preservar el posible mecanismo de lesión es vital para la verificación de la historia de un sospechoso.
5. Identificar y registrar la edad del niño y su etapa de desarrollo.
6. Identificar y documentar los signos de abuso y negligencia.
 - a. Signos de abuso físico: fracturas inexplicables, hematomas, ojos morados, cortes, quemaduras y verdugones; lesiones con patrón y marcas de mordedura; conducta antisocial; miedo a los adultos; signos de apatía, depresión, hostilidad, o estrés; trastornos de la alimentación.
 - b. Signos de abuso sexual: dificultad para caminar o sentarse, docilidad excesiva, agresividad excesiva, pesadillas, orinarse en la cama, cambio drástico en el apetito, interés o conocimientos inapropiados de actos sexuales; miedo a una persona en particular.
 - c. Señales de negligencia: ropa inadecuada; desaseado (sin baño)/sucio; olor corporal intenso; dermatitis del pañal severa; bajo peso; falta de alimentos, de fórmula o de juguetes; uso de drogas o alcohol del padre o hijo; aparente falta de supervisión; condiciones de vida inadecuadas.
7. Evaluar a los demás niños presentes.
8. Evaluar a los niños y adultos con discapacidades.
9. Cumplir con los requisitos y procedimientos de notificación obligatoria.
10. Interaccionar con el equipo multidisciplinario (EMD).

Los casos de trauma y negligencia pediátricos no accidentales están plagados de aspectos difíciles. La detención de los abusadores responsables de estos actos requiere documentación meticulosa; investigaciones exhaustivas, coordinadas, y trabajo en equipo. Los proveedores de atención prehospitalaria están en una posición única para observar y documentar información de vital importancia cuando se evalúa la posibilidad del abuso de menores.

Fuente: Modificado de Rogers L. L.: Emergency medical professionals: assisting in identifying and documenting child abuse and neglect. *NCPCA Update Newslett*, 17(7):1, 2004.

tratamientos más agresivos? ¿La circulación y la función neurológica de las extremidades siguen intactas? ¿El paciente está normotérmico? Si hay contacto de radio, se debe buscar asesoría y orientación continuas a lo largo de la reanimación y el traslado.

Al prestar atención a los fundamentos y revalorar continuamente a su paciente pediátrico, podrá realizar la reanimación adecuada hasta que éste pueda ser transferido a un centro de atención definitiva.



Resumen

- La evaluación primaria y el manejo del paciente pediátrico en el ámbito prehospitalario requieren la aplicación de los principios y estándares de soporte vital básico para traumatismos, modificados para dar cuenta de las características únicas de este paciente.
- La lesión cerebral traumática es la principal causa de muerte por traumatismo, así como la lesión más común para la cual los pacientes pediátricos requieren manejo de la vía aérea.
- Los niños tienen capacidad para compensar la pérdida de volumen durante más tiempo que los adultos, pero cuando se descompensan, se deterioran súbita y gravemente.
- Una lesión subyacente significativa orgánica y vascular puede ocurrir con pocos o ningún signo evidentes de lesión externa.
- Los pacientes con los siguientes signos son inestables y deben ser transportados cuanto antes a una instalación adecuada, idealmente a un centro de trauma pediátrico:
 - Compromiso pulmonar
 - Signos de shock o inestabilidad circulatoria
 - Cualquier periodo de inconsciencia posterior a la lesión
 - Traumatismo cerrado significativo en la cabeza, el tórax o el abdomen
 - Costillas fracturadas
 - Fractura pélvica
- Tenga siempre en cuenta la posibilidad de abuso o trauma no accidental cuando la historia de la lesión no corresponda con la presentación del paciente.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Usted es llamado a la escena de un accidente automovilístico en una carretera muy transitada. Dos vehículos están involucrados en una colisión frontal. Uno de los ocupantes del vehículo es un niño que está sujetado de forma incorrecta en un asiento de seguridad. No hay factores climatológicos implicados en esta tarde de primavera.

Al llegar a la escena ve que la policía ha asegurado y bloqueado el tráfico en la zona aledaña al accidente. A medida que su compañero y otro equipo que llega valoran a los demás pacientes, usted se acerca al niño. Se da cuenta de que es un pequeño de aproximadamente 2 años, quien está sentado en el asiento de seguridad, el cual se giró ligeramente en ángulo; hay sangre en la parte posterior del reposacabezas del asiento que se ubica enfrente de él. A pesar de los numerosos rasguños y leve sangrado de la cabeza, del rostro y el cuello, el niño parece muy tranquilo.

Sus evaluaciones primaria y secundaria revelan a un niño de 2 años, quien débilmente repite "ma-má, ma-má". Su pulso es de 180 latidos/minuto, con los pulsos radiales más débiles que los carotídeos; su tensión arterial es de 50 milímetros de mercurio (mm Hg) por palpación. Su frecuencia respiratoria es de 18 respiraciones/minuto, un poco irregular, pero sin ruidos anormales. A medida que lo sigue explorando, se da cuenta de que ha dejado de decir "ma-má", y parece que sólo mira fijamente al espacio. También observa que tiene las pupilas ligeramente dilatadas, y la piel pálida y sudorosa. Una mujer que se identifica como la niñera de la familia le dice que la madre del chico está en camino y que usted debe esperarla.

- ¿Cuáles son las prioridades de manejo para este paciente?
- ¿Cuáles son sus lesiones más probables?
- ¿Cuál es el destino más apropiado para este niño?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Usted identifica correctamente a este niño que está en estado de shock y con lesiones críticas como víctima de un traumatismo multisistémico. Debido a la probable lesión cerebral traumática combinada con el cambio en la actividad mental, usted tiene que determinar la mayor amenaza para su supervivencia: la lesión cerebral y otras lesiones aún no identificadas. Establece en forma adecuada hipotensión y taquicardia, que se asume que están relacionadas con shock hipovolémico, probablemente resultado de una lesión intraabdominal no reconocida.

Inicialmente, la respiración del paciente es asistida con oxígeno de alta concentración a través de una mascarilla no recirculante. Usted se da cuenta de que la frecuencia respiratoria es baja para un niño de su edad, y se prepara para proporcionar un control de la vía aérea más agresivo con una bolsa-mascarilla en caso de que su condición se deteriore. Al considerar las opciones para el manejo de la vía aérea, le solicita a su compañero que mantenga la estabilización manual de la cabeza y el cuello.

Debido a la naturaleza de las lesiones del niño, consulta con el control médico en línea, que está de acuerdo en que lo mejor es transportarlo en helicóptero al centro de trauma pediátrico más cercano, en vez de optar por el traslado terrestre a un hospital de la comunidad que no tiene la atención pediátrica crítica, neurocirugía, o recursos ortopédicos. Logra el acceso venoso periférico sin mucho esfuerzo. Inicia la infusión de cristaloides a través de la línea IV. La madre del paciente llega justo cuando va a transferir la atención del paciente a la tripulación del helicóptero.

Referencias

- Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control, Web-Based Injury Statistics Query and Reporting System (WISQARS). Leading causes of death reports, 2010. http://webappa.cdc.gov/sasweb/ncipc/leadcaus10_us.html. Consultado el 5 de enero de 2014.
- Centers for Disease Control and Prevention, Web-Based Injury Statistics Query and Reporting System (WISQARS). Leading causes of nonfatal injury reports, 2012. <http://webappa.cdc.gov/sasweb/ncipc/nflead2001.html>. Consultado el 5 de enero de 2014.
- Gaines BA, Ford HR. Abdominal and pelvic trauma in children. *Crit Care Med*. 2002;30(11 suppl):S416.
- World Health Organization. *World Report on Child Injury Prevention*. http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241563574_eng.pdf. Consultado el 4 de septiembre de 2013.
- Winston FK, Durbin DR, Kallan MJ, Moll EK. The danger of premature graduation to seat belts for young children. *Pediatrics*. 2000;105(6):1179.
- Grisoni ER, Pillai SB, Volsko TA, et al. Pediatric airbag injuries: the Ohio experience. *J Pediatr Surg*. 2000;35(2):160.
- Durbin DR, Kallan M, Elliott M, et al. Risk of injury to restrained children from passenger air bags. *Traffic Injury Prev*. 2003;4(1):58.
- Bensard DD, Beaver BL, Besner GE, Cooney DR. Small bowel injury in children after blunt abdominal trauma: is diagnostic delay important? *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 1996;41(3):476.
- Allen GS, Moore FA, Cox CS Jr, et al. Hollow visceral injury and blunt trauma. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 1998;45(1):69.
- Durbin DR, Kallan M, Elliott M, et al. Risk of injury to restrained children from passenger air bags. *Annu Proc Assoc Adv Auto Med*. 2002;46:15.
- Gausche M, Lewis R J, Stratton S J, et al. Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial. *JAMA*. 2000;283(6):783.
- Davis DP, Hoyt DB, Ochs M, et al. The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 2003;54(3):444.
- Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head-injured patients. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 2004;57(1):1.
- York J, Arrillaga A, Graham R, Miller R. Fluid resuscitation of patients with multiple injuries and severe closed-head injury: experience with an aggressive fluid resuscitation strategy. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 2000;48(3):376.
- Manley G, Knudson MM, Morabito D, et al. Hypotension, hypoxia, and head injury: frequency, duration, and consequences. *Arch Surg*. 2001;136(10):1118.
- Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma*. 1993;34(2):216-222.
- Luten R. Error and time delay in pediatric trauma resuscitation: addressing the problem with color-coded resuscitation aids. *Surg Clin North Am*. 2002;82(2):303.
- American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. Pediatric trauma. In: ACS Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 8th ed. Chicago, IL: ACS; 2008:225-245.
- National Vital Statistics System, Centers for Disease Control and Prevention. Deaths: final data for 1997. *MMWR*. 1999; 47(19):1.
- Ehrlich PF, Seidman PS, Atallah D, et al. Endotracheal intubation in rural pediatric trauma patients. *J Pediatr Surg*. 2004;39:1376.
- Heins M. The "battered child" revisited. *JAMA*. 1984;251:3295.
- Davis DP, Valentine C, Ochs M, et al. The Combitube as a salvage airway device for paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med*. 2003;42(5):697.
- Martin SE, Ochsner MG, Jarman RH, et al. Use of the laryngeal mask airway in air transport when intubation fails. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 1999;47(2):352.
- Winchell RJ, Hoyt DB. Endotracheal intubation in the field improves survival in patients with severe head injury. *Arch Surg*. 1997;132(6):592.
- Davis DP, Ochs M, Hoyt DB, et al. Paramedic-administered neuromuscular blockade improves prehospital intubation success in

- severely head-injured patients. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 2003;55(4):713.
26. Pearson S. Comparison of intubation attempts and completion times before and after the initiation of a rapid sequence intubation protocol in an air medical transport program. *Air Med J*. 2003;22(6):28.
 27. Stockinger ZT, McSwain NE Jr. Prehospital endotracheal intubation for trauma does not improve survival over bag-valve-mask ventilation. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 2004;56(3):531.
 28. Murray JA, Demetriades D, Berne TV, et al. Prehospital intubation in patients with severe head injury. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 2000;49(6):1065.
 29. Davis BD, Fowler R, Kupas DF, Roppolo LP. Role of rapid sequence induction for intubation in the prehospital setting: helpful or harmful? *Curr Opin Crit Care*. 2002;8(6):571.
 30. Dong L, Donaldson A, Metzger R, Keenan H. Analgesic administration in the emergency department for children requiring hospitalization for long-bone fracture. *Pediatr Emerg Care*. 2012;28:109.
 31. Larson JT, Dietrich AM, Abdessalam SF, Werman HA. Effective use of the air ambulance for pediatric trauma. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 2004;56(1):89.
 32. Eckstein M, Jantos T, Kelly N, Cardillo A. Helicopter transport of pediatric trauma patients in an urban emergency medical services system: a critical analysis. *J Trauma Injury Infect Crit Care*. 2002;53(2):340.
 33. Halstead ME, Walter KD, Council on Sports Medicine and Fitness. Clinical report—sport-related concussion in children and adolescents. *Pediatrics*. 2010;126:597.
 34. Carmona Suazo JA, Maas AI, van den Brink WA, et al. CO₂ reactivity and brain oxygen pressure monitoring in severe head injury. *Crit Care Med*. 2000;28(9):3268.
 35. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 4. Resuscitation of blood pressure and oxygenation and prehospital brain-specific therapies for the severe pediatric traumatic brain injury patient. *Pediatr Crit Care Med*. 2003;4(3 suppl):S12.
 36. De Lorenzo RA. A review of spinal immobilization techniques. *J Emerg Med*. 1996;14(5):603.
 37. Valadie LL. Child safety seats and the emergency responder. *Emerg Med Serv*. 2004;33(7):68.
 38. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. Working group best-practice recommendations for the safe transportation of children in emergency ground ambulances. DOT HS 811 677. Septiembre de 2012.
 39. Weimer CL, Goldfarb IW, Slater H. Multidisciplinary approach to working with burn victims of child abuse. *J Burn Care Rehabil*. 1988;9:79.
 40. Feldman KW, Schaller RT, Feldman JA, McMillon M. Tap water scald burns in children. *Pediatrics*. 1978;62:1.
 41. Montrey JS, Barcia PJ. Nonaccidental burns in child abuse. *South Med J*. 1985;78:1324.
 42. Hight DW, Bakalar HR, Lloyd JR. Inflicted burns in children: recognition and treatment. *JAMA*. 1979;242:517.
 43. American Academy of Pediatrics Committee on Injury and Poison Prevention. Selecting and using the most appropriate car safety seats for growing children: guidelines for counseling parents. *Pediatrics*. 2002;109(3):550.
 44. Nance ML, Lutz N, Arbogast KB, et al. Optimal restraint reduces the risk of abdominal injury in children involved in motor vehicle crashes. *Ann Surg*. 2004;239(1):127.
 45. Braver ER, Whitfield R, Ferguson SA. Seating positions and children's risk of dying in motor vehicle crashes. *Injury Prev*. 1998;4(3):181.

Lecturas sugeridas

- EMSC Partnership for Children/National Association of EMS Physicians model pediatric protocols: 2003 revision [no authors listed]. *Prehosp Emerg Care*. 2004;8(4):343.



Trauma geriátrico

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Analizar la epidemiología del traumatismo en la población de edad avanzada.
- Describir los efectos anatómicos y fisiológicos del envejecimiento como factor determinante en las causas del trauma geriátrico y en la fisiopatología de los traumatismos.
- Explicar la interacción de diversos problemas preexistentes en el paciente geriátrico con las lesiones traumáticas, y cómo esa interacción conlleva diferencias en la fisiopatología y las manifestaciones de los traumatismos.
- Analizar los efectos fisiológicos de las clases específicas de medicamentos comunes en la fisiopatología y las manifestaciones de los traumatismos geriátricos.
- Comparar y contrastar las técnicas de evaluación y las consideraciones utilizadas en la población de edad avanzada con aquellas aplicadas en poblaciones más jóvenes.
- Demostrar modificaciones a las técnicas de inmovilización espinal para hacerla segura y eficaz con el más alto grado de comodidad posible para el paciente anciano.
- Comparar y contrastar el tratamiento al paciente de edad avanzada con traumatismo con el conferido a un paciente más joven.
- Evaluar el escenario y al adulto mayor considerando síntomas de abuso y negligencia.

ESCENARIO

La unidad es enviada a la casa de una mujer de 78 años que se cayó de un tramo de las escaleras. Su hija expresa que habían hablado por teléfono apenas 15 minutos antes y ella estaba en camino a la casa de su madre para ir juntas de compras. Cuando llegó, la encontró en el piso y solicitó la ambulancia.

En el contacto inicial usted encuentra a una mujer de edad adulta que yace en la parte baja de las escaleras. Observa que se trata de una anciana cuyo aspecto corresponde a la edad que se le comunica. Mientras mantiene la estabilización en línea de la columna vertebral, nota que el paciente no responde a sus órdenes. Tiene una laceración visible en la frente y una evidente deformidad en la muñeca izquierda. Ella usa un brazalete de alerta médica que indica que tiene diabetes.

- ¿Causó la caída un cambio en el estado mental o esto es secundario a un suceso previo?
- ¿Cómo la edad, antecedentes médicos y fármacos que usa la paciente interaccionan con las lesiones sufridas para hacer diferentes su fisiopatología y manifestaciones de aquellas que se encuentran en pacientes más jóvenes?
- ¿Debería considerarse sólo la edad avanzada como criterio adicional para el transporte a un centro de traumatología?



Introducción

La población de edad avanzada representa el grupo etario más creciente en Estados Unidos.

Los gerontólogos (especialistas médicos que estudian y atienden a los pacientes de este grupo de edad) dividen el término *longevidad* en tres categorías específicas:

- *Edad madura*: de 50 a 64 años de edad
- *Edad avanzada*: de 65 a 79 años de edad
- *Ancianidad*: de 80 años en adelante

Aunque tales definiciones son importantes para los datos epidemiológicos, también lo es reconocer que los cambios fisiológicos del envejecimiento se presentan durante todo el espectro de la edad y varían entre los individuos. La recuperación de una lesión cefálica cerrada empieza a declinar a partir de la mitad del tercer decenio de edad y la supervivencia total por traumatismos empieza a declinar a finales del cuarto decenio. Además, la edad creciente a menudo se asocia con múltiples trastornos médicos preexistentes, que complican aún más la recuperación de los traumatismos. La aproximación al paciente de edad avanzada incluye el reconocimiento de este hecho, aunque algunas personas más jóvenes con trastornos comórbidos pueden tener atributos similares.

Más de 41 millones de estadounidenses (13.3% de la población) tienen 65 años de edad o más, y el tamaño de este grupo ha aumentado de manera notoria durante los últimos 100 años.¹ Al mismo tiempo, las tasas de fecundidad han descendido, lo que significa que habrá menos personas menores de 65 años para sostener los costos de atención de la salud y gastos de vida de quienes rebasan esta edad. Para el año 2050 casi 25% de los estadounidenses será elegible para el sistema Medicare, y la población mayor de 85 años habrá aumentado de 5.5 millones a 19 millones de personas.² De acuerdo con la División de Población de la Organización de Naciones Unidas, se

calcula que el número de mayores de 60 años en todo el mundo llega actualmente a 800 millones de personas (11% de la población mundial) y se proyecta que aumentará hasta 2 mil millones en 2050 (representando 22% de la población del planeta).³

El individuo de edad avanzada lesionado presenta retos únicos para el tratamiento prehospitalario (y hospitalario), apenas en segundo sitio después de los lactantes. Las enfermedades súbitas y los traumatismos en este paciente tienen una dimensión diferente para los cuidados prehospitalarios que en los más jóvenes. Algunos datos tempranos sobre el efecto de la edad en la evolución provienen del *Estudio de resultados de traumatismos mayores* del Comité de Trauma del American College of Surgeons (ACS).⁴ En esta investigación se compararon los datos de más de 3 800 pacientes de 65 años de edad o mayores, con 43 mil pacientes menores de esa edad. De acuerdo con los resultados, la mortalidad aumenta en los grupos de 45 a 55 años y se duplica a los 75. El riesgo de muerte ajustado para la edad se presenta a través del espectro de gravedad de las lesiones, lo que sugiere que aquellas que podrían ser fácilmente toleradas en los más jóvenes, causan la muerte en los de edad avanzada.

Debido a que los ancianos son más susceptibles que el resto de la población a enfermedades críticas y traumatismos, es necesario considerar un rango más amplio de dificultades para la valoración de su tratamiento. Como a menudo acceden a la atención médica por el sistema de urgencias (p. ej., 9-1-1 en EUA), la atención que se les brinda es diferente que en los más jóvenes. El rango de minusvalías que presentan es enorme, y la evaluación de este campo puede requerir más tiempo que en los jóvenes. Son de esperar las dificultades en la evaluación como resultado de discapacidades sensoriales en la audición y la visión relacionadas con la edad, la senilidad y los cambios fisiológicos.

Los avances en la medicina y una mayor conciencia sobre la adopción de estilos de vida más saludables durante los últimos decenios han favorecido un incremento significativo en el porcentaje de la población mayor de 65 años de edad. Aunque los traumatismos ocurren más frecuentemente en personas jóvenes y las urgencias

geriátricas son más a menudo por problemas médicos, un número creciente de llamadas de pacientes de edad avanzada corresponde a traumatismos o los incluye. Los traumatismos constituyen la cuarta causa de muerte en personas de 55 a 64 años y es la novena en aquellos de 65 años y mayores.⁵ Aproximadamente 15% de los decesos relacionados con lesiones en estos pacientes se clasifican como homicidios, y las muertes por trauma en este grupo de edad contribuyen con 25% del total nacional en Estados Unidos.⁶

Los patrones específicos de lesión también son únicos en la población geriátrica.⁷ Aunque las colisiones de vehículos automotrices son la principal causa de muerte traumática total, las caídas son la causa predominante en pacientes de más de 65 años. Como sucede con los niños pequeños (menores de 5 años), las lesiones por escaldaduras representan el mayor porcentaje de quemaduras en los mayores de 65 años.

El progreso en años recientes no sólo ha aumentado la expectativa de vida del adulto, sino que también ha modificado su calidad de vida y, por tanto, el rango de actividades físicas realizadas a edades más avanzadas. Como más personas viven más tiempo y gozan de mejor salud en la senectud, una mayor cantidad de ellas viaja, maneja vehículo y continúa con actividades físicas que pueden traer como resultado traumatismos geriátricos. Muchos que podrían optar por el retiro voluntario continúan trabajando a pesar de cargar con problemas de salud o de la edad.

Los cambios en años recientes han aumentado el número de personas de edad avanzada que vive en forma independiente, en comunidades de retiro y en otras instalaciones de autoasistencia, en comparación con los asilos y otros ambientes más reservados y limitados. El cambio al ambiente hogareño sugiere un probable aumento de la incidencia de traumatismos simples, como las caídas. En los últimos años también se ha observado un incremento de las víctimas geriátricas por crimen en casa y en las calles. Estas personas a menudo se señalan como "blancos fáciles", y presentan traumatismos sustanciales por delitos con violencia al parecer limitada, como robo de cartera, o cuando son golpeados o derribados, o caen.

Con la percepción creciente de esta población en riesgo cada vez mayor, el proveedor de atención prehospitalaria debe comprender las necesidades exclusivas del paciente anciano con traumatismo. Específicamente, deben entenderse el efecto del proceso de envejecimiento y los problemas coexistentes sobre la respuesta de este tipo de personas al traumatismo y su tratamiento. Las consideraciones señaladas en este capítulo deberán incluirse en la evaluación y tratamiento de cualquier paciente traumatológico de 65 años de edad o mayor, de aquel que físicamente parece de edad más avanzada o el de edad madura con alguno de los problemas médicos significativos que suelen asociarse con la población senecta.

Anatomía y fisiología del envejecimiento

El proceso de envejecimiento causa cambios en la estructura física, la complexión corporal y la función orgánica, y puede crear problemas únicos durante la atención prehospitalaria. Este proceso influye en las tasas de mortalidad y morbilidad de esta población.

El envejecimiento o **senescencia** es un proceso biológico natural a veces referido como de "inversión biológica", que se inicia durante los años de la edad adulta temprana. En ese momento, los órganos, aparatos y sistemas corporales han alcanzado su maduración y llegan a un punto crucial en el desarrollo fisiológico. El

cuerpo pierde gradualmente su capacidad para mantener la **homeostasis** (estado de relativa constancia del medio interno), y su **viabilidad** declina durante un periodo de años hasta que ocurre la muerte.

El proceso fundamental de la senescencia se presenta a nivel celular, y se refleja tanto en la estructura anatómica como en la función fisiológica. El periodo de "edad avanzada" se caracteriza, en general, por fragilidad, procesos cognitivos más lentos, alteración de las funciones psicológicas, decremento de la energía y aparición de enfermedades crónico-degenerativas, así como por una declinación sensorial. Las capacidades funcionales decrecen y se presentan signos y síntomas bien conocidos, como arrugas cutáneas, cambios en el color y cantidad del cabello, osteoartritis y lentitud del tiempo de reacción y de los reflejos (Figura 17-1).

Influencia de los problemas médicos crónicos

Conforme las personas envejecen, experimentan los cambios fisiológicos normales del transcurso de los años y pueden también resentir más problemas médicos. Aunque algunos individuos pueden alcanzar una edad avanzada sin problemas médicos graves, estadísticamente una persona senecta tiene más probabilidad de presentar uno o más trastornos médicos significativos (Figura 17-2). Así, los adultos mayores consumen en la actualidad más de 33% de los recursos destinados a la atención de la salud en Estados Unidos.⁸ Por lo general, un control médico apropiado puede contrarrestar estos trastornos, ayudar a evitar o minimizar su exacerbación, o que se convierten en repetidos episodios agudos que a menudo ponen en riesgo la vida.

Algunos individuos llegan a la ancianidad con mínimos problemas médicos, mientras que otros pueden vivir con enfermedades crónicas y depender de los medios médicos modernos para sobrevivir. Este último grupo se deteriora más rápidamente en una situación de urgencia.



Figure 17-1 Cambios causados por el envejecimiento.

Figura 17-2 Porcentaje de pacientes con enfermedad preexistente (PEP)

Edad (años)	PEP (%)
13-39	3.5
40-64	11.6
65-74	29.4
75-84	34.7
85+	37.3

Las crisis agudas repetidas de un problema médico o incluso la sola ocurrencia de un episodio significativo pueden traer como consecuencia efectos crónicos residuales en el cuerpo. Un paciente que antes presentó un infarto agudo del miocardio presenta daño cardíaco permanente. Esta capacidad cardíaca disminuida continúa por el resto de su vida afectando el corazón, y debido a la alteración crónica de la circulación, también afecta otros órganos.

Conforme la edad de una persona avanza, pueden ocurrir problemas médicos adicionales. Ninguno es realmente aislado, porque su efecto sobre el cuerpo es acumulativo. Su influencia total sobre el organismo suele ser mayor que la suma de cada efecto individual. Conforme cada condición progresa, disminuye la calidad de las funciones vitales del cuerpo, y la capacidad del individuo para soportar incluso las agresiones anatómicas y fisiológicas más pequeñas disminuye notoriamente.

Independientemente de que el paciente sea pediátrico, de edad madura o anciano, las prioridades, las necesidades de intervención y las circunstancias que ponen en riesgo la vida como producto de traumatismos graves son las mismas. Sin embargo, debido a los trastornos médicos preexistentes, los pacientes de edad avanzada a menudo mueren por lesiones menos graves y más rápidamente que los más jóvenes. Los datos respaldan el concepto de que los trastornos preexistentes juegan un papel en la mortalidad de un paciente traumatológico de edad geriátrica, y que mientras más trastornos presenten, mayor será la tasa de mortalidad (Figura 17-3). Algunas circunstancias se relacionan con una tasa de mortalidad mayor por la forma en que interfieren con la capacidad del anciano para responder a los traumatismos (Figura 17-4).⁹

Figura 17-3 Número de enfermedades preexistentes (PEP) y la evolución del paciente después del traumatismo

Número de PEP	Supervivencia	Muerte	Tasa de mortalidad (%)
0	6341	211	3.2
1	868	56	6.1
2	197	36	15.5
3 o más	67	22	24.7

Figura 17-4 Prevalencia de enfermedades preexistentes (PEP) y tasas de mortalidad asociadas después del traumatismo

PEP	Número de pacientes	PEP presentes (%)	Total (%)	Tasa de mortalidad (%)
Hipertensión	597	47.9	7.7	10.2
Enfermedad pulmonar	286	23	3.7	8.4
Enfermedad cardíaca	223	17.9	2.9	18.4
Diabetes	198	15.9	2.5	12.1
Obesidad	167	13.4	2.1	4.8
Cáncer	80	6.4	1	20
Trastorno neurológico	45	3.6	0.6	13.3
Enfermedad renal	40	3.2	0.5	37.5
Enfermedad hepática	41	3.3	0.5	12.2

Oídos, nariz y garganta

Las caries dentales, las enfermedades periodontales y las lesiones de los dientes conllevan al uso de diversas prótesis odontológicas. La naturaleza frágil de los dientes con oclusiones, los puentes fijos o aquellos removibles sueltos y las dentaduras postizas implican problemas especiales; estos cuerpos extraños pueden fácilmente romperse y aspirarse, y en consecuencia obstruir las vías respiratorias.

Los cambios en el contorno del rostro son producto de la resorción de la mandíbula, en parte por la ausencia de dientes (**edentulismo**). Esta resorción causa la imagen característica de una boca que se pliega al interior y se arruga, cambios que pueden afectar de manera adversa la capacidad para sellar con eficacia un dispositivo de bolsa-mascarilla, y para visualizar suficientemente las vías respiratorias durante la intubación endotraqueal.

Los tejidos faríngeos se tornan cada vez más frágiles conforme avanza la edad. Además del riesgo que conlleva este cambio durante los traumatismos iniciales, intervenciones como la inserción de sondas nasofaríngeas pueden inducir una hemorragia profusa si no se efectúan con cuidado.

Aparato respiratorio

La función ventilatoria también declina en la persona de edad avanzada, en parte como resultado de la menor capacidad de expansión y contracción de la pared torácica, y en parte por la rigidez de las vías

respiratorias. La mayor rigidez de la pared torácica se asocia con una disminución en la expansión de la caja torácica y un endurecimiento de las conexiones cartilaginosas de las costillas. Como resultado de estos cambios, la caja torácica es menos plegable. Con las declinaciones en la eficacia del aparato respiratorio, la persona de edad avanzada requiere más trabajo para respirar y mayor esfuerzo para realizar las actividades de la vida diaria.

La superficie alveolar de los pulmones también disminuye; se calcula que decrece 4% por decenio después de los 30 años. Una persona de 70 años, por ejemplo, tendría una disminución de 16% en su superficie alveolar. Cualquier alteración en esta área ya disminuida aminora la captación de oxígeno. Además, conforme el cuerpo envejece, su capacidad para saturar la hemoglobina con oxígeno decrece, lo que acarrea una menor saturación de oxígeno basal como hallazgo normal y una menor reserva de oxígeno disponible.¹⁰ Debido a la alteración de la ventilación mecánica y la disminución de la superficie para el intercambio de gases, el paciente con traumatismo tiene menos capacidad para compensar las pérdidas fisiológicas asociadas con el trauma.

Los cambios en las vías respiratorias y los pulmones de estas personas tal vez no siempre se relacionan sólo con la senescencia. La exposición crónica acumulativa a las toxinas ambientales durante su vida puede ser producto de riesgos ocupacionales o del humo del tabaco. El deterioro de los reflejos para la tos y el atragantamiento, junto con la menor resistencia a las tosaduras y un tono del esfínter esofágico disminuido, conllevan mayor riesgo de **neumonitis por aspiración**. Una reducción del número de **cilios** (proyecciones similares a pelos en las células del tracto respiratorio que impulsan las partículas extrañas y el moco fuera de los bronquios) predispone a la persona de edad avanzada a los problemas causados por la inhalación de materias particuladas.

Otro factor que afecta el sistema respiratorio es un cambio en la curvatura (cifosis) de la columna vertebral. Estos cambios, principalmente debido a un aumento de la **cifosis**, se acompañan de la aparición de una joroba anteroposterior (como se observa en los pacientes con osteoporosis), a menudo dificultan aún más la ventilación (Figura 17-5).

Los cambios que afectan el diafragma también contribuyen a acentuar los problemas ventilatorios. El endurecimiento de la caja costal aumenta la dependencia de la actividad diafragmática para respirar. Esta mayor dependencia del diafragma hace que la perso-

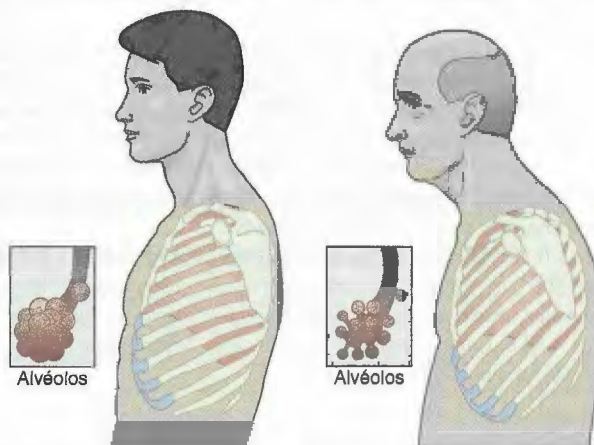


Figura 17-5 La curvatura espinal puede conllevar a la aparición de una giba anteroposterior que causa dificultades ventilatorias. La reducción de la superficie alveolar también aminora la cantidad de oxígeno que se intercambia en los pulmones.

na de edad avanzada sea especialmente sensible a los cambios en la presión intra abdominal. Por tanto, la posición supina o un estómago lleno por una gran comida pueden ocasionar insuficiencia ventilatoria. La obesidad también desempeña un papel en la restricción del movimiento del diafragma, en especial cuando la distribución de la grasa corporal tiende a ser central.

Sistema cardiovascular

Las enfermedades del sistema cardiovascular constituyen la principal causa de muerte en la población de edad avanzada: contribuyen con más de 3 000 muertes por 100 mil personas mayores de 65 años de edad. En 2010 el infarto miocárdico contribuyó con 27% de las muertes en Estados Unidos, con 6% adicional causado por eventos vasculares cerebrales.⁵

Los decrementos de la elasticidad arterial relacionados con la edad redundan en un aumento de la resistencia vascular periférica. El miocardio y los vasos sanguíneos dependen de sus propiedades elásticas, contráctiles y de *distensión* (estiramiento) para funcionar adecuadamente. Con el envejecimiento, esas propiedades declinan y el sistema cardiovascular se torna menos eficaz para impulsar los líquidos circulatorios en todo el cuerpo. El gasto cardíaco disminuye en casi 50% de los 20 a los 80 años de edad. En los pacientes mayores de 75 años, hasta 10% tendrá algún grado evidente de insuficiencia cardíaca congestiva.

La **aterosclerosis** es un estrechamiento de los vasos sanguíneos, trastorno en el que la capa interna de la pared de la arteria se hace más gruesa conforme acumula depósitos de grasa. Estos depósitos, llamados *placa*, protruyen (sobresalen) sobre la superficie de la capa interna y disminuyen el diámetro del conducto interno del vaso. Ocurre la misma estenosis luminal en los vasos coronarios. Casi 50% de la población estadounidense presenta estenosis de las arterias coronarias a los 65 años.⁵

El resultado de este estrechamiento es la **hipertensión**, trastorno que afecta a 1 de cada 6 adultos en Estados Unidos. La calcificación de la pared arterial disminuye la capacidad de los vasos para adaptar sus dimensiones en respuesta a los estímulos endocrinos y del sistema nervioso central. El decremento en la circulación puede afectar de manera adversa cualquiera de los órganos vitales y es una causa frecuente de cardiopatía. De particular preocupación es el hecho de que la tensión arterial normal basal del paciente anciano con traumatismo puede ser mayor que en los más jóvenes. Lo que de otra manera sería aceptado como normotensión, puede indicar un choque hipovolémico intenso en un paciente con hipertensión previa.

Con la edad, el corazón mismo muestra un aumento del tejido fibroso y de su tamaño (**hipertrofia miocárdica**). La atrofia de las células encargadas del sistema de conducción ocasiona mayor incidencia de disritmias cardíacas. En particular, los reflejos normales cardíacos que responden a la hipotensión disminuyen con la edad, con el resultado de una incapacidad de los pacientes añosos para aumentar su frecuencia cardíaca en forma apropiada a efecto de compensar suficientemente una tensión arterial baja. La frecuencia cardíaca máxima también empieza a disminuir a partir de los 40 años, estimada por la fórmula 220 menos la edad en años. Los pacientes con un marcapasos permanente presentan una frecuencia cardíaca fija y un gasto cardíaco que no puede cubrir las demandas de un mayor consumo miocárdico de oxígeno que acompañan el estrés o los traumatismos. Los pacientes con hipertensión que toman betabloqueadores tal vez no presenten un aumento de la frecuencia cardíaca para compensar la hipovolemia.

En el paciente anciano de traumatología, esta circulación disminuida contribuye a la hipoxia celular. El resultado es disritmia cardíaca, insuficiencia cardíaca aguda e incluso muerte súbita. La capacidad del cuerpo para compensar la pérdida sanguínea u otras causas de shock disminuye significativamente en el anciano, por la menor respuesta *inotrópica* (de contracción cardíaca) a las **catecolaminas**. Además, el volumen de sangre circulante total decrece, favoreciendo una menor reserva fisiológica para la pérdida sanguínea por traumatismos. La disfunción diastólica hace al paciente más dependiente del llenado auricular para aumentar el gasto cardíaco, el cual disminuye en los estados de hipovolemia.

La circulación disminuida y las menores respuestas de defensa circulatoria aparejadas con una insuficiencia cardíaca creciente producen un problema significativo para el manejo del shock en el paciente de edad avanzada con traumatismo. Es necesario vigilar cuidadosamente la reanimación con fluidos debido a la menor distensibilidad del sistema cardiovascular y el ventrículo derecho, a menudo "tieso". Conforme el individuo envejece, el músculo cardíaco pierde sus propiedades elásticas y puede hacerse más rígido. Como resultado, su capacidad para compensar un incremento súbito en el volumen circulante es limitada. Debe tenerse cuidado cuando se tratan la hipotensión y shock, a fin de evitar una sobrecarga de volumen por una reanimación con líquidos muy intensiva.¹¹

Sistema nervioso

Conforme los individuos envejecen, el peso del cerebro y el número de neuronas (células nerviosas) decrecen. El peso del cerebro alcanza su máximo 1.4 kg (3 libras) aproximadamente a los 20 años de edad. Para los 80 años, ha perdido casi 10% de su peso, con atrofia progresiva.¹² El cuerpo compensa esta pérdida de volumen con una mayor cantidad de líquido cefalorraquídeo. Si bien este espacio adicional alrededor del cerebro lo protege de las contusiones, también favorece su mayor movimiento en respuesta a lesiones de aceleración/desaceleración. El espacio aumentado en la bóveda craneana explica porqué el paciente de edad avanzada puede tener volúmenes significativos de acumulación de sangre alrededor del cerebro con mínimo o ningún síntoma.

La velocidad con la que los impulsos nerviosos son conducidos a través de ciertos nervios también disminuye. Esos decrementos sólo ocasionan pequeños efectos en la conducta y el pensamiento. Los reflejos son más lentos, pero no en un grado significativo. Las funciones compensatorias pueden alterarse, en particular en los pacientes con enfermedades como la del Parkinson, que trae como consecuencia una mayor incidencia de caídas. El sistema nervioso periférico también se ve afectado por la mayor lentitud de los impulsos nerviosos, con el resultado de la aparición de temblores y marcha inestable.

Las capacidades de información general y vocabulario aumentan o se conservan, en tanto que aquellas que requieren actividad mental y muscular (capacidad psicomotora) pueden declinar. Las funciones intelectuales que implican comprensión verbal, habilidad aritmética, fluidez de ideas, valoración de experiencias y conocimientos generales tienden a aumentar después de los 60 años de edad en quienes continúan con actividades de aprendizaje. Son excepciones aquellos que desarrollan demencia senil y otros trastornos como la enfermedad de Alzheimer.

El envejecimiento biológico normal del cerebro no es un factor predictor de las enfermedades del órgano. Sin embargo, los decrementos en su estructura cortical pueden estar involucrados en las

alteraciones mentales. Conforme ocurren modificaciones en el cerebro, se puede afectar la memoria y quizás se presenten cambios de personalidad y otros decrementos en la función cerebral. Estos cambios implican la necesidad de alguna forma de atención mental. Casi 10 a 15% de los ancianos requiere servicios profesionales de salud mental. Sin embargo, cuando se valora a un paciente de edad avanzada con traumatismo, deberá suponerse que cualquier alteración de la función mental es producto de una afección traumática aguda, como shock, hipoxia o lesión cerebral.

Cambios sensoriales

Visión y audición

En conjunto, casi 28% de los ancianos presenta discapacidad auditiva y 13%, discapacidad visual. Los hombres tienden más a presentar dificultades auditivas, y en ambos géneros hay una incidencia similar de minusvalía ocular.

La pérdida de la visión constituye un reto a cualquier edad y puede incluso ser más problemática para las personas de edad avanzada. La incapacidad para leer instrucciones (p. ej., en la etiqueta de un fármaco) puede desencadenar efectos desastrosos. Adicionalmente, los ancianos experimentan disminución en la agudeza visual, la capacidad para diferenciar colores y la visión nocturna.

Las células del cristalino son incapaces de restablecer su estructura molecular original. Un agente que lo destruye a través de años de exposición es la radiación ultravioleta. En un momento dado, el lente del cristalino pierde su capacidad para engrosarse y curvarse. El resultado es una dificultad casi universal para ver de cerca (*presbiopía*) en las personas mayores de 40 años, quienes requieren usar anteojos para leer.

Como resultado de los cambios en las diversas estructuras oculares, las personas de edad avanzada tienen más dificultad para ver en un ambiente poco iluminado. La disminución de la producción de lágrimas lleva al prurito y al ardor por ojo seco, así como a la imposibilidad de mantener los ojos abiertos durante periodos prolongados.

Con el avance de la edad, el cristalino ocular empieza a tornarse nebuloso e impenetrable a la luz, proceso gradual que ocasiona una **catarata** o cristalino lechoso, que bloquea y distorsiona la luz que ingresa al ojo y obstaculiza la visión. Hay algún grado de formación de cataratas en 95% de los ancianos. Este deterioro de la visión aumenta el riesgo de colisiones en vehículos automotrices, en particular cuando se maneja de noche.¹³

La declinación gradual en la audición (*presbiacusia*) también es característica del envejecimiento. La **presbiacusia** es usualmente causada por la pérdida de la conducción del sonido hacia el oído interno; el uso de auxiliares auditivos compensa esta pérdida hasta cierto grado. Esta discapacidad es más evidente cuando la persona intenta discriminar ruidos complejos, como cuando muchas personas están hablando al mismo tiempo o ante un ruido ambiental alto, como el ulular de las sirenas.

Percepción del dolor

Debido al proceso de envejecimiento y la presencia de enfermedades como la diabetes, las personas de edad avanzada tal vez no perciban normalmente el dolor, lo que las ubica en un mayor riesgo de lesión por exceso de exposición al calor y el frío. Muchas presentan trastornos con dolor crónico, como la artritis. Vivir con

dolor cotidiano propicia una mayor tolerancia a las manifestaciones del malestar, y quizás sean incapaces de identificar zonas lesionadas. En la evaluación de pacientes, en especial de aquellos que por lo general "se lesionan por todos lados", o que parecen tener una elevada tolerancia al dolor, deben localizarse las zonas en las que este síntoma aumenta o donde la parte dolorosa es mayor. También es importante señalar si las características del dolor o los factores que lo exacerban han cambiado desde que ocurrió el traumatismo.

Sistema renal

Los cambios comunes de la senescencia incluyen niveles disminuidos de filtración renal y menor capacidad excretora, cambios que deben considerarse cuando se administran fármacos normalmente eliminados por los riñones. La inhibición renal crónica por lo general afecta a las personas de edad avanzada y contribuye a una disminución en su estado de salud total y su capacidad para soportar traumatismos. Por ejemplo, la disfunción renal puede ser una de las causas de la anemia crónica, la cual disminuye la **reserva fisiológica** del paciente.

Sistema musculoesquelético

El hueso pierde minerales conforme envejece. La pérdida de hueso (**osteoporosis**) es desigual entre los géneros. Durante la edad adulta temprana, la masa ósea es mayor en las mujeres que en los hombres; sin embargo, su declive óseo es más rápido, y se acelera después de la menopausia. Con esta incidencia alta de osteoporosis, las mujeres de edad avanzada tienen mayor probabilidad de fracturas, en particular del cuello del fémur (cadera). Las causas de osteoporosis incluyen disminución de los niveles de estrógenos, incremento en los periodos de inactividad, ingestión inadecuada y uso ineficaz del calcio.

La osteoporosis contribuye significativamente a las fracturas de cadera y a aquellas espontáneas por compresión de los cuerpos vertebrales. La incidencia alcanza 1% por año en los hombres y 2% en las mujeres mayores de 85 años.¹⁴

Las personas de edad avanzada a menudo tienen menor talla que cuando estaban en la edad adulta temprana debido a deshidratación de los discos vertebrales. Conforme los discos se aplanan, se presenta una pérdida de casi 5 cm (2 pulgadas) de talla entre los 20 y 70 años de edad. La **cifosis** (curvatura de la columna vertebral) en la región torácica también contribuye al menoscabo de la talla y a menudo es producto de la osteoporosis (Figura 17-6). Conforme los huesos se tornan más porosos y frágiles, ocurre la erosión anterior, y eventualmente se desarrollan fracturas de compresión de las vértebras. En la medida en que la columna torácica se torna más curva, la cabeza y los hombros parecen empujarse hacia adelante. Si hay enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), particularmente enfisema, la cifosis puede ser más pronunciada por el mayor desarrollo de los músculos respiratorios accesorios.

Los niveles absolutos de la hormona del crecimiento disminuyen con la senescencia, en conjunción con una declinación de la capacidad de respuesta a las hormonas anabólicas. El efecto combinado es un abatimiento de la masa muscular de casi 4% por decenio después de los 25 años y hasta los 50 de edad, en que el proceso se acelera hasta entre 10 y 35% por decenio. La pérdida muscular se mide al microscopio tanto por el número absoluto de células musculares, como por la disminución en su tamaño.



Figura 17-6 Cifosis típicamente causada por osteoporosis. Debido a la tendencia de las personas de edad avanzada a flexionar las extremidades pélvicas, los brazos parecen más largos.

Fuente: © Dr. P. Marazzi/Science Source.

Los déficit que se relacionan con el aparato musculoesquelético (p. ej., incapacidad para flexionar la cadera y la rodilla adecuadamente con los cambios en la superficie del piso) predisponen a la persona senecta a caer. La fatiga muscular causa muchos problemas que afectan el movimiento, propiciando las caídas. Los cambios en la postura normal del cuerpo son frecuentes, y los de la columna vertebral hacen su curvatura más aguda conforme avanza la edad. Es universal algún grado de osteoporosis con el envejecimiento. Debido a esta reabsorción progresiva de hueso, las estructuras se hacen menos plegables, más frágiles y más susceptibles a romperse. El decremento en la fortaleza ósea, junto con disminución de la fuerza muscular por un ejercicio menos activo, puede dar lugar a múltiples fracturas con sólo una fuerza leve o moderada. Los sitios más frecuentes de fractura de huesos largos en los adultos mayores incluyen la porción proximal del fémur, la cadera, el húmero y la muñeca. La mayor incidencia de caídas como mecanismo de lesión ocasiona la fractura de Colles de la porción distal al radio, ya que se extiende de la mano en dorsiflexión en un esfuerzo por impedir la caída.

La columna vertebral completa cambia con la edad, principalmente por los efectos de la osteoporosis, **osteocitosis** (espolones óseos) y la calcificación de los ligamentos de soporte. Esta calcificación causa menor rango de movimiento y la estenosis del conducto raquídeo. El canal espinal estrecho y la enfermedad osteofítica progresiva ponen a los pacientes geriátricos en alto riesgo de lesión de médula espinal, incluso con traumatismos menores. El estrechamiento del conducto raquídeo se denomina **estenosis raquídea**, y

aumenta la probabilidad de compresión medular ante cualquier rotura real de la columna cervical ósea. Las columnas torácica y lumbar también degeneran progresivamente, las fuerzas combinadas de la osteoporosis y los cambios de postura llevan a un mayor número de caídas. Se requiere un grado elevado de sospecha de lesión raquídea durante la valoración del paciente, porque más de 50% de las fracturas vertebrales por compresión son asintomáticas.¹⁵

Piel

Los cambios significativos de la piel y los tejidos conectivos están asociados con el envejecimiento y acentúan las dificultades en la respuesta a los traumatismos, así como en la cicatrización directa de las heridas. El número de células decrece, la fortaleza tisular se pierde y la piel deteriora su estado funcional. Conforme la piel se avejenta, se pierden glándulas sebáceas y sudoríparas. La pérdida de estas últimas aminora la capacidad del cuerpo para regular la temperatura; la de las glándulas sebáceas, que producen aceite, reseca y vuelve escamosa la piel. La producción de melanina, el pigmento que confiere color a la piel y el cabello, declina, lo que produce encanecimiento. La piel se adelgaza y parece translúcida, principalmente por cambios en el tejido conectivo subyacente y, por tanto, es más susceptible a presentar daño por traumatismos relativamente menores. El adelgazamiento y la sequedad de la piel también reducen su resistencia a las lesiones menores y a los microorganismos, con el resultado de una mayor tasa de infecciones por heridas abiertas. Conforme pierde elasticidad, la piel se estira y cae en las arrugas y pliegues, en especial en zonas de uso intensivo, como las que cubren los músculos faciales de la expresión. El adelgazamiento dérmico también se traduce en la potencial pérdida de tejido significativo y lesión en respuesta a transferencias de energía relativamente bajas.

El desgaste del tejido graso predispone a la persona añosa a la hipotermia. La pérdida de hasta 20% del grosor de la dermis con la edad avanzada y una disminución concomitante en la vascularidad también alteran la función termorregulatoria. Sin embargo, la hipotermia también sugeriría la posibilidad de una septicemia oculta, hipotiroidismo o sobredosis de fenotiacinas en esta población. Esta merma del tejido graso también lleva a un menor acojinamiento sobre las prominencias óseas, como en la cabeza, los hombros, la columna vertebral, las nalgas, las caderas y los talones. Durante el tratamiento y transporte, la inmovilización prolongada sin relleno adicional puede ocasionar necrosis tisular y ulceración, así como mayor dolor y malestar.

Nutrición y sistema inmune

Con el envejecimiento, la disminución de la masa corporal magra y de la tasa metabólica aminoran las necesidades calóricas. Sin embargo, debido a los mecanismos ineficaces de utilización, las necesidades proteínicas pueden realmente aumentar. Estos cambios en competencia a menudo dan lugar a una desnutrición preexistente en el paciente geriátrico con traumatismo. Los problemas financieros de los individuos en retro también afectan sus opciones y el acceso a una nutrición de calidad.

La capacidad funcional del sistema inmunitario disminuye conforme avanza la edad. En gran medida, los órganos asociados con la respuesta inmune (timo, hígado y bazo) se reducen todos de tamaño.

También se presenta un decremento en la respuesta humoral y mediada por células a las infecciones. De igual modo, hay una mayor susceptibilidad a las infecciones relacionadas con problemas nutricionales previos, comunes en la población añosa. La *septicemia* es una causa frecuente de muerte tardía después de traumatismos graves o incluso insignificantes en el paciente anciano.

Evaluación

La evaluación prehospitalaria de los pacientes añosos se basa en el mismo método manejado para todos los pacientes de traumatología. Pero aunque la metodología no cambia, el proceso puede modificarse en las personas de edad avanzada. Como en todos los pacientes de traumatología, no obstante, debe considerarse primero el mecanismo de la lesión. En esta sección se analizan algunas consideraciones especiales en la evaluación de los pacientes senectos con traumatismos.

Cinemática

Caídas

Las caídas son la principal causa de muerte por traumatismos e incapacidad en los individuos mayores de 75 años de edad. Cada año se cae 33% de las personas mayores de 65 años que vive en instituciones comunitarias, proporción que aumenta a 50% en adultos de 80 años. Hombres y mujeres caen con frecuencia equivalente, pero ellas tienen más del doble de probabilidad de presentar una lesión grave por su osteoporosis más pronunciada. Las caídas en el anciano, incluso aquellas que ocurren desde una posición de bipedestación, pueden causar lesiones graves y traumatismos que ponen en riesgo la vida.

La mayor parte es producto de la naturaleza inherente al envejecimiento, con los cambios en la postura y la marcha.¹⁶ La agudeza visual declinante por cataratas y glaucoma, y la pérdida de la visión nocturna contribuyen al deterioro de las claves visuales usadas para trasladarse con seguridad. Además, las enfermedades de los sistemas nervioso central y periférico y la inestabilidad vascular de la enfermedad cardiovascular precipitan las caídas. No sólo las condiciones preexistentes predisponen a los pacientes geriátricos a complicaciones más graves, sino también el uso de medicamentos para tratarlas, como los anticoagulantes y los betabloqueadores, que interfieren con las respuestas compensatorias y fisiológicas normales a los traumatismos. Sin embargo, las variables más importantes que contribuyen a las caídas en las personas de edad avanzada son las barreras físicas de su entorno, como pisos resbalosos, alfombras sueltas, escaleras, calzado mal ajustado e iluminación deficiente.

Las fracturas de huesos largos representan la mayoría de las lesiones, y las de cadera producen la mayor tasa de mortalidad y morbilidad. La tasa de mortalidad por fracturas de cadera es de 20% al año de la lesión, y aumenta a 33% a los 2 años. La muerte es con mayor frecuencia secundaria a la embolia pulmonar y a los efectos de la menor movilidad.

Traumatismos vehiculares

Las colisiones de vehículos automotrices constituyen la principal causa de muerte por traumatismo en la población geriátrica entre los 65 y 74 años de edad. Un paciente de edad avanzada tiene 5

veces más probabilidad de lesionarse fatalmente en una colisión que un conductor más joven, aunque la velocidad excesiva rara vez es el factor causal en el grupo de mayor edad.¹⁷ Por muchos motivos, las personas añosas a menudo están involucradas en colisiones durante horas con luz de día, ante un buen clima y cerca de su domicilio (Figura 17-7).

Estas elevadas tasas de mortalidad se atribuyen a ciertas transformaciones fisiológicas. En particular, los cambios sutiles en la memoria y el juicio, junto con el deterioro de la agudeza visual y auditiva dan lugar a un tiempo de reacción tardío. Un dato frecuente en las investigaciones de colisiones vehiculares indica que el conductor de edad avanzada no cedió al tráfico venidero.

Figura 17-7 Conductores de edad avanzada

National Highway Traffic Administration de Estados Unidos publicó un programa en CD-ROM para ayudar a los médicos en la evaluación y asesoría a los conductores de edad avanzada.

Rara vez participa el alcohol, a diferencia de los accidentes en vehículos automotrices con personas más jóvenes. Sólo 5% de los ancianos lesionados fatalmente estaba intoxicado, en comparación con 25% para todas las demás categorías de edad.¹⁷

Los individuos de edad avanzada contribuyen con más de 20% a todas las muertes de peatones. Debido a su menor velocidad de caminata, el tiempo concedido por las señales de tráfico puede ser muy breve para que logre atravesar una avenida con seguridad. Esto explicaría la observación de que más de 45% de los decesos de peatones de edad avanzada ocurre cerca de un cruce de avenidas.

Asaltos y abuso doméstico

Se define el **abuso** como la inflicción intencional de una lesión, el confinamiento irracional, la intimidación o un castigo cruel que genera dolor o daño físico o psicológico, o la negación de los servicios que evitarían estas condiciones. Los ancianos son altamente vulnerables a este crimen. Se ha calculado que los asaltos violentos contribuyen con más de 10% de los ingresos hospitalarios por traumatismo de los pacientes de edad avanzada. La necesidad de cuidados crónicos por debilidad puede predisponerlos al abuso o negligencia de sus cuidadores. Se calcula que sólo 15% de los casos de abuso geriátrico se comunica a las autoridades competentes.^{18,19} (Ver el análisis posterior sobre "Maltrato del adulto mayor").

Quemaduras

Los pacientes de edad avanzada representan 20% de los ingresos hospitalarios a unidades de quemados, con una estimación de 1500 muertes anuales relacionadas con el fuego. La mortalidad en estos pacientes ocurre por quemaduras de menor tamaño y gravedad, en comparación con las de otros grupos etarios. Las tasas de mortalidad sextuplican las de las víctimas más jóvenes.

Debido al deterioro de la agudeza visual y auditiva, estas personas pueden tener un reconocimiento tardío de los incendios caseros, y la menor percepción del dolor les suele causar quemaduras más significativas. Además, el adelgazamiento de los elementos de la dermis favorece la profundización de las quemaduras.

La presencia de trastornos médicos preexistentes, como enfermedad cardiovascular y diabetes, ocasiona una tolerancia deficiente a la atención de reanimación por quemaduras. El colapso vascular y las infecciones son las causas más frecuentes de muerte por quemaduras en los pacientes de edad avanzada.

Lesión cerebral traumática

El cerebro ha presentado una disminución de 10% de su masa para los 70 años de edad. La duramadre se adhiere más estrechamente al cráneo, ocasionando pérdida del volumen cerebral. Las venas puente en la duramadre se distienden más y, por tanto, son susceptibles a desgarres, lo que ocasiona una menor frecuencia de hemorragia epidural y una mayor de hemorragia subdural. Debido a la atrofia cerebral, puede haber una hemorragia subdural bastante cuantiosa con mínimos hallazgos clínicos. La combinación de traumatismo cerebral y shock hipovolémico lleva a una mayor tasa de mortalidad. Los trastornos médicos preexistentes o su tratamiento pueden ocasionar alteraciones mentales en los pacientes de edad avanzada. Cuando se tenga duda de si una confusión representa un proceso agudo o crónico, debe asumirse que el paciente lesionado presenta una lesión cerebral traumática, y se le debe transportar preferentemente a un centro de traumatología para su evaluación, si es posible.

Evaluación primaria

Vías aéreas

La evaluación del paciente geriátrico empieza por sus vías aéreas. Los cambios en el estado mental pueden asociarse con un bloqueo de vías respiratorias por la lengua. Debe explorarse la cavidad bucal en busca de cuerpos extraños, como dentaduras o dientes fracturados que se desalojaron.

Respiración

Los ancianos, que respiran a un ritmo de menos de 10 o más de 30 respiraciones/minuto a semejanza de cualquier otro adulto, no tendrán un volumen minuto adecuado y requerirán ventilación asistida con presión positiva. En la mayoría de los adultos, una frecuencia ventilatoria de entre 12 y 20 respiraciones/minuto es normal y confirma que hay un volumen minuto apropiado. Sin embargo, en un paciente de la tercera edad la disminución de la capacidad de volumen tidal y la función pulmonar puede resultar en un volumen minuto inadecuado, incluso a un ritmo de 12 a 20 respiraciones/minuto. Se deben evaluar de inmediato los ruidos respiratorios si la frecuencia ventilatoria es anormal; sin embargo, tal vez sea más difícil escucharlos debido a volúmenes corrientes más pequeños.

La capacidad vital de un paciente de edad avanzada disminuye en 50%. Los cambios cifóticos de la columna vertebral (anteroposterior) causan un desequilibrio de la ventilación-perfusión en reposo.

La hipoxia es más probablemente consecuencia de un shock que en los pacientes más jóvenes. Los adultos mayores también presentan una menor capacidad para las excursiones torácicas. Son típicos los volúmenes tidal y minuto reducidos. La disminución del oxígeno capilar y el intercambio de dióxido de carbono son significativos. La hipoxemia tiende a ser progresiva.

Circulación

Algunos hallazgos pueden interpretarse apropiadamente sólo con el conocimiento del estado previo o "base" del paciente individual. Los rangos esperados de los signos vitales y otros datos que suelen aceptarse como "normales", no lo son en todo individuo, y la desviación es mucho más frecuente en pacientes de edad avanzada. Aunque los rangos típicos son suficientemente amplios para incluir casi todas las diferencias individuales de los adultos, en uno de cualquier edad pueden variar más allá de estas normas; por tanto, sería de esperar tal variación en los pacientes geriátricos.

Los medicamentos contribuyen a esos cambios. Por ejemplo, en el adulto promedio, una presión arterial sistólica de 120 milímetros de mercurio (mm Hg) se considera normal y, en general, sin importancia. Sin embargo, en el paciente con hipertensión crónica que normalmente tiene una presión arterial sistólica de 150 mm Hg o mayor, una presión de 120 mm Hg sería preocupante, sugerente de una hemorragia oculta (o algún otro mecanismo que cause hipotensión) de tal grado, que condujo a una descompensación. De manera similar, la frecuencia cardíaca es un mal indicador de traumatismo en los pacientes añosos, por los efectos de medicamentos como los betabloqueadores, y por su respuesta cardíaca deficiente a las catecolaminas circulantes (epinefrina). No debe utilizarse la información cuantitativa o los signos en forma aislada de otros hallazgos. Sin embargo, no reconocer que ocurrió un cambio de este tipo o que se trata de un dato patológico grave en un paciente particular, puede producir un mal resultado para la persona.

El llenado capilar tardío es frecuente en el anciano, por una circulación menos eficaz (enfermedad arterial periférica); por tanto, es un mal indicador de cambios circulatorios agudos en este tipo de paciente. Algún grado de disminución de la capacidad motora distal, sensorial y circulatoria en las extremidades representa un hallazgo normal en estos individuos.

Minusvalía

Deben considerarse en conjunto todos los hallazgos para mantener un grado de sospecha creciente de una lesión neurológica en la persona senecta, pues pueden presentarse amplias diferencias en su estado mental, memoria y orientación (pasada y presente). Es preciso identificar un traumatismo neurológico significativo a la luz del estado normal previo a la lesión del individuo. A menos que alguien en el escenario pueda describir su estado, se asume que el paciente presenta lesión neurológica, hipoxia, o ambos. La capacidad para distinguir entre su estado crónico y los cambios agudos es un factor indispensable para prevenir la subreacción o sobreacción en su estado neurológico presente cuando se evalúa su condición total. Sin embargo, la inconsciencia sigue siendo un signo grave en todos los casos.

Es necesario evaluar la orientación de la persona respecto de tiempo y lugar mediante un interrogatorio cuidadoso y completo. Las

personas que trabajan 5 días a la semana con descanso el fin de semana suelen estar al tanto del día. Si no es el caso, puede asumirse que presentan algún grado de desorientación. Para aquellos que ya no trabajan en un ambiente usual o a menudo son rodeados por otras personas ya retiradas del ámbito laboral, una falta de percepción de los días de la semana o incluso de los meses del año tal vez no sea indicador de desorientación, sino de la poca importancia que le conceden al "calendario" en la estructura de su vida.

De manera similar, las personas que ya no conducen automóvil prestan menor atención a los caminos, los límites de los pueblos, las localidades y los mapas. Aunque normalmente orientados, tal vez no puedan identificar su localización actual. La confusión o la incapacidad para recordar sucesos y detalles de tiempos lejanos puede ser más indicativo de qué tanto tiempo ha pasado desde que ocurrieron esos hechos, más que del grado de olvido del individuo. De manera similar, la narración reiterada de acontecimientos pretéritos y la mayor atención prestada al pasado remoto que al inmediato, a menudo simplemente expresan la nostalgia respecto de años y sucesos. Tales compensaciones sociales y psicológicas no deberían considerarse signos de senilidad o de disminución de la capacidad mental.

Exposición/ambiente

Las personas de edad avanzada son más susceptibles a los cambios ambientales. Tienen menor capacidad para responder a las alteraciones de la temperatura, pues disminuye su producción de calor y la capacidad de su cuerpo para enfrentar el calor excesivo. Los problemas termorregulatorios guardan relación con el desequilibrio electrolítico (p. ej., agotamiento de potasio, hipotiroidismo, diabetes mellitus). Estos factores incluyen una tasa metabólica basal más baja, decremento de la capacidad para generar escalofríos (respuesta del organismo contra el frío), aterosclerosis y los efectos de fármacos y alcohol. Puede ocurrir hipertermia por eventos vasculares cerebrales (apoplejías) y la administración de diuréticos, antihistamínicos y antiparkinsonianos. La hipotermia a menudo se asocia con una disminución del metabolismo, menor presencia de grasa, vasoconstricción periférica menos eficaz y desnutrición.

Evaluación secundaria (examinación física detallada)

La evaluación secundaria de un paciente geriátrico con traumatismo se practica de la misma forma que en pacientes más jóvenes, y después de abordar trastornos urgentes que ponen en riesgo la vida. Sin embargo, varios factores pueden complicar esta evaluación, lo que significa que los proveedores de atención prehospitalaria tal vez requieran dedicar más del tiempo promedio a esta tarea.

Retos de comunicación

Muchos factores intervienen cuando se requiere comunicación con los pacientes geriátricos, desde los efectos biológicos normales del proceso de envejecimiento, hasta las expectativas generacionales de la relación proveedor-paciente. Comprender cómo comunicarse mejor con individuos de este grupo etario ayudará al proveedor de

atención prehospitalaria a brindarle atención de manera rápida y eficaz.

- *Puede requerirse paciencia adicional por las alteraciones auditivas y visuales del paciente de edad avanzada.* Son indispensables la empatía y la compasión. No debe subestimarse su inteligencia tan sólo porque la comunicación es difícil o nula. Si el paciente tiene compañeros cercanos o parientes, pueden participar en la provisión de información o estar cerca para ayudar a validarla. Sin embargo, no todos los pacientes de edad avanzada tienen déficit significativos. Hablarles en un tono más alto o con mayor lentitud puede ser innecesario e insultante.
 - *La valoración del paciente senecto requiere diferentes tácticas de interrogatorio.* Se debe interrogar al paciente sobre información específica *versus* general, porque a menudo responden con un "sí" a toda pregunta durante el proceso de evaluación. Formular preguntas abiertas es un recurso útil para evaluar a la mayoría de los pacientes, incluyendo a los de edad avanzada. Cuando se enfrenta un problema, sin embargo, puede ser útil la provisión de detalles específicos para elegir. Por ejemplo, en lugar de decir "describa el dolor de su cadera", el proveedor de atención prehospitalaria puede preguntar ¿Es el dolor de su cadera agudo, punzante o sordo?, o "En una escala de 1 a 10, donde el 10 es el dolor de máxima intensidad, ¿cómo calificaría usted su dolor?"
 - *Puede ser necesaria la participación de otro individuo significativo para el anciano.* Con autorización del paciente, la participación de su cuidador o cónyuge puede ser necesaria para obtener información valiosa. Es importante, no obstante, no abordarlo como si fuese niño pequeño. Un error frecuente de los proveedores de atención de la salud en los contextos prehospitalario y del área de urgencias es tratar al anciano en esa forma. A menudo, los parientes bien intencionados son tan agresivos en el informe de los sucesos, que afectan a un anciano que aman y podrían autoasignarse para responder toda interrogante. En tal situación, el proveedor de atención prehospitalaria puede fácilmente pasar por alto que la impresión clínica y el interrogatorio provienen de alguien diferente al paciente y que tal vez no sean correctos. Esto no sólo aumenta el riesgo de obtener información incompleta e imprecisa de un tercero a partir de las impresiones y la interpretación de lo que está ocurriendo, sino que también considera al paciente como un adulto inmaduro.
- Algunas personas pueden rehusarse a proporcionar información sin la ayuda de un pariente o persona de respaldo. No obstante, tal vez no deseen la presencia de otra persona por muchos motivos, incluyendo problemas de maltrato. El paciente de edad avanzada puede temer el castigo por confesarle a alguien por qué presenta múltiples equimosis en presencia quien lo lastima. Además, algunos problemas pueden apenar al paciente añoso y quizás no desee que algún miembro de la familia se entere al respecto.
- *Preste atención a algún daño en las capacidades de audición, visión, comprensión y movilidad.* Debe hacer contacto con los ojos del paciente. Éste puede tener discapacidad auditiva, por lo que se dependerá de observar sus

labios y otros movimientos faciales. Es preciso disminuir al mínimo el ruido, las distracciones y las interrupciones, y hacer énfasis en la fluidez del habla, un movimiento involuntario, la disfunción del nervio craneal o la dificultad respiratoria. ¿Es fácil, inestable o desequilibrado el movimiento del paciente?

- *Sea respetuoso y evite un lenguaje que pueda interpretarse como condescendiente.* Debe abordar al paciente por su nombre, a menos que él no lo requiera así. El uso de su nombre sin su autorización o el de apelativos como "querido" pueden insultarlo y hacer que participe menos. Evite frases como "ahora, ahora todo irá bien", que pueden considerarse de sobreprotección o arrogantes.

Cambios fisiológicos

El proveedor de atención prehospitalaria debe prepararse para las disfunciones fisiológicas que a menudo se encuentran en el grupo de edad geriátrica.

- *El cuerpo puede no responder igual que en pacientes más jóvenes.* Los hallazgos típicos de enfermedades graves como fiebre, dolor o hipersensibilidad pueden requerir más tiempo para presentarse y, por tanto, dificultan la evaluación del paciente. Además, muchos medicamentos alterarán la respuesta corporal. A menudo, un proveedor de atención prehospitalaria tendrá que depender sólo del interrogatorio al paciente.
- *Los trastornos neurológicos o de alteración de la comprensión son problemas significativos de muchos pacientes de edad avanzada.* Estos desórdenes pueden ir de la confusión a la demencia senil del tipo relacionado con la enfermedad de Alzheimer. Estas personas no sólo muestran dificultad para comunicarse, también suelen ser incapaces de comprender o ayudar en su evaluación. Pueden estar inquietos y a veces mostrarse combativos.
- *Los ancianos tal vez no estén apropiadamente nutridos o hidratados.* Tome la mano del paciente para percibir la fortaleza de su puño, la turgencia de la piel y la temperatura corporal. Indague su estado de nutrición. ¿Parece en buen estado, delgado o emaciado? Los de edad avanzada presentan una respuesta menor a la sed y también poseen una menor cantidad de grasa corporal (15 a 30%) y agua corporal total.
- *Los pacientes geriátricos presentan un decremento en el peso del músculo esquelético, ensanchamiento y debilidad de los huesos, degeneración de articulaciones y osteoporosis.* Estas personas tienen mayor probabilidad de fracturas ante lesiones menores y un riesgo muy alto de rompimiento de vértebras, cadera y costillas. Debe observarse su facilidad para sentarse o levantarse de una silla, ya que esto provee claves de su fuerza muscular.
- *Los pacientes de edad avanzada presentan degeneración de las células musculares cardíacas y escasas células marcapasos.* Este grupo de edad es susceptible a las disritmias como resultado de la pérdida de elasticidad del corazón y de las arterias principales. El uso amplio de beta-bloqueadores, bloqueadores de los canales del calcio y diuréticos complica aún más este problema. A menudo,

después de una lesión, estos pacientes acuden con un gasto cardíaco bajo por hipoxia y sin lesión pulmonar. El volumen sistólico y la frecuencia cardíaca disminuyen, al igual que la reserva cardíaca, todo lo cual conduce a morbilidad y mortalidad en un paciente con traumatismo. Un anciano con una presión arterial sistólica de 120 mm Hg o menor debe considerarse en shock hipovolémico hasta que se demuestre lo contrario.

Factores ambientales

El ambiente en el que se encuentra el paciente puede decirle mucho acerca de su bienestar.

- *Busque problemas conductuales o manifestaciones que no correspondan al escenario.* Cerciórese del aspecto físico y de arreglo del paciente. ¿Son su atuendo y arreglo apropiados para el sitio y la forma en que se le encontró? ¿Puede cuidar de sí mismo? ¿Está el ambiente vital limpio y bien cuidado? ¿Hay potencial de maltrato o negligencia respecto del paciente?

Interrogatorio detallado

Medicamentos

El conocimiento de los fármacos que consume un paciente provee información clave para determinar los cuidados prehospitalarios. La enfermedad preexistente en la persona con traumatismo es un dato significativo. Las siguientes clases de fármacos son de particular interés por su uso frecuente en las personas afeadas y su potencial para afectar la evaluación y el cuidado del paciente de traumatología:

- Los betabloqueadores (p. ej., propranolol, metoprolol) pueden contribuir a una bradicardia absoluta o relativa. En estas circunstancias, tal vez no se presente una taquicardia creciente como signo de avance de un estado de shock. El fármaco inhibe los mecanismos compensatorios simpáticos normales del cuerpo y puede enmascarar el grado real de deterioro circulatorio. El paciente puede descompensarse rápidamente al aparecer sin signos precautorios.
- Los bloqueadores de los canales del calcio (p. ej., verapamilo) pueden evitar la vasoconstricción periférica y acelerar el shock hipovolémico.
- Los agentes antiinflamatorios no esteroides (p. ej., ibuprofeno) contribuyen a la disfunción plaquetaria y aumentan la hemorragia.
- Los anticoagulantes (p. ej., clopidogrel, ácido acetilsalicílico, warfarina) pueden aumentar la pérdida sanguínea. Los datos sugieren que el uso de warfarina incrementa el riesgo de lesión cefálica aislada y los resultados adversos. Cualquier hemorragia por traumatismo será más brusca y difícil de controlar cuando el paciente esté tomando un anticoagulante. De mayor importancia, la hemorragia interna puede progresar con rapidez y llevar a la shock y la muerte.
- Los agentes hipoglucemiantes (p. ej., insulina, metformina, rosiglitazona) suelen tener relación causal con los sucesos

que produjeron la lesión, a la vez que afectan el estado mental y dificultan el manejo de la glucosa sanguínea si no se detecta su uso.

- Los medicamentos que se obtienen sin receta, incluyendo preparados de herbolaria y complementos, son de uso frecuente entre los ancianos. A menudo éstos omiten incluirlos en la lista de medicamentos, por lo que se les debe interrogar específicamente sobre su uso. Estos preparados no están regulados y, por tanto, tienen efectos de dosis impredecibles y posibles interacciones farmacológicas. Las complicaciones del uso de estos agentes incluyen hemorragia (ajo) e infarto miocárdico (efedrina/ma huang).

La evaluación de la lista de medicamentos del paciente traumatológico puede constituir un reto si, por ejemplo, éste perdió el estado de vigilia o está tratando de recordar una lista extensa de medicamentos con nombres difíciles. En algunas comunidades, los servicios médicos de urgencia (SMU) han promovido programas como el Proyecto archivo de vida (www.folife.org). En este programa se registran los antecedentes médicos detallados del paciente en cualquier ubicación común de la casa: la puerta del refrigerador. El paciente llena un formato de antecedentes médicos que después se sujeta con un dispositivo magnético a la puerta del electrodoméstico para alertar a los proveedores de atención prehospitalaria sobre el archivo de vida (Figura 17-8).

Como los pacientes geriátricos a menudo ingieren numerosos medicamentos, debe considerarse la posibilidad de interacciones farmacológicas o sobredosis inadvertidas como posible causa de un traumatismo, alteración de su estado mental o cambios en los signos vitales.

Condiciones médicas

Numerosas condiciones médicas pueden predisponer a los individuos a sucesos traumáticos, en especial aquellos que traen como consecuencia alteración del grado de conciencia u otros déficit neurológicos. Los ejemplos comunes incluyen trastornos convulsivos, shock insulínico por diabetes mellitus, crisis de síncope por medicamentos antihipertensivos, disritmias cardíacas por síndrome coronario agudo y eventos vasculares cerebrales. Debido a que la incidencia de condiciones médicas crónicas aumenta con la edad, los pacientes geriátricos son más susceptibles a presentar traumatismos como resultado de ese tipo de problemas médicos, que los pacientes más jóvenes. Un proveedor de atención prehospitalaria astuto siempre tiene en mente este concepto durante la evaluación y busca claves de las evaluaciones primaria y secundaria que podrían apuntar a un problema médico que precipitó la lesión, como los siguientes:

- Observaciones de testigos de que una víctima parecía inconsciente antes de una colisión
- Un brazalete de alerta médica que indica que el paciente presenta un trastorno subyacente, como diabetes
- Un latido cardíaco irregular o una disritmia cardíaca detectada durante el monitoreo electrocardiográfico

Esta información clave se transmite a la instalación hospitalaria que recibe al paciente.

A

ARCHIVO DE VIDA

¡MANTENGA LA INFORMACIÓN ACTUALIZADA!
 ¡Revísela al menos cada 6 meses!

DATOS MÉDICOS REVISADOS EN ___ MES ___ AÑO

Nombre: _____ Género: M F

Dirección: _____

Médico: _____ Teléfono: _____

Médico: _____ Teléfono: _____

CONTACTOS DE URGENCIA

Nombre: _____ Teléfono: _____

Dirección: _____

Nombre: _____ Teléfono: _____

Dirección: _____

B ¡MANTENGA LA INFORMACIÓN ACTUALIZADA!
 ¡Revísela al menos cada 6 meses!
 DATOS MÉDICOS REVISADOS EN ___ MES ___ AÑO

Nombre: _____ Género: M F

Dirección: _____

Médico: _____ Teléfono: _____

Hospital de preferencia: _____

CONTACTOS DE URGENCIA

Nombre: _____ Teléfono: _____

Dirección: _____

Nombre: _____ Teléfono: _____

Dirección: _____

DATOS MÉDICOS

Use lápiz para facilitar los cambios

Condiciones especiales/Notas: _____

Medicamento	Dosis	Frecuencia

Farmacia: Teléfono: _____

Fecha de nacimiento: _____

Tipo sanguíneo: _____ Religión: _____

Poder para Atención de la Salud en el archivo: _____

Testamento en vida en el archivo: _____

ARCHIVO DE VIDA VÉASE EL REVERSO DE LA TARJETA PARA INFORMACIÓN ADICIONAL

C Use lápiz para facilitar los cambios

Operaciones quirúrgicas recientes: _____ Fecha: _____

¿Cuenta usted con una instrucción de SMU-NO RCP o un formato DNR?
 Sí NO ¿Dónde se localiza? _____

CONDICIONES MÉDICAS

Marque todos los que presenta

<input type="checkbox"/> Ningún trastorno médico conocido	<input type="checkbox"/> Hemodiálisis
<input type="checkbox"/> ECG anormal	<input type="checkbox"/> Anemia hemolítica
<input type="checkbox"/> Insuficiencia suprarrenal	<input type="checkbox"/> Hepatitis de tipo []
<input type="checkbox"/> Angina de pecho	<input type="checkbox"/> Hipertensión
<input type="checkbox"/> Asma	<input type="checkbox"/> Hipoglucemia
<input type="checkbox"/> Trastorno hemorrágico	<input type="checkbox"/> Laringectomía
<input type="checkbox"/> Cáncer	<input type="checkbox"/> Leucemia
<input type="checkbox"/> Disritmia cardíaca	<input type="checkbox"/> Linfomas
<input type="checkbox"/> Cataratas	<input type="checkbox"/> Alteración de memoria
<input type="checkbox"/> Trastorno de coagulación	<input type="checkbox"/> Miastenia grave
<input type="checkbox"/> Injerto de derivación coronaria	<input type="checkbox"/> Marcapasos
<input type="checkbox"/> Demencia <input type="checkbox"/> Alzheimer <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Insuficiencia renal
<input type="checkbox"/> Diabetes/insulinodependencia	<input type="checkbox"/> Trastorno convulsivo
<input type="checkbox"/> Cirugía ocular	<input type="checkbox"/> Anemia de células falciformes
<input type="checkbox"/> Glaucoma	<input type="checkbox"/> Evento vascular cerebral
<input type="checkbox"/> Alteración auditiva	<input type="checkbox"/> Tuberculosis
<input type="checkbox"/> Prótesis de válvulas cardíacas	<input type="checkbox"/> Discapacidad visual
<input type="checkbox"/> Otros: _____	

ALERGIAS

<input type="checkbox"/> Ácido acetilsalicílico	<input type="checkbox"/> Piquetes de insecto	<input type="checkbox"/> Penicilina
<input type="checkbox"/> Barbitúricos	<input type="checkbox"/> Látex	<input type="checkbox"/> Sulfas
<input type="checkbox"/> Codeína	<input type="checkbox"/> Lidocaína	<input type="checkbox"/> Tetraciclina
<input type="checkbox"/> Demerol	<input type="checkbox"/> Morfina	<input type="checkbox"/> Medios de contraste radiológico
<input type="checkbox"/> Suero equino	<input type="checkbox"/> Novocaína	<input type="checkbox"/> Ninguna conocida
<input type="checkbox"/> Ambiental: _____		
<input type="checkbox"/> Otra: _____		

SEGURO MÉDICO

Compañía aseguradora: _____

No. de póliza: _____

Otras compañías de seguro médico: _____

No. de póliza: _____

No. de Medicaid: _____ No. de Medicare: _____

Figura 17-8 Archivo de vida.

Fuente: Cortesía de la File of Life Foundation.

Manejo

Vía aérea

La presencia de dentaduras postizas, frecuente en la población de edad avanzada, puede afectar el manejo de las vías respiratorias. Ordinariamente estas prótesis deben dejarse en su lugar para mantener un mejor sello alrededor de la boca con una mascarilla. Sin embargo, las dentaduras parciales (placas) pueden desprenderse durante una emergencia y tal vez obstruyan de manera completa o parcial la vía respiratoria; deben retirarse.

Los tejidos frágiles de la mucosa nasofaríngea y el posible uso de anticoagulantes ponen al paciente geriátrico con traumatismo en mayor riesgo de hemorragia por la colocación de una vía nasofaríngea. Esta hemorragia compromete aún más las vías respiratorias y ocasiona aspiración.

La artritis afecta las articulaciones temporomandibulares y la columna cervical, y la menor flexibilidad de estas zonas dificulta la intubación endotraqueal.

El objetivo en el manejo de las vías respiratorias consiste principalmente en asegurar su permeabilidad para la provisión de una oxigenación tisular adecuada. Debe considerarse la ventilación mecánica temprana con un dispositivo de bolsa-mascarilla o las intervenciones avanzadas de vías respiratorias en el paciente anciano de trauma, dada su reserva fisiológica enormemente limitada.¹⁹

Respiración

En todos los pacientes de traumatología se administra oxígeno complementario tan pronto como sea posible. En general, la saturación de oxígeno debe mantenerse por arriba de 95%. La población de edad avanzada tiene alta prevalencia de EPOC, e incluso si un paciente presenta su forma grave, es poco probable que la administración de oxígeno de alto flujo sea perjudicial para el impulso respiratorio durante el transporte de rutina urbano o suburbano. Sin embargo, si el proveedor de atención prehospitalaria nota *somnolencia* (estado de estupor) o lentitud en la frecuencia respiratoria, puede asistir la ventilación con un dispositivo de bolsa-mascarilla, con consideración de manejo avanzado de las vías respiratorias.

Los ancianos experimentan mayor rigidez de la pared torácica. Además, la disminución de la potencia de los músculos de esta pared y la rigidez del cartílago hacen menos flexible la caja torácica. Estos y otros cambios son responsables de la reducción de los volúmenes pulmonares. El paciente de edad avanzada puede requerir respaldo respiratorio por ventilación asistida con un dispositivo de bolsa-mascarilla más tempranamente que los pacientes de traumatismo más jóvenes. Puede requerirse un aumento de la fuerza mecánica aplicada a la bolsa de reanimación para superar la mayor resistencia de la pared torácica.

Circulación

Los adultos mayores suelen tener una reserva cardiovascular deficiente. Los signos vitales son un mal indicador del estado de shock en este paciente porque alguien que normalmente es hipertenso puede estar en shock con una tensión arterial que se considera "normal" para uno de menor edad. La disminución del volumen sanguíneo circulante, una posible anemia crónica y la enfermedad miocárdica y coronaria preexistente dejan al paciente con muy poca tolerancia para incluso cantidades modestas de pérdida sanguínea.

Debido a la laxitud de la piel o al uso de agentes anticoagulantes, los pacientes geriátricos son más susceptibles a la aparición de grandes hematomas y potencialmente a una hemorragia interna más significativa. Son esenciales el control temprano de la hemorragia por compresión directa en heridas abiertas, la estabilización e inmovilización de fracturas y el transporte rápido a un centro de traumatología. La reanimación con líquidos debe guiarse por el índice de sospecha de hemorragia grave, basado en el mecanismo de la lesión y el aspecto total del estado de shock. Al mismo tiempo, debe evitarse la sobreadministración de soluciones IV, ya que el adulto mayor suele tolerar mal una carga excesiva de líquidos. Su capacidad renal para concentrar la orina disminuye, por lo que es propenso a la deshidratación incluso antes de que ocurra una lesión. El gasto urinario es un parámetro deficiente de la perfusión en este grupo de edad.

Inmovilización

La protección de la columna cervical, en particular en pacientes de traumatología que tuvieron una lesión cerrada multisistémica, constituye un estándar de atención esperado. En la población añosa este estándar de atención debe aplicarse no sólo en circunstancias de trauma, sino también durante problemas médicos agudos, donde los intentos de mantener la permeabilidad de las vías respiratorias es prioritario. La artritis degenerativa de la columna cervical puede someter al sujeto a una lesión de la médula espinal por el posicionamiento y manipulación del cuello para manejar la vía aérea, incluso si éste no tiene lesión de la columna ósea. Otra consideración con el movimiento inapropiado de la columna cervical es la posibilidad de oclusión de las arterias cerebrales, que puede ocasionar inconsciencia e incluso evento vascular cerebral.

Un collarín cervical aplicado a un paciente añoso con cifosis grave no debe comprimir las vías respiratorias o las arterias carótidas. Se pueden considerar medios menos tradicionales de inmovilización, como una toalla enrollada y un bloque cefálico si los collares estándar son inapropiados.

Puede requerirse acojinamiento bajo la cabeza y entre los hombros cuando se inmoviliza a un paciente con cifosis en posición supina (Figura 17-9). En aquellos sistemas con acceso a colchones de vacío, éstos se pueden amoldar a la anatomía de la persona y proveer respaldo apropiado y mayor comodidad. Debido a la piel delgada y la carencia de *tejido adiposo* (grasa) del paciente geriátrico frágil, éste tiene mayor probabilidad de presentar úlceras por presión (*decúbito*) al yacer sobre su dorso; por tanto, se requerirá acojinamiento adicional cuando se le inmovilice sobre una tabla larga. Siempre es buena idea revisar los puntos de presión cuando el paciente descansa sobre una tabla y acojinarlos apropiadamente. Cuando se aplican las cintas para asegurar al paciente de edad avanzada, tal vez no pueda estirar las extremidades pélvicas completamente por el menor rango de movilidad de sus caderas y rodillas, lo que quizá requiera la colocación de un cojín bajo las extremidades pélvicas para su comodidad y seguridad durante el transporte.²⁰

Control de la temperatura

Debe vigilarse estrechamente la hipotermia e hipertermia del paciente senecto durante su tratamiento y transporte. Aunque es apropiado exponerlos para facilitar una exploración completa, los ancianos son especialmente susceptibles a la pérdida de calor. Una vez que se concluya la exploración física, se le debe cubrir con una cobija u otra cubierta disponible para conservar su calor corporal.



A



B

Figura 17-9 Inmovilización del paciente con cifosis. (Nota: no se muestran otras vendas y el collar cervical para fines de claridad de la ilustración.)

Fuente: B. © Jones & Bartlett Learning.

Los efectos de diversos medicamentos, como los administrados para tratar la enfermedad de Parkinson, la depresión, la psicosis, la náusea y el vómito, pueden significar que un paciente sea más susceptible al sobrecalentamiento. Por tanto, se considerarán algunos medios de enfriamiento si no se le puede transportar con rapidez a un ambiente controlado. (Véase el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío, para una discusión detallada del tratamiento de la hipertermia.)

La extricación prolongada en los extremos de calor y frío puede colocar al paciente geriátrico con traumatismo en riesgo, y esto debe abordarse con rapidez. Deben sopesarse métodos externos de calentamiento o enfriamiento por la posibilidad de una lesión térmica directa en el sitio de aplicación, dada la estructura vulnerable de su piel. Por tanto, es preciso colocar una sábana o algo de su ropa entre la fuente de calor o frío y su piel.

Consideraciones legales

Varias consideraciones legales se pueden convertir en problema cuando se proporciona atención al paciente traumatológico de

edad avanzada. La evidencia reciente muestra que aunque la mortalidad aumenta con la edad, 80% de los pacientes de traumatología geriátrica dados de alta retorna a un nivel funcional alto. Bajo algunas circunstancias, el paciente o un familiar pueden elegir renunciar a intervenciones que potencialmente salvan la vida y disponer sólo medidas de confort (p. ej., aquellos de edad avanzada con quemaduras extensas).

El plan de atención más apropiado para el paciente puede determinarse mediante la identificación de un testamento en vida, instrucciones anticipadas u otros documentos legales, cuando estén disponibles para los proveedores de atención prehospitalaria en el escenario del accidente.

En la mayor parte de Estados Unidos, los cónyuges, hermanos, hijos, cónyuges de los hijos y los padres no tienen capacidad legal para tomar decisiones médicas por un adulto. Las personas con representación de apoderado o los curadores nombrados por un tribunal pueden tener autoridad sobre los asuntos financieros de un individuo, pero no necesariamente sobre las decisiones médicas personales que le atañen. Los tutores o guardianes asignados por el tribunal pueden o no tener la potestad para tomar decisiones médicas, dependiendo de las leyes locales y la carga específica de su nombramiento. Se considera que tales poderes existen sólo cuando se especifica quién es el tutor de una persona o quien tiene poder duradero de curador para la atención de la salud, y este tercero presenta documentación clara que lo acredite.

En el entorno de un escenario de traumatología puede ser difícil hacer una distinción legal fina como ésta. Debido a que se solicitó una ambulancia y se hizo una "llamada de auxilio" destinada a la atención del paciente, se aplica el concepto de "consentimiento implícito" en los casos de las personas que están inconscientes o con disminución de su capacidad mental. Si los familiares se oponen a las acciones de los proveedores prehospitalarios o intentan interferir con su tarea, debe convocarse a la policía al escenario para afrontar a la familia. Además, los proveedores prehospitalarios pueden comunicarse con su dirección médica y solicitar al médico supervisor en línea que hable directamente con los parientes.

Reporte de abuso contra ancianos

En muchos estados de Estados Unidos, los trabajadores de atención de la salud, incluidos los proveedores de atención prehospitalaria, son obligados por ley a comunicar a las autoridades casos de sospecha de maltrato a los adultos mayores. Si fuese necesaria alguna aclaración adicional, o si alguien intentase interferir con la atención prehospitalaria, se convoca al escenario a la policía (si no es que ya está presente) y se expone el problema al oficial de cargo. La ley en general provee un protocolo al oficial de policía para tomar una decisión oportuna en el lugar, con aclaraciones posteriores en el hospital cuando el tiempo lo permita. Tales sucesos se documentan cuidadosamente y en forma completa como parte del informe de servicio.

Maltrato a adultos mayores

Se define el maltrato a los adultos mayores como cualquier acción por un miembro de la familia (cualquier familiar), o personas relacionadas que tienen contacto doméstico diario (compañero de

cuarto, ama de casa), alguien a quien la persona confíe para cubrir sus necesidades diarias de alimento, ropa y abrigo, o un cuidador profesional que obtiene ventaja de los bienes o del estado emocional del sujeto.

Los informes y denuncias de abuso, negligencia, ataque sexual y otros problemas relacionados con la población añosa son cada vez más frecuentes. El alcance exacto del maltrato al adulto mayor se desconoce por los siguientes motivos:

1. El abuso contra adultos mayores ha sido ocultado en gran parte por la sociedad.
2. El maltrato y la negligencia contra las personas de edad avanzada tienen definiciones variables.
3. Los adultos mayores se sienten incómodos para comunicar el problema a las agencias de policía o al personal de procuración de bienestar humano y social, o temen hacerlo. Una víctima típica de maltrato puede ser un padre que se siente avergonzado o culpable porque crió al abusador. La persona maltratada puede también sentirse traumatizada por la situación o temer una represalia continua de su victimario.
4. Algunas jurisdicciones carecen de mecanismos de información formal. En algunas zonas incluso no se tiene una disposición legal que contemple la denuncia de maltrato de un senecto.

Los signos físicos y emocionales de abuso, como ultraje, golpes o privación nutricional a menudo son pasados por alto o tal vez no se identifiquen con precisión. Las mujeres de edad avanzada, en particular, no son propensas a reportar incidentes de ataque sexual a las agencias de policía. Los déficit sensoriales, la senilidad y otras formas de alteración del estado mental (p. ej., depresión inducida por fármacos) pueden imposibilitar o hacer extremadamente difícil para el anciano reportar el maltrato.

Perfil del que presenta abuso

El adulto mayor con máxima probabilidad de maltrato se ajusta al siguiente perfil:

- Mayor de 65 años de edad, en especial las mujeres de más de 75 años
- Fragilidad
- Múltiples trastornos médicos crónicos
- Demencia
- Alteración del ciclo del sueño, sonambulismo o gritos altisonantes por la noche
- Incontinencia de heces, orina, o ambas
- Dependiente de otros para sus actividades de la vida diaria o incapaz de una vida independiente

Perfil del abusivo

Puesto que muchas personas de edad avanzada viven en un ambiente familiar y suelen ser mujeres mayores de 75 años, dicho ambiente puede proveer claves. El abusivo con frecuencia es el cónyuge, o el hijo de edad madura o hijastro del paciente, que cuida a niños y padres dependientes mientras tal vez mantenga un empleo

de tiempo completo o parcial. La mayor parte carece de entrenamiento en la atención particular requerida por el anciano y cuenta con poco tiempo para cumplir sus demandas de cuidado constante.

El maltrato no está restringido al hogar. Otros ambientes, como asilos, centros de convalecencia y de atención continua son sedes donde el anciano puede sufrir daño físico, químico o farmacológico. Los proveedores de atención en estos ambientes pueden considerar que las personas añosas representan problemas de manejo o clasificarlas como obstinadas o indeseables.

Las características usuales del victimario incluyen las siguientes circunstancias:

- Existencia de un conflicto doméstico
- Fatiga notoria
- Desempleo
- Dificultades económicas
- Abuso de sustancias
- Antecedente de abuso

Categorías de maltrato

El maltrato se puede clasificar en las siguientes formas:

1. *Abuso físico*, que incluye asalto, negligencia, desnutrición, mantenimiento deficiente del ambiente doméstico y deficiente cuidado personal. Los signos de maltrato físico o negligencia pueden ser notorios, como la huella que deja un objeto (p. ej., un atizador de fuego) o sutiles (p. ej., desnutrición). Los signos de maltrato del anciano son similares a los que se encuentran en los niños (Figura 17-10) (véase el Capítulo 16, Trauma pediátrico).
2. *El maltrato psicológico* puede tomar las formas de negligencia, abuso verbal, infantilización o privación de la estimulación sensorial.



Figura 17-10 Equimosis en etapas variables de evolución, altamente sugerentes de abuso físico. Por ejemplo, si un hombre de 70 años fue llevado por sus cuidadores domésticos al área de urgencias con hematomas como los que aquí se muestran, es necesario que los proveedores consideren la posibilidad de maltrato.

Fuente: © Libby Welch/Photofusion/Getty Images.

3. *El maltrato económico* puede incluir robo o malversación de valores
4. *Ataque y/o abuso sexual*
5. *Automaltrato*

Puntos importantes

Muchos pacientes maltratados están aterrorizados y formulan declaraciones falsas por miedo a las represalias. En el caso de que el abuso provenga de miembros de la familia, el temor al retiro del ambiente doméstico puede llevar a la víctima a mentir acerca del origen del maltrato. En otros casos, su privación sensorial o demencia obstruye una explicación adecuada. El proveedor de atención prehospitalaria debe identificar el abuso y descubrir cualquier patología comunicada por el paciente. Cualquier antecedente de maltrato o hallazgo consistente con éste deben documentarse en el reporte de atención.

Se puede evitar un mayor traumatismo a un paciente identificando una situación de maltrato. Un reporte de alto índice de sospecha de abuso puede aplicar para una remisión a agencias de servicios de protección humana, sociales y de seguridad pública (Figura 17-11).

Disposición

Uno de los máximos retos de la atención prehospitalaria a los pacientes lesionados es definir quiénes tienen más probabilidad de beneficiarse de la disponibilidad de cirujanos y las opciones de tratamiento avanzado y cirugía en un centro de traumatología. Por

muchos de los motivos mencionados, los criterios de triage (clasificación de acuerdo con la gravedad de su condición) pueden ser menos confiables en el paciente de edad avanzada, por sus efectos fisiológicos o farmacológicos. Una recomendación importante en las *Guías para traumatismos geriátricos* de la Eastern Association for the Surgery of Trauma indica que los proveedores de atención prehospitalaria que atienden pacientes en esta condición deben tener un umbral bajo de triage a efecto de elegirlos para envío directo a un centro de traumatología.²¹ En las *Guías para la clasificación de pacientes lesionados en campo* de los Centers for Disease Control and Preventions se recomienda que aquellos mayores de 55 años de edad sean transportados a un centro de traumatología.²² Es más, la mortalidad potencialmente prevenible en la población geriátrica de trauma, es menor en los centros especializados.

Transportación prolongada

La mayor parte de la atención del paciente de traumatología de edad avanzada sigue las guías generales de atención prehospitalaria del individuo lesionado. Sin embargo, se presentan varias circunstancias especiales en los escenarios de transporte prolongado. Por ejemplo, los pacientes geriátricos con lesiones anatómicas significativas deben ser enviados directamente a los centros de traumatología.

El tratamiento del shock en el ambiente prehospitalario por un periodo prolongado requiere reevaluación cuidadosa de los signos vitales durante el transporte. Después del control de la hemorragia con medidas locales, la reanimación con líquidos debe titularse sobre la respuesta fisiológica para optimizar el estado del volumen

Figura 17-11 Reporte de maltrato y negligencia en ancianos

En muchos estados de Estados Unidos se considera legalmente al personal de SMU como comunicador obligado de la sospecha de maltrato, negligencia o explotación del anciano (o adulto). El *maltrato* se considera la inflicción deliberada de dolor, lesión, angustia mental, confinamiento irrazonable o contacto sexual no consentido. La *negligencia* implica vivir en condiciones donde el adulto o proveedor de atención responsable no está aportando los cuidados requeridos para mantener el bienestar y la salud mental y física de la persona de edad avanzada. La *explotación* es el uso ilegal de los recursos de un adulto para ganancia o ventaja de otro. En años recientes se ha reconocido cada vez más el maltrato al anciano. Sin embargo, los adultos más jóvenes con trastornos incapacitantes, como enfermedad mental, retardo mental y minusvalía física, también corren riesgo de abuso y negligencia.

Los signos de abuso y negligencia incluyen lesiones no explicadas o inusuales; referencias controvertidas en cuanto a cómo ocurrió una lesión; un cuidador que evita que el adulto hable con otros; deshidratación o desnutrición; depresión; falta de acceso a medicamentos, anteojos, dentaduras u otros auxiliares; carencia de higiene personal; ambiente desaseado; y falta de cobijo y refresco adecuados.

Los informadores obligados deben comunicar la situación directamente a la agencia de servicios sociales responsable de investigar el maltrato de un adulto mayor, más que confiar en intermediarios, como el personal hospitalario. Si el individuo está en riesgo inmediato o ha sido motivo de ataque sexual, esto debe ser notificado también a la policía. En caso de que una muerte parezca haber sido causada por maltrato o negligencia, en general los comunicadores obligados deben notificarlo a la oficina del jefe médico y al juez de instrucción.

Los informadores obligados son responsables por no reportar la sospecha de maltrato, negligencia o explotación. Sin embargo, están protegidos contra la responsabilidad civil y criminal relacionada con el reporte, pueden mantener su identidad en forma confidencial y se les permite compartir información médica relacionada con el caso, aunque ésta debe protegerse de acuerdo con la Ley de Portabilidad y Responsabilidad del Seguro de Salud (*Health Insurance Portability and Accountability Act*, HIPAA) en circunstancias normales. Las leyes que rigen el reporte obligatorio del maltrato de ancianos son implementadas a nivel estatal. Todo proveedor de atención prehospitalaria debe estar al tanto de las leyes del estado donde trabaja.

intravascular mientras se evita una posible sobrecarga de volumen en un paciente con alteración de la función cardíaca.

La inmovilización sobre una tabla larga coloca al paciente geriátrico en mayor riesgo de ruptura de la piel relacionada con la presión sobre medios de transporte extendidos. La estructura debilitada de la piel y un suministro vascular deteriorado pueden llevar a complicaciones más tempranas que las esperadas en pacientes de menor edad con traumatismo. Previo a un transporte prolongado, debe considerarse la protección de la columna o prepararle al paciente una camilla apropiadamente acojinada para proteger su piel. Las agencias en regiones remotas deben considerar la compra de una tabla de baja presión de diseño especial que inmoviliza al paciente al tiempo que limita el potencial de ruptura de la piel.

El control ambiental es esencial para los pacientes geriátricos cuando se trata de un traslado prolongado. La limitación de la exposición corporal y el control de la temperatura ambiente del vehículo pueden atenuar la hipotermia. El paciente con hipotermia manifiesta escalofrío y un metabolismo anaeróbico que lleva a la acidosis láctica y acelera el shock.

Finalmente, el transporte del paciente geriátrico de traumatología desde regiones remotas puede justificar un uso válido del aerotransporte médico. El traslado por helicóptero limita la exposición ambiental, aminora la duración del shock y asegura un acceso más temprano al centro de atención de traumatología, incluidas la intervención quirúrgica oportuna y la transfusión sanguínea.



Resumen

- Las personas de edad avanzada sanas, activas, tienen una vida cada vez más longeva que antes.
- Aunque las guías generales para la atención del paciente lesionado siguen siendo las mismas, varios enfoques específicos son únicos para la atención del paciente geriátrico lesionado.
- Los cambios anatómicos y fisiológicos asociados con el envejecimiento, las enfermedades crónicas y los medicamentos pueden hacer más probables determinados tipos de traumatismo, complicar las lesiones traumáticas y causar una menor capacidad para compensar el estado de shock. Los pacientes de edad más avanzada tienen menos reserva fisiológica y tolerancia a las agresiones físicas.
- El conocimiento de los antecedentes médicos del paciente geriátrico de traumatología y de los medicamentos que usa son componentes esenciales para su atención.
- Muchos factores en los pacientes de traumatología de edad avanzada pueden enmascarar los signos tempranos de deterioro, lo que aumenta la posibilidad de una descompensación súbita y rápida, sin signos precautorios aparentes.
- En un paciente anciano de traumatología pueden haber ocurrido lesiones más graves que lo que indica el cuadro clínico inicial.
- Es importante un umbral bajo para el envío directo de estos pacientes a centros de traumatología.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Su unidad es enviada a la casa de una mujer de 78 años que se cayó de un tramo de las escaleras. Su hija expresa que habían hablado por teléfono apenas 15 minutos antes y que ella estaba en camino a la casa de su madre para ir juntas de compras. Cuando llegó, la encontró en el piso y solicitó una ambulancia.

En el contacto inicial usted encuentra a una mujer de edad adulta que yace en la parte baja de las escaleras. Observa que se trata de una anciana cuyo aspecto corresponde a la edad que se le comunica. Mientras mantiene la estabilización en línea de la columna vertebral, nota que la paciente no responde a sus órdenes. Tiene una laceración visible en la frente y una evidente deformidad en la muñeca izquierda. Usa un brazalete de alerta médica que indica que tiene diabetes.

- ¿Causó la caída un cambio en el estado mental o esto es secundario a un suceso previo?
- ¿Cómo la edad, antecedentes médicos y fármacos que usa la paciente interaccionan con las lesiones sufridas para hacer diferentes su fisiopatología y manifestaciones de aquellas que se encuentran en pacientes más jóvenes?
- ¿Debería considerarse sólo la edad avanzada como criterio adicional para el transporte a un centro de traumatología?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Cuando se aborda un traumatismo en un paciente de edad avanzada, no siempre se puede determinar inmediatamente si éste fue el evento principal o fue secundario a un suceso médico, como un evento vascular cerebral, un infarto miocárdico o un episodio sincopal. Sin embargo, siempre es necesario considerar la posibilidad de que un proceso médico significativo precedió al trauma. Su evaluación primaria revela que la paciente tiene una vía aérea permeable y respira 16 veces por minuto. No hay hemorragia externa mayor y el sangrado de la laceración de la frente se controla fácilmente por compresión.

La frecuencia cardiaca de la paciente es de 84 latidos/minuto y su tensión arterial de 154/82 mm Hg. Usted estabiliza manualmente la cabeza y la columna e inmoviliza a la paciente sobre una tabla larga con acojinamiento apropiado. Debido a que se sabe que la anciana es diabética, usted revisa su azúcar en la sangre para determinar si hay una causa corregible sobre su alteración mental. Dada su edad, el traumatismo cefálico aparente y la magnitud de la caída, usted la transporta urgentemente al centro de traumatología más cercano.

Referencias

1. U.S. Census Bureau. State and county quickfacts. <http://quickfacts.census.gov/qfd/states/00000.html>. Consultado el 24 de febrero de 2013.
2. Scommegna P. United States growing bigger, older, and more diverse. Population Reference Bureau. <http://www.prb.org/Publications/Articles/2004/USGrowingBiggerOlderandMoreDiverse.aspx>. Consultado el 26 de diciembre de 2013.
3. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World population prospects: the 2012 revision. <http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm>. Consultado el 3 de septiembre de 2013.
4. Champion H, Copes WS, Sacco WJ, et al. The Major Trauma Outcome Study: establishing national norms for trauma care. *J Trauma*. 1990;30(11):1356.
5. National Center for Injury Prevention and Control, Centers for Disease Control and Prevention, Web-Based Injury Statistics Query and Reporting System (WISQARS). Ten leading causes of death by age group, United States - 2010, http://www.cdc.gov/injury/wisqars/pdf/10LCID_All_Deaths_By_Age_Group_2010-a.pdf. Consultado el 5 de enero de 2014.
6. American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012:272-284.
7. Jacobs D. Special considerations in geriatric injury. *Curr Opin Crit Care*. 2003;9(6):535.
8. Cohen RA, Bloom B, Simpson G, Parsons PE. Access to health care. Part 3: Older adults. *Vital Health Stat 10*. 1997;(198):1-32.
9. Milzman DP, Boulanger BR, Rodriguez A, et al. Pre-existing disease in trauma patients: a predictor of fate independent of age and injury severity score. *J Trauma*. 1992;32:236.
10. Smith T. Respiratory system: aging, adversity, and anesthesia. In: McCleskey CH, ed. *Geriatric Anesthesiology*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1997.
11. Deiner S, Silverstein JH, Abrams K. Management of trauma in the geriatric patient. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2004;17(2):165.
12. Carey J. Brain facts: a primer on the brain and nervous system. Washington, DC: Society for Neuroscience; 2002.
13. U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, National Eye Institute. Facts about cataracts. http://www.nei.nih.gov/health/ataract/ataract_facts.asp. Consultado el 5 de enero de 2014.
14. EPOS Group. Incidence of vertebral fracture in Europe: Results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *J Bone Miner Res*. 2002;17:716-24.
15. Blackmore C. Cervical spine injury in patients 65 years old and older: epidemiologic analysis regarding the effects of age and injury mechanism on distribution, type, and stability of injuries. *Am J Roentgenol*. 2002;178:573.
16. Tinetti M. Preventing falls in elderly persons. *N Engl J Med*. 2003;348:42.
17. Centers for Disease Control and Prevention. Older adult drivers: Get the facts. 2013 http://www.cdc.gov/motorvehiclesafety/older_adult_drivers/adult_drivers_factsheet.html. Consultado el 5 de enero de 2014.
18. U.S. Department of Health and Human Services, U.S. Administration on Aging, National Center on Elder Abuse, Elder Abuse: The Size of the Problem. <http://www.ncea.aoa.gov/Library/Data/index.aspx>. Consultado el 5 de enero de 2014.
19. Heffner J, Reynolds S. Airway management of the critically ill patient. *Chest*. 2005;127:1397.
20. American Geriatric Society. *Geriatric Education for Emergency Medical Services (GEMS)*. Sudbury, MA: Jones & Bartlett Publishers; 2003.
21. Eastern Association for the Surgery of Trauma. Geriatric trauma, triage of. <http://www.east.org/tpg/geriatric.pdf>. Published 2001. Consultado el 26 de diciembre 2013.
22. Sasser SM, Hunt RC, Faul M. Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the National Expert Panel on Field Triage 2011. *MMWR*. 2012;61(1):1-20.

Lecturas sugeridas

- American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma. Extremes of age: Geriatric trauma. In: ACS Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support for Doctors, Student Course Manual*. 9th ed. Chicago, IL: ACS; 2012:272-284.
- Callaway D, Wolfe R. Geriatric trauma. *Emer Med Clin North Am*. 2007;25(3):837-860.
- Lavoie A, Ratte S, Clas D, et al. Pre-injury warfarin use among elderly patients with closed head injuries in a trauma center. *J Trauma*. 2004;56:802.
- Tepas JJ III, Veldenz HC, Lottenberg L, et al. Elderly trauma: a profile of trauma experience in the sunshine (retirement) state. *J Trauma*. 2000;48:581.
- Victorino GP, Chong TJ, Pal JD. Trauma in the elderly patient. *Arch Surg*. 2003;138:1093-1097.



Principios dorados de la atención del trauma prehospitalario

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Referir la importancia del "Periodo dorado".
- Discutir por qué mueren los pacientes de traumatología.
- Discutir los 15 "Principios dorados" en la atención traumatólogica prehospitalaria.



Introducción

A finales del decenio de 1960, el doctor R. Adams Cowley concibió la idea de un periodo temporal crucial durante el cual es importante empezar la

atención definitiva del paciente con traumatismo y lesiones críticas. En una entrevista expresó:

Hay una "hora dorada" entre la vida y la muerte. Si usted es lesionado gravemente, cuenta con menos de 60 minutos para sobrevivir. Tal vez no muera entonces, puede ser 3 días o 2 semanas después, pero algo ha pasado en su cuerpo que es irreparable.¹

¿Hay una base para este concepto? La respuesta es, definitivamente, sí. No obstante, es importante darse cuenta de que un paciente no siempre tiene el lujo de una "hora dorada." Aquel con una herida penetrante del corazón puede contar con sólo unos minutos para recibir una atención definitiva antes de que el shock causado por la lesión se vuelva irreversible. En el otro lado del espectro se encuentra un paciente con una hemorragia interna lenta, en proceso, por una fractura de fémur aislada, quien puede tener varias horas o más para alcanzar el tratamiento definitivo y lograr la reanimación.

Debido a que la *Hora dorada* no es un periodo estricto de 60 minutos y varía de un paciente a otro, con base en las lesiones, la denominación más apropiada que debe usarse es *Periodo de oro*. Si un paciente gravemente lesionado puede obtener atención definitiva, esto es, el control de la hemorragia y su reanimación dentro de ese Periodo de oro particular, su posibilidad de supervivencia mejora mucho.² El Comité de Traumatología del American College of Surgeons (ACS) ha utilizado el concepto de Periodo dorado para enfatizar la importancia del transporte de un paciente a instalaciones donde se disponga de inmediato de cuidados expertos de traumatología.

Ninguna llamada, escenario o paciente, son iguales. Cada uno requiere de la flexibilidad de los proveedores de atención de la salud para actuar y reaccionar ante las situaciones conforme se presentan. El cuidado prehospitalario de traumatología debe reflejar estas contingencias. Sin embargo, las metas no cambian:

1. Tener acceso al paciente.
2. Identificar lesiones que ponen en riesgo la vida.
3. Preparar y transportar al paciente a las instalaciones apropiadas más cercanas en el menor tiempo.

La mayoría de las técnicas y principios discutidos no es nueva y se incluyen en los programas de tratamiento inicial. El Soporte vital de trauma prehospitalario (PHTLS) es diferente en las siguientes formas:

1. Provee prácticas actuales de tratamiento basadas en pruebas para el paciente de traumatología.
2. Brinda un abordaje sistemático para establecer las prioridades de la atención del paciente de traumatología que presentó lesión en múltiples órganos, aparatos y sistemas.
3. Provee un esquema organizado para las intervenciones.

El programa de PHTLS instruye en el sentido de que el proveedor de atención prehospitalaria puede hacer juicios correctos

que lleven a un buen resultado sólo si está provisto de una buena base de conocimientos. Los fundamentos del programa de PHTLS son que la atención del paciente debe ser guiada por el *juicio*, no por un *protocolo*, de ahí el detalle médico provisto en este curso. En este capítulo se abordan y "se conjuntan" los aspectos clave de los cuidados de traumatología prehospitalaria.

Por qué mueren los pacientes de trauma

Los estudios de análisis de las causas de muerte de los pacientes de traumatología revelan varios temas comunes. Un estudio de más de 700 muertes de pacientes traumatizados en Rusia mostró que la mayoría de éstos sucumbieron rápidamente debido a que sus lesiones podían clasificarse en una de las siguientes tres categorías: pérdida sanguínea masiva aguda (36%), lesión grave de órganos vitales —como el cerebro— (30%) y obstrucción de vías respiratorias e insuficiencia ventilatoria aguda (25%).³ En un estudio publicado en el año 2010 se documentó que 76% de los pacientes que murieron rápidamente fue a causa de lesiones en cabeza, aorta y corazón, cuya supervivencia era imposible.⁴ En un análisis de 753 pacientes de traumatología que murieron debido a sus lesiones en un centro hospitalario de nivel I, el doctor Ronald Stewart y colaboradores encontraron que 51% murieron por traumatismo grave del sistema nervioso central (SNC) (p. ej., lesión encefálica traumática), 21% por shock irreversible, 25% por traumatismo grave del SNC y shock irreversible, y 3% por insuficiencia de órganos múltiples.⁵

Pero ¿qué les está ocurriendo a esos pacientes en el ámbito celular? Como se abordó en el Capítulo 4 (Fisiología de la vida y la muerte), el proceso metabólico del cuerpo humano es impulsado por la energía, de manera semejante a cualquier máquina. El shock se considera un fracaso de la producción de energía en el cuerpo. Como las máquinas, el cuerpo humano genera su propia energía, pero debe tener combustible para lograrlo. Los combustibles del cuerpo son oxígeno y glucosa, y puede almacenar ésta en forma de carbohidratos complejos (glucógeno) y grasa para usarla posteriormente. Sin embargo, el oxígeno no se puede almacenar. Debe ser provisto constantemente a las células del cuerpo. El aire atmosférico que contiene oxígeno llega a los pulmones por acción del diafragma y los músculos intercostales, se difunde a través de las paredes alveolares y capilares, donde se une a la hemoglobina en los eritrocitos (RBC), y después se transporta a los tejidos corporales por medio del aparato circulatorio. En presencia de oxígeno, las células de los tejidos "queman" la glucosa mediante una serie compleja de procesos metabólicos (glucólisis, ciclo de Krebs y transporte de electrones) a fin de producir la energía necesaria para todas las funciones corporales. Esta energía se almacena como trifosfato de adenosina (ATP). Sin suficiente energía (ATP), las actividades metabólicas esenciales no pueden realizarse de manera normal, y las células empiezan a morir y los órganos a presentar insuficiencia.

La sensibilidad de las células ante la carencia de oxígeno varía de un órgano a otro (figura 18-1). Las células de un órgano pueden dañarse fatalmente, pero continúan funcionando durante algún tiempo (véanse las complicaciones del shock prolongado en los Capítulos 4 y 9, Fisiología de la vida y la muerte y Shock respectivamente). Esta muerte diferida de las células, que provoca insuficiencia de los órganos, es lo que el doctor Cowley refería en su nota original.

Figura 18-1 Shock

Cuando el corazón es privado de oxígeno, las células miocárdicas no pueden producir suficiente energía para bombear sangre hacia los demás tejidos. Por ejemplo, un paciente perdió un número significativo de eritrocitos y volumen sanguíneo después de una herida en la aorta por arma de fuego. El corazón continúa latiendo durante varios minutos antes de fallar. El relleno del sistema vascular después de que el corazón ha estado sin oxígeno durante varios minutos no restablecerá la función de las células lesionadas, proceso que se denomina shock irreversible.

Aunque la isquemia puede dañar virtualmente todos los tejidos, como se observa en el estado de shock grave, el daño

de los órganos no ocurre al mismo tiempo. En los pulmones suele aparecer el síndrome de insuficiencia respiratoria aguda en las 48 horas siguientes a un suceso isquémico, en tanto que las insuficiencias renal y hepática agudas se presentan por lo general varios días después. Aunque todos los tejidos corporales se ven afectados por la insuficiencia de oxígeno, algunos son más sensibles a la isquemia. Por ejemplo, un paciente que tuvo una lesión encefálica traumática puede presentar edema, lo que desemboca en un daño cerebral permanente. Aunque las células cerebrales de nivel elevado dejan de funcionar y mueren, el resto del cuerpo sobrevive y puede funcionar durante años.

El shock causa la muerte si no se trata al paciente apropiadamente, por lo que él recomendó su transporte rápido al quirófano ante una hemorragia interna a fin de controlarla.

El Periodo dorado representa un intervalo durante el cual una serie de sucesos del estado de shock empeoran, lo que pone en riesgo la supervivencia, pero se trata casi siempre de una circunstancia reversible si se recibe la atención apropiada con rapidez. No iniciar intervenciones apropiadas con el propósito de mejorar la oxigenación y controlar la hemorragia permite que el shock avance y se torne irreversible. Para que los pacientes de traumatología tengan la mejor posibilidad de supervivencia, las intervenciones deben iniciarse con un sólido sistema de comunicaciones de urgencia, que sea de fácil acceso para los ciudadanos. Los despachadores entrenados pueden empezar el proceso de proveer atención al ofrecer instrucciones previas al llegar el paciente, como el control de la hemorragia. El cuidado continúa con el arribo de los proveedores de atención prehospitalaria, y se le da seguimiento en el servicio de urgencias (SU), el quirófano y la unidad de cuidados intensivos (UCI). La traumatología es un “deporte de equipo”. El paciente “gana” cuando todos los miembros del equipo de traumatología —desde aquellos en el campo hasta los del centro hospitalario— trabajan juntos para atender al paciente individual.

Los principios fundamentales de atención prehospitalaria del trauma

En los capítulos precedentes se discutió la valoración y el tratamiento de los pacientes que tuvieron lesión de un órgano, aparato o sistema corporal específico. Aunque en este libro se presentan individualmente los aparatos y sistemas corporales, la mayoría de los pacientes con una lesión grave presenta daño de más de un órgano, aparato o sistema corporal, de ahí la denominación de paciente con traumatismo de múltiples aparatos y sistemas (también conocido como *politraumatizado*). Un proveedor de atención prehospitalaria necesita reconocer y priorizar el tratamiento de los pacientes con múltiples lesiones, siguiendo los “Principios dorados de la atención traumatológica prehospitalaria”.

1. Garantizar la seguridad de los proveedores de atención prehospitalaria y el paciente

La seguridad en el escenario sigue siendo la máxima prioridad al arribar a todo sitio del que se hizo una llamada para solicitar ayuda médica. Los proveedores de atención prehospitalaria deben desarrollar y practicar una alerta situacional en todos los tipos de escenario (Figura 18-2). Dicha alerta no sólo incluye la seguridad del paciente, sino también la de quienes responden ante una urgencia. Con base en la información provista por el despachador, a menudo se pueden prever las amenazas potenciales antes de llegar al escenario. En una colisión de vehículos automotores, las situaciones del riesgo pueden incluir tráfico, materiales peligrosos, incendios, derrames de combustible y caída de líneas de energía eléctrica. En un incidente que involucra a una víctima con una herida por arma de fuego, tal vez quien la causó aún se encuentre en el área.



Figura 18-2 Garantice la seguridad de los proveedores de atención prehospitalaria y el paciente.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía de Darren Stahlman.

Cuando ha ocurrido un crimen violento, el personal de seguridad pública debe coordinarse con el SMU para entrar al escenario a fin de asegurar la zona y acelerar la atención de los pacientes lesionados. Un proveedor de atención prehospitalaria que corre un riesgo innecesario puede también convertirse en víctima. Al hacerlo ya no es de utilidad para el paciente de traumatología y, por el contrario, agrega dificultades de tratamiento al escenario. Esto se aplica también a los casos de desastres naturales, como terremotos y tornados, así como los causados por seres humanos, como explosiones o asesinatos masivos por arma de fuego. Sólo quienes tienen un entrenamiento apropiado pueden ingresar a esos escenarios para realizar actividades de rescate.

Otro aspecto fundamental de la seguridad implica el uso de precauciones estándar. La sangre y otros líquidos corporales pueden transmitir infecciones, como las causadas por el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y la hepatitis B (VHB). Siempre deben usarse medidas de protección —como los guantes—, en especial cuando se atiende a pacientes de traumatología en presencia de sangre y líquidos corporales.

También deben garantizarse la seguridad del paciente y las posibles situaciones peligrosas. Incluso si un paciente involucrado en una colisión de vehículos automotores no presenta trastornos que pongan en riesgo la vida, que pueden ser identificados en la valoración primaria, es apropiado retirarlo rápido del escenario cuando se observan circunstancias que ponen en riesgo su seguridad, como una probabilidad potencial de incendio o una ubicación precaria riesgosa de un vehículo.

2. Evaluar la situación del escenario para determinar la necesidad de recursos adicionales

Al acudir al escenario, e inmediatamente después del arribo a éste, se realiza una rápida valoración para determinar si se requieren recursos adicionales o especializados, por ejemplo, más unidades de servicios médicos de urgencia (SMU) para atender al número de pacientes reportado, equipos de combate de incendios y de rescate especiales, personal de la compañía de electricidad, helicópteros de atención médica y médicos para ayudar en la selección de un gran número de víctimas, etcétera. Debe preverse la necesidad de

estos recursos y solicitarse tan pronto como sea posible, además de asegurar un conducto de comunicación designado.

3. Reconocer la cinemática que originó las lesiones

En el Capítulo 5, Cinemática del trauma, se proporcionan al lector los fundamentos acerca de cómo la energía cinética se puede traducir en lesiones para el paciente. Conforme se arriba al escenario y se ubica al paciente, se nota la cinemática de la situación (Figura 18-3). Comprender los principios de la cinemática conduce a una mejor valoración del paciente. El conocimiento de patrones de lesión específicos ayuda a predecir las circunstancias y saber qué explorar. La consideración de la cinemática no debe retrasar el inicio de la valoración del paciente y su atención, pero puede incluirse en la valoración global del escenario y en preguntas dirigidas al paciente y los testigos.



Figure 18-3 Reconozca la cinemática que produjo las lesiones.
Fuente: cortesía de Mark Woolcock.

Figura 18-4 Criterios del mecanismo de lesión para seleccionar los centros de traumatología

- Caídas
 - Adultos: desde más de 6.1 metros (un piso de un edificio equivale a 3 metros).
 - Niños: más de 3 metros, o dos o tres veces su talla.
- Colisiones automovilísticas de alto riesgo.
 - Intrusión, incluida la del techo: más de 0.3 m del sitio del ocupante; más de 0.5 m en cualquier sitio.
 - Explosión (parcial o completa) de un automóvil.
- Muerte en el compartimiento de pasajeros.
- Datos por telemetría de vehículos, compatibles con un alto riesgo de lesión.
- Colisión de vehículo contra un peatón o ciclista que es proyectado, atropellado o impactado significativamente (a más de 30 km por hora).
- Colisión de una motocicleta a más de 30 km/h.

Fuente: adaptado de Esquema de la toma de decisión de selección en el campo: The National Trauma Triage Protocol, US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.

La cinemática también tiene importancia fundamental en la determinación del destino hospitalario para un paciente de traumatología. En los Centers for Disease Control and Prevention se describieron los criterios del mecanismo de lesión para seleccionar los centros de traumatología (Figura 18-4).

4. Usar de evaluación primaria para identificar circunstancias que ponen en riesgo la vida

El concepto medular en el programa PHTLS es el énfasis en la valoración primaria (primera inspección) adoptado del Programa de Soporte Vital Avanzado por Trauma (ATLS, por sus siglas en inglés) para Médicos, con instrucción del Comité de Traumatología de la ACS. Este breve sondeo permite evaluar las funciones vitales con rapidez y las circunstancias que ponen en riesgo la vida, identificadas mediante una valoración sistemática del ABCDE: vías aéreas, respiración, circulación, discapacidad y exposición/ambiente (del inglés *airway, breathing, circulation, disability, expose/environment*) (Figura 18-5). Se provee un abordaje inicial al escenario y, como cuidado de campo, se recibe información mediante varios sentidos (vista, oído, olfato, tacto), que debe distribuirse, colocarse en un esquema prioritario de lesiones que ponen en riesgo la vida o una extremidad, y usarse para estructurar un plan de tratamiento correcto.

La valoración primaria implica una filosofía de "trate de acuerdo con las reglas". Al identificar problemas que ponen en riesgo la vida,

se inician los cuidados en el tiempo más breve posible. Aunque se aprenden en forma gradual, muchos aspectos de la valoración primaria pueden realizarse de manera simultánea. Durante el transporte, debe sopesarse la valoración primaria a intervalos razonables, de manera que pueda evaluarse la eficacia de las intervenciones y abordar nuevos requerimientos.

En niños, embarazadas y adultos mayores debe, considerarse las lesiones:

1. Más graves que su aspecto externo
2. Con una influencia sistémica más intensa
3. Con un mayor potencial de producir una descompensación rápida

En las embarazadas hay al menos dos pacientes por cuidar: la mujer y el feto, ya que ambos pueden haber presentado lesión. El abordaje de las necesidades de la mujer mejora las posibilidades de supervivencia de ambos, madre y feto. Los mecanismos compensatorios difieren en la embarazada y tal vez no revelen anomalías hasta que la paciente está gravemente afectada (véase el Capítulo 13, Trauma abdominal, tema "Traumatismos en la paciente obstétrica").

La valoración primaria también provee una estructura para establecer prioridades de tratamiento cuando se debe atender a numerosos pacientes. En un incidente de mortalidad múltiple, por ejemplo, los pacientes en quienes se han identificado problemas graves en vías respiratorias, ventilación o perfusión, se tratan antes que aquellos con sólo grados alterados de la conciencia. En el Capítulo 19, Manejo de desastres, se aborda con mayor detalle este tema.

Figura 18-5 El paciente crítico o potencialmente grave de traumatología: tiempo en el escenario de 10 minutos o menos

Presencia de cualquiera de los siguientes trastornos que ponen en riesgo la vida:

1. Vía aérea inadecuada o bajo amenaza
2. Alteración de la ventilación debido a:
 - Frecuencia ventilatoria anormalmente rápida o lenta
 - Hipoxia (saturación de oxígeno [SpO₂] menor de 95%, e incluso con oxígeno complementario)
 - Disnea
 - Neumotórax abierto o tórax inestable
 - Sospecha de neumotórax
 - Sospecha de neumotórax a tensión
3. Hemorragia externa significativa, o sospecha de hemorragia interna
4. Shock (incluso compensado)
5. Estado neurológico anormal
 - Calificación de 13 o menos en la escala de coma de Glasgow (GCS)
 - Actividad convulsiva
 - Déficit sensorial o motor
6. Traumatismo penetrante de cabeza, cuello o tronco, o proximal al codo y la rodilla en las extremidades
7. Amputación o semiamputación proximal a los dedos o artejos
8. Cualquier traumatismo en presencia de:
 - Antecedente de trastornos médicos graves (p. ej., arteriopatía coronaria, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, trastorno hemorrágico)
 - Edad mayor de 55 años
 - Niños
 - Hipotermia
 - Quemaduras
 - Embarazo de más de 20 semanas
 - Valoración de un trastorno de alto riesgo por el proveedor de atención prehospitalaria

5. Proveer un control apropiado de vías aéreas mientras mantiene la estabilización de la columna cervical, como está indicado

El control de la vía aérea sigue siendo la prioridad máxima en el tratamiento de pacientes con lesiones graves. Esto debe hacerse mientras se mantienen la cabeza y el cuello alineados en posición neutra, si así lo indica el mecanismo de la lesión. Todos los proveedores de atención prehospitalaria deben ser capaces de ejecutar "destrezas esenciales" del cuidado de las vías aéreas con facilidad: limpieza manual de la vía aérea, maniobras manuales para abrir la vía aérea (compresión del maxilar superior y elevación del mentón traumatizados), aspiración, y uso de sondas orofaríngeas y nasofaríngeas.

La necesidad de cuidado avanzado y complejo de las vías aéreas y la selección de la técnica y el dispositivo para asegurarlo dependen de las capacidades de pensamiento crítico del proveedor de atención prehospitalaria, así como de factores como su nivel de entrenamiento y destreza, la facilidad del tratamiento, las consideraciones anatómicas y el tiempo requerido para llegar a las instalaciones donde se recibirá al paciente.

Durante muchos años, la intubación endotraqueal ha sido la técnica preferida para controlar la vía aérea de un paciente de traumatología críticamente enfermo en el contexto prehospitalario. Esta recomendación, si bien basada en el de ATLS, se ha vuelto cada vez más controvertida debido al surgimiento de más datos prehospitalarios acerca del cuidado de la vía aérea (véase el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación). Como ya se comentó, las preocupaciones relacionadas con la intubación endotraqueal prehospitalaria incluyen mala posición no detectada y realización insuficiente del procedimiento para mantener la competencia, así como los resultados contrastantes de pacientes que fueron sometidos a intubación endotraqueal. En un estudio se mostró que los pacientes prehospitalarios con lesiones significativas que se tratan por intubación endotraqueal, en comparación con aquellos a quienes se les administró ventilación con bolsa y mascarilla antes de arribar a un centro traumatológico, tienen el mismo resultado.⁸ *En algunas circunstancias, como ante la proximidad de instalaciones de recepción apropiadas, la decisión más prudente puede ser centrarse en las destrezas esenciales del cuidado de la vía aérea y el transporte rápido del paciente a ese hospital.* La ventilación con bolsa y mascarilla debe realizarse correctamente y con la misma atención a los detalles de la ventilación adecuada que cuando se realiza intubación endotraqueal.

Puede considerarse la intubación endotraqueal para pacientes que presentan:

- Calificación de 8 o menor en la escala de coma de Glasgow (ECG)
- Requerimiento de concentraciones elevadas de oxígeno para mantener su saturación (SpO₂) mayor de 95%
- Requerimiento de ventilación asistida por una frecuencia ventilatoria o un volumen por minuto menores
- Hematoma cervical en expansión
- Quemaduras de vías aéreas o pulmonares
- Alteración del estado mental que modifica la posición natural de la lengua

Si bien la realización de una intubación endotraqueal en el campo parece tener sentido, no hay pruebas concluyentes de que repercuta en una menor tasa de morbilidad o mortalidad en el paciente traumatizado. Varios estudios realizados en San Diego, California, mostraron que la hiperventilación era frecuente después de la intubación endotraqueal y se relacionaba con un peor resultado y menor supervivencia.^{7,8} Los autores señalaron que el dispositivo en sí no era el problema, sino que más bien fueron la falta de cuidados después de su inserción y a la atención a los detalles de ventilación lo que produjo las complicaciones.

Después de colocar el tubo endotraqueal, debe precisarse y confirmarse su posición apropiada con una combinación de valoración clínica y dispositivos adyuvantes, en particular la capnometría continua (véase el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación). Siempre debe confirmarse la colocación del tubo endotraqueal cuando hay un cambio súbito en la lectura de capnografía o saturación de oxígeno después de pasar a un paciente hacia o fuera de la camilla, al meterlo o sacarlo de la ambulancia, luego de virajes bruscos o traqueteo durante el transporte del paciente por caminos irregulares, y de su paso a una camilla en el SU.

Además del tubo endotraqueal, hay muchos dispositivos que pueden usarse para el cuidado de la vía aérea. Cuando ha sido indicada la intubación endotraqueal, y ésta no puede efectuarse, estos dispositivos representan buenas opciones (véase el algoritmo de cuidado de la vía aérea provisto en el Capítulo 8, Vía aérea y ventilación). Se puede intentar la ventilación mediante destrezas esenciales o con dispositivos como una vía aérea de doble luz o mascarilla laríngea. Si se puede lograr la ventilación adecuada, se considerarán intentos adicionales de intubación con uso de las técnicas retrógrada o digital. Si no se puede lograr la ventilación, la cricotiroidotomía es una opción aceptable.

6. Ventilación de sostén y administración de oxígeno para mantener la SpO₂ por arriba de 95%

La valoración y el tratamiento de la ventilación es otro aspecto clave en el cuidado del paciente gravemente lesionado. La frecuencia normal en el paciente adulto es de 12 a 20 ventilaciones por minuto. Una frecuencia menor que esta a menudo interfiere de manera significativa con la capacidad del cuerpo de oxigenar los eritrocitos que pasan a través de los capilares pulmonares y retirar el dióxido de carbono producido por los tejidos. Los pacientes con bradipnea requieren auxilio ventilatorio asistido o total con un dispositivo de bolsa y mascarilla conectado a una fuente de oxígeno complementario (fracción de oxígeno inspirado [FiO₂] mayor de 0.85).

Quando los pacientes presentan taquipnea (frecuencia mayor de 20 respiraciones/minuto en el adulto), debe determinarse su ventilación por minuto (volumen de ventilación pulmonar multiplicado por la frecuencia ventilatoria). Para un paciente con decremento significativo en el volumen minuto (ventilaciones rápidas poco profundas), debe asistirse la ventilación con un dispositivo de bolsa y mascarilla conectado a una fuente de oxígeno complementario (FiO₂ mayor de 0.85).

De ser posible, la vigilancia del dióxido de carbono al final de la espiración (ETCO₂) puede ser útil para asegurar un respaldo

ventilatorio suficiente. Un decremento súbito en el ETCO_2 puede indicar desalojo del tubo endotraqueal cuando es colocada, o un decremento súbito de la perfusión (hipotensión intensa o paro cardiopulmonar).

Debe administrarse oxígeno complementario a cualquier paciente de traumatología con trastornos que ponen en riesgo la vida, o que se sospechan. Si está disponible, se puede usar oximetría de pulso para mantener la SpO_2 mayor de 95% (a nivel del mar). Si la precisión de la lectura de la oximetría de pulso genera dudas, o si no se dispone de esa tecnología, se puede administrar oxígeno mediante una mascarilla sin retorno al paciente con respiración espontánea, o con un dispositivo de bolsa y mascarilla conectado a oxígeno complementario (FiO_2 mayor de 0.85) a fin de brindar respaldo ventilatorio asistido parcial o total.

Si se provee ventilación asistida, debe tenerse cuidado de evitar la hiperventilación inadvertida. En el paciente con lesión encefálica traumática, la hiperventilación en ausencia de signos de aumento de la presión intracraneal o de herniación encefálica puede comprometer la irrigación sanguínea cerebral, causar vasoconstricción y provocar un peor panorama.

7. Control de cualquier hemorragia externa significativa

En el paciente de traumatología, la hemorragia externa significativa es un dato que requiere atención inmediata. Debido a que no se dispone de sangre para administración en el contexto prehospitalario, el control de la hemorragia se vuelve la preocupación primordial para los proveedores de atención prehospitalaria a fin de mantener un número suficiente de eritrocitos circulantes; *cada eritrocito cuenta*. Las lesiones de extremidades y las heridas del cuero cabelludo, como laceraciones y avulsiones parciales, pueden asociarse con una pérdida sanguínea que ponga en riesgo la vida.

Casi toda hemorragia externa se controla fácilmente al aplicar presión directa en el sitio sangrante, o, si los recursos son limitados, mediante el uso de un traje a presión creado por cojinetes de gasa de 10×10 cm y un vendaje elástico. Para aplicar apropiadamente la presión, la gasa debe empacarse de manera estrecha en el interior de la herida, de modo que esté en contacto directo con la superficie sangrante, no sólo encima de ella. El propósito del empaquetado apropiado de una herida es hacer presión directa sobre los vasos sanguíneos seccionados o desgarrados; la gasa no es meramente un dispositivo de atrapamiento usado para evitar que la sangre escurra. Después de que se ha empacado estrechamente la gasa en la herida, debe hacerse presión sobre el empaquetado para mantenerlo fuertemente aprisionado contra el sitio sangrante. Esto se logra al aplicar presión manual sobre el dispositivo durante 5 a 6 minutos o más para asegurar que la hemorragia se detenga. Sin embargo, si el paciente está bajo tratamiento con algún tipo de medicamento anticoagulante (incluido el ácido acetilsalicílico), se requerirá más tiempo.

Si la presión directa sobre un vendaje compresivo apropiadamente empacado no puede controlar la hemorragia externa de la extremidad, el siguiente paso es restringir la irrigación sanguínea con un torniquete correctamente aplicado. El uso militar de este importante dispositivo demostró su eficacia en las guerras de Iraq y Afganistán, y mostró mínimas complicaciones. En ocasiones, la aplicación de un solo torniquete tal vez no ocluya por completo la arteria y detenga la

hemorragia. En tales casos se puede requerir un segundo torniquete, aplicado apenas proximal al primero (véase el Capítulo 9, Shock).

Para la hemorragia externa en sitios donde no se puede aplicar un torniquete para comprimir un vaso sanguíneo sangrante (tronco, cuello, parte alta de una extremidad o la ingle), puede utilizarse un agente hemostático. A semejanza del empaque de una herida, debe insertarse y empacarse una gasa impregnada con el agente en el interior de la herida, y aplicar presión al menos durante 3 minutos.

Para un paciente en shock evidente por hemorragia externa, deben evitarse las medidas de reanimación pretendidas (p. ej., administración de soluciones intravenosas [IV]) antes de controlar en forma adecuada la hemorragia. *Los intentos de reanimación nunca tendrán éxito en presencia de una hemorragia externa constante.*

El control de la hemorragia externa y el reconocimiento de sospecha de hemorragia interna combinados con el transporte adecuado a las instalaciones apropiadas más cercanas representan oportunidades para el proveedor de atención prehospitalaria de tener un impacto significativo y salvar muchas vidas.

8. Proveer el tratamiento básico del estado de shock, incluidas férulas apropiadas en las lesiones musculoesqueléticas, así como el restablecimiento y mantenimiento de la temperatura corporal normal

Al final de la valoración primaria el cuerpo del paciente está expuesto, de manera que el proveedor de atención prehospitalaria puede revisarlo rápidamente en busca de lesiones que pongan en riesgo la vida. Una vez concluido esto, debe cubrirse nuevamente al paciente, ya que la hipotermia puede ser fatal en cualquier paciente traumatizado grave. El paciente en shock enfrenta una desventaja debido al decremento notorio en la producción de energía resultante de la inadecuada perfusión tisular. La pérdida de calor por exposición innecesaria tiene un efecto negativo en el paciente crítico de traumatología. La tríada de la muerte (hipotermia, acidosis y *coagulopatía* [disminución de la capacidad de la coagulación sanguínea]) corresponde a los síntomas de menor producción de energía y metabolismo anaerobio. Un paciente con frío que está temblando ha iniciado el camino descendente hacia la muerte. Si la temperatura en la ambulancia es cómoda para usted, vestido por completo, entonces posiblemente sea muy fría para el paciente.

Una hipotermia grave puede surgir cuando no se mantiene la temperatura corporal del paciente. La hipotermia altera de manera drástica la capacidad del sistema de coagulación sanguínea corporal para lograr la hemostasia. La sangre se coagula como resultado de una compleja serie de reacciones enzimáticas que forman una matriz de fibrina que atrapa a los eritrocitos y detiene la hemorragia. Estas enzimas actúan dentro de un rango muy estrecho de temperatura. Un descenso en la temperatura corporal por debajo de 35°C puede contribuir significativamente a la aparición de una coagulopatía. Por lo tanto, es importante mantener el calor corporal mediante el uso de mantas, y restablecerlo con reanimación y un ambiente cálido dentro de la ambulancia.

Cuando ocurre la fractura de un hueso largo, el músculo y el tejido conectivo circundantes a menudo se desgarran. Este daño tisular, aunado a la hemorragia de los extremos de los huesos fracturados, puede causar una hemorragia interna significativa, que va de 500 mL en una fractura del húmero hasta 1 a 2 L en una sola fractura de fémur. El tratamiento rudo de una extremidad fracturada puede empeorar el daño tisular y agravar la hemorragia. Las férulas ayudan a disminuir la pérdida de sangre adicional en los tejidos circundantes y a conservar los eritrocitos circulantes para el transporte de oxígeno. Por ese motivo, así como para el tratamiento del dolor, se colocan férulas en las extremidades fracturadas.

En un paciente de traumatología gravemente lesionado tal vez no haya tiempo para colocar una férula a cada fractura individual. En cambio, la inmovilización del paciente sobre un tablero largo servirá como férula para virtualmente todas las fracturas en una posición anatómica y disminuirá la hemorragia interna. Una posible excepción es la fractura mediodiáfisaria del fémur. Debido al espasmo de los fuertes músculos del muslo, éstos se contraen y hacen que los extremos del hueso se superpongan entre sí, lo que causa daño a los tejidos más próximos. Estos tipos de fracturas se controlan mejor mediante una férula de tracción, si el tiempo permite su aplicación durante el transporte. Para la mayoría de las emergencias por traumatismo, cuando no se identifican circunstancias que pongan en riesgo la vida en la valoración primaria, cada lesión que se sospeche en una extremidad deberá ser atendida con la colocación de una férula apropiada.

9. Mantener la estabilización manual de la columna vertebral hasta que el paciente sea inmovilizado

Cuando se hace contacto con el paciente traumatizado, debe iniciarse la estabilización de la columna cervical y mantener ésta hasta que dicho paciente (1) sea inmovilizado con un dispositivo apropiado, o (2) se considere que cumple los requerimientos para una inmovilización raquídea (Figura 18-6). La inmovilización raquídea satisfactoria implica la estabilización de la cabeza a la pelvis.



Figura 18-6 Mantenga la sujeción manual de la columna vertebral hasta que el paciente sea inmovilizado.

Fuente: Cortesía de Rick Brady.

Dicha inmovilización no debe interferir con la capacidad del paciente de abrir la boca, ni impactar en la función ventilatoria.

La inmovilización raquídea después de un traumatismo no penetrante, está indicada si el paciente presenta alteración del grado de conciencia (calificación menor de 15 del ECG), dolor de cuello, manifestación neurológica, hipersensibilidad raquídea y anomalía anatómica, o déficit motor o sensorial identificado a la exploración física. Si el paciente ha sufrido un mecanismo de lesión preocupante, está indicada la inmovilización raquídea cuando presenta datos de intoxicación por alcohol o fármacos, una lesión significativa que desvíe la atención o la imposibilidad de comunicarse debido a su edad o por una barrera del lenguaje (véase la sección Indicaciones de la inmovilización vertebral, en el capítulo Trauma vertebral).

Se lleva a cabo la inmovilización raquídea del paciente con traumatismo penetrante sólo cuando presenta manifestaciones neurológicas relacionadas con la columna vertebral, o si se nota déficit sensorial o motor a la exploración física. En un estudio se encontró que el resultado es peor para los pacientes con traumatismos penetrantes a quienes les fue realizada una inmovilización raquídea prehospitalaria innecesaria.⁹

10. Iniciar el transporte de los pacientes traumatizados críticamente lesionados a las instalaciones apropiadas más cercanas tan pronto como sea posible después del arribo del SMU al escenario

Numerosos estudios han mostrado que los retrasos en el transporte de pacientes traumatizados a instalaciones de recepción hospitalaria apropiadas aumentan la tasa de mortalidad (Figura 18-7). Si bien los proveedores de atención prehospitalaria se han vuelto competentes en el tratamiento de las vías aéreas, el respaldo ventilatorio y la administración de soluciones IV, los pacientes de traumatología más críticamente lesionados se encuentran en shock hemorrágico y



Figura 18-7 Inicie el transporte de los pacientes de traumatología críticamente lesionados a las instalaciones apropiadas más cercanas con un arribo en 10 minutos desde el escenario del siniestro.

Fuente: Cortesía de Rick Brady.

necesitan dos cosas que no pueden proveerse en el contexto prehospitalario: (1) sangre (específicamente eritrocitos) para transportar oxígeno y plasma a fin de proveer la coagulación, y (2) controlar la hemorragia interna. Puesto que la sangre humana es perecedera, no es conveniente administrarla en el lugar de los hechos en la mayoría de las circunstancias. Las soluciones cristaloides restablecen de manera temporal el volumen intravascular, pero no sustituyen la capacidad de transporte de oxígeno de los eritrocitos perdidos y la deficiencia de factores de coagulación en el plasma, por lo que escurren con rapidez hacia el espacio intersticial y crean problemas en el intercambio de oxígeno. Algunas unidades de SMU ahora portan plasma líquido para tiempos de transporte prolongados. Este plasma no requiere descongelación y puede durar hasta 30 días en refrigeración. En Europa, las unidades de SMU transportan ahora plasma *liofilizado* (congelado-seco), que no requiere refrigeración y tiene una semivida prolongada. Se reconstituye por dilución con soluciones cristaloides.

De manera similar, el control de la hemorragia interna casi siempre requiere una intervención quirúrgica urgente que debe realizarse en un quirófano. La reanimación nunca puede lograrse en el paciente con hemorragia interna constante. Por lo tanto, la meta del proveedor de cuidados prehospitalarios es dedicar el menor tiempo posible en el escenario.

Esta preocupación por limitar el tiempo en el escenario no debe considerarse con una mentalidad de "cargar y correr", donde no se hacen intentos por abordar problemas clave antes de iniciar el transporte. En su lugar, los favorecedores del PHTLS recomiendan una filosofía de "intervención limitada en el escenario", que se centra en una valoración rápida cuya finalidad es identificar amenazas para la vida y realizar las intervenciones que se *crea* mejorarán el resultado. Los ejemplos incluyen cuidado de vías aéreas y ventilación, control de hemorragia externa e inmovilización raquídea. No debe perderse tiempo precioso en procedimientos que pueden instituirse en el trayecto a las instalaciones receptoras. Los pacientes críticamente lesionados (ver Figura 18-5) deben transportarse tan pronto como sea posible después del arribo del SMU al escenario, idealmente en 10 minutos, siempre que sea posible (sección "Platino de 10 minutos" del Periodo dorado). Son excepciones razonables del Periodo de platino de 10 minutos las circunstancias que requieren tiempo para cerciorarse acerca de la existencia de escenario inseguro, como el que la policía verifique que ya no está presente el atacante.

El hospital *más cercano* tal vez no sea el *más apropiado* como instalación de recepción de muchos pacientes de traumatología. Los pacientes que cumplen algunos criterios fisiológicos, anatómicos o del mecanismo de lesión para ser llevados a un centro traumológico se benefician de instalaciones a cargo de personal experimentado en especialidades y recursos para el tratamiento de traumatismos. Idealmente, los pacientes que cumplen los criterios fisiológicos, anatómicos o del mecanismo de lesión, y aquellos con circunstancias especiales, deben transportarse directamente a un centro de traumatología si hay alguno dentro de una distancia razonable (p. ej., tiempo de conducción de 30 minutos). También se pueden utilizar helicópteros de medicina aérea para transportar pacientes directamente desde el escenario hasta los centros de traumatología, teniendo en cuenta que el arribo del helicóptero no rebase el tiempo de transporte por tierra hasta el hospital más cercano cuando no es fácil contar con un centro de traumatología.

Cada comunidad debe decidir, mediante consenso de cirujanos, médicos de urgencias y proveedores de atención prehospitalaria, a dónde debería transportarse a los pacientes traumatizados. Tales

decisiones deberían incorporarse a protocolos que designen las mejores instalaciones de destino, las *más apropiadas* y cercanas. En la mayoría de las circunstancias es apropiado evitar centros no traumatológicos para alcanzar uno de traumatología. Incluso si esto produce un incremento moderado del tiempo de transporte, aquel transcurrido hasta la atención definitiva será más breve. Idealmente, en el contexto urbano, un paciente con lesión grave arriba a un centro de traumatología en 25 a 30 minutos después del accidente.

El hospital debe funcionar tan eficazmente como los proveedores de atención prehospitalaria para continuar la reanimación y, de ser necesario, el transporte del paciente rápidamente al quirófano (todo dentro del Periodo dorado) para controlar la hemorragia y evitar que el shock se torne irreversible.

11. Iniciar la administración de soluciones intravenosas tibias de restitución en el trayecto a las instalaciones de recepción

El inicio del transporte de un paciente de traumatología gravemente lesionado nunca debe retrasarse tan sólo para insertar catéteres IV o administrar soluciones. Aunque las soluciones cristaloides restablecen el volumen de sangre perdido y mejoran la perfusión, no transportan oxígeno. Además, restablecer la tensión arterial normal puede dar como resultado una hemorragia adicional del paciente por rotura de un coágulo en vasos sanguíneos dañados que en un principio se coagularon, lo que aumenta la mortalidad.

En camino a las instalaciones de recepción se pueden insertar dos catéteres IV de gran calibre e iniciar la administración de una solución cristaloides tibia (39 °C), preferentemente de Ringer lactato. La solución se administra entibada para ayudar a prevenir la hipotermia. La reanimación por volumen se individualiza de acuerdo con las circunstancias clínicas e implica sopesar la necesidad de perfusión de órganos vitales con el riesgo de una nueva hemorragia, ya que la tensión arterial aumenta (véase Capítulo 9, Shock, sección Control de la reanimación por volumen).

Para los pacientes adultos con sospecha de hemorragia incontraída en tórax, abdomen o retroperitoneo, se elige tratamiento con soluciones IV para mantener una tensión arterial media de 60 a 65 milímetros de mercurio (mm Hg) (tensión arterial sistólica de 80 a 90 mm Hg), a menos que se sospeche lesión del SNC (lesión traumática encefálica o de la médula espinal), en cuyo caso es apropiada una tensión arterial sistólica diana de al menos 90 mm Hg. Si se controló ya una hemorragia externa aislada (p. ej., por aplicación de un torniquete a una extremidad amputada), se administra solución IV entibada para que los signos vitales regresen a cifras normales, a menos que el paciente presente datos de shock recurrente de clases III o IV, en cuyo caso los líquidos son valorados hasta una tensión arterial media de 60 a 65 mm Hg. Se pueden insertar catéteres IV y administrar soluciones durante la extracción o mientras se espera el arribo de un helicóptero de atención médica aérea. Esta situación no da como resultado un retraso en el transporte para iniciar la reanimación por volumen.

Los proveedores de soporte vital básico (SVB) deben considerar un encuentro con un soporte vital avanzado (SVA) (unidades por aire o tierra) cuando trasladan a un paciente crítico y el tiempo de transporte es prolongado, para brindar intervenciones y vigilancia que no están disponibles por medio de los proveedores de atención prehospitalaria de nivel básico.

12. Verificar los antecedentes médicos del paciente y realizar una evaluación secundaria cuando se han resuelto satisfactoriamente o se han descartado los problemas que ponen en riesgo la vida

Si se encuentran circunstancias que ponen en riesgo la vida en la valoración primaria, deben realizarse las intervenciones clave y transportar al paciente dentro de los 10 minutos del Periodo de platino. Por el contrario, si no se identifican circunstancias que pongan en riesgo la vida, se hace una valoración secundaria que consiste en una exploración física sistemática de cabeza a pies con la finalidad de identificar todas las lesiones. También se aplica un interrogatorio SAMPLE (síntomas, alergias, medicamentos, procesos médicos previos, la última comida, eventos que preceden a la lesión) durante la valoración secundaria.

Se realiza una valoración secundaria de los pacientes de traumatología críticamente lesionados sólo si el tiempo lo permite y una vez que se han controlado de manera apropiada las circunstancias que ponen en riesgo su vida. En algunas situaciones donde el paciente se localiza cerca de una instalación de recepción apropiada, tal vez nunca se pueda completar una valoración secundaria. Este abordaje asegura que la atención de los proveedores prehospitalarios se centre en los problemas más graves, que podrían derivar en la muerte si no se tratan de manera apropiada, y no a lesiones de menor importancia.

Debe evaluarse con frecuencia el estado de las vías aéreas, los sistemas respiratorio y circulatorio del paciente, así como sus signos vitales, porque aquellos que inicialmente no presentan lesiones que pongan en riesgo la vida más tarde podrían desarrollarlas.

13. Proveer alivio adecuado del dolor

Los pacientes que han sufrido una lesión grave experimentarán grados significativos de dolor. Es apropiado proveer analgésicos para aliviarlo, en tanto no haya otras contraindicaciones para la administración de analgésicos, como la hipotensión, que pueden empeorar debido al medicamento.

Alguna vez se pensó que la provisión de alivio del dolor enmascararía los síntomas del paciente y alteraría la capacidad del equipo de traumatología de evaluarlo en forma adecuada después de su arribo al hospital. Numerosos estudios han mostrado que esto, de hecho, no ocurre. No debe permitirse que los pacientes tengan dolor durante su transporte. Los proveedores de atención prehospitalaria deben administrar analgésicos para brindar un alivio adecuado al dolor.

14. Proveer una comunicación amplia y precisa acerca del paciente y las circunstancias de la lesión al personal de las instalaciones receptoras

La comunicación acerca de un paciente de traumatología con el personal del hospital que lo recibe implica tres componentes:

- Alerta antes del arribo
- Informe verbal al arribar

- Documentación escrita del encuentro en el informe de cuidados del paciente (ICP)

La atención del paciente de traumatología es una labor de equipo. La respuesta a un paciente traumatizado en estado crítico se inicia por el proveedor de atención prehospitalaria y continúa en el hospital. Proveer información del contexto prehospitalario al personal del hospital que recibe al paciente permite la notificación y movilización de recursos apropiados para asegurar su recepción óptima. Al arribar al hospital receptor, idealmente un centro de traumatología para los más gravemente lesionados, el proveedor de atención prehospitalaria proporciona un informe verbal a quienes se encargarán de la atención del paciente. Este informe debe ser sucinto y preciso, y servir para informar al personal receptor:

- El estado actual del paciente
- La cinética de la lesión
- Los datos de evaluación
- Las intervenciones realizadas
- La respuesta del paciente a tales intervenciones

Debido a la capacidad del proveedor de atención prehospitalaria de entrevistar a miembros de la familia y testigos, y puesto que el estado mental del paciente puede deteriorarse durante el transporte, dichos proveedores tal vez tengan información clave indispensable para la valoración y el tratamiento del paciente que el personal hospitalario quizá no pueda discernir. La comunicación directa del proveedor prehospitalario con el hospitalario durante la entrega del paciente en las instalaciones receptoras asegura la continuidad de la atención de éste.

Al concluir las obligaciones de atención del paciente, el proveedor de atención prehospitalaria llena de manera cuidadosa y precisa un ICP. Como otros formatos médicos, este documento sirve como un registro organizado del encuentro con el paciente. Un ICP incluye toda la información importante proporcionada por el paciente y sus familiares o testigos, así como los datos identificados en la exploración física. Además, se refieren las intervenciones realizadas, así como cualquier cambio observado en el estado del paciente durante su valoración y revaloración.

Aunque hay diferentes opciones para la documentación, todos los ICP deben "proveer una imagen" al lector del aspecto del paciente y una cronología de las intervenciones. Los ICP deberán ser precisos porque constituyen un documento médico legal. Proveen información crucial que se incluye en los registros de traumatología del hospital y pueden utilizarse para la investigación.

15. Sobre todo, ningún daño adicional

El principio médico que señala "Sobre todo, ningún daño adicional" se atribuye al antiguo médico griego Hipócrates. Aplicado a la atención prehospitalaria del paciente de traumatología, este principio puede adquirir muchas formas: estructuración de un plan de respaldo para el cuidado de las vías aéreas antes de iniciar la intubación en secuencia rápida, protección de un paciente respecto de detritos en el aire durante su extracción de un vehículo estropeado o control de una hemorragia externa significativa antes de iniciar la reanimación con volumen. La experiencia reciente ha mostrado que los proveedores de atención prehospitalaria pueden realizar con seguridad muchos de los procesos que salvan la vida y que se suministran en un centro de traumatología. Sin embargo, el tema

en el contexto prehospitalario no es "Lo que *pueden* los proveedores de atención prehospitalaria hacer por los pacientes de traumatología críticamente lesionados", sino "Lo que *deberían* hacer los proveedores de atención prehospitalaria por los pacientes de traumatología críticamente lesionados".

Cuando se atiende a un paciente críticamente lesionado, es necesario que los proveedores de atención prehospitalaria se pregunten si sus acciones en el escenario y durante el transporte lo beneficiarán de manera razonable. Si la respuesta a esta pregunta es no o incierta, tales acciones deben evitarse y hacer énfasis en el transporte del paciente de traumatología a las instalaciones apropiadas más cercanas. Las intervenciones deben limitarse a aquellas que previenen o tratan el deterioro fisiológico.

La atención de traumatología debe seguir un conjunto determinado de prioridades que establecen un plan eficaz y eficiente de acción, basado en los periodos temporales disponibles y cualquier daño presente en el escenario, para que el paciente sobreviva (Figura 18-8). Deben integrarse la intervención y estabilización apropiadas

y coordinarse entre el terreno de los hechos, el SU y el quirófano. Es indispensable que todo proveedor de atención de la salud en cualquier ámbito de atención y cada etapa del tratamiento esté en armonía con el resto del equipo.

Otro componente importante del principio de "Sobre todo, ningún daño adicional" se relaciona con el tema de la lesión secundaria. Se ha hecho énfasis en que la lesión ocurre no sólo por el suceso traumático inicial, sino también por las consecuencias fisiológicas resultantes del traumatismo directo. Específicamente, hipoxia, hipotensión e hipotermia, producen lesiones adicionales a la lesión primaria. No detectar que esos problemas están presentes y permitir que se desarrollen durante el tratamiento, o no corregirlos en forma oportuna, da lugar a mayores complicaciones, que incrementan la morbilidad y la mortalidad.

En la discusión del tema de no provocar mayor daño debe considerarse el concepto de "daño económico", además del sentido común de daño físico. Específicamente, los fabricantes introducen de manera regular nuevos medicamentos y dispositivos diseñados para sustituir o mejorar modalidades previas de tratamiento. Es importante considerar varios aspectos antes de implementar un tratamiento nuevo, que incluye:

- ¿Cuál es la prueba médica que respalda la eficacia del nuevo tratamiento?
- ¿Es la nueva intervención tan buena o mejor que las anteriores?
- ¿Cómo se compara el costo de la provisión de una nueva intervención con el de la existente?

Como principio general, debe haber pruebas médicas convincentes que demuestren que una nueva intervención es al menos tan buena y preferentemente mejor que los tratamientos previos antes de que se acepte e implemente de manera formal. El costo de una nueva intervención a menudo rebasa el de una con la que ya se cuenta. En ausencia de pruebas que indiquen superioridad de la nueva intervención, los cargos agregados al paciente no se justifican y, por lo tanto, constituyen un daño económico.

Por último, no causar mayor daño a veces significa provocar uno menor. Como se expone en el Capítulo 1, Soporte vital de trauma prehospitalario: pasado, presente y futuro, los pacientes de traumatología críticamente lesionados que arriban a un centro especializado pueden tener un peor resultado cuando se transportan por SMU y no en un vehículo privado. Un factor de riesgo significativo que probablemente contribuya a la mayor tasa de mortalidad es la participación de los proveedores de atención prehospitalaria bien intencionados que no comprenden que el traumatismo es una enfermedad quirúrgica; la mayoría de los pacientes críticamente lesionados requiere una intervención quirúrgica inmediata para salvar su vida. Cualquier situación que retrase la intervención quirúrgica se traduce en mayor hemorragia, mayor shock y, por último, la muerte.

Incluso con la reanimación mejor planeada y ejecutada, no todos los pacientes de traumatología se pueden salvar. Sin embargo, con la atención centrada en los motivos de una muerte traumática temprana, un porcentaje mucho mayor de pacientes puede sobrevivir con una menor tasa de morbilidad residual que la que resultaría desde otros puntos de vista, sin el beneficio de un control correcto y expedito en el terreno de los hechos. *Los principios fundamentales que se incluyen en la valoración rápida del PHTLS, intervenciones clave en el terreno y transporte rápido a las instalaciones apropiadas más cercanas, han mostrado mejorar los resultados de los pacientes de traumatología críticamente lesionados.*

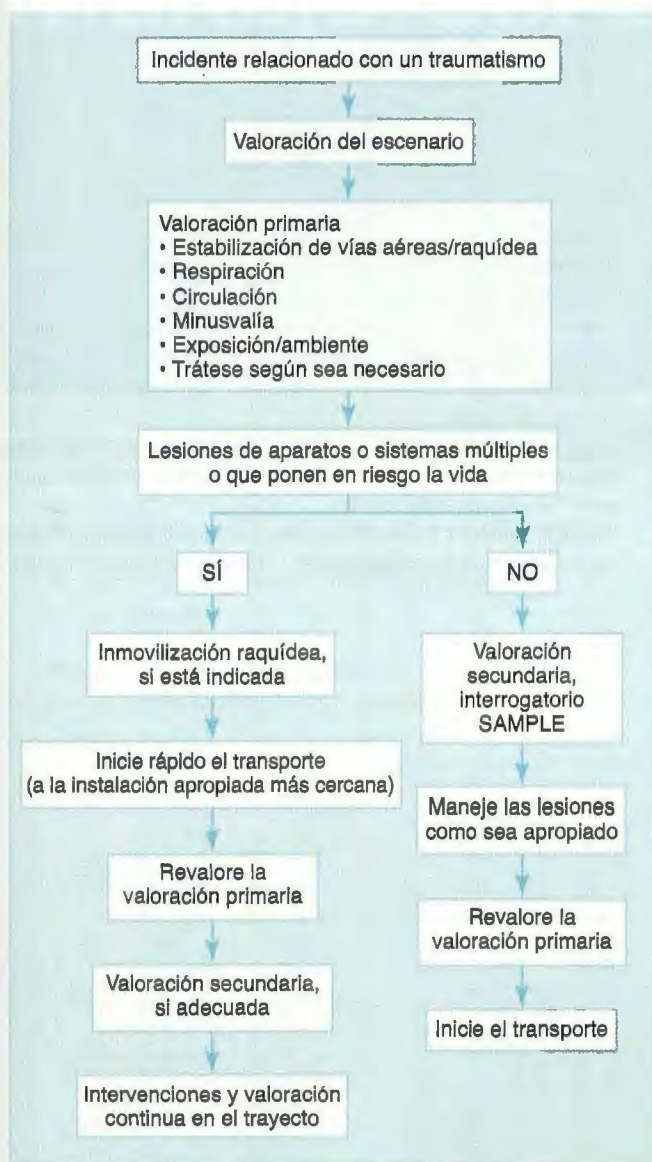


Figura 18-8 Algoritmo de respuesta ante los traumatismos.



Resumen

Los Principios de oro del cuidado prehospitalario de traumatología son:

1. Cerciorarse de la seguridad de los proveedores de atención prehospitalaria y el paciente.
2. Valorar la situación del escenario para determinar la necesidad de recursos adicionales.
3. Reconocer la cinética que produjo las lesiones.
4. Usar el abordaje de valoración primaria para identificar los trastornos que ponen en riesgo la vida.
5. Proveer un control de vías aéreas apropiado mientras mantiene la estabilización de la columna cervical, como está indicado.
6. Respaldar la ventilación y proveer oxígeno para mantener una SpO₂ mayor de 95%.
7. Controlar cualquier hemorragia externa significativa.
8. Proveer tratamiento básico del shock, incluyendo férulas en las lesiones musculoesqueléticas y el restablecimiento y mantenimiento de la temperatura corporal normal.
9. Mantener la estabilización de la columna en forma manual hasta que se inmovilice al paciente.
10. Iniciar el transporte de los pacientes de traumatología críticamente lesionados a las instalaciones apropiadas más cercanas, tan pronto como sea posible, después del arribo del SMU al escenario.
11. Iniciar la reposición de fluidos con soluciones intravenosas tibias en el trayecto a las instalaciones receptoras.
12. Cerciorarse de los antecedentes médicos del paciente y realice la valoración secundaria cuando los problemas que ponen en riesgo la vida han sido tratados satisfactoriamente o se descartaron.
13. Proveer alivio adecuado del dolor.
14. Mantener una comunicación exhaustiva y precisa acerca del paciente y las circunstancias de la lesión personal de las instalaciones receptoras.
15. Sobre todo, no causar mayor daño.

Referencias

1. University of Maryland Medical Center. History of the Shock Trauma Center: tribute to R Adams Cowley, MD. <http://umm.edu/programs/shock-trauma/about/history> Actualizado el 16 de diciembre de 2013. Consultado el 2 de enero de 2014.
2. Lerner EB, Moscati RM. The Golden Hour: scientific fact or medical "urban legend"? *Acad Emerg Med.* 2001;8:758.
3. Tsybuliak GN, Pavlenko EP. Cause of death in the early posttraumatic period. *Vestn Khir Im I I Grek.* 1975;114(5):75.
4. Gunst M, Ghaemmaghami V, Gruszecki A, Urban J, Frankel H, Shafi S. Changing epidemiology of trauma deaths leads to a bimodal distribution. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2010;23(4):349-354.
5. Stewart RM, Myers JG, Dent DL, et al. 753 Consecutive deaths in a level 1 trauma center: the argument for injury prevention. *J Trauma.* 2003;54:66.
6. Stockinger ZT, McSwain NE Jr. Prehospital endotracheal intubation for trauma does not improve survival over bag-valve-mask ventilation. *J Trauma.* 2004;56(3):531-536.
7. Davis DP, Dunford JV, Hoyt DB, et al. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome following paramedic rapid sequence intubation of patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma.* 2007;62:1330-1338.
8. Davis DP, Peay J, Sise MJ, et al. Prehospital airway and ventilation management: a trauma score and injury severity score-based analysis. *J Trauma.* 2010;69:294-301.
9. Haut ER, Kalish BT, Efron DT, et al. Spine immobilization in penetrating trauma: more harm than good? *J Trauma.* 2010;68(1):115-120.



Manejo del desastre

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

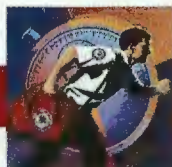
- Identificar las cinco fases del ciclo de desastre.
- Explicar el proceso exhaustivo de atención de urgencias.
- Discutir los errores comunes que se encuentran durante la respuesta a desastres.
- Comprender y discutir los componentes que abarcan la respuesta médica a un desastre.
- Reconocer cómo la respuesta a un desastre puede afectar el bienestar psicológico de los proveedores de atención prehospitalaria.

ESCENARIO

Se despacha su unidad a una escuela preparatoria local, está puesta en servicio como albergue después de una inundación en toda la comunidad por un suceso climatológico grande. El dirigente comunitario y otros integrantes de gobierno asistieron a la escuela para atender las preocupaciones de la comunidad acerca de caminos cerrados y falta de energía eléctrica.

En ruta al escenario, el despachador lo actualiza en el sentido de que hay múltiples informes de heridos después del colapso estructural de gradas elevadas en el gimnasio que se usaban como asientos durante una reciente tormenta. La policía y el personal de bomberos también están en camino al escenario, pero se tienen recursos disponibles limitados debido a otros incidentes de seguridad pública relacionados con la tormenta en proceso.

- ¿Qué preocupaciones de seguridad esperarías encontrar?
- ¿Qué sistema de selección debe utilizarse?
- ¿Cómo debe organizarse la respuesta a este incidente?



Introducción

A diferencia del paciente de traumatología que tiene un periodo finito para su presentación, tratamiento y recuperación, la respuesta a un desastre y la recuperación posterior requieren tiempo, proceso que abarca a múltiples agencias e incluye no sólo temas médicos y psicosociales, sino también la recuperación de recursos de salud pública, seguridad física y sociológicos, así como de infraestructura.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define desastre como:

Alteración grave del funcionamiento de una comunidad o una sociedad, que causa pérdidas cuantiosas humanas, materiales, económicas o ambientales, que rebasan la capacidad de la comunidad o sociedad afectada para enfrentarla con sus propios recursos.¹

Esta amplia definición no provee referencia específica a algún tema médico o a la respuesta médica de urgencia, pero incluye la respuesta de toda la comunidad y la sociopolítica ante cualquier desastre de magnitud significativa.

La definición puede centrarse más desde una perspectiva médica. Un desastre se define como una situación en la que el número de pacientes que se presenta para atención médica en un periodo y lugar determinados es tal que los proveedores de atención de la salud no pueden brindarla con los recursos usuales a su alcance y requieren ayuda adicional y a veces externa.² Este concepto se aplica a todos los contextos de la atención médica, incluyendo hospitales y servicios prehospitalarios. Esta situación suele considerarse un **incidente de víctimas múltiples (IVM)**. También se han usado las siglas IVM para referirse a "incidentes de múltiples heridos", que son sucesos que involucran más de un deceso, pero que se pueden controlar con los recursos de la comunidad. En este libro se usarán las siglas IVM para referirse a incidentes de víctimas masivos que agotan los recursos disponibles en la comunidad.

Es importante comprender que estas definiciones identifican dos conceptos clave: (1) un desastre es independiente de un número específico de víctimas, y (2) el impacto del desastre rebasa los recursos de respuesta médica disponibles. Dicho de manera simple, todos los IVM son componentes de un desastre, pero no todos los desastres son IVM.

A menudo se piensa que los desastres no siguen reglas, debido a que nadie puede predecir el momento, localización o complejidad del siguiente. Por lo general, los proveedores de atención de la salud han considerado que todos los desastres son diferentes, en especial aquellos que involucran al terrorismo. No obstante, todos los desastres, independientemente de su origen, tienen consecuencias médicas y de salud pública similares. Los desastres difieren en el grado en que se presentan sus consecuencias y que alteran la infraestructura médica y de salud pública del lugar.

El principio clave de la atención médica de un desastre es hacer el máximo bien al mayor número de pacientes con los recursos disponibles. Este objetivo es diferente al de atención médica "convencional" no relacionada con desastres, que es hacer el máximo bien para el paciente individual.

Los fenómenos naturales, los causados por el hombre y el terrorismo abarcan el espectro de posibles amenazas de desastre. Las **armas de destrucción masiva (ADM)**, que provocan gran cantidad de heridos y ambientes contaminados, pueden constituir el máximo reto para todos (véase el Capítulo 20, Explosiones y armas de destrucción masiva).

En todo el mundo se está convirtiendo en una práctica aceptada el abordaje de la atención de los desastres con base en la comprensión de sus características comunes y la experiencia de la respuesta requerida para abordarlos. Esta estrategia forma la estructura de la **respuesta a incidentes de víctimas múltiples (IVM)**. El principal objetivo de la respuesta a un IVM es disminuir la morbilidad (lesión y enfermedad) y la mortalidad (decesos) causadas por desastres. Todos los proveedores de atención prehospitalaria necesitan incorporar los principios clave de la respuesta a IVM a su entrenamiento, dada la complejidad de los desastres en la actualidad (Figura 19-1).



Figura 19-1 Abordaje de la mortalidad masiva en el escenario de las bombas detonadas en el Maratón de Boston.

© Charles Krupa/AP Images.

El ciclo del desastre

El doctor Eric Noji³ y otros médicos definieron una estructura teórica mediante la cual se puede fragmentar y analizar la secuencia de sucesos en un desastre. La descripción conceptual no sólo provee un repaso de la historia natural de un desastre, sino que también brinda la base para el perfeccionamiento del proceso de respuesta.^{3,4} Se han identificado cinco fases:

1. El **periodo de quietud o interdesastres** representa el tiempo transcurrido entre los desastres o IVM, durante el cual deben realizarse las actividades de evaluación y mitigación del riesgo y la estructuración, el estudio y la instauración de planes para la respuesta ante sucesos similares.
2. La siguiente fase es la de **pródromo (pre-desastre) o fase precautoria**. En este punto se identificó un suceso específico como inevitable, que pueda reflejar un trastorno climático natural (p. ej., un derrumbe inminente o huracán) o el despliegue activo de una situación hostil y potencialmente violenta. Durante este periodo pueden elegirse los pasos específicos para mitigar los efectos de los sucesos en proceso. Estas maniobras defensivas pueden incluir reacciones como la fortificación de estructuras físicas, el inicio de planes de evacuación y la movilización de recursos de salud pública para estructurar una respuesta posterior al suceso. No obstante, debe señalarse que no todos los incidentes tendrán una fase precautoria. Por ejemplo, un terremoto ocurre sin avisar.
3. La tercera fase es la de **impacto**, o presentación del suceso actual. Durante este periodo a menudo hay poco que pueda hacerse para modificar el impacto o resultado de lo que ocurre.
4. La cuarta fase es la de **rescate, urgencia o alivio**, periodo inmediatamente posterior al impacto y durante el cual ocurre la respuesta y la atención apropiadas que pueden salvar vidas. En esta fase también se favorecen las destrezas de quienes responden a urgencias médicas, los pro-

veedores de atención prehospitalaria, equipos de rescate y servicios de respaldo médico, para elevar al máximo el número de supervivientes del suceso.

5. La quinta fase es la de **recuperación o reconstrucción**, durante la cual se utilizan los recursos de la comunidad para recuperarse, salir del desastre y reconstruir mediante los esfuerzos coordinados de la infraestructura médica, de salud pública y comunitaria (física y política). Este periodo es, por mucho, el más prolongado, con duración de meses, y tal vez años, antes de que la comunidad se recupere por completo.

La comprensión del ciclo del desastre (Figura 19-2) permite que los proveedores de atención hospitalaria valoren las preparaciones que se hicieron con antelación a los posibles riesgos y sucesos que podrían encontrarse en su comunidad. Después de que ocurrió un incidente, se tiene una oportunidad para la evaluación crítica del informe después de la actuación y del tema de la responsabilidad individual y de la respuesta del proveedor de atención prehospitalaria, entre otros, para determinar la eficacia del proceso e identificar áreas de mejora futura. Estos conceptos se aplican a todos los desastres, independientemente de su tamaño.

La duración de cada fase del ciclo vital del desastre variará de acuerdo con la frecuencia con que los incidentes se presentan en una comunidad determinada, su naturaleza y el grado en que está preparada esa comunidad. Por ejemplo, el periodo de quietud en algunas localidades puede ser en extremo prolongado (medido en años), en tanto que en otras puede contabilizarse en meses. Un ejemplo específico es el de los huracanes. Los estados del sureste de Estados Unidos se preparan cada año para los huracanes durante un periodo de quietud entre sucesos de casi 6 a 8 meses. En contraste, aunque el estado de Nueva Inglaterra ha sido lugar de origen de huracanes, se trata de un suceso raro, con un periodo de quietud de años entre sus apariciones. De manera similar, las fases de rescate y recuperación



Figura 19-2 Ciclo temporal del proceso de un desastre. La fase de quietud se representa con las flechas de mitigación y preparación. La fase de precaución se sitúa apenas antes del impacto del suceso, seguida por las fases de rescate y recuperación.

pueden variar de manera significativa, lo que depende del incidente en particular. El rescate y la recuperación de algo (como un avión que se estrelló) se medirá en horas o, a lo sumo, en días, en tanto que el rescate y la recuperación de una inundación importante puede requerir semanas, meses o más tiempo.

Manejo integral de la urgencia

El conocimiento del ciclo temporal de los desastres puede usarse para crear los pasos relativos al **control exhaustivo de la urgencia**, que define las etapas específicas necesarias para tratar un incidente, y consta de cuatro componentes: mitigación, preparación, respuesta y recuperación.

- **Mitigación:** este componente de la atención de urgencia por lo general se presenta durante la fase de quietud del ciclo temporal del desastre. Se identifican y valoran los peligros potenciales o las posibles causas del IVM en la comunidad. Se adoptan los pasos para prevenir dichos riesgos de causar un incidente o se disminuye al mínimo su efecto, en caso de que ocurra algo inesperado.
- **Preparación:** este paso de la atención exhaustiva de urgencia implica identificar, con antelación a un incidente, las provisiones, el equipo y el personal que se necesitarán para abordarlo, así como el plan de acción específico que debe instituirse si ocurre.
- **Respuesta:** esta fase implica la activación y el despliegue de diversos recursos identificados en la fase de preparación para la atención de un incidente que ya ocurrió.
- **Recuperación:** este componente del control exhaustivo de una urgencia aborda las acciones necesarias para devolver a la comunidad su estado previo al incidente.

Si bien este proceso se aplica por lo general a la atención ante un desastre, estos pasos también pueden utilizarse en la preparación de cada individuo para responder ante una urgencia específica.

Preparación personal

Así como es vital que cada comunidad y cada agencia realicen un proceso de planeación exhaustivo con el fin de prepararse para enfrentar los retos de atender un desastre, cada proveedor de atención prehospitalaria debe estar listo para enfrentar los múltiples aspectos que pueden presentarse.

Los proveedores de atención prehospitalaria deben tener una comprensión completa previa de los innumerables riesgos potenciales que tal vez acompañen a la respuesta ante un desastre o incidente real y estar preparados para tomar las medidas necesarias para protegerse de dichos peligros. Se debe identificar y abordar con antelación temas como el colapso de edificios, los incidentes de materiales peligrosos, armas de destrucción masiva, y sus efectos sobre la atención, el equipo de protección personal y el control total del incidente.

Muchos desastres persistirán durante un periodo prolongado, y los proveedores de atención prehospitalaria deben discutir con sus familias su participación, responsabilidad y prolongada ausencia del hogar. Esto incluye preparar a sus familiares para lo que deberían hacer y adonde deberían ir durante un suceso tal, a fin de garantizar su seguridad. Así como el servicio médico de urgencia local (SMU) procura las provisiones y el equipo antes de un desastre, los proveedores de atención prehospitalaria deben asegurarse de que se disponga de las provisiones adecuadas en casa para cubrir las necesidades de su familia (Figuras 19-3, 19-4 y 19-5). Un recurso adicional que provee información acerca de la preparación personal y familiar en caso de desastre es la campaña de cómo estar listo, patrocinada por la Federal Emergency Management Agency (FEMA), disponible en línea en www.ready.gov.

Llevar a cabo estas acciones ayudará a alentar en los proveedores de atención prehospitalaria que sus familias están seguras cubriendo sus propias necesidades durante el incidente, proveerá comodidad a las familias de los proveedores, que sabrán que un proveedor de atención prehospitalaria tendrá toda la preparación posible para participar de manera eficaz en la respuesta a un desastre, y permitirá a los

Figura 19-3 Lista de provisiones de urgencia

Todas las casas debería contar con las provisiones básicas a la mano a fin de sobrevivir durante al menos 3 días si ocurre una urgencia. La siguiente es una lista de algunos artículos básicos que cada equipo de provisión de urgencia debe incluir. Es importante que los individuos revisen la lista y consideren sus requerimientos vitales y los de su familia para crear un equipo de aporte de urgencia que cumpla con sus necesidades específicas. Los individuos deben también considerar contar con al menos dos equipos de provisiones de urgencia, uno completo en casa y otro portátil, más pequeño, en la sede laboral, el vehículo, u otros sitios donde ellos pasen algún tiempo.

- Agua: 4 L por persona y mascota, por día (provisión de 3 días para una evacuación, y de 2 semanas para casa)

- Alimentos: no perecederos, fáciles de preparar (provisión de 3 días para una evacuación, y de 2 semanas para casa) (véase Figura 19-4)
- Teléfono celular con cargadores
- Radio de baterías o de manivela y un radio de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Weather con tono de alerta, y baterías adicionales para ambos
- Lámpara de mano con baterías adicionales
- Equipo de primeros auxilios (véase Figura 19-5)
- Silbato para emitir señales de auxilio
- Mascarilla contra el polvo, para ayudar a filtrar el aire contaminado, pliegos de plástico y cinta adhesiva para organizar un refugio en la sede

(Continúa en la siguiente página)

Figura 19-4 Equipo de alimentos

- Almacene al menos una provisión de 3 días de alimentos no perecederos.
- Seleccione alimentos que no requieran refrigeración, preparación o cocción, y que contengan poca o ninguna agua.
- Empaque un abrelatas manual y utensilios para comer.
- Evite los alimentos salados, ya que producen sed.
- Elija alimentos que su familia consuma.
- Los alimentos sugeridos incluyen los siguientes:
 - Carnes enlatadas, frutos y vegetales fáciles de comer
 - Barras de proteína o frutas
 - Cereal seco o granola
 - Mantequilla de cacahuate
 - Frutos secos
 - Nueces
 - Galletas saladas
 - Jugos enlatados
 - Leche pasteurizada no perecedera
 - Alimentos de alta energía
 - Vitaminas
 - Alimento para lactantes
 - Alimentos para confort/estrés
- Lleve con usted una estufa de propano o parrilla para cocinar (con un tanque adicional de propano).

Fuente: Datos tomados de FEMA: Ready America (www.ready.gov) y los Centers for Disease Control and Prevention: Emergency Preparedness and Response (www.bt.cdc.gov/planning/).

Figura 19-5 Equipo de primeros auxilios

En una urgencia, un miembro de la familia podría cortarse, quemarse o tener otras lesiones. Un equipo de urgencia debe incluir lo siguiente:

- Dos pares de guantes de látex, u otros, estériles (si alguien presenta alergia al látex)
 - Gasas estériles para contener una hemorragia
 - Jabón o agente limpiador y toallitas con antibiótico para desinfectar
 - Ungüento antibiótico para prevenir infecciones
 - Ungüento para quemaduras a fin de prevenir una infección
 - Vendas adhesivas de diversos tamaños
 - Solución para lavado ocular o uso como descontaminante general
 - Termómetro
 - Medicamentos de prescripción diaria, como insulina, medicamentos para el corazón e inhaladores para el asma (Revise periódicamente los medicamentos para verificar las fechas de caducidad.)
 - Provisiones médicas prescritas, como equipos de vigilancia de la glucosa o la tensión arterial y sus provisiones
- Otras cosas que podrían ser útiles incluyen:
- Teléfono celular con cargador
 - Tijeras
 - Pinzas de depilar
 - Tubo de jalea de petrolato u otro lubricante
 - Fármacos de venta libre
 - Ácido acetilsalicílico o analgésicos de otro tipo
 - Antidiarreicos
 - Antiácidos (para gastritis)
 - Laxantes

Fuente: Datos tomados de FEMA: Ready America (www.ready.gov) y los Centers for Disease Control and Prevention: Emergency Preparedness and Response (www.bt.cdc.gov/planning/).

proveedores de atención prehospitalaria continuar brindando los cuidados a quienes requieren asistencia médica de urgencia.

Manejo de incidentes con víctimas masivas

La gravedad y diversidad de lesiones y enfermedades en un IVM, además del número de heridos, serán los factores principales para determinar si se requieren recursos y asistencia externos por una comunidad afectada.

Los desastres complejos actuales, en especial aquellos que implican terrorismo y ADM (químico, biológico, radiológico o nuclear), pueden dar lugar a un **ambiente de austeridad**, en el que los recursos, las provisiones, el equipo, el personal y el transporte son limitados, así como los aspectos físicos, políticos, sociales y económicos. Como resultado de esas limitaciones, se impondrán restricciones importantes a la disponibilidad y adecuación de la atención inmediata para la población necesitada. Los proveedores de atención prehospitalaria deben prever la realidad de que en tales situaciones se modificará el grado de atención provisto al enfermo o lesionado, y no se ofrecerán intervenciones que de manera regular se

dan a todos los pacientes, sino sólo a aquellos que cumplan criterios específicos y que posiblemente sobrevivan.⁵

Las actividades médicas de urgencia relacionadas con un IVM incluyen las siguientes:

- **Búsqueda y rescate.** Implica el proceso de búsqueda sistemática de aquellos individuos que han sido víctimas de un suceso y su rescate ante situaciones peligrosas. Dependiendo de la situación, esto a menudo requiere el uso de equipos entrenados de manera especial, en particular para aspectos de extracción.
- **Triaje y estabilización inicial.** Este proceso consiste en la evaluación y clasificación sistemática de cada víctima de acuerdo con la gravedad de la lesión o enfermedad, y la provisión de atención médica inicial para abordar problemas inmediatos que pongan en riesgo la vida o una extremidad.
- **Seguimiento de pacientes.** Sistema por el que los pacientes se identifican de manera única y se vigilan durante su contacto inicial con las actividades de búsqueda y rescate, evacuación, transporte y, finalmente, alta del tratamiento definitivo.
- **Tratamiento médico definitivo.** Provisión de la atención médica específica necesaria para tratar las lesiones únicas del paciente. Esta atención por lo general será provista en hospitales; sin embargo, se puede recurrir a instalaciones alternas de atención en presencia de sucesos mayores, o cuando los hospitales son insuficientes por las numerosas víctimas o cuando han tenido un impacto y daño directo por el incidente.
- **Evacuación.** Proceso de transporte de las víctimas de un desastre y los pacientes lesionados lejos del sitio donde ocurrió, ya sea a una localidad segura o a una instalación de atención definitiva.

Las preocupaciones de salud pública relacionadas con un IVM incluyen las siguientes:

- Agua (garantía de una provisión de agua potable segura)
- Alimentos (idealmente no perecederos y sin necesidad de refrigeración o cocción)
- Albergue (un lugar para cubrirse, protegerse y refugiarse)
- Saneamiento ambiental (protección del contacto con heces humanas y de animales, residuos sólidos y aguas residuales)
- Seguridad
- Transporte
- Comunicación (distribución de información a la población afectada, incluida aquella acerca de enfermedades transmisibles)
- Enfermedades endémicas y epidémicas (las primeras son aquellas que siempre están presentes en una región o población determinada, pero que suelen presentarse con baja frecuencia; en tanto, las últimas se presentan y disminuyen de forma rápida en la población en riesgo.)

Ambas actividades de respuesta a desastres, médicas y de salud pública, son coordinadas mediante una estructura organizacional: el sistema de mando ante incidentes.

El Sistema Nacional de Atención de Desastres

El Sistema Nacional de Atención de Incidentes (NIMS, por sus siglas en inglés) se perfeccionó para proveer una estructura de abordaje nacional amplio y sistemático de la atención de un incidente, independientemente de su causa, dimensión, localización o complejidad. El NIMS ofrece un conjunto de conceptos de preparación y principios para todos los riesgos y sucesos. Delinea los principios esenciales de una estructura de operación común e interoperabilidad de sistemas de comunicaciones y control de la información. También provee procedimientos de administración de recursos estandarizados. En el NIMS se usa el sistema de mando ante incidentes para supervisar la respuesta directa a uno.

Sistema de comando de incidentes

Muchas organizaciones diferentes participan en la respuesta a un desastre. El **sistema de comando ante incidentes (SCI)** se creó para permitir que diferentes tipos de agencias y múltiples jurisdicciones de agencias similares (bomberos, policía, SMU) trabajen eficazmente de manera conjunta, mediante el uso de una estructura organizacional y lenguaje comunes para mejorar la administración de la respuesta a un desastre u otro incidente mayor (Figura 19-6) (ver el Capítulo 6, Evaluación de la escena). Los representantes de diversas agencias de respuesta por lo general se reunirán en un sitio de comando del incidente para facilitar la comunicación entre las agencias y quienes toman las decisiones, y trabajar juntos para unificar el proceso de comando.



Figura 19-6 El sistema de comando en incidentes (SCI) permite la integración de bomberos, policía y SMU en un escenario de desastre. Fuente: © David Crigger, Bristol Herald Courier/AP Images.

El SCI reconoce que, independientemente de la naturaleza específica del incidente (de policía, bomberos o médico), hay varias funciones que siempre deben realizarse. El SCI está siempre organizado alrededor de estas funciones necesarias, y sus componentes son:

- Dirección
 - Oficial de seguridad
 - Oficial de información
 - Oficial de enlace
- Planeación
- Logística
- Operaciones
- Finanzas

Estas funciones son aplicables a todos los incidentes y se usan ahora en los contextos médicos de todos los tipos, desde el pre-hospitalario hasta el intrahospitalario, para organizar la respuesta ante un desastre.

Desde una perspectiva médica, varios principios importantes de SCI ayudarán durante la respuesta a un IVM:

1. El SCI debe iniciarse de manera temprana, de preferencia quien responde a la urgencia al arribar al escenario, antes de que el control del incidente se salga de control.
2. Integrantes médicos y de salud pública, que a menudo trabajan de manera independiente, necesitan implementar la estructura de mando de SCI y coordinar sus recursos para responder de forma óptima ante un IVM.
3. El uso del SCI permitirá la integración de la respuesta médica con la respuesta total al incidente.

Se dispone de información detallada y entrenamiento acerca de SCI en el sitio de internet de la FEMA (<http://training.fema.gov/EMIWeb/IS/ICSResource/index.htm> [fecha de consulta: 7 de enero de 2014]).

Características del sistema de comando del incidente

Un sistema de comando del incidente (SCI) provee un abordaje estándar, profesional y organizado para manejar los incidentes de urgencia. El uso de un SCI permite a una agencia de respuesta de urgencia operar con más seguridad y eficacia. Un abordaje estandarizado facilita y coordina el uso de recursos de múltiples agencias que trabajan con objetivos comunes. También elimina la necesidad de perfeccionar un abordaje especial para cada situación.

El control eficaz de los incidentes requiere una estructura organizacional para proveer tanto una jerarquía de autoridad como conductos de responsabilidad y formales para las comunicaciones. Mediante el uso de la dirección, se establecen de forma clara las responsabilidades específicas y la autoridad de todos los integrantes de la organización, y se definen todas las relaciones.

Autoridad jurisdiccional

La autoridad jurisdiccional no suele ser un problema en un incidente con un solo centro. El tema se puede complicar más cuando participan varias jurisdicciones, o cuando múltiples agencias dentro de

una sola jurisdicción tienen autoridad para diversos aspectos del incidente. Cuando hay responsabilidades superpuestas, el SCI puede emplear un **director unificado**. Este abordaje lleva a los representantes de diferentes agencias a trabajar juntos en un plan y asegura que todas las acciones se coordinen completamente. *Comando*, aunque el término elegido del sistema de SCI es tal vez una denominación errónea. Es importante recordar que los incidentes se administran; el personal es dirigido. La *Dirección de incidentes*, ya sea desempeñada por un individuo o a través de un comando unificado, se refiere al control y la posición de liderazgo. Se encarga de establecer objetivos estratégicos y mantener una comprensión amplia del impacto de un incidente, así como identificar las estrategias requeridas para tratarlo con eficacia. La función de comando está estructurada en una de dos formas: única o unificada.

El **comando sencillo** es la percepción más usual de la función de dirección y origen de la denominación **director de incidente**. Cuando ocurre un incidente dentro de una sola jurisdicción y no hay superposición de agencias jurisdiccionales o funcionales, la autoridad jurisdiccional apropiada debe identificar y asignar a un solo director de incidente la responsabilidad del control total del suceso. Esto no significa que otras agencias no respondan o no tengan participación en el respaldo de la atención del incidente.

El comando único se usa de la mejor forma cuando una sola disciplina en una sola jurisdicción se encarga de los objetivos estratégicos relacionados con la atención del incidente. El comando único también es apropiado en las etapas posteriores de un incidente que inicialmente manejó el comando unificado. Con el transcurso de tiempo, conforme muchos incidentes se estabilizan, los objetivos estratégicos se centran cada vez más en una sola jurisdicción o disciplina. En esta situación es apropiada la transición de un comando unificado a un comando único.

También es aceptable, cuando todas las agencias y jurisdicciones concuerdan, designar a un solo director de incidente en agencias múltiples y multijurisdiccionales. Sin embargo, en esta situación deberá elegirse de forma cuidadosa al personal directivo. El director de incidente es responsable de desarrollar los objetivos estratégicos sobre los cuales se basarán los planes de **acción ante el incidente (IAP, por sus siglas en inglés)**. Un IAP es un plan oral o escrito que incluye los objetivos generales que reflejan la estrategia total de atención de un incidente. El director de incidente es el encargado de los IAP, así como de todas las respuestas pertinentes al ordenamiento y la liberación de los recursos para atender el incidente.

Cuando participan múltiples agencias con jurisdicciones o responsabilidades legales superpuestas en el mismo incidente, el comando unificado provee varias ventajas. Con este abordaje, los representantes de cada agencia cooperan para compartir la autoridad directiva. Trabajan juntos y participan de manera directa en el proceso de toma de decisiones. El comando unificado ayuda a asegurar la cooperación, evita la confusión y garantiza la concordancia sobre metas y objetivos.

Sistema de todo riesgo y todo peligro

El SCI ha evolucionado hasta convertirse en un sistema de todo riesgo, todo peligro, que puede aplicarse para administrar los recursos ante incendios, inundaciones, tornados, estrellamiento de aviones, terremotos, incidentes de materiales peligrosos o cualquier otro tipo de situación de urgencia. Este tipo de sistema también se ha usado para tratar muchos sucesos que no son de urgencia, como aquellos públicos a gran escala con requerimientos similares para

el mando, el control y las comunicaciones. La flexibilidad del SCI permite que la estructura de administración se expanda, según sea necesario, utilizando los componentes que se requieran. Las operaciones de múltiples agencias y organizaciones se pueden integrar de manera discreta en la atención del incidente.

Aplicabilidad cotidiana

Un SCI puede y debe usarse para operaciones cotidianas, así como para incidentes mayores. Debe establecerse un mando para cada incidente. El uso regular del sistema asegura la familiaridad con los procedimientos y la terminología estándar. También aumenta la confianza del usuario en el sistema. El uso frecuente del SCI para situaciones sistemáticas lo hace más fácil de aplicar a los incidentes mayores.

Unidad de comando

La **unidad de comando** constituye un concepto administrativo donde cada persona tiene sólo un supervisor directo. Todas las órdenes y asignaciones provienen directamente del supervisor y todos los informes se entregan a dicho supervisor. Este abordaje elimina la confusión que puede generarse cuando una persona recibe órdenes de más de un jefe. La unidad de comando disminuye los atrasos en la solución de los problemas así como el potencial de pérdidas de vidas y propiedades. A fin de asegurar que cada persona tenga un solo supervisor, la unidad de comando puede aumentar el grado de participación total, prevenir el trabajo a destajo, mejorar el flujo de comunicación, ayudar a la coordinación de aspectos operativos y aumentar la seguridad de toda situación. Debe asignarse a la persona mejor calificada en el ámbito apropiado de cada situación, incluso si eso significa que un individuo de rango menor sea ubicado temporalmente en una posición de nivel más alto. Este concepto es crítico para la aplicación eficaz del sistema y debe ser adoptado por todos los participantes. De manera adicional, un componente crítico y en desarrollo del NIMS será el estándar de acreditación nacional para posiciones del SCI, como las de mando y de jefaturas de las secciones de operaciones, planeación, logística y finanzas/administración.

Alcance del control

Por **alcance del control** se alude al número de subordinados que informan a un supervisor en cualquier nivel dentro de la organización. El alcance del control tiene relación con todos los niveles de SCI, desde el estratégico hasta el operativo/táctico, así como el ámbito de la tarea.

En casi todas las situaciones, una persona puede supervisar de forma eficaz a sólo de tres a siete personas o recursos. Debido a la naturaleza dinámica de los incidentes de urgencia, un individuo que tiene responsabilidades de mando o supervisión en un SCI no debería supervisar de manera directa a más de cinco personas. El alcance real del control dependerá de la complejidad del incidente y la naturaleza de la tarea que habrá de realizarse. Por ejemplo, en un incidente complejo que involucra materiales peligrosos, el alcance del control puede ser sólo de tres sujetos; durante operaciones menos intensas, el alcance del control podría ser tan alto como de siete.

Organización modular

El SCI está diseñado para ser flexible y modular. La estructura organizacional del SCI, de mando, operaciones, planeación, logística y

finanzas/administración, está predefinido, listo para la asignación del personal y de tornarse operativo, según se requiera. De hecho, a menudo se ha caracterizado a un SCI como una caja organizacional de herramientas, donde sólo se usan aquellas necesarias para el incidente específico. En un SCI, estas herramientas constan de títulos de posición, descripciones de la tarea y una estructura organizacional que define las relaciones entre las diferentes posiciones. Algunos puestos y funciones se usan de modo frecuente, en tanto que otros se requieren sólo para situaciones complejas o inusuales. Cualquier posición se puede activar simplemente por la asignación de alguien a ella.

Terminología común

El SCI promueve el uso de terminología común, tanto dentro de una organización como entre todas las agencias involucradas en los incidentes de urgencia. La terminología común indica que cada palabra tiene una sola definición, y no se usan dos que tengan la misma definición para la atención de un incidente de urgencia. Todos usan los mismos términos para comunicar los mismos pensamientos, de manera que todos comprendan lo que significa. Cada tarea conlleva un conjunto de responsabilidades, y todo individuo sabe quién es responsable de cada obligación.

Comunicaciones integradas

Las **comunicaciones integradas** aseguran que en todo momento en una urgencia se pueda tener comunicación tanto con supervisores como con subordinados. El SCI debe respaldar la comunicación ascendente y descendente para cada nivel de la cadena de comando. Debe existir la capacidad de enviar de forma eficaz un mensaje en el sistema desde el director hasta el nivel más bajo, y desde el nivel más bajo hasta el nivel del director.

Planes de acción consolidadas en un incidente

Un SCI asegura que todos los participantes en el incidente sigan un plan central total. Diferentes componentes de la organización pueden realizar funciones diversas, pero todos los esfuerzos contribuyen a los mismos objetivos y metas. Todo lo que ocurre se combina con todo lo demás. En incidentes más pequeños, el director desarrolla un plan de acción y comunica las prioridades, los objetivos, las estrategias y las tácticas para la atención del incidente a todas las unidades operativas. Los representantes de todas las agencias participantes se reúnen de manera regular para perfeccionar y actualizar el plan. En ambos incidentes, grandes y pequeños, las personas involucradas comprenden cuáles son sus participaciones específicas y cómo se ajustan al plan global.

Instalaciones designadas para el incidente

Las **instalaciones designadas para el incidente** son localidades determinadas donde siempre se realizan funciones específicas. Por ejemplo, el director siempre se basará en el puesto de comando del incidente. El área de clasificación, la de rehabilitación, el punto de acoplo de víctimas, el área de tratamiento, la base de operaciones y el puerto para helicópteros, son todas zonas designadas donde se realizan funciones particulares. Las instalaciones requeridas para el incidente específico se establecen de acuerdo con el IAP determinado o un plan predefinido de SCI.

Administración de los recursos

La **administración de los recursos** implica el uso de un sistema estándar de asignación y seguimiento de los fondos involucrados en el incidente. El sistema de administración de recursos de SCI da seguimiento a las diversas asignaciones de fondos. En incidentes a gran escala, las unidades móviles a menudo se despachan a un **área de etapificación**, más que ir directamente a la localización del incidente. Un área de etapificación corresponde a una localización cercana al escenario del incidente donde se pueden mantener en reserva varias unidades, listas para ser reasignadas en caso de ser necesario.

Organización del sistema de comando de incidentes

La estructura del SCI identifica un rango completo de obligaciones, responsabilidades y funciones que se realizan en la atención de incidentes de urgencia, y define la relación entre estos diversos componentes. Algunos se usan en casi todo tipo de incidentes, en tanto que otros se aplican sólo a las situaciones más grandes y complejas. Los cinco componentes principales de una organización de SCI son: comando, operaciones, planeación, logística y finanzas/administración.

Un organigrama del SCI puede ser bastante simple o muy complejo. Cada bloque de un organigrama del SCI se refiere a una área de función o una descripción de una tarea por efectuar. Las posiciones son objeto de asignación de personal conforme se requiera. La única posición que debe cubrirse en todo incidente es la de director de incidente. Éste decide qué componentes adicionales se requieren para una situación determinada y activa esas posiciones mediante la asignación de una persona para realizar las tareas correspondientes.

Comando

En un organigrama del SCI, el primer componente es el **director** (Figura 19-7), única posición en el SCI que siempre debe cubrirse



Figura 19-7 Organigrama SCI.

para todo incidente, debido a que siempre debe haber alguien a cargo. El comando se establece cuando arriba la primera unidad móvil al escenario, y se mantiene hasta que la última lo abandona.

En la estructura del SCI, el director (ya sea único o unificado) es finalmente responsable de la atención de un incidente y tiene la autoridad necesaria para dirigir todas las actividades en un escenario de incidente. Es responsable de manera directa de las siguientes tareas:

- Determinación de la estrategia
- Selección de la táctica para el incidente
- Ajuste del plan de acción
- Desarrollo de la organización del SCI
- Control de los recursos
- Coordinación de las actividades respecto de los recursos
- Provisión de seguridad al escenario
- Envío de información acerca del incidente
- Coordinación con las agencias externas

Puesto de comando de incidentes

El **puesto de comando de incidentes (ICP, por sus siglas en inglés)** es la oficina principal para la atención del incidente. Las funciones del director se centran en el ICP, por lo que él y todo personal de respaldo directo deben siempre localizarse en el ICP. La localización del ICP debe divulgarse a todas las unidades móviles tan pronto como se establezca.

Con relación al escenario del incidente, el ICP debe estar en una localización cercana y protegida. A menudo el ICP de un incidente mayor se localiza en un vehículo o edificio especial. Esta localización permite al personal de comando funcionar sin distracción o interrupción. Para incidentes grandes que tienen diseminación geográfica, el puesto de comando puede estar a alguna distancia del sitio del incidente de urgencia.

Personal de comando

Los individuos en el **personal de comando** realizan funciones con informe directo al director y no pueden delegarse a otras secciones importantes de la organización. Los oficiales de seguridad, de enlace y de información pública siempre son parte del personal de comando. Además, los miembros del personal de comando pueden asignar ayudantes, asistentes y asesores para trabajar de manera directa.

Oficial de seguridad. El **oficial de seguridad** se encarga de verificar que los temas de seguridad se manejen de modo eficaz en el escenario del incidente. Él constituye los ojos y oídos del director en términos de seguridad, identificación y evaluación de condiciones peligrosas, vigilancia de las prácticas inseguras y aseguramiento de que se cumplan los procedimientos de seguridad. El oficial de seguridad es nombrado de inmediato durante un incidente. Conforme éste se torna más complejo y el número de recursos presentes en el escenario se incrementa, se asigna personal calificado adicional como oficial de seguridad asistente.

Oficial de enlace. Este oficial es un representante del director que sirve como contacto para los representantes de agencias externas. El oficial de enlace, quien es miembro del personal de comando, se encarga de intercambiar información con los representantes de esas agencias. Durante un incidente activo, el director puede

carecer de tiempo para reunirse de manera directa con todos los que ingresan al ICP. Como representante del director bajo estas circunstancias, el oficial de enlace actúa obteniendo y aportando información o dirigiendo a las personas a la localización o autoridad apropiada. El área de enlace debe ser adyacente al ICP, pero no localizarse en su interior.

Oficial de información pública. El **oficial de información pública (OIP)** se encarga de buscar y emitir a los medios, noticieros y otras agencias apropiadas, la información acerca del incidente. En un incidente mayor, el público deseará saber qué se está haciendo. Puesto que el director debe dar al incidente la prioridad máxima de atención, el OIP actúa como persona de contacto para solicitudes de los medios, lo que libera al director para concentrarse en el incidente. Debe establecerse una oficina principal para los medios cerca del ICP, pero no en su interior. La información que el OIP presente a los medios necesita contar con la aprobación por el director de incidente.

Funciones del personal general

El director de incidente tiene la responsabilidad total de la organización de mando, aunque puede manejar algunos elementos de las responsabilidades del director de incidente. Cuando el incidente es demasiado grande o complejo para que una sola persona lo atienda de forma eficaz, el director puede nombrar a alguien para supervisar partes de la operación. Todo lo que ocurre en una incidencia de urgencia puede dividirse entre los principales componentes funcionales dentro del SCI:

- Operaciones
- Planeación
- Logística
- Finanzas/administración

Los jefes de estas cuatro secciones se conocen como **personal general del SCI**. El director decide cuál (si acaso) de estos cuatro puestos es necesario activar, cuándo hacerlo y quién debe ocupar cada posición. Recuérdese que los bloques en el organigrama de SCI se refieren a áreas funcionales de descripciones laborales, no a puestos que siempre deban contar con personal. Cuando se asignan los jefes de las cuatro secciones del personal general del SCI, pueden realizar sus operaciones desde el ICP principal, aunque no se requiere de esta estructura. En un incidente grande, las cuatro organizaciones funcionales pueden operar desde diferentes sitios, pero siempre en contacto directo con el director.

Operaciones

La **sección de operaciones** se encarga del control de todas las acciones que tienen relación directa con el control del incidente. Se encarga del rescate de cualquier individuo atrapado, del tratamiento de cualquier lesionado y de todo cuanto se requiera para aliviar una situación de urgencia.

En incidentes más pequeños, el director supervisa de manera directa las funciones de la sección de operación. En incidentes complejos, un **jefe de la sección de operaciones** separado tiene esa responsabilidad, de manera que el director pueda dedicarse a la

estrategia total mientras él se centra en la táctica que se requiere para realizar el trabajo.

Las operaciones se dirigen de acuerdo con un IAP que delinea cuáles son los objetivos estratégicos y cómo se realizarán las operaciones de urgencia. En casi todos los incidentes el IAP es relativamente simple y puede expresarse en unas cuantas palabras o frases. El IAP para un incidente a gran escala puede ser un documento voluminoso, que por lo regular se actualiza y usa en sesiones informativas diarias para el personal de mando.

Planeación

La **sección de planeación** se encarga de la recopilación, evaluación, diseminación y uso de la información importante del incidente. La sección de planeación actúa con planes preincidentales, planos de la construcción de los edificios, mapas, fotografías aéreas, esquemas, materiales de referencia y tableros de estado. También se encarga de perfeccionar y actualizar el IAP. En la sección de planeación se desarrolla lo que se necesita hacer, por quién, y se identifican los recursos necesarios.

El director activa la sección de planeación respecto de cuándo se necesita obtener, manejar y analizar la información. El **jefe de la sección de planeación** informa de modo directo al director. Los individuos asignados para planeación revisan la situación actual, la información disponible, predicen la evolución probable de los sucesos y preparan recomendaciones para las estrategias y tácticas. La sección de planeación también lleva un registro de los recursos de incidentes de gran escala y provee al director informes regulares de la situación y el estado de los recursos.

Logística

La **sección de logística** se encarga de proveer recursos, servicios, instalaciones y materiales durante el incidente. El **jefe de la sección de logística** informa de forma directa al director y sirve como oficial de las provisiones para el incidente. Entre las responsabilidades de esta sección están mantener los vehículos con combustible, proveer alimentos y bebidas para quienes responden a la urgencia, y hacer los arreglos para obtener equipo especializado.

Finanzas/administración

La **sección de finanzas/administración** constituye el cuarto componente principal del SCI administrado de manera directa por el director. Esta sección se encarga de la contabilidad y los aspectos de las finanzas de un incidente, así como de cualquier aspecto legal que pudiese surgir. Esta sección no cuenta con personal en la mayoría de los incidentes, debido a que los aspectos de costo y contabilidad por lo general se abordan después del incidente. No obstante, puede necesitarse una sección de finanzas/administración en incidentes a gran escala y largo plazo, que requieren administración fiscal inmediata, en particular cuando deben procurarse recursos externos con rapidez. También puede establecerse una sección de finanzas/administración durante un desastre natural o un incidente con materiales peligrosos, donde el reembolso pudiese provenir del fabricante del producto químico que transporta, o la compañía de seguros que envía.

Respuesta médica a los desastres

La respuesta eficaz a un IVM depende del inicio de una serie de acciones, que combinadas ayudan a disminuir al mínimo la morbilidad y mortalidad de las víctimas del suceso. Aunque estas acciones se discutirán en forma secuencial en este capítulo, es importante recordar que durante el desastre real muchas de las acciones se ejecutarán de manera simultánea (Figura 19-8).

Respuesta inicial

El paso inicial es la notificación y activación del sistema de respuesta del SMU, que suele hacerse por testigos del suceso, que llaman entonces al centro de despacho de urgencias local en busca de respuesta por las agencias de policía, bomberos y medicina de urgencia apropiadas.

Los primeros proveedores de atención prehospitalaria en arribar al escenario tienen varias funciones importantes que cumplir y que establecerán el escenario para toda la respuesta médica de urgencia ante el incidente. De importancia máxima, estas acciones no incluyen iniciar la atención de los pacientes más gravemente lesionados, como ocurriría en casi todas las situaciones diferentes a un IVM. Antes de iniciar el proceso de provisión de la asistencia médica de urgencia, los primeros proveedores de atención

prehospitalaria deben dedicar tiempo a realizar una evaluación total del escenario. Las metas de dicha evaluación son: valorar cualquier riesgo; calcular el número potencial de muertes; determinar qué recursos médicos adicionales se requerirán en el escenario; evaluar si se requerirá equipo o personal especializado, como equipos de búsqueda y rescate, y, de acuerdo con la gravedad del incidente, determinar la posibilidad potencial de un dispositivo secundario lesivo para quienes responden a la urgencia.

Una vez que concluye esta evaluación, el siguiente paso es comunicar el resultado total al centro de despacho, donde se pueden realizar el proceso de adquisición y el envío de los recursos necesarios. Después, los proveedores de atención prehospitalaria debe identificar sitios apropiados para realizar la selección, coleccionar los cuerpos de personas sin vida y registrar las ambulancias que ingresan, así como el personal y las provisiones, de manera que no impidan el ingreso o egreso rápido, o expongan recursos de respuesta a los riesgos potenciales del suceso.

Además de proveer la respuesta médica de urgencia en el escenario del desastre, es indispensable que la agencia de SMU que responde lo notifique a los posibles hospitales receptores en la comunidad, de manera que puedan activar sus planes de desastre para prepararse a recibir víctimas. Las agencias de SMU deben recordar que el componente de la respuesta al desastre es el primer vínculo en la cadena total de atención médica para un paciente involucrado, y que son los encargados de notificar y activar los demás componentes del sistema de atención de la salud.

Figura 19-8 Pasos básicos en la respuesta a desastres

La respuesta médica a un desastre implica los siguientes pasos básicos:

1. Notificación y activación del SMU
2. Respuesta inicial
3. Respuesta del SMU al escenario
4. Evaluación de la situación
 - a. Causa
 - b. Número de víctimas
 - c. Recursos adicionales
 - i. Médicos
 - ii. Otros
5. Comunicación de la situación y las necesidades
6. Activación de la comunidad médica
 - a. Notificación a las instalaciones receptoras
7. Búsqueda y rescate
8. Triage (tratamiento de los riesgos para la vida por hemorragia y obstrucción de la vía aérea)
9. Juntar víctimas
10. Tratamiento
11. Transporte
12. Reselección

Búsqueda y rescate

En este punto puede empezar el proceso de inicio de la atención de pacientes en el escenario. Por lo general, esto se hará con un esfuerzo de búsqueda y rescate para identificar y evacuar víctimas del sitio de impacto a un sitio más seguro. La población local cerca de un sitio de desastre, así como los sobrevivientes mismos, si pueden, a menudo constituyen el recurso inmediato de búsqueda y rescate, y pueden ya haber empezado a buscar las víctimas antes del arribo de cualquier personal de salud pública.⁶ La experiencia ha demostrado que la comunidad local responderá a un sitio de desastre y empezará el proceso de auxilio a las víctimas.

Muchos países y comunidades han desarrollado equipos especializados de búsqueda y rescate formales como parte integral de sus planes de respuesta nacional y local ante los desastres. Los miembros de estos equipos reciben entrenamiento especializado en ambientes de espacio confinado y se activan, según sea necesario, para un suceso particular. Estas unidades de búsqueda y rescate en general incluyen las siguientes:

- Grupo de especialistas de medicina
- Técnicos especialistas conocedores de materiales peligrosos, ingeniería estructural, operación de equipos pesados, y métodos de búsqueda y rescate (p. ej., equipo de audición, cámaras remotas)
- Perros entrenados y sus manejadores

Las compañías constructoras locales pueden proveer recursos de búsqueda y rescate valiosos como equipo, herramientas y tableros, que se pueden usar en el sitio del desastre para ayudar a retirar detritos pesados.

Triage

Conforme se identifican y evacúan los pacientes, son llevados a un sitio de selección donde pueden ser examinados y recibir una asignación de categoría (Figura 19-9). El término triage corresponde a una palabra francesa que indica “escoger”. Desde una perspectiva médica, la selección implica seleccionar víctimas con base en la gravedad de sus lesiones. Este proceso fue descrito por primera vez a principios de la década de 1800 por Baron Dominique Larrey, jefe de cirujanos de Napoleón, famoso por desarrollar un prototipo de ambulancias durante las guerras napoleónicas. Larrey expresaba:

Quienes tienen heridas peligrosas deben recibir la primera atención, sin considerar su rango o hacer distinciones. Aquellos con lesiones de menor grado pueden esperar hasta que sus compañeros de armas, que están muy mutilados, hayan sido operados y vestidos; de otra manera, estos últimos no sobrevivirían muchas horas, rara vez hasta el día siguiente.⁷

Este concepto, que se ha expandido más desde Larrey, sirve para priorizar la necesidad de atención médica de los pacientes y su transporte al hospital.

El triage es una de las misiones más importantes de cualquier respuesta médica ante un desastre. Como ya se señaló, el objetivo de la selección convencional en un contexto diferente a un desastre es hacer lo mejor para el paciente individual. Este imperativo suele significar hallar y tratar a los pacientes más enfermos. El objetivo de la selección en incidentes con innumerables víctimas es hacer el máximo bien al mayor número de personas. El triage de numerosas víctimas en el escenario debe ser supervisado por un oficial entrenado. Un **oficial de triage** debe tener una amplia experiencia clínica en la evaluación y el tratamiento de lesiones en el campo, ya que puede requerirse tomar decisiones en extremo difíciles acerca de pacientes que se considerarán en estado crítico con respecto a aquellos que se clasificarán como mortalmente heridos y con poca posibilidad de supervivencia. Un paramédico con experiencia significativa en el campo suele cubrir este requerimiento. A este respecto también podría ser útil un médico entrenado con experiencia en el campo.^{8,9}



Figura 19-9 Selección y estabilización inicial en instalaciones provisionales de tratamiento médico (huracán Katrina, Louisiana, 2005).

Fuente: © Bill Haber/AP Images.

Existen varias metodologías diferentes para evaluar y asignar la categoría de selección.¹⁰ Una implica una evaluación rápida del estado fisiológico y mental. Este proceso de triage se conoce como **algoritmo de selección START** (del inglés *simple triage and rapid treatment*: selección simple y tratamiento rápido). En este sistema se valora el estado respiratorio, de perfusión y mental del paciente para anticipar el transporte inicial a instalaciones de atención definitiva (ver páginas 132-133 en el Capítulo 6, Evaluación de la escena).^{9,11} Otros sistemas de triage incluyen el MASS (del inglés *move, assess, sort, send*: movilizar, evaluar, escoger, enviar), y los métodos Smart y Sacco.

En un esfuerzo por proveer una guía nacional y dar uniformidad al proceso de selección, los Centers for Disease Control and Prevention (CDC) en Estados Unidos crearon un grupo de expertos multidisciplinarios para desarrollar un sistema de triage basado en el contexto, ahora conocido como SALT (ver página 134 en el Capítulo 6, Evaluación de la escena).⁹ Este sistema de triage implica escoger al paciente con base en su capacidad de moverse, su necesidad de intervenciones que salven su vida, realizar tales intervenciones, así como su tratamiento y transporte.

Independientemente del método de triage exacto usado, todos los sistemas al final clasifican a los pacientes (por lo general) en una de cuatro categorías de gravedad de la lesión. Los pacientes de máxima prioridad son aquellos con lesiones críticas, pero de posible supervivencia, y suelen clasificarse como *para atención inmediata* y codificarse en color *rojo*. Aquellos con lesiones moderadas que pueden de forma potencial tolerar un retraso breve en su atención se clasifican como *diferidos*, y se codifican con color *amarillo*. Quienes presentan lesiones relativamente menores, a menudo conocidos como “lesionados ambulantes”, se clasifican como *víctimas de atención mínima*, con codificación de color *verde*. Los pacientes que expiraron en el escenario o cuyas lesiones son tan graves que su muerte es inminente o posible, se clasifican como *con deceso o expectantes*, respectivamente, y se señalan con color *negro*. Es digno de mención que en algunos sistemas de triage, en particular SALT, se separan de forma específica aquellos pacientes clasificados como mortalmente heridos de quienes ya están muertos, con codificación en color *gris*, de los expectantes.

Todos estos códigos de color se refieren al uso de “etiquetas de desastre”, que se usan en el escenario y se aplican al paciente una vez que ha sido seleccionado. El código de color provee una referencia visual inmediata de la categoría de selección del paciente. En algunos sistemas de triage también se usa un sistema de clasificación donde los pacientes para atención inmediata, diferida, mínima, muertos o expectantes, se envían a las clases I, II, III y IV, respectivamente.

Es importante que todo este personal de triage tenga en mente que debe evitar la tentación de omitirla para tratar a un paciente lesionado de manera grave que encuentren. Como se mencionó antes, el principio primario involucrado en el abordaje de un IVM es hacer el mayor bien a la mayoría de las personas. Durante esta fase de selección inicial, las intervenciones médicas se limitan a las acciones que se hacen de forma fácil y rápida, y que no requieren una labor intensiva. En general, esto significa hacer sólo los procedimientos, como obtener una vía aérea permeable en forma manual, la descompresión del tórax con una aguja, la administración de un antídoto químico y el control de una hemorragia externa. Intervenciones como ventilación con bolsa y mascarilla y compresión cerrada del tórax implican el uso de personal especializado, y no se realizan.

Una vez que se ha seleccionado a los pacientes, son llevados a **puntos de reunión de víctimas**, de acuerdo con su prioridad de atención. De manera específica, todos aquellos de atención inmediata (rojo) se agrupan, al igual que los diferidos (amarillo) y de atención mínima (verde). Los puntos de reunión de víctimas deben localizarse lo más cerca posible del sitio del desastre para que puedan ser trasladadas de forma fácil o para recibir tratamiento rápido, pero bastante lejos del sitio de impacto para protegerlas de cualquier riesgo en proceso. Entre las consideraciones importantes se incluyen las siguientes:

- Proximidad al sitio del desastre
- Seguridad respecto de riesgos, pendientes y viento ascendente desde ambientes contaminados
- Protección de las condiciones climáticas (cuando sea posible)
- Fácil visibilidad de las víctimas del desastre y el personal asignado
- Vías de entrada y salida convenientes para la evacuación por aire, tierra y agua
- Distancia segura de los vapores del escape de las ambulancias

Conforme llega el personal médico y recursos adicionales, y se encuentran disponibles en el escenario, se provee atención médica e intervenciones en los puntos de reunión de víctimas, de acuerdo con su prioridad de selección. Estas son localidades apropiadas a las que los médicos que responden al escenario pueden asignarse para examinar y tratar de manera adicional a los pacientes lesionados.

Finalmente, conforme se dispone de recursos de transporte, los pacientes son enviados para su atención definitiva, de acuerdo con su prioridad de selección (Figura 19-10). Los pacientes de atención inmediata no se mantienen en el escenario para la provisión de atención médica adicional si se dispone de transporte (Figura 19-11). Deben hacerse las intervenciones médicas necesarias durante el transporte a las instalaciones de atención definitiva.

Debido a las lesiones críticas visibles, quienes responden ante una urgencia tienden a enviar pacientes individuales para transporte inmediato, y los transportan evitando el proceso de triage. Esta



Figura 19-10 Atención médica definitiva en un hospital de campo de Estados Unidos (Bam, Irán, terremoto del 2005).

Fuente: © Cristobel Fuentes/AP Images.



Figura 19-11 Interior de un avión de transporte militar modificado para evacuación médica, con camillas para pacientes.

Fuente: © Evan Vucci/AP Images.

tendencia debe evitarse, de manera que todas las víctimas puedan evaluarse, a fin de tratar primero a aquellas cuya vida corre mayor riesgo, y proveer la mejor atención para la mayoría. Sin embargo, evadir el proceso de triage está indicado en ciertas circunstancias, entre las que se encuentran:

1. Riesgo, como en un mal clima
2. Oscuridad potencial inminente sin capacidad de recursos de iluminación
3. Riesgo continuo de lesión como resultado de sucesos naturales o no naturales
4. Nula disponibilidad inmediata de instalaciones u oficial de triage
5. Cualquier situación táctica en el escenario de aplicación de la ley, donde las víctimas son retiradas rápidamente del sitio de impacto hacia el punto de reunión para su transporte^{11,12}

Por último, el triage no es un proceso estático, sino que es dinámico y constante. Una vez que se valore y clasifique a un paciente, éste no conserva su categoría para el resto de su atención. En su lugar, conforme sus condiciones cambian, puede también hacerle su categoría de triage. Por ejemplo, un paciente con una herida importante de extremidad y hemorragia puede de manera inicial ser clasificado como de atención inmediata; sin embargo, después de que se aplica presión a la herida y se controla la hemorragia, puede reclasificarse como de atención diferida. De manera alternativa, un paciente que en principio fue clasificado como de atención inmediata pudiese deteriorarse y después reclasificarse como expectante.

Debe hacerse la reclasificación en el escenario mientras los pacientes esperan recursos de transporte. Además, dichos pacientes serán objeto de nueva selección al arribar al hospital de destino, así como de priorización para intervención quirúrgica.

Tratamiento

Puesto que el número de pacientes inicialmente rebasará los recursos disponibles, el tratamiento en el escenario se limita en general

a la obtención manual de permeabilidad de la vía aérea, la corrección de neumotórax a tensión, el control de la hemorragia externa y la administración de antídotos de agentes químicos. Sólo cuando han arribado recursos adecuados al escenario o durante el transporte al hospital, se proveerán intervenciones adicionales, como el acceso intravenoso y la colocación de férulas para fracturas.

Transportación

El transporte y el seguimiento de los pacientes de un IVM al hospital de recepción implican un esfuerzo coordinado con uso de una diversidad de vehículos. Los pacientes de atención inmediata y diferida se llevan al hospital en ambulancia terrestre o por helicóptero (cuando están disponibles, y si lo permiten las condiciones ambientales). Aquellos incidentes de los que resulta un gran número de víctimas, en particular de la categoría de atención mínima, pueden requerir el uso de vehículos no tradicionales, como autobuses o camionetas, y en algunos casos los pacientes pueden transportarse a sitios no hospitalarios para su evaluación y tratamiento. No obstante, es importante recordar que cuando se usan tales mecanismos de transporte alternos, se asignarán los proveedores de atención prehospitalaria con provisiones y equipo adecuados para acompañar a las víctimas. El movimiento y destino de cada paciente debe registrarse con precisión en un documento o mediante sistemas de rastreo.

Otro tema importante en la respuesta eficaz a un IVM se relaciona con el proceso de toma de decisiones para el destino de los pacientes una vez iniciado el transporte.¹³ Sucesos recientes han mostrado que los pacientes con lesiones que no ponen en riesgo la vida a menudo se alejan del sitio del desastre por cualquier medio de transporte disponible y toman su propio camino al hospital.⁶ Con frecuencia eso origina grandes números de "heridos que caminan" al hospital más cercano al sitio del desastre. De hecho, aproximadamente de 70 a 80% de los pacientes llegará a un hospital sin transporte por ambulancia del SMU.

Los proveedores de atención prehospitalaria deben comprender que el hospital más cercano al escenario de un desastre puede ser saturado con pacientes incluso antes del arribo de la primera ambulancia de transporte. Antes de llevar a un paciente al hospital más cercano, debe hacerse contacto con personal del servicio de urgencias (SU) para precisar su estado y capacidad de aceptar y tratar pacientes que llegan por ambulancia. Si el hospital más cercano se encuentra saturado, el sistema de SMU debe transportar a los pacientes a instalaciones más distantes, cuando esto sea posible. Aunque el tiempo de transporte será mayor, la atención del paciente no se complicará por la numerosa presencia de otros pacientes. La distribución de los pacientes a múltiples instituciones al final ayudará a conservar la capacidad de todos los hospitales receptores de dar una atención óptima.

Incluso si las instalaciones médicas más cercanas no están repletas con pacientes de autotransporte, es imperativo que los proveedores de atención prehospitalaria no saturen al hospital más cercano con pacientes transportados en ambulancia. Con frecuencia, el deseo natural es transportar al paciente al hospital más cercano, de manera que la ambulancia y su personal puedan regresar de forma rápida al escenario de un desastre para recoger y transportar a otros. La transferencia desde el sitio del desastre de IVM hasta el hospital más cercano tendrá impacto negativo en su capacidad de proveer "lo mejor para la mayoría de los pacientes".

Sin embargo, en las comunidades con pocos hospitales, el SMU no tendrá otra opción que la de transportar a los pacientes al hospital más cercano.

Equipos de asistencia médica

Para un desastre de proporciones significativas que requiere recursos adicionales en el escenario, algunos hospitales han perfeccionado equipos de respuesta a desastres para ayudar a aumentar la respuesta de campo del SMU y proveer atención en el sitio, lo que permite a los proveedores de atención prehospitalaria liberarse de la tarea de brindar atención médica en puntos de reunión de víctimas y, en su lugar, realizar el transporte de los pacientes (Figura 19-12). Si se requieren recursos externos del estado o del gobierno federal, en muchos municipios se dispone de otros servicios de respuesta médica de urgencia.

Como resultado del Sistema de Respuesta Médica Metropolitana (MMRS, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos, se han creado grupos de tarea de MMRS o equipos de impacto en muchas ciudades. El MMRS fue perfeccionado y fundado por el U.S. Department of Health and Human Services (DHHS) para ayudar a responder a urgencias por terrorismo o de salud pública. Su meta es ayudar a integrar las diversas agencias y servicios de respuesta local para aumentar la respuesta ante tales sucesos. Estos arreglos de respuesta incluyen personal de medicina de urgencias, cirugía de traumatología, subespecialidades quirúrgicas y enfermería. Los grupos de tarea de MMRS pueden responder con recursos que se han obtenido por medio de fondos estatales y federales. Estos equipos de impacto se pueden usar para ampliar instalaciones médicas y respaldar las ya existentes, así como aportar personal a instalaciones médicas móviles que se establecen para proveer atención médica inmediata a los pacientes.

Con una base de mayor escala, el gobierno de Estados Unidos tiene la capacidad, por conducto del National Disaster Medical System, de movilizar equipos de asistencia médica para desastres (DMAT), que pueden proveer atención en el campo y crear instalaciones médicas móviles, algunas con gran capacidad para realizar intervenciones quirúrgicas y cubrir las necesidades de atención crítica



Figura 19-12 Una vista aérea de la destrucción causada por un tornado en Oklahoma en el año 2013.

Fuente: © Tony Gutierrez/AP Images.

de los pacientes, cuando los recursos locales se han visto rebasados. Una solicitud de DMAT debe llegar a través de los conductos apropiados, por lo general del jefe de urgencias local, a la autoridad de control de urgencias estatal, y de la oficina del gobernador a través del gobierno federal a DHHS, donde se encuentra el programa de respuesta del National Disaster Medical System.

Amenazas del terrorismo y armas de destrucción masiva

El terrorismo puede representar uno de los IVM más retadores para quienes responden a las urgencias. El espectro de amenazas terroristas es ilimitado, y va desde bombarderos suicidas hasta armas convencionales o explosivos, y de armas militares a ADM (químicos, biológicos, radiológicos y nucleares). De todos los desastres producidos por el hombre, los sucesos de terrorismo tienen el máximo potencial para generar un gran número de víctimas y muertes (véase el Capítulo 20, Explosiones y armas de destrucción masiva, para información detallada acerca de armas específicas).

Los terroristas han mostrado su ingenio y capacidad ilimitados por la tecnología o las armas convencionales. Durante los ataques terroristas del 11 de septiembre de 2001, los terroristas utilizaron aviones de pasajeros llenos de combustible y “bombas volantes”, con lo que generaron destrucción masiva de vidas y propiedades.

Una de las características únicas de una amenaza terrorista, en especial la que involucra a ADM, es que suelen predominar las víctimas psicológicas. Los terroristas no necesitan matar a un gran número de personas para lograr sus propósitos; sólo requieren crear un clima de temor y pánico para avasallar a la infraestructura médica. En los ataques con sarín de marzo de 1995 en Tokio, hubo 5000 víctimas en los hospitales. De ellas, más de 1000 tenían efectos físicos por el gas; el resto presentaba estrés psicológico. Los incidentes con el carbunco en el año 2001 en Estados Unidos también aumentaron de forma notoria los síntomas respiratorios específicos, que finalmente no eran producto de la infección real.

Las explosiones y las bombas continúan siendo la causa más frecuente de víctimas masivas en desastres causados por terroristas en todo el mundo, tanto como suceso primario como cuando se siembran dispositivos secundarios para lesionar o matar a quienes responden a las urgencias. La mayoría de esos bombardeos consta de explosivos relativamente pequeños que producen bajas tasas de mortalidad. Sin embargo, cuando son colocados de manera estratégica en edificios, tuberías o vehículos en movimiento, su impacto puede ser mucho mayor (Figura 19-13). Las elevadas tasas de morbilidad y mortalidad tienen relación no sólo con la intensidad de la explosión, sino también con el daño estructural subsiguiente que lleva al colapso de los edificios objetivo. Una amenaza mayor será la de desastres causados por explosivos convencionales en combinación con un agente químico, biológico o radiológico, una “bomba sucia”, que combina un explosivo convencional con material radiactivo.

Las ADM que crean ambientes contaminados pueden constituirse en el máximo riesgo de desastre. Quienes responden a las urgencias no podrán llevar a las víctimas a los hospitales por el riesgo de contaminar las instalaciones médicas. Los proveedores de atención hospitalaria deben estar preparados y equipados para realizar la selección, no sólo para determinar el grado de lesión, sino también para evaluar el potencial de contaminación y la necesidad



Figura 19-13 Bomba terrorista en Madrid, en el año 2004.

Fuente: © Paul White/AP Images.



Figura 19-14 Descontaminación en la “zona caliente” por técnicos con equipo de protección personal de nivel B.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning.

de descontaminación y estabilización iniciales. Al mismo tiempo, los proveedores de atención prehospitalaria necesitan seguir los pasos apropiados para protegerse a sí mismos de una potencial contaminación.

Descontaminación

La **descontaminación** es una consideración importante en todos los desastres que implican materiales peligrosos y ADM (Figura 19-14). Los sucesos de terrorismo con su gran número de víctimas, sustancias desconocidas y multitud de “individuos en buen estado” aumentan de manera significativa la posibilidad de víctimas contaminadas o que de forma potencial lo están (para información adicional,

véase Capítulo 20, Explosiones y armas de destrucción masiva). Como regla general, los pacientes transportados por ambulancia deben descontaminarse antes de su envío, para evitar contaminar los SU que los reciben.

Área de tratamiento

Cuando se responde a un desastre que implica materiales peligrosos y ADM, es crítico que la selección y los puntos de reunión de víctimas se ubiquen de modo apropiado, pendiente y viento arriba del área contaminada (275 metros).

Respuesta psicológica a los desastres

El trauma psicológico y otras **secuelas** psicológicas adversas son frecuentemente efectos secundarios de sucesos como desastres naturales y los no intencionales causados por los seres humanos.¹⁴ En contraste, uno de los objetivos del terrorismo es infringir dolor psicológico, traumas y desequilibrio. Mantener una buena salud mental es tan importante como conservar la buena salud física para todos aquellos que responden a urgencias.

Características de los desastres que afectan la salud mental

No todos los desastres tienen el mismo grado de impacto psicológico. Entre las características de aquellos que parecen tener el impacto más significativo en la salud mental se incluyen:

- Poca o ninguna nota precautoria
- Amenaza grave de la seguridad del personal
- Efectos potenciales para la salud desconocidos
- Duración incierta del suceso
- Error humano o intento malicioso
- Simbolismo relacionado con objetivo terrorista

Factores que impactan en la respuesta psicológica

Todo individuo que experimenta un desastre, ya sea como víctima o de respuesta a la urgencia, es afectado en alguna forma. Afortunadamente, esto no significa que la mayoría presentará un trastorno de salud mental. Más bien, indica que todos los individuos afectados, tanto víctimas como quienes responden a la urgencia, presentarán algún tipo de respuesta psicológica y emocional al suceso, y en algunos casos puede constituir el fin de una carrera.

De manera similar, hay reacciones tanto individuales como colectivas que interactúan entre sí conforme los individuos y las comunidades se recuperan de estos sucesos extraordinarios. Entre los factores que afectan la respuesta individual a los desastres se encuentran los siguientes:

- Proximidad física y psicológica al suceso
- Exposición a situaciones horripilantes o grotescas

- Estado de salud disminuido antes o debido al desastre
- Magnitud de la pérdida
- Antecedente de traumas

Los factores que impactan en la respuesta colectiva a los traumas incluyen:

- Grado de alteración de la comunidad
- Estabilidad familiar y comunitaria antes del desastre
- Liderazgo comunitario
- Sensibilidad cultural de los esfuerzos de recuperación

Secuelas psicológicas de los desastres

Las respuestas psicológicas después de un desastre varían mucho, desde las de estrés leve hasta el **trastorno de estrés postraumático (PTSD, por sus siglas en inglés)** manifiesto, la depresión mayor y el trastorno de estrés agudo.¹⁴ El PTSD es un estado de salud mental resultado de la exposición a un suceso horroroso o aterrizante que lleva a recuerdos del incidente, pesadillas, ansiedad e ideas incontrolables acerca de éste. Aunque muchas personas pueden mostrar signos de estrés psicológico, relativamente pocos (por lo general de 15 a 25%) de los impactados de manera más directa, desarrollarán después un trastorno mental diagnosticable.

Intervenciones

Varias acciones relativamente simples pueden ayudar a los individuos a disminuir al mínimo los efectos psicológicos de un suceso y a regresar a su actividad normal.

- Los individuos deben regresar a sus actividades normales tan pronto como sea posible.
- En personas sin diagnóstico de trastorno mental, es útil proveer materiales de instrucción que les ayuden a comprender lo que ellos y sus familias están experimentando.
- Debe proveerse asesoramiento para las crisis, seguido por envío al especialista cuando está indicado un tratamiento.
- Cuando se diagnostica un trastorno mental, las intervenciones terapéuticas pueden ser útiles, incluyendo tratamiento cognitivo-conductual y medicamentos psiquiátricos.

Estrés de quien responde a las urgencias

Quienes responden a las urgencias también pueden volverse víctimas secundarias del estrés y otras secuelas psicológicas. Esas consecuencias pueden afectar de manera adversa su funcionamiento durante y después de un suceso. Pueden también tener impacto adverso en su bienestar personal y sus relaciones familiares y laborales. El personal supervisor y los colegas deberán alertar de la aparición de manifestaciones de estrés o alteración psicológica en aquellos individuos involucrados en la respuesta a un incidente.

A menudo se usan varias estrategias de intervención en un esfuerzo por ayudar a prevenir y controlar el estrés después de un incidente. Incluyen sesiones de interrogatorio, inactivación y control de la ira. De manera colectiva, estos procesos reciben la denominación de **manejo del estrés por incidentes críticos (MEIC)**. En años recientes se ha cuestionado la utilidad del MEIC, en particular en casos donde ha sido intervención obligatoria por quienes responden a las urgencias. Se puede ofrecer MEIC como una opción a aquellos que responden a las urgencias y sienten la necesidad de participar, pero no debería ser obligatorio para todos.

Signos de estrés en los trabajadores

Algunos signos comunes de estrés en quienes responden a las urgencias incluyen elementos fisiológicos, emocionales, cognitivos y conductuales.

Signos fisiológicos

- Fatiga, incluso después de descansar
- Náusea
- Temblores motores finos
- Tics
- **Parestesias**
- Mareo
- Alteración gastrointestinal
- Palpitaciones cardíacas
- Sensaciones de ahogamiento o sofocación

Signos emocionales

- Ansiedad
- Irritabilidad
- Sensación de inutilidad
- Previsión no realista de daño a sí mismo o a otros

Signos cognitivos

- Pérdida de la memoria
- Dificultades para la toma de decisiones
- Anomía (imposibilidad de nombrar objetos comunes o personas conocidas)
- Problemas de concentración o distracción
- Disminución del rango de atención
- Dificultades de cálculo

Signos conductuales

- Insomnio
- Hipervigilancia
- Llanto fácil
- Humor inapropiado
- Conducta ritual

Control del estrés en el sitio

Las siguientes intervenciones en el sitio pueden ayudar a disminuir el estrés:

- Exposición limitada a estímulos traumáticos
- Horas de operación razonables



Figura 19-15 La fatiga contribuye en gran medida al estrés.

Fuente: © Jones and Bartlett Learning. Cortesía de MIEMSS.

- Reposo y sueño adecuados (Figura 19-15)
- Alimentación adecuada
- Programa regular de ejercicio
- Tiempo de privacidad
- Comunicación con alguien que comprenda el tema
- Vigilancia de signos de estrés
- Criterio de valoración de la afección identificable

Educación y entrenamiento sobre desastres

El perfeccionamiento y la implementación de un programa formal de instrucción y entrenamiento mejorarán la capacidad del proveedor de atención prehospitalaria de responder de forma eficaz a un IVM. El proveedor de atención prehospitalaria puede cumplir una variedad de participaciones en el desastre y cuidado de víctimas masivas, incluyendo la mitigación y preparación, búsqueda y rescate, selección, atención médica aguda, transporte y recuperación posterior al suceso. La preparación con respecto a instrucción y aprendizaje se puede lograr en diversos ambientes estructurados y no estructurados; cada uno tiene sus ventajas y desventajas individuales, según se determina por el costo comparativo y el impacto de instrucción.

El **aprendizaje independiente** es fundamento de la preparación para los desastres. Se dispone de multitud de recursos mediante las publicaciones impresas, así como en internet. Las agencias de salud pública, los CDC, FEMA, el Center for Domestic Preparedness y las fuerzas militares ofrecen oportunidades de aprendizaje basado en internet y recursos para los individuos. Los cursos pueden concluirse en forma independiente y con un horario flexible. La limitación de esta modalidad de aprendizaje es que no permite la experiencia de aprendizaje interactivo.

El **entrenamiento en grupo** se dirige a equipos específicos de respuesta con respecto a los desastres. Los programas de entrenamiento están ampliamente disponibles e incluyen la comprensión de la estructura de comando de los incidentes y la preparación para ADM. Numerosas organizaciones profesionales y paraprofesionales

han perfeccionado programas de entrenamiento y módulos específicos para sus alcances de práctica profesional, incluyendo salud pública, medicina de urgencias, especialidades de cuidados críticos, quirúrgicas y médicas, así como todos los grados de proveedores de atención prehospitalaria.

Las **simulaciones** proveen una oportunidad de entrenamiento que conjunta a muchos individuos de diferentes antecedentes, indispensables para la implementación de una respuesta a un desastre. Estos ejercicios adoptan dos formas específicas: uno sobre una mesa y otro con actividad completa de entrenamiento en el campo. Los ejercicios sobre la mesa son eficaces en cuanto a costo y muy útiles para estudiar y evaluar la respuesta a un desastre. Como sugiere el nombre, estos ejercicios se hacen alrededor de una mesa con participantes que indican de manera verbal cuáles serían las acciones de respuesta esperadas. Suelen establecerse con antelación, un punto de inicio con metas y logros centrados en el incidente y una orden para concluir el ejercicio. Los ejercicios sobre la mesa permiten comunicaciones inmediatas e interacción entre agencias multidisciplinarias. Estas actividades requieren la dirección de un facilitador experimentado que guía a los participantes hacia el objetivo y la evaluación crítica de los resultados al concluir.

Los **ejercicios en el campo** son los sucesos de entrenamiento más realistas, que implican la ejecución real y el desempeño de un plan de respuesta ante un desastre en la comunidad. El ejercicio en campo permite una evaluación inmediata de la capacidad física para cubrir los objetivos, según se define por escrito. De forma ideal, los ejercicios involucrarán trasladar víctimas del punto de impacto y lesión, mediante el sistema de respuesta de SMU, hacia instalaciones de atención médica definitiva. Sin embargo, estos sucesos son de labor intensiva, duración prolongada y económicamente costosos.

Para el aprendizaje óptimo con base en ejercicios de instrucción, es imperativo que se realicen sucesos de entrenamiento interdisciplinarios a menudo para incluir a todas las agencias y participantes apropiados en la respuesta ante un desastre. De esta manera, cada agencia tendrá la oportunidad de aprender y comprender las participaciones, responsabilidades y capacidades de los servicios correspondientes.

Errores comunes de la respuesta ante un desastre

Numerosos estudios realizados después de identificar IVM significativos señalaron varias desventajas consistentes en la respuesta médica a estos sucesos. La identificación de tales deficiencias es resultado de valoraciones subsiguientes de la respuesta a estos incidentes, así como de comunidades que hicieron valoraciones de riesgo, vulnerabilidad y necesidades, ordenadas por el gobierno de Estados Unidos para recibir fondos con el fin de mejorar su infraestructura de respuesta ante los desastres.

Preparación

Como individuos que responden a urgencias en una comunidad, los proveedores de atención prehospitalaria se preparan para la devastación que puede ocurrir en un suceso de víctimas masivas

y planear la respuesta a tales sucesos en diversas formas. Aunque puede ser un método útil perforar la mesa para preparación, no prueba de manera real la capacidad del proveedor de atención prehospitalaria de cumplir con las obligaciones necesarias o la capacidad de la agencia de SMU para llevar los recursos y activos al sitio en una forma oportuna y eficaz. Las destrezas funcionales reales para desastres —durante las cuales las víctimas se seleccionan, valoran, “tratan”, transportan y siguen a través del sistema de respuesta médica de urgencia hasta las puertas de un hospital en una forma real— prueban de la mejor manera la respuesta médica de urgencia que se requerirá. La capacidad de proveer *capacidad súbita* (la capacidad de ampliar los servicios para cubrir un ingreso súbito de pacientes) y para proveer personal numeroso, ambulancias y otros equipos necesarios para las víctimas, debe abordarse de forma apropiada por toda la comunidad de respuesta médica.

Desafortunadamente, pocas agencias han probado en realidad una respuesta de capacidad súbita en condiciones reales, y en su lugar han dependido de las destrezas sobre la mesa como parámetro de su capacidad de responder. Sólo a través de las destrezas en toda la comunidad, que impliquen a múltiples agencias de SMU y servicios de ambulancia, se puede evaluar el nivel real de preparación para responder a un IVM en una comunidad.

Comunicaciones

Muchos sucesos han mostrado que la falta de un sistema de comunicación unificado obstaculiza de manera significativa la capacidad de conformar una respuesta coordinada ante un IVM. Los sistemas de comunicación individual son eficaces, pero depender de un solo sistema para la comunicación está condenado al fracaso. El uso de teléfonos celulares se imposibilitó cuando el centro de comunicación central en el World Trade Center de Nueva York ya no existía. También la incapacidad de las agencias de policía, bomberos y SMU para comunicarse entre sí, por diferentes tecnologías o frecuencias de radio, es una grave deficiencia que aminora de forma considerable la capacidad de responder con eficacia a los IVM.

La redundancia del sistema es de importancia capital, independientemente de la fuente elegida para las comunicaciones primarias. Los sistemas de teléfonos alámbricos, las líneas terrestres, los sistemas de teléfonos celulares, los sistemas de teléfonos satelitales, los radios VHF y los sistemas de frecuencia de 800 a 900 MHz tienen algún grado de vulnerabilidad, y podrían verse comprometidos en un incidente. Por lo tanto, es crucial contar con opciones múltiples de comunicación para asegurar que ésta sea constante.

Los siguientes dos principios son indispensables para mantener la capacidad de comunicación:

1. Debe contarse con un sistema de comunicación unificado al que quienes responden a urgencias en la comunidad tengan acceso.
2. Debe haber una redundancia de sistemas, de manera que si una modalidad de comunidad falla o se invalida, se pueda usar otra de manera eficaz como respaldo.

Otro problema común es el uso de códigos como forma de comunicación breve. Desafortunadamente, no hay un conjunto de códigos único acordado para uso por todas las agencias; por lo tanto, una agencia que responde puede encontrarse a sí misma en un escenario con otras agencias, todas utilizando códigos con la misma tecnología

pero significados diferentes. Es por ello que SCI y NIMS recomiendan el uso del español simple durante un incidente para evitar cualquier confusión de significado.

Seguridad de la escena

La seguridad del escenario se ha vuelto un problema cada vez mayor en los IVM, y es importante por los siguientes motivos:

1. Para proteger los equipos de respuesta a urgencias de un incidente secundario, con el resultado de más víctimas.
2. Proveer el ingreso y salida seguros de quienes responden a las urgencias y las víctimas, sin obstáculos por espectadores en el sitio de desastre.
3. La protección y asistencia para asegurar el escenario y las pruebas físicas.

La seguridad del escenario se vuelve un reto significativo durante un suceso de desastre porque, por definición, todos los recursos están al máximo de sus capacidades y límites. La coordinación con los líderes locales de aplicación de la ley es indispensable para que la comunidad prehospitalaria y médica garantice que se dispondrá de seguridad.

Asistencia por autodespacho

En muchos IVM, agencias de SMU y seguridad pública (así como los médicos de todo tipo de respuesta) de comunidades adyacentes, e incluso distantes, han respondido al escenario sin solicitud formal de ayuda de la jurisdicción impactada.⁶ Estos sujetos de respuesta de urgencia autodespachados, aunque bien intencionados, a menudo sólo complican y confunden más una situación ya de por sí caótica. Con la asistencia por autodespacho, son imposibles los esfuerzos de rescate coordinados, por la falta de participación en la estructura de dirección del incidente, y los aspectos de comunicación a menudo se dificultan más por sistemas de radio incompatibles que utilizan quienes responden a urgencias por autodespacho.

De manera ideal, las agencias de seguridad pública y SMU deben responder al sitio de desastre sólo si se les ha solicitado de forma específica hacerlo por la jurisdicción encargada y el director de incidente.¹⁵

Además, es en extremo útil controlar el acceso al escenario y establecer un área de clasificación tan pronto como sea posible, a donde todas las unidades de respuesta y los voluntarios se pueden dirigir para su acreditación y mejor incorporación a la respuesta ante el incidente.

Suministros y recursos de equipamiento

Casi todas las agencias de SMU tienen planes para la utilización sistemática de las provisiones, las que han conseguido con base en la demanda diaria esperada. Los sucesos de gran magnitud consumirán pronto estos recursos y pueden alterar las líneas de provisión convencionales. Es indispensable contar con un plan directo y de respaldo para la reconstitución de las provisiones durante un desastre para el tratamiento constante de las víctimas. Debe

disponerse de provisiones en forma oportuna y contar con mecanismos apropiados para su distribución. Los planes de distribución no pueden incluir a los proveedores de atención prehospitalaria en el campo, que ya estarán totalmente ocupados.

La agencia de SMU debe tener un plan para la restitución farmacéutica en el sitio. En aquellas comunidades que han sido asignadas para recibir fondos del Metropolitan Medical Response System (MMRS), ya se compraron las reservas comunitarias de productos farmacéuticos o están comprándose en preparación para tales sucesos.

Falta de notificación a los hospitales

En la confusión de responder a un IVM y evaluarlo, así como en la ejecución de las múltiples tareas que deben realizarse en el inicio de una respuesta médica prehospitalaria ante tal suceso, a menudo es fácil que las agencias de SMU pasen por alto la necesidad de entrar en contacto con los hospitales y que éstos activen su plan interno de desastres. Numerosos sucesos reales han mostrado que a menos que la notificación y activación de hospitales sea parte integral del plan de IVM de la agencia de SMU, los hospitales pueden quedarse solos para descubrir que ocurrió un incidente, ya sea cuando los pacientes se autotransportan e informan del suceso, o cuando arriba la primera ambulancia a una instalación no preparada aún. Es indispensable que las agencias de SMU incluyan notificación hospitalaria como parte de su plan para IVM, de manera que se pueda hacer la transición coordinada directa del campo al hospital donde se atenderán.

Además, la comunicación constante del campo al hospital y viceversa es importante para vigilar el estado del suceso y la carga de pacientes a los hospitales.

Medios

Los medios a menudo se consideran una desventaja para el proceso físico y operativo de la respuesta a los desastres. Sin embargo, se recomienda a las agencias de SMU asociarse con los medios porque pueden ser un recurso durante la respuesta a un desastre. Los medios pueden aportar auxilio para la diseminación de información apropiada y precisa a la población general, darles instrucciones en lo referente a las acciones que pueden tomar para mantener la seguridad personal y dónde comunicarse para obtener información o reunirse con miembros de la familia, así como comunicar otra información necesaria. Es inevitable que los medios dispersen información al público, y como quienes responden a las urgencias, los proveedores de atención prehospitalaria tienen la responsabilidad de asociarse con los medios para asegurar que la información provista sea oportuna y precisa, así como útil para el proceso de respuesta.

Contar con un oficial de información pública designado (OIP) entrenado para tratar con los medios y autorizado para hablar acerca del incidente es un método importante de comunicación con los diversos representantes de los medios que buscan información del incidente. De particular importancia es el reconocimiento de que es probable que cada agencia que responde tendrá un OIP. Bajo el concepto de mando unificado, de forma ideal se necesita emitir un mensaje consistente por un solo OIP; sin embargo, cualquier mensaje emitido fuera por las OIP de diversos agentes debe ser compatible con los otros.



Resumen

- Los desastres son resultado de sucesos climáticos o geológicos naturales; sin embargo, también pueden ser producto de actos, intencionales y no, de los seres humanos.
- Aunque los desastres pueden ser impredecibles, la preparación adecuada puede convertirlos de un suceso impensable en una situación manejable.
- La instauración de un sistema de comando incidental permite a múltiples agencias colaborar en la respuesta ante un desastre.
- A pesar de que los desastres ocurren en diversas dimensiones y son resultado de muchas causas diferentes, se han identificado errores comunes que obstaculizan su control, que incluye:
 - Preparación inadecuada
 - fracasos de comunicación
 - Medidas de seguridad inadecuadas en el escenario
 - Asistencia por autodespacho
 - Provisiones y equipo insuficientes
 - Malas relaciones con los medios
- La respuesta a un desastre puede tener una carga psicológica cuantiosa para los involucrados, tanto las víctimas como quienes responden a la urgencia.
- Los mejores resultados en respuesta a un IVM son producto de la creación de un plan bien diseñado para desastres que ha sido repasado, estudiado y criticado para identificar y modificar sus problemas.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Usted es asignado a una escuela preparatoria local, puesta en servicio como albergue después de una inundación en la comunidad por un suceso climatológico grande. El dirigente comunitario y otros dignatarios asistieron a la escuela para atender las preocupaciones de la comunidad acerca de los caminos cerrados y a la falta de energía eléctrica.

En ruta al escenario, el despachador lo actualiza respecto de que hay múltiples informes de víctimas después del colapso estructural de gradas elevadas en el gimnasio, que se usaban como asientos durante una reciente tormenta. La policía y los recursos de bomberos también están en camino al escenario, pero tienen recursos disponibles limitados por otros incidentes de seguridad pública relacionados con la tormenta en proceso.

- ¿Qué preocupaciones de seguridad esperaría encontrar?
- ¿Qué sistema de selección debe utilizarse?
- ¿Cómo debe organizarse la respuesta a este incidente?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Aún en ruta a la preparatoria, se sumaron recursos de ayuda mutua preplaneados para auxilio. Los hospitales locales también están actualizados en el sentido de que usted está respondiendo a un IVM. Como la primera unidad del SMU que arriba, usted informa del incidente al puesto de comando, donde se organiza una estructura unificada. Como se practicó, usted hace una evaluación global del escenario y las necesidades médicas y proporciona la información al despachador.

Los líderes del equipo de selección empiezan a discernir entre las víctimas. Se establecen las áreas de tratamiento a una distancia segura del colapso. Conforme arriban las víctimas a las áreas de tratamiento, se organizan con base en la gravedad de sus lesiones. Los proveedores de atención prehospitalaria brindan la atención apropiada y realizan la selección secundaria de los lesionados. Como recursos de auxilio mutuo, conforme llegan a las áreas de etapificación, se les asignan tareas y entran en servicio. Los vehículos de transporte llegan y los lesionados se transportan a los hospitales. Se sigue y se registra a todos los pacientes durante cada etapa del proceso.

Una vez que las víctimas han dejado el escenario, los servicios de bomberos y los de impresión de códigos, así como la policía, empiezan a investigar el origen del colapso.

Referencias

1. World Health Organization. Definitions: emergencies. <http://www.who.int/hac/about/definitions/en/index.html>. Consultado el 26 de enero de 2013.
2. Noji EK. *The Public Health Consequences of Disasters*. New York, NY: Oxford University Press; 1997.
3. Noji EK, Siverston KT. Injury prevention in natural disasters: a theoretical framework. *Disasters*. 1987;11:290.
4. Cuny SC. Introduction to disaster management. Lesson 5: technologies of disaster management. *Prehosp Disaster Med*. 1993;6:372.
5. U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Healthcare Research and Quality. Mass medical care with scarce resources: a community planning guide. AHRQ Publication No. 07-0001, February 2007. <http://www.ahrq.gov/research/mnce/>. Consultado el 4 de enero de 2014.
6. Auf der Heide E. The importance of evidence-based disaster planning. *Ann Emerg Med*. 2006;47:34-49.
7. Larrey DJ. *Memoires de Chirurgie Militaire, et Campagnes*. Vols 1-4. Paris, France: J. Smith, Publisher; 1812-1817.
8. Burkle FM, ed. *Disaster Medicine: Application for the Immediate Management and Triage of Civilian and Military Disaster Victims*. New Hyde Park, NY: Medication Examination Publishing; 1984.
9. Burkle FM, Hogan DE, Burstein JL. *Disaster Medicine*. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins; 2002.
10. Lerner EB, Schwartz RB, Coule PL, et al. Mass casualty triage: an evaluation of the data and development of a proposed national guideline. *Disaster Med Public Health Preparedness*. 2008;2 (suppl 1):S25-S34.
11. Super G. *START: A Triage Training Module*. Newport Beach, CA: Hoag Memorial Hospital Presbyterian; 1984.
12. Burkle FM, Newland C, Orebaugh S, et al. Emergency medicine in the Persian Gulf. Part II. Triage methodology lessons learned. *Ann Emerg Med*. 1994;23:748.
13. Bloch YH, Schwartz D, Pinkert M, et al. Distribution of casualties in a mass-casualty incident with three local hospitals in the periphery of a densely populated area: lessons learned from the medical management of a terrorist attack. *Prehosp Disast Med*. 2007;22:186-192.
14. Hick JL, Ho JD, Heegaard WG, et al. Emergency medical services response to a major freeway bridge collapse. *Disaster Med Public Health Preparedness*. 2008; 2(suppl 1):S17-S24.
15. Asaeda G, Cherson A, Richmond N, Clair J, Guttenberg M. Unsolicited medical personnel volunteering at disaster scenes. A joint position paper from the National Association of EMS Physicians and the American College of Emergency Physicians. *Prehosp Emerg Care*. 2003;7:147-148.

Lecturas sugeridas

- Briggs SM, Brinsfield KH. *Advanced Disaster Medical Response: Manual for Providers*. Boston, MA: Harvard Medical International; 2003.
- De Boer J, Dubouloz M. *Handbook of Disaster Medicine: Emergency Medicine in Mass Casualty Situations*. Utrecht, The Netherlands: Van der Wees; 2000.
- Eachempati SR, Flomenbaum N, Barie PS. Biological warfare: current concerns for the health care provider. *J Trauma*. 2002;52:179.
- Emerg Med Clin North Am*. 1996;14(2), (edición completa).
- U.S. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency. www.fema.gov. Consultado el 7 de enero de 2014.
- Feliciano DV, Anderson GV Jr., Rozycki GS, et al. Management of casualties from the bombing at the centennial olympics. *Am J Surg*. 1998;176(6):538.
- Hirshberg A, Holcomb JB, Mattox KL. Hospital trauma care in multiple-casualty incidents: a critical view. *Ann Emerg Med*. 2001;37(6):647.
- Hogan DE, Burstein, JL, eds. *Disaster Medicine*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins; 2007.
- Slater MS, Trunkey DD. Terrorism in America: an evolving threat. *Arch Surg*. 1997;132(10):1059.
- Stein M, Hirshberg A. Medical consequences of terrorism: the conventional weapon threat. *Surg Clin North Am*. 1999;79(6):1537.
- www.fema.gov



Explosiones y armas de destrucción masiva

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

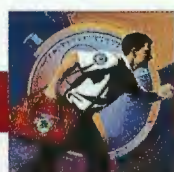
- Discutir las consideraciones esenciales respecto de la mitigación de un suceso con un arma de destrucción masiva (ADM):
 - Evaluación del escenario
 - Dirección del incidente
 - Equipo de protección personal
 - Selección de pacientes
 - Principio de descontaminación
- Describir los mecanismos de lesión, evaluación y tratamiento, así como las consideraciones de transporte relacionadas con categorías específicas del agente ADM:
 - Agentes explosivos
 - Agentes incendiarios
 - Agentes químicos
 - Agentes biológicos
 - Agentes radiactivos
- Saber cómo tener acceso a los recursos para un mayor estudio y utilizarlos

ESCENARIO

Es una tarde cálida de verano y usted es despachado a la escena de una explosión que ocurrió fuera de un café popular. Usted sabe que el establecimiento suele estar bastante concurrido y que por lo general tiene clientes tanto dentro como fuera en el patio. El despachador le dice que en este momento se desconoce el número de víctimas, pero que han recibido múltiples llamadas de urgencia. También se han hecho despachos de otras agencias de seguridad pública al sitio.

A su arribo al lugar usted nota que es el primer proveedor de atención prehospitalaria presente en el escenario. No se ha establecido aún un comando del incidente. Docenas de personas corren alrededor. Muchas gritan pidiéndole que ayude a las víctimas que sangran. Otras yacen en el piso.

- ¿Qué hará usted primero?
- ¿Cuáles son sus prioridades cuando determine su curso de acción?
- ¿Cómo atenderá a tantas personas?



Introducción

Prepararse para enfrentar un incidente que de manera potencial involucra un arma de destrucción masiva (ADM) es un reto diario para los sistemas de servicios médicos de urgencia (SMU). Parte del motivo por el que las ADM son tan usadas es que se pueden elaborar con gran variedad de materiales. Aunque se usan diversas mnemotecnias para recordar los diferentes tipos de ADM, tal vez la más fácil de recordar es BNICE (siglas en inglés de *biologic, nuclear, incendiary, chemical y explosive*), que se refiere a biológicos, nucleares, incendiarios, compuestos químicos y explosivos. De manera clara, una persona o una organización que intenta dañar a un gran grupo de personas no tienen que buscar mucho un medio eficaz para infligir daño o muerte.

El antecedente reciente ha demostrado que estos sucesos pueden ocurrir en cualquier momento y lugar.

- El bombardeo del World Trade Center en la Ciudad de Nueva York en 1993 produjo seis muertes y 548 víctimas, con más de 1000 personas que requirieron o buscaron asistencia de SMU. Quienes respondieron a la urgencia se convirtieron también en víctimas, al resultar lesionados 105 bomberos.
- Con relación a la bomba detonada en 1995 en el edificio Murrah Federal, de la ciudad de Oklahoma, este hecho provocó 168 muertes y 700 víctimas. Ochenta por ciento de las muertes se debieron más al colapso del edificio que a los efectos directos del explosivo. Treinta y tres por ciento de los pacientes fue transportado a un hospital de la ciudad de Oklahoma por un SMU. Sesenta y cuatro por ciento de ellos requirió ingreso hospitalario, en tanto que sólo 6% de los de autorreferencia al servicio de urgencias (SU) lo necesitó.
- Los ataques al World Trade Center del 11 de septiembre de 2001, en los que los terroristas usaron aviones de pasajeros como bombas volantes, causaron más de 1100 personas

lesionadas, y casi 33% de esas víctimas fueron transportadas a un hospital por los proveedores de atención prehospitalaria. Quienes respondieron a la urgencia auxiliaron a 29% de las víctimas.

- Los bombardeos múltiples de trenes en Madrid, España, en el año 2004, causaron 190 muertes y 2 051 lesionados.
- El ataque al tránsito masivo en Londres en el 2005, donde explotaron bombas en tres convoyes del metro y un autobús de doble piso, causó 52 muertes y más de 779 lesionados.
- Los bombardeos del maratón de Boston en el 2013 originaron tres muertes y casi 264 lesionados.

Aunque los explosivos convencionales son los de uso más frecuente y los que con mayor probabilidad constituyen un suceso de ADM, también han surgido los sistemas de SMU en todo el mundo por sucesos de riesgos químicos y biológicos. El ataque con gas sarín de 1994 en Matsumoto, Japón, mató a siete personas y lesionó a más de 300. El ataque con gas sarín de 1995 en el sistema de metro de Tokio mató a 12 personas, y más de 5000 buscaron atención médica, muchas asintomáticas, pero preocupadas por su posible exposición. El Departamento de Bomberos de Tokio envió a 1364 bomberos para combatir el incendio en las 16 sedes del metro afectadas, y 135 de quienes respondieron a la urgencia (10%) resultaron afectados por la exposición directa o indirecta al agente neurológico.

Ningún ataque de bioterrorismo que ponga en riesgo la vida en Estados Unidos ha dado lugar a un gran número de víctimas, pero esto no significa que los sistemas de SMU no se hayan propuesto aceptar el reto de prepararse ante amenazas de ese tipo. Durante 1998 y 1999, casi 6 000 personas en Estados Unidos se vieron afectadas por una serie de llamadas falsas de auxilio relacionadas con el carbunco (ántrax) en más de 200 incidentes. Las cartas que contenían esporas del microorganismo causal enviadas en el otoño de 2001 dieron lugar sólo a 22 casos de carbunco clínico, pero generaron incontables llamadas a las agencias de seguridad pública para responder ante el envío de paquetes y polvos sospechosos.

Aunque no se trata de un suceso de bioterrorismo, el síndrome de insuficiencia respiratoria aguda grave (SARS), un brote de

enfermedad infecciosa de aparición natural, puso en alerta grave al sistema de SMU de Toronto en el 2003. Durante la epidemia se tuvo que poner en cuarentena a 526 paramédicos, sobre todo por exposición potencial al virus sin protección. Esta pérdida de recursos clave puso en grave tensión la capacidad de mitigar la crisis en Toronto.

La amenaza a la que un día tendría que responder un SMU por un suceso de ADM radiactivo aumenta, con la especulación creciente de que los terroristas pueden detonar un dispositivo de dispersión de material radiactivo ("bomba radiactiva") que generará lesiones y pánico respecto a este tipo de contaminación.

Consideraciones generales

Evaluación del escenario

La capacidad del proveedor de atención prehospitalaria de evaluar de manera apropiada el escenario es crucial para garantizar la seguridad del personal, así como la de quienes responden a la urgencia. Los sucesos de ADM conllevan amenazas significativas a los servicios de respuesta de urgencia. En caso de una detonación de explosivos poderosos puede haber incendio, derrame de materiales peligrosos, riesgos para las líneas eléctricas y caídas de detritos o *hundi-mientos* (creación de cráteres). Un paramédico murió por detritos que cayeron al atender la llamada de urgencia cuando una bomba estalló en la ciudad de Oklahoma.¹ Muchos participantes que respondieron al llamado de urgencia por el ataque al World Trade Center del 2001 murieron, incluyendo 343 bomberos, 15 técnicos médicos de urgencia y tres oficiales de policía, al colapsarse los edificios.

Los ataques químicos exponen de manera potencial al proveedor de atención prehospitalaria al agente causal, no sólo desde la fuente primaria (el arma) sino también por exposición secundaria a la contaminación de la piel, así como las ropas y pertenencias personales de las víctimas. Los agentes biológicos, dependiendo de la forma en que se provean, conllevan un riesgo de enfermedad por el agente causal (p. ej., esporas de carbunco en aerosol) o por la transmisión de una enfermedad comunicable (p. ej., peste o viruela). La posibilidad de que haya dispositivos adicionales constituye un riesgo adicional tanto para los proveedores de atención prehospitalaria como para los pacientes. Por ejemplo, podría colocarse una segunda bomba en el mismo escenario del incidente, preparada para explotar después del arribo de quienes responden a la urgencia, con la intención de aumentar no sólo el número de lesionados sino también la confusión y el pánico.

Todos estos factores deben tomarse en consideración cuando se despacha un servicio al escenario de un suceso posible de explosivos o ADM y cuando se examina el sitio. Antes de ingresar al escenario, todas las unidades de las agencias involucradas que responden al llamado de urgencia deben llegar en dirección opuesta a la del viento y más alta, y establecer una distancia segura respecto del sitio del incidente. Llegar en dirección opuesta al viento es importante porque muchos de los ADM, y en particular los agentes químicos y biológicos, conllevan un riesgo de inhalación, y es más probable la exposición inadvertida en una localización en la misma dirección del viento. Se elige una localidad alta para evitar la exposición en un incidente que involucra el escape de un producto químico líquido.

Los proveedores de atención prehospitalaria tienen que realizar una evaluación crítica del escenario, de manera ideal con binoculares,

en busca de claves que les permitan enterarse de riesgos potenciales. Asimismo, debe precisarse la presencia de vapores visibles, líquido derramado o una posible dispersión en proceso, circunstancias que indican un daño activo. Como parte de la evaluación del escenario, debe incluirse ver cómo se presentan los pacientes, evaluación con atención particular a las señales clave, como las convulsiones de múltiples víctimas, que sugieren la posibilidad de exposición a un agente químico o biológico derramado. Los proveedores de atención prehospitalaria necesitan comunicar sus observaciones a través de la cadena de mando, de manera que se puedan dar los pasos apropiados para establecer una respuesta adecuada, incrementar las medidas de protección de quienes responden a la urgencia y asegurar la atención de los pacientes.

Debe controlarse el acceso y la salida del sitio contaminado de forma potencial. No se debe permitir ingresar al escenario a los testigos preocupados y los voluntarios con buena intención, ya que podrían incrementar la cifra de víctimas al exponerse al agente. Las víctimas del incidente también deben ser contenidas cuando buscan desalojar el escenario, ya que el autotransporte podría diseminar más una sustancia química peligrosa hacia contactos de los que no se sospecha o SU hospitalarios. A semejanza de un incidente de materiales peligrosos, tienen que establecerse las zonas de control del escenario (caliente, templada, fría) con puntos de acceso controlado y corredores de tránsito para evitar la dispersión de los contaminantes y su exposición inadvertida, y proveer áreas seguras para la evaluación y el tratamiento de los pacientes (Figura 20-1) (véase la sección Equipo de protección personal).

Sistema de comando de incidentes

En el National Incident Management System (Sistema Nacional de Tratamiento de Incidentes) se describe la estructura que debe utilizarse para responder a un incidente mayor o desastre, en particular cuando hay múltiples agencias y jurisdicciones involucradas en la respuesta. El sistema de mando del incidente (SCI) define la cadena a través de la cual se organiza y estructura la respuesta a un escenario y cómo se lleva a cabo la comunicación. El SCI es la herramienta modelo para mando, control y coordinación. Se perfeccionó para mitigar los fracasos recurrentes en respuesta a los desastres, que incluyen los siguientes:

1. Uso de terminología no estándar por las agencias que responden
2. Estructuras de mando no estándar, no integradas, de las agencias que responden
3. Carencia de la capacidad de expandirse y contraerse, según lo requiera la situación
4. Comunicaciones no estándar, no integradas
5. Carencia de planes de acción consolidados ante el incidente
6. Carencia de instalaciones designadas

El SCI ofrece una estructura de administración que coordina todos los recursos disponibles para asegurar una respuesta eficaz. Todos los incidentes, independientemente de su tamaño o complejidad, tendrán un comando designado, que podría ser el primer proveedor de atención prehospitalaria que responde, hasta ser relevado por alguna otra autoridad competente. Es indispensable que los proveedores de atención prehospitalaria conozcan el SCI y tengan

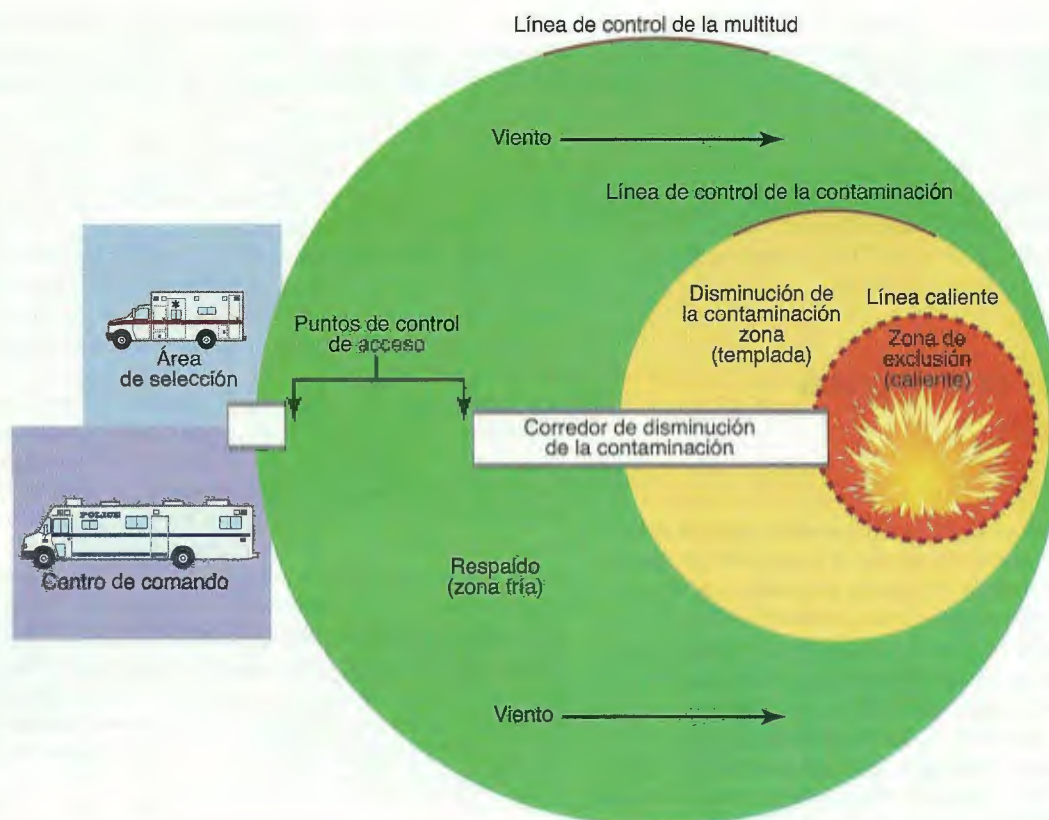


Figura 20-1 El escenario de un ADM, o incidente de materiales peligrosos, se divide, en general, en zonas caliente, templada y fría.

la oportunidad de practicar su implementación (para una discusión detallada del SCI, véase el Capítulo 6, Evaluación de la escena, y el Capítulo 19, Manejo del desastre).

Equipo de protección personal

Cuando se responde a sucesos de ADM es necesario usar el equipo de protección personal apropiado (EPP). Los requerimientos del EPP pueden variar desde el uniforme diario estándar hasta un traje completamente encapsulado con **aparato de respiración autocontenida (ARAC)**, lo que dependerá del agente específico involucrado, el grado de entrenamiento del proveedor de atención prehospitalaria y su participación específica. Este equipo está diseñado para proteger a quien responde a una urgencia de la exposición a los agentes causales por la provisión de grados definidos de protección de las vías respiratorias, la piel y las membranas mucosas. Cuando en el escenario hay sustancias peligrosas de cualquier tipo, el EPP se describe en general en los siguientes términos (Figura 20-2):

- **Nivel A.** Ofrece la más alta protección al sistema respiratorio y a la piel. El aparato respiratorio se protege con un ARAC o un **respirador con suministro de aire (RSA)**, que aporta aire bajo presión positiva a quien responde a la urgencia. Una barrera resistente a sustancias químicas

que encapsula por completo al usuario protege su piel y membranas mucosas. Se requiere tiempo considerable para vestirse con esta indumentaria, lo que retrasa la capacidad de acceso y ayuda a los pacientes. Es indispensable la paciencia de parte del proveedor de cuidados prehospitalarios que responde a este tipo de sucesos. También se requiere aportar recursos adicionales para ayudar a quienes responden a la urgencia con la obtención y el retiro de este tipo de protección. El tiempo que un individuo entrenado en la respuesta a urgencias puede pasar en la protección de nivel A también es limitado, tanto por la provisión de aire disponible como por la acumulación de calor y humedad dentro del traje cerrado.

- **Nivel B.** El aparato respiratorio se protege de la misma forma que en la protección de nivel A, con aire provisto a presión positiva. La indumentaria no encapsulada resistente a productos químicos, incluidos trajes, guantes y botas, que provee protección sólo para salpicaduras, resguarda la piel y las membranas mucosas. Se provee la máxima protección a las vías respiratorias, y en menor grado a la piel. A semejanza de la protección de nivel A, la de nivel B requiere tiempo para iniciarse y retirarse, y el tiempo laboral dentro del traje es limitado.
- **Nivel C.** Se protege el aparato respiratorio mediante un **respirador con purificación de aire (RPA)**, que puede



Figura 20-2 Equipo de protección personal. **A.** Nivel A. **B.** Nivel B. **C.** Nivel C. **D.** Nivel D.
Fuente: Cortesía de Rick Brady.

ser **eléctrico (RPAE)**, el cual hace pasar el aire ambiental a través de un filtro en cartucho y lo retorna bajo presión positiva a una mascarilla facial o campana, o un RPA sin energía eléctrica, que depende del usuario para llevar aire ambiental a través de un filtro en cartucho para la respiración a través de una mascarilla ajustada de manera apropiada. La protección de la piel es la misma que en el nivel B.

- **Nivel D.** Indumentaria de trabajo usual (p. ej., uniforme estándar para quien responde a la urgencia), y también puede incluir bata, guantes y mascarilla quirúrgica. En el nivel D se provee protección respiratoria y cutánea mínima.

Podría concluirse que la mejor postura de salvaguardia para un proveedor de atención prehospitalaria es responder siempre con el más alto nivel de protección, el A, independientemente de la amenaza. No obstante, esto no es una respuesta razonable. La protección de nivel A es problemática, ya que a menudo dificulta realizar las tareas manuales. Se requieren entrenamiento y experiencia significativos cuando se utiliza un ARAC. La protección de nivel A pone al usuario en riesgo de estrés por calor y agotamiento físico. Además, puede dificultar la comunicación entre quienes responden a la urgencia y las víctimas. Se debe seleccionar un EPP apropiado con base en la amenaza supuesta, el grado de entrenamiento y las responsabilidades operativas del proveedor de atención prehospitalaria. Es de gran importancia que el proveedor de atención prehospitalaria esté entrenado y tenga práctica en el uso de los EPP seleccionados.

Zonas de control

El EPP se selecciona con base en los riesgos conocidos (o que se sospechan) del ambiente y la proximidad respecto de la amenaza, que a menudo se ha descrito en términos de las siguientes zonas de control:

- **Zona caliente.** Es aquella donde hay una amenaza inmediata para la salud y la vida, e incluye el ambiente contaminado con un gas, vapor, aerosol, líquido o polvo peligroso. Se determina el EPP adecuado para resguardar a quien responde a la urgencia con base en las vías potenciales de exposición a la sustancia y el posible agente. A menudo se usa protección de nivel A en la zona caliente.
- **Zona templada.** Se refiere a aquella donde la concentración del agente nocivo es limitada. En el caso de un escenario de ADM, esta es la zona a la que se llevan las víctimas desde la zona caliente y donde ocurre cualquier descontaminación. El proveedor de atención prehospitalaria aún está en riesgo de exposición si trabaja en esta zona, ya que el agente es llevado desde la zona caliente por las víctimas, quienes responden a la urgencia y los equipos. Se recomienda el EPP con base en las vías potenciales de exposición a la sustancia.
- **Zona fría.** Es la que se ubica fuera de las zonas caliente y templada, que no está contaminada, donde no hay riesgo de exposición y, por lo tanto, no se requiere nivel específico de EPP más allá de las precauciones estándar universales.

Es importante señalar que a menudo es difícil definir estas zonas de control y que pueden ser dinámicas más que estáticas. Los factores que contribuyen a la dinámica de las zonas de control incluyen la actividad de las víctimas y quienes responden a la urgencia, así como las condiciones ambientales. Por ejemplo, a menos

que estén por completo incapacitadas, las víctimas contaminadas pueden caminar hacia los proveedores de atención prehospitalaria en la zona fría o abandonarla por completo, ya sea por pánico o con la intención de buscar ayuda médica en un hospital cercano. Por diseño, las zonas templada y fría se encuentran en un lugar más alto que la zona caliente, pero si la dirección del viento cambia, los proveedores de atención prehospitalaria se verían en riesgo de exposición si no pueden vestir el EPP apropiado o hacer un retiro rápido. Deben preverse estas contingencias cuando se planea responder o se responde a un suceso de ADM.

Triaje de pacientes

Los proveedores de atención prehospitalaria enfrentarán un número grande y avasallador de víctimas que requerirán evaluación y tratamiento después de un suceso de ADM. En todo sistema de SMU se debe identificar y ensayar un mecanismo para la selección rápida de las víctimas. El objetivo del proceso en un incidente de ADM es hacer el máximo bien para el mayor número de víctimas.

La selección en campo se basa en criterios fisiológicos mensurables de manera fácil para asignar a los pacientes a categorías de gravedad con el fin de identificar aquellas víctimas que requieren tratamiento y transporte a instalaciones médicas con máxima urgencia.² Se dispone de varios esquemas y criterios de selección.³ Los sistemas de selección incluyen al START (del inglés, *simple triage and rapid treatment*: selección simple y tratamiento rápidos), el MASS (del inglés, *move, assess, sort, send*: movilizar, evaluar, seleccionar, enviar) y el SALT (del inglés, *sort by ability to move, assess need for lifesaving interventions, triage and transport*: seleccionar por la capacidad de movimiento, evaluar la necesidad de intervenciones que salvan la vida, selección y transporte) recomendados por los Centers for Disease Control and Prevention (CDC)⁴ (para mayor información, véase el Capítulo 10, de Manejo del desastre).

Cualquiera que sea el sistema de selección utilizado, debe emplearse en operaciones sistemáticas de SMU para promover la familiaridad y asegurar el reconocimiento entre los proveedores de atención prehospitalaria en todos los niveles de atención, incluido el hospital o el centro traumatológico.

Principios de la descontaminación

Tanto los pacientes como los proveedores de cuidados prehospitalarios pueden requerir descontaminación después de la exposición a agentes que tal vez conlleven un riesgo para la salud. Estos individuos deben ser objeto de procedimientos de descontaminación en un área designada ex profeso en el terreno. Por lo general, las áreas de descontaminación se ubican en alto con respecto al viento y por arriba de la zona afectada, cuando las condiciones lo permiten. La exposición sólo a vapores o gases no requiere descontaminación para prevenir una contaminación secundaria, aunque tienen que retirarse las ropas de la víctima.

La descontaminación es un proceso en dos pasos que implica primero el retiro de toda ropa, artículos de joyería y zapatos, que se colocan en una bolsa, se etiquetan y aseguran para su identificación posterior. Estos artículos pueden servir como prueba en la investigación del incidente, y quizá se devuelvan al propietario si se descontaminan de manera exitosa. El simple acto de retirar las ropas logra eliminar de 70 a 90% de la contaminación. Cualquier residuo contaminante sólido tiene que retirarse de forma cuidadosa por cepillado y si existiera contaminación por líquido, también debe eliminarse. El

segundo paso implica lavar las superficies cutáneas con agua sola o mezclada con un detergente suave para asegurar el retiro de todas las sustancias. Evite usar detergentes duros o soluciones blanqueadoras sobre la piel, y frote de modo suave. La afección química o física de la piel puede contribuir a una mayor absorción del agente tóxico. Cuando se hace el lavado, deben recibir especial atención los pliegues cutáneos, axilas, ingles, nalgas y pies, donde se pueden alojar los contaminantes y pasar inadvertidos.

La descontaminación debe hacerse en una forma sistemática para evitar pasar por alto áreas contaminadas de la piel. Los lentes de contacto se retiran de los ojos y se irrigan las membranas mucosas con abundantes cantidades de agua o solución salina, en especial si el paciente presenta síntomas. Los pacientes ambulatorios deben ser capaces de realizar su propia descontaminación bajo la instrucción de los proveedores de atención prehospitalaria. Los pacientes no ambulatorios requerirán asistencia de quienes responden a las urgencias equipados de forma apropiada con EPP para descontaminarlos sobre sus camillas.

La descontaminación rápida puede estar justificada en un esfuerzo por aminorar el tiempo de la exposición a diversas sustancias que ponen en riesgo la vida. Todos los proveedores de atención prehospitalaria requieren conocer un procedimiento de descontaminación apresurado, que se puede ejecutar incluso antes del arribo del equipo formal de materiales peligrosos/descontaminación, para disminuir al mínimo el tiempo de exposición tanto de los pacientes y como de quienes responden a la urgencia.

Cuando se planea y organiza un área de descontaminación, los aspectos que deben considerarse incluyen:

- Ofrecer privacidad para hombres y mujeres que es necesario desnudar
- Contar con agua tibia disponible cuando sea posible, para irrigación y baño de regadera
- Proveer un sustituto adecuado de la ropa al concluir la descontaminación
- Asegurar a las víctimas que sus pertenencias personales estarán seguras hasta que se decida su destino final, con respecto a regresárselas o desecharlas, si es necesario
- Colectar efluentes, si es práctico

Después de que se ha descontaminado a la víctima debe contarse con un método en el lugar para la documentación de que se realizó el proceso. En este punto no se libera a la víctima, sino que se mantiene en observación durante algún tiempo para indagar si aparecen o reaparecen los signos de toxicidad, lo que indicaría un retiro incompleto del agente causal y la necesidad de repetir el lavado y el tratamiento.

Explosiones y explosivos

Es indispensable para todos los proveedores de atención prehospitalaria comprender las lesiones secundarias a explosivos en contextos tanto civiles como militares. Se requiere que tales proveedores comprendan la fisiopatología de la lesión resultante del estallido de dispositivos explosivos industriales y no intencionales, y de la amplia variedad de dispositivos explosivos contra las personas, como cartas bomba, cabezas con forma de granadas impulsadas por cohetes, minas terrestres, bombas de racimo arrojadas por aire, armas de ráfaga mejorada y dispositivos explosivos improvisados

(DEI). En un estudio de los 36110 incidentes de bombardeo en Estados Unidos comunicados por el Alcohol, Tabacco and Fire-arms (ATF) entre 1983 y 2002, se concluyó que "la experiencia de Estados Unidos revela que los materiales usados en los bombardeos están fácilmente disponibles [y] los proveedores de atención de la salud necesitan estar preparados".⁵

Ocurren explosiones en el hogar (principalmente por escapes de gas o incendios), y constituyen un riesgo ocupacional en muchas industrias, incluidas las minas y las que participan en demoliciones, la fabricación de sustancias químicas, o la manipulación de sustancias combustibles o productoras de polvo como grano. Las explosiones industriales son resultado de derrames químicos, incendios, equipo de mantenimiento defectuoso o función inadecuada de aparatos eléctricos/maquinaria, y pueden originar humos tóxicos, colapso de edificios, explosiones secundarias, caída de detritos y un gran número de víctimas. Otra causa frecuente de explosión es la rotura de un recipiente de contención presurizado, como un calentador de agua, cuando la presión interna rebasa su capacidad de soportarla.

Sin embargo, las explosiones no intencionales en conjunto son causa de relativamente pocas lesiones y muertes (p. ej., 150 en Estados Unidos en el año 2004⁶), en comparación con el gran número de lesiones y muertes producidas por los explosivos usados por terroristas y adversarios militares en todo el mundo.

Los terroristas usan cada vez más bombas en el planeta, en especial DEI contra blancos civiles. Estos dispositivos son baratos, se fabrican a partir de materiales de fácil obtención y causan estragos devastadores que centran sus esfuerzos en la exposición internacional. Un individuo que responde a una urgencia tiene mucha más probabilidad de presentar lesiones por explosivos convencionales que por un ataque químico, biológico o nuclear. En varias bases de datos se compilan las estadísticas sobre sucesos terroristas y la naturaleza de los incidentes. En una de ellas se informa que sólo en 56 de 23000 incidentes se involucró el uso de un arma química, biológica o radiactiva; en otra, según informes, 41 de 69000 involucraron ese tipo de armas.⁷

Debido a que quienes responden a urgencias civiles y militares pueden ser llamados durante un ataque con bombas a poblaciones civiles, todos los proveedores de atención prehospitalaria necesitan conocer las actividades que habrán de realizarse durante estos sucesos cada vez más frecuentes.

La revisión de los datos históricos del U. S. State Department sobre incidentes terroristas en todo el mundo entre 1961 y 2003 revela un incremento significativo a partir de 1996 y uno exponencial después de los ataques del 11 de septiembre de 2001.⁸ En décadas previas hubo un cambio en los ataques ocurridos con bombas, sobre todo en ciertos "puntos problemáticos", como Irlanda del Norte (década de 1970) o Beirut, Líbano (década de 1980), a aquellos incidentes que ocurren en todas las regiones del mundo, desde Atlanta hasta Jerusalén y Nairobi. No obstante, en años recientes los sitios problemáticos primarios han sido Iraq, donde se presentaron 60% de las bajas (un total de 13 606) causadas por ataques terroristas que ocurrieron en 2007 en Afganistán, Pakistán y Siria.⁹

En la actualidad, si bien Estados Unidos no suele estar expuesto a muchos ataques con bombas como otros países, incidentes como el robo, la recuperación de explosivos, las explosiones accidentales, etc., en el año 2012 alcanzaron una cifra de 4033 y produjeron 37 lesiones y 1 muerte (Figura 20-3).¹⁰

En todo el mundo se reportó un total de 10283 ataques terroristas en el año 2011, cuyo resultado fue de 25903 lesiones y 12533 muertes, con decrementos de 5 y 18%, respectivamente, con relación al 2010.^{11,12} La mayor parte (~70%) correspondió a civiles.¹³ Continuando la tendencia de años previos, casi todos los ataques

se realizaron por terroristas, quienes utilizaron bombas y armas pequeñas.¹³ Es digno de mención que en el año 2007 los terroristas coordinaron ataques secundarios con objetivo a quienes responden a urgencias e intensificaron su reforzamiento de DEI con cloro gaseoso para crear nubes de humos tóxicos.¹³ Sin embargo, en años recientes ha declinado el número de ataques terroristas, así como las lesiones y muertes relacionadas (Figura 20-4).¹⁴

Categorías de los explosivos

Los proveedores de atención prehospitalaria necesitan considerar el tipo de dispositivo explosivo y su localización cuando valoran a las víctimas de incidentes terroristas.¹⁵ Los explosivos se clasifican en dos categorías, con base en su velocidad de detonación: explosivos de alta y baja potencia.

Explosivos de alta potencia

Los **explosivos de alta potencia** reaccionan casi de manera instantánea. Debido a que están designados para detonar y liberar su energía de forma muy rápida, estos explosivos son capaces de producir una onda de choque o **fenómeno de sobrepresión**, que puede dar origen a una lesión primaria por la explosión. La

explosión inicial crea un aumento instantáneo de presión con una **onda de choque** que viaja al exterior a velocidad supersónica (2250 a 14 500 km por segundo).¹⁶ La sobrepresión de las explosiones de alta potencia puede rebasar 281 200 kg/cm², en comparación con la presión ambiental de 1.07 kg/cm². La onda de choque es el frente de ataque y un componente integral de la onda de explosión, que se crea con la rápida liberación de enormes cantidades de energía y la propulsión subsiguiente de fragmentos, generación de detritos ambientales y, a menudo, una intensa radiación térmica (Figura 20-5). La onda de choque o presión se propaga desde el punto de origen con disipación rápida conforme aumenta la distancia respecto del punto de detonación. No debe confundirse esta onda con el viento generado por una explosión.

Son ejemplos de explosivos de alta potencia el 2,4,6-trinitrotolueno (TNT), la nitroglicerina, la dinamita, el aceite combustible, el nitrato de amonio y los más recientes, unidos a polímeros, que tienen 1.5 veces la potencia del TNT, como la gelignita y el plástico Semtex. Los explosivos de alta potencia conllevan un efecto destructivo agudo (*potencia explosiva*) que puede pulverizar los tejidos blandos y el óseo, crear lesiones por una sobrepresión por la detonación (*barotraumatismo*) y proyectar detritos a velocidades balísticas (*fragmentación*). También es importante señalar que un explosivo de alta potencia puede dar lugar a una explosión de orden bajo,

Figura 20-3 Incidentes relacionados con explosivos en Estados Unidos

Año	Número de incidentes de explosión	Número de lesiones	Número de muertes
2012	4033	37	1
2011	5219	36	5
2010	4897	99	22
2009	3886	57	4
2008	3558	118	23
2007	2772	60	15
2006	3445	135	14
2005	3722	148	18
2004	3790	263	36

Figura 20-4 Ataques terroristas en todo el mundo, así como las lesiones y muertes relacionadas (2007 a 2011)

	2007	2008	2009	2010	2011
Ataques en todo el mundo	14 415	11 663	10 968	11 641	10 283
Personas asesinadas por el terrorismo en todo el mundo	22 720	15 709	15 311	13 193	12 533
Personas lesionadas por el terrorismo en todo el mundo	44 103	33 901	32 660	30 684	25 903

Fuente: Datos de <http://www.state.gov/j/ct/rls/crt/2011/195555.htm#footnote1>. Consultada el 3 de julio de 2013.

Figura 20-5 Terminología de las explosiones

- **Onda de explosión.** Una onda expansiva producto de la conversión súbita de un explosivo de alta potencia, de sólido (o líquido) a gas. Este suceso produce un incremento casi instantáneo de la presión atmosférica en la zona que rodea la detonación, con el resultado de compresión importante de las moléculas del aire, que viajan más rápido que el sonido. Esta onda se disipará de forma rápida con respecto a tiempo y distancia.
- **Onda de choque.** El borde de ataque de una onda de explosión es la onda de choque. Esta onda de alta velocidad viaja en el ámbito supersónico (3000 a 8000 metros por segundo). La onda de choque conduce energía que golpeará y atravesará los objetos en su camino, causando daños.
- **Onda de tensión.** Las ondas de tensión son de alta frecuencia, supersónicas, de presión longitudinal, que crean fuerzas locales elevadas con pequeñas distorsiones tisulares rápidas. Las ondas longitudinales son aquellas donde ocurre el desplazamiento de una partícula en la misma dirección que la onda. Causan lesión microvascular y son reforzadas y reflejadas en las interfaces tisulares, incrementando así el potencial de lesión, en especial en órganos llenos de gas, como los pulmones, oídos y el intestino. Causan lesión a través de diferenciales de presión entre estructuras delicadas, como los alvéolos, con compresión/reexpansión rápidas de estructuras llenas de gas y reflexión de la onda de tensión (un componente de la onda de tensión compresiva) en la interfaz tejido-gas.
- **Onda de cizallamiento.** Las ondas de cizallamiento son transversas, de baja frecuencia, con una menor velocidad y mayor duración que las ondas de tensión. Las ondas transversas son aquellas donde las partículas desplazadas se mueven en forma perpendicular a la dirección en que viajan. Causa un movimiento asincrónico de los tejidos. El grado de daño depende de la extensión hasta que los movimientos asincrónicos rebasan la elasticidad tisular inherente, con el resultado de un desgarramiento de los tejidos y la posible rotura de las inserciones de un órgano.
- **Viento de explosión.** Después de la detonación de un explosivo de alta potencia, la fuerza de explosión empuja todo el aire fuera de la zona inmediatamente alrededor del sitio de la detonación, lo que crea un vacío súbito. Una vez que la fuerza de explosión se consume, todo el aire que fue impulsado al exterior regresa rápido en respuesta al vacío. El resultado es un viento poderoso que puede causar que se reabsorban objetos y detritos hacia el sitio de la explosión.

particular si se ha deteriorado como resultado del tiempo transcurrido desde su síntesis (Semtex) o, en algunos casos, por la humedad (dinamita). No obstante, lo inverso carece de validez; un explosivo de baja potencia no puede producir una explosión de orden alto.

Explosivos de baja potencia

Los **explosivos de baja potencia** (p. ej., pólvora), cuando son activados, cambian en forma relativamente lenta del estado sólido al gaseoso (en una acción más característica de un incendio que de una detonación), lo que en general crea una onda de explosión que se mueve a menos de 2000 metros por segundo. Los ejemplos de explosivos de baja potencia incluyen bombas caseras, pólvora y bombas a base de petróleo puro, como los cócteles molotov.¹⁷ Las explosiones resultantes de la rotura del recipiente y la ignición de compuestos volátiles también entran en esta categoría. Debido a que su liberación de energía es mucho más lenta, los explosivos de baja potencia no son capaces de producir una sobrepresión.

El tipo y la cantidad de explosivo determinarán las dimensiones de la explosión relacionada con la detonación del dispositivo. Este hecho convierte al abordaje del escenario y la localización de quienes responden a una urgencia y el equipo en una decisión crítica. Cuando se responde a un escenario que involucra la sospecha de un dispositivo explosivo o la presencia potencial de uno secundario, todos aquellos que responden a las urgencias deben mantenerse a una distancia segura del sitio para el caso de una detonación (ver el Capítulo 6, Evaluación de la escena). En la Figura 20-6 se proveen guías

para las distancias seguras, de acuerdo con las posibles dimensiones de la explosión.





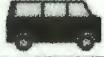



Mecanismos de lesión

Las lesiones traumáticas después de las explosiones en general se dividen en tres categorías: primaria, secundaria y terciaria.¹⁸ Además de las lesiones que son resultado directo de la explosión, se han descrito categorías adicionales clasificadas como cuaternarias y quiniarias, y son resultado de complicaciones de los efectos tóxicos que se relacionan con el explosivo o los contaminantes. Si bien estas lesiones se describen por separado, podrían ocurrir en forma combinada en las víctimas de explosiones. En la Figura 20-7 se muestran los efectos de las explosiones en el cuerpo humano.

Lesión primaria por explosión

La *lesión primaria por explosión* es producto de la detonación de un explosivo de alta potencia y la interacción de la onda de sobrepresión de la explosión con el cuerpo o los tejidos para producir ondas de tensión y cizallamiento. Las **ondas de tensión** son supersónicas, longitudinales, que (1) crean fuerzas locales altas con pequeñas distorsiones rápidas; (2) producen lesión microvascular; y (3) son reforzadas y reflejadas en las interfaces tisulares, lo que aumenta el potencial de lesión, en especial en órganos llenos de gas, como pulmones, oídos e intestinos. Las lesiones por las ondas de tensión son causadas por (1) diferencias de presión entre

Gráfico de amenaza de bomba

Descripción de la amenaza Dispositivo explosivo improvisado (IED)	Capacidad de los explosivos ¹ (equivalentes de TNT)	Distancia de evacuación del edificio ²	Distancia de evacuación exterior ³
 Bomba casera	2.270 kg (5 libras)	21.336 m (70 pies)	365.76 m (1200 pies)
 Bombardero suicida	9.08 kg (20 libras)	33.528 m (110 pies)	518.16 m (1700 pies)
 Portafollos / maletas	22.7 kg (50 libras)	45.72 m (150 pies)	563.88 m (1850 pies)
 Automóvil	272 kg (500 libras)	97.53 m (320 pies)	457.2 m (1500 pies)
 Camioneta SUV / VAN	454 kg (1000 libras)	121.92 m (400 pies)	731.52 m (2400 pies)
 Camión de mudanzas / camión repartidor	1814.3 kg (4000 libras)	222.72 m (640 pies)	1158.24 m (3800 pies)
 Camión de traslado / pipa	4535.9 kg (10000 libras)	262.128 m (860 pies)	1554.48 m (5100 pies)
 Semitrailer	27215.5 kg (60000 libras)	478.536 m (1570 pies)	2834.64 m (9300 pies)

1. Estas capacidades se basan en el peso máximo del material explosivo que de manera razonable podría acomodarse en un espacio de tamaño similar.
2. El personal de los edificios cuenta con un alto grado de protección contra una lesión grave o muerte; sin embargo, los vidrios rotos y los detritos del edificio pueden causar algunas lesiones. Es de esperar que los edificios no reforzados presenten un daño que se aproxime a 5% de su costo de sustitución.
3. Si el personal no puede ingresar a un edificio en busca de refugio, debe evacuarlo en un trecho mínimo recomendado como distancia de evacuación externa, que es indicado por el mayor riesgo de fragmentación, ruptura de cristales o el umbral para la rotura del tímpano.

Figura 20-6 Tabla de alejamiento a una distancia segura de los explosivos.

Fuente: Cortesía del U.S. Department of Homeland Security.

estructuras delicadas, como los alvéolos pulmonares, (2) compresión rápida y la reexpansión subsiguiente de las estructuras llenas de gas, y (3) reflejo de la onda en la interfaz tejido-gas. La ocurrencia de una lesión primaria dependerá de la proximidad de las víctimas a la explosión, así como del hecho de poder escudarse de la onda de choque o su aumento cuando ocurre en un espacio cerrado.

Las ondas de cizallamiento son transversas, con menor velocidad y mayor duración de acción, que causan movimiento asincrónico de los tejidos. El grado de daño depende de que los movimientos asincrónicos superen la elasticidad tisular inherente, con el resultado de un desgarro tisular y la posible pérdida de continuidad de las inserciones. Sin embargo, es mucho más probable que las lesiones de músculos, huesos y órganos sólidos sean resultado de efectos terciarios y cuaternarios de la explosión que de la onda de choque sola.^{19,20}

Ocurre lesión primaria por explosión en los órganos llenos de gas, como pulmones, intestino y oído medio. La lesión tisular se presenta en la interfaz gas-líquido, supuestamente por una rápida compresión del gas dentro del órgano, que causa su colapso violento, seguido por una expansión equivalentemente rápida y violenta, que da como resultado la lesión tisular. El daño a los pulmones se manifiesta como contusión pulmonar o, de manera posible, *hemo-neumotórax*, con resultado de hipoxemia si el paciente no sucumbe de inmediato por las lesiones (Figura 20-8). La interfaz alvéolocapilar puede también perder continuidad, cuyo resultado puede ser embolia de gases arterial, capaz de causar complicaciones embólicas

cerebrales o cardíacas. El daño intestinal puede incluir petequias o hematomas de la pared intestinal, o incluso su perforación. Puede también ocurrir rotura de la membrana timpánica o pérdida de continuidad de los huesecillos del oído medio. Es frecuente la pérdida de la audición después de una explosión, y dicha pérdida puede ser temporal o permanente.

Se encuentran pruebas de lesión primaria por explosión en el pulmón (o lesión pulmonar por estallido) más a menudo en pacientes que mueren minutos después por lesiones asociadas que en aquellos que sobreviven; sin embargo, la lesión pulmonar primaria por estallido se ha observado con mayor frecuencia en las víctimas que sobreviven ante las explosiones en un espacio confinado.²¹⁻²³ La lesión primaria por estallido también se ha relacionado con otras graves y es índice de un mayor riesgo de mortalidad en los supervivientes del suceso inicial. Después de una explosión a cielo abierto en Beirut, sólo 0.6% de los supervivientes tenía datos de lesión primaria por explosión y 11% de ellos murió.¹³ En una explosión en un espacio confinado en Jerusalén, 38% de los supervivientes tenía datos de lesión primaria por el estallido, con una tasa de mortalidad similar aproximada de 9%.²⁴ De manera similar, dos de las tres bombas que se detonaron en el sistema del metro de Londres explotaron en túneles amplios, con resultado de seis y siete muertes, respectivamente. El tercer dispositivo detonó en el sistema del metro dentro de un túnel estrecho y causó 26 muertes. Esta diferencia de mortalidad entre los bombardeos en espacios abiertos y cerrados es resultado de la

Figura 20-7 Categorías de las lesiones por explosión

Efecto	Impacto	Mecanismo de lesión	Lesiones usuales
Primario	Efectos directos de la explosión (sobre y subpresurización)	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto de la onda de choque de la explosión con el cuerpo • Ondas de presión y cizallamiento que se presentan en los tejidos • Ondas reforzadas / reflejadas en interfaces de densidad tisular • Impacto en órganos llenos de gas (pulmones, oídos, etc.), que tienen riesgo particular 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotura de la membrana timpánica • Pulmón de explosión • Lesiones oculares • Conmoción
Secundario	Propulsión de proyectiles por la explosión	Heridas de balística producidas por: <ul style="list-style-type: none"> • Fragmentos primarios (piezas del artefacto que explotó) • Fragmentos secundarios (ambientales [p. ej., vidrio]) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones penetrantes • Amputaciones traumáticas • Laceraciones • Conmoción
Terciario	Propulsión del cuerpo sobre una superficie u objeto duro o de objetos hacia los individuos	<ul style="list-style-type: none"> • Translación de todo el cuerpo • Lesiones por aplastamiento causadas por daño estructural y colapso de edificios 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones no penetrantes • Síndrome de aplastamiento • Síndrome compartimental • Conmoción
Cuaternario	Calor y/o humos de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Quemaduras y síndromes tóxicos por combustibles y metales • Síndromes infecciosos por contaminación del suelo y ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Quemaduras • Lesión por inhalación • Asfixia
Quinario	Aditivos, como la radiación o sustancias químicas (p. ej., bombas radiactivas)	Contaminación de tejidos por: <ul style="list-style-type: none"> • Bacterias, radiación o agentes químicos • Fragmentos óseos alogénicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Una variedad de efectos en la salud. Lo que dependerá del agente

Fuente: datos de la Dirección del Departamento de Defensa: Medical Research for Prevention, Mitigation, and Treatment of Blast Injuries. Number 6025.21E. <http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/pdf/602521p.pdf>. Con acceso el 19 de abril de 2014

reflexión de la onda de explosión de retorno hacia las víctimas, más que de su dispersión hacia el área circundante.

Lesión secundaria por explosión

La *lesión secundaria por explosión* es causada por detritos y fragmentos de la bomba que vuelan. La lesión secundaria por explosión (por fracciones [fragmentación] o secundaria) es la categoría más frecuente de lesión en bombardeos terroristas y explosiones de baja potencia. Estos proyectiles pueden ser componentes de la bomba misma, como en las armas militares diseñadas para fragmentarse, o partes de bombas improvisadas a las que se agregan clavos, tornillos o tuercas. La lesión secundaria también es producto de detritos que arrastra el viento de la explosión. La fuerza requerida para crear suficiente sobrepresión para romper 50% de las membranas timpánicas

expuestas (casi 0.3515 kg/cm² [5 psi]) puede generar vientos de explosión de 233 km (145 millas) por hora de manera breve. Los vientos de explosión asociados con una sobrepresión que da lugar a una lesión significativa primaria por el estallido pueden rebasar 1337 km por hora.¹⁸ Aunque de breve duración, este viento de explosión puede impulsar detritos con gran fuerza y a grandes distancias, lo que causa traumatismos tanto penetrantes como contusos.

Lesión terciaria por explosión

La lesión terciaria por explosión es producto del viento de estallido, que arroja el cuerpo de la víctima y provoca volteretas y colisión con objetos estacionarios. Esto puede causar todo el espectro de lesiones asociadas con un traumatismo penetrante o no penetrante, como el empalamento.

Figura 20-8 Lesión pulmonar por explosión (lo que necesitan saber los proveedores de atención prehospitalaria)

Los patrones actuales de la actividad terrorista en todo el mundo han aumentado en potencial de víctimas con relación a explosiones, si bien pocos proveedores de atención prehospitalaria civil en Estados Unidos tienen experiencia en el tratamiento de pacientes con las lesiones relacionadas. La **lesión pulmonar por explosión (LPE)** presenta retos únicos de selección, diagnóstico y tratamiento, y es consecuencia directa de la onda expansiva de las detonaciones de explosivos de alta potencia sobre el cuerpo. Las personas involucradas en explosiones en espacios cerrados o en proximidad estrecha están en mayor riesgo. El de LPE es un diagnóstico clínico caracterizado por dificultad respiratoria e hipoxia. Puede ocurrir LPE, aunque raramente, sin lesión externa evidente en el tórax.

Cuadro clínico

- Los síntomas pueden incluir disnea, hemoptisis, tos y dolor torácico.
- Los signos abarcan taquipnea, hipoxia, cianosis, apnea, sibilancias, disminución de ruidos respiratorios e inestabilidad hemodinámica.
- Las víctimas con quemaduras de más de 10% de la superficie corporal, fracturas de cráneo y lesiones penetrantes del tronco o la cabeza pueden tener más probabilidad de LPE.
- Se puede presentar hemotórax o neumotórax.
- Debido al desgarramiento del árbol pulmonar y vascular, puede ingresar aire a la circulación arterial (embolia aérea) y causar sucesos embólicos que afectan al sistema nervioso central, las arterias retinianas o las coronarias.
- Por lo general hay pruebas clínicas de LPE en el momento de la evaluación inicial; sin embargo, se ha referido que ocurren durante el curso de las 24 a 48 h siguientes a la explosión.
- A menudo hay otras lesiones presentes.

Consideraciones del tratamiento prehospitalario

Si bien la seguridad del escenario es siempre una consideración mayor para los proveedores de atención prehospitalaria, estos incidentes a menudo requieren el ingreso al escenario de rescatistas de urgencia de todo tipo, antes de que pueda declararse que sea por completo seguro. Los proveedores de atención prehospitalaria deben mantenerse al tanto de su entorno, observar la posibilidad de la presencia de dispositivos adicionales y considerar otros riesgos como consecuencia de la

explosión primaria. Los pasos de evaluación y tratamiento del paciente son los siguientes:

- La selección inicial, la reanimación del traumatismo y el transporte de los pacientes deben seguir protocolos estándar para múltiples lesionados o víctimas masivas, e incluyen la evaluación y el tratamiento de ABCDE (del inglés *airway, breathing, circulation, disability, and expose/environment*: vía aérea, respiración, circulación, discapacidad y exposición/ambiente), así como el control inmediato de una hemorragia exanguinante.
- Tomar nota de la localización del paciente y el ambiente que lo circunda. Las explosiones en un espacio confinado conllevan una mayor incidencia de lesión explosiva primaria, incluso la pulmonar.
- Todos los pacientes con sospecha o confirmación de LPE deben recibir oxígeno complementario a un flujo alto, suficiente para prevenir la hipoxemia.
- La afección inminente de vía aérea requiere intervención inmediata.
- Si es inminente o se presenta una insuficiencia ventilatoria, tienen que intubarse a los pacientes; sin embargo, los proveedores de atención prehospitalaria deben estar conscientes de que la ventilación mecánica y la presión positiva pueden aumentar el riesgo de rotura alveolar, neumotórax y embolia aérea en los pacientes con LPE.
- Debe administrarse oxígeno a flujo alto si se sospecha embolia aérea y colocar al paciente en decúbito prono, semilateral o lateral izquierdos.
- Las pruebas clínicas o sospecha de hemotórax o neumotórax justifican la observación estrecha. Deberá hacerse descompresión de tórax en quienes presentan hemotórax a tensión en la clínica. Está justificada la observación estrecha de cualquier paciente con sospecha de LPE que se transporta por aire.
- Se administrarán soluciones en forma juiciosa, ya que su exageración en el paciente con LPE puede causar sobrecarga de volumen y empeoramiento del estado pulmonar.
- Los pacientes con LPE deben transportarse rápidamente a las instalaciones apropiadas más cercanas, de acuerdo con los planes de respuesta comunitaria para sucesos de víctimas múltiples.

Fuente: Datos de los Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta.

Efectos cuaternarios y quinarios

Después de la explosión pueden observarse **efectos cuaternarios**,¹⁷ lesiones que incluyen quemaduras y toxicidad por combustibles, metales, traumatismos por colapso estructural y síndromes infecciosos por contaminación del suelo y ambiental.

La amenaza creciente de explosivos aunados a sustancias químicas o biológicas, o radiación (es decir, "bombas radiactivas"), ha dado lugar a una quinta categoría (*quinaria*) de efectos, que incluyen las lesiones causadas por radiación, agentes químicos o biológicos y proyectiles, como los fragmentos óseos en un bombardeo suicida.^{25,26}

Patrones de lesión

El proveedor de atención prehospitalaria enfrentará una combinación de lesiones penetrantes, contusas y térmicas conocidas, y tal vez a supervivientes con lesión primaria por explosión.²⁷ El número y tipo de lesión dependerá de múltiples factores, entre los que se incluyen la magnitud de la explosión, su composición, el ambiente y la localidad, así como el número de víctimas potenciales en riesgo.

Se han relacionado diversas tasas de mortalidad con diferentes tipos de bomba. En un estudio de revisión de bombardeos terroristas se mostró que una de cada cuatro víctimas murió de inmediato después de un colapso estructural, 1 de 12 lo hizo en bombardeos de espacio cerrado, y 1 de 25 en bombardeos de espacio abierto.^{15,28} En estudios adicionales se encontró que la mortalidad es mayor cuando la explosión ocurre en un espacio cerrado.^{29,30} Entre los supervivientes predominan las lesiones traumáticas de tejidos blandos, del encéfalo y ortopédicas (Figura 20-9).

Por ejemplo, de 592 supervivientes del bombardeo de la ciudad de Oklahoma, 85% presentó lesiones de tejidos blandos (laceraciones, heridas por punción, abrasiones, contusiones), 25% esguinces, 14% lesiones de la cabeza, 10% fracturas/luxaciones, 10% lesiones oculares (9 con rotura del globo) y 2%, quemaduras.¹⁰ La localización más frecuente de lesiones de tejidos blandos fue en las extremidades (74%), seguida por las de cabeza y cuello (48%), cara (45%) y tórax (35%). Dieciocho supervivientes presentaron lesiones graves de tejidos blandos, incluidas laceraciones de la arteria carótida y la vena yugular, de las arterias facial y poplítea, y lesiones neurológicas, de tendones y ligamentos. Diecisiete supervivientes presentaron lesiones graves de órganos internos, incluida la sección parcial transversal del intestino, laceración renal, de bazo e hígado, neumotórax o contusión pulmonar. Treinta y siete por ciento de los pacientes presentaba fracturas múltiples. De aquellos con diagnóstico de lesión cefálica, 44% requirió ingreso hospitalario.³⁰

Evaluación y tratamiento

La evaluación y el tratamiento generales de las víctimas de traumatología son aplicables a los partícipes de ADM y se abordan en otros capítulos de esta obra. No obstante, la posibilidad de una lesión primaria por estallido es única en este grupo de pacientes. Las lesiones primarias por estallido podrían aumentar la probabilidad de que los proveedores de atención prehospitalaria enfrenten pacientes con hemoptisis y contusiones pulmonares, neumotórax simple o a tensión, e incluso embolia gaseosa arterial. Entre los supervivientes de la lesión primaria por estallido puede haber manifestaciones clínicas inmediatas,^{31,32} o con inicio diferido después de 24 a 48 h.³³ La hemorragia intrapulmonar y el edema alveolar focal producen secreciones sanguinolentas espumosas y llevan a un desequilibrio de la ventilación-perfusión, aumento de la derivación intrapulmonar y disminución de la distensibilidad pulmonar. Se presenta hipoxia con mayor esfuerzo ventilatorio, fisiopatológicamente similar a la de contusiones pulmonares inducidas por otros mecanismos de traumatismo torácico no penetrante.³⁴ La presencia de fracturas costales debe aumentar la sospecha de lesiones terciarias o cuaternarias del tórax.

Las lesiones primarias por estallido no son aparentes de inmediato y, por lo tanto, su atención en el escenario tienen que incluir (1) vigilancia en cuanto a secreciones espumosas e insuficiencia respiratoria, (2) determinaciones secuenciales de la saturación de oxígeno (SpO₂), y (3) provisión de oxígeno. La disminución de la SpO₂ constituye una "alerta roja" de una lesión pulmonar temprana por estallido, incluso antes de que inicien los síntomas. La administración de soluciones debe hacerse con cuidado y evitar la sobrecarga de líquidos.¹

La imposibilidad de traumatismo de sistemas múltiples aumenta en las víctimas de bombardeos.³⁵ Los principios terapéuticos de estos pacientes son similares a los de traumatismos por otros mecanismos.

Consideraciones de transportación

Los pacientes que requieren transporte deben ser conducidos a instalaciones de tratamiento médico apropiadas para su evaluación y tratamiento adicionales, quienes a menudo requerirán los servicios de un centro de traumatología designado. Los proveedores de atención prehospitalaria deben estar al tanto de la epidemiología del transporte de los pacientes después de un suceso con explosivos. El arribo de los pacientes a los hospitales suele ser bimodal, con los ambulatorios que llegan en primer término y los más críticamente afectados que arriban después en ambulancia.

Se demostró este patrón bimodal de transporte de los pacientes en el bombardeo de la ciudad de Oklahoma. Los pacientes empezaron a arribar al SU de 5 a 30 minutos después del estallido, y los lesionados de manera más grave requirieron más tiempo para arribar. También los hospitales más cercanos a Oklahoma recibieron a la mayoría de las víctimas, como ha ocurrido en otros desastres. Los hospitales cercanos que son avasallados por la primera oleada de pacientes pueden experimentar alguna dificultad para atender a los gravemente enfermos que arriban en la segunda oleada. En la ciudad de Oklahoma, la tasa pico de arribos agregados de pacientes al SU fue de 220 por hora a los 60 a 90 minutos; 64% de los pacientes acudió al SU ubicados dentro de un radio de 2 km del suceso. Los proveedores de atención prehospitalaria tienen que considerar este último hecho cuando determinan el destino de los pacientes transportados por ambulancia desde el escenario del siniestro.¹

Figura 20-9 Bombardeos terroristas: patrones de lesión

- La mayor parte de las heridas corresponde a las de tejidos blandos o esqueléticas no críticas.
- Predomina la lesión cefálica en las víctimas que mueren (50-70%).
- La mayoría de los supervivientes con lesión cefálica (98.5%) presenta lesiones no críticas.
- Las lesiones de la cabeza no guardan proporción con la superficie corporal total expuesta.
- La mayoría de las víctimas con lesión pulmonar por estallido muere de inmediato.
- Los supervivientes presentan baja incidencia de heridas abdominales y de tórax, quemaduras, amputaciones traumáticas y lesión pulmonar por estallido, aunque la mortalidad específica es alta (10-40%).

Fuente: Datos tomados de Frykberg ER, Tepas JJ III: Terrorist bombings: lessons learned from Belfast to Beirut, Ann Surg 208:569, 1988.

Agentes incendiarios

Suelen encontrarse agentes incendiarios en el medio militar y se usan como equipo, en vehículos y estructuras quemadas. Los tres productos incendiarios detectados más a menudo son termita, magnesio y fósforo blanco. Los tres son compuestos altamente inflamables que arden a temperaturas en extremo altas.

Termita

La **termita** es un polvo de aluminio y óxido de hierro que arde de manera vigorosa a 1982 °C y desprende hierro fundido.³⁶ Su mecanismo de lesión primaria es de quemaduras de grosor parcial o total. Las evaluaciones primaria y secundaria se realizan junto con la intervención dirigida al tratamiento de las quemaduras. Las heridas por termita pueden ser irrigadas con cantidades copiosas de agua, y llevar a cabo el retiro de cualquier partícula o material residual después.

Magnesio

El **magnesio** es un metal en polvo o sólido que arde a elevada temperatura. Además de su capacidad de causar quemaduras de grosor parcial y total, el magnesio puede reaccionar con el líquido tisular y causar quemaduras alcalinas. La misma reacción química produce gas hidrógeno, que puede causar burbujas en la herida o dar lugar a un enfisema subcutáneo. La inhalación de polvo de magnesio puede causar síntomas respiratorios, que incluyen tos, taquipnea, hipoxia, sibilancias, neumonitis y quemaduras de vías aéreas. Las partículas residuales de magnesio en una herida reaccionarán con el agua, por lo que se desalienta la irrigación hasta que se puedan desbridar las heridas y retirar las partículas. Si se requiere irrigación por otros motivos, como la descontaminación de otro material de sospecha, es necesario tener cuidado de asegurar el retiro de las partículas de magnesio de la herida.³⁶

Fósforo blanco

El **fósforo blanco (WP)** es un sólido de ignición espontánea cuando se expone al aire que causa flama amarilla y humo blanco. El WP que entra en contacto con la piel puede causar de manera rápida quemaduras de grosor parcial o total. El WP puede embeberse en la piel o ser objeto de propulsión por la explosión de municiones que lo contienen. La sustancia continuará ardiendo en la piel si se expone al aire. Los proveedores de atención prehospitalaria pueden disminuir la posibilidad de combustión cutánea por inmersión de las zonas afectadas en agua, o aplicación de paños humedecidos en solución salina a la zona. Se evitan las ropas oleosas o grasosas en estos pacientes, porque el WP es liposoluble y su aplicación a esta ropa puede aumentar la posibilidad de absorción sistémica y toxicidad. Se usa sulfato de cobre para neutralizar el WP y facilitar su retiro debido a que la reacción da origen a un compuesto negro que es más fácil de identificar en la piel. El sulfato de cobre ha perdido adeptos debido a complicaciones en su uso, de manera específica por hemólisis intravascular (rotura de eritrocitos dentro de los vasos sanguíneos).³⁷

Agentes químicos

Muchos escenarios podrían exponer al proveedor de atención prehospitalaria a agentes químicos, incluso un accidente industrial

complejo, un escape de un carro tanque o de ferrocarril, el desentierro de artículos militares o un ataque terrorista (Figura 20-10). El accidente industrial de Union Carbide en 1984 en Bhopal, India, y el ataque con gas sarín de Tokio en 1995, son ejemplos de estos incidentes.

Propiedades físicas de los agentes químicos

Las propiedades físicas de una sustancia son modificadas por su estructura química, la temperatura y la presión ambientales. Estos factores determinarán si dicha sustancia se trata de un sólido, un líquido o un gas. La comprensión del estado físico de un agente químico es importante para el proveedor de atención prehospitalaria, porque les da claves respecto de la posible vía de exposición y el potencial de transmisión y contaminación.

El sólido es un estado de agregación de la materia con volumen y forma fijos; un polvo es un ejemplo de sólido. Cuando se calientan hasta su punto de fusión, los sólidos se convierten en líquidos. Los líquidos que se calientan hasta su punto de ebullición se convierten en gases. Las partículas sólidas y líquidas pueden suspenderse en el aire, a semejanza de las partículas de polvo o neblina líquida, que se considera un **aerosol**. Un **vapor** es tan sólo un sólido o líquido que se encuentra en estado gaseoso, pero técnicamente debe esperarse encontrarlo como sólido o líquido a temperatura y presión estándares, definidas como 0 °C y una presión atmosférica normal (1 atmósfera, 14.7 psi). Por lo tanto, algunos sólidos y líquidos pueden emitir vapores a temperatura ambiente. El proceso de los sólidos emisores de vapores que evade el estado líquido se llama **sublimación**. La posibilidad de que sólidos o líquidos se evaporen a la forma gaseosa a temperatura ambiente se define como **volatilidad**

Figura 20-10 Clasificación de los agentes químicos

- Cianuros (agentes hematológicos o asfixiantes)
 - Hidrógeno, cianuro, cloruro de cianógeno
- Agentes neurológicos
 - Tabún (GA), sarín (GB), somán (GD), ciclosarín (GF), VX
- Tóxicos pulmonares (agentes pulmonares o asfixiantes)
 - Cloro, fosgeno, difosgeno, amoníaco
- Vesicantes (agentes que producen ampollas)
 - Mostaza, lewisita nitrogenada
- Agentes incapacitantes
 - BZ (3-quinuclidinil benzilato)
- Agentes lacrimantes (agentes de control de disturbios)
 - CN, CS (agentes gaseosos), oleoresina de chile (OC o nebulizado de pimienta)
- Agentes vomitivos
 - Adamsita

de la sustancia. Las sustancias altamente volátiles se convierten de manera fácil en gas a temperatura ambiente.

Estas propiedades físicas tienen implicaciones para la contaminación primaria y secundaria, y las posibles vías de exposición. **Contaminación primaria** se define como la exposición al agente químico en su punto de surtido. Por ejemplo, ocurre contaminación primaria, por definición, en la zona caliente. Gases, vapores, líquidos, sólidos y aerosoles pueden participar en la contaminación primaria.

Se define a la **contaminación secundaria** como la exposición a un agente químico después de que se ha alejado del punto de origen, ya sea por una víctima, alguien que responde a urgencias, una pieza de equipo o detritos contaminados. La contaminación secundaria ocurre en general en la zona templada, si bien puede presentarse en localizaciones más remotas si la víctima expuesta puede autoevaluarse. Los sólidos y líquidos (y a veces los aerosoles) contribuyen, en general, a la contaminación secundaria. Los gases y vapores no suelen participar en la contaminación secundaria porque producen lesión por inhalación de la sustancia y no se depositan en la piel. No obstante, se pueden atrapar vapores en la ropa y después liberarse para exponer a otros de manera potencial al riesgo.

La volatilidad tiene participación significativa en el riesgo de contaminación secundaria. Las sustancias más volátiles se consideran "menos persistentes", lo que significa que debido a que se evaporan, es poco probable la posibilidad de contaminación física a largo plazo. Estos agentes químicos se dispersarán de forma fácil y serán transportados por el viento. Las sustancias menos volátiles se consideran "más persistentes" y no se evaporan, o lo hacen a una velocidad muy lenta, por lo que permanecen sobre superficies expuestas durante un tiempo prolongado y aumentan el riesgo de contaminación secundaria. Por ejemplo, el agente neurológico sarín es uno no persistente, en tanto el agente nervioso VX es un agente persistente.³⁸

Equipo de protección personal

Se selecciona el EPP con base en el riesgo de exposición al agente químico. Es apropiado un nivel A para quienes responden a urgencias e ingresan a la zona caliente.

Evaluación y tratamiento

Después de garantizar la seguridad del escenario, el proveedor de atención prehospitalaria confirmará primero qué víctimas están siendo sometidas a descontaminación. Aquellos pacientes con posible exposición a la forma líquida de una sustancia química requerirán descontaminación con agua. Si está disponible, se puede usar también jabón, pero suele ser suficiente un regadera con abundante agua. La exposición exclusiva a un gas no obliga a la descontaminación por baño de regadera, pero sí al retiro de cualquier exposición en proceso, así como de toda ropa que pudiera haber atrapado vapores residuales que de manera subsecuente liberan el gas y conllevan un riesgo para los proveedores de atención en el campo o en el hospital.

Una vez que la víctima ha sido descontaminada de modo apropiado, el proveedor de atención prehospitalaria encontrará a algunas con signos y síntomas de exposición a una sustancia peligrosa que aún no se ha identificado de forma específica. Las víctimas de

agentes químicos pueden manifestar signos y síntomas de exposición que afectan:

- Al aparato respiratorio, con alteración de la oxigenación y ventilación
- A las membranas, que causan lesión de ojos y vías aéreas altas
- Al sistema nervioso, con resultado de convulsiones o coma
- Al tracto gastrointestinal (GI), causando vómito o diarrea
- A la piel, lo que causa quemaduras y ampollas

Es importante evaluar los signos y síntomas de presentación, y si mejoran o progresan. Los pacientes con datos clínicos cada vez peores posiblemente hayan tenido una limpieza incompleta del contaminante y tienen que someterse a la repetición de la descontaminación para asegurar su retiro completo.

Los pacientes necesitarán una evaluación primaria para determinar qué intervención se puede requerir de inmediato para salvar la vida. Una evaluación secundaria podría entonces ayudar a identificar los múltiples síntomas que indiquen la naturaleza del agente químico y sugerir un antídoto específico. Estos signos y síntomas clínicos que sugieren exposición a determinada clase de sustancia química o toxina se denominan **síndrome tóxico**.³⁹

El *síndrome tóxico por gas irritante* incluirá quemadura e inflamación de membranas mucosas, tos y dificultad respiratoria. Los agentes causales pueden incluir cloro, fosgeno o amoníaco.

El *síndrome tóxico asfixiante* es causado por privación celular de oxígeno, lo que puede provenir de una disponibilidad inadecuada de oxígeno, como en un atmósfera deficiente de dicho gas; un aporte inadecuado de oxígeno a las células, como en una intoxicación por monóxido de carbono, o la imposibilidad de utilizar oxígeno en el ámbito celular, como en la intoxicación por cianuro. Los signos y síntomas incluyen disnea, dolor torácico, disritmias, síncope, convulsiones, coma y muerte.

El *síndrome tóxico colinérgico* se caracteriza por rínores, secreciones respiratorias, respiración difícil, náusea, vómito, diarrea, transpiración profusa, pupilas puntiformes, y posible alteración del estado mental, convulsiones y coma. Los pesticidas y los agentes neurológicos pueden causar estos signos y síntomas colinérgicos.^{40,41}

Con frecuencia máxima, los proveedores de atención prehospitalaria iniciarán el tratamiento de sostén sin conocer la causa química específica de la lesión. Si se identifica de manera apropiada al agente causal o si su identidad es sugerida por el síndrome tóxico o el cuadro clínico, debe proveerse el tratamiento específico. Las víctimas de cianuro y agentes neurológicos son ejemplo de pacientes que se pueden beneficiar del tratamiento con un antídoto específico del agente.

Consideraciones de transportación

No se debe transportar a los pacientes contaminados hasta que se hayan descontaminado. El traslado de pacientes contaminados produce una contaminación cruzada del vehículo que transporta y el personal, lo que impide su participación en el servicio hasta que se haya descontaminado. Esto lleva a la afectación de la capacidad de respuesta del servicio de ambulancias y puede prolongar el tiempo en el escenario y el tratamiento de los pacientes lesionados. Esta

misma preocupación acerca de no transportar pacientes contaminados se aplica también a los servicios médicos aéreos.

Los pacientes deben ser llevados a una instalación de tratamiento médico apropiada para su evaluación y tratamiento adicionales. El transporte a la instalación óptima es en particular importante debido a que algunos efectos tóxicos de las sustancias químicas pueden no hacerse aparentes durante 8 a 24 h. En las comunidades se pueden identificar los hospitales preferidos para la atención de víctimas de ataques químicos, instalaciones que pueden tener mayor capacidad para tratar a estos pacientes por virtud de la disponibilidad de servicios de atención crítica, antídotos específicos y el entrenamiento especializado de su personal. También se aplican a estos pacientes consideraciones similares a las señaladas antes con relación a incidentes de explosivos respecto de la epidemiología del transporte.

Los SU cercanos pueden verse saturados por pacientes ambulatorios autoevacuados y autotransportados. De los 640 pacientes que acudieron a un hospital en Tokio después del incidente con sarín, 541 arribaron sin asistencia por SMU.⁴² Los hospitales más cercanos al suceso posiblemente reciban el mayor número de pacientes por ambulancia. Estos factores tienen que considerarse en la determinación del destino de los pacientes transportados por ambulancia.

Agentes químicos específicos seleccionados

Cianuros

Con frecuencia máxima, los proveedores de atención prehospitalaria podrían encontrar cianuro cuando responden a un incendio donde están ardiendo ciertos plásticos o en complejos industriales determinados, donde se encuentra en grandes cantidades y se usa para la síntesis química, el electroplateado, la extracción de minerales, el secado, la impresión, la fotografía y la agricultura, así como en la fabricación de textiles, papel y plásticos. No obstante, se inventarió cianuro en arsenales militares, y algunos sitios terroristas en Internet han provisto las instrucciones para preparar un dispositivo de dispersión de esta sal.

El cianuro de hidrógeno es un líquido altamente volátil y con mucha frecuencia se encontrará como gas o vapor. Por lo tanto, tiene mayor potencial de causar víctimas masivas en un espacio con mala ventilación que en el exterior. Aunque el olor de este agente se ha asociado con el de almendras amargas, esto no es una señal confiable de exposición al cianuro de hidrógeno. Se calcula que hasta 40 a 50% de la población general no es capaz de detectar el olor del cianuro.

El mecanismo de acción del cianuro es el paro del metabolismo o la respiración en el ámbito celular, que provoca una rápida muerte de las células. El cianuro se une a las mitocondrias e impide el uso de oxígeno en el metabolismo celular. Las víctimas de intoxicación por cianuro en realidad pueden inhalar y absorber oxígeno en la sangre, pero no se puede utilizar como en el ámbito celular. Así, los pacientes que ventilan acudirán con datos de hipoxia acianótica.

Los órganos más afectados son el sistema nervioso central (SNC) y el corazón. Los síntomas de intoxicación leve por cianuro incluyen cefalea, mareo, acúfenos, náusea, vómito e irritación de

las mucosas. La intoxicación grave por cianuro incluye alteración de conciencia, disritmias, hipotensión, convulsiones y muerte, que puede ocurrir a los pocos minutos de haber inhalado cifras elevadas de cianuro en forma de gas.

Tratamiento

Es importante el tratamiento de sostén, incluido el aporte de oxígeno a elevadas concentraciones, la corrección de la hipotensión con soluciones o vasopresores y el control de las convulsiones. Se dispone de equipos de antídotos de cianuro para pacientes en quienes se sospecha o se ha detectado intoxicación por esta sustancia. El tratamiento antídoto tradicional del cianuro es con dos medicamentos: un nitrito y un tiosulfato. La administración de nitrito de amilo inhalado, o preferentemente nitrito de sodio intravenoso (IV), produce metahemoglobina (en sí un veneno que en concentraciones altas puede causar la muerte), que se ata al cianuro en la sangre, lo que lo hace menos disponible para intoxicar la respiración celular del paciente. Después del nitrito se continúa con la administración IV de tiosulfato de sodio para favorecer la conversión del cianuro en tiocianato inocuo, que se excreta por los riñones.

En el año 2006, la U.S. Food and Drug Administration (FDA) aprobó el uso de la hidroxocobalamina para el tratamiento de la intoxicación por cianuro. Este medicamento se ha usado en Europa durante más de una década para el tratamiento de la intoxicación por cianuro. La hidroxocobalamina administrada por vía intravenosa se une al cianuro y forma cianocobalamina (vitamina B₁₂), que es atóxica. La hidroxocobalamina se ha convertido en el antídoto preferido para combatir la intoxicación por cianuro debido a su facilidad de uso, que implica una administración médica única en lugar de dos, y que no crea una sustancia química intermedia que constituya en sí un tóxico.

Agentes nerviosos

Los agentes nerviosos originalmente fueron creados como insecticidas, pero una vez que sus efectos en humanos fueron reconocidos, se desarrollaron numerosos tipos distintos para ser utilizados como armas durante mediados del siglo pasado. Estos químicos mortales pueden encontrarse en los almacenes militares de muchas naciones. Los agentes nerviosos también han sido producidos y utilizados por organizaciones terroristas, y los incidentes más notorios relacionados a ellos ocurrieron en Matsumoto, Japón en 1994 y en el sistema de transporte del metro de Tokio, Japón en 1995. Los pesticidas comúnmente disponibles (p. ej., malatión, carbaryl [Sevin]) y medicamentos terapéuticos comunes (p. ej., fisostigmina, piridostigmina) comparten propiedades con los agentes nerviosos, lo que causa efectos clínicos similares.

Los agentes nerviosos por lo general son líquidos a temperatura ambiente. El gas sarín es el más volátil del grupo. El VX es el más letal, y se encuentra como un líquido oleoso. Las principales rutas de intoxicación son la inhalación del vapor (por lo general los agentes volátiles o no persistentes) y la absorción a través de la piel (por lo general VX). Los agentes nerviosos pueden causar daño o incluso matar a dosis muy pequeñas. Una gota pequeña de VX, el agente nervioso más potente, si se distribuye en forma adecuada puede matar hasta a 1000 personas. Debido a que los agentes

nerviosos son líquidos, representan riesgo de contaminación secundaria por contacto con ropa, piel u otros objetos contaminados.

El mecanismo de acción de los agentes neurológicos es la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, necesaria para inhibir la acción de la acetilcolina. La **acetilcolina** es un neurotransmisor que estimula los receptores colinérgicos localizados en los músculos lisos, esqueléticos, el SNC y casi todas las glándulas exocrinas (secretoras). Algunos de estos receptores colinérgicos se denominan **muscarínicos** (porque son estimulados de manera experimental por la muscarina), ubicados principalmente en los músculos lisos y las glándulas. Otros se denominan **nicotínicos** (porque son estimulados de modo experimental por la nicotina), y se hallan sobre todo en el músculo esquelético. Las siglas **DUMBELS** (del inglés, *diarrhea, urination, miosis, bradycardia, bronchorrhea, bronchospasm, emesis, lacrimation, salivation, sweating*: diarrea, micción, miosis, bradicardia, broncorrea, broncoespasmo, emesis, lagrimeo, salivación, sudación) representan el conjunto de síntomas asociados con los efectos muscarínicos de toxicidad del agente nervioso. Las siglas **MTWHF** (del inglés, *mydriasis [rara], tachycardia, weakness, hypertension, hyperglycemia, fasciculations [rara]*: midriasis, taquicardia, debilidad, hipertensión, hiperglucemia, fasciculaciones) representan el grupo de síntomas relacionados con la estimulación de los receptores nicotínicos (Figura 20-11). Los efectos en el SNC resultado de la actividad de los receptores muscarínicos y nicotínicos incluyen confusión, convulsiones y coma.

Los efectos clínicos dependen de la dosis y la vía de exposición al agente neurológico (inhalación o dermatológica), así como de la predominancia de las acciones muscarínicas o nicotínicas. Pequeñas cantidades de exposición al vapor causan principalmente irritación de ojos, nariz y vías aéreas. La exposición a grandes cantidades de vapor puede causar de manera pérdida de conciencia, convulsiones, apnea y flacidez muscular. La *miosis* (pupilas contraídas) es el índice más sensible de exposición al vapor. Los síntomas de exposición dermatológica también varían de acuerdo con la dosis y el tiempo de inicio. Pequeñas dosis tal vez podrían evitar síntomas hasta por 18 h. Pueden ocurrir fasciculaciones de los músculos subyacentes y sudoración localizada en el sitio de exposición cutánea, seguidas por síntomas GI, náusea, vómito y diarrea. Las dosis dermatológicas grandes causarían el inicio de síntomas en minutos, con efectos similares a los de una exposición importante al vapor.

Figura 20-11 Siglas mnemotécnicas

Las siglas DUMBELS (del inglés, *diarrhea, urination, miosis, bradycardia, bronchorrhea, bronchospasm, emesis, lacrimation, salivation, sweating*) se refieren a un conjunto de síntomas relacionados con los efectos muscarínicos de toxicidad del agente neurológico. Las siglas MTWHF (del inglés, *mydriasis [rara], tachycardia, weakness, hypertension, hyperglycemia, fasciculations [rara]*) se refieren al conjunto de síntomas relacionados con la estimulación de los receptores nicotínicos.

Los síntomas clínicos causados por los agentes neurológicos incluyen *rinorrea* (secreción nasal), rigidez de tórax, miosis (pupila puntiforme y visión borrosa), disnea, salivación y sudor excesivos, náusea, vómito, cólicos abdominales, micción y defecación involuntarias, fasciculaciones musculares, confusión, convulsiones, parálisis flácida, coma, insuficiencia respiratoria y muerte.

Tratamiento

Éste incluye descontaminación (Figura 20-12), evaluación primaria, administración de antidotos y tratamiento de sostén. Puede ser difícil la ventilación y oxigenación del paciente por la broncoconstricción y las secreciones copiosas. Posiblemente requiera aspiración frecuente. Estos síntomas mejoran después de la administración del antidoto. Los tres fármacos terapéuticos para tratamiento de la intoxicación por el agente neurológico son atropina, cloruro de pralidoxima y diazepam.

La **atropina** es un fármaco anticolinérgico que revierte la mayoría de los efectos muscarínicos del agente neurológico, pero tiene poco efecto sobre los sitios nicotínicos. La atropina está indicada para las víctimas expuestas con manifestaciones pulmonares. La miosis sola no es indicación de uso de atropina, y además no corregirá las anomalías oculares. La atropina se administra de acuerdo con los protocolos del sistema local. Se titula hasta que mejora la capacidad del paciente de respirar o ventilar, o cuando se presenta sequedad de las secreciones pulmonares. En las exposiciones moderadas a graves es común iniciar con una dosis de 4 a 6 mg y administrar de 10 a 20 mg de atropina durante algunas horas.

El **cloruro de pralidoxima** (cloruro de 2-PAM) es una oxima que actúa por desacoplamiento del enlace entre el agente neurológico y la acetilcolinesterasa, lo que reactiva a la enzima y ayuda a disminuir los efectos del agente neurológico, principalmente en los receptores nicotínicos. El tratamiento con oxima necesita iniciarse en unos cuantos minutos a pocas horas desde la exposición para ser eficaz, lo cual dependerá del agente neurológico liberado; de otra manera, el enlace entre la acetilcolinesterasa y el agente neurológico se volverá permanente ("envejecimiento") y retardará la recuperación del paciente.



Figura 20-12 Descontaminación de agentes neurológicos.

Fuente: © Jones and Bartlett Learning. Photographed por Glen E. Ellman.

El *diazepam* es una benzodiazepina anticonvulsiva. Si los pacientes presentan convulsiones después de una exposición significativa, se inicia el tratamiento con benzodiazepinas para resolverlas y para ayudar a disminuir la lesión cerebral y otros efectos que ponen en riesgo la vida y que se asocian con un estado epiléptico. El diazepam administrado por vía intramuscular tiene una absorción errática; por lo tanto, la vía preferida para los pacientes con convulsión activa es la intravenosa, si se dispone de tal acceso. Además, se recomienda la administración de diazepam a todos los pacientes con signos de intoxicación grave por el agente neurológico, hayan o no, empezado a convulsionarse. No hay datos de administración rectal de diazepam en seres humanos o animales.⁴³ El lorazepam se estudió en modelos animales y se encontró que es menos eficaz que el diazepam.⁴³ Por otro lado, el midazolam ha mostrado eficacia en modelos animales, y en el futuro puede convertirse en el medicamento ideal para las convulsiones inducidas por un agente neurológico.⁴⁴

Estos tres medicamentos están disponibles y empacados en dispositivos de autoinyección. Atropina y pralidoxima se empaican juntos en un solo dispositivo de autoinyección llamado DuoDote (Figura 20-13). La dosis es de 2.1 mg de atropina y de 600 mg de pralidoxima. Este dispositivo de autoinyección está disponible para inyección intramuscular rápida en caso de exposición a un agente neurológico. La dosis total y la titulación de estos fármacos respecto de su efecto está determinada por protocolo. Anteriormente se disponía de atropina y pralidoxima en dispositivos de autoinyección individuales, que en el mercado recibían el nombre de Mark-1 kit. Estos equipos han sido sustituidos en su mayoría por el de autoinyección único, que contiene ambos antídotos. También se dispone

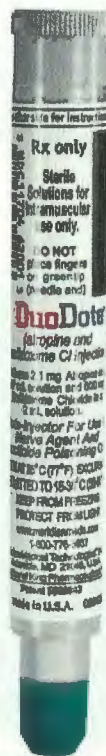


Figura 20-13 DuoDote.
Source: Courtesy of Pfizer, Inc.

de diazepam como dispositivo de autoinyección para tratar las convulsiones.

Tóxicos pulmonares

Los tóxicos pulmonares (entre los que se incluyen cloro, fosgeno, amoníaco, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno) están presentes en numerosas aplicaciones de fabricación industrial. Se ha almacenado fosgeno para aplicaciones militares, y fue el agente químico bélico más letal utilizado en la Primera Guerra Mundial.

Los tóxicos pulmonares son agentes químicos en forma de gases, vapores, líquidos en aerosol o sólidos. Las propiedades del agente influyen en su capacidad de causar lesión. Por ejemplo, las partículas en aerosol de 2 micrometros (μm) o más pequeñas tienen acceso rápido de los alvéolos pulmonares, donde causan lesión, en tanto las partículas más grandes se filtran al exterior antes de alcanzarlos. La solubilidad en agua de un agente también afecta el patrón de lesión. El amoníaco y el dióxido de azufre, que son altamente hidrosolubles, causan irritación y lesión de ojos, membranas mucosas y vías aéreas altas. El fosgeno y los óxidos de nitrógeno, con menor hidrosolubilidad, tienden a causar irritación y lesión menos inmediata de los ojos, las membranas mucosas y las vías aéreas altas, lo que alerta de manera mínima a la víctima y permite la exposición prolongada a esos agentes. La exposición prolongada hace más probable que los alvéolos se lesionen, lo que trae por resultado no sólo lesión de vías aéreas altas, sino también colapso alveolar y edema pulmonar no cardiogénico. Los agentes moderadamente hidrosolubles, como el cloro, pueden causar tanto irritación alveolar como de las vías aéreas altas.

Los mecanismos de lesión varían entre los tóxicos pulmonares. Por ejemplo, el amoníaco se combina con el agua en las membranas mucosas para formar una base fuerte: el hidróxido de amoníaco. El cloro y el fosgeno, cuando se combinan con agua, producen ácido clorhídrico y causan lesión tisular. Los tóxicos pulmonares no son absorbidos por la circulación sistémica pero dañan componentes del aparato respiratorio, desde la vía aérea alta hasta los alvéolos.

Los agentes con elevada hidrosolubilidad causan quemaduras de ojos, nariz y boca, y pueden presentarse lagrimeo, rinorrea, tos, disnea y malestar respiratorio secundarios a la irritación de la glotis o laringoespasmos. El broncoespasmo puede producir tos, sibilancias y disnea. Los agentes con poca hidrosolubilidad que causan lesión alveolar pueden dañar de inmediato el epitelio alveolar en caso de exposición grande, que lleva a la muerte por insuficiencia respiratoria aguda; una exposición menos masiva puede causar desde un inicio tardío de malestar respiratorio (24 a 48 h) secundario a la aparición de edema pulmonar no cardiogénico leve hasta síndrome de insuficiencia respiratoria aguda fulminante, lo que dependerá de la dosis.

Tratamiento

El tratamiento de los tóxicos pulmonares incluye el retiro del paciente del agente causal, la descontaminación con irrigación copiosa (si hay exposición a sólidos, líquidos o aerosol, en especial amoníaco), evaluación primaria y tratamiento de sostén, que probablemente requerirán intervenciones para llevar al máximo la ventilación y oxigenación. La irritación ocular puede tratarse con irrigación copiosa utilizando solución salina normal. Las lentes de contacto deberán retirarse. Cabe esperar la necesidad de tratar las secreciones profusas de las vías respiratorias, lo cual requerirá

aspiración. El broncoespasmo puede responder a la inhalación de agentes betaadrenérgicos. La hipoxia requerirá de corrección con oxígeno a flujo alto y posiblemente intubación, con ventilación a presión positiva. Es necesario que los proveedores de atención prehospitalaria estén preparados para una difícil atención a secreciones copiosas de las vías aéreas, inflamación de estructuras glóticas y espasmo laríngeo. Todas las víctimas expuestas a fosgeno tienen que transportarse a un hospital para su evaluación por la posibilidad de síntomas diferidos.

Agentes vesicantes

Los agentes vesicantes incluyen mostaza azufrada, mostazas nitrogenadas y lewisita, agentes que se han almacenado para operaciones militares en muchos países. La mostaza azufrada se introdujo por primera vez al campo de batalla en la Primera Guerra Mundial. Según informes, se usó por Iraq contra la población kurda, y también en su conflicto con Irán en 1980. Su fabricación es relativamente fácil y barata.

La **mostaza azufrada** es un líquido oleoso de color transparente a amarillo pardo que puede dispersarse en aerosol por el estallido de una bomba o mediante un rociador. Su volatilidad es baja, lo que le permite persistir sobre las superficies durante una semana o más. Tal persistencia permite una fácil contaminación secundaria. El agente se absorbe a través de la piel y las membranas mucosas, con daño celular directo resultante en 3 a 5 minutos después la exposición, si bien los síntomas y signos pueden requerir de 1 a 12 h (por lo general, de 4 a 6) para aparecer. El inicio diferido de síntomas a menudo dificulta a la víctima reconocer que ocurrió la exposición y, por lo tanto, aumenta el potencial de contaminación secundaria. La piel caliente y húmeda aumenta la posibilidad de absorción y hace particularmente susceptibles las regiones inguinal y axilar. Los ojos, la piel y las vías aéreas superiores pueden presentar una variedad de alteraciones, desde eritema y edema hasta la aparición de vesículas y necrosis de todo el grosor. La afección de vía aérea alta puede causar tos y broncoespasmo. Las exposiciones a dosis altas pueden causar náusea y vómito, así como supresión de la médula ósea.

El tratamiento de la intoxicación por mostaza azufrada implica la descontaminación con uso de jabón y agua, evaluación primaria y tratamiento de sostén; no hay antídoto para los efectos de los agentes mostaza. De hecho, es importante señalar que debido a que el daño celular por la mostaza azufrada ocurre varios minutos después de la exposición, la descontaminación no cambiará la evolución clínica del paciente expuesto. En primer término, se pretende prevenir la contaminación cruzada inadvertida. Ojos y piel deben descontaminarse con cantidades copiosas de agua tan pronto como se detecte la exposición, para llevar al mínimo la absorción adicional del agente y prevenir la contaminación secundaria. El líquido en las vesículas resultantes y ampollas no es fuente de contaminación secundaria. La broncoconstricción puede beneficiarse de los agonistas β nebulizados. Las heridas cutáneas deben tratarse como quemaduras, con respecto a la atención de heridas locales.

La **lewisita** conlleva un conjunto similar de síntomas, pero su inicio de acción es mucho más rápido que el de la mostaza azufrada, con el resultado de dolor e irritación inmediata de ojos, piel y aparato respiratorio. A diferencia de las mostazas, la lewisita no causa supresión de la médula ósea. También es exclusivo de este agente el "shock por lewisita", resultado del consumo de volumen intravascular secundario al escape capilar.

Como con la mostaza azufrada, el tratamiento prehospitalario de estos pacientes expuestos implica descontaminación, evaluación primaria y cuidados de sostén. La antilewisita británica es un antídoto disponible para el tratamiento intrahospitalario de los pacientes expuestos a la lewisita. Se administra por vía intravenosa a quines han tenido shock hipovolémico o síntomas pulmonares. La aplicación tópica de la antilewisita británica en ungüento ha sido motivo de informe para la prevención de lesiones de membranas mucosas y piel.

Agentes biológicos

Los **agentes biológicos** en forma de exposición a una enfermedad contagiosa representan una amenaza para los proveedores de atención prehospitalaria cotidiana (Figura 20-14). Deben instaurarse procedimientos de control de infecciones apropiados en el sitio para prevenir la contracción o transmisión de tuberculosis, influenza, infección por virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (SARM), SARS, meningococos, y una miríada de otros microorganismos.

La preparación para sucesos de bioterrorismo aumenta la complejidad de la instrucción en el sistema de SMU. Un acto terrorista intencional podría incluir el envío de un agente biológico con el potencial de causar enfermedad, como esporas, microorganismos vivos o una toxina biológica, todos en aerosol. Podría enfrentarse a pacientes con microorganismos patógenos que, por lo general, no suelen conocer los proveedores de atención prehospitalaria, como los causales de la peste, el carbunco y la viruela, y requieren EPP y precauciones apropiados. Los procedimientos de control de infecciones familiares serán eficaces en el tratamiento seguro de estos pacientes potencialmente contagiosos. Si el proveedor de atención

Figura 20-14 Clasificación de los agentes biológicos ADM

- Agentes bacterianos
 - Carbunco
 - Brucelosis
 - Muermo
 - Peste
 - Fiebre Q
 - Tularemia
- Agentes virales
 - Viruela
 - Encefalitis equina venezolana
 - Fiebres hemorrágicas víricas
- Toxinas biológicas
 - Botulínica
 - Ricina
 - Enterotoxina-B estafilocócica
 - Micotoxinas T-2

prehospitalaria responde a un suceso manifiesto de liberación de microorganismos, se requieren precauciones apropiadas en cuanto a la descontaminación de las víctimas y EPP similares a los de otros sucesos con materiales peligrosos.

Agente de riesgo biológico concentrado versus paciente infectado

Los proveedores de atención prehospitalaria pueden experimentar el bioterrorismo en dos formas. La primera implica la liberación manifiesta de un material que se identifica o se considera como un agente biológico. Los bulos de carbunco (en 1998 y 1999) y las cartas que lo contenían (en 2001) son buenos ejemplos. Los proveedores de atención prehospitalaria respondieron en ocasiones incontables ante individuos cubiertos con un "polvo blanco" o la sospecha de carbunco. En esa circunstancia, el proveedor de atención prehospitalaria encontrará un paciente contaminado con una sustancia sospechosa. Los sistemas de SMU pueden ser llamados ante una actividad sospechosa, como un dispositivo que libera un agente desconocido en aerosol. La naturaleza de la amenaza en estos sucesos suele desconocerse y siempre deben ser de capital importancia las precauciones para la seguridad personal. Estos incidentes deben respetarse y tratarse como de ADM hasta que se pruebe lo contrario. Si la sustancia de que se sospecha es, de hecho, un aerosol concentrado de una toxina o un microorganismo infeccioso, se requiere el EPP apropiado para el agente biológico y la descontaminación.

En esta situación, los proveedores de atención prehospitalaria atenderán víctimas contaminadas con la presencia de un agente biológico de sospecha en su piel o ropa. Cualquier persona, paciente o proveedor de atención prehospitalaria que ha tenido contacto físico directo con un agente biológico de quien se sospecha, es necesario retirar todo artículo o ropa de vestir expuestos y realizar un lavado exhaustivo de la piel afectada con jabón y agua.⁴⁵ La nueva formación de aerosol clínicamente significativo a partir del material presente en la piel o la ropa de las víctimas es poco probable, y el riesgo para el proveedor de atención prehospitalaria es mínimo.⁴⁶ Sin embargo, como práctica sistemática, la ropa potencialmente contaminada retirada por arriba de la cabeza y la cara debe cortarse para disminuir cualquier riesgo de inhalación inadvertida de la sustancia contaminante. Puede entonces procederse a la descontaminación con uso de agua sola o con jabón. La consulta con un oficial de salud pública y un representante de la ley apropiado determinará la necesidad de profilaxis con antibióticos.

El segundo escenario implica una respuesta a un paciente que es víctima de un suceso de bioterrorismo encubierto remoto. Tal vez el paciente inhaló esporas de carbunco después de un ataque encubierto en su trabajo y ahora, varios días después, manifiesta signos de carbunco pulmonar. Tal vez un terrorista se inoculó con viruela y usted fue enviado a asistir a la víctima con un exantema de sospecha. En estos casos, se puede asegurar al personal y los representantes de seguridad pública mediante el conocimiento de procedimientos de control de infecciones adecuados, así como del uso y retiro de EPP apropiados para el biorriesgo (Figuras 20-15 y 20-16). No es necesaria la descontaminación del paciente en este escenario porque la exposición ocurrió varios días antes.

Todo proveedor de atención prehospitalaria debe conocer el EPP para fines de control de las infecciones. Se recomiendan diferentes tipos de EPP, lo que dependerá del potencial de transmisión y

su posible vía. Se usa el **EPP con base en la transmisión**, además las precauciones estándar en el cuidado de todos los pacientes, que incluyen contacto, gotas y aerosol.

Precauciones de contacto

Se recomienda este grado de protección para disminuir la posibilidad de transmisión de microorganismos por contacto directo e indirecto. Las precauciones de contacto incluyen el uso de guantes y una bata.

Los microorganismos de hallazgo frecuente que requieren precauciones de contacto incluyen conjuntivitis viral, SARM, escabirosis y virus de herpes simple o zóster. Los microorganismos que requieren precauciones estrictas de contacto, que podrían encontrarse como resultado de bioterrorismo, incluyen peste bubónica, fiebres víricas hemorrágicas, como las de Marburg o ébola, en tanto el paciente no presente síntomas pulmonares o vómito profuso o diarrea, en cuyo caso también deben tomarse las precauciones de tipo aéreo.

Figura 20-15 Secuencia de la indumentaria de EPP

El tipo de EPP variará con base en el grado de precaución requerido (p. ej., precauciones estándar y de contacto, gotitas o aislamiento de infección aérea).

1. Bata

- Con cobertura total del tronco desde el cuello a las rodillas, de los brazos hasta el final de las muñecas, y que rodee la espalda.
- Sujeta en el dorso del cuello y la cintura.

2. Mascarilla o respirador

- Asegurados con cintas o bandas elásticas a la mitad de la cabeza y el cuello.
- Con banda de ajuste flexible al puente de la nariz.
- Con ajuste estrecho a la cara y bajo el mentón.
- Con ajuste/revisión del respirador.

3. Gafas o escudo facial

- Coloque sobre los ojos o la cara y ajústelos.

4. Guantes

- Extienda para cubrir la muñeca de la bata de aislamiento.

Use prácticas de trabajo seguras para protegerse a sí mismo y limitar la diseminación de la contaminación.

- Mantenga las manos lejos de la cara.
- Limite el contacto con superficies.
- Cambie los guantes cuando estén rotos o muy contaminados.
- Realice la higiene de manos.

Fuente: De los Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta.

Figura 20-16 Secuencia de retiro del EPP

Excepto por el respirador, retire el EPP en el pasillo de entrada o en una sala previa a la afectada. Retire el respirador después de salir y cerrar la puerta del cuarto contaminado.

1. Guantes

- ¡La cara externa del guante está contaminada!
 - Sujete el exterior del guante con la mano enguantada opuesta; retírelo.
 - Sostenga el guante retirado con la mano enguantada.
 - Deslice los dedos de la mano no enguantada bajo el guante restante en la muñeca.
 - Retire el guante sobre el primero.
 - Deseche los guantes en un recipiente para residuos.

2. Gafas

- ¡La parte externa de las gafas o la mascarilla facial está contaminada!
 - Para retirarlos, manéjelos por la banda cefálica o las piezas auriculares.
 - Colóquelos en el receptáculo asignado para procesamiento o en un recipiente para residuos.

3. Bata

- ¡El frente y las mangas de la bata están contaminados!
 - Desanude las cintas de la bata.
 - Retírela alejándola del cuello y los hombros, tocando sólo el interior.
 - Voltee la bata al revés.
 - Pliéguela o enróllela y deséchela.

4. Mascarilla o respirador

- El frente de la mascarilla/respirador está contaminado; ¡no lo toque!
 - Sujete la parte baja y después el elástico o las tiras superiores, y retire.
 - Deseche en un recipiente de residuos.

Una vez que se retire el EPP, lávese las manos.

Fuente: De los Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta.

Precauciones con las gotitas

Se recomienda este grado de protección para disminuir la posibilidad de transmisión de microorganismos que se sabe se transmiten por el núcleo de gotas grandes (mayores de 5 µm) expulsadas por una persona infectada al hablar, estornudar o toser, o durante procedimientos sistemáticos, como la aspiración. Estas gotas infectan al alcanzar las membranas mucosas expuestas de ojos, nariz y boca. Debido a que las gotas son grandes, no se mantienen suspendidas en el aire y, por lo tanto, el contacto debe ocurrir en proximidad estrecha, por lo general definida como de 0.9 m (3 pies) o menos. Las precauciones con las gotas incluyen las de contacto de guantes y

bata y la protección ocular agregada, así como una mascarilla quirúrgica. Debido a que las gotas no se mantienen suspendidas en el aire, no se requiere protección respiratoria adicional o filtrado del aire.

Los microorganismos que suelen encontrarse en esta categoría incluyen a los de la influenza, *Mycoplasma pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* o *Neisseria meningitidis* invasores, que causan septicemia o meningitis. El de la peste neumónica es ejemplo de un posible agente encontrado como resultado de un suceso de bioterrorismo.

Precauciones con aerosoles

Se recomienda este grado de protección para disminuir la posibilidad de transmisión de microorganismos por vía aérea. Algunos pueden suspenderse en el aire, adosados a pequeños núcleos de gotas (menores de 5 µm) o adheridos a partículas de polvo. En este caso, los microorganismos pueden dispersarse de manera amplia por las corrientes de aire inmediatas alrededor de la fuente o más distantes, dependiendo de las condiciones ambientales. Para evitar tal dispersión, estos pacientes se mantienen en cuartos aislados bajo presión negativa en un hospital donde se pueda filtrar la ventilación de salida.

Las precauciones con aerosoles incluyen guantes, bata, protectores oculares y una mascarilla con respirador de aire particulado de alta eficiencia (APAE) con prueba de ajuste, como la N-95 (Figura 20-17). Los ejemplos de enfermedades que suelen encontrarse y requerirán precauciones de aerosol incluyen tuberculosis, sarampión, viruela y SARS. La viruela y la fiebre hemorrágica vírica con síntomas pulmonares son ejemplos que tal vez pudiesen relacionarse con un suceso de bioterrorismo.

Agentes seleccionados**Carbunco**

El carbunco (ántrax) es una enfermedad causada por la bacteria *Bacillus anthracis*, formadora de esporas y que, por lo tanto, puede existir como célula vegetativa o como espora. La célula vegetativa se mantiene viva en un organismo hospedador, pero no puede

Figura 20-17 Precauciones con los agentes biológicos

Note que muchas enfermedades asociadas con sucesos biológicos no requieren protección adicional, más allá de las precauciones estándar, considerando que no hay riesgo de exposición a un agente concentrado. Los ejemplos incluyen pacientes con carbunco inhalatorio o una toxina biológica, como la botulínica. Sin embargo, en la mayoría de los casos es posible que no se identifique el agente biológico específico durante varios días. Aunque algunos agentes, como el causal del carbunco, no se diseminan de una persona a otra, los proveedores de atención prehospitalaria deben asumir que el agente biológico es contagioso y usar todas las precauciones disponibles, incluidas las de aerosoles.

sobrevivir mucho tiempo fuera del cuerpo, a diferencia de la espora, que puede permanecer viable en el ambiente durante décadas.

La enfermedad es de aparición natural, contraída más a menudo por personas en contacto con animales afectados por el carbunco o sus productos contaminados y que originan la forma cutánea del padecimiento. Sus esporas se han convertido en armas y están inventariadas en los arsenales militares de varias naciones. La liberación accidental de esporas de carbunco en aerosol de instalaciones soviéticas militares en Sverdlovsk en 1979 produjo casi 79 casos de carbunco pulmonar, y causó 68 muertes. Las cartas contaminadas con esporas de carbunco se enviaron a través del Servicio Postal de Estados Unidos en el año 2001 a legisladores importantes y puntos de venta de los medios. Aunque resultaron 22 casos (11 pulmonares, 11 cutáneos) y 5 muertes, miles de personas requirieron profilaxis con antibióticos. Se informa que una distribución eficaz de 100 kg de esporas de carbunco sobre Washington, DC, puede causar de 130 000 a 3 millones de muertes.⁴⁷

Las vías de exposición al carbunco incluyen el aparato respiratorio, el tracto GI y las pérdidas de continuidad de la piel. La exposición al carbunco a través de las vías respiratorias produce su forma inhalatoria o pulmonar. La exposición a través del tracto GI causa carbunco gastrointestinal, y la infección de la piel, el carbunco cutáneo.

El carbunco gastrointestinal es raro y puede producirse por la ingestión de sustancias alimenticias contaminadas con las esporas. Los pacientes presentarían síntomas inespecíficos de náusea, vómito, malestar general, diarrea sanguinolenta y abdomen agudo; la mortalidad sería de casi 50%. El carbunco cutáneo es consecutivo al depósito de esporas o microorganismos en una pérdida de continuidad de la piel, lo que da lugar a una pápula que después se ulcera y causa una escara negra seca con edema local. Si no se trata con antibióticos, la mortalidad alcanza 20%, y con antibióticos es menor de 1%.

Para eficacia máxima en un ataque terrorista, el carbunco posiblemente tendría que diseminarse en forma de espora cuyo tamaño es de casi 1 a 5 µm, lo que le permite suspenderse en el aire como aerosol. Las esporas en aerosol pueden inhalarse hacia los pulmones y depositarse en los alvéolos. A continuación son ingeridas por los macrófagos y transportadas a los ganglios linfáticos mediastínicos, donde germinan, fabrican toxinas y causan *mediastinitis hemorrágica aguda* (hemorragia en los ganglios linfáticos de la parte media de la cavidad torácica) y, a menudo, la muerte. El inicio de los síntomas después de la inhalación de las esporas varía (en la mayoría de las víctimas se presentan en 1 a 7 días), aunque puede haber un periodo de latencia tan prolongado como de 60 días. Los síntomas en un inicio son inespecíficos e incluyen fiebre, calosfríos, disnea, tos, dolor torácico, cefalea y vómito. Después de algunos días los síntomas mejoran, y sigue una evolución de deterioro rápido con fiebre, disnea, diaforesis, shock y muerte.^{48,49} Antes del año 2001 la mortalidad por el carbunco inhalado se consideraba de 90%, pero la experiencia reciente sugiere que con tratamiento temprano con antibióticos y servicios de cuidados críticos puede ser de 50%.⁵⁰

El carbunco inhalatorio no es contagioso y no conlleva riesgo para el proveedor de atención prehospitalaria. Sólo la exposición a las esporas en aerosol reviste un riesgo de infección. La atención de los pacientes infectados por carbunco inhalatorio requiere sólo precauciones estándar; sin embargo, cuando se desconoce el agente

específico están justificadas las precauciones en lo relativo a los aerosoles. El proveedor de atención prehospitalaria brindará tratamiento de sostén y transporte a los pacientes afectados a instalaciones donde se disponga de cuidados críticos.

Tratamiento

Se requiere profilaxis con antibióticos sólo para individuos que han estado expuestos a las esporas. Los oficiales de salud pública locales determinarán el antibiótico apropiado y la duración del tratamiento profiláctico. Las últimas recomendaciones sugieren 60 días de tratamiento con doxiciclina oral o una quinolona.

Hay una vacuna contra el carbunco, y en 1998 se instituyó un programa de inmunización de las fuerzas militares de Estados Unidos. El esquema actual requiere una serie de seis inyecciones iniciales y refuerzos anuales. En la actualidad se recomienda sólo para el personal militar y trabajadores de laboratorios industriales en alto riesgo de exposición a las esporas. En los CDC se compraron decenas de miles de dosis de la vacuna contra el carbunco para el Strategic National Stockpile, que las tendría disponibles para una respuesta de urgencia en caso de un incidente con riesgo de exposición al carbunco.

Peste

La peste es una enfermedad causada por la bacteria *Yersinia pestis*. Ocurre en forma natural en pulgas y roedores. Si una pulga infectada pica a un ser humano, éste puede presentar la *peste bubónica*. Si la infección local no se trata, el paciente puede mostrar enfermedad sistémica con septicemia, y sobrevenir la *muerte*. Varios pacientes pueden desarrollar síntomas pulmonares (*peste neumónica*). La peste fue la causa de la Muerte Negra de 1346, que mató de 20 a 30 millones de personas en Europa, aproximadamente el 33% de su población en ese entonces. La *Y. pestis* se ha utilizado como arma en arsenales militares con técnicas desarrolladas para distribuir al microorganismo en aerosol de manera directa, sin intervención del vector animal. En la Organización Mundial de la Salud se informa que en el peor de los escenarios, 50 kg de *Y. pestis* liberados en aerosol sobre una ciudad de 5 millones de habitantes causaría 150 000 casos de peste neumónica y 36 000 muertes.⁵¹

La peste de presentación natural, resultante del piquete de una pulga infectada, causará síntomas en 2 a 8 días, con inicio de fiebre, calosfríos, debilidad e inflamación aguda de los ganglios linfáticos (bubones) en cuello, ingle o axila. Los pacientes no tratados pueden deteriorarse y presentar enfermedad sistémica y la muerte. Se han descrito 12 personas que presentaron peste neumónica con manifestaciones de dolor torácico, disnea, tos y hemoptisis, y también pueden sucumbir por una afección sistémica.

La peste secundaria al despliegue de un arma terrorista posiblemente sería producto de microorganismos en aerosol y, por lo tanto, se presentarían en la clínica como la forma neumónica de la enfermedad. La inhalación de *Y. pestis* en aerosol daría lugar a síntomas en 1 a 6 días. Los pacientes acudirían con fiebre, tos y disnea, así como esputo sanguinolento o acuoso. También pueden presentarse náusea, vómito, diarrea y dolor abdominal. Por lo general, no hay bubones. Sin antibióticos, la muerte se presenta en 2 a 6 días después de la aparición de los síntomas respiratorios.⁵²

En la actualidad no hay vacuna disponible para prevenir la peste neumónica. El tratamiento de la enfermedad incluye

microbianos y medidas de sostén, que suelen incluir servicios de cuidados críticos. También se recomiendan los esquemas de anticuados para individuos con exposición cercana sin protección a los pacientes con peste neumónica conocida.

Los pacientes con peste representan un riesgo de enfermedad transmisible. Si acuden sólo con signos y síntomas cutáneos (peste bubónica), son adecuadas las precauciones de contacto para proteger al proveedor de atención prehospitalaria. Si los pacientes acuden con signos pulmonares de peste (peste neumónica), un escenario más probable después de un ataque terrorista, se requerirá que los proveedores de atención prehospitalaria usen EPP apropiados para la protección contra gotitas respiratorias. Tales precauciones incluyen una mascarilla quirúrgica, protección ocular, guantes y bata. Quienes responden al escenario de una liberación manifiesta de *Y. pestis* en aerosol, que de manera probable no fuese un suceso reconocido, requerirían EPP de nivel A adecuado para un ambiente peligroso si ingresan a las zonas caliente o templada.

Tratamiento

Las víctimas de la peste se tratan en el campo con medidas de sostén. La comunicación con las instalaciones receptoras es vital antes del arribo para asegurar que el paciente con peste neumónica pueda ser aislado de modo apropiado en el SU y que el personal esté preparado con el EPP adecuado. Solicitar al paciente usar una mascarilla quirúrgica, si se tolera, también podría disminuir la posibilidad de transmisión secundaria.

La descontaminación del vehículo y el equipo es similar a la requerida después del transporte de cualquier paciente con una enfermedad comunicable. Las superficies de contacto tienen que limpiarse con un desinfectante aprobado por la Environmental Protection Agency (EPA) o una solución de cloro diluida al 1:1000. No hay datos que sugieran que la *Y. pestis* constituya una amenaza ambiental a largo plazo después de la disolución del aerosol primario.⁵² El microorganismo es sensible al calor y la luz solar y no sobrevive mucho tiempo fuera del hospedador vivo. La *Y. pestis* no forma esporas.

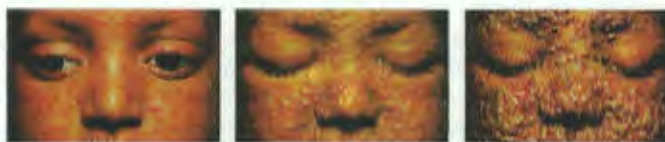
Viruela

La viruela también se conoce como *viruela mayor* y *viruela menor*, lo que depende de su gravedad. Esta enfermedad vírica de aparición natural fue erradicada en 1977, pero aún existe en al menos dos laboratorios, el Russia's Institute of Virus Preparations y los CDC. Se expuso que el gobierno soviético empezó un programa en 1980 para producir grandes cantidades de virus de la viruela para uso en bombas y misiles, así como desarrollar cepas más virulentas del virus para fines militares. Hay preocupación de que el virus de la viruela haya cambiado de manos después de la disolución de la Unión Soviética.⁵³

Los virus de la viruela infectan a su víctima después de ingresar por las membranas mucosas de la orofaringe o respiratorias. Después de un periodo de incubación de 12 a 14 días, el paciente presenta fiebre, malestar general, cefalea y dolor dorsal. A continuación desarrolla un **exantema maculopapular** que se inicia en la mucosa oral y que progresa de manera rápida para generalizarse con vesículas y pústulas redondas características a tensión. El exantema tiende a afectar la cabeza y las extremidades de forma más densa que el tronco (centrífuga), con lesiones que parecen en etapa uniforme (Figura 20-18). Este cuadro clínico distingue a la viruela de la *varicela* (Figura 20-19), que se inicia en el tronco,

donde es más densa (centrípeta), con lesiones en diversas etapas de desarrollo (las nuevas lesiones aparecen en otras antiguas con costra) (Figura 20-20). La mortalidad por la viruela natural fue de aproximadamente 30%. Se sabe poco acerca de la evolución natural de la enfermedad en pacientes con inmunosupresión, como los afectados por VIH.

La viruela es una enfermedad contagiosa que se disemina de manera principal por núcleos de gotitas proyectados desde la orofaringe por los pacientes infectados y por contacto directo. Las ropas de cama y otras contaminadas pueden también diseminar los virus. Los pacientes son contagiosos desde un poco antes del inicio del exantema, aunque esto no siempre será evidente si el exantema fuese sutil en la orofaringe. Cuando tratan a un paciente con viruela, los proveedores de atención prehospitalaria deben usar EPP apropiado para el contacto y precauciones respecto de aerosoles, lo que incluye una mascarilla N-95, protección ocular, gafas y bata. De forma ideal, las personas que tratan pacientes con viruela tendrán el antecedente de la inmunización correspondiente.⁵⁴



Día 3 del exantema

Día 5 del exantema

Día 7 del exantema



En cualquier parte del cuerpo todas las lesiones se encuentran en la misma etapa de desarrollo



La mayoría de los pacientes presenta lesiones en las palmas de las manos o las plantas de los pies

Lesiones umbilicadas

Lesiones confluentes

Figura 20-18 Viruela.

Fuente: Cortesía de los Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta.

Figura 20-19 Diferenciación entre viruela y varicela

La varicela (*viruela loca*) es el trastorno que más probablemente se confunde con la viruela. Las características de la varicela incluyen las siguientes:

- No hay pródomos, o éstos son leves.
- Las lesiones son vesículas superficiales: "en gotas de rocío sobre un pétalo de rosa".
- Las lesiones aparecen en brotes; en cualquier parte del cuerpo las hay en diferentes etapas (pápulas, vesículas, costras).
- La distribución es centrípeta, con la máxima concentración de lesiones en el tronco y la mínima en la porción distal de las extremidades. Las lesiones pueden afectar la cara/el cuero cabelludo; en ocasiones se afecta de manera equivalente todo el cuerpo.
- Las primeras lesiones aparecen en la cara o el tronco.
- Los pacientes rara vez presentan datos de toxicidad o están moribundos.
- Las lesiones evolucionan rápidamente de máculas a pápulas, vesículas y costras (en menos de 24 h).
- Rara vez se afectan las palmas de las manos y las plantas de los pies.
- El paciente carece de un antecedente confiable de varicela o su vacunación.
- De estos pacientes, 50 a 80% recuerdan una exposición a la varicela o el herpes (*culebrilla*) de 10 a 21 días antes del inicio del exantema.

Fuente: Cortesía de los Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta.

El programa de vacunación contra la viruela en Estados Unidos se interrumpió en 1972. Se desconoce la inmunidad residual prevista por ese programa y se sugiere que los individuos cuya última inmunización fue hace 40 años posiblemente ahora sean susceptibles para contraer la enfermedad.⁶³ La vacunación contra los virus de la viruela está disponible para ciertos miembros del U. S. Department of Defense and State. También se puso a disposición mediante un programa del Department of Health and Human Services para formar equipos de respuesta de salud pública a la viruela. Actualmente está disponible para el público en general sólo cuando participan en estudios clínicos. En caso de una urgencia de salud pública, Estados Unidos cuenta con reservas de la vacuna que se pueden liberar para la inmunización masiva del público. Se ha demostrado que la vacunación en los cuatro días siguientes a la exposición ofrece alguna protección contra la contracción de la enfermedad y resguardo sustancial contra su resultado fatal.⁶³

Tratamiento

Los proveedores de atención prehospitalaria darán cuidados de sostén a un paciente con viruela. En todo momento se debe usar el EPP recomendado y es imperativo que no haya sesgo en los procedimientos de control de infecciones. Deben identificarse los hospitales con las instalaciones apropiadas de aislamiento y el personal apropiadamente entrenado en la comunidad. Se debe entrar en comunicación con el personal de las instalaciones receptoras para



Niño saludable con varicela



Adulto saludable con varicela



Superinfección bacteriana de las lesiones



Note la distribución centrípeta del exantema



Día 3 del exantema



Las lesiones se encuentran en diferentes etapas de desarrollo



Adulto saludable con varicela



Adulto saludable con varicela



Embarazada con varicela

Figura 20-20 Varicela.

Fuente: Cortesía de los Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta.

informar de la intención de transportar ahí a un paciente con confirmación o sospecha de viruela, de manera que se puedan tomar las precauciones apropiadas para prevenir la transmisión del virus. La identificación de un paciente con viruela tienen que considerarse una urgencia de salud pública de enorme significado.

El retro apropiado del EPP sin violar los procedimientos de control de infecciones es importante para la seguridad del proveedor de atención prehospitalaria. Todo residuo médico desechable contaminado debe introducirse en bolsas, etiquetarse y desecharse de forma apropiada, como cualquier otro desecho médico regulado. El equipo médico reutilizable debe limpiarse después de su uso de acuerdo con el protocolo estándar, ya sea por autoclave o por una desinfección de nivel elevado. Es necesario limpiar las superficies ambientales con un detergente-desinfectante registrado con aprobación de la EPA. No se requiere la descontaminación del aire o fumigación del vehículo de urgencia.⁶⁵

Toxina botulínica

La toxina botulínica es producida por la bacteria *Clostridium botulinum* y es la sustancia más venenosa conocida. Es 15 000

veces más tóxica que el agente nervioso VX y 100 000 veces más tóxico que el sarín.⁵⁶ La toxina botulínica se ha utilizado en armas de uso militar por Estados Unidos, la antigua Unión Soviética, Iraq y, posiblemente, Irán, Siria y Norcorea.⁵⁷ El culto Aum Shinrikyo, responsable del ataque al metro de Tokio con sarín, intentó dispersar un aerosol de toxina botulínica sin éxito en 1995. A pesar de la dificultad comunicada de concentrar y estabilizar la toxina para su diseminación, se calcula que la administración en un punto terrorista de aerosol con toxina botulínica podía incapacitar o matar a 10% de las personas presentes en 0.5 km en la misma dirección del viento. La toxina también podría introducirse a la provisión de alimentos en un intento por intoxicar grandes cifras de personas.

Hay tres formas de botulismo naturales. El *botulismo de heridas* ocurre cuando la toxina se absorbe en una herida sucia, a menudo con tejido desvitalizado, donde está presente *C. botulinum*. El *botulismo de origen en alimentos* se presenta cuando son preparados de manera inapropiada, o en enlatados caseros que permiten que la bacteria proliferare y produzca la toxina que es ingerida por la víctima. Ocurre *botulismo intestinal* cuando se produce la toxina y se absorbe dentro del tracto GI. Además de estas tres formas naturales, una forma originada por el hombre, llamada *botulismo inhalatorio*, es producto de la toxina botulínica en aerosol.

Independientemente de la vía, la toxina botulínica es transportada a la unión neuromuscular, donde se une de manera irreversible y evita la secreción normal del neurotransmisor acetilcolina, con producción de una parálisis flácida descendente. El inicio de los síntomas se presenta desde varias horas hasta algunos días. Todos los pacientes acudirán con diplopia (visión doble) y déficit múltiples de nervios craneales que causan dificultades a la vista, el habla y la deglución. La extensión y rapidez de la parálisis descendente dependen de la dosis de toxina. Los pacientes se tornan fatigados, pierden su capacidad de controlar los músculos de la cabeza y el cuello, pueden perder el reflejo nauseoso o avanzar hasta la parálisis de los músculos de la respiración y presentar insuficiencia respiratoria, que requiere intubación y meses de ventilación mecánica. Los pacientes no tratados suelen morir por obstrucción mecánica de las vías aéreas altas o ventilación inadecuada. La tríada clásica de la intoxicación por toxina botulínica es (1) parálisis flácida simétrica descendente con déficit de nervios craneales, (2) ausencia de fiebre, y (3) un sensorio sin alteración. Después de semanas a meses, los pacientes pueden recuperarse conforme se desarrollan nuevos brotes axónicos para inervar los músculos desnervados.

Tratamiento

Los cuidados para el paciente con botulismo son de sostén, con la administración de antitoxina en el hospital. El uso temprano de antitoxina disminuirá al mínimo un deterioro mayor, pero no puede revertir la parálisis presente y está disponible en los CDC.

Los proveedores de atención prehospitalaria a víctimas del botulismo necesitarán estar alertas acerca de la afección de las vías aéreas y la ventilación inadecuada. Los pacientes tal vez no puedan manejar sus secreciones o mantener una vía aérea permeable. Debido a la parálisis del diafragma, los pacientes quizás no puedan generar un volumen de ventilación pulmonar adecuado, lo que podría exacerbarse por su posición en decúbito supino o semiacostada. Los pacientes que experimentan dificultad respiratoria tienen que intubarse y ventilarse de forma adecuada.

Las precauciones estándar son apropiadas para el tratamiento de los pacientes que experimentan los efectos de la toxina botulínica porque no se trata de una enfermedad contagiosa. Los aerosoles de toxina botulínica se degradan rápidamente en el ambiente y se prevé que después de su liberación en un incidente terrorista ocurrirá una inactivación sustancial pasados 2 días. Quienes responden a un suceso de diseminación manifiesta de aerosol con toxina botulínica requerirán EPP de nivel A adecuado para un ambiente peligroso si trabajan en las zonas caliente o templada.

Debido a que el aerosol puede persistir durante casi 2 días bajo las condiciones climáticas promedio, las víctimas que se han expuesto al aerosol con toxina botulínica requieren descontaminación por retiro de la ropa y lavado con agua y jabón. El equipo se puede descontaminar utilizando una solución de hipoclorito al 0.1%.⁵⁸ Los pacientes no requerirán aislamiento después de su arribo al hospital, pero tal vez se requieran servicios de cuidados críticos para aquellos que necesitan ventilación mecánica.

Desastres radiactivos

Desde los ataques terroristas del 11 de septiembre de 2001 se ha dado una nueva consideración a la posibilidad de sistemas de SMU que necesitan tratar una urgencia radiactiva. De manera histórica, la planeación se ha centrado en la preparación de la defensa civil para un intercambio estratégico de armas nucleares militares o la rara presentación de un accidente en una planta nuclear. No obstante, en la actualidad hay un alerta creciente respecto de la posibilidad de que los terroristas podrían desplegar un dispositivo de detonación nuclear improvisado, y tal vez con mayor probabilidad un dispositivo de dispersión radiactiva que utilice explosivos convencionales para diseminar material radiactivo en el ambiente.

Aunque los accidentes radiactivos son raros, han ocurrido 243 desde 1944 en Estados Unidos, con 1342 muertes que cumplen los criterios de exposición significativa. En todo el mundo se presentaron 403 accidentes radiactivos con 133 617 víctimas, 2965 con exposición significativa y 120 muertes. El desastre de Chernobyl en 1986 fue causa de 116 500 a 125 000 víctimas expuestas, y casi 50 muertes hasta el 2005, aunque se calcula que el número total de muertes pudiera alcanzar hasta 4000 conforme sucumban víctimas adicionales por cáncer.^{59,60} La planta nuclear de Fukushima, Japón, se dañó de forma grave después de un terremoto cercano y un tsunami en el año 2011, cuyo resultado fue la destrucción de varios reactores y la liberación de radiación al ambiente. Se requerirán años, e incluso décadas, antes de que se pueda evaluar por completo el impacto en la salud de este incidente sobre la población circundante y el ambiente.

Los desastres por radiación tienen el potencial de generar temor y confusión tanto en las víctimas como en quienes responden a las urgencias. La familiarización con los principios de tratamiento y riesgo ayudará a asegurar una respuesta apropiada y a disminuir el pánico y el desorden (Figura 20-21).

La exposición a la radiación ionizante y la contaminación radiactiva podría ser producto de varios escenarios diferentes: (1) detonación de un arma nuclear, ya sea de alta potencia o un dispositivo improvisado de bajo alcance; (2) detonación de una "bomba radiactiva" o dispositivo de dispersión de radiación en la que no hay detonación nuclear, sino más bien se detonan explosivos convencionales para dispersar un *radionúclido* (material radiactivo); (3) sabotaje o

Figura 20-21 Principios de tratamiento ante un desastre radiactivo

1. Evaluar el escenario en cuanto a la seguridad.
2. Todos los pacientes deben ser objeto de estabilización médica de sus lesiones traumáticas antes de considerar aquellas por radiación. Después se les valora en cuanto a su exposición a la radiación externa y contaminación.
3. Una fuente externa de radiación, cuando es grande en extremo, puede causar lesión tisular pero no convierte al paciente en un ente radiactivo. Aquellos incluso con exposiciones letales a la radiación externa no constituyen una amenaza para los proveedores de atención prehospitalaria.
4. Los pacientes pueden contaminarse con material radiactivo depositado en su piel o ropa. Más de 90% de la contaminación superficial se puede retirar al quitar la ropa. El resto debe lavarse con agua y jabón.
5. Los proveedores de atención prehospitalaria tienen que protegerse de la contaminación radiactiva al observar como mínimo las precauciones estándar, incluidas ropas de protección, guantes y una mascarilla.
6. Los pacientes que presentan náusea, vómito o eritema cutáneo en las horas siguientes a la exposición a la radiación posiblemente recibieron una alta exposición externa.
7. La contaminación radiactiva en las heridas tiene que tratarse como polvo e irrigarse tan pronto como sea posible. Evite manipular cualquier cuerpo extraño metálico.
8. El yoduro de potasio (KI) es de utilidad sólo si ha habido una liberación de yodo radiactivo. El KI no es un antídoto general de la radiación.
9. El concepto de tiempo/distancia/escudo es clave para la prevención de efectos indeseados por la exposición a la radiación, que disminuye al mínimo por disminución del tiempo de permanencia en el área afectada, aumento de la distancia respecto de la fuente de radiación y el uso de un escudo de metal o concreto.

Fuente: modificado del Department of Homeland Security Working Group on Radiological Dispersion Device Preparedness/Medical Preparedness and Response Subgroup, 2004, http://www1.va.gov/emshg/docs/Radiologic_Medical_Countermeasures_051403.pdf.

un accidente en el sitio de un reactor nuclear, y (4) el tratamiento erróneo de los residuos nucleares.

Efectos médicos de las catástrofes por radiación

Las lesiones y los riesgos relacionados con una catástrofe radiactiva son multifactoriales. En el caso de una detonación nuclear habrá víctimas por la explosión, con el resultado de lesiones primarias, secundarias y terciarias, térmicas y del colapso estructural. Las víctimas pueden estar sujetas además a lesión por *irradiación*, en la que la radiación pasa a través del cuerpo y causa daño, pero sin resultar en contaminación (a semejanza de cuando se toma una radiografía); de la contaminación por la lluvia radiactiva externa que se puede depositar en la piel y la ropa; o de la radiación interna por contaminación con partículas radiactivas que las víctimas inhalan, ingieren o tienen depositadas en las heridas.

Los accidentes en reactores nucleares podrían generar grandes dosis de radiación ionizante sin una detonación nuclear, en especial bajo circunstancias en las que alcanzan un punto "crítico". Las explosiones, el fuego y la liberación de gas también podrían dar como resultado un gas radiactivo o un material particulado, que expondría a quienes responden a una urgencia al riesgo de contaminación con partículas radiactivas.

Los **dispositivos de dispersión de la radiación (DDR)** por lo general no deben suministrar suficiente radiación para causar una lesión inmediata. Sin embargo, los DDR complicarían el tratamiento de los proveedores de atención prehospitalaria al distribuir partículas radiactivas que podrían contaminarlos a ellos y a las víctimas,

y dificultar el tratamiento de las lesiones causadas por un explosivo convencional. Los DDR pudieran causar confusión y pánico en el público y en quienes responden a una urgencia, preocupados por la radiactividad, obstaculizando sus esfuerzos para ayudar a las víctimas.

La radiación ionizante causa lesión celular por interacción con los átomos y depósito de energía, lo que da como resultado la **ionización**, que puede dañar de manera directa al núcleo de la célula, causar su muerte o disfunción, o dañar de modo indirecto a sus componentes por interacción con el agua en el cuerpo y las moléculas tóxicas resultantes. La exposición aguda a grandes dosis de radiación ionizante penetrante (irradiación con rayos γ y neutrones) en un tiempo breve puede dar como resultado una enfermedad aguda por radiación. Los tipos de radiación ionizante incluyen partículas α , β , rayos γ y neutrones.

Las **partículas α** son relativamente grandes y no pueden penetrar incluso unas cuantas capas de la piel. La piel íntegra o uniforme ofrecen protección adecuada contra las partículas α de contaminación externa por emisión. La radiación ionizante por partículas α constituye una preocupación sólo si se introduce en el cuerpo por inhalación o ingestión de sus emisores. Cuando se introduce, la radiación de partículas α puede causar lesión local significativa a las células adyacentes.

Las **partículas β** son pequeñas partículas cargadas que pueden penetrar de manera más profunda que las α y afectar capas más profundas de la piel, con capacidad de lesionar su base y causar una *quemadura* β . La radiación por partículas β se encuentra con frecuencia máxima en la lluvia nuclear. Las partículas β también causan lesión por radiación local.

Los **rayos γ** son similares a los rayos x y pueden penetrar fácilmente los tejidos. Se emiten con una detonación y con la lluvia

Figura 20-22 Terrorismo con radiación ionizante: guía general

Diagnóstico

Esté alerta a lo siguiente:

1. El síndrome de radiación aguda sigue un patrón predecible después de la exposición sustancial o sucesos catastróficos (Figura 20-23).
2. Los individuos pueden enfermar por fuentes contaminadas en la comunidad e identificarse durante periodos muchos más prolongados, con base en síndromes específicos (Figura 20-24).
3. Los síndromes específicos de preocupación, en especial con un antecedente de 2 a 3 semanas de náusea y vómito, son:
 - Efectos cutáneos térmicos similares a los de una quemadura, sin exposición térmica documentada
 - Disfunción inmunitaria, con infecciones secundarias
 - Tendencia a sangrar (epistaxis, gingivorragia, pétéquias)

- Supresión de la médula ósea (neutropenia, linfopenia y trombocitopenia)
- Depilación (pérdida de cabello)

Comprensión de la exposición

La exposición puede ser conocida y reconocida o clandestina, y presentarse por los siguientes medios:

1. Exposiciones grandes reconocidas, como las causadas por una bomba nuclear o el daño a una estación nuclear.
2. Una fuente pequeña de radiación que emite en forma continua rayos γ y produce un grupo de exposiciones intermitentes crónicas individuales (p. ej., fuentes radiactivas de dispositivos de tratamiento médico, contaminación de agua ambiental o alimentos).
3. Radiación interna por material radiactivo absorbido, inhalado o ingerido (contaminación interna).

Fuente: modificado de la guía de bolsillo del Departamento de Asuntos de Veteranos, producida por el Sistema de Instrucción de Empleados de la Oficina de Salud Pública y Riesgos Ambientales. No se pretende que esta información sea completa, pero sí una guía rápida; por favor consulte otras referencias y la opinión de expertos.

nuclear. También podrían emitirse desde algunos radionúclidos quizá presentes en un DDR. La radiación γ puede causar lo que se denomina *exposición corporal total*, que quizá produzca una enfermedad aguda y crónica por radiación (Figuras 20-22, 20-23 y 20-24).

Los neutrones pueden penetrar fácilmente los tejidos, con una energía destructiva 20 veces mayor a la de los rayos γ , con alteración de la estructura atómica de las células. Los neutrones se liberan durante una detonación nuclear, pero no constituyen un riesgo de lluvia radiactiva. Los neutrones también contribuyen a la exposición de todo el cuerpo a la radiación y pueden dar lugar a una enfermedad por radiación aguda. Los neutrones pueden convertir metales estables en isótopos radiactivos. Esta capacidad tiene significado en pacientes con dispositivos metálicos o aquellos en posesión de objetos médicos metálicos en el momento de la exposición.

La exposición corporal total se mide en términos de *gray* (Gy). El *rad* (dosis de radiación absorbida) fue una unidad de dosis conocida, sustituida por el gray; 1 Gy equivale a 100 rad. El *rem* (radiación equivalente-hombre) describe la dosis en rad multiplicada por un "factor de calidad" que toma en cuenta el patrón de depósito intrínseco especial de diferentes tipos de radiación. El rem ha sido sustituido por el *sievert* (Sv); 1 Sv equivale a 100 rem.

La radiación afecta de forma más fácil a las células en división rápida, con el resultado de lesión de la médula ósea y el tracto GI, donde hay tasas de recambio celular muy altas. Las dosis mayores pueden afectar de modo directo al SNC. La dosis de la exposición a todo el cuerpo determina sus consecuencias médicas. Los pacientes que reciben hasta 1 Gy de radiación corporal total por lo general no mostrarán signos de lesión. Entre 1 y 2 Gy, menos de la mitad de

los pacientes presentará náusea y vómito, muchos desarrollarán después *leucopenia* (disminución de la cifra de leucocitos) y las muertes serán mínimas. La mayoría de las víctimas que reciben más de 2 Gy enfermará y requerirá hospitalización; con más de 6 Gy, la mortalidad se torna alta. A dosis mayores de 30 Gy se manifiestan signos neurológicos, y hay probabilidad máxima de muerte.¹⁹

El *síndrome de radiación aguda* sigue una evolución definida, que se manifiesta primero en una fase prodrómica caracterizada por malestar general, náusea y vómito, seguida por una fase latente, donde el paciente evoluciona esencialmente asintomático. La duración de la fase latente depende de la dosis total de radiación absorbida. La fase latente es seguida por la fase subsiguiente de enfermedad manifiesta del aparato o sistema orgánico que ha sido lesionado. Ocurre daño de la médula ósea con dosis totales de 0.7 a 4.0 Gy, y da lugar a cifras decrecientes de leucocitos y disminución de la inmunidad ante las infecciones durante varios días a semanas. La disminución de los eritrocitos causará anemia. Entre 6 a 8 Gy también se afectará el tracto GI, lo que provoca diarrea, pérdida de volumen y hematoquezia (heces sanguinolentas). Por arriba de 30 Gy el paciente manifestará síntomas del síndrome neurovascular, con la fase prodrómica de náusea y vómito, una fase latente breve que dura sólo unas cuantas horas, seguida por un deterioro rápido del estado mental, el coma y la muerte, a veces acompañados por inestabilidad hemodinámica. Puede presentarse una alta dosis después de una detonación nuclear, pero la víctima con toda probabilidad habrá resultado muerta por las lesiones asociadas con la explosión. Las víctimas también podrían exponerse a estas dosis elevadas en instalaciones nucleares donde no ocurrió una explosión, sino que el núcleo de un reactor alcanzó su nivel crítico.¹⁹

Figura 20-23 Síndrome de radiación aguda

Efectos de la radiación corporal total o la absorción interna, por rango de dosis en rad (1 rad = 1 centigray; 100 rad = 1 gray)						
Manifestación	0-100 (0-1 Gy)	100-200 (1-2 Gy)	200-600 (2-6 Gy)	600-800 (6-8 Gy)	800-3000 (8-30 Gy)	> 3000 (> 30 Gy)
FASE PRODRÓMICA DEL SÍNDROME						
Náusea, vómito	Ninguno	5-50%	50-100%	75-100%	90-100%	100%
Tiempo de inicio	—	3-6 h	2-4 h	1-2 h	< 1 h	N/A
Duración	—	< 24 h	< 24 h	< 48 h	48 h	N/A
Cifra de leucocitos	No se afecta	Con mínima disminución	< 1000 a las 24 h	< 500 a las 24 h	Disminuye en horas	Disminuye en horas
Función del SNC	Sin alteración	Sin alteración	Desempeño de tareas sistemáticas Alteración cognitiva durante 6-20 h	Desempeño de tareas simples, sistemáticas Alteración cognitiva durante más de 24 h	Incapacitación rápida; puede presentar un intervalo lúcido de varias horas	
FASE LATENTE DEL SÍNDROME						
Sin síntomas	> 2 semanas	7-15 d	0-7 d	0-2 d	Ninguno	Ninguno
ENFERMEDAD MANIFIESTA						
Signos/síntomas	Ninguno	Leucopenia moderada	Leucopenia grave, púrpura, hemorragia, neumonía, pérdida del cabello después de 300 rad		Diarrea, fiebre, trastorno electrolítico	Convulsiones, ataxia, temblor, letargo
Tiempo de inicio	—	> 2 semanas	2 d a 4 semanas	2 d a 4 semanas	1-3 d	1-3 d
Periodo crítico	—	Ninguno	4-6 semanas; máximo potencial para la intervención médica eficaz		2-14 d	1-46 h
Aparato o sistema orgánico	Ninguno	—	Sistema hematopoyético; aparato respiratorio (mucosa)		Tracto GI Mucosas	SNC
Duración de la hospitalización	0%	< 5% 45-60 d	90% 60-90 d	100% 100+ d	100% Semanas a meses	100% Días a semanas
Mortalidad	Ninguna	Mínima	Baja con tratamiento intensivo	Alta	Muy alta; los síntomas neurológicos significativos indican una dosis letal	

SNC, sistema nervioso central; d, día(s); h, hora(s); N/A, no disponible.

Fuente: modificado del Armed Forces Radiobiology Research Institute: Medical management of radiological casualties, Bethesda, MD, 2003.

No todos los accidentes por radiación o sucesos terroristas darán lugar a una exposición a dosis altas de radiación. La exposición a dosis bajas de radiación, como ocurriría con máxima probabilidad

después de una detonación de un DDR, tal vez no produciría lesión aguda secundaria a la radiación. Dependiendo de la dosis, el paciente puede presentar mayor riesgo futuro de cáncer. Los efectos agudos

Figura 20-24 Grupos de síntomas como efectos diferidos de la radiación

1	2	3	4
Cefalea Fatiga Debilidad	Anorexia Náusea Vómito Diarrea	Daño cutáneo del grosor parcial y completo Depilación (pérdida de cabello) Ulceración	Linfopenia Neutropenia Trombocitopenia Púrpura Infecciones oportunistas

Fuente: modificado de Armed Forces Radiobiology Institute, Medical management of radiological casualties, Bethesda, MD, 2003.

de la detonación de DDR, además de los de la detonación del explosivo convencional, posiblemente sean psicológicos, incluyendo reacciones de estrés, temor, depresión aguda y manifestaciones psicosomáticas, que de manera significativa tensarán a las agencias de SMU y la infraestructura médica.

Los pacientes pueden contaminarse con material que emite radiación α , β e incluso γ , pero los contaminantes más frecuentes emitirán radiación α y β . Sólo la radiación γ contribuye a la de todo el cuerpo, como ya se describió. La radiación α y β tiene capacidad limitada de penetración, pero aún puede causar lesión local de los tejidos. Los pacientes se descontaminan fácilmente por retiro de la ropa y lavado con agua sola o con jabón. Es imposible que un paciente esté tan contaminado como para constituir un riesgo radiactivo para los proveedores de atención prehospitalaria que lo atienden, por lo que el tratamiento de una lesión traumática que pone en riesgo la vida debe ser una prioridad inmediata y no retrasarse en espera de la descontaminación.¹⁹

Como se describió antes, las partículas radiactivas se pueden inhalar, ingerir o absorber a través de la piel o heridas contaminadas. Este tipo de exposición a la radiación no dará como resultado efectos agudos, pero puede causar efectos diferidos. Cualquier víctima o individuo de respuesta a urgencias que opera en un área de riesgo de partículas radiactivas aéreas sin el beneficio de la protección respiratoria requerirá evaluación subsiguiente para identificar contaminación interna, que pudiese requerir intervención médica para diluir o bloquear los efectos del radionúclido inhalado.

Equipo de protección personal

Los proveedores de atención prehospitalaria actúan en un ambiente con riesgo de exposición a la radiación ionizante después de un desastre radiactivo. El riesgo de radiación dependerá mucho del tipo de suceso radiactivo.

El EPP disponible para uso por los proveedores de atención prehospitalaria ante riesgos químicos y biológicos ofrece alguna protección de la contaminación por partículas radiactivas. Sin embargo, no brindará protección contra fuentes de radiación de alta energía, como un reactor dañado o una explosión nuclear en la zona cero.

La radiactividad puede estar presente en gases, aerosoles, sólidos o líquidos. Si hay presencia de gases radiactivos, el ARAC ofrecerá la máxima protección. En presencia de aerosoles, un RPA sería adecuado para prevenir la contaminación interna causada

por la inhalación de partículas contaminadas. Una mascarilla N-95 ofrecerá alguna protección contra las partículas inhaladas. Un traje estándar resistente a las salpicaduras protegerá contra partículas que emiten radiación α y ofrecerá alguna protección contra la radiación β , pero ninguna para la radiación γ o los neutrones. Este tipo de protección de barrera ayudará a la descontaminación de material particulado de un individuo, pero no protege contra los riesgos de la enfermedad por radiación aguda cuando la persona se expone a fuentes de elevada radiación externa.

Ninguno de los EPP usuales de los proveedores de atención prehospitalaria protege de una fuente de radiación puntual de alta energía. Este tipo de radiación se encuentra durante el primer minuto de una detonación nuclear, en el centro de un reactor en estado crítico o con una fuente de radiación de alta energía, como el cesio-137, que puede dispersarse en un DDR. La mejor protección de estas fuentes se logra al disminuir el tiempo de exposición, aumentar la distancia de la fuente y el uso de escudos. Algunos nuevos materiales que pueden ofrecer alguna protección contra la radiación γ de baja intensidad a un individuo que responde a una urgencia EPP se encuentran en estudio.

A diferencia del uso insuficiente de EPP para proteger contra agentes químicos, la ingestión, inhalación o absorción cutánea de gases o partículas emisoras de radiación no incapacitará de inmediato al proveedor de atención prehospitalaria o la víctima. Todos los proveedores de atención prehospitalaria que actuaron en un ambiente potencialmente contaminado con material radiactivo tendrán que someterse a una búsqueda de radiación para determinar si ocurrió contaminación interna y recibir tratamiento activo, si se justifica.

Deben usarse los medidores de la frecuencia de dosis o alarmas, si están disponibles. Hay estándares para dosis aceptables de radiación ionizante en el ambiente ocupacional bajo condiciones normales y de urgencia.²⁰ Las tasas de dosis de radiación ionizante se pueden medir para prevenir a quienes responden a urgencias, de ponerse en riesgo de enfermedad por radiación aguda o una incidencia inaceptablemente mayor de cáncer. Debe entrarse en contacto con el director del incidente para recibir guía respecto de lecturas y límites de exposición a la radiación.

Evaluación y tratamiento

Los pacientes que se han lesionado en una catástrofe radiactiva tienen que ser objeto de evaluaciones primaria y secundaria,

según dicte el mecanismo de lesión. Los proveedores de atención prehospitalaria pueden esperar evaluar pacientes con una lesión por explosión y térmica en el caso de una detonación nuclear, o de la detonación convencional de explosivos de alta potencia de un DDR (Figura 20-25). Es necesario dar prioridad al tratamiento de las lesiones traumáticas, con consideración secundaria a los aspectos radiactivos del caso. Se recomienda la descontaminación de la víctima para eliminar las partículas radiactivas, pero no debe retrasar la atención de los pacientes que requieren intervención inmediata por sus lesiones traumáticas. Si el paciente no muestra signos de lesión grave que requiera intervención inmediata, se le puede descontaminar en primer término.

Si hay presencia de yodo radiactivo en el ambiente, como ocurriría en un reactor nuclear, después de un accidente de escape de combustible a continuación de la detonación de un dispositivo nuclear, administrar yoduro de potasio a quienes responden a urgencias y las víctimas puede ayudar a prevenir la acumulación de yodo radiactivo en la tiroides, donde puede incrementarse la posibilidad de cáncer. Pueden recomendarse otros *tratamientos de bloqueo y eliminación del cuerpo* por el hospital o las agencias de asistencia federal cuando se dispone de mayor información respecto de la catástrofe. El tratamiento de bloqueo está diseñado para interferir con los efectos del agente radiactivo, en tanto que el de eliminación corporal está dirigido a expulsar el agente del organismo con uso de medicamentos que se combinan con él y lo permiten.

Consideraciones de transportación

Los pacientes tienen que transportarse al centro médico apropiado más cercano, con capacidad para tratar las lesiones por traumatismo y radiación. Se requiere que todos los hospitales cuenten con un plan de tratamiento de urgencia radiactiva, pero las comunidades pueden haber identificado instituciones con instalaciones para descontaminación con capacidad para atender traumatismos y personal entrenado para abordar de manera eficaz la posible contaminación radiactiva interna o externa, así como las complicaciones de la exposición corporal total a la radiación ionizante.



Resumen

- Las armas de destrucción masiva fabricadas por regímenes terroristas conllevan una amenaza significativa para la sociedad civilizada.
- Los proveedores de atención prehospitalaria pueden también entrar en contacto con explosiones y con material químico y radiactivo, como resultado de accidentes industriales.
- La seguridad de los proveedores de atención prehospitalaria es de capital importancia. Deben poseer un conocimiento funcional de los niveles del equipo de protección personal y los fundamentos de la descontaminación.
- Los agentes explosivos han predominado en los ataques terroristas recientes. Los explosivos de alta potencia producen lesiones primarias por su detonación a los supervivientes que están en proximidad a ellos y lesiones secundarias por partículas que se impulsan a través del aire.
- Los agentes químicos tal vez no sólo lesionen la piel y el aparato pulmonar, sino también causen enfermedad sistémica, que se manifiesta como un síndrome tóxico específico que da claves respecto del agente. Se usan antídotos para algunos de estos agentes.
- Los agentes biológicos pueden ser bacterias o virus altamente virulentos, o toxinas producidas por seres vivos. Los tipos de precauciones de protección usados por los proveedores varían con los agentes específicos.
- Hay varios tipos de radiación. La exposición a estos agentes puede causar una enfermedad por radiación aguda, que suele estar en función del tipo de radiación y la duración de la exposición.

Figura 20-25 Consideraciones del tratamiento y la descontaminación para la exposición a la radiación

Consideraciones de tratamiento

- Si hay traumatismo presente, trátase.
- Si hay contaminantes radiactivos externos, descontamine (después de tratar los problemas que pongan en riesgo la vida).
- Si hay yodo radiactivo (p. ej., accidente de un reactor) presente, considere dar yoduro de potasio profiláctico (solución de Lugol) sólo en las primeras 24 h (después será ineficaz).
- Véase <http://www.afri.usuhs.mil> o <http://www.orau.gov/reacts/guidance.htm>.

Consideraciones de descontaminación

- La exposición sin contaminación no requiere descontaminación.
- La exposición con contaminación requiere precauciones estándar (universales), retiro de la ropa del paciente y descontaminación con agua.
- La contaminación interna se determinará en el hospital.
- El tratamiento de los pacientes contaminados antes de la descontaminación puede contaminar las instalaciones; planee la descontaminación antes del arribo.
- Ante un paciente con un trastorno que pone en riesgo la vida, *trate* y después descontamine.
- Ante un paciente con un trastorno que no pone en riesgo la vida, *descontamine* y después *trate*.

Fuente: modificado de Armed Forces Radiobiology Institute: Medical management of radiological casualties, Bethesda, MD, 2003.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Es una tarde de verano calurosa y usted es despachado a la escena de una explosión que ocurrió fuera de un café popular. Usted sabe que el establecimiento suele estar bastante concurrido y que por lo general tiene clientes tanto dentro como fuera en el patio. El despachador le dice que en este momento el número de víctimas se desconoce, pero que ha recibido múltiples llamadas de urgencia. También se han hecho despachos a otras agencias de seguridad pública a la localidad.

A su arribo al lugar usted nota que es el primer proveedor de atención hospitalaria presente en el escenario. No se ha establecido aún un comando de incidente. Docenas de personas corren alrededor. Muchas gritan pidiendo que ayude a las víctimas que sangran. Otras yacen sobre el piso.

- ¿Qué haría usted primero?
- ¿Cuáles son sus prioridades cuando determine su curso de acción?
- ¿Cómo atenderá usted a tantas personas?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Como siempre, la prioridad principal es la seguridad. Valore el escenario. Busque datos de un dispositivo secundario que pueda constituir una amenaza para quienes responden a la urgencia. ¿Hay otros peligros? Busque detritos colgantes, líneas eléctricas caídas o expuestas, o materiales peligrosos derramados. Observe con cuidado a la multitud en busca de datos de un síndrome tóxico. ¿Hay un porcentaje desusadamente alto de dificultad respiratoria? ¿Las víctimas vomitan y se convulsionan? ¿Hay datos de dispersión de un agente además de la explosión? Utilice un EPP apropiado para el incidente.

Comuníquese con su cadena de mando y use el sistema de comando en incidentes (SCI). Como primera respuesta de urgencia al escenario, el centro de comunicaciones dependerá de usted para recibir información. Describa detalles pertinentes del escenario, los riesgos observados, el número de víctimas y el posible número de recursos requeridos para abordar el escenario y atender a las víctimas. Con base en sus observaciones, el centro de comunicaciones y el supervisor a cargo pueden evaluar la disposición de unidades de otras agencias respecto de su situación y despachar los recursos necesarios. Puede activarse un plan predefinido de respuesta a desastres.

Una vez que se ha garantizado la seguridad de la totalidad del personal que responde a una urgencia y se ha comunicado la información, prepárese a actuar como director de incidente hasta ser relevado por otra autoridad competente.

Tan pronto como sea posible, acérquese a las víctimas con la intención de seleccionarlas para su tratamiento y transporte utilizando el algoritmo START. Sin participar inicialmente en el tratamiento médico de las víctimas, distribúyalas en las categorías de quienes requieren atención inmediata, urgente, diferida y expectante. Recuerde que las víctimas de una explosión tal vez no puedan escuchar instrucciones o preguntas de quien responde a la urgencia. Conforme arriban otros recursos de asistencia, dirija al personal para asumir actividades en el SCI hasta que llegue el personal supervisor para tomar las funciones de mando y control.

Referencias

1. Hogan DE, Waeckerle JF, Dire DJ, et al. Emergency department impact of the Oklahoma City terrorist bombing. *Ann Emerg Med.* 1999;34:160.
2. Kennedy K, Aghababian R, Gans L, et al. Triage: techniques and applications in decision making. *Ann Emerg Med.* 1996;28(2):136.
3. Garner A, Lee A, Harrison K. Comparative analysis of multiple-casualty incident triage algorithms. *Ann Emerg Med.* 2001;38:541.
4. Lerner EB, Schwartz RB, Coule PL, et al. Mass casualty triage: an evaluation of the data and development of a proposed national guideline. *Disaster Med Public Health Preparedness.* 2008;2(suppl 1):S25-S34.
5. Kapur GB, Hutson HR, Davis MA, Rice PL. The United States twenty-year experience with bombing incidents: implications for terrorism preparedness and medical response. *J Trauma.* 2005;59:1436-1444.
6. Hall JR Jr. Deaths due to unintentional injury from explosions. Quincy, MA: National Fire Protection Association, Fire Analysis and Research Division; 2008.
7. Mohtadi H, Murshid A. A global chronology of incidents of chemical, biological, radioactive and nuclear attacks: 1950-2005. <http://www.ncfpd.umn.edu/Ncfpd/assets/File/pdf/GlobalChron.pdf>. Consultado el 21 de septiembre de 2013.
8. U.S. Department of State, Office of the Historian, Bureau of Public Affairs. Significant terrorist incidents, 1961-2003: a brief chronology, Washington, DC: U.S. Department of State; 2004.
9. National Counterterrorism Center. *2007 Report on Terrorism: 30 April 2008.* http://www.fbi.gov/stats-services/publications/terror_07.pdf. Consultado el 10 de enero de 2014.
10. U.S. Bomb Data Center (USBDC). Explosive incidents 2007. 2007 USBDC explosives statistics. Washington, DC: USBDC; 2007.
11. U.S. Department of State. Country Reports on Terrorism 2011. <http://www.state.gov/j/ct/rls/crt/2011/195555.htm>. Consultado el 25 de febrero de 2013.

12. National Counterterrorism Center. *2006 Report on Terrorist Incidents: 30 April 2007*. http://www.fbi.gov/stats-services/publications/terror_06.pdf. Consultado el 10 de enero de 2014.
13. Frykberg ER, Tepas JJ, Alexander RH. The 1983 Beirut Airport terrorist bombing: injury patterns and implications for disaster management. *Am Surg*. 1989;55:134.
14. U.S. Department of State. Bureau of Counterterrorism. Country Reports on Terrorism 2011. <http://www.state.gov/documents/organization/195768.pdf>. Consultado el 10 de enero de 2014.
15. Arnold J, Halpern P, Tsai M. Mass casualty terrorist bombings: a comparison of outcomes by bombing type. *Ann Emerg Med*. 2004;43:263.
16. DePalma RG, Burris DG, Champion HR, et al. Blast injuries. *N Engl J Med*. 2006; 352(13):1335-1342.
17. Centers for Disease Control and Prevention. Explosions and blast injuries: a primer for clinicians. <http://www.bt.cdc.gov/masscasualties/explosions.asp>. Actualizado el 9 de mayo, 2003. Consultado el 10 de enero de 2014.
18. Wightman JM, Gladish JL. Explosions and blast injuries. *Ann Emerg Med*. 2001;37:664.
19. Armed Forces Radiobiology Research Institute. (AFRRI). Medical management of radiological casualties. Bethesda, MD: AFRRI; 2003.
20. U.S. Department of Veterans Affairs. Department of Homeland Security Working Group on Radiological Dispersion Device Preparedness/Medical Preparedness and Response Subgroup. <http://www.acr.org/~/media/ACR/Documents/PDF/Membership/Legal%20Business/Disaster%20Preparedness/Counter%20Measures>. Consultado el 10 de enero de 2014.
21. Almogly G, Mintz Y, Zamir G, et al. Suicide bombing attacks: can external signs predict internal injuries? *Ann Surg*. 2006;243(4):541-546.
22. Garner MJ, Brett SJ. Mechanisms of injury by explosive devices. *Anesthesiol Clin*. 2007;25(1):147-160.
23. Avidan V, Hersch M, Armon Y, et al. Blast lung injury: clinical manifestations, treatment, and outcome. *Am J Surg*. 2005;190(6):927-931.
24. Katz E, Ofek B, Adler J, et al. Primary blast injury after a bomb explosion in a civilian bus. *Ann Surg*. 1989;209:484.
25. Kluger Y, Nimrod A, Biderman P, et al. Case report: the quinary pattern of blast injury. *J Emerg Mgmt*. 2006;4(1):51-55.
26. Sorkine P, Nimrod A, Biderman P, et al. The quinary (Vth) injury pattern of blast (Abstract). *J Trauma*. 2007;56(1):232.
27. Nelson TJ, Wall DB, Stedje-Larsen ET, et al. Predictors of mortality in close proximity blast injuries during Operation Iraqi Freedom. *J Am Coll Surg*. 2006;202(3):418-422.
28. Mallonee S, Shariat S, Stennies G, et al. Physical injuries and fatalities resulting from the Oklahoma City bombing. *JAMA*. 1996;276:382.
29. Arnold JL, Tsai MC, Halpern P, et al. Mass-casualty, terrorist bombings: epidemiological outcomes, resource utilization, and time course of emergency needs (Part I). *Prehosp Disaster Med*. 2003;18(3):220-234.
30. Halpern P, Tsai MC, Arnold JL, et al. Mass-casualty, terrorist bombings: implications for emergency department and hospital emergency response (Part II). *Prehosp Disaster Med*. 2003;18(3):235-241.
31. Caseby NG, Porter MF. Blast injury to the lungs: clinical presentation, management and course. *Injury*. 1976;8:1.
32. Leibovici D, Gofrit ON, Shapira SC. Eardrum perforation in explosion survivors: is it a marker of pulmonary blast injury? *Ann Emerg Med*. 1999;34:168.
33. Coppel DL. Blast injuries of the lungs. *Br J Surg*. 1976;63:735.
34. Cohn SM. Pulmonary contusion: review of the clinical entity. *J Trauma*. 1997;42:973.
35. Peleg K, Limor A, Stein M, et al. Gunshot and explosion injuries: characteristics, outcomes, and implications for care of terror-related injuries in Israel. *Ann Surg*. 2004;239(3):311.
36. Tappan J. Magnesium and thermite poisoning. <http://emedicine.medscape.com/article/833495-overview>. Consultado el 10 de enero de 2014.
37. Irizarry L. White phosphorus exposure. <http://emedicine.medscape.com/article/833585-overview>. Consultado el 10 de enero de 2014.
38. Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR, eds. Medical aspects of chemical and biological warfare, TMM series, Part 1, Warfare, weaponry and the casualty, Washington, DC: Office of the Surgeon General, TMM Publications; 1997.
39. Walter FG, ed. *Advanced HAZMAT Life Support*. 2nd ed. Tucson, AZ: Arizona Board of Regents; 2000.
40. U.S. Army, Medical Research Institute of Chemical Defense. *Medical Management of Chemical Casualties Handbook*. 3rd ed. Aberdeen Proving Ground, MD: US Army Research Institute; 2000.
41. Greenfield RA, Brown BR, Hutchins JB, et al. Microbiological, biological and chemical weapons of warfare and terrorism. *Am J Med Sci*. 2002;323(6):326.
42. Okumura T, Takasu N, Ishimatsu S, et al. Report on 640 victims of the Tokyo subway sarin attack. *Ann Emerg Med*. 1996;28(2):129.
43. Rotenberg JS, Newmark J. Nerve-agent attacks on children: diagnosis and management. *Pediatrics*. 2003;112:648.
44. McDonough JH, Capacio BR, Shih TM. Treatment of nerve-agent-induced status epilepticus in the nonhuman primate. In: *U.S. Army Medical Defense—Bioscience Review, June 2-7*. Hunt Valley, MD: U.S. Army Medical Research Institute; 2002.
45. Inglesby TV, Henderson DA, Bartlett JG, et al. Anthrax as a biological weapon: medical and public health management. *JAMA*. 1999;281(18):1735.
46. Keim M, Kaufmann AF. Principles for emergency response to bioterrorism. *Ann Emerg Med*. 1999;34(2):177.
47. U.S. Congress, Office of Technology Assessment. Proliferation of weapons of mass destruction, Pub No OTA-ISC-559. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
48. Inglesby TV, O'Toole T, Henderson DA, et al. Anthrax as a biological weapon, 2002: updated recommendations for management. *JAMA*. 2002;287:2236-2252.
49. Kman NE, Nelson RN. Infectious agents of bioterrorism: a review for emergency physicians. *Emerg Med Clin North Am*. 2008;26:517-542.
50. Bell DM, Kozarsky PE, Stephens DS. Conference summary: clinical issues in the prophylaxis, diagnosis and treatment of anthrax. *Emerg Infect Dis*. 2002;8(2):222.
51. World Health Organization (WHO). *Health Aspects of Chemical and Biological Weapons*. Geneva: WHO; 1970.
52. Inglesby TV, Dennis DT, Henderson DA. Plague as a biological weapon: medical and public health management. *JAMA*. 2000;283(17):2281.
53. Henderson DA, Inglesby TV, Bartlett JG. Smallpox as a biological weapon: medical and public health management. *JAMA*. 1999;281(22):2127.
54. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Smallpox Response Plan and Guidelines*. Version 3.0, Guide C, Part 1. Atlanta: CDC; 2008:1-13.
55. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Smallpox Response Plan and Guidelines*. Version 3.0, Guide F. Atlanta: CDC; 2003:1-10.
56. Franz DR, Jahrling PB, Friedlander AM, et al. Clinical recognition and management of patients exposed to biological warfare agents. *JAMA*. 1997;278(5):399.

57. Arnon SS, Schechter R, Inglesby TV, et al. Botulinum toxin as a biological weapon. Medical and public health management. *JAMA*. 2001;285:1059-1070.
58. Arnon SS, Schechter R, Inglesby TV, et al. Botulinum toxin as a biological weapon: medical and public health management. *JAMA*. 2001;285(8):1059.
59. Hogan DE, Kellison T. Nuclear terrorism. *Am J Med Sci*. 2002;323(6):341.
60. World Health Organization, International Atomic Energy Agency, United Nations Development Programme. Chernobyl: the true scale

of the accident. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr38/en/index.html>. Consultado el 10 de enero de 2014.

Lecturas sugeridas

Centers for Disease Control and Prevention Emergency Preparedness and Response Site: <http://www.bt.cdc.gov/>

U.S. Army Medical Research Institute of Infectious Diseases: <http://www.usamriid.army.mil/>

U.S. Army Public Health Command: <http://phc.amedd.army.mil/home/>



Trauma ambiental I: calor y frío

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Explicar por qué se considera al golpe de calor un trastorno urgente que pone en riesgo la vida.
- Identificar las similitudes y diferencias entre golpe de calor e hiponatremia relacionada con el ejercicio.
- Describir los dos procedimientos más eficaces y rápidos de enfriamiento ante un golpe de calor.
- Listar los cinco factores que ponen a los proveedores de atención prehospitalaria en riesgo de enfermedad por calor.
- Discutir las guías de hidratación con soluciones y cómo se pueden aplicar para prevenir la deshidratación en ambientes calientes o fríos.
- Identificar las diferencias en el control de la hipotermia leve respecto de la hipotermia grave.
- Listar los signos de congelación leve, moderada y grave, y discutir cómo prevenir su progresión.
- Explicar los motivos para calentar de manera vigorosa a los pacientes con hipotermia en paro cardiopulmonar.

ESCENARIO

Es una tarde calurosa de verano con una temperatura que alcanza 38.9 °C. Durante los últimos 30 días ha habido mucha humedad, con temperaturas que alcanzan más de 37.8 °C. La temperatura ambiental ha producido muchas lesiones relacionadas con el calor que requirieron que el personal de servicios médicos de urgencia (SMU) transportara a numerosos pacientes a los servicios de urgencias (SU) de la región urbana.

A las 17:00 horas, su unidad de ambulancia responde al despacho respecto de un paciente masculino sin respuesta dentro de un vehículo. Conforme su unidad arriba al escenario, usted observa a un hombre de 76 años de edad que parece inconsciente dentro de un vehículo estacionado fuera de una tienda departamental. Su evaluación rápida de la vía respiratoria, respiración y circulación (ABC) del paciente, así como de su grado de conciencia, revela que puede hablar pero dice cosas ilógicas e irracionales.

- ¿Cuáles son las causas potenciales del grado de conciencia disminuido de este paciente?
- ¿Qué signos distintivos respaldan el diagnóstico de un proceso relacionado con el calor?
- ¿Cómo trataría usted de manera urgente a este paciente en el escenario y en camino al SU?



Introducción

Este capítulo se centra en el reconocimiento y evaluación de la exposición a las temperaturas caliente y fría. La morbilidad y mortalidad

más significativas en Estados Unidos por todos los traumatismos ambientales son producto de origen térmico.¹⁻⁵

Los extremos de calor y frío ambientales tienen un resultado común de lesiones y potencial de muerte que pueden afectar a muchos individuos durante los meses de verano e invierno. Es crítico saber que la mortalidad aumenta de manera significativa cuando un paciente traumatizado llega al hospital con hipotermia (temperatura corporal central menor de 36 °C [96.8 °F]) o hipertermia (temperatura corporal central mayor de 38 °C [100.4 °F]) (Figura 21-1). Los individuos susceptibles en especial a temperaturas altas o bajas son personas muy jóvenes, población de edad avanzada, las personas que viven en áreas urbanas y en pobreza, los individuos que toman medicamentos específicos, como aquellos con enfermedades crónicas y quienes presentan alcoholismo.^{8-5,7-10} La mayoría de los servicios médicos de urgencia (SMU) en Estados Unidos ante lesiones por calor y frío corresponde a pacientes con hipertermia o hipotermia en el contexto urbano. Sin embargo, el interés creciente por las actividades recreativas y de aventura de alto riesgo en espacios naturales durante periodos extremos ambientales ubica a más individuos en riesgo de lesiones y decesos inducidos por el calor o frío.¹¹⁻¹⁴

Epidemiología

Enfermedad relacionada con el calor

Durante un periodo de 20 años (1979 a 1999) en Estados Unidos se registraron 8015 muertes de todas las causas relacionadas con el calor.² Actualmente muere un promedio de 1800 personas por incidentes relacionados con el calor en ese país cada año. Para fines del

siglo xx se calculaba que tal cifra aumentaría a un promedio de 4500 por año, debido al cambio climático. El año 2012 se documentó como el más cálido en la historia, de acuerdo con la U. S. National Oceanic and Atmospheric Administration. El estrés por calor causó más muertes que los huracanes, los rayos, los tornados, las inundaciones y los terremotos combinados. De las 8015 muertes antes mencionadas, 3829 (48%) se relacionaron con temperaturas ambientales elevadas e incluyen un promedio de casi 182 muertes relacionadas por el calor por cada mes de los cuatro más calientes (de mayo a agosto). El máximo porcentaje de muertes (1891, o 45%) ocurrió en personas de 65 años de edad y mayores.

Además, la morbilidad y mortalidad pueden ser extremadamente altas cuando ocurren ondas estacionales de calor periódicas (más de 3 días consecutivos con temperaturas de 32.2 °C [90 °F] del aire o mayores). Los Centers for Disease Control and Prevention comunicaron un total de 3442 muertes (de 1999 al 2003) resultantes de la exposición al calor extremo (media anual de 688). En 2239 (65%) de las muertes registradas la causa subyacente fue la exposición al calor excesivo, en tanto en las 1203 restantes (35%) se registró la hipertermia como factor contribuyente. Los hombres contribuyeron con 66% de las muertes y rebasaron a las de las mujeres en todos los grupos etarios. De las 3401 personas fallecidas de quienes se tenía información, 228 (7%) tenían menos de 15 años de edad; 1810 (53%) eran de 15 a 64 años, y 1363 (40%) de 65 o más años de edad.⁹

En julio de 1995 ocurrió una onda de calor máxima durante un periodo de 17 días en Chicago, Illinois.^{15,16} La Oficina del Chicago Medical Examiner (Médico Forense) comunicó 1177 muertes relacionadas con el calor durante ese breve periodo. Los casos incluyeron muertes en las que se determinó que el calor era la causa subyacente (primaria) y se determinó a la enfermedad cardiovascular como el motivo y al calor como factor contribuyente (secundario). En comparación con el mismo periodo en 1994, éste correspondió a un aumento de 84% en las muertes relacionadas con el calor. De estos 1177 casos, el calor fue la causa primaria de muerte en 465 (39.5%).¹⁶

Figura 21-1 Conversión de temperatura entre las escalas Fahrenheit y Celsius (Centígrados)

Fahrenheit	Centígrados
110	43.3
109	42.8
108	42.2
107	41.7
106	41.1
105	40.6
104	40.0
103	39.4
102	38.9
101	38.3
100	37.8
99	37.2
98.6	37.0
98	36.7
97	36.1
96	35.6
95	35.0
94	34.4
93	33.9
92	33.3
91	32.8
90	32.2
88	31.1
86	30.0
84	28.9
82	27.8
80	26.7

Nota: para convertir de °F a °C: °C = (°F - 32) × 5/9
 Para convertir de °C a °F: °F = (°C × 9/5) + 32

Enfermedad relacionada con el frío

Las condiciones ambientales de frío leve a intenso causan un promedio de 689 muertes por año en Estados Unidos. Casi la mitad de esos decesos ocurrió en personas de 65 años de edad y

mayores.⁴ Cuando se ajustó para la edad, la mortalidad por hipotermia se presentó aproximadamente 2.5 veces con más frecuencia en hombres que en mujeres. La incidencia de muertes relacionadas con la hipotermia aumenta de forma progresiva con la edad y es tres veces mayor en los hombres que en las mujeres después de los 15 años de edad. Del año 1999 al 2011, los CDC informaron de un promedio de 1301 muertes comunicadas por exposición al clima frío en Estados Unidos; de esas, 67% correspondió a hombres y 51% a individuos mayores de 65 años de edad.⁸ Los principales factores que contribuyen a la hipotermia accidental son pobreza urbana, estado socioeconómico, ingestión de alcohol, desnutrición y edad (ciudadanos muy jóvenes y adultos mayores).^{4,8}

En tanto la hipotermia suele asociarse con el clima fresco o más frío, puede ocurrir en circunstancias que uno de manera ordinaria no consideraría frío, pero que permite que la temperatura corporal disminuya por debajo de 35.6 °C. Por ejemplo, los adultos mayores y los lactantes pueden presentar hipotermia en el verano si el acondicionamiento del aire en su casa es muy frío, por sus limitados mecanismos de adaptación. Los nadadores y surfistas pueden presentar hipotermia en el verano cuando se exponen a agua más fresca que la temperatura corporal. La hipotermia no es sólo una enfermedad de clima frío.

Anatomía

La piel

La piel, el órgano más grande del cuerpo, corresponde a una interfaz con el medio externo y sirve como capa de protección. Evita la invasión por microorganismos, mantiene el equilibrio de líquidos y regula la temperatura. La piel está compuesta por tres capas tisulares: la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo (Figura 21-2). La más externa, o epidermis, está formada casi por completo por células epiteliales, sin vasos sanguíneos. Bajo la epidermis se encuentra la dermis, de 20 a 30 veces más gruesa que la epidermis, formada por una estructura de tejido conectivo que contiene vasos

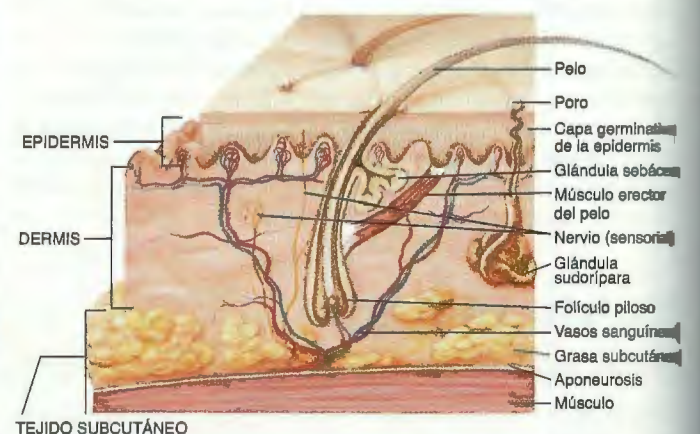


Figura 21-2 La piel está compuesta de tres capas tisulares: epidermis, dermis y tejido subcutáneo, así como el músculo relacionado. Algunas capas contienen estructuras, como glándulas, folículos pilosos, vasos sanguíneos y nervios. Todas esas estructuras están interrelacionadas para el mantenimiento, la pérdida y ganancia de la temperatura corporal.

y productos sanguíneos, nervios, glándulas sebáceas y sudoríparas. La capa más interna, la subcutánea, es una combinación de tejido elástico y fibroso, así como de depósitos de grasa. Debajo de esta capa se encuentra el músculo esquelético. La piel, los nervios, los vasos sanguíneos y otras estructuras anatómicas subyacentes tienen funciones importantes en la regulación de la temperatura corporal.

Fisiología

Termorregulación y equilibrio de la temperatura

Los seres humanos se consideran **homeotermos**, es decir, de sangre caliente. Una característica clave de los homeotermos es que pueden regular su propia temperatura corporal interna de manera independiente a las variables temperaturas ambientales.

El cuerpo humano se divide de forma esencial en un centro interno, más caliente, y una cubierta externa. El cerebro y los órganos torácicos y abdominales se incluyen en el núcleo interno, en tanto la piel y el tejido subcutáneo forman la cubierta externa. Esta cubierta tiene una participación fundamental en la regulación de la **temperatura central del cuerpo**, que se regula mediante un equilibrio de mecanismos de producción y disipación de calor. La temperatura de la superficie cutánea y “el grosor” de la capa externa dependen de la **temperatura ambiental**. La cubierta externa se hace más “gruesa” ante temperaturas más frías y más “delgada” en presencia de las más calientes, con base en la derivación de sangre hacia o desde la piel, respectivamente. Se ha calculado que esta capa externa o de aislamiento tisular, inducida por vasoconstricción, ofrece casi el mismo grado de protección que usar un traje de vestir ligero.

La producción metabólica de calor variará con base en el grado de actividad. Independientemente de la variación de la temperatura externa, el cuerpo por lo regular funciona dentro de un rango estrecho de temperatura conocido como **metabolismo de estado estable**, de casi $37\text{ °C} \pm 0.6\text{ °C}$. La temperatura corporal normal se mantiene dentro de ese rango estrecho por mecanismos homeostáticos regulados en el hipotálamo, que se localiza en el encéfalo. El **hipotálamo** constituye el **centro termorregulador** y actúa como el termostato corporal para controlar la regulación neurológica y hormonal de la temperatura corporal. Como se señaló en capítulos precedentes, el traumatismo encefálico puede afectar al hipotálamo, lo que a su vez causa desequilibrio en la regulación de la temperatura corporal.

Los seres humanos tienen dos sistemas para regular la temperatura corporal: **regulación conductual y termorregulación fisiológica**. La regulación conductual es efectuada por la percepción térmica del individuo y su comodidad, y su característica distintiva es el esfuerzo consciente por disminuir el malestar térmico (p. ej., con uso de más ropa, o la búsqueda de un refugio ante ambientes fríos). No se conoce bien el procesamiento de la retroalimentación sensorial al encéfalo de la información térmica en la regulación conductual, pero la retroalimentación de la percepción térmica y el bienestar responden de forma más rápida que los cambios fisiológicos ante la variación de la temperatura ambiental.¹⁷

Producción de calor y equilibrio térmico

La **tasa metabólica basal** corresponde al calor producido principalmente como producto del metabolismo, sobre todo a partir

de los grandes órganos centrales y de la contracción del músculo esquelético. El calor generado se transfiere por el cuerpo a través de la sangre en el aparato circulatorio. La transferencia de calor y su disipación del cuerpo por el aparato cardiopulmonar son importantes para la evaluación y el tratamiento de la enfermedad por calor, como se expone más adelante en este capítulo.

El hecho de tiritar aumenta la tasa metabólica por incremento de la tensión muscular, que lleva a periodos repetidos de contracción y relajación. Hay algunas diferencias individuales, pero por lo general, el tiritar se inicia cuando la temperatura central decrece hasta 34.4 a 36.1 °C (94 a 97 °F) y continúa hasta que alcanza 31.1 °C (88 °F).¹⁵ Con el tiritar máximo, la producción de calor aumenta de cinco a seis veces con respecto a aquella en reposo.^{18,19}

Están bien documentados los sistemas de termorregulación fisiológica que controlan la respuesta de producción y pérdida de calor.^{17,19,20} Dos principios en la termorregulación son clave para comprender cómo el cuerpo regula la temperatura central: los **de gradiente y equilibrio térmicos**. Un gradiente térmico es la diferencia en temperatura (alta vs. baja) entre dos objetos. El equilibrio térmico es el estado en el que dos objetos en contacto entre sí tienen la misma temperatura; se alcanza por la transferencia de calor de un objeto más caliente a uno más frío hasta que los dos consiguen la misma cifra.

Cuando la temperatura corporal aumenta, la respuesta fisiológica normal es incrementar el riego sanguíneo cutáneo y empezar a sudar. La mayor parte del calor corporal se transfiere al ambiente en la superficie cutánea por conducción, convección, radiación y evaporación. Puesto que el calor se transfiere de una estructura de temperatura mayor a una menor, el cuerpo humano puede ganar calor por radiación y conducción durante condiciones ambientales cálidas.

Los métodos para mantener y disipar el calor corporal son conceptos importantes para los proveedores de atención prehospitalaria, quienes deben comprender cómo se transfieren el calor y el frío hacia el cuerpo y desde éste para que puedan tratar de manera eficaz a un paciente con hipertermia o hipotermia (Figura 21-3). A continuación se describen los métodos de transferencia de calor y frío:

- La **radiación** es la pérdida o ganancia de calor en forma de energía electromagnética, y corresponde a la transferencia de energía de un objeto caliente a uno más frío. Un paciente con una enfermedad térmica puede adquirir calor corporal adicional del suelo caliente o directamente del sol. Estas fuentes de calor radiante aumentarán la temperatura corporal e impedirán las intervenciones para enfriar al paciente hasta que el proveedor de atención prehospitalaria las elimine cuando valora y trata a un paciente.
- La **conducción** es la transferencia de calor entre dos objetos en contacto directo entre sí, como un paciente acostado sobre el pasto congelado después de caer. Un paciente por lo general perderá calor más rápido acostado sobre el piso frío que expuesto al aire frío. Por lo tanto, es necesario que los proveedores de atención prehospitalaria retiren al paciente del piso ante temperaturas frías, más que cubrirlo con una manta.
- La **convección** es la transferencia de calor de un objeto sólido a un medio que se mueve a través de ese objeto sólido, como el aire o el agua sobre el cuerpo. El movimiento de aire frío o agua a través de la piel más caliente provee la eliminación continua del calor del cuerpo. El cuerpo



Figura 21-3 Cómo intercambian los seres humanos la energía térmica con el ambiente.

perderá calor 25 veces más rápido en agua que en aire a la misma temperatura. Un paciente con ropa húmeda perderá calor corporal rápidamente bajo temperaturas moderadas a frías, por lo que los proveedores de atención prehospitalaria deben retirar las ropas húmedas y mantenerlo seco para conservar su calor corporal. Cuando los proveedores de atención prehospitalaria tratan de manera eficaz a un paciente con una enfermedad térmica utilizan el principio de la pérdida de calor por convección, humidificando y enviando una corriente de aire al paciente para disipar de forma rápida el calor corporal.

- La **evaporación** del sudor de líquido a gas es un método en extremo eficaz de pérdida térmica del cuerpo, lo que depende de la humedad relativa del aire. Un **nivel basal** de pérdida tanto de agua como del calor acompañante, por el aire que se exhala, la piel y las membranas mucosas, se denomina **pérdida insensible** y es causada por la evaporación. Esta pérdida insensible normalmente es de casi 10% de la producción de calor basal, pero cuando la temperatura corporal aumenta, el proceso se vuelve más activo (sensible) y se produce sudor. La pérdida de calor por evaporación aumenta ante condiciones frías, secas y ventosas (p. ej., en el desierto). Colectivamente, la convección y la evaporación son más importantes que otros métodos de transferencia de calor, porque son regulados por el cuerpo para controlar la temperatura central.⁶

Los aumentos (*hipertermia*) y decrementos (*hipotermia*) de la temperatura corporal más allá del rango de estado estable ($37 \pm 0.6^\circ\text{C}$ [$98.6 \pm 1^\circ\text{F}$]) pueden ser resultado de diferentes causas internas y externas, y el retorno a la temperatura estable puede ocurrir sin complicaciones.²⁰ La hipertermia se presenta principalmente en una de tres formas:

- Como respuesta normal al ejercicio sostenido, donde el calor producido eleva la temperatura central y estimula las respuestas de disipación de calor (p. ej., sudoración, aumento del riego sanguíneo cutáneo)
- Cuando la suma de producción de calor y el calor ganado por el ambiente es mayor que la capacidad de disipación del calor corporal
- Por fiebre

A diferencia de las primeras dos formas, la fiebre suele presentarse en respuesta a la inflamación, por un cambio en el punto de ajuste termorregulatorio (ajuste de temperatura corporal) del encéfalo, en el cual el cuerpo responde al elevar la temperatura corporal a una cifra mayor (37.8 a 41.1°C [100 a 106°F]). La producción de calor aumenta sólo de modo temporal para alcanzar la de un punto de ajuste termorregulatorio nuevo, en un intento por hacer al ambiente menos hospitalario para la infección invasora.²⁰

Homeostasis

Todas estas estructuras anatómicas y sistemas fisiológicos están interactuando de manera que el cuerpo funcione de forma apropiada cuando es expuesto a cambios de temperatura. El cuerpo está en un estado constante de retroalimentación neurológica desde regiones periféricas e internas hacia el centro termorregulatorio y otras regiones del encéfalo, todos en un esfuerzo por mantener condiciones internas estables o de homeostasis. Sin embargo, en ocasiones esto no ocurre. Por ejemplo, cuando hay un desequilibrio en los ajustes cardiovasculares y termorreguladores para eliminar el calor corporal excesivo, el resultado es pérdida excesiva de líquidos a través del sudor, que causa deshidratación aguda y pueden también llevar a signos y síntomas de afección térmica.

Factores de riesgo en la afección térmica

Muchos estudios en seres humanos han mostrado grandes diferencias individuales en su tolerancia de ambientes cálidos.²¹ Estas diferencias pueden explicarse parcialmente tanto por las características físicas como por los trastornos médicos que tienen relación con mayor riesgo de enfermedad térmica (Figura 21-4). Es importante percatarse de que cualquier situación en la que la producción de calor rebasa a la capacidad del cuerpo de disiparlo puede ser como resultado una lesión térmica.

Los factores de riesgo clave que contribuyen al inicio de la enfermedad térmica son consumo de alcohol, medicamentos, deshidratación, índice de masa corporal aumentado, obesidad, alimentación inadecuada, ropa inapropiada, falta de condición física, pérdida de sueño, extremos de edad, enfermedad cardiovascular, lesiones cutáneas, antecedente de enfermedad relacionada con el calor, rasgo

Figura 21-4 Factores de riesgo de enfermedad térmica

Circunstancias

- Enfermedad cardiovascular
- Deshidratación
- Neuropatías autonómicas (disfunciones nerviosas que afectan a los sistemas simpático, parasimpático o ambos)
- Parkinsonismo
- Disonías (contracciones o movimientos musculares involuntarios anormales)
- Trastornos de la piel: psoriasis, quemadura solar, quemaduras
- Trastornos endocrinos (hipertiroidismo, feocromocitoma)
- Fiebre
- Delirium tremens (abstinencia de alcohol)
- Psicosis
- Recién nacidos, adultos mayores
- Antecedente de **golpe de calor**
- Obesidad
- Falta de condición física

Toxinas/fármacos

- Aumento de la producción de calor
 - Hormona tiroidea
 - Antidepresivos cíclicos
 - Alucinógenos (p. ej., LSD)
 - Cocaína
 - Anfetaminas

- Disminución de la sed
 - Haloperidol
 - Inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA)
- Disminución del sudor
 - Antihistamínicos
 - Anticolinérgicos
 - Fenotiacinas
 - Glutetimida
 - Bloqueadores β
- Aumento de la pérdida de agua
 - Diuréticos
 - Etanol
 - Nicotina

Conducta

- Ejercicio no juicioso (p. ej., ejercicio excesivo bajo condiciones cálidas)
- Ropa inapropiada
- Mala aclimatación
- Deficiente ingestión de líquidos
- Deficiente supervisión
- Elevada motivación (p. ej., trabajo muy intenso bajo condiciones de calor)
- Características atléticas
- Características de recluta militar

Fuente: Este artículo se publicó en Emerg Med Clin North Am 10(2), Tek D, Olshaker JS: Heat illness, p. 299, Copyright Elsevier 1992.

drepanocítico, fibrosis quística, quemadura actínica, enfermedad vírica y ejercicio durante las horas más calientes del día.^{22,23} Las condiciones transitorias incluyen las que afectan a los individuos que viajan desde climas más fríos y que no se aclimatan a los de mayor temperatura a su arribo. Otros factores transitorios que ubican a los individuos en riesgo de enfermedad térmica son enfermedades comunes, incluidos los resfríos, y otras que producen fiebre, vómito y diarrea, junto con una ingestión deficiente de alimentos y líquidos.^{24,25}

Los factores considerados crónicos, que ubican a los individuos en mayor riesgo de enfermedad térmica, son el grado de acondicionamiento, las dimensiones corporales, la edad, el estado médico y el uso de medicamentos.

Condición física e índice de masa corporal

Los grados bajos de condición física causados por factores genéticos o un estilo de vida sedentario, con actividad física diaria inadecuada, disminuirán la tolerancia a la exposición al calor. El acondicionamiento físico provee una reserva cardiovascular para mantener el gasto cardíaco, según sea necesario, para sostener la

termorregulación. Los individuos con sobrepeso presentan una respuesta normal a la exposición al calor, vasodilatación cutánea y aumento del sudor; sin embargo, la combinación de baja condición física, falta de aclimatación al calor y mayor índice de masa corporal, aumentan el costo energético del movimiento y los ponen en mayor riesgo de enfermedad térmica.

Edad

La capacidad termorregulatoria y tolerancia del calor disminuyen con la edad, en particular en los individuos de 65 años de edad o mayores, que pueden mejorar su tolerancia del calor manteniendo un peso corporal bajo y adquiriendo un mejor grado de acondicionamiento físico.

Debe darse especial consideración a los lactantes y niños pequeños, ya que su superficie corporal abarca un porcentaje mucho mayor de su peso corporal total en comparación con el adulto, lo que causa que enfrenten un riesgo mucho mayor de enfermedad relacionada con el calor. Además, los lactantes tienen una capacidad de termorregulación inmadura, por lo que cuando son expuestos a un calor intenso no pueden mantener la temperatura corporal de manera adecuada.

Género

Ha sido una creencia sostenida durante mucho tiempo que las mujeres son menos tolerantes al calor que los hombres. Aunque se informó antes de una gran variación, las diferencias correspondieron a mujeres que tenían peor condición física y menos exposición al calor en comparación con los hombres, bajo condiciones que inducirían una aclimatación completa al calor. Estudios más recientes han controlado las diferencias en acondicionamiento físico y **aclimatación al calor** entre hombres y mujeres e indican que éstas presentan una tolerancia equivalente del calor laboral bajo condiciones cálidas y en algunos estudios resultaron más tolerantes que los hombres.

Alteraciones médicas

Las alteraciones médicas subyacentes, como diabetes mellitus, tiroidopatías y nefropatías, pueden aumentar el riesgo de intolerancia del calor y afección térmica. Los problemas circulatorios y de enfermedad cardiovascular que incrementan el riego sanguíneo cutáneo y la demanda circulatoria se agravan por la exposición al calor. Bajo condiciones ambientales extremas, las enfermedades cardíacas y pulmonares pueden ser los signos y síntomas de presentación agravados por la temperatura elevada. Una forma leve de afección térmica que se observa en los individuos es "la miliaria rubra", que ha mostrado causar disminución de la tolerancia del calor.

Medicamentos

El uso de medicamentos específicos por prescripción o de venta libre puede situar a los individuos en mayor riesgo de enfermedad térmica (véase Figura 21-4). Algunos medicamentos pueden aumentar la producción metabólica de calor, suprimir el enfriamiento corporal, aminorar la reserva cardíaca y alterar el equilibrio renal de líquidos y electrolitos. Los fármacos sedantes y narcóticos afectarán el estado mental y pueden alterar el razonamiento lógico y el juicio, con supresión de la capacidad de toma de decisiones cuando el individuo está expuesto al calor.

Deshidratación

El agua es el componente más grande del cuerpo humano, que representa de 45 a 70% del peso corporal. Por ejemplo, un hombre de 75 kg (165 libras) contiene aproximadamente 45 L de agua, que equivale a 60% del peso corporal. Los cambios excesivos en el equilibrio del agua corporal normal (*euhidratación*) resultantes del sobreconsumo de agua (*hiperhidratación*) o de la pérdida de líquidos (que causan deshidratación aguda) alteran la homeostasia y producen signos y síntomas específicos. La deshidratación aguda puede ser resultado grave de la exposición tanto a calor como a frío, pero también se observa como efecto secundario peligroso de la diarrea, el vómito y la fiebre.

La deshidratación es una manifestación frecuente en muchos casos de enfermedad térmica que ocurre durante muchos días, como

se observa en pacientes geriátricos o durante la actividad física como la transpiración profusa en los atletas. En general, estos individuos no consumen líquidos o lo hacen en volúmenes bajos durante las actividades cotidianas, sin sustituir el agua corporal consumida. Los niños menores de 15 de edad y las personas mayores de 65 años en particular susceptibles a la deshidratación.

El agua corporal se pierde a diario mediante el sudor, las lágrimas, la orina y las heces. Ingerir líquidos y alimentos que contienen agua restituye de manera normal el agua corporal. Cuando una persona enferma y presenta fiebre, diarrea o vómito, o un individuo se expone al calor, ocurre deshidratación. Los fármacos que eliminan líquidos corporales y electrolitos, como los diuréticos, en ocasiones pueden causar deshidratación.

Durante la exposición al calor, el agua corporal se pierde de forma principal como sudor. Los individuos pueden sudar de 0.8 a 1.4 L por hora, y se ha informado que algunos atletas de élite aclimatados al calor pueden sudar hasta 3.7 L/h durante la competencia en un ambiente cálido.²⁸ Las claves para evitar el inicio de la enfermedad térmica son mantener el equilibrio de líquidos corporales y disminuir al mínimo la deshidratación durante las actividades cotidianas, en particular cualquiera de tipo físico con la exposición a un calor de moderado a elevado. Los individuos por lo regular no perciben sed hasta que hay un déficit de casi 2% de peso corporal por sudoración.²⁹ La sed constituye un mal índice de la necesidad de agua durante el reposo o la actividad física.

Con grados leves a moderados de deshidratación aguda (2 a 6% del peso corporal), los individuos experimentan fatiga, cefalea, disminución de la tolerancia del calor y deterioro cognitivo, junto con disminución de su fortaleza y capacidad física aerobia.^{28,30} Las personas que no consumen líquidos de manera constante se mantienen deshidratados por casi 1 a 2% del peso corporal sin alguna forma de guía de hidratación con líquidos en cuanto a la cantidad a consumir por hora cuando expuestos a un calor leve a intenso. El subconsumo de líquidos para restablecer el equilibrio normal de agua en la actualidad se conoce como *deshidratación voluntaria*.²⁸

Cuando se alienta a los individuos a beber líquidos de manera frecuente durante la exposición al calor, la velocidad a la que pueden sustituirse por vía oral es limitada por el vaciamiento gástrico y la tasa de absorción de líquido en el intestino delgado. Los líquidos se vacían desde el estómago hacia el intestino delgado, donde ocurre su absorción hacia la corriente sanguínea, a una velocidad máxima aproximada de 1 a 1.2 L/hora.³⁰ Además, la velocidad de vaciamiento gástrico está disminuida de 20 a 25% cuando el decremento de peso inducido por el sudor causa deshidratación de 5% del peso corporal total (p. ej., 5% de un hombre de 108 kg [200 libras] = pérdida de peso de 5.42 kg [10 libras]).³¹

El mensaje importante es que una vez que ocurre deshidratación, se vuelve un reto mayor rehidratar al individuo de forma adecuada con líquidos por vía oral. Además, la administración oral rápida de líquidos puede causar náusea y vómito, lo que exacerba el problema de deshidratación. La clave para disminuir al mínimo la deshidratación durante la exposición al calor es empezar a consumir líquidos orales antes y mantener la ingestión de líquidos frecuente mientras dura y después. La meta de la hidratación oral durante la actividad cotidiana es prevenir la deshidratación excesiva (menos de 2% de pérdida de peso corporal) y los cambios excesivos de electrolitos (p. ej., sodio, potasio y cloro).³²

Signos y síntomas de deshidratación

Los siguientes signos y síntomas son los más frecuentes de deshidratación de lactantes, niños y adultos, aunque cada individuo puede experimentarlos de manera diferente:

- Micción menos frecuente y orina de color oscuro
- Sed
- Piel seca
- Fatiga
- Mareo
- Cefalea
- Acufenos
- Confusión
- Boca y membranas mucosas secas
- Aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria

En lactantes y niños, los síntomas adicionales pueden incluir los siguientes:

- Boca y lengua secas
- Ausencia de lágrimas al llorar
- Ninguna humedad en el pañal durante más de 3 h
- Abdomen, ojos o carrillos hundidos
- Fiebre alta
- Languidez
- Irritabilidad
- Piel que no se aplana cuando se pellizca y suelta (*piel en carpa*)

Lesiones causadas por el calor

Los trastornos relacionados con el calor pueden variar de menores a graves en los pacientes con afección térmica.^{23,33} Es importante señalar que los proveedores de atención prehospitalaria pueden o no percibir una progresión de signos y síntomas, que se inicia con síndromes menores (p. ej., exantema por calor o calambres musculares) y el avance a una enfermedad mayor relacionada con el calor (p. ej., el clásico shock térmico). En la mayoría de las exposiciones al calor, el paciente puede disipar de forma adecuada el calor corporal central y mantener una temperatura central dentro del rango normal. Sin embargo, cuando aparecen trastornos relacionados con el calor y dan lugar a una llamada de auxilio al SMU, las alteraciones menores relacionadas con el calor pueden hacerse aparentes al proveedor de atención prehospitalaria durante la evaluación del paciente, junto con signos y síntomas de una afección mayor por el calor (Figura 21-5).

Trastornos menores relacionados con el calor

Éstos incluyen exantema, edema, tetania y calambres musculares por calor y el síncope térmico. No son problemas que pongan en riesgo la vida, pero requieren evaluación y tratamiento.

Exantema por calor

El exantema por calor, también conocido como *miliaria rubra*,² es una erupción roja, *pruriginosa* (que causa comezón), *papular* (con

elevaciones de la piel normalmente observadas en zonas de ropa restrictiva y sudor profuso (Figura 21-6). Este trastorno es causado por la inflamación de las glándulas sudoríparas que bloquean los conductos. Como resultado, las zonas afectadas no pueden sudar y ponen a los individuos en mayor riesgo de enfermedad térmica, lo que depende de la cantidad de superficie corporal afectada.

Tratamiento

Se inicia con enfriamiento y secado de la(s) región(es) afectada(s) y la prevención de cualquier trastorno que cause sudor en esas zonas. Por ejemplo, debe llevarse al paciente fuera del calor y la humedad hacia un ambiente más frío y seco.

Edema por calor

Es un edema leve que se manifiesta en manos, pies y tobillos, y se observa durante etapas tempranas de la aclimatación al calor, cuando el volumen plasmático se encuentra en expansión para compensar la mayor necesidad de riesgo sanguíneo termorregulatorio. Esta forma de edema no indica una ingestión excesiva de líquidos o enfermedad cardíaca, renal o hepática. En ausencia de otros trastornos, éste no es de importancia clínica pero sí autolimitado. El edema por calor se observa más a menudo en las mujeres.

Tratamiento

Éste consiste en aflojar cualquier ropa ceñida, retirar cualquier joya apretada o que constriña y elevar las piernas. No están indicados los diuréticos y pueden aumentar el riesgo de enfermedad por calor.

Tetania por calor

La **tetania por calor** es un trastorno raro y autolimitado que puede presentarse en los pacientes expuestos a condiciones breves de calor intenso. La hiperventilación resultante de estos trastornos se considera la principal causa de los síntomas que aparecen, incluyendo entumecimiento y hormigueo; espasmo de las manos, los dedos y los artejos (carpopedal); y espasmos de otros músculos.

Tratamiento

El tratamiento consiste en el retiro de la fuente de calor y el control de la hiperventilación. La deshidratación no es un trastorno común ante estas exposiciones breves al calor. La tetania por calor puede también presentarse junto con signos y síntomas de agotamiento por calor y golpe de calor.

Calambres musculares (por calor)

Los calambres musculares con contracciones dolorosas a corto plazo de los músculos suelen observarse en los de la pantorrilla (gastrocnemio), pero también en los músculos voluntarios del abdomen y las extremidades, y suelen manifestarse después de una actividad física prolongada, a menudo en condiciones tibias a calientes. Estos calambres ocurren en los individuos durante el ejercicio que produce sudoración profusa o en el periodo de recuperación del mismo. Los músculos liso, cardíaco, el diafragma y los *bulbares* (involucrados en el habla, la masticación y la deglución)

Figura 21-5 Trastornos frecuentes relacionados con el calor

Trastorno	Causa/problema	Signos/síntomas	Tratamiento
Calambres musculares (por calor)	Ausencia de reposición del cloruro de sodio (sal o NaCl) perdido por sudoración; problemas electrolíticos y musculares	Calambres musculares dolorosos, por lo general en las piernas o el abdomen	Trasladar a un lugar fresco; masaje/estiramiento muscular, promoción de la ingestión de bebidas deportivas o con NaCl (p. ej., jugo de tomate). Transporte a aquellos con los signos y síntomas listados antes a un nosocomio
Deshidratación	Ausencia de restitución con líquidos de las pérdidas en sudor	Sed, náusea, fatiga excesiva, cefalea, hipovolemia, disminución de la termorregulación; disminuye la capacidad física y mental	Restituir la pérdida de sudor con soluciones ligeramente saladas; reposo en un sitio fresco hasta que se restituyan las pérdidas de peso corporal y agua. En algunos pacientes se requiere rehidratación IV
Agotamiento por calor	Tensión excesiva por calor, con ingestión inadecuada de agua; problemas cardiovasculares con acumulación venosa, menor tiempo de llenado cardiaco, disminución del gasto cardiaco; sin evaluar pueden avanzar hasta el shock térmico	Gasto urinario bajo, taquicardia, debilidad, marcha inestable, fatiga extrema, piel húmeda y pegajosa, cefalea, mareo, náusea, colapso	Retirar de la fuente de calor y ubicar en una localidad más fría; enfriamiento del cuerpo con agua y ventilación; promover la ingestión de bebidas ligeramente saladas (p. ej., deportivas); administración de solución de NaCl al 0.9% o de Ringer lactato por vía intravenosa (IV)
Golpe de calor	Temperatura corporal central de 40.6 °C (105 °F); disgregación celular; disfunción común de múltiples órganos, aparatos, y sistemas; trastorno neurológico con disfunción del centro termorregulador	Cambios del estado mental; conducta irracional o delirio; posible tiritar; taquicardia inicialmente y después bradicardia tardía; hipotensión; respiración rápida y poco profunda; piel seca o húmeda, caliente; pérdida de estado de vigilia, convulsiones y coma	Urgencia: aplicar un enfriamiento inmediato por inmersión en agua, humidificar al paciente o envolverlo en paños húmedos fríos y ventilarlo vigorosamente. Continuar hasta que la temperatura corporal sea de 38.9 °C (< 102 °F). Tratar el shock, si es necesario, una vez que disminuya la temperatura central. Transportar de inmediato a un servicio de urgencias
Hiponatremia relacionada con el ejercicio (también llamada intoxicación hídrica)	Concentración baja de sodio en plasma; por lo general se observa en los individuos durante su actividad en ambientes cálidos; una ingestión de agua (> 4 L/hora) que rebasa la velocidad de sudoración; el no restituir las pérdidas de sodio en el sudor	Náusea, vómito, malestar general, mareo, ataxia, cefalea, alteración del estado mental, poliuria, edema pulmonar, signos de presión intracraneal elevada, convulsiones, coma; temperatura central < 38.9 °C (< 102 °F); simula los signos de afección térmica	Restringir la ingestión de agua; administrar alimentos salados/solución salina. Los pacientes que no responden son objeto del tratamiento estándar de "ABC", oxígeno a 15 L/min por una mascarilla sin reciclar. De estar disponible, proveer solución salina hipertónica IV en carga súbita de 100 mL, que se puede repetir dos veces a intervalos de 10 minutos. Transportar de inmediato con el paciente alerta en posición sentada o decúbito lateral izquierdo si no presenta respuesta



Figura 21-6 Exantema por calor.

Fuente: © Wellcome Images Library / Custom Medical Stock Photo

no participan. Los calambres musculares pueden presentarse solos o en relación con agotamiento por calor.

Se desconoce la causa de los calambres musculares, pero se cree que tienen relación con la fatiga asociada con el ejercicio, la pérdida de agua corporal y de grandes cantidades de sodio y otros electrolitos. Se observa de manera más frecuente cuando los individuos hacen ejercicio en ambientes calientes y húmedos. Se ha demostrado que los complementos de sal en los alimentos aminoran la incidencia de calambres musculares.

Tratamiento

Reposo en un ambiente fresco, estiramiento prolongado del músculo afectado y consumo de líquidos orales y alimentos que contengan cloruro de sodio (p. ej., de 1/8 a 1/4 de cucharada de sal de mesa en 300 a 500 mL de líquidos o bebidas deportivas, 1 a 2 comprimidos de sal con 300 a 500 mL de líquidos, consomé, o colaciones saladas). Rara vez se requieren soluciones intravenosas (IV), pero los calambres musculares difusos, prolongados e intensos, se pueden resolver de forma más rápida con solución salina normal (NS) IV. Evite el uso de comprimidos de sal solos, porque pueden causar malestar gastrointestinal (GI).

Síncope térmico

Se observa el **síncope térmico** con la bipedestación prolongada en ambientes cálidos y es producto de la exposición a la tensión arterial baja que causa desmayo, desvanecimiento o mareo. La exposición al calor causa vasodilatación y acumulamiento de sangre venosa en las piernas, con disminución de la tensión arterial. Los efectos suelen experimentarse en la transición de la posición sentada a la de bipedestación.

Tratamiento

Después del retiro a un ambiente fresco, los pacientes descansan en decúbito dorsal y se les provee rehidratación oral o IV. Si ocurrió una caída, deberá evaluarse de forma exhaustiva al paciente en cuanto a lesiones. Aquellos con antecedente significativo de trastornos cardíacos y neurológicos necesitan evaluación adicional de la causa de su crisis de síncope. Es indispensable la vigilancia de los signos vitales y el electrocardiograma (ECG) durante el transporte.

Trastornos mayores relacionados con el calor

Los trastornos mayores relacionados con el calor incluyen colapso asociado con el ejercicio, agotamiento por calor y golpe de calor (formas clásica y de ejercicio), y pueden constituir una amenaza para la vida si se dejan avanzar.

Colapso relacionado con el ejercicio

Este trastorno se presenta cuando un individuo se colapsa después de un ejercicio extenuante.⁸⁴⁻⁸⁸ Durante el ejercicio, la contracción de los músculos de las extremidades pélvicas ayuda a aumentar el retorno venoso al corazón. Cuando el ejercicio se detiene, como al final de una caminata, la contracción muscular que ayudó para el retorno sanguíneo al corazón disminuye de manera significativa. Esto a su vez causa disminución del retorno de sangre venosa al corazón, con el resultado de un gasto cardíaco y un riego encefálico menores.

Evaluación

Los signos y síntomas incluyen náusea, mareo, colapso o síncope. Los pacientes pueden sentirse mejor cuando adoptan una posición en decúbito, pero se marean cuando intentan pararse o sentarse (*hipotensión ortostática*). No es rara la sudoración profusa. Las ventilaciones y la frecuencia del pulso pueden ser rápidas. La temperatura corporal central del paciente puede ser normal o estar ligeramente elevada. Es difícil descartar una deshidratación, pero este tipo de colapso por ejercicio no ocurre por hipovolemia. En contraste, el colapso que se presenta durante el ejercicio requiere evaluación inmediata de otras causas (p. ej., cardiovasculares).

Tratamiento

Se retira al paciente a un ambiente fresco y en reposo, en posición de decúbito. Se provee hidratación IV si en realidad es necesaria para la deshidratación moderada a intensa; de otra manera, se administran líquidos frescos por vía oral. Puesto que muchos de estos pacientes experimentaron un colapso por disminución del

retorno venoso al final del ejercicio y no por deshidratación, se recomienda de manera amplia evitar el tratamiento IV hasta que se concluya una evaluación adicional posterior al reposo en decúbito (posición de Trendelenburg) y el "enfriamiento pasivo". Como con cualquier otra forma de colapso, se necesita evaluación adicional para descartar trastornos adicionales (p. ej., hiponatremia relacionada con el ejercicio, causas cardíacas o neurológicas). Es indispensable la vigilancia de los signos vitales y por ECG durante el transporte para detectar disrritmias cardíacas.

Agotamiento por calor

El agotamiento por calor es el trastorno más frecuente relacionado con el clima caliente que enfrentan los proveedores de atención prehospitalaria. Este estado puede desarrollarse durante días de exposición, como ocurre en los adultos mayores que viven en espacios mal ventilados, o de manera aguda en los atletas. El agotamiento por calor es producto de un gasto cardíaco insuficiente para sostener la mayor carga circulatoria causada por las demandas en competencia de su disipación termorregulatoria, el aumento del riego sanguíneo cutáneo, la disminución del volumen plasmático, el menor retorno venoso cardíaco por vasodilatación, y la pérdida de sal y agua inducida por el sudor.²⁵ Los pacientes con agotamiento térmico por lo regular acuden con una temperatura rectal menor de 40 °C (104 °F), pero esta cifra es sólo una guía y no siempre un dato confiable.²⁶

Otra forma de agotamiento térmico se asocia con el ejercicio, que ocurre cuando se practica éste o su forma intensa a toda temperatura. Se define como la incapacidad de continuar el ejercicio y puede o no asociarse con el colapso físico.²³ Los factores clave predisponentes son la deshidratación y un elevado índice de masa corporal, que ubican al individuo en mayor riesgo de agotamiento térmico por ejercicio.

A menudo es difícil distinguir el agotamiento grave del golpe de calor, pero una evaluación rápida del estado mental determinará el grado de afección neurológica. Si no se trata de forma adecuada, el agotamiento térmico puede llevar al shock térmico, una forma de enfermedad por calor que pone en riesgo la vida. El agotamiento térmico es un *diagnóstico de exclusión* cuando no hay datos de golpe de calor. Estos pacientes requieren mayor evaluación física y por laboratorio en el SU.

Evaluación

Los signos y síntomas térmicos no son específicos ni sensibles. Incluyen ingestión baja de líquidos, disminución del gasto urinario, cefalea frontal, mareo, euforia, náusea, vómito, ansiedad, fatiga, irritabilidad, disminución de la coordinación, sensación de calor en cabeza y el cuello, escalofríos y apatía. Los pacientes pueden sentirse mejor acostados, pero tal vez se mareen cuando intenten pararse o sentarse (hipotensión ortostática). Durante la etapa aguda del agotamiento térmico, la tensión arterial es baja y el pulso y la frecuencia ventilatoria rápidos. El pulso radial puede percibirse filiforme. El paciente en general se observa sudoroso, pálido y con piel ceniza. Su temperatura corporal central puede ser normal o estar aumentada de manera ligera, pero en general es menor de 40 °C.

Es importante hacer un buen interrogatorio de los antecedentes de afección térmica y el incidente actual de exposición al calor, debido a que los pacientes pueden mostrar signos y síntomas de otras alteraciones de pérdida de líquidos y sodio (p. ej., hiponatremia; ver la discusión posterior). Es crítica la reevaluación, ya

que el agotamiento térmico puede avanzar hasta el golpe de calor. Busque de manera continua cualquier cambio del estado mental y la personalidad (p. ej., confusión, desorientación, conducta irracional o desusada). Cualquiera de tales cambios debe considerarse signo progresivo de hipertermia que apunta al shock térmico, *¡un trastorno que pone en riesgo la vida!*

Tratamiento

Retire de inmediato al paciente del ambiente cálido (p. ej., radiación solar, pavimento o vehículo caliente) a un sitio más fresco ya sea en la sombra o un espacio con acondicionamiento del aire (p. ej., ambulancia). Colóquelo en una posición de reposo en decúbito supino. Retire la ropa y cualquier material que restrinja la disipación del calor, como un gorro o vestimenta excesiva. Valore su frecuencia cardíaca, tensión arterial, frecuencia ventilatoria y temperatura rectal (si se dispone de un termómetro y las condiciones lo permiten) y manténgase alerta en particular con respecto a los cambios del estado del sistema nervioso central, como un índice temprano del golpe de calor que pone en riesgo la vida.

Debe considerarse la rehidratación oral en cualquier paciente que pueda tomar líquidos por vía oral y que no esté en riesgo de aspiración, utilizando productos electrolíticos deportivos diluidos a la mitad. Las grandes cantidades de líquidos orales pueden aumentar la distensión abdominal, la náusea y el vómito. Por lo regular no se requieren soluciones IV, en tanto la tensión arterial, el pulso y la temperatura rectal sean normales. Sin embargo, en los pacientes que no pueden consumir líquidos por vía oral, las soluciones IV brindan una recuperación rápida del agotamiento térmico.²⁸ Si se requieren soluciones IV, debe usarse la de Ringer lactato (RL) o NS. Las soluciones IV producen una recuperación más rápida de líquidos que su administración oral, debido a retrasos del vaciamiento gástrico y la absorción en el intestino delgado, producto de la deshidratación.

En el agotamiento térmico por ejercicio, la mayoría de los pacientes se recupera con reposo en decúbito dorsal e ingestión de soluciones orales. Antes de tomar cualquier decisión respecto del tratamiento IV en estos pacientes, es necesaria una evaluación exhaustiva de los signos y síntomas de deshidratación, el pulso ortostático (postural), los cambios de la tensión arterial y la capacidad de ingestión de líquidos orales. Los cambios del estado mental en proceso deben dar lugar a una mayor evaluación en cuanto a hiponatremia, hipoglucemia y otros problemas médicos. En el paciente con agotamiento térmico por ejercicio, las soluciones IV recomendadas son NS o mixta (glucosada al 5% en NS) para aquel con ligera hipoglucemia. Sin embargo, debe tenerse precaución para asegurarse de no administrar grandes cantidades de soluciones IV a un paciente que ha participado en un ejercicio prolongado (mayor de 4 horas), en especial aquel sin signos clínicos claros de deshidratación, o en un atleta colapsado con sospecha de agotamiento térmico que ha estado tomando gran cantidad de agua. Este tipo de paciente puede presentar hiponatremia relacionada con el ejercicio (cifra sérica baja de sodio), y la provisión de líquidos orales y/o IV puede causar una *hiponatremia dilucional* adicional, que de manera potencial constituye un riesgo para la vida.^{40,41} Véase la discusión sobre la hiponatremia relacionada con el ejercicio para allegarse información respecto de la mejor manera de evaluar de forma correcta a un paciente por una afección relacionada con el calor o la hiponatremia asociada con el ejercicio.

Debido a que el agotamiento térmico puede ser difícil de distinguir del golpe de calor y dado que quienes presentan este último deben enfriarse rápidamente para disminuir la temperatura

central, la mejor acción a realizar es proveer algún procedimiento de enfriamiento activo a todos los pacientes con agotamiento térmico. Se puede hacer un enfriamiento activo de manera rápida y simple humedeciendo la cabeza y la parte superior del tronco del paciente con agua o un lienzo húmedo, y después abanicándolo o colocándolo en una corriente de aire para aumentar la disipación de calor corporal por convección. Los procedimientos de enfriamiento corporal también mejoran el estado mental. Transporte a un hospital a los pacientes inconscientes, quienes no se recuperan rápidamente o presentan antecedentes médicos significativos. Son indispensables el control apropiado de la temperatura ambiental y la vigilancia de los signos vitales y el estado mental durante dicho transporte.

Golpe de calor

Se considera que esta es la forma de enfermedad por calor más urgente y que pone en riesgo la vida. Se trata de una forma de hipertermia resultante de una falla en el sistema termorregulador, una insuficiencia de los sistemas fisiológicos corporales en la disipación del calor y el enfriamiento. El golpe de calor se caracteriza por una temperatura central corporal elevada de 40 °C (104 °F) o mayor y disfunción del sistema nervioso central que causa delirio, convulsiones o coma.^{31,36,42}

La diferencia más significativa en el golpe de calor con respecto al agotamiento térmico es la minusvalía neurológica, que se presenta al proveedor de atención prehospitalaria como un cambio del estado mental. Los cambios fisiopatológicos a menudo causan insuficiencia múltiple de órganos.^{33,43} Estos cambios fisiopatológicos se presentan cuando las temperaturas tisulares y de los órganos aumentan por arriba de una cifra crítica. Las membranas celulares se dañan, lo que lleva a una alteración del volumen, el metabolismo y el equilibrio acidobásico de la célula, así como de la permeabilidad de la membrana, que causa una disfunción celular y del órgano completo que culmina con la muerte de la célula y la insuficiencia del órgano.²³ El grado de complicaciones en los pacientes con golpe de calor no tiene relación completa con la magnitud de la elevación de la temperatura central.

Esta disfunción fisiopatológica de todo el cuerpo es la razón subyacente de la necesidad de la detección temprana del golpe de calor por los proveedores de atención prehospitalaria. Con su reconocimiento temprano, los proveedores de atención prehospitalaria pueden proveer de manera rápida un enfriamiento intensivo de todo el cuerpo en un esfuerzo por disminuir prontamente la temperatura central y aminorar la morbilidad y mortalidad relacionadas con el shock térmico que se observan de forma tan frecuente en el servicio de urgencias (SU).

La morbilidad y mortalidad tienen relación directa con la duración de la elevación de la temperatura central, y un resultado positivo para el paciente tiene relación directa con qué tan rápido se pueda disminuir de 38.9 °C (102 °F) la temperatura central. Incluso con una intervención prehospitalaria intensiva y el tratamiento intrahospitalario, el golpe de calor puede ser fatal y muchos pacientes que sobreviven presentan minusvalía neurológica permanente.

El golpe de calor tiene dos cuadros clínicos de presentación diferentes: el clásico y el de ejercicio (Figura 21-7).

El **golpe de calor clásico** es un trastorno de lactantes, niños con fiebre, en condiciones de pobreza, adultos mayores, alcohólicos y enfermos, que puede confundirse por los factores de riesgo listados en la Figura 21-4 (p. ej., medicamentos). Un cuadro clínico clásico

lo constituye un paciente que se expone a humedad elevada y altas temperaturas intramuros durante varios días sin acondicionamiento del aire, lo que lleva a la deshidratación y la temperatura central elevada. A menudo el mecanismo de transpiración se ha detenido, lo que se conoce como **anhidrosis**. Esto es frecuente en especial en las grandes ciudades durante las ondas de calor veraniegas, cuando no es posible o no se usa una ventilación casera eficaz.¹⁵ La evaluación del escenario proveerá información útil para la identificación del golpe de calor clásico.

El **golpe de calor por ejercicio (GCE)** es un trastorno prevenible observado a menudo en aquellos individuos con falta de condición física o carencia de aclimatación para el calor, que participan en una actividad física extenuante a corto plazo (p. ej., trabajadores industriales, atletas, reclutas militares, bomberos y otro tipo de personal de seguridad pública) en un ambiente cálido y húmedo. Estas circunstancias pueden rápidamente elevar la producción

Figura 21-7 Golpe de calor clásico versus por ejercicio

	Clásico	Ejercicio
Características del paciente	Adulto mayor	Hombres (de 15 a 45 años de edad)
Estado de salud	Con enfermedad crónica	Bueno
Actividad concomitante	Sedentaria	Ejercicio extenuante
Uso de fármacos	Diuréticos, antidepresivos, antihipertensivos, anticolinérgicos, antipsicóticos	Por lo general ninguno
Sudoración	Puede estar ausente	Suele estar presente
Acidosis láctica	Por lo general ausente; el pronóstico empeora cuando está presente	Frecuente
Hipercaliemia	Suele estar ausente	A menudo presente
Hipocalciemia	Rara	Frecuente
Hipoglucemia	Rara	Frecuente
Creatinina	Ligeramente elevada	Muy elevada
Rabdomiólisis	Leve	Frecuentemente grave

Fuente: Modificada de Knochel JP, Reed G. Disorders of heat regulation. En: Kleeman CR, Maxwell MH, Narin RG, eds. *Clinical Disorders of Fluid and Electrolyte Metabolism*. New York, NY: McGraw-Hill; 1987.

interna de calor y limitar la capacidad del cuerpo de disiparlo. Casi todos los pacientes de GCE muestran una piel húmeda por sudor y pálida en el momento del colapso, en comparación con la piel seca caliente y con rubor del paciente con un golpe de calor clásico.²³ Aunque el beber líquidos puede disminuir la velocidad de la deshidratación durante la actividad extenuante y aminorar la velocidad a la que aumenta la temperatura central, puede, no obstante, ocurrir hipertermia y GCE en ausencia de deshidratación significativa.

Nadie debería morir por GCE si se inicia rápido el tratamiento intensivo en los 10 minutos siguientes al colapso. En la Figura 21-8 se citan algunas de las razones comunes de muerte por GCE que pueden presentarse.³⁴⁻³⁶ El lema "enfrié primero, transporte después" indica evitar cualquier retraso en el inicio de la disminución de la temperatura central.

Evaluación

La aparición de signos y síntomas depende del grado y duración de la hipertermia.²³ Los pacientes con golpe de calor por lo general acuden con piel caliente y rubor. Pueden o no estar sudando, dependiendo de dónde se encontraban y si presentan el golpe de calor clásico o por ejercicio. La tensión arterial puede estar elevada o disminuida y el pulso radial suele ser filante y taquicárdico; 25% de estos pacientes presenta hipotensión. El grado de conciencia del paciente puede variar de confusión a inconsciencia, y también puede haber actividad convulsiva, en particular durante el enfriamiento.⁴⁴ Como se confirma en los hospitales, la temperatura rectal puede variar de 40 a 46.7 °C (104 a 116 °F).^{33,34}

Las claves para distinguir entre el golpe de calor y uno de los otros trastornos relacionados con el calor son la elevación de la temperatura corporal y la alteración del estado mental. Cualquier paciente caliente al tacto con alteración del estado mental (confusión, desorientación, actitud combativa o inconsciencia) debe ser objeto de la sospecha de golpe de calor y tratarse de inmediato y de manera intensiva para disminuir su temperatura central.

Tratamiento

El golpe de calor es una urgencia real. Retire de inmediato al paciente de la fuente de calor. Su enfriamiento debe iniciarse de

inmediato en el campo por un proveedor de atención prehospitalaria mientras otro valora el ABC del paciente y lo estabiliza. Su enfriamiento se inicia de manera inmediata con cualquier medio disponible (p. ej., manguera de jardín o de bombero, agua embotellada, bolsas de solución salina IV), incluso antes de retirar la ropa. La aplicación de hielo o la inmersión en agua fría son los dos métodos más rápidos de enfriamiento, pero en general se trata de abordajes limitados en el contexto prehospitalario.^{35,45-47}

Desde finales de la década de 1950 se ha pensado que la inmersión en agua fría o helada causará una vasoconstricción suficiente para aminorar la pérdida de calor corporal y causar el inicio del tiritar, de manera que se produzca calor interno, limitando así el intercambio térmico. Las pruebas empíricas refutan ahora este concepto de obstaculización de la velocidad de enfriamiento en estos pacientes. Por lo tanto, si se encuentra disponible no debe evitarse esta forma de enfriamiento a un paciente en golpe de calor.³⁶

Si no se dispone de inmediato de agua helada y hielo, retire la ropa excesiva del paciente, humedézcalo de cabeza a pies y provea una corriente de aire continua sobre la piel. Es esencial que el procedimiento se inicie de inmediato y no se retrase, antes de preparar al paciente para el transporte del escenario a la ambulancia. Humedecer y ventilar al paciente es el siguiente método de enfriamiento más eficaz que causa evaporación y pérdida de calor por convección.⁴⁵ Los individuos que rápidamente se tornan lúcidos durante un enfriamiento de todo el cuerpo suelen tener el mejor pronóstico. *La intervención prehospitalaria más importante que los proveedores de atención pueden ofrecer a un paciente con golpe de calor (junto con el ABC) es el enfriamiento inmediato y rápido de todo el cuerpo para aminorar la temperatura central.*

Durante el transporte debe colocarse al paciente en una ambulancia preparada con acondicionamiento de aire. Es un error ubicar a un paciente con golpe de calor en una cabina interna caliente de la ambulancia, incluso si el tiempo de transporte al hospital es breve. Retire cualquier ropa adicional, cubra al paciente con una sábana y humedézcalo con líquidos de irrigación además de proveer aire corriente de manera continua, idealmente por ventiladores eléctricos desde el techo de la cabina. Se pueden colocar compresas heladas (cuando estén disponibles y el tiempo lo permita) en la ingle, las axilas y alrededor de la cara anterior y lateral del cuello, porque los vasos sanguíneos están más cerca de la superficie cutánea en

Figura 21-8 Causas frecuentes de muerte por golpe de calor por ejercicio (GCE)

1. *Evaluación imprecisa de la temperatura o diagnóstico erróneo.* A menudo se debe a la incapacidad de descartar otros trastornos similares. Las determinaciones oral, axilar y timpánica de la temperatura pueden sobreestimar su grado de elevación; por lo tanto, los proveedores de atención prehospitalaria deben confiar sólo en la temperatura rectal para determinar el grado de hipertermia.
2. *Retraso del tratamiento o su ausencia.* No reconocer el potencial del GCE y retrasar la respuesta de provisión de una atención eficaz puede tener resultados desastrosos.
3. *Técnica ineficaz de enfriamiento de todo el cuerpo.* La meta de disminuir la temperatura central rápidamente por debajo de 40 °C (104 °F) en 30 minutos es crítica. Se reconoce a este periodo como "la media hora ideal" de evaluación del golpe de calor y es el estándar a cumplir con un enfriamiento rápido de todo el cuerpo.
4. *Transporte inmediato.* Con el GCE es crítico empezar el enfriamiento de todo el cuerpo para aminorar la temperatura central en el escenario y no realizar el transporte hasta que se inicie este tratamiento. El enfriamiento debe continuar durante el transporte, con evaluación de la temperatura rectal para asegurar que la correspondiente central descienda de 40 °C (104 °F).

esas regiones. La recomendación amplia de utilizar compresas heladas solas es una técnica muy deficiente de enfriamiento central pues son por completo insuficientes para disminuir de forma rápida la temperatura corporal central, y deben considerarse sólo como un método adicional de enfriamiento y no una prioridad en la atención de los pacientes.^{4,44,45}

De ser posible, debe determinarse la temperatura rectal del paciente cada 5 a 10 minutos durante el transporte para asegurar un enfriamiento eficaz. No deben usarse otros medios de evaluación de la temperatura del paciente (p. ej., oral, cutánea, axilar) para la toma de decisiones terapéuticas, ya que no reflejan de manera adecuada la temperatura central.²³

Debe interrumpirse el enfriamiento activo cuando la temperatura rectal del paciente alcanza 38.6 a 38.9 °C (101.5 a 102 °F), ya que la temperatura central continuará descendiendo incluso después de que se interrumpen los procedimientos de enfriamiento y pudiese terminar por debajo de 36.7 °C (98 °F).^{36,47} Provea oxígeno a flujo rápido, respaldo de la ventilación por un dispositivo de bolsa-mascarilla, según sea necesario, y vigile el ritmo cardiaco del paciente.

Los pacientes con golpe de calor por lo general no requieren reanimación amplia con soluciones IV y suelen recibirlas de forma inicial a razón de 1.0 a 1.5 L de NS. Haga un intento con 500 mL de líquidos y valore los signos vitales. El volumen de líquidos no debe rebasar 1 a 2 L en la primera hora, o seguirá un protocolo médico local. Vigile la glucosa sanguínea porque estos pacientes con frecuencia presentan hipoglucemia y pueden requerir una carga IV de glucosa al 50%. Las convulsiones se pueden tratar con 5 a 10 mg de diazepam u otra benzodiazepina de acuerdo con el protocolo local. Transporte al paciente en posición de decúbito lateral derecho o izquierdo para mantener una vía aérea abierta y evitar la aspiración.

Hiponatremia relacionada con el ejercicio

La **hiponatremia relacionada con el ejercicio (HRE)**, también conocida como hiponatremia del ejercicio o intoxicación hídrica, es un trastorno que pone en riesgo la vida y se ha descrito de manera amplia después del ejercicio físico prolongado en senderistas recreativos, maratonistas, ultramaratonistas, triatletas, corredores de aventura y personal militar de infantería.^{48,52} Con la popularidad creciente de estas actividades extramuros, la incidencia de HRE leve a grave ha aumentado de manera constante desde que se comunicó por primera vez a mediados de la década de 1980. Se sabe ahora que es una de las complicaciones médicas más graves de las actividades de fortalecimiento y una causa importante de muertes relacionadas.^{40,41}

La HRG suele asociarse con un consumo excesivo de agua (1.4 L o más por hora) durante actividades prolongadas.⁵² Dos mecanismos patogénicos importantes contribuyen mucho a la aparición de HRE: (1) ingestión excesiva de líquidos y (2) alteración de la excreción urinaria de agua debida sobre todo a secreción persistente de *arginina vasopresina (AVP)*, también conocida como hormona antidiurética (ADH).^{40,41} La HRE puede adquirir dos formas, leve o grave, lo que depende de los síntomas de presentación.

En la forma grave, la concentración baja de sodio plasmático altera el equilibrio osmótico a través de la barrera hematoencefálica, con el resultado de un ingreso rápido de agua al cerebro, que causa edema.^{40,41,51,52} En forma similar a los signos y síntomas del aumento de la presión intracraneal ante un traumatismo encefálico (véase el Capítulo 10, Trauma en cabeza), ocurrirá un avance de los síntomas

nerológicos por hiponatremia, desde cefalea, vómito, malestar general, confusión y convulsiones, hasta coma, daño cerebral permanente, herniación del tronco del encéfalo y la muerte.^{40,41,51} Se dice que estos individuos presentan **encefalopatía hiponatriémica relacionada con el ejercicio (EHRE)**.^{40,41,51}

Los pacientes con EHRE sintomática en general presentan una concentración sérica de sodio menor de 126 miliequivalentes (mEq/L) (rango normal de 135 a 145 mEq/L) con desarrollo rápido de hiponatremia (en menos de 48 h), como se observa a menudo en las actividades prolongadas de fortalecimiento.^{40,41,48,52} Alternativamente, la forma más leve de HRE en general se presenta con cifras de sodio sérico aisladas de 135 a 128 mEq/L, sin síntomas fácilmente discernibles (p. ej., debilidad, náusea/vómito, cefalea o ninguno), y es autolimitada con reposo, alimentos y soluciones electrolíticas. Incluso con los signos y síntomas de presentación leves iniciales de HRE, un paciente puede avanzar hasta la EHRE. Se ha sugerido que hay un descenso agudo en la concentración sérica de sodio al final del suceso de fortalecimiento debido a la absorción del agua retenida en el tracto GI,^{40,41} que podría contribuir al periodo lúcido transitorio después de terminar una actividad de fortalecimiento, seguida por el desarrollo agudo de signos clínicos de EHRE en alrededor de 30 minutos después del cese de la actividad.

En los estudios se ha comunicado que de 18 a 23% de los ultramaratonistas y 29% de los que llegan a la meta de la competencia llamada Hawaiian Ironman Triathlete presentó HRE.^{38,49-56} En el año 2003 se comunicaron 32 casos de HRE en senderistas en el Parque Nacional del Gran Cañón, que requirieron esfuerzos de rescate extensos por los guardabosques y paramédicos en muchos de los casos.⁵⁷

La HRE puede ocurrir en las siguientes circunstancias:

1. Pérdida excesiva de sodio y agua en el sudor durante un suceso de fortalecimiento, con resultado de deshidratación y consumo de sodio.
2. Sobrehidratación exclusivamente con agua mientras se conserva el sodio plasmático, lo que crea una dilución de su concentración.
3. Combinación de pérdida excesiva de sodio y líquidos en el sudor y sobrehidratación con agua sola.

Las pruebas indican que la HRE es producto de la retención de líquidos en el espacio extracelular (*dilucional*) más que del mantenimiento de líquidos sin absorber en el intestino.⁴⁶ Por lo general, estos pacientes no han consumido bebidas deportivas electrolíticas, ingirieron suplementos alimenticios que no contenían sal, o consumieron sal en cantidad insuficiente para equilibrar la pérdida de sodio por sudoración, o su dilución por ingestión excesiva de agua.

Los siguientes son sólo algunos factores de riesgo clave que se han relacionado con la aparición de HRE:^{34,35,58}

1. Actividad o ejercicios prolongados (mayores de 4 h), o una carrera o ejercicio lentos.
2. Género femenino (puede explicarse por el menor peso corporal).
3. Índice de masa corporal bajo o elevado.
4. Ingestión excesiva de líquidos (más de 1.5 L/hora) durante un suceso o actividad.
5. Uso de fármacos antiinflamatorios no esteroides (AINE), que disminuyen la filtración renal.

Se ha descrito a la HRE como la “otra enfermedad relacionada con el calor” puesto que los síntomas son inespecíficos y similares a los que se presentan en los trastornos menores y mayores relacionados con el calor.⁵⁷ Muchos sucesos de actividades de fortalecimiento y aventura de múltiples días ocurren en ambientes tibios a cálidos; por lo tanto, se supone que los signos y síntomas de HRE constituyen alguna forma de enfermedad por calor y los pacientes se tratan con protocolos estándar que abordan la supuesta hipovolemia y el calor corporal excesivo. Los protocolos estándar que proveen enfriamiento corporal y el intento de corregir la hipertermia, la deshidratación inducida por sudor y los cambios del estado mental con soluciones IV pueden complicar la hiponatremia dilucional y colocar al paciente un mayor riesgo de convulsiones y coma. El tratamiento de un paciente con HRE mediante soluciones y reposo empeorará su estado, a diferencia de aquel con agotamiento térmico.

Esta “otra enfermedad relacionada con el calor” se reconoce y trata de forma correcta cada vez más hoy por SMU y el personal de SU, sobre todo por un mayor esfuerzo de instruir al personal médico y al público respecto de su prevención, detección temprana y tratamiento (Figura 21-9). Los proveedores de atención prehospitalaria que respaldan de manera directa o responden a llamadas en sucesos de acondicionamiento físico en las ciudades o en contextos naturales necesitan saber que se comunica de forma más frecuente hoy la HRE. Es importante recordar que, en general, la deshidratación se presenta más en actividades prolongadas de ejercicio, y que puede llevar a un desempeño alterado durante su realización o en tareas relacionadas con el trabajo, y a una enfermedad térmica grave; sin embargo, la hiponatremia sintomática resultado de una sobreingestión de líquidos es una afección más peligrosa y que pone en potencial riesgo la vida.⁵⁸

Evaluación

Se puede encontrar una amplia variedad de signos y síntomas en el grupo de atletas en fortalecimiento con hiponatremia (véase Figura 21-5). La temperatura central suele ser normal, pero puede estar baja o ligeramente elevada, dependiendo de la correspondiente ambiental, la disipación del calor corporal y la intensidad del ejercicio reciente en el momento de su evaluación. La frecuencia cardíaca y la tensión arterial pueden ser bajas, normales o elevadas, dependiendo de la temperatura central, la intensidad del ejercicio, la hipovolemia o el shock. La frecuencia ventilatoria varía desde límites normales hasta ligeramente elevada. La hiperventilación observada con la HRE puede contribuir a trastornos de la visión, mareo, hormigueo en las manos y parestesias en las extremidades. Los datos de evaluación parteaguas son los cambios del estado mental, la fatiga, el malestar general, la cefalea y la náusea. Otras

formas de cambios neurológicos incluyen hablar lento, ataxia y los cognitivos, que abarcan conducta irracional, agresividad y temor. Estos pacientes también a menudo señalan que tienen la sensación de una “catástrofe inminente”.

Tratamiento

El primer paso en el tratamiento es el reconocimiento del trastorno y la determinación de su intensidad. La terapéutica se basa en la intensidad de la HRE y los recursos de diagnóstico portátiles disponibles para determinar el sodio sérico.⁵⁹ La Figura 21-10 incluye un algoritmo para la evaluación de los pacientes con el objetivo de determinar si presentan HRE o una enfermedad relacionada con el calor. Los síntomas leves deben tratarse de manera conservadora mediante observación, para asegurarse que no haya avance adicional a EHRE y la espera de la eliminación del líquido excesivo por diuresis normal.

Los pacientes sintomáticos deberían ubicarse en posición erecta para mantener su vía aérea permeable y disminuir al mínimo cualquier efecto posicional sobre la presión intracraneal. Se sabe que estos pacientes presentan vómito en proyectil cuando se transportan. Coloque a aquellos inconscientes en posición de decúbito lateral izquierdo, prevenga el vómito y considere la atención activa de la vía aérea. Provea oxígeno a flujo alto; establezca un acceso IV para mantener una vena permeable (MVP) y vigile probables convulsiones.

Según se requiera, administre tratamiento anticonvulsivo (p. ej., ajuste la benzodiacepina IV, de acuerdo con el protocolo médico). Consulte al médico de control en cuanto al volumen de solución NS que habrá de administrarse, dependiendo de la gravedad del paciente y el tiempo de transporte al hospital. Debido a que estos pacientes ya presentan sobrecarga de líquidos, la administración de líquidos hipotónicos IV está contraindicada, ya que puede empeorar el grado de hiponatremia y la sobrecarga de líquidos.^{60,61}

Los pacientes con signos y síntomas de EHRE extensos (p. ej., edema cerebral y pulmonar) necesitan ser objeto de aumento de su concentración plasmática de sodio. El consenso actual del tratamiento en el contexto prehospitalario es proveer una carga de 100 mL de solución salina hipertónica al 3% durante 10 minutos para reducir el edema cerebral agudo. Cada dosis aumentará el sodio por 2 a 3 mEq/L, si se dispone de tal solución.^{60,61} Si no se observa mejoría clínica, se pueden administrar hasta dos cargas adicionales de 100 mL de solución salina al 3% en forma súbita intravenosa por protocolo médico.^{60,60} Estos pacientes graves de EHRE tienen mala evolución si no se administra solución salina hipertónica.⁶² Mantenga al paciente tranquilo en el trayecto al SU y continúe vigilando sus cambios de estado mental y sus convulsiones.

Figura 21-9 Guías para el tratamiento de HRE y EHRE

Recientemente, la Wilderness Medical Society (Sociedad Médica de Espacios Naturales) publicó sus guías de práctica para el tratamiento de HRE y EHRE, con énfasis sobre cómo deberían tratarse en el ambiente prehospitalario los pacientes que compiten en actividades de fortalecimiento, por un director médico y su personal, o por el personal de respuesta de SMU.⁵⁹

Prevención de las enfermedades relacionadas con el calor

Debido a que el estrés por el calor es un factor significativo de salud pública en Estados Unidos, los métodos para prevenir la afección térmica son vitales en cualquier comunidad, en particular para aquellos individuos que deben trabajar en contextos ocupacionales de calor elevado. Por ejemplo, de los años 2002 a 2011, entre quienes combatieron todas las causas del fuego (voluntarios, bomberos de carrera, lugareños) se reportó un total de 1054 muertes en Estados

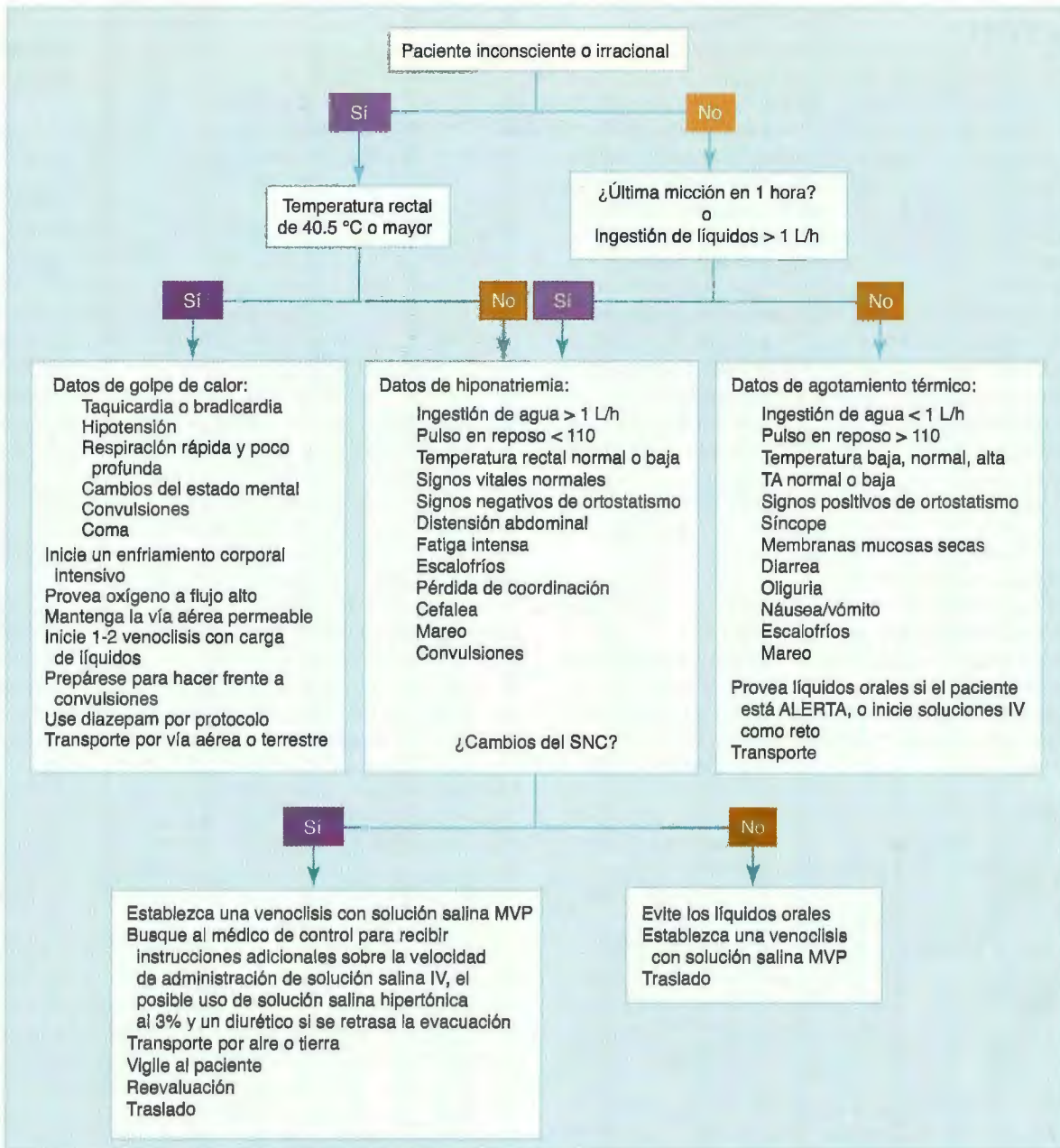


Figura 21-10 Algoritmo de tratamiento del agotamiento térmico, el golpe de calor y la hiponatremia.

Unidos,⁶¹ para un promedio anual de 105. La mortalidad total más baja de todas las causas en quienes combaten el fuego se registró en el 2011 con 83 (tendencia descendente de 2009 a 2011). De ese total de decesos, 50 (60%) ocurrieron en el escenario por estrés/sobrejercicio, que incluye la afección térmica como causa en esta categoría.⁶¹

Los proveedores de atención prehospitalaria y sus agencias de SMU son buenos recursos como promotores de la instrucción de la comunidad acerca de estrategias de prevención del estrés térmico en muchos formatos diferentes, incluyendo juntas de trabajo, manuales de instrucción, el sitio de internet de la agencia o cartas de noticias, presentaciones en la comunidad y el periódico local.

Como con el público en general, tal vez no sea posible prevenir todas las formas de enfermedad relacionada con el calor por los proveedores de atención prehospitalaria; por lo tanto, el personal

de SMU y otros de seguridad pública necesitan usar las estrategias de prevención y prepararse para la exposición a una temperatura ambiental y ocupacional alta. Estas estrategias, que incluyen políticas administrativas, controles de ingeniería, procedimientos, uso de equipo y programas de vigilancia médica, están diseñadas para ayudar a disminuir al mínimo el impacto total de la exposición aguda o crónica al calor. La implementación de procedimientos preventivos simples puede tener un impacto espectacular para disminuir la incidencia de enfermedad cardíaca, pero los individuos en una organización a menudo no consideran estas estrategias. En la Figura 21-11 se provee un repaso de la prevención del estrés térmico, y las estrategias para proveedores de atención prehospitalaria, bomberos y demás personal de seguridad pública.⁶³

Una compleja interacción de factores que se combinan para rebasar los límites de tolerancia de la exposición al calor de un

Figura 21-11 Prevención de los trastornos relacionados con el calor en los proveedores de atención prehospitalaria

Usted puede prevenir las consecuencias graves de los trastornos térmicos mejorando su condición física y aclimatándose al calor.

Mantener un grado elevado de acondicionamiento aerobio es una de las mejores formas de protegerse contra el estrés térmico. El proveedor de atención prehospitalaria con buena condición física presenta un aparato circulatorio bien desarrollado y aumento del volumen sanguíneo. Ambos son importantes para regular la temperatura corporal. Los proveedores de atención prehospitalaria con buena condición física empiezan a sudar antes, de manera que trabajan con una frecuencia cardíaca y temperatura corporal menores. Se ajustan al calor dos veces más rápido que aquellos proveedores prehospitalarios sin condición física. Pierden la aclimatación más lentamente y la recuperan más rápido.

Ocurre aclimatación al calor en 5 a 10 días de exposición corporal:

- Aumenta la producción de sudor
- Mejora la distribución sanguínea
- Disminuye la frecuencia cardíaca
- Aminora la temperatura cutánea y corporal

Como proveedor de atención prehospitalaria, usted se puede aclimatar por disminución gradual del tiempo de trabajo en el calor, teniendo cuidado de reponer los líquidos, y con reposo, según sea necesario. La aclimatación se mantiene al realizar el trabajo o ejercicio periódicos en un ambiente cálido.

En el trabajo

El índice de estrés por calor (Figura 21-12) ilustra cómo la temperatura y la humedad se combinan para crear condiciones de estrés por calor moderado a elevado. Está alerta del estrés por calor cuando sea elevado el calor radiante solar o por flamas cercanas, cuando el aire está quieto o cuando usted esté trabajando de manera intensa y cree grandes cantidades de calor metabólico. Los índices de estrés por calor no toman en cuenta los efectos de las horas prolongadas de trabajo intenso, el impacto de las ropas y el equipo de protección personal en la deshidratación.

Cuando haya condiciones de estrés por calor, usted debe modificar la forma en que trabaja o hace ejercicio. Tranquílcese. Hay diferencias individuales en acondicionamiento, aclimatación y tolerancia del calor. Esfuércese y se convertirá en un candidato para presentar un trastorno por el calor.

Cuando sea posible, usted debe:

- Evitar trabajar cerca de fuentes de calor
- Hacer el trabajo más pesado durante los periodos de mañana y tarde, que son más frescos
- Cambiar las herramientas o tareas para disminuir al mínimo la fatiga
- Tomar descansos frecuentes

De importancia máxima, mantenga la hidratación sustituyendo los líquidos perdidos.

Hidratación

Es indispensable mantener los líquidos corporales para la sudoración y el retiro del calor interno generado durante las

actividades físicas. Para disminuir al mínimo la deshidratación y el riesgo de afección térmica, usted debe hidratarse antes, durante y después del ejercicio o trabajo físico. Las características individuales (p. ej., peso corporal, predisposición genética, estado de aclimatación al calor y estado metabólico) influirán en la velocidad de sudación durante una actividad determinada. Estos factores darán como resultado mayores tasas individuales de sudoración y de pérdida total de líquidos por sudor. Por ejemplo, la carrera de gran distancia causa una velocidad de sudoración promedio de 1.4 a 1.9 L por hora en los meses veraniegos, en tanto que los jugadores de fútbol americano (masa corporal grande y uso de ropa de protección) sudan en promedio más de 1.9 L por hora y hasta 8.5 L al día.⁴⁸ Necesita haber un compromiso para tener descansos de hidratación frecuente a fin de asegurarse que la deshidratación no rebase más de 2% del peso corporal (con base en el correspondiente del paciente desnudo antes de la actividad) durante el tiempo que dure la actividad física.

Antes del trabajo, usted debe tomar más líquidos para prepararse para enfrentar el calor. Beba 0.2 a 0.5 L de agua, jugo o una bebida deportiva, antes de trabajar. Evite el exceso de cafeína, porque promueve la pérdida de líquidos en orina. No hay ventaja fisiológica de consumo excesivo de grandes cantidades de líquidos antes de la actividad física. En el American College of Sports Medicine (Colegio Americano de Medicina del Deporte) se recomienda ahora la prehidratación lenta durante varias horas antes de una actividad física y el consumo de 5 a 7 mL por kg de peso corporal. La meta es producir un gasto urinario con eliminación de material de transparente a color paja y prevenir el inicio de una actividad en presencia de deshidratación.

Mientras trabaja, tome varios descansos con ingestión de líquidos de 0.9 L por hora. Las tasas de sudoración individual variarán, al igual que la cantidad de agua necesaria para consumir por hora. Debe tenerse precaución para prevenir el consumo de líquidos excesivos (más de 1.4 L/h) durante periodos prolongados, a menos que usted haya determinado su tasa de pérdida individualizada por sudación por hora. En el American College of Sports Medicine se recomienda ahora un punto de inicio de 0.4 a 0.8 L en promedio por hora para las actividades de ejercicio (p. ej., carrera de maratón) y ajustar la cantidad consumida con base en las velocidades individuales de sudación menores o mayores para actividades en temperatura fría o caliente y para individuos de menor o mayor peso.⁴⁸

La necesidad de agua constituye el máximo menester corporal durante el trabajo en presencia de calor. Los estudios muestran que los trabajadores beben más cuando se dispone de bebidas con sabor ligero. Proveer una porción de la reposición de líquidos con una bebida deportiva, con carbohidratos y electrolitos, ayudará a retener los líquidos y mantener la energía y la concentración de electrolitos. Desafortunadamente, muchas bebidas deportivas contienen grandes cantidades de azúcar, lo que en realidad disminuye la velocidad de absorción del líquido ingerido.

(Continúa en la siguiente página)

Figura 21-11 Prevención de los trastornos relacionados con el calor en los proveedores de atención prehospitalaria (continuación)

Después de trabajar, usted necesita continuar bebiendo líquidos para restituir los perdidos. Para alcanzar una recuperación rápida y completa después de realizar actividades que dan como resultado una gran pérdida por sudor (p. ej., combate de incendios), beba aproximadamente 1.5 L por kilogramo de peso corporal perdido.⁴⁸ La sed siempre subestima la necesidad de líquidos, por lo que usted debe beber más de lo que perciba que necesita. La rehidratación mejora cuando los líquidos contienen sodio y potasio o cuando se consumen alimentos que contienen estos electrólitos junto con los líquidos.

La pérdida de sodio en el sudor es fácilmente restituida en las comidas con el uso libre del salero. Los proveedores de atención prehospitalaria no aclimatados pierden más sal en presencia de calor, por lo que necesitan prestar atención particular a su restitución. No exagere en la ingestión de sal; cuando se consume en demasía, altera la regulación de la temperatura. Una cantidad excesiva de sal puede causar malestar estomacal, fatiga y otros problemas.

Haga de los alimentos ricos en potasio, como plátanos y frutos cítricos, una parte regular de su alimentación y beba grandes cantidades de limonada, jugo de naranja o tomate. Limite la cantidad de bebidas con cafeína, como el café y los refrescos de cola, porque aumentan la pérdida de líquidos en la orina. Evite las bebidas alcohólicas porque también causan deshidratación. Para evitar infecciones víricas comunes, evite compartir las botellas de agua, excepto en urgencias.

Se puede reevaluar la hidratación observando el volumen, el color y la concentración de su orina. Los volúmenes bajos de orina oscura concentrada y la micción dolorosa indican necesidad importante de rehidratación. Otros signos de deshidratación incluyen frecuencia cardíaca rápida, debilidad, fatiga excesiva y mareo. La pérdida rápida de varios kilogramos de peso corporal es un signo de deshidratación. Rehidrátese antes de volver al trabajo. Continuar trabajando en un estado de deshidratación puede llevar a consecuencias graves, incluidos el golpe de calor, la fragmentación muscular y la insuficiencia renal.

Vestimenta

Las ropas de protección personal deben conllevar un equilibrio entre protección y comodidad. Investigadores australianos concluyeron que la *tarea del uso de equipo de protección personal no es mantener el calor fuera, sino dejar que salga*. Casi 70% de la carga térmica proviene del interior, del calor metabólico generado durante el trabajo intenso. Sólo 30% proviene del ambiente. Utilice ropa holgada para aumentar el movimiento del aire. Use playeras y ropa interior de algodón para ayudar a evaporar el sudor. Evite capas adicionales de ropa que aíslan, restringen el movimiento de aire y contribuyen al estrés térmico.

Diferencias individuales

Los individuos difieren en su respuesta al calor. Algunos de quienes responden a urgencias, como los bomberos, tienen mayor riesgo de trastornos térmicos. Los motivos incluyen diferencias inherentes a la tolerancia del calor y la velocidad de sudoración; el peso corporal excesivo, que aumenta la producción de calor metabólico y las enfermedades; los fármacos ilícitos y medicamentos, que también pueden influir en la respuesta del cuerpo al trabajo en un ambiente cálido. Consulte con su médico o farmacéutico si está usando medicamentos por prescripción o de venta libre o si presenta un trastorno médico.

Usted debe siempre entrenarse y trabajar con un compañero, que lo pueda ayudar en caso de que se presente un problema. Recuerden ambos beber grandes cantidades de líquidos y mantenerse alertas entre sí. Si su compañero presenta un trastorno térmico, inicie de inmediato el tratamiento.

Resumen

Prevención

- Mejore o mantenga el acondicionamiento aerobio.
- Aclimátese al calor.

En el trabajo

- Esté al tanto de las condiciones (temperatura, humedad, movimiento del aire).
- Tome descansos frecuentes.
- Evite usar capas adicionales de ropa.
- Mantenga un estado tranquilo constante.

Hidrátese

- La meta de la hidratación es prevenir la deshidratación (pérdida por sudor) correspondiente a más de 2% del peso corporal sin ropa.
- Antes de trabajar, ingiera varios vasos de agua, jugo o una bebida deportiva.
- Durante el trabajo tome descansos frecuentes con ingestión de líquidos.
- Después del trabajo, manténgase bebiendo para asegurar la rehidratación.
- Recuerde: "sólo usted puede prevenir la deshidratación".

Compañeros

- Siempre trabaje o entrene junto con un compañero.

Bebidas

- Las bebidas deportivas con carbohidratos (no más de 6 a 8%; ~ 30 a 60 g/h) y electrolitos (p. ej., 460 a 1 150 mg/L de sodio o 20 a 50 mEq/L) alientan la ingestión de líquidos, proveen energéticos y disminuyen la pérdida de agua en la orina. Los carbohidratos también ayudan a mantener la función inmunitaria y el desempeño mental durante un trabajo prolongado y arduo. Las bebidas con cafeína y el alcohol interfieren con la rehidratación al aumentar la producción de orina.

Fuente: Modificada del U.S. Department of Agriculture, U.S. Forest Service. Heat stress brochure, http://www.fs.fed.us/fire/safety/fitness/heat_stress/hs_pg1.html. Consultada el 11 de enero de 2014. Véase también: American College of Sports Medicine, Sawka MN, Burke LM, et al. American College of Sports Medicine position stand: exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):377.

individuo puede, en un momento dado, llevar al inicio de signos y síntomas de enfermedad relacionada con el calor. La capacidad de los seres humanos de trabajar en ambientes de calor moderado a elevado pueden llevarse al máximo mediante su preparación con antelación respecto de acondicionamiento físico, aclimatación al calor, condiciones de vida y trabajo, higiene personal y uso de alimentos y bebidas para mantener y sustituir electrolitos y agua en el cuerpo. Son factores cuya comprensión es indispensable el ambiente, la hidratación con líquidos, el acondicionamiento físico y la aclimatación al calor.

Ambiente

Los proveedores de atención prehospitalaria y otros miembros del personal de seguridad pública están sujetos a ambientes de calor elevado como parte de sus requerimientos ocupacionales. Durante el entrenamiento o en una respuesta a una urgencia, mucho personal se encontrará con alto estrés por calor mientras trabaja dentro de un equipo de protección personal (EPP) (ropa impermeable), vestimenta, un traje de material peligroso o de protección química/biológica. Este estrés por calor se complica más por la necesidad de ingresar a espacios sin ventilación o confinados, o trabajar ante una colisión de vehículos múltiples bajo el sol en un día caliente y húmedo.

El EPP altera la capacidad del cuerpo de disipar el calor y evita la evaporación del sudor durante una carga de trabajo pesada. Con elevadas tasas de sudoración por la producción interna de calor durante tareas físicamente demandantes y la exposición al calor externo, el personal está en alto riesgo de deshidratación y afección térmica. Por lo tanto, el uso de EPP disminuye la ventaja fisiológica obtenida a través de la aclimatación al calor y el acondicionamiento físico.

Estos riesgos pueden disminuirse determinando las condiciones de calor ambiental y, cuando sea aplicable, al seguir las guías de trabajo/reposo e hidratación recomendadas si se labora en ambientes muy calientes.^{21,64}

Un método tradicional para medir la carga térmica es mediante el uso del **índice de estrés por calor** (véase Figura 21-12), donde se utiliza una combinación de temperatura ambiente (leída en un termómetro) y la humedad relativa. Este es un mejor método que la temperatura ambiental sola para predecir una lesión térmica sistémica

potencial. Si se trabaja bajo la luz directa del sol, cerca de superficies que irradian grandes cantidades de calor o dentro de una pesada ropa de protección, deben agregarse ~ 5.5 °C al valor en la tabla.

Un método más ampliamente usado para determinar el estrés térmico ambiental que se da en muchos contextos industriales y militares es el *índice de temperatura de bulbo húmedo (ITBH)*^{21,65} (Figura 21-13). En este índice se usa la combinación de un bulbo seco para determinar la temperatura ambiental, un bulbo húmedo para medir la humedad, un globo negro para el calor radiante y el movimiento de aire, a fin de inferir un impacto más preciso de las condiciones ambientales. Hay guías para trabajo/reposo horario (minutos) e hidratación (litros) integradas en el rango del índice de ITBH de cinco niveles de temperatura. Una bandera de color (ninguno, verde, amarillo, rojo o negro) representa cada uno de los cinco rangos de ITBH de temperatura. La ITBH se puede vigilar en forma horaria y colocar la bandera del color correspondiente en una asta externa para que todo el personal la observe durante el día. Cuando sean aplicables, se pueden hacer entonces los ajustes apropiados de ropa, actividad física, ciclos de trabajo/reposo e ingestión de líquidos, con base en estas condiciones de ITBH. Este sistema integrado de ITBH y las políticas relacionadas pueden fácilmente perfeccionarse en diversas localizaciones de salud pública y sitios de entrenamiento para asegurar que estén en proceso programas de prevención de afección térmica eficaces para aminorar la fatiga, las lesiones y la enfermedad térmica.

Hidratación

El American College of Sports Medicine publica otro recurso excelente con base en años de investigación para cuando no se usa el sistema de banderas de ITBH para proveer guía para la hidratación.⁶⁶ Estas guías se aplican de manera fácil a cualquier individuo que participe en actividad física. Deben establecerse guías de hidratación dentro de una agencia, en un esfuerzo por prevenir la deshidratación excesiva (pérdida mayor de 2% del peso corporal) al crear un fácil acceso al agua y las bebidas electrolíticas deportivas, en particular durante la actividad en ambientes calientes (Figura 21-14). Los estudios muestran que el individuo promedio no bebe suficientes cantidades de líquidos antes, durante y después del trabajo o el ejercicio para recuperar los líquidos corporales perdidos por sudoración, aunque considera que consume suficientes líquidos.⁶⁶ Si bien el consumo excesivo

Temperatura (°C) versus Humedad relativa (%)								
	90%	80%	70%	60%	50%	40%		
26.6	85	84	82	81	80	79		
29.4	101	96	92	90	86	84	Alta	Possible trastorno térmico
32.2	121	113	105	99	94	90	26.6–32.2°C	Fatiga posible con la exposición prolongada y la actividad física
35		133	122	113	105	98	32.2–40.5°C	Golpe de calor, calambres por calor, y agotamiento térmico posibles
37.7			142	129	118	109	40.5–54.4°C	Es posible el golpe de calor, los calambres por calor y el agotamiento térmico.
40.5				148	133	121	54.4°C o mayores	Alta probabilidad de golpe de calor con exposición continua.
43.3						135		

Debido a la naturaleza del índice calórico, los valores en las tablas tienen un error de ± 3.9 °C.

Figura 21-12 Índice de estrés por calor.

Fuente: Cortesía de the National Weather Service, Pueblo, Colorado (<http://www.crh.noaa.gov/pub/heat.htm>).

Figura 21-13 Guías de reposición de líquidos para el entrenamiento en un clima cálido

Categoría de calor	Índice ITBH (°C)	Trabajo fácil		Trabajo moderado		Trabajo pesado	
		Trabajo/reposo (minutos)	Ingestión de agua (L/h)	Trabajo/reposo (minutos)	Ingestión de agua (L/h)	Trabajo/reposo (minutos)	Ingestión de agua (L/h)
1	25.5 a 27.7	NL	1/2	NL	3/4	40/20	3/4
2	27.7 a 29.4	NL	1/2	50/10	3/4	30/30	1
3	29.4 a 31.0	NL	3/4	40/20	3/4	30/30	1
4	31.1 a 32.2	NL	3/4	30/30	3/4	20/40	1
5	> 32.2	50/10	1	20/40	1	10/50	1

	Trabajo fácil	Trabajo moderado	Trabajo pesado
	Caminar sobre una superficie dura a 3.8 km/h, carga menor de 14.07 kg.	Caminata sobre una superficie dura a 5.28 km/h, carga menor de 18.61 kg. Caminata en arena suelta a 3.975 km/h, sin carga. Calistenia.	Caminar sobre una superficie dura a 5.28 km/h, carga mayor de 18.16 kg. Caminata sobre arena suelta a 3.975 km/h, con carga.

kg, kilogramo; km/h, kilómetros por hora; NL, sin límite de tiempo laboral; ITBH, índice de temperatura de bulbo húmedo.

Los tiempos de trabajo/reposo y los volúmenes de reposición de líquidos mantendrán el desempeño y la hidratación durante al menos 4 h de trabajo en la lista de categoría de calor especificada. Las necesidades individuales de agua varían. Reposo significa actividad física mínima (en posición sentada o de pie), realizada en la sombra, de ser posible.

Precaución: la ingestión de líquidos por hora no debe rebasar 1.5 L. La ingestión diaria de líquidos no debe ser mayor de 3 L. Cuando se use un blindaje corporal agregue ~ 2.75 °C al ITBH en climas húmedos. Cuando se use EPP sobre la ropa agregue ~ 5.5 °C al índice de ITBH para trabajo fácil y ~ 11 °C para el trabajo moderado y pesado.

Fuente: Versión actual de ITBH, hidratación y guías de trabajo/reposo actualizadas por el U.S. Army Research Institute for Environmental Medicine (USARIEM) y publicadas por Montain SJ, Latzka WA, Sawka MN. *Mil Med.* 1999;164:502.

de líquidos puede llevar a la hiponatremia (véase la sección precedente de Hiponatremia relacionada con el ejercicio), es más frecuente para los individuos deshidratarse (más de 2% del peso corporal) durante una actividad física determinada. Idealmente, los programas de reposición de líquidos deben ajustarse con base en la velocidad de pérdida de sudor individualizada, la masa corporal y la intensidad del ejercicio, según se determina por una medición de la pérdida de peso corporal sin ropa, antes o después de la actividad física.

Acondicionamiento

Para aumentar de manera eficaz la tolerancia al calor en condiciones de clima muy cálido, los proveedores de atención prehospitalaria deben aumentar su acondicionamiento aerobio mediante programas individualizados (p. ej., caminata, marcha, ciclismo, natación, ascenso y descenso de escalones, uso de aparatos de ejercicio elípticos),⁶⁶ que les proveerán la reserva cardíaca necesaria para mantener el gasto cardíaco que cumpla las demandas de competencia física de trabajo (muscular) y los mecanismos de disipación del calor (termorregulación) en un ambiente de alta temperatura.^{66,67} El American College of Sports Medicine, la American Heart Association y el Department of Health and Human Services han colaborado recientemente para establecer recomendaciones actualizadas nacionales de actividad física para mantener la salud y bienestar en Estados Unidos.⁶⁷

Aclimatación al calor

Debe proveerse una política y un protocolo para la aclimatación al calor dentro de una organización de seguridad pública.⁶⁸ Se puede lograr la aclimatación al calor con 60 a 90 minutos de ejercicio al día en condiciones cálidas durante casi 7 a 14 días.⁶⁹ Los beneficios de la aclimatación al calor son mayor desempeño laboral, la tolerancia del calor y la disminución del estrés fisiológico. Estos ajustes incluyen mayor volumen sanguíneo, aumento del volumen sistólico, la disminución de la frecuencia cardíaca a un nivel determinado de actividad, la disminución de la concentración de sodio en el sudor, la conservación de sodio en el cuerpo, el inicio más temprano de la sudoración y el aumento de la velocidad de producción y el volumen del sudor (Figura 21-15). Estos cambios mejoran la transferencia de calor corporal del centro a la piel, en un esfuerzo por aumentar la correspondiente de la piel al ambiente. Aunque la tolerancia de calor mejora en estos individuos (p. ej., atletas de alto rendimiento, personal de infantería militar) y se considera deseable, la producción de un mayor volumen de sudor (1 a 2 L/h) origina grandes pérdidas de líquidos, que llevan a la deshidratación. En consecuencia, el mayor volumen de pérdida por sudor en los individuos acostumbrados al clima cálido aumenta los requerimientos de agua durante la exposición al calor, en particular cuando la persona no se apega a un esquema riguroso de hidratación oral. En la Figura 21-16 se provee un repaso de las guías de aclimatación al calor.

Figura 21-14 Guías de hidratación para disminuir al mínimo la deshidratación

Principios generales

Es importante mantener la hidratación, en especial cuando se realiza ejercicio o actividades que implican una actividad física intensa. Las necesidades de hidratación de una persona diferirán dependiendo de qué tan intensamente sude. Los principios generales a recordar son:

1. Beba líquidos antes y durante el ejercicio.
2. Use agua y bebidas con electrolitos para sustituir los líquidos perdidos.
3. Anote su peso antes y después del ejercicio para determinar si su ingestión de líquidos es suficiente, deficiente o excesiva.

Asegúrese de que bebe lo suficiente incluso cuando no hace ejercicio. Si usted pospone la ingestión de líquidos durante el día, su cuerpo puede deshidratarse en forma más rápida una vez que se ejercita.

Peso

El peso es un factor utilizado para determinar la hidratación (o deshidratación). Es importante restituir las pérdidas de líquido durante el ejercicio físico. Si una persona no repone este líquido, pesará menos al concluir el ejercicio. Por el contrario, si una persona bebe cantidades excesivas de líquidos durante el ejercicio físico, puede aumentar de peso por su ingestión. Idealmente, una persona pesará aproximadamente lo mismo antes y después del ejercicio; esto indica que mantuvo el nivel apropiado de líquidos.

Cuando usted no beba lo suficiente durante el ejercicio, asegúrese de restituir los líquidos después. También

recuerde: no use la deshidratación como técnica de disminución de peso.

Tipo de bebida

Además de recordar beber cantidades suficientes, es importante saber qué tipo de líquido ingerir. Beber sólo agua durante el ejercicio intenso puede llevar a un desequilibrio electrolítico. Las bebidas deportivas con electrolitos están diseñadas para sustituir aquellos perdidos a través del sudor. Durante el ejercicio, manténgase alerta respecto de la aparición de edema de manos y pies, cefalea y distensión abdominal, que pudiesen indicar hiponatremia.

Además, si usted es un atleta o trabaja en una profesión que demanda realizar ejercicio intenso, incluya una cantidad moderada de sal a sus alimentos para ayudar a cubrir sus mayores necesidades corporales de cloruro de sodio.

Recomendaciones de ingestión de líquidos

Las recomendaciones para la restitución de líquidos (con agua y bebidas deportivas electrolíticas) son:

Periodo	Cantidad
2-3 horas antes del ejercicio	2-3 vasos
30 minutos antes del ejercicio	150-300 mL
Durante el ejercicio	150-300 mL cada 10-20 minutos

Fuente: Datos de: Murray B, Eichner ER, Stefan J. Hyponatremia in athletes. *Sports Sci Exchange*. 2003;16(1):88.

Figura 21-15 Beneficios de la aclimatación al calor

1. Comodidad térmica: mejor
2. Temperatura central: disminuida
3. Flujo sanguíneo: más rápido
4. Frecuencia cardíaca: disminuida
5. Menores pérdidas de sal (sudor y orina):
6. Desempeño en el ejercicio: mejor
7. Sudoración: más rápida y mayor
8. Producción de calor corporal: menor
9. Sed: mejor
10. Protección de órganos: mejor

Rehabilitación incidental de urgencia

En 1992, la U.S. Fire Administration (USFA) declaró lo siguiente:

Las demandas físicas y mentales de SMU, bomberos y operaciones de urgencia relacionadas con los extremos de calor y humedad crean condiciones que pueden tener impacto adverso sobre la seguridad y salud del individuo que responde a una

urgencia. Aquellos que no recibieron reposo adecuado y rehidratación durante operaciones de urgencia y ejercicios de entrenamiento están en mayor riesgo de enfermar y pueden poner en peligro la seguridad de otros en la escena del incidente. Cuando quienes responden a una urgencia se fatigan, su capacidad de actuar con seguridad se altera. Como resultado, su tiempo de reacción disminuye y su capacidad para tomar decisiones críticas también. La rehabilitación es un elemento esencial en el

Figura 21-16 Guías de aclimatación al calor

La siguiente es una versión modificada de las guías de aclimatación al calor diseñadas para personal de infantería sano y físicamente acondicionado en preparación para la actividad física en ambientes cálidos.

¿Debe usted preocuparse por el clima caliente?

Si usted está acostumbrado a trabajar en climas con temperatura fría o templada, la exposición al clima caliente le hará mucho más difícil concluir su curso de entrenamiento avanzado. El clima cálido lo hará sentir fatigado, le dificultará la recuperación y aumentará su riesgo de convertirse en víctima del calor. Los individuos con las mismas capacidades pero que están acostumbrados al entrenamiento en clima cálido tendrán mayor tolerancia y capacidad física durante la exposición al calor.

¿Qué es la aclimatación al calor?

La aclimatación al calor se refiere a las adaptaciones biológicas que aminoran el estrés fisiológico (p. ej., frecuencia cardiaca, temperatura corporal), mejoran las capacidades de trabajo físico, la comodidad, y protegen a órganos vitales (cerebro, hígado, riñones, músculos) de la lesión térmica. La adaptación biológica más importante de la aclimatación al calor es una respuesta más temprana y mayor de sudoración, y para que esta respuesta mejore necesita estimularse.

La aclimatación al calor es específica del clima (desierto) y el grado de actividad física. Sin embargo, la aclimatación a los climas desérticos mejora mucho la capacidad de trabajar en otros. Los individuos que realizan sólo un trabajo físico ligero o breve alcanzarán el grado necesario de aclimatación al calor para realizar dicha tarea. Si pretenden una tarea más extenuante o prolongada, se necesitará una aclimatación adicional y mejor condición física para realizarla con éxito en presencia de calor.

¿Cómo se aclimata usted al calor?

Ocurre aclimatación al calor cuando las exposiciones repetidas son suficientemente estresantes para elevar la temperatura corporal y provocar sudoración profusa. El reposo en presencia de calor, con actividad física limitada a la requerida para la existencia, da como resultado sólo una aclimatación parcial. El ejercicio físico en presencia de calor se requiere para alcanzar la aclimatación óptima al calor para esa intensidad de ejercicio en un ambiente cálido determinado.

En general, se requieren casi 2 semanas de exposición diaria al calor para inducir una aclimatación. La aclimatación al calor requiere una exposición mínima diaria de casi 2 h al calor (se puede dividir en dos de 1 h) combinada con ejercicio físico, que requiere de fortalecimiento cardiovascular (p. ej., trote) más que entrenamiento de resistencia. Aumente gradualmente la intensidad o duración del ejercicio cada día. Siga un esquema de entrenamiento físico apropiado, adaptado a la actividad física requerida.

Los beneficios de la aclimatación al calor se conservarán durante casi 1 semana y después decaerán, con una pérdida de

casi 75% a las 3 semanas, una vez que termina la exposición al calor. Uno o dos días de clima fresco interpuestos no interferirán con la aclimatación al clima caliente.

¿Qué tan rápidamente se puede usted aclimatar al calor?

Para el individuo promedio, la aclimatación al calor requiere casi 2 semanas de exposición e incremento progresivo de la actividad física. Para el segundo día de aclimatación se observa disminución significativa del estrés fisiológico. Para el final de la primera y segunda semanas han concluido más de 60 y 80% de las adaptaciones fisiológicas, respectivamente. Los individuos menos acondicionados o aquellos desusadamente susceptibles a la exposición al calor pueden requerir varios días o semanas más para aclimatarse por completo.

Los individuos acondicionados físicamente deben ser capaces de alcanzar la aclimatación al calor en casi 1 semana. No obstante, pueden requerirse varias semanas de vida y trabajo en el calor (adaptación) para llevar al máximo la tolerancia de elevadas temperaturas corporales.

¿Cuáles son las mejores estrategias de aclimatación al calor?

1. Lleve al máximo su condición física y aclimatación al calor antes de exponerse a un clima cálido. Mantenga la condición física con programas ajustados al ambiente, como mayor número de horas de entrenamiento físico por la mañana o la tarde que son más frescas.
2. Integre el entrenamiento y la aclimatación al calor. Entrene en la parte más fresca del día y aclimátese al calor diurno. Empiece de forma lenta con disminución de su intensidad y duración de entrenamiento usual (comparada con lo que podría lograr en climas templados). Aumente el entrenamiento y el volumen de exposición al calor conforme su tolerancia lo permita. Use entrenamiento de intervalo para modificar su grado de actividad.
3. Si el nuevo clima es mucho más caliente de lo que usted está acostumbrado, las actividades recreativas pueden ser apropiadas los primeros 2 días, con periodos de carrera/caminata. Para el tercer día, usted debe ser capaz de integrar corridas de entrenamiento (20 a 40 min) a un ritmo disminuido.
4. Consuma suficiente agua para sustituir las pérdidas por sudor. Son frecuentes aquellas de más de 0.9 L por hora. La aclimatación al calor aumenta la tasa de sudoración y, por lo tanto, los requerimientos de agua. Como resultado, los individuos aclimatados al calor se deshidratarán más rápido si no consumen líquidos. La deshidratación contrarresta muchas de las ventajas termorregulatorias conferidas por la aclimatación al calor y el acondicionamiento físico elevado.

Para el informe completo visite <http://www.usariem.army.mil/assets/docs/partnering/HeatAcclimatizationGuide.pdf>.

escenario del incidente para prevenir circunstancias más graves, como el agotamiento y el golpe de calor.

Debido a la importancia de la rehabilitación para quienes responden a agencias, la USFA creó un abordaje estandarizado para evaluar y rehabilitar a los bomberos y el personal de urgencias durante periodos ambientales extremos (Figura 21-17). El *Estándar sobre el Proceso de Rehabilitación de los Miembros Durante Operaciones de Urgencia y Ejercicios de Entrenamiento* de la NFPA 1584 complementa el correspondiente de la USFA y los establecidos por otras agencias (p. ej., la Occupational Safety and Health Administration). La edición 2008 de NFPA 1584 refleja el conocimiento científico actual sobre la rehabilitación y mejora el documento previo de ser una práctica recomendada a convertirse en un estándar.⁷⁰⁻⁷² La introducción de NFPA 1584 como estándar significa que cada departamento de bomberos y agencia de SMU debe contar con procedimientos estandarizados, donde se defina cómo proveen rehabilitación ante los incidentes y ejercicios de entrenamiento.

Los nueve componentes clave de la rehabilitación requerida por la NFPA 1584 son:

1. *Alivio de las condiciones climáticas.* Se provee un área libre de humo, lejos de los correspondientes del escape de los vehículos y con protección del calor o frío extremos. Esto podría ser un piso sin incendio en un edificio alto, un área sombreada viento arriba de un incendio forestal, o la cabina de un calentador durante los meses fríos del invierno. El tema es proveer refugio de los extremos de temperatura ambientales y los riesgos en el escenario.
2. *Reposo y recuperación.* Quienes responden a urgencias tienen autorización de descansar durante al menos 10 minutos, o tanto como sea necesario, para recuperar su capacidad laboral.
3. *Enfriamiento o recalentado.* Quienes responden a urgencias y se sienten acalorados deben ser capaces de retirar su EPP y beber agua, y siempre deben contar con medios para enfriarse. Quienes responden a urgencias y tienen frío deben ser capaces de agregar ropa y envolverse en cobertores, así como contar con los medios para calentarse.
4. *Rehidratación (restitución de líquidos).* Los requerimientos de volumen de líquidos se eliminaron del estándar, excepción hecha de la prehidratación con 500 mL de líquidos consumidos 2 h antes de los sucesos programados. En el escenario deben suministrarse líquidos potables a los miembros para satisfacer su sed. También se proveerán líquidos para alentar la hidratación continua después del incidente.
5. *Restitución de calorías y electrolitos.* Este componente se pretende para sucesos de duración mayor, como los incidentes que rebasan 3 h o las situaciones donde quienes responden a urgencias posiblemente trabajen durante más de 1 h. Es digno de mención que siempre que se disponga de alimentos, debe proveerse lo suficiente a quienes responden a urgencias para que laven sus manos y cara.
6. *Vigilancia médica.* Este componente especifica un mínimo de seis condiciones que los SMU deben evaluar en cada individuo que responde a las urgencias durante la rehabilitación:
 - a. Presencia de dolor torácico, acufenos, mareo, disnea, debilidad, náusea o cefalea.
 - b. Síntomas generales, como calambres o dolores.
 - c. Síntomas de estrés relacionado con calor o frío.
 - d. Cambios de la marcha, el habla o la conducta.
 - e. Estado de alerta y orientación respecto de persona, lugar y tiempo.
 - f. Cualquier signo vital considerado anormal en el protocolo local. Los signos vitales específicos y las definiciones de "normal" están por completo bajo el control médico local y las autoridades médicas del departamento. Los signos vitales listados en el anexo de NFPA 1584 incluyen temperatura, pulso, respiraciones, tensión arterial, oximetría de pulso, y evaluación del monóxido de carbono utilizando un aparato de determinación del monóxido de carbono en la exhalación o un oxímetro de pulso de monóxido de carbono (p. ej., un oxímetro de pulso diseñado para determinar la carboxihemoglobina).
7. *Tratamiento por SMU de acuerdo con el protocolo local.* Debe disponerse de servicios en el escenario para quienes responden a urgencias y requieren tratamiento o transporte. Nótese que la vigilancia médica se documenta en el sistema de colección de datos del departamento de incendios. Cuando se provee tratamiento o transporte por SMU, debe generarse un informe médico e incluirse en el expediente médico del empleado que responde a la urgencia.
8. *Contabilidad.* Un sistema de contabilidad del personal debe incluir a quienes responden a urgencias asignados para rehabilitación por el director del incidente cuando ingresan y salen.
9. *Alta.* Antes de dejar la rehabilitación, el SMU debe confirmar que quienes responden a una urgencia pueden desempeñar con seguridad su tarea completa.⁸¹

Almacenamiento de fármacos en SMU bajo condiciones térmicas extremas

Los proveedores de atención prehospitalaria trabajan en regiones de Estados Unidos y otras, donde los extremos de clima anuales van desde apenas por debajo de la congelación hasta el calor y humedad elevados. Sus vehículos, incluyendo las unidades de cuidados intensivos móviles, las de paramédicos y los helicópteros, así como los medicamentos almacenados en ellos, también están sujetos a los extremos ambientales, a menos que se disponga a bordo de un dispositivo de almacenamiento con temperatura controlada. Se pretende almacenar los medicamentos utilizados por los proveedores de atención prehospitalaria en una habitación con temperatura controlada de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes. En la U.S. Pharmacopeia (USP) se supervisan las responsabilidades para el establecimiento de los estándares farmacológicos pretendidos para asegurar la calidad de los medicamentos en Estados Unidos, y en ella se define la temperatura controlada de una habitación como sigue:

Una temperatura mantenida por termostato que abarca el ambiente usual y acostumbrado de trabajo de 20 a 25 °C (68 a 77 °C); que da lugar a una temperatura media cinética calculada no mayor de 25 °C (77 °F) y permite las excursiones entre 15 y 30 °C (59 a 86 °F) que se experimentan en farmacias, hospitales y almacenes. Considerando que la temperatura cinética media

Figura 21-17 Procedimiento estándar de operación en la rehabilitación incidental de urgencia de la U.S. Fire Administration (USFA)

Propósito

Asegurar que las condiciones físicas y mentales de quienes operan en un escenario de una urgencia o un ejercicio de entrenamiento no se deterioren hasta el punto de que afecten la seguridad individual o pongan en riesgo la seguridad e integridad de la operación.

Alcances

Este procedimiento se aplicará a todas las operaciones de urgencia y ejercicios de entrenamiento donde haya actividad física extenuante o exposición al calor o frío.

Responsabilidades

El director del incidente considerará las circunstancias de cada uno y tomará las provisiones adecuadas de manera oportuna para el reposo y la rehabilitación de todos los miembros que actúan en el escenario. Estas provisiones incluirán evaluación médica, tratamiento y vigilancia; restitución de líquidos y alimentos; reposo mental, y alivio de las condiciones climáticas extremas y otros parámetros ambientales del incidente. La rehabilitación incluirá la provisión de SMU en el nivel de soporte vital básico (SVB) o mayor. El director del incidente establecerá un sector o grupo de rehabilitación cuando las condiciones indiquen que las personas que participan en el escenario del incidente necesitan reposo y rehabilitación, o evaluación de entrenamiento.

Guías

Las condiciones climáticas y ambientales del escenario de urgencia no deben constituir la única justificación para establecer un área de rehabilitación. Cualquier actividad coincidente que sea grande, de duración prolongada o labor intensiva, rápidamente consumirá la energía y fortaleza del personal que, por lo tanto, merece la consideración de rehabilitación. Las condiciones climáticas o ambientales que indican la necesidad de establecer un área de rehabilitación son un índice de estrés por calor mayor de 32.2 °C (90 °F) (véase Figura 21-12) o un índice de viento frío menor de -12.2 °C (10 °F) (véase figura 21-30).

Hidratación

Durante el estrés por calor, el miembro del equipo debe consumir al menos 0.9 L por hora, sin rebasar 1.4 L. La rehidratación debe corresponder una mezcla 50/50 de agua y una bebida para actividad deportiva de preparación comercial (bebida electrolítica deportiva) y administrarse a casi 4.4 °C (40 °F). Deben evitarse las bebidas con alcohol y cafeína antes y durante el estrés por calor, debido a que interfieren con los mecanismos de conservación de agua del cuerpo. También deben evitarse las bebidas carbonatadas.

Nutrición

El departamento proveerá alimentos en el escenario de un incidente amplio cuando las unidades participan durante 3 o más h. Un plato de sopa, caldo o consomé es altamente recomendable, porque se dirige mucho más rápido que los emparedados y productos de preparación rápida.

Reposo

Se recomienda la "regla de dos botellas" o 45 min de tiempo laboral, como un nivel aceptable antes de la rehabilitación obligatoria. Los miembros se rehidratarán (al menos 250 mL) mientras se cargan los cilindros de su aparato de respiración de autocontención (ARAC). Los bomberos que trabajaron durante dos frascos calificados de 30 min completos o 45 minutos, serán sustituidos de inmediato en el área de rehabilitación para su reposo y evaluación. El reposo no deberá ser menor de 10 minutos y puede rebasar 1 h, según determine el oficial de rehabilitación.

Recuperación

Los miembros en el área de rehabilitación deben mantener un grado elevado de hidratación. Algunos fármacos alteran la capacidad de sudoración del cuerpo y deberá tenerse precaución extrema si alguien ha tomado antihistamínicos, como Actifed o Benadryl, diuréticos o estimulantes.

Evaluación médica

El SMU debe contar con personal y los más altamente entrenados y calificados proveedores de atención prehospitalaria en el escenario (como mínimo de nivel de SVB). Ellos evaluarán signos vitales, explorarán a los miembros y harán una distribución apropiada (retorno al trabajo, rehabilitación continua, o tratamiento y transporte e instalaciones médicas). La rehabilitación continua debe constar de vigilancia adicional de los signos vitales, provisión de reposo y líquidos para rehidratación. Los proveedores de atención prehospitalaria serán asertivos en un esfuerzo por encontrar de manera pronta problemas médicos potenciales; las consideraciones incluyen las siguientes:

- Si la frecuencia cardíaca de un miembro supera 110 latidos/min, debe tomarse su temperatura oral.
- Si la temperatura de un miembro rebasa 38.1 °C (106 °F), no debe permitírsele usar equipo de protección.
- Si es menor de 38.1 °C (100.6 °F) y la frecuencia cardíaca se mantiene por arriba de 110 latidos/min, deberá aumentarse el tiempo de rehabilitación.
- Si la frecuencia cardíaca es menor de 110 latidos/min, la posibilidad de estrés térmico es mínima.
- En el SMU debería documentarse toda evaluación médica.

se mantenga en el rango permitido, pueden aceptarse aumentos transitorios hasta 40 °C (104 °F) si el fabricante así lo señala.⁷³

Los fabricantes garantizarán la estabilidad, calidad y potencia de un medicamento sólo cuando se almacene dentro del rango de temperatura recomendado. En muchos casos, los vehículos de SMU en Estados Unidos han mostrado de manera periódica portar medicamentos almacenados a temperaturas fuera de los rangos recomendados por la USP.⁷⁴⁻⁷⁷ En dichos estudios se revisó la exposición térmica de los fármacos en contextos tanto de campo como de laboratorio durante periodos breves (1 a 4 semanas) y prolongados (12 a 26 semanas).⁷⁴ Lo que no se ha definido es el efecto de estas fluctuaciones térmicas sobre la biodisponibilidad de muchos fármacos de uso prehospitalario frecuente. La evaluación por laboratorio muestra que la mayor parte de estos fármacos se mantiene estable, a excepción de la epinefrina, que se degrada de manera significativa ante extremos de frío y calor.^{74, 78, 79}

Para mejorar el cumplimiento con los estándares de la USP y las recomendaciones de los fabricantes, en algunos estados de la Unión Americana se implementaron reglas específicas para el almacenamiento de medicamentos. Por ejemplo, en la New Jersey Office of Emergency Medical Services (Department of Health and Senior Services) se emitieron regulaciones con requerimiento de lo que sigue:

Cada vehículo o gabinete u otro sitio de almacenamiento de medicamentos deberá contar con un control suficiente del clima para que los medicamentos y soluciones se mantengan dentro del rango recomendado por el fabricante. Cada vehículo contará con un dispositivo de registro de la temperatura que mostrará al menos la más alta y la más baja durante el periodo especificado.⁸⁰

Las agencias de SMU requieren considerar cómo abordarán esta preocupación en cuanto a eficacia de los medicamentos usados en sus vehículos para asegurar que siempre funcionen como se pretende cuando sean utilizados por su personal. El costo de implementar un almacenamiento controlado desde el punto de vista ambiental para toda unidad de soporte vital avanzado (SVA), como recomienda cada fabricante de fármacos y la USP, ciertamente no es insignificante, pero también es inaceptable no realizar acciones con base en estos estudios. Se sugiere que cada agencia de SMU desarrolle una política para investigar las condiciones térmicas en el área de almacenamiento del vehículo y considerar un sistema de rotación de medicamentos durante periodos de calor y frío extremos o algún otro procedimiento para disminuir al mínimo su exposición a los extremos de temperatura en su región.⁷⁴

Lesiones causadas por el frío

Deshidratación

Ocurre deshidratación de manera muy fácil en presencia de frío, en particular con el aumento de la actividad física. Esto sucede principalmente por tres motivos:

- Evaporación del sudor
- Mayor pérdida de calor y líquidos respiratorios por la sequedad del aire frío
- Diuresis inducida por el frío

La **diuresis inducida por el frío** es una respuesta fisiológica normal resultante de la vasoconstricción cutánea por la exposición prolongada al frío. Esta es la respuesta corporal para disminuir la pérdida de calor corporal por derivación de la sangre lejos de la periferia más fría hacia las venas más profundas del cuerpo. Esta respuesta causa una expansión del volumen sanguíneo central, que da lugar a un aumento en la tensión arterial media, el volumen sistólico y el gasto cardíaco.⁷¹ El volumen sanguíneo expandido puede producir diuresis, que se manifiesta por micción frecuente. La diuresis inducida por el frío puede aminorar el volumen plasmático por 7 a 15%, con hemoconcentración resultante y deshidratación aguda, debida a una pérdida de líquidos casi doble respecto de la normal.

Como con la exposición al calor, es necesario el apego a las guías de hidratación con líquidos mientras se trabaja en ambientes fríos para disminuir al mínimo la deshidratación junto con la fatiga relacionada y los cambios físicos y cognitivos. Puesto que la sed se suprime en los ambientes fríos, la deshidratación es un riesgo significativo.

Trastornos menores relacionados con el frío

Lesión de congelación por contacto

Cuando un material frío entra en contacto con la piel no protegida, puede producir una **congelación** local inmediata. No toque ninguna superficie metálica, alcohol, gasolina, anticongelante, hielo o nieve con las manos. (Véase la sección Congelación para su evaluación y tratamiento.)

Congelación de primer grado

Es precursora de la afección más profunda y causa signos reversibles de blanqueo de la piel y entumecimiento localizado en los tejidos. Se observa por lo general en la cara, la nariz y los oídos. La lesión de primer grado es autolimitada, en tanto no continúe la exposición al frío; no requiere intervención del proveedor de tratamiento prehospitalario o transporte.

Urticaria por el frío

La **urticaria por el frío** es un trastorno caracterizado por el rápido inicio (en minutos) de prurito, eritema y edema de la piel después de la exposición a temperaturas bajas. Puede ser una manifestación notoria la sensación de ardor, causada por la liberación local de histamina que a veces se observa cuando se aplica hielo de forma directa en la piel durante el tratamiento de esguinces y distensiones. Se recomienda a los individuos con antecedente de urticaria por frío evitar la inmersión en agua a baja temperatura, que de manera potencial puede causar la muerte por anafilaxia sistémica. El tratamiento incluye evitar el frío y posiblemente tomar antihistamínicos.

Sabañón (eritema pernio)

Tumefacción que se manifiesta con pequeñas lesiones cutáneas pruriginosas e hipersensibles que aparecen como bultos rojos o púrpura sobre la superficie extensora de la piel (p. ej., de oídos o cara) por la exposición crónica al frío. El sabañón ocurre varias horas después de la exposición al frío en climas húmedos y templados. A veces se agrava por la exposición al sol. El frío causa vasoconstricción de pequeñas arterias y venas en la piel.

recalentamiento da lugar al paso de sangre al interior de los tejidos y edema de la piel.

Los sabañones tienen más probabilidad de aparecer en individuos con falta de circulación periférica. Algunos factores contribuyentes son una tendencia familiar, la enfermedad vascular periférica secundaria a la diabetes, el tabaquismo, la hiperlipidemia (aumento de las cifras séricas de lípidos), la desnutrición (p. ej., anorexia nerviosa), las enfermedades del tejido conectivo y los trastornos de la médula ósea. Cada sabañón se desarrolla en unas cuantas horas como edema pruriginoso y eritematoso que desaparece en los siguientes 7 a 14 días. En casos graves se pueden presentar ampollas, pústulas, costras y ulceración. En ocasiones las lesiones pueden tener forma anular, engrosarse y persistir durante meses.

Los síntomas desaparecerán cuando el individuo se retire del frío. El tratamiento implica la protección del frío con guantes y ropas apropiadas.

Queratitis solar (ceguera nívea)

Sin protección del aire seco y de la exposición a los reflejos brillantes en la nieve, aumenta el riesgo de quemaduras de la piel y los ojos debido a los rayos ultravioleta. Dicho riesgo se incrementa de forma notoria a grandes altitudes. La **queratitis solar** es insidiosa durante la fase de exposición, con quemaduras de la córnea que se presentan en 1 h, pero que no se hacen aparentes hasta 6 a 12 h después de la exposición.

El tratamiento de la ceguera nívea se basa en los síntomas, que incluyen lagrimeo excesivo, dolor, eritema, edema de párpados, dolor ante la luz, cefalea, una sensación granular en los ojos y disminución de la visión (nebulosa). Es necesario que los proveedores de atención prehospitalaria consideren colocar parches en los ojos afectados, si no hay otro método para prevenir la exposición adicional a la luz ultravioleta (p. ej., lentes para sol) y después transportar al paciente. Se pueden utilizar gotas oftálmicas tóxicas de anestésico, cuando estén disponibles, para proveer alivio sintomático. Se requiere atención médica para determinar el grado de gravedad y la necesidad de antibióticos y analgésicos.

Trastornos mayores relacionados con el frío

Lesión cutánea localizada

Las lesiones por frío ocurren en sitios periféricos del cuerpo y se clasifican como de congelación (p. ej., congelamiento) o no de congelación (p. ej., inmersión de los pies). Las lesiones localizadas por frío son prevenibles con la preparación adecuada para la exposición, su reconocimiento temprano y la atención médica eficaz. No obstante, el congelamiento, potencialmente la forma más grave de lesión por el frío, es la principal preocupación en esta sección debido al riesgo de la pérdida de extremidades.

Es imperativo reconocer, tratar y prevenir la afección adicional de los tejidos en las formas leves a graves de lesión por congelamiento. Son factores predisponentes importantes los trastornos psiquiátricos mayores, la carencia de hogar, y las intoxicaciones por alcohol y nicotina.⁸¹ Cuando se comparan las lesiones por clima frío por grupo étnico, se informa que los afroamericanos tienen mayor riesgo, incluyendo aquellas por congelamiento. Esta relación se asocia con la mayor susceptibilidad de las células pigmentadas a la congelación, en comparación con las no pigmentadas.^{82,83} Las

ropas apretadas o constreñidas, el uso de varias tobilleras, así como calzado muy apretado, son factores predecibles para el inicio del congelamiento. Con un aumento en los deportes de aventura y otras actividades recreativas que se realizan en la temporada invernal, ahora se observan más a menudo lesiones localizadas por el frío.

Los proveedores de atención prehospitalaria necesitan prevenir la pérdida de calor corporal y proteger la piel expuesta del congelamiento en los pacientes durante su exposición prolongada a condiciones frías. Por ejemplo, los pacientes que requieren ser extraídos de un vehículo en escenarios en que es imposible inmovilizarlos, y aquellos en ambientes fríos y que tienen edema de tejidos blandos, la alteración de la circulación puede llevar a un aumento en la incidencia de lesiones localizadas por el frío.

Lesiones por frío sin congelación

La **lesión por frío sin congelación (LFSC)** corresponde a un síndrome denominado también inmersión de pies y pie de trinchera, resultado del daño de los tejidos periféricos por una exposición prolongada (de horas a días) a la humedad/el frío.^{84,86} La LFSC no implica congelación tisular pero puede coexistir con una lesión como el congelamiento. Este síndrome afecta de manera principal a los pies y se refleja en dos tipos del proceso. Ocurre **pie de trinchera** sobre todo en el personal militar durante operaciones de infantería, y tiene relación con los efectos combinados de la exposición prolongada al frío y la circulación restringida en los pies; no implica la inmersión en agua.⁸⁴ El **pie de inmersión** es causado por la introducción de las extremidades en agua de fresca a fría. Los proveedores de atención prehospitalaria pueden ver pie de inmersión en personas sin hogar, alcohólicos y adultos mayores; excursionistas y cazadores, en atletas de deportes de aventura de varios días y en supervivientes en el océano.^{84, 87,88} Con frecuencia este síndrome no se reconoce durante la evaluación de individuos que se han expuesto al frío o a condiciones de humedad, o la falta de un entrenamiento médico formal en LFSC.⁸⁴

Este síndrome ocurre como resultado de muchas horas de enfriamiento de las extremidades pélicas a temperaturas que van de 0 a 18.3 °C (32 a 65 °F). Ocurre lesión de tejidos blandos en la piel de los pies, conocida como **maceración**. La pérdida de continuidad de la piel predispondrá a los individuos también a la infección. La máxima lesión ocurre en los nervios periféricos y vasos sanguíneos, causada por la lesión isquémica secundaria. La LFSC leve es autolimitada al inicio, pero con la exposición prolongada continúa al frío se torna irreversible. Cuando los pies están húmedos y fríos se encuentran en mayor riesgo, y la evolución de la lesión se acelera debido a que las tobilleras húmedas aíslan poco y porque a la misma temperatura el agua se enfría más que el aire. Cualquier factor que disminuya la circulación a las extremidades también contribuye a la lesión, como ropas apretadas, botas, inmovilidad prolongada, hipotermia y postura en cuclillas.

La LFSC se clasifica en cuatro grados de intensidad:

- **Mínima.** Hiperemia o ingurgitación causadas por un aumento del flujo sanguíneo a los pies y un cambio sensorial ligero que permanece de 2 a 3 días después de la lesión. El trastorno es autolimitado, y no persisten signos de lesión después de 7 días. En ocasiones continúa la sensibilidad al frío.
- **Leve.** Edema, hiperemia y un cambio sensorial ligero que persiste de 2 a 3 días después de la lesión. Tras 7 días se

presenta anestesia en la superficie plantar de los pies y las puntas de los dedos, la cual dura de 4 a 9 semanas. No se observan ampollas o pérdida cutánea. La ambulancia es posible cuando caminar no causa dolor.

- **Moderada.** Se presentan edema, hiperemia, ampollas y moteado de 2 a 3 días después de la lesión. A los 7 días hay anestesia al tacto en las caras dorsal y plantar del pie y los artejos. El edema persiste de 2 a 3 semanas y el dolor y la hiperemia durante hasta 14 semanas. Ocurre alguna esfacelación de las ampollas, pero sin pérdida de tejidos profundos. Algunos pacientes presentarán lesión permanente.
- **Grave.** Se presentan edema intenso, derivación de sangre a los tejidos circundantes (*extravasación*) y gangrena, de 2 a 3 días después de la lesión. La anestesia completa de todo el pie persiste a los 7 días, con parálisis y atrofia muscular en las extremidades afectadas. La afección pasa de los pies a la parte inferior de la pierna. Esta grave lesión produce pérdida tisular significativa, cuyo resultado es *autoamputación* (retiro no quirúrgico del tejido muerto). La gangrena es un riesgo constante hasta que la pérdida tisular es completa. Se espera que el paciente presente una convalecencia prolongada e incapacidad permanente.⁸⁴

Evaluación. Puesto que el paciente ha experimentado una exposición leve a moderada al frío, es indispensable descartar la hipotermia y evaluar la deshidratación. Aunque ésta no es una afección de congelamiento, la LFSC es aún insidiosa y potencialmente incapacitante; el dato común de estas dos lesiones localizadas por frío es que la extremidad se enfría hasta el punto de la anestesia o entumecimiento cuando se presentan.

La clave del tratamiento de la LFSC es la detección y el reconocimiento durante la evaluación. En la evaluación primaria, el tejido lesionado parece macerado, edematoso, pálido, anestesiado, sin pulso e inmóvil, pero no congelado. Los pacientes se quejan de torpeza e inseguridad cuando intentan caminar. Después de retirarse del frío, durante o después del recalentamiento, el flujo sanguíneo periférico aumenta conforme se inicia la reperfusión del tejido isquémico. Las extremidades cambian de color, de blanco a azul moteado pálido, en tanto persisten frías y entumecidas. Se hace el diagnóstico de pie de trinchera o inmersión en general cuando estos signos no han cambiado después del recalentamiento pasivo de los pies. Cuando han transcurrido de 24 a 36 h del recalentamiento aparece una hiperemia notoria, asociada con un dolor ardoroso intenso y recuperación de la sensibilidad proximal, no así la distal, producida por una vasodilatación venosa. Aparecen edema y ampollas en las áreas lesionadas conforme aumenta la perfusión. La piel se mantendrá con mala perfusión después de que aparece la hiperemia, y posiblemente se esfacele conforme evoluciona el proceso. Cualquier ausencia de pulso después de 48 h en la extremidad lesionada sugiere una afección grave y profunda, así como mayor probabilidad de pérdida tisular sustancial.

Tratamiento. Una vez que se detecta una probable LFSC, las prioridades son eliminar cualquier enfriamiento adicional, prevenir traumatismos agregados a la extremidad y transportar al paciente. No permita al paciente caminar con la extremidad lesionada. Retire con cuidado el calzado y las tobilleras. Cubra la zona o extremidad lesionada con un apósito laxo, seco, estéril; proteja del frío; y empiece el recalentamiento pasivo del tejido lesionado durante el transporte. La zona afectada puede agravarse por el

peso de un cobertor. No es necesario el recalentamiento activo. No dé masaje al área afectada porque esto aumentará el daño tisular. Según se requiera, trate la deshidratación del paciente con una carga de soluciones IV y revalórela. Dependiendo de la duración del transporte, puede aparecer dolor intenso durante el recalentamiento pasivo, conforme los tejidos empiezan a reperfundirse, y quizá sea necesario tratar el malestar por analgesia adecuada con opiáceos (p. ej., inicie con 5 mg de morfina IV, según sea necesario).

Lesión por congelamiento

En una mayor exposición periférica de los tejidos al frío, empezando con el congelamiento de primer grado (sin pérdida tisular), el proceso progresa de una destrucción leve a grave de los tejidos, y posiblemente su pérdida por vasoconstricción intensa.^{8,9,13} Las partes corporales más susceptibles a la congelación son los tejidos con grandes cocientes de superficie: masa (como los oídos y la nariz), o las zonas más alejadas del centro del cuerpo (como manos, dedos, pies, artejos) y los genitales masculinos. Estas estructuras tienen máxima susceptibilidad a la lesión por frío debido a que contienen muchas *anastomosis* arteriovenosas capilares (conexiones) que fácilmente derivan sangre lejos durante la vasoconstricción. La respuesta normal del cuerpo a una temperatura menor que la deseable es aminorar el riego sanguíneo a la superficie cutánea para disminuir el intercambio de calor con el ambiente. El cuerpo lo logra por vasoconstricción de vasos sanguíneos periféricos, en un intento por desviar sangre templada hacia el centro del cuerpo para mantener una temperatura normal. La disminución de ese flujo sanguíneo aminora de manera considerable la cantidad de calor derivado a las extremidades distales.

Mientras más prolongado sea el periodo de exposición al frío, más disminuirá el riego sanguíneo a la periferia. El cuerpo conserva la temperatura central a costa de la temperatura de las extremidades y la piel. La pérdida de calor de los tejidos es mayor que el que llega a esa zona.

Cuando una extremidad se enfría hasta 15 °C (59 °F) se presenta vasoconstricción máxima y flujo sanguíneo mínimo. Si el enfriamiento continúa hasta 10 °C (50 °F), se interrumpe la vasoconstricción por periodos de *vasodilatación inducida por el frío (VIPF)*, proceso que se conoce como "respuesta de caza", y un incremento relacionado con la temperatura tisular causado por un aumento del riego sanguíneo. La VIPF reaparece en ciclos de 5 a 10 min para proveer cierta protección del frío. Los individuos muestran diferencias en la susceptibilidad al congelamiento cuando son expuestos a las mismas condiciones de frío, lo que puede explicarse por la cantidad de VIPF.

Los tejidos no se congelan a 0 °C (32 °F) porque las células contienen electrólitos y otros solutos que evitan el congelamiento hasta que la temperatura cutánea alcanza casi -2.2 °C (28 °F). En casos de temperatura por debajo de la de congelación, cuando las extremidades se dejan sin protección, los líquidos intracelular y extracelular se pueden congelar, lo que da lugar a la formación de cristales de hielo. Conforme éstos se forman, se expanden y causan daño a los tejidos locales. Pueden formarse también coágulos sanguíneos, lo que altera más la circulación de la región lesionada.

El tipo y la duración de la exposición al frío son los dos factores más importantes para determinar el grado de lesión por congelamiento, que se clasifica por la profundidad de la lesión y el cuadro clínico.¹³ El grado de lesión en muchos casos no se conocerá durante al menos 24 a 72 h después del descongelamiento, excepto en aquellas exposiciones muy pequeñas o graves. La exposición cutánea de

duración breve pero muy intensa al frío creará una lesión superficial, en tanto puede presentarse la congelación grave de toda una extremidad durante las exposiciones prolongadas. La lesión directa por frío suele ser reversible, pero ocurre daño tisular permanente durante el recalentado. En los casos más graves, incluso con un recalentado apropiado del tejido, puede ocurrir trombosis microvascular, que lleva a la aparición de signos tempranos de gangrena y necrosis. Si el sitio lesionado se congela, se descongela y luego vuelve a congelarse, el segundo congelamiento causa una mayor cantidad de trombosis grave y daño vascular con pérdida tisular. Por ese motivo, los proveedores de atención prehospitalaria necesitan prevenir que se recongele cualquier tejido congelado que se descongela durante el tratamiento inicial en el campo.

Los métodos usuales de clasificación del congelamiento incluyen cuatro grados de lesión (a semejanza de las quemaduras) con base en los datos físicos iniciales después del congelamiento y los avanzados en el hospital, después del recalentamiento (Figuras 21-18 y 21-19), como sigue:



Figura 21-18 Edema y formación de ampolla 24 h después de la lesión por congelamiento.

Fuente: © J. Barabe / Custom Medical Stock Photo.



Figura 21-19 Congelamiento profundo de segundo y tercer grados con ampollas hemorrágicas, un día después del descongelamiento.

Fuente: © ANT Photo Library / Science Source.

- **Congelamiento de primer grado.** Esta lesión epidérmica se limita a la piel que tuvo breve contacto con el aire o un metal frío. La piel se observa blanca o como una placa amarillenta en el sitio de lesión. No hay ampollas o pérdida tisular. La piel se descongela rápidamente, se siente entumecida y tiene un aspecto rojo con edema circundante; su cicatrización ocurre en 7 a 10 días.
- **Congelamiento de segundo grado.** Este grado de lesión afecta a toda la epidermis y la dermis superficial. Inicialmente parece similar a una lesión de primer grado; sin embargo, los tejidos congelados están en una ubicación más profunda. El tejido se siente rígido al tacto, pero el subyacente cede ante la presión. El descongelamiento es rápido y después ocurre vesiculación, o aparición de ampollas en la piel superficial, que contienen líquido claro o lechoso después de varias horas, rodeadas por eritema y edema. No hay pérdida permanente de tejido. La cicatrización ocurre en 3 a 4 semanas.
- **Congelamiento de tercer grado.** Este grado de lesión afecta la epidermis y la dermis. La piel congelada es rígida, con restricción de la movilidad. Después de que se descongela el tejido, la piel presenta edema junto con una ampolla llena de sangre (*bula hemorrágica*), lo que indica traumatismo vascular de los tejidos profundos. El edema restringe la movilidad. Ocurre pérdida cutánea de manera lenta, que lleva a la momificación y el esfacelo. La cicatrización es lenta.
- **Congelamiento de cuarto grado.** En este ámbito el tejido congelado incluye por completo todo el grosor de la piel hasta la dermis, con afección de músculo y hueso. No hay movilidad en presencia de congelamiento y se presenta movimiento pasivo después de la descongelación, sin función muscular intrínseca. La perfusión cutánea es mala y no aparecen ampollas o edema. Son evidentes los signos tempranos del tejido necrótico. Ocurrirá un proceso lento de momificación junto con esfacelo tisular y autoamputación del tejido no viable.

Aunque la clasificación tradicional del congelamiento es de cuatro grados de lesión, clasificarlas como superficiales o profundas es lo más fácil para el proveedor de atención prehospitalaria en el contexto previo al hospital.⁸⁹⁻⁹¹ El **congelamiento superficial** (de primero y segundo grados) afecta a la piel y los tejidos subcutáneos, con resultado de ampollas claras cuando se recalienta. El **congelamiento profundo** (tercero y cuarto grados) afecta la piel, el músculo y el hueso, con aparición de ampollas hemorrágicas en la piel cuando se recalienta. El grado de intensidad y la pérdida tisular prevista variarán en cada extremidad.⁹²

En situaciones especiales, puede ocurrir congelamiento de manera rápida y los proveedores de atención prehospitalaria responderán ante lo siguiente:

- Derrames de hidrocarburos en la piel (p. ej., la gasolina causará evaporación rápida y conducción a temperaturas por debajo de la de congelación)
- Contacto de un metal extremadamente frío con la piel tibia
- Viento helado intenso sobre la piel expuesta debido al ala rotatoria de un helicóptero de atención médica

Evaluación. A su arribo, valore la seguridad del escenario y después el ABC del paciente. Retírelo del frío y colóquelo en una zona protegida de la humedad, el frío y el viento. Muchas víctimas

de congelamiento pueden tener trastornos médicos asociados adicionales, como deshidratación, hipovolemia, hipotermia, hipoglucemia y lesión traumática. Retire cualquier ropa húmeda para disminuir al mínimo una mayor pérdida de calor corporal. En caso de duda, trate primero la hipotermia. El congelamiento superficial suele evaluarse mediante una combinación de reconocimiento de las condiciones ambientales, localización de la principal manifestación de dolor o entumecimiento del paciente, así como observación de piel descolorida en la misma región. Las condiciones ambientales durante la exposición deben estar por debajo del punto de congelación.

Las lesiones por congelamiento son insidiosas porque el paciente tal vez no tenga dolor en el sitio de lesión cuando la piel está congelada y cubierta por un guante o calzado. La detección del área afectada requiere la inspección visual directa de regiones corporales con elevada sospecha, como se señaló antes. La palpación suave de la zona puede determinar si el tejido subyacente es distensible o está duro. Asegúrese de que el paciente o el proveedor de atención prehospitalaria no frote o dé masaje a la piel afectada, ya que esto causará mayor daño celular a los tejidos congelados. El paciente con congelamiento superficial por lo general se quejará de malestar durante la manipulación del área afectada. En aquellos con congelamiento profundo, el tejido afectado estará duro y, por lo general, no habrá dolor al tacto. Después de la inspección de la zona afectada, se requiere una decisión en cuanto al método de recalentamiento, que suele basarse en el tiempo de transporte hasta el SU.

El protocolo de SMU del Estado de Alaska para el recalentado ante un congelamiento en la fase prehospitalaria señala:⁹³

1. Si el tiempo de transporte es breve (máximo de 1 a 2 h), los riesgos que conllevan el recalentamiento inapropiado o el recongelamiento en la fase prehospitalaria rebasan los riesgos del retraso del tratamiento del congelamiento profundo.
2. Si el tiempo de transporte será prolongado (más de 1 a 2 h), el congelamiento a menudo se presentará de manera espontánea. Es más importante prevenir la hipotermia que recalentar rápidamente el segmento congelado en agua caliente. Esto no significa que la extremidad congelada permanezca en el frío para prevenir el recalentamiento espontáneo. Prevea que las áreas congeladas se recalentarán como consecuencia de mantener la temperatura del paciente y protéjalo del recongelamiento a toda costa.

Tratamiento. Los pacientes con congelamiento superficial o más intenso deben colocarse con la zona afectada sobre una superficie corporal caliente, como cubrir los oídos del paciente con sus manos o colocar los dedos afectados dentro de las axilas o ingles. El congelamiento superficial sólo necesita calentamiento hasta la temperatura corporal normal.

El tratamiento de la congelación profunda en el contexto prehospitalario incluye primero evaluar y controlar al paciente en lo que se refiere a hipotermia, si está presente.⁹² Provea cuidados de sostén y refugio apropiados para el paciente y la parte afectada para disminuir al mínimo la pérdida de calor. No permita que el paciente apoye el pie afectado al caminar. Proteja los tejidos frágiles de traumatismos adicionales durante el traslado. Valore la zona congelada. Retire cualquier ropa y joyería de la zona afectada y revísela en cuanto a la pérdida de sensibilidad.

Si hay congelamiento distal a una fractura, intente alinear la extremidad, a menos que haya resistencia. Entablille la fractura de manera que no comprometa la circulación distal.

Seque con aire la zona afectada y no frote los tejidos. Cubra la zona afectada con una compresa laxa, seca, voluminosa, estéril, no compresiva o adherente. Los dedos y artejos deben separarse en forma individual y protegerse con una gasa de algodón estéril. No drene ampolla alguna. Manos y pies deben entablillarse y elevarse para disminuir el edema.

Suelen requerirse analgésicos opiáceos IV para el alivio del dolor y deberían iniciarse antes de que los tejidos se descongelen. Inicie NS IV con una carga de 250 mL para tratar la deshidratación y disminuir la viscosidad sanguínea y el espesamiento capilar. Asegure el transporte temprano a una instalación apropiada.

Los intentos por iniciar el recalentamiento de los pacientes con congelamiento profundo en el campo puede ser peligroso para la recuperación en un momento dado y no se recomiendan, a menos que los tiempos de transporte sean prolongados (mayores de 2 h). Si se prevé un transporte prolongado, descongele la parte afectada en un baño de agua tibia a una temperatura no mayor de 37 a 38.9 °C (98.6 a 102 °F) hasta que se reblandezca y se haga plegable al tacto (~ 30 min). Si preocupa el recongelamiento, no descongele.

Administre ibuprofeno (12 mg/kg, hasta 800 mg) si está disponible. Los medicamentos no esteroides, como el ibuprofeno, ayudan a disminuir la inflamación y el dolor e inhiben la producción de las sustancias que causan vasoconstricción.

Durante el transporte, hidrate al paciente mediante la provisión de alguna bebida tibia (y no alcohólica) si está disponible, dependiendo de su grado de conciencia y otras lesiones. Se desalentará el uso del tabaco (fumado, masticado, o en parches de nicotina) debido a que la nicotina produce vasoconstricción adicional.

Hipotermia accidental

Se define a la *hipotermia* como la circunstancia en que la temperatura central del cuerpo es menor de 35 °C (95 °F), determinada por un termómetro rectal colocado al menos 15 cm dentro del recto en una sonda.¹⁴ La hipotermia puede considerarse un decremento de la temperatura central que impide al paciente generar suficiente calor para regresar a la homeostasis y las funciones corporales normales.

Puede ocurrir hipotermia en muchas circunstancias diferentes, como resultado del aire ambiental frío, la inmersión o la sumersión en agua fría (hasta casi la sofocación en agua fría), y puede inducirse de manera intencional durante una intervención quirúrgica.^{14,94,95} Ocurre por lo general hipotermia por inmersión ("cabeza afuera") cuando un individuo se coloca de modo accidental en un ambiente frío sin preparación o planeación. Por ejemplo, una persona que cae en agua helada está de inmediato en peligro de convertirse en víctima de sumersión, resultado del reflejo de boqueo de "shock frío", la pérdida de la destreza motora, hipotermia y mareo. Estos aspectos únicos de los incidentes de sumersión pueden llevar a la hipoxia e hipotermia (véase la discusión posterior y el Capítulo 22, Trauma ambiental II: rayos, ahogamiento, buceo y altitud).

La progresión de la hipotermia en aire o agua fríos puede retrasarse, en tanto la producción metabólica de calor sea similar a la pérdida. La supervivencia ante la exposición a un frío avasallador es posible, con muchos casos comunicados en el mar y otras condiciones extremas.^{96,97} Se sabe que muchos factores afectan la supervivencia después de la exposición al frío, incluidos edad,

género, composición corporal (p. ej., cociente de superficie de la masa corporal), el inicio y la intensidad del tiritar, el grado de acondicionamiento físico, el estado nutricional y el consumo de alcohol.

Puede ocurrir hipoglucemia durante fases progresivas de la hipotermia, y quizá sea más frecuente en aquella por inmersión. Esto ocurre por el consumo rápido de las fuentes energéticas de glucosa sanguínea y glucógeno muscular por los músculos en contracción durante el proceso de tiritar. Conforme las reservas de glucosa sanguíneas se consumen por el tiritar, el hipotálamo encefálico que actúa como centro termorregulador del cuerpo es privado de su principal combustible. En consecuencia, una persona que consumió alcohol tiene mayor riesgo de hipotermia porque éste bloquea la producción de glucosa del cuerpo e inhibe el tiritar máximo para la producción de calor.¹⁴ Por lo tanto, la evaluación rápida y el tratamiento eficaz de la hipoglucemia en el paciente con hipotermia son indispensables para lograr un incremento eficaz en el metabolismo y el tiritar durante el calentamiento.

A diferencia del congelamiento, la hipotermia que lleva a la muerte puede presentarse en ambientes con temperaturas muy por arriba de la de congelación. La **hipotermia primaria** se presenta en general cuando los individuos sanos se encuentran en condiciones climáticas adversas, no están preparados o son avasallados por la exposición aguda o crónica al frío y hay un descenso involuntario de la temperatura central (por debajo de 35 °C [95 °F]). Las muertes por

hipotermia primaria son resultado directo de la exposición al frío y se documentan por el médico forense como accidentes, homicidios o suicidios.¹⁸

La **hipotermia secundaria** se considera una consecuencia normal de los trastornos sistémicos del paciente, incluidos hipotiroidismo, hiposuprarrenalismo, traumatismos, carcinomas y septicemia. La Figura 21-20 lista una amplia variedad de trastornos médicos relacionados con la hipotermia secundaria. Si no se reconoce la hipotermia o se trata de manera inapropiada, puede ser fatal, en algunos casos en 2 h. La muerte en los pacientes con hipotermia secundaria a menudo es producto de la enfermedad subyacente y potenciada por el descenso de la temperatura. La mortalidad es mayor de 50% en casos de hipotermia secundaria por complicaciones de otras lesiones y en casos graves, donde la temperatura corporal desciende por debajo de 32 °C (89 °F).¹⁴

Se requiere la atención rápida por el proveedor de atención prehospitalaria para prevenir una mayor pérdida de calor corporal en el paciente traumatizado, dado que la hipotermia leve es muy frecuente después de una lesión bajo cualquier condición climática.

Hipotermia y el paciente de traumatología

Es muy frecuente recibir pacientes con hipotermia que llegan al centro de traumatología y tienen una pérdida adicional de calor corporal durante la evaluación primaria.^{96,99} El desarrollo de

Figura 21-20 Circunstancias relacionadas con hipotermia secundaria

Alteración de la termorregulación

- Fracaso central
- Anorexia nerviosa
- Evento vascular cerebral
- Traumatismo del sistema nervioso central
- Disfunción hipotalámica
- Insuficiencia metabólica
- Neoplasias
- Enfermedad de Parkinson
- Efectos farmacológicos
- Hemorragia subaracnoidea
- Toxinas
- Insuficiencia periférica
- Corte transversal agudo de la médula espinal
- Disminución de la producción de calor
- Neuropatía
- Insuficiencia endocrinológica
- Cetoacidosis alcohólica o diabética
- Hiposuprarrenalismo
- Hipopituitarismo
- Acidosis láctica
- Insuficiencia energética

- Ejercicio físico extremo
- Hipoglucemia
- Desnutrición
- Afección neuromuscular
- Nacimiento reciente y edad avanzada con inactividad
- Alteración de los escalofríos

Aumento de la pérdida de calor

- Trastorno dermatológico
- Quemaduras
- Medicamentos y toxinas
- De causa iatrógena
- Parto de urgencia
- Soluciones frías intravenosas
- Tratamiento del shock térmico
- Otros estados clínicos asociados
- Carcinomatosis
- Enfermedad cardiopulmonar
- Infecciones importantes (bacteriana, viral, parasitaria).
- Traumatismo multisistémico
- Shock

Fuente: Datos de 2005 Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Guidelines and 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular.

hipotermia que se inicia en el contexto prehospitalario tiene relación con el efecto del traumatismo sobre la termorregulación y la inhibición de los escalofríos como mecanismo primario de producción de calor.¹⁰⁰ En muchos pacientes la pérdida adicional de calor continúa después del arribo al hospital por una multitud de motivos: paciente expuesto en un SU o centro de traumatología frío, administración de soluciones de reanimación frías, cavidades abdominal o torácica abiertas, uso de anestésicos y agentes bloqueadores neuromusculares que impiden los escalofríos que producen calor, así como mayor exposición al frío en un ambiente de quirófano.^{101, 102}

En el contexto prehospitalario debe retirarse al paciente traumatológico de un piso frío tan pronto como sea posible y colocarlo dentro de una ambulancia templada. La temperatura dentro de la ambulancia debe ajustarse para llevar al mínimo la pérdida de calor del paciente y no para comodidad del proveedor de atención prehospitalaria. Las soluciones tibias IV (37.8 a 42.2 °C [100-108 °F]) también ayudan a mantener la temperatura temporal del paciente.

Una causa de mayor mortalidad de los pacientes de traumatología con hipotermia tiene relación con la combinación letal de hipotermia, acidosis y coagulopatía (incapacidad para la coagulación sanguínea normal). Esto se conoce como la *tríada letal* de los pacientes de traumatología.¹⁰³ Es indispensable evaluar y tratar a los pacientes tanto por traumatismo como por hipotermia, debido a que la coagulopatía es reversible con el recalentamiento.⁹⁹ En un estudio, 57% de los pacientes de traumatología ingresados a un centro de traumatología nivel I presentaba hipotermia en algún punto de su continuo de atención. Se comunica una tasa de mortalidad de 40 a 100% cuando la temperatura central desciende por debajo de 32.2 °C (90 °F) en un paciente de traumatología. Esta tasa contrasta con la de 20% de mortalidad en el paciente con hipotermia primaria (no traumática) y cifras moderadas de temperatura central (de 28 a 32.2 °C [82 a 90 °F]).¹⁰² En consecuencia, la tasa de mortalidad asociada con la hipotermia en la víctima de traumatología es muy significativa, de manera que la definición de hipotermia leve, moderada o intensa ha dado como resultado una clasificación especial.^{103, 104} (Figura 21-21).

Se ha comunicado durante décadas la relación entre traumatismo, hipotermia y aumento de la mortalidad, incluyendo la que ocurre en los pacientes afectados en un combate.¹⁰⁵ Sin embargo, en estudios clínicos recientes se informa que la hipotermia no es un factor de riesgo independiente de mortalidad en los pacientes de traumatología, sino que tiene una relación más estrecha con

la intensidad de la lesión o el síndrome de disfunción de órganos múltiples.¹⁰⁶⁻¹⁰⁹ En un estudio se informó que ciertas prácticas de atención hospitalaria pueden influir en la gravedad de la hipotermia en los pacientes de traumatología. Tales prácticas incluyen prever la hipotermia, evitar desvestirse al paciente, hacer mediciones frecuentes de la temperatura, mantener la temperatura templada en las cabinas móviles y conservar y proveer sólo soluciones IV templadas.¹⁰⁸ Los beneficios terapéuticos potenciales de la hipotermia inducida de manera intencional actualmente están en estudio (Figura 21-22).

Hipotermia por inmersión

Durante la inmersión, si no hay ganancia o pérdida de calor corporal, se considera que la temperatura del agua es *termoneutra*, de 32.8 a 35 °C (91 a 95 °F), rango en el que un individuo desnudo, parado de manera pasiva dentro de agua a nivel del cuello, puede mantener una temperatura central casi constante por lo menos durante una hora.^{102, 114} Los individuos en agua termoneutra casi no tienen riesgo de shock frío por la inmersión inicial y la hipotermia que se experimenta ante la exposición súbita al agua fría.¹¹⁵

Cuando la inmersión ocurre en agua a temperatura más fría que el límite termoneutro inferior, los cambios fisiológicos inmediatos son una declinación rápida de la temperatura cutánea, vasoconstricción periférica que da lugar a escalofríos y aumento del metabolismo, la ventilación, la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco y la tensión arterial media. Para contrarrestar cualquier pérdida de calor en el agua, debe ocurrir su producción por un aumento de la actividad física, escalofríos o ambos. De lo contrario, la temperatura central continúa decreciendo y cesa el escalofrío, respuestas fisiológicas que disminuyen de modo proporcional con el descenso de la temperatura central.⁹⁵

El máximo riesgo de hipotermia por inmersión suele empezar con una temperatura del agua menor a 25 °C (77 °F).¹¹⁶ Debido a que la capacidad de disipación del calor del agua es 24 veces mayor que la del aire, los individuos tienen riesgo de una hipotermia más rápida dentro del agua. Sin embargo, la actividad física continua (p.ej., natación para mantener la temperatura) en el agua fría en algún momento se convertirá en un detrimento por aumento de la pérdida de calor por convección hacia el agua más fría que rodea el cuerpo, con el resultado de un inicio más rápido de la hipotermia. Este conocimiento ha llevado a recomendar a los individuos disminuir el

Figura 21-21 Rangos de la intensidad de la hipotermia: traumática vs. accidental

Clasificación	Usual	Con traumatismo
Hipotermia leve	35-32 °C (95-89.6 °F)	36-34 °C (96.8-93.2 °F)
Hipotermia moderada	32-28 °C (89.6-82.4 °F)	34-32 °C (93.2-89.6 °F)
Hipotermia grave	28-20 °C (82.4-68 °F)	< 32 °C (89.6 °F)
Hipotermia intensa	20-14 °C (68-57.2 °F)	
Hipotermia profunda	< 14 °C (57.2 °F)	

Fuente: *Surgical Clinics of North America* 75(2), Gentilello et al, Advances in management of hypothermia, pp. 243-256, Copyright Elsevier 1995.

Figura 21-22 Hipotermia terapéutica

Está bien establecido que la tríada letal lesiva en las víctimas de traumatismos aumenta la mortalidad. Sin embargo, hay pruebas crecientes que muestran que la hipotermia intencional tiene una utilidad benéfica en el shock, el trasplante de órganos, el paro cardíaco no traumático y el control de la presión intracraneal ante una lesión encefálica traumática.^{104, 110} La aplicación en más rápido crecimiento de la hipotermia terapéutica en el contexto prehospitalario es en víctimas de un paro cardíaco no traumático súbito.^{104, 111, 112} Se sabe bien que la evolución después de un paro cardíaco es muy mala, con sólo 3 a 27% de todos los pacientes que lo sufren que sobreviven al alta. Sin embargo, con base en la cantidad creciente de pruebas de una mayor tasa de supervivencia con la hipotermia terapéutica en el último decenio, el International Liaison Committee on Resuscitation y otras organizaciones publicaron una declaración de asesoría en el año 2003, al igual que Nolan en 2008 y Nolan y colaboradores en 2010, acerca de la utilidad de la hipotermia después de un paro cardíaco no traumático. En esas declaraciones se hace la recomendación de enfriar de forma intencional al paciente adulto inconsciente con circulación espontánea hasta 32 a 34 °C (89.6 a 93.2 °F) de 12 a 24 h después de un paro cardíaco no traumático fuera del hospital.^{110, 112, 113} En la actualidad no hay pruebas para respaldar la hipotermia terapéutica en el paciente con traumatismo múltiple.

mínimo la pérdida de calor durante la inmersión en agua fría con el uso de la *postura de disminución del escape de calor* (HELP, por sus siglas en inglés), o la *posición de conjunción*, cuando hay varias víctimas de inmersión juntas¹¹⁶ (Figura 21-23).

La temperatura central más baja registrada de un lactante con recuperación neurológica intacta de una hipotermia accidental es de 15 °C (59 °F).¹¹⁷ En un adulto, la temperatura central más baja registrada es de 13.7 °C (56.6 °F) de un sobreviviente de una hipotermia accidental. Se trató de una mujer de 29 años que luchó para su autorrescate durante más de 40 min antes de que los síntomas de hipotermia grave afectaran la contracción muscular.⁹⁷ Estuvo inmersa durante más de 80 minutos antes de que arribara un equipo de rescate, y se inició su reanimación cardiopulmonar (RCP) durante el transporte al hospital local. Después de 3 h de recalentamiento continuo, su temperatura central retornó a la normalidad y ella sobrevivió con una función fisiológica estable.

Debido a que los signos vitales podrían haber disminuido hasta un nivel casi imperceptible, la impresión inicial ante un paciente con hipotermia puede ser que ya está muerto. Los proveedores de atención prehospitalaria que atienden pacientes con hipotermia no deben interrumpir las intervenciones terapéuticas y declarar muerto al paciente hasta que se le haya recalentado a 35 °C (95 °F) y no presente signos de función cardiorrespiratoria y neurológica. La sobreviviente de la hipotermia de 29 años de edad es sólo un ejemplo de una paciente dada de alta del hospital con función neurológica completa después de una RCP prolongada en el terreno. La lección de este caso y otros similares es que aunque la impresión inicial del paciente con hipotermia puede ser que ya esté muerto, esta impresión no es justificación suficiente para impedir el apoyo básico o avanzado. Tenga la siguiente frase en mente: *los pacientes no están muertos hasta que se encuentran con temperatura normal y muertos.*



A



B

Figura 21-23 Técnicas para disminuir las tasas de enfriamiento de los supervivientes en el agua fría. **A.** Postura de disminución del escape de calor (HELP). **B.** Técnica de conjunción.

Ya sea intencional o no, la inmersión en agua fría (con la cabeza afuera) ocurre todo el año en Estados Unidos como resultado de actividades recreativas e industriales, así como por accidentes. Si el individuo sobrevive a la inmersión inicial sin ahogarse, está en riesgo de hipotermia, dependiendo de la temperatura del agua. Es importante señalar que el público en general subestima el tiempo que se requiere para presentar hipotermia en un agua muy fría, pensando que se presenta y da como resultado la muerte con rapidez. Sin embargo, la muerte rápida por inmersión es resultado del pánico que lleva a la aspiración del agua y el ahogamiento, no a la hipotermia. Los puntos clave para comprender lo anterior son que el shock frío inicialmente es la máxima amenaza, y que la víctima debe centrarse más en controlar el reflejo de boqueo y su respiración para sobrevivir hasta esta respuesta fisiológica inicial (Figura 21-24). Las respuestas corporales ante la inmersión en agua fría se pueden dividir en las siguientes cuatro fases que llevan a la muerte. Es importante señalar que se han reportado muertes en las cuatro fases:¹¹⁶

- **Primera fase: —respuesta al shock frío.** Esta etapa se inicia con el reflejo cardiovascular conocido como *shock frío*, respuesta que se presenta con rapidez (entre 0 y 2 min) después de la inmersión (puede aparecer en agua a temperatura menor a 20 °C [68 °F]). Se inicia con un enfriamiento rápido de la piel, vasoconstricción periférica, un reflejo de boqueo y la imposibilidad de retener la respiración, hiperventilación y taquicardia.^{81,84} La respuesta de boqueo puede llevar a la aspiración y al ahogamiento, dependiendo de la localización de la cabeza del individuo por arriba o debajo del agua. Estas respuestas pueden llevar a la muerte súbita e inmediata o en minutos después de la inmersión por diversas circunstancias en este contexto, que incluyen síncope o convulsiones con el resultado de ahogamiento, paro cardiorrespiratorio vaginal y fibrilación ventricular.^{95,118-120}
- **Segunda fase: —incapacidad por frío.** Si una víctima sobrevive a la fase de shock frío, ocurre enfriamiento

significativo en los tejidos periféricos, en especial de las extremidades, en los 5 a 15 min siguientes a la inmersión. Este enfriamiento tiene un efecto deletéreo sobre las destrezas motoras gruesas y finas de las extremidades y causa rigidez de dedos, falta de coordinación y pérdida de la potencia muscular, que hacen casi imposible nadar, sujetar una cuerda de rescate o realizar otras actividades motoras para la supervivencia.^{95,116}

- **Tercera fase: —inicio de la hipotermia.** La supervivencia a las primeras dos fases sin ahogamiento ubica al individuo en riesgo de hipotermia por pérdida continua de calor y disminución de la temperatura central por la inmersión durante más de 30 min. Si la víctima no puede mantenerse por encima del agua por fatiga e hipotermia, está en riesgo de una sumersión, que lleva a la aspiración y el ahogamiento.^{81,88} El tiempo que un individuo puede sobrevivir en agua fría depende de muchos factores. Se ha calculado que una víctima de sumersión no puede sobrevivir por más de 1 h a una temperatura de 0 °C (32 °F) en el agua, y a una de 15 °C (59 °F) es rara la supervivencia después de 6 h.¹²¹
- **Cuarta fase: —colapso cerca del rescate.** En esta fase se han observado decesos durante todos los periodos de rescate del superviviente (antes, durante y después) a pesar de un estado al parecer estable y consciente. Los síntomas van desde un desmayo aparente hasta el paro cardíaco, y se han identificado como shock del recalentamiento o colapso posterior al rescate. Se informa que ocurren muertes hasta 90 min después del rescate, durante el transporte y hasta 24 h de haberse efectuado el rescate. Los tres motivos propuestos para el colapso cerca del rescate son (1) descenso posterior de la temperatura central, (2) colapso de la tensión arterial y (3) cambios en la hipoxia, acidosis o modificación rápida del pH, que inducen fibrilación ventricular. Se señala que hasta 20% de quienes se recuperan vivos hasta la cuarta fase morirá por un colapso cerca del rescate.¹¹⁶

Para mayor información acerca de la supervivencia después de la inmersión en agua fría, véanse las Figuras 21-25 y 21-26.

Figura 21-24 El principio del 1-10-1

Si usted cae en agua helada, recuerde que tiene 1 min-10 min-1 h.*

- Usted tiene 1 min para controlar su respiración, así que no entre en pánico.
- Usted tiene 10 min de movimientos significativos para salir del agua o alcanzar una situación estable.
- Usted cuenta con casi 1 h hasta perder el estado de vigilia por hipotermia, si no entra en pánico o lucha de manera innecesaria. Si está usted usando un dispositivo de flotación personal, tal vez disponga de otra hora hasta que su corazón deje de latir por la hipotermia.

*Tiempos sujetos a la variabilidad individual y factores como las dimensiones corporales, la temperatura del agua y la cantidad del cuerpo sumergida.**

Efectos fisiopatológicos de la hipotermia en el cuerpo

Ya sea por exposición a un ambiente frío o inmersión, la influencia de la hipotermia sobre el cuerpo afecta a todos los órganos y aparatos principales, en particular a corazón, riñón y sistema nervioso central. Conforme la temperatura central disminuye hasta 35 °C (95 °F), se presenta la velocidad máxima de vasoconstricción, escalofríos y tasa metabólica, con aumentos de la frecuencia cardíaca, la respiración y la tensión arterial. La demanda de oxígeno para el metabolismo cerebral disminuye por 6 a 10% por cada ~1 °C (1.8 °F) de descenso de la temperatura central, y se conserva dicho metabolismo.

Cuando la temperatura central decrece hasta 30 y 35 °C (86 y 95 °F), la función cognitiva y cardíaca, la tasa metabólica, la frecuencia ventilatoria y la de escalofríos disminuyen todas de forma significativa o se inhiben por completo. En este punto, los mecanismos limitados de defensa fisiológica para prevenir la pérdida de calor del cuerpo se ven avasallados y la temperatura central decrece de manera rápida.

Figura 21-25 Guías para la supervivencia en aguas frías

Los guardacostas de EUA y otras organizaciones de búsqueda y rescate utilizan guías para ayudar a calcular cuánto tiempo pueden sobrevivir los individuos en el agua fría. Estas guías son modelos matemáticos donde se calcula la velocidad de enfriamiento con base en influencia de las siguientes variables:

- Temperatura del agua y estado del mar
- Aislamiento por la ropa
- Composición corporal (cantidad de grasa, músculo y hueso)
- Cantidad del cuerpo inmersa en agua
- Conducta (p. ej., movimiento excesivo) y postura (p. ej., HELP, de conjunción) del cuerpo en el agua
- Termogénesis por escalofríos¹²²⁻¹²⁴

Figura 21-26 Autorrescate

Los primeros estudios en las décadas 1960 a 1970 sugirieron que durante la inmersión accidental en agua fría era una mejor opción no autorrescatarse intentando nadar cierta distancia hasta alcanzar la seguridad, sino mantenerse en un lugar, flotar tranquilo con chaleco salvavidas o colgarse de un resto flotante y no nadar alrededor, para mantenerse caliente. La investigación más reciente ha sugerido que la natación de autorrescate durante la inmersión accidental en agua fría (de 10 a 13.9 °C [50 a 57 °F]) es una opción viable, con base en las siguientes circunstancias:

- La víctima inicialmente sobrevivió a la fase de shock frío en los primeros minutos de exposición al agua fría.
- La víctima decidió tempranamente intentar el autorrescate o esperar para ser rescatada, ya que la capacidad de toma de decisiones se verá alterada dependiendo de cómo avance la hipotermia.
- Hay una baja probabilidad de rescate por personal de urgencia en el área.
- La víctima puede alcanzar la playa en 45 min de natación con base en su grado de acondicionamiento físico y capacidad natatoria.
- En promedio, una víctima de inmersión en agua fría que usa un dispositivo de flotación personal debería ser capaz de nadar casi 800 m en agua a 10 °C (50 °F) antes de incapacitarse por enfriamiento muscular y fatiga de los brazos, más bien que por hipotermia general.
- La distancia de natación en el agua fría es de casi 33% de la cubierta en un agua más templada.¹²⁵

A una temperatura central de 29.4 °C (85 °F), el gasto cardiaco y la tasa metabólica disminuyen casi 50%. La ventilación y la perfusión son inadecuadas y no cubren la demanda metabólica, lo que causa hipoxia celular, aumento del ácido láctico y, en un momento dado, acidosis metabólica y respiratoria. La oxigenación y el flujo sanguíneo se mantienen en el centro del cuerpo y el encéfalo.

Ocurre bradicardia en un alto porcentaje de pacientes como efecto directo del frío sobre la despolarización de las células del marcapasos cardiaco y su propagación más lenta a través del sistema de conducción. Es importante señalar que el uso de atropina, así como de otros medicamentos cardiacos, a menudo es ineficaz para aumentar la frecuencia cardiaca cuando el miocardio está frío.⁸ Cuando la temperatura corporal central desciende a menos de 30 °C (86 °F), el miocardio se retorna irritable. Los intervalos PR, QRS y QTC se prolongan. Pueden presentarse cambios del segmento ST y las ondas T y J (de Osborne), y simular otras anomalías ECG, como un infarto miocárdico agudo. Las ondas J constituyen una característica sorprendente del ECG en los pacientes con hipotermia y se observan en casi 33% de aquellos con las formas moderada a grave (menos de 32.2 °C [90 °F]). La onda J se describe como una deflexión "a manera de joroba" entre el complejo QRS y la parte inicial del segmento ST.¹²⁶ La onda J se observa mejor en las derivaciones aVL, aVF y lateral izquierda (Figura 21-27).

Ocurre fibrilación ocular y bradicardia extrema como efecto directo del frío, y puede continuar entre 28.3 a 32.2 °C (83 a 90 °F). Cuando la temperatura central alcanza 26.7 a 27.8 °C (80 a 82 °F), cualquier estimulación física del corazón puede causar fibrilación ventricular (FV). La RCP o un manejo rudo (evaluación del paciente y su movimiento) pudieran ser suficientes para causar FV. A estas temperaturas centrales extremadamente bajas, el pulso y la tensión arterial no son detectables y las articulaciones se encuentran rígidas. Las pupilas se tornan fijas y dilatadas a temperaturas centrales extremadamente bajas. Recuerde que no debe asumirse que un paciente está muerto hasta que se le recaliente y aun así no presente signos de vida (ECG, pulso, ventilación y funcionamiento del sistema nervioso central).

Con la exposición aguda al frío, el riego sanguíneo renal aumenta por la derivación de sangre durante la vasoconstricción, lo que puede causar un fenómeno conocido como *diuresis por frío*, donde los pacientes producen más orina y, como resultado, pueden deshidratarse. De 27.2 a 30 °C (81 a 86 °F) el flujo sanguíneo renal disminuye 50%. A este nivel de hipotermia moderada a grave, el decremento en el gasto cardiaco causa un descenso del flujo sanguíneo renal y la tasa de filtración glomerular, que a su vez origina una insuficiencia renal aguda.

Evaluación

Es imperativo evaluar la seguridad del escenario al arribar. Todo aquel que responde a una urgencia necesita verificar la seguridad y la protección de la exposición al frío mientras trabaja en este ambiente. Debe haber una elevada sospecha de hipotermia incluso cuando las condiciones ambientales no son altamente sugerentes (p. ej., viento, humedad, temperatura).

Determine el ABC del paciente. Dedique hasta 60 segundos para evaluar de manera rigurosa su pulso, que pudiese estar presente pero muy débil o ausente en la víctima con hipotermia moderada a grave. Algunos pacientes alertas pueden presentar manifestaciones vagas de fatiga, letargo, náusea, vómito y mareo. Se valora la función

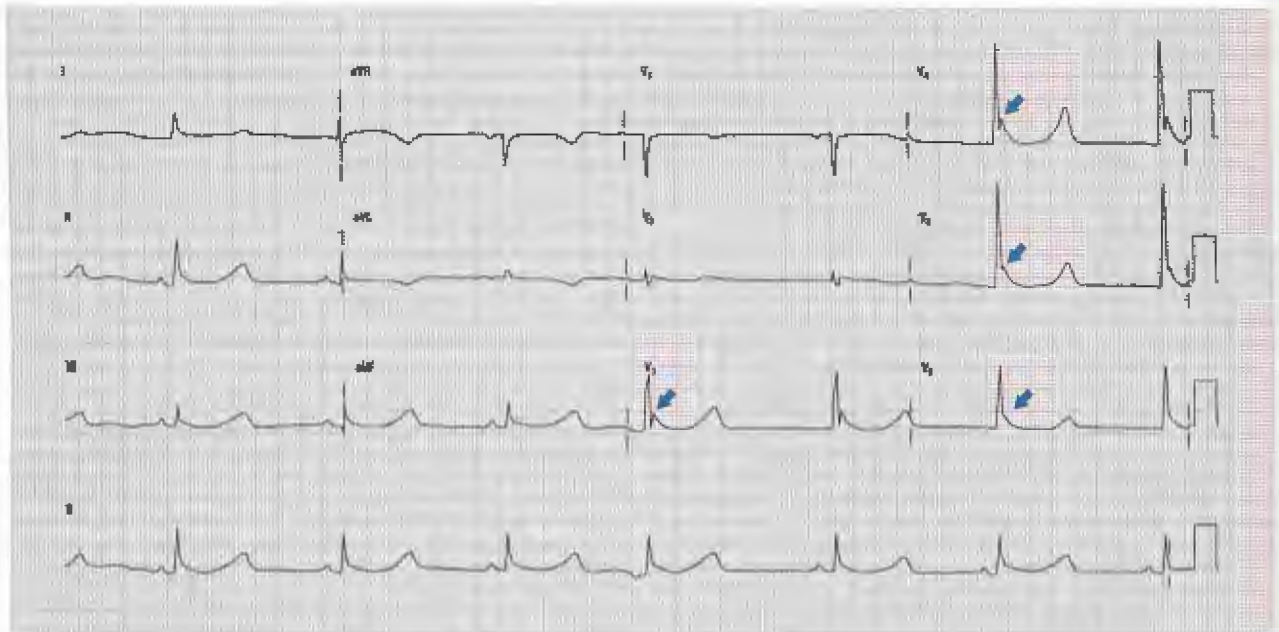


Figura 21-27 Onda J o de Osborne en el paciente con hipotermia.

Fuente: De un ECG de 12 derivaciones: The Art of Interpretation, Cortesía de Tomas B. García, MD.

nerológica y se vigila con frecuencia. Los pacientes con hipotermia grave en general acuden con bradipnea, estupor y coma.

Para determinar con precisión las temperaturas de hipotermia a menudo se requiere un termómetro rectal de rango bajo. Sin embargo, las temperaturas rectales no suelen evaluarse en el terreno o usarse de forma amplia como signo vital en casi todos los sistemas prehospitalarios. Las ambulancias con acceso a un termómetro por lo general portan uno de rango estándar oral o rectal (para lactantes), con un límite inferior de 35.6 °C (96 °F). Los termómetros electrónicos no son útiles para obtener lecturas precisas en situaciones de hipotermia. La determinación de la temperatura por medios infrarrojos en la membrana timpánica en general es precisa, si se usa una técnica cuidadosa para apoyar con seguridad la sonda en la membrana timpánica y no en el conducto auditivo, lo que puede afectar la lectura. Además, el oído debe estar libre de cerumen y sangre. Por lo tanto, es necesario que los proveedores de atención prehospitalaria se basen en la evaluación del escenario, el estado mental del paciente, sus signos vitales, cutáneos y el ABC.

En la Figura 21-28 se provee la respuesta fisiológica prevista con la disminución de la temperatura central.

Los signos de escalofríos y cambio del estado mental son importantes en la evaluación de la sospecha de hipotermia. Los pacientes con hipotermia leve (temperatura central mayor de 32.2 °C [90 °F]) tendrán escalofríos y, por lo general, mostrarán signos de alteración del grado de conciencia (p. ej., confusión, verborrea, alteración de la marcha, torpeza). Se presentarán lentos en sus acciones y suelen encontrarse en un estado no ambulatorio, sentados o acostados. El personal de aplicación de la ley y los proveedores de atención prehospitalaria pueden malinterpretar este trastorno como una intoxicación por fármacos o alcohol, o en los pacientes geriátricos como un

evento vascular cerebral. Sin embargo, el grado de conciencia de un paciente no es un índice confiable de hipotermia; algunos la mantienen con temperaturas menores de 26.7 °C (80 °F).

Cuando la temperatura central de un paciente desciende a 32.2 °C (90 °F), hay hipotermia moderada y probablemente queje de sentir frío. No habrá escalofríos y su grado de conciencia estará muy disminuido, tal vez hasta el punto de la inconsciencia o el coma. Las pupilas del paciente tendrán una reacción lenta y serán dilatadas y fijas. Los pulsos palpables del paciente pueden ser disminuidos o ausentes y la tensión arterial sistólica es baja o terminada. Las ventilaciones del paciente pueden haber disminuido hasta tan pocas como 2 por minuto. Un ECG puede mostrar fibrilación auricular y la disritmia más frecuente. Conforme el miocardio torna más frío e irritable de manera progresiva, a los 27.8 °C (82 °F) se observa FV con mayor frecuencia.

Debido a los cambios en el metabolismo cerebral, tal vez observen signos de *desvestido paradójico* antes de que el paciente pierda el estado de vigilia. Este es un intento por el paciente de retirarse la ropa mientras se encuentra en el ambiente frío y cree que representa una respuesta a un fracaso inminente de termorregulación.

El tratamiento clínico de la hipotermia se basa en los siguientes rangos de temperatura corporal rectal, de acuerdo con la American Heart Association para su uso en el apoyo cardiaco avanzado:¹²⁷

- La *hipotermia leve* corresponde a una temperatura de 33.9 °C (93 °F) y menor de 36.1 °C (97 °F).
- La *hipotermia moderada* es de 30 a 33.9 °C.
- La *hipotermia grave* es menor de 30 °C.

Figura 21-28 Características fisiológicas de la hipotermia

Etapa	°C	°F	Características
Leve	37.6	99.7 ±1	Temperatura rectal normal
	37.0	98.6 ±1	Temperatura oral normal
	36.0	96.8	Aumento en la tasa metabólica y la tensión arterial, así como el tono muscular, antes del escalofrío
	35.0	95.0	Temperatura urinaria 34.8 °C; máxima termogénesis por escalofríos
	34.0	93.2	Aparecen amnesia, disartria y trastornos del juicio; conducta maladaptativa; tensión arterial normal; máxima estimulación respiratoria, taquicardia, y después bradicardia progresiva.
Moderada	33.3	91.4	Aparecen ataxia y apatía; decremento lineal del metabolismo cerebral; taquipnea y después decremento progresivo en el volumen minuto respiratorio; diuresis por frío
	32.0	89.6	Estupor; decremento de 25% en el consumo de oxígeno
	31.0	87.8	Desaparición de la termogénesis por escalofríos
	30.0	86.0	Aparecen fibrilación auricular y otras arritmias; poiquilotermita; pupilas y gasto cardiaco a 66% de lo normal; insulina ineficaz
	29.0	84.2	Decremento progresivo del grado de conciencia, el pulso y la respiración; dilatación pupilar; desvestido paradójico.
Intensa	28.0	82.4	Disminución del umbral de fibrilación ventricular; decremento de 50% en el consumo de oxígeno y del pulso; hipoventilación
	27.0	80.6	Pérdida de los reflejos y los movimientos voluntarios.
	26.0	78.8	Trastornos acidobásicos mayores; sin reflejos de respuesta al dolor
	25.0	77.0	Flujo sanguíneo cerebral de 33% de lo normal; pérdida de la autorregulación vascular cerebral; gasto cardiaco de 45% del normal; puede aparecer edema pulmonar
	24.0	75.2	Hipotensión significativa y bradicardia
Profunda	23.0	73.4	Sin reflejos corneal y oculocefálico; arreflexia
	22.0	71.6	Máximo riesgo de fibrilación ventricular; decremento de 75% en el consumo de oxígeno
	20.0	68.0	El más bajo reinicio de la actividad electromecánica cardiaca; pulso de 20% de lo normal
	19.0	66.2	Silencio electroencefalográfico
	18.0	64.4	Asistolia
	15.0	59.0	Hipotermia accidental mínima del lactante con supervivencia
	13.7	56.7	Hipotermia accidental mínima del adulto con supervivencia
	10.0	50.0	Decremento de 92% en el consumo de oxígeno
	9.0	48.2	Mínima hipotermia terapéutica con supervivencia

Fuente: Modificado de Danzl DF: Accidental hypothermia. In Auerbach PS: Wilderness medicine, ed 6, St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

Tratamiento

La atención prehospitalaria del paciente con hipotermia consta de prevención de una mayor pérdida de calor, manejo cuidadoso, inicio del transporte rápido y recalentamiento. Esto incluye movilizar al paciente lejos de cualquier fuente de frío a una ambulancia templada, o a un refugio templado si el transporte no está disponible de inmediato (véase la sección Transporte prolongado). Después de evaluar el pulso y si no hay signos de vida, debe iniciarse de inmediato la RCP.¹²⁷ Se retirará cualquier ropa húmeda cortando con tijeras para traumatología a fin de evitar el movimiento y agitación innecesarios del paciente. La preocupación por el inicio de la disritmia ventricular con base en el manejo del paciente no debe retrasar cualquier intervención crítica. Esta preocupación se torna más real en los pacientes con hipotermia grave (temperatura central menor de 30 °C [86 °F]). La cabeza y el cuerpo del paciente deberían aislarse del piso frío y cubrirse por completo con cobertores tibios o bolsas para dormir, y acto seguido con una capa externa a prueba de viento para prevenir la pérdida de calor por conducción, convección y evaporación.

Si el paciente está consciente y alerta, debe evitar las bebidas que contengan alcohol o cafeína. Prevea la hipoglucemia y valore la glucemia del paciente. A aquel con hipotermia leve y cifras normales de glucosa sanguínea, provea líquidos templados con alto valor calórico o glucosa. Para los pacientes con hipotermia moderada y una concentración baja de glucosa sanguínea, establezca una venoclisis y administre solución glucosada al 50% (D₅₀) de acuerdo con el protocolo médico local, y repita la determinación de glucosa cada 5 min para precisar la necesidad de cargas adicionales de la solución.

Los pacientes con hipotermia requieren oxígeno a flujo alto debido a que presentan un aporte disminuido del gas a los tejidos, y la curva de disociación de la oxihemoglobina se desvía a la izquierda con un decremento de la temperatura central. Debe proveerse oxígeno a flujo elevado con uso de una mascarilla sin retorno o un dispositivo de bolsa-mascarilla. Por último, el paciente puede beneficiarse más si el oxígeno se atempera (42.2 a 46.2 °C [108 a 115 °F]) y humidifica. De ser posible, la administración de oxígeno templado antes del traslado puede prevenir la FV.

En pacientes hipotérmicos sin respuesta será insuficiente el recalentamiento pasivo para aumentar la temperatura central, y requerirán un adyuvante de vías aéreas para protegerlas, lo que debe iniciarse dependiendo de la rigidez de la mandíbula. El proveedor de atención prehospitalaria no debe dudar en respaldar de forma definitiva la vía aérea, dado que hay un bajo riesgo de desencadenar una disritmia fatal durante un procedimiento de vía aérea avanzada.⁹⁸ Si no puede tener éxito la intubación endotraqueal sin un manejo rudo, continúe la ventilación con un dispositivo de bolsa-mascarilla y considere usar otro dispositivo avanzado de vía aérea (p. ej., el supraglótico de King, el de mascarilla laríngea o la intubación nasal); use al menos una vía aérea oral o nasal con ventilación por bolsa-mascarilla.

La NS intravenosa, idealmente con glucosa al 5%, debe entibiarse a 42.8 °C (109 °F) y administrarse sin agitar al paciente. *El paciente con hipotermia no debe recibir soluciones "frías" (a temperatura ambiente)* porque esto disminuiría más su temperatura y retrasaría el recalentamiento. Cuando no se dispone de NS y solución glucosada, es satisfactoria cualquier solución cristalinoide templada. Provea una carga de 500 a 1000 mL y evite que la solución se congele o se enfríe, colocando la bolsa bajo el paciente para inyectar la solución templada a presión. El efecto de

recalentamiento de las soluciones IV templadas es cuando mucho mínimo, y el proveedor de atención hospitalaria debe aplicar el buen juicio para decidir si las soluciones (orales o IV) son meritorias del riesgo de aspiración, tos o estímulos dolorosos. No se recomiendan las compresas calientes o el masaje de las extremidades del paciente.

Por lo general, el recalentamiento externo activo se hace sólo en la región torácica, sin modificar las extremidades. Este abordaje evitará el aumento de la circulación periférica que causa una mayor cantidad de retorno de sangre más fría desde las extremidades al tórax antes del recalentamiento central. El aumento de retorno de sangre periférica puede incrementar la acidosis y la hipercalemia, y en realidad disminuir la temperatura central ("recaída"), lo que complica la reanimación y puede precipitar una FV.

Guías de la American Heart Association de 2010 para la ciencia de la reanimación cardiopulmonar y la atención cardiovascular de urgencia

Paro cardiaco en circunstancias especiales (hipotermia accidental)

Las guías para la reanimación de un paciente con hipotermia evolucionado durante muchos decenios. La revisión más reciente de las guías de atención cardiovascular de urgencia por la American Heart Association (AHA) se publicó por la AHA en la revista *Circulation* de noviembre de 2010.¹²⁷

La víctima con hipotermia puede presentar muchos retos al proveedor de atención prehospitalaria, en particular cuando es inconsciente, con hipotermia moderada a grave. Debido a que la hipotermia grave se define por una temperatura central menor de 30 °C (86 °F), el paciente puede parecer clínicamente muerto, sin pulso o respiración detectables, por la disminución del flujo cardíaco y de la tensión arterial. Con base en antecedentes, el reto es determinar la viabilidad del paciente sin iniciar intervención de SVB o SVA. Incluso, puede ser difícil determinar por los testigos si estos pacientes tuvieron una exposición primaria a la hipotermia o un suceso médico o lesión traumática que la precedieron. Son preocupaciones para el proveedor de atención prehospitalaria proteger al paciente con hipotermia y el miocardio potencialmente irritable de cualquier manejo rudo e iniciar la compresión torácica en la víctima con pulso no detectable en quien ambas intervenciones pueden iniciar una FV.¹²⁷

Independientemente de algún escenario que originó la hipotermia primaria o secundaria, no deben evitarse los procedimientos para salvar la vida con base en el cuadro clínico, trátese en el contexto urbano con distancias breves de transporte o del ambiente rural con retrasos potenciales significativos en el traslado, puede ser necesario el tratamiento ampliado al paciente en el escenario (véase la siguiente discusión).

Guías de soporte vital básico para el tratamiento de la hipotermia leve a grave

Los pacientes con hipotermia deben mantenerse en posición horizontal en todo momento para evitar agravar la hipotensión, dado que a menudo tienen disminución de volumen por la diuresis por frío. Puede ser difícil percibir o detectar la respiración y el pulso en el paciente con hipotermia, por lo que en principio se recomienda evaluar la respiración y después el pulso durante hasta 60 s, para confirmar uno de los siguientes aspectos:

- Paro respiratorio
- Paro cardiaco sin pulso (asistolia, taquicardia ventricular, FV)
- Bradicardia (que requiere RCP)

Si el paciente no está respirando, inicie de inmediato la ventilación de rescate, a menos que sea notorio que la víctima está muerta (p. ej., decapitación, rigidez cadavérica). Inicie las compresiones torácicas de inmediato en cualquier paciente con hipotermia y sin pulso que no tenga signos detectables de circulación.¹²⁷ Si hay duda acerca de la detección del pulso, inicie las compresiones. Nunca evite las intervenciones de SVB hasta que el paciente se recaliente. Si se determina que está en paro cardiaco, utilice las guías actuales de SVB.

Debe usarse un desfibrilador automático externo (DAE) si hay taquicardia ventricular sin pulso o FV. En las guías actuales de atención cardiovascular de urgencia (véase Figura 21-29) se recomienda tratar a estos pacientes por provisión de hasta cinco ciclos (2 min de RCP) (un ciclo corresponde a 30 compresiones y dos respiraciones) antes de verificar el ritmo ECG e intentar el shock eléctrico cuando arribe el DAE.¹²⁸ Si se determina que hay un ritmo susceptible de choque eléctrico, administre una descarga y después continúe con cinco ciclos de RCP. Si el paciente con hipotermia no responde a una descarga con pulso detectable, deben diferirse los intentos adicionales de desfibrilación y dirigir los esfuerzos a una RCP eficaz, con énfasis en el recalentamiento del paciente hasta arriba de 30 °C (86 °F) antes de intentar una desfibrilación adicional.¹²⁸

Cuando se realizan compresiones torácicas de un paciente con hipotermia, se requiere mayor fuerza porque la elasticidad de la pared torácica disminuye con el frío.¹²¹ Si la temperatura central es menor de 30 °C (86 °F), es normal que no haya conversión a un ritmo sinusal normal hasta que se logra el recalentamiento por arriba de dicha temperatura.¹³⁰

Se puede insistir demasiado en la importancia de no declarar muerto a un paciente hasta que se le haya recalentado y no se obtenga respuesta. Los estudios de víctimas de hipotermia indican que el frío ejerce un efecto protector sobre los órganos vitales.^{130, 131}

Guías de soporte vital cardiaco avanzado para el tratamiento de la hipotermia

El tratamiento de la hipotermia grave en el campo sigue siendo controvertido.¹²⁷ Sin embargo, las guías para administrar procedimientos de soporte vital cardiaco avanzado (SVCA) son diferentes a

los de un paciente normotérmico. Los pacientes inconscientes con hipotermia requieren protección de la vía aérea y deben intubarse. No retrase el tratamiento de la vía aérea con base en la preocupación del inicio de FV. Como ya se señaló, si se detecta un ritmo susceptible de descargas eléctricas, desfibrile una vez a 120-200 julios trifásicos o 300 julios monofásicos, reinicie la RCP y después difiera los fármacos cardiacos y los intentos de desfibrilación subsiguientes hasta que la temperatura central sea mayor de 30 °C. De ser posible, inicie los procedimientos de recalentamiento activo con oxígeno templado, húmedo, y soluciones IV tibias, y prepare al paciente para su transporte con prevención de una mayor pérdida de calor. Es importante señalar que el recalentamiento pasivo es adecuado para los pacientes con hipotermia leve. Sin embargo, aquellos con hipotermia moderada a grave necesitan recalentamiento activo, que en general se limita a los procedimientos realizados en un SU o una unidad de cuidados críticos. Los procedimientos pasivos de recalentamiento solos en estos pacientes son totalmente inadecuados para aumentar la temperatura central en el contexto prehospitalario, y el personal de SMU debe centrarse en técnicas eficaces para prevenir mayor pérdida de calor.¹⁴

El reto de los procedimientos de SVCA en un paciente con hipotermia es que el corazón puede no responder a los fármacos de SVCA, marcapasos y desfibrilador.¹³² Inclusive, los fármacos de SVCA (p. ej., epinefrina, amiodarona, lidocaína y procainamida) se pueden acumular hasta cifras tóxicas en la circulación por la administración repetida en un paciente con hipotermia grave, en particular cuando se recalienta.¹²⁷ En consecuencia, se recomienda interrumpir los medicamentos IV en los pacientes con temperatura central menor de 30 °C (86 °F). Si un paciente con hipotermia inicialmente acude con una temperatura central mayor de 30 °C (86 °F), o si aquel con hipotermia grave se ha recalentado por arriba de esta temperatura, se pueden administrar medicamentos IV. Sin embargo, se recomiendan intervalos más prolongados entre la administración de fármacos que los estándar en el SVCA.¹²⁷ El uso de la desfibrilación repetida está indicado si la temperatura central continúa aumentando por arriba de 30 °C, en concordancia con las guías actuales de SVCA.¹²⁸

Por último, los procedimientos de SVB/SVCA realizados en el campo deben evitarse si las lesiones del paciente son incompatibles con la vida, si el cuerpo se encuentra congelado al grado de que sean imposibles las compresiones torácicas, o si la boca y la nariz están bloqueadas con hielo.^{14,127} En la Figura 21-29 se provee un algoritmo para las guías de hipotermia leve, moderada y grave para ambos, pacientes con o sin pulso.¹⁰⁸

Prevención de las lesiones relacionadas con el frío

La prevención de las lesiones posteriores al frío en pacientes como usted mismo y otros proveedores de atención prehospitalaria es vital en el escenario. Las recomendaciones para prevenir las lesiones asociadas con el frío incluyen las siguientes:

1. Investigue los factores de riesgo que suelen relacionarse con una lesión por frío:
 - Fatiga
 - Deshidratación



Figura 21-29 Algoritmo para la hipotermia, modificado de las guías de atención cardiovascular de urgencia y reanimación cardiopulmonar de la American Heart Association (AHA) del 2005, y las guías de reanimación cardiopulmonar y atención cardiovascular de urgencia de la American Heart Association del 2012. Nota: el lavado peritoneal, el recalentado extracorpóreo y el recalentado esofágico por sonda suelen ser procedimientos exclusivamente intrahospitalarios.

Fuente: Datos de la American Heart Association: Handbook of emergency cardiovascular care for healthcare providers, Chicago, 2006, AHA.

- Desnutrición
- Faltas de experiencia en el clima frío
- Ascendencia africana
- Uso de tabaco
- Aire helado

2. Cuando usted no pueda mantenerse seco bajo condiciones de frío, humedad y viento, termine su sesión en el exterior y busque refugio tan pronto como sea posible.

3. Recuerde que los individuos con antecedentes de lesión por frío tienen mayor riesgo de una lesión posterior de este tipo.
4. Evite la deshidratación.
5. Evite el alcohol en ambientes fríos.
6. Use la técnica de conjunción con otras personas si su inmersión accidental ocurre en agua fría. Usted tiene más probabilidad de sobrevivir si se mantiene quieto en el agua fría a 20 °C (68 °F) y no intenta nadar a la orilla, a menos que esté cerca.
7. Aumenta su probabilidad de supervivencia en ambientes fríos mediante:
 - Mantenimiento del deseo de sobrevivir.
 - Capacidad de adaptación e improvisación.
 - Mantenimiento del optimismo y la creencia de que el suceso es sólo una situación temporal.
 - Mantenimiento de la calma y el sentido del humor.
8. Use el calor para templar las extremidades frías o casi congeladas, colocando los dedos en las axilas o las ingles. Los artejos y los pies se pueden colocar en el estómago de otra persona.
9. Mantenga ropas de protección contra clima frío (p. ej., botas, tobilleras, guantes, gorra, pantalones y chaqueta aislados, cubierta externa a prueba de viento) en su automóvil, para urgencias inesperadas durante los meses de clima frío. Evite las ropas que absorben la humedad, ya que la ropa húmeda exagera la pérdida de calor (p. ej., use lana o vellón).
10. Use siempre guantes. Puede ocurrir congelamiento rápidamente cuando se tocan objetos de metal fríos con las manos desnudas. Los mitones son más eficaces para atrapar aire tibio alrededor de todos los dedos que los guantes de cinco dedos.
11. Comprenda que el índice de aire helado (Figura 21-30) está constituido por la velocidad y la temperatura del aire, y use ropa aislante para el frío extremo y una vestimenta a prueba de viento.
12. Mantenga los pies secos con tobilleras que transfieran la humedad hacia el zapato.
13. No camine en la nieve con zapatos bajos. Si usted carece de calzado apropiado y ropa protectora, intente mantenerse en un área protegida.
14. No se acueste o repose de manera directa en la nieve. Hágalo sobre ramas de árbol, una colchoneta para dormir o un poncho. Use una bolsa para dormir en exteriores.
15. No use ropa que absorba y retenga el sudor; cualquier sudor retenido en su ropa aumentará la pérdida de calor y causará escalofríos.
16. Cuando use una loción, utilice la de base oleosa (p. ej., ChapStick, Vaseline). Las lociones a base de agua en la cara, las manos y los oídos, aumentarán los riesgos de enfriamiento intenso y congelación.
17. Cuando se proteja de las temperaturas más bajas en clima frío, asegúrese de cubrir la región genital. Use pantalones para sudar, ropa interior larga, medias de

Tabla de viento helado

		Temperatura (°F)																	
En calma		40	35	30	25	20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
Viento (MPH)	5	36	31	25	19	13	7	1	-5	-11	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-52	-57	-63
	10	34	27	21	15	9	3	-4	-10	-16	-22	28	-35	-41	-47	-53	-59	-66	-72
	15	32	25	19	13	6	0	-7	-13	-19	-26	-32	-39	-45	-51	-58	-64	-71	-77
	20	30	24	17	11	4	-2	-9	-15	-22	-29	-35	-42	-48	-55	-61	-68	-74	-81
	25	29	23	16	9	3	-4	-11	-17	-24	-31	-37	-44	-51	-58	-64	-71	-78	-84
	30	28	22	15	8	1	-5	-12	-19	-26	-33	-39	-46	-53	-60	-67	-73	-80	-87
	35	28	21	14	7	0	-7	-14	-21	-27	34	-41	-48	-55	-62	-69	-76	-82	-89
	40	27	20	13	6	-1	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78	-84	-91
	45	26	19	12	5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79	-86	-93
	50	26	19	12	4	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81	-88	-95
	55	25	18	11	4	-3	-11	-18	-25	-32	-39	-46	-54	-61	-68	-75	-82	-89	-97
60	25	17	10	3	-4	-11	-19	-26	-33	-40	-48	-55	-62	-69	-76	-84	-91	-98	

Tiempos de congelación: 30 min 10 min 5 min

Aire helado (°F) = 35.74 + 0.6215T - 35.75(V^{0.16}) + 0.4275T(V^{0.16})
 donde, T = Temperatura del aire (°F) V = Temperatura del viento (mph)

Figura 21-30 Índice de viento helado.
 Fuente: Cortesía del National Weather Service.

lica, pantalones de Gore-Tex o cualquier combinación de esa vestimenta.

18. Para prevenir la congelación:

- No use ropas apretadas, guantes o botas que restrinjan la circulación.
- Haga ejercicio con dedos, artoes y la cara de manera periódica para mantenerlos tibios y detectar zonas entumecidas.
- Trabaje o ejercítese con un compañero que esté al tanto de los signos de precaución de lesión por frío o hipotermia.
- Use ropa aislante y manténgala seca; tenga ropa interior, tobilleras y zapatos de reserva en todo momento.
- Esté pendiente de entumecimiento y hormigueo.¹³³

Transportación prolongada

En ocasiones, la localización de un paciente dará como resultado un atraso en el transporte o su duración prolongada hasta una instalación apropiada, lo que requiere una atención prehospitalaria más amplia. En consecuencia, los proveedores de atención prehospitalaria pueden requerir considerar opciones para prácticas más allá de las que se usarían con un transporte rápido. Cómo se cuida al paciente depende del tiempo con que se cuenta para la atención definitiva, los protocolos médicos aprobados, el equipo y las provisiones a la mano, el personal y los recursos adicionales, así como la localización y gravedad de las lesiones.

Algunas consideraciones de atención ampliada para los pacientes con lesiones moderadas a graves de cada uno de los ambientes expuestos en este capítulo se incluyen aquí como con todo paciente atendido. Se comprende que la primera prioridad es la seguridad del lesionado, el ABCDE y el uso de procedimientos de evaluación y tratamiento estándar apropiados para esos ambientes. Si se dispone de un control médico, obtenga siempre una consulta temprana y comuníquese de forma sistemática durante todo el periodo de atención ampliada. Cualquiera de los procedimientos listados que salen del alcance de la práctica de un individuo debe ser llevado a cabo sólo por otro proveedor de atención médica acreditado.

También es importante saber que todas las agencias tienen guías establecidas para la discontinuación de la CPR. En la AHA se publicó una discusión sobre los temas éticos que surgen de evitar o retrasar los esfuerzos de reanimación por SVB o SVA.¹²⁸ En la Wilderness Medical Society se recomienda que una vez que se inicia la RCP, se continúe hasta la reanimación exitosa con un paciente despierto, hasta que los rescatistas estén exhaustos, hasta que haya riesgo para los rescatistas, hasta que el paciente cambie a un tratamiento más definitivo o hasta que no responda a los esfuerzos de reanimación prolongados (30 min).¹³⁴ En la Asociación Nacional de Médicos de SMU también se proveen guías (véase el Capítulo 7, Evaluación y manejo del paciente) para la introducción de la RCP en el ambiente prehospitalario.¹³⁵ Si se dispone de control médico, empiece la consulta del paciente, de ser posible, para considerar la terminación de la RCP después de un tiempo total de 20 minutos, dependiendo de circunstancias especiales (véase el Capítulo 22, Trauma ambiental II: rayos, ahogamiento,

buceo y altitud, para situaciones adicionales [p. ej., sumersión en agua fría, descarga por un rayo] donde la RCP se puede ampliar más de 20 a 30 min).¹³⁴

Enfermedades relacionadas con el calor

Golpe de calor

Provea enfriamiento de todo el cuerpo tan rápido como sea posible. Reflexione acerca del uso de cualquier acceso disponible al agua. Sumerja el cuerpo hasta el nivel del cuello en agua fría (mantenga el control del cuerpo y proteja la vía aérea) o rocíe todo el cuerpo con agua (p. ej., soluciones IV, solución salina, frascos de agua, mochila de agua para hidratación) y provea una fuente de corriente de aire continua (p. ej., corriente de aire natural, ventilador con una toalla, ventiladores para incendios). Cuando sea posible, manténgase en contacto con el médico de control para tenerlo informado del estado del paciente y poder recibir instrucciones adicionales. Interrumpa el enfriamiento corporal cuando la temperatura rectal alcance 38.9 °C (102 °F). A continuación, proteja al paciente de los escalofríos y la hipotermia.

Conforme se encuentre enfriando al paciente, controle la vía aérea si no hay respuesta e inicie una buena ventilación con un dispositivo de bolsa-mascarilla con oxígeno a flujo alto. Aplique una venoclisis, inyecte una carga de 500 mL de solución NS y valore los signos vitales. Se requiere evaluar los signos vitales de los pacientes cada 500 mL inyectados. El volumen total de líquidos administrados no debe rebasar 1 o 2 L en la primera hora. Se puede considerar 1 L adicional durante la segunda hora si se amplía la atención prehospitalaria.

Las siguientes prioridades son tratar cualquier actividad convulsiva e hipoglucemia de acuerdo con el protocolo médico con diazepam y solución glucosada, respectivamente. Coloque al paciente en posición de recuperación y continúe la evaluación para incluir el grado de conciencia, los signos vitales, la temperatura rectal y la glucosa sanguínea. Provea atención de respaldo y cubra las necesidades corporales básicas durante el periodo de atención ampliada restante.

Hiponatremia relacionada con el ejercicio

Corrija la supuesta concentración baja de sodio sanguíneo. Si el paciente puede tomar alimentos por vía oral y se dispone de ellos, déle papas fritas, pretzel y cualquier otro alimento salado, o una bebida electrolítica deportiva u otra que contenga sodio. Se ha demostrado que una solución oral de sodio es un evaluar hipertónico salino apropiado.¹³⁶ En el terreno, esta solución podría prepararse disolviendo tres a cuatro cubos de consomé en media taza de agua (125 mL) (~ 9% de sal). No se recomiendan las pastillas de sal sola; deben acompañarse de líquido adicional y conllevar el riesgo de aumentar demasiado las concentraciones de sodio.

A continuación, establezca una venoclisis e inicie NS con una velocidad de flujo de acuerdo con MVP. Revise con el control médico para considerar una velocidad de flujo de 250 o más mL con base en el retraso calculado en el transporte del paciente al hospital o la presencia de deshidratación breve o rhabdomiólisis. No use soluciones hipotónicas, porque exacerbaran el edema cerebral.

podrían potenciar el trastorno llevando a las convulsiones, el coma o la muerte. En un paciente con signos o síntomas graves (convulsiones o coma) considere la administración de furosemida (un diurético, si disponible) para aminorar el contenido de agua corporal extracelular mientras se provee algo de sodio con la administración de 200 a 500 mL/hora de NS por vía intravenosa.

Valore el edema cerebral y el aumento de la presión intracraneal. Establezca una calificación basal de la escala de coma de Glasgow y repita su cálculo cada 10 min como un índice de la progresión del edema cerebral y el aumento de la presión intracraneal (trate de acuerdo con las recomendaciones para el edema cerebral; véase el Capítulo 10, Trauma en cabeza).

Prepárese para tratar la náusea y el vómito en proyectil. Tome una bolsa grande de basura y haga un orificio para la cabeza del paciente, de casi 30 cm, por debajo del borde. Coloque la cabeza del paciente a través del orificio, de manera que pueda ver hacia abajo al centro de la bolsa. También prepárese para drenar la orina cuando empiece la diuresis. Use una bolsa grande de basura como pañal, un cubo u otro recipiente.

Administre oxígeno complementario (2 a 4 L/min por cánula nasal) si el paciente presenta signos de insuficiencia pulmonar, letargo o confusión. Trate la vía aérea en los pacientes que no responden e inicie una buena ventilación con un dispositivo de bolsa-mascarilla (sin hiperventilar); vea el Capítulo 10, Trauma en cabeza), con oxígeno a 10 respiraciones/min.

Valore la concentración de glucosa sanguínea del paciente y provea solución glucosada al 5% por protocolo a aquellos con hipoglucemia. Vigile en cuanto a convulsiones y administre un anticonvulsivo (p. ej., diazepam, inicialmente 2 a 5 mg/IV/ intramuscular, y ajuste de acuerdo con el protocolo médico). Coloque a los pacientes inconscientes en decúbito lateral izquierdo. Continúe su evaluación constante.

Enfermedades relacionadas con el frío

Congelación

Inicie soluciones IV MVP antes de los procedimientos de recalentado. Si no se puede tener acceso a una vena, la vía intraósea es una alternativa. En una situación de retraso significativo del transporte debe considerarse el calentamiento activo. El recalentado activo rápido puede revertir la lesión directa por cristales de hielo en los tejidos, pero tal vez no cambie la intensidad de la afección. Los procedimientos estándar de recalentado son sumergir la extremidad afectada en agua circulante calentada a una temperatura no mayor de 37 y 38.9 °C (98.6 a 102 °F) en un recipiente suficientemente grande para alojar los tejidos congelados sin que toquen los lados o el fondo.⁹⁸ El agua debe sentirse tibia, pero no caliente, en la mano normal. (Note que el rango de temperatura aquí señalado es menor que el antes recomendado; esto disminuye el dolor del paciente, en tanto hace apenas más lenta la fase de recalentamiento.) De ser posible, debe usarse un termómetro oral o rectal para medir la temperatura del agua. Una por debajo de la recomendada descongelará el tejido, pero es menos benéfica para el descongelamiento rápido y la supervivencia tisular. Cualquier temperatura mayor

causará aumento del dolor y quizá una quemadura. Evite el recalentado activo con fuentes intensas de calor seco (p. ej., colocación cerca de una fogata). Continúe la inmersión hasta que el tejido esté blando y plegable, lo que puede requerir hasta 30 min. Es benéfico el movimiento activo de la extremidad durante la inmersión sin frotamiento o masaje directo de la parte afectada. Si no se dispone de calentado por inmersión, se pueden envolver las partes afectadas en compresas laxas estériles voluminosas.

Se experimenta dolor extremo durante el descongelamiento rápido. Trátese con 5 a 10 mg IV de morfina y ajuste según sea necesario. Provea 400 mg de ibuprofeno por vía oral cada 12 h, solo o en combinación con morfina. Se puede administrar ácido acetilsalicílico si no se dispone de ibuprofeno, aunque no se ha determinado el esquema de dosis óptimo. (El ácido acetilsalicílico está contraindicado en pacientes pediátricos por el riesgo de síndrome de Reye.) El retorno del color, la temperatura y la sensibilidad normal de la piel en la parte afectada son todos signos favorables. Seque toda parte afectada con aire tibio (no aplique toallas secas a las partes afectadas) e idealmente aplique una crema de aloe vera tópica a la piel, coloque una gasa estéril entre los artejos o dedos, vende, entablille y eleve la extremidad. Cubra cualquier extremidad con material aislante y envuélvala con un material a prueba de viento y agua (p. ej., bolsa de basura) como capa externa, en particular si se continúa la extracción del paciente hacia la localización de un transporte.

Hipotermia

Inicie los procedimientos de recalentamiento activo. La clave es prevenir una mayor pérdida de calor. Administre soluciones IV templadas (de 40 a 42.8 °C [104 a 109 °F]).

En escalofrío es la mejor forma aislada para recalentar pacientes con hipotermia leve en el contexto prehospitalario, en comparación con los métodos externos. Los pacientes con hipotermia que pueden tiritar al máximo aumentarán su temperatura central por ~ 3 a 4 °C (6 a 8 °F) por hora. Las fuentes de calor externo se usan a menudo, pero pueden proveer sólo un beneficio mínimo.⁹⁴ Para el paciente con hipotermia moderada a grave, estas fuentes de calor siguen siendo consideraciones importantes en circunstancias de atención ampliada, cuando se usan en combinación con la envoltura de aislamiento para la hipotermia. Las siguientes son algunas consideraciones acerca de las fuentes de calor externo:

- El oxígeno entubiado (42.2 °C [108 °F]) humidificado, por mascarilla, puede evitar la pérdida de calor durante la ventilación y proveer algo de transferencia de calor al tórax desde el aparato respiratorio.
- El contacto cuerpo con cuerpo tiene utilidad para la transferencia de calor, pero muchos estudios no han podido mostrar ventaja alguna, excepto en pacientes con hipotermia leve.
- Los cojinetes eléctricos y de calentamiento portátiles no proveen una ventaja adicional.
- El calentamiento forzado con aire tiene beneficio alguno para disminuir al mínimo la temperatura central después del enfriado ("recaída"); provee una velocidad de calentamiento eficaz comparable con la de los escalofríos para pacientes con hipotermia leve.

Aísle a todos los pacientes con hipotermia en un sitio remoto para disminuir al mínimo la pérdida de calor. Prepare una envoltura para hipotermia de capas múltiples. Coloque una hoja grande de plástico a prueba de agua en el piso o la tierra. Agregue una capa de aislamiento con cobijas o una bolsa de dormir en la parte alta de la capa a prueba de agua. Recueste al paciente sobre la capa de aislamiento junto a cualquier fuente externa de calor. Agregue una segunda capa de aislamiento sobre el paciente. El lado izquierdo de la capa

de hipotermia se pliega sobre el paciente primero, y después el lado derecho. La cabeza del paciente se cubre para prevenir la pérdida de calor, dejando una abertura en la cara para permitir su evaluación.

Valore al paciente en lo que se refiere a hipoglucemia. La provisión de solución glucosada asegurará que se dispone de combustible adecuado (azúcar) para el metabolismo muscular durante los escalofríos y prevendrá una hipoglucemia adicional. Los pacientes alertas pueden ingerir líquidos azucarados tibios.



Resumen

- Los proveedores de atención prehospitalaria enfrentarán de manera inevitable encuentros ambientales como los descritos en este capítulo.
- Es necesario el conocimiento básico de las urgencias ambientales comunes para proveer una evaluación y tratamiento rápido en el contexto prehospitalario.
- No es fácil recordar este tipo de información porque estos problemas son poco frecuentes, pero recuerde los principios generales involucrados.
- Para enfermedades relacionadas con el calor, trate a los pacientes con golpe de calor mediante enfriamiento eficaz y rápido de todo el cuerpo, para disminuir la temperatura central.
- Para las enfermedades relacionadas con el frío, trate a los pacientes con hipotermia moderada a intensa con delicadeza, invirtiendo el tiempo para retirarlos del ambiente frío, e inicie el recalentado pasivo mientras vigila la temperatura central. La clave es prevenir una mayor pérdida de calor corporal.
- Recuerde: los fármacos y la desfibrilación, en general, son ineficaces cuando la temperatura central es menor de 30 °C (86 °F).
- Los pacientes no están muertos hasta que sean recalentados y no se obtenga respuesta vital.
- Recuerde que usted debe mantener su propia seguridad. En muchos casos los proveedores de atención prehospitalaria perdieron la vida como resultado del intento de rescate.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Es una tarde calurosa de verano con una temperatura que alcanza 38.9 °C. Durante los últimos 30 días ha habido mucha humedad, con temperaturas que alcanzan más de 37.8 °C. La temperatura ambiental ha producido muchas lesiones relacionadas con el calor que requirieron que el personal de servicios médicos de urgencia (SMU) transportara a numerosos pacientes a los servicios de urgencias (SU) de la región urbana.

A las 17:00 h, su unidad de ambulancia responde al despacho respecto de un paciente masculino sin respuesta dentro de un vehículo. Conforme su unidad arriba al escenario, usted observa a un hombre de 76 años de edad que parece inconsciente dentro de un vehículo estacionado fuera de una tienda departamental. Su evaluación rápida de la vía respiratoria, respiración y circulación (ABC) del paciente, así como de su grado de conciencia, revela que puede hablar pero dice cosas ilógicas e irracionales.

- ¿Cuáles son las causas potenciales del grado de conciencia disminuido de este paciente?
- ¿Qué signos distintivos respaldan el diagnóstico de un proceso relacionado con el calor?
- ¿Cómo trataría usted de manera urgente a este paciente en el escenario y en camino al SU?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Esta víctima de género masculino de 76 años de edad estaba esperando a su esposa de regreso del centro comercial en el automóvil. Ha estado expuesto a calor elevado sin hidratación eficaz para contrarrestar la pérdida de líquidos (sudor) y se encuentra deshidratado. Tiene un índice de masa corporal mayor de 30, lo que lo ubica en mayor riesgo de enfermedad relacionada con el calor por obesidad.

Al retorno de su esposa, ella aporta datos adicionales que indican que está tomando un diurético para la hipertensión, un bloqueador β para la cardiopatía coronaria y un anticolinérgico para la enfermedad de Parkinson. Todos estos medicamentos constituyen factores de riesgo conocidos de enfermedad relacionada con el calor. Este paciente requiere evaluación rápida de su ABC y grado de conciencia con utilización de la escala con las siglas AVDI (alerta, respuesta a estímulos verbales, respuesta a estímulos dolorosos, inconsciente-sin respuesta), y se encontró en un automóvil sin aire acondicionado. Debido a su expresión verbal irracional e ilógica, su edad y la localización, usted tiene la sospecha de un golpe de calor.

Usted valora de forma rápida lo relacionado con traumatismos contundentes y penetrantes y no encuentra alguno. A continuación, los pacientes geriátricos deben evaluarse en cuanto a la exacerbación de cualquier enfermedad médica subyacente, como cardiopatía o un trastorno neurológico (p. ej., evento vascular cerebral). Se sabe que todos estos tres trastornos médicos empeoran con la hipertermia, lo que incrementa así el riesgo de mortalidad. Es indispensable que este paciente sea sometido de inmediato a enfriamiento de todo el cuerpo.

Usted retira al paciente de la luz solar directa en el asiento delantero y le quita toda ropa excesiva. Usted usa botellas de solución salina de la bolsa de traumatología para empezar su hidratación de cabeza a pies. Usted hace que su compañero encienda el ventilador y coloque el aire acondicionado en el nivel alto para aumentar el flujo de aire a través del cuerpo del paciente para incrementar la transferencia de calor por convección. Se alista la camilla para transferencia del paciente a la ambulancia. Se preparan agua helada y toallas frescas húmedas en la parte trasera de la ambulancia para este paciente con hipertermia.

Usted lo transporta rápidamente de su vehículo a la ambulancia. Se humedece todo el cuerpo del paciente con toallas húmedas frías y se dirigen ventiladores sobre su cabeza. Se le aplica oxígeno a flujo alto, se vigila por ECG y se establece una venoclisis a velocidad MVP inicialmente. Usted está preparado para evaluar la temperatura rectal a fin de confirmar la hipertermia ($\geq 40^\circ\text{C}$ [104°F]). Si ésta se confirma, usted administrará una carga de 500 mL de solución salina IV. Usted toma el conjunto de signos vitales e informa al control médico para que se prepare la atención de un paciente masculino de 76 años con golpe de calor.

Referencias

- National Center for Health Statistics. *Compressed Mortality File*. Hyattsville, MD: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention; 2002.
- Centers for Disease Control and Prevention. Heat-related deaths—Chicago, Illinois, 1996–2001, and United States, 1979–1999. *MMWR*. 2003;52(26):610.
- Centers for Disease Control and Prevention. Heat-related deaths—United States, 1999–2003. *MMWR*. 2006;55(29):796.
- Centers for Disease Control and Prevention. Hypothermia-related deaths—Utah, 2000, and United States, 1979–1998. *MMWR*. 2002;51(4):76.
- Centers for Disease Control and Prevention. Hypothermia-related deaths—United States, 2003. *MMWR*. 2004;53(08):172.
- Wade CE, Salinas J, Eastbridge BJ, et al. Admission hypo- or hyperthermia and survival after trauma in civilian and military environments. *Int J of Emerg Med*. 2011;4:35.
- Lugo-Amador NM, Rothenhaus T, Moyer P. Heat-related illness. *Emerg Med Clin North Am*. 2004;22:315.
- Ulrich AS, Rathlev NK. Hypothermia and localized injuries. *Emerg Med Clin North Am*. 2004;22:281.
- Centers for Disease Control and Prevention. Hypothermia-related deaths—United States, 2003. *MMWR*. 2004;53(8):172.
- Brown DJA, Brugger H, Boyd J, et al. Accidental hypothermia. *N Engl J Med*. 2012;367(20):1930.
- Leon LR, Kenefick RW. Pathophysiology of heat-related illnesses. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
- O'Brien KK, Leon LR, Kenefick RW. Clinical management of heat-related illnesses. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
- Freer L, Imray CHE. Frostbite. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
- Danzl DF. Accidental hypothermia. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
- Semenza JC, Rubin CH, Flater KH, et al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med*. 1996;335(2):84.
- Centers for Disease Control and Prevention. Heat related mortality—Chicago, July 1995. *MMWR*. 1995;44 (21):577.
- Hardy JD. Thermal comfort: skin temperature and physiological thermoregulation. In Hardy JD, Gagge AP, Stolwijk JAJ, eds. *Physiological and Behavioral Temperature Regulation*. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 1970.
- Pozos RS, Danzl DF. Human physiological responses to cold stress and hypothermia. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001: 351–382.
- Stocks JM, Taylor NAS, Tipton MJ, Greenleaf JE. Human physiological responses to cold exposure. *Aviat Space Environ Med*. 2004;75:444.

20. Wenger CB. The regulation of body temperature. In Rhoades RA, Tanner GA, eds. *Medical Physiology*. Boston, MA: Little, Brown; 1995.
21. Nunneley SA, Reardon MJ. Prevention of heat illness. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001:209–230.
22. Yeo T. Heat stroke: a comprehensive review. *AACN Clin Issues*. 2004;15:280.
23. Wenger CB. Section I: human adaptation to hot environments. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001:51–86.
24. Sonna LA. Practical medical aspects of military operations in the heat. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001:293–309.
25. Tek D, Olshaker JS. Heat illness. *Emerg Med Clin North Am*. 1992;10(2):299.
26. Armstrong LE, Hubbard RW, Jones BH, Daniels JT. Preparing Alberto Salazar for the heat of the 1984 Olympic marathon. *Phys Sportsmed*. 1986;14:73.
27. Hubbard RW, Sandick BL, Matthew WT. Voluntary dehydration and alliesthesia for water. *J Appl Physiol*. 1984;57:868.
28. Johnson RF, Kobrick JL. Psychological aspects of military performance in hot environments. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001.
29. Sawka MN, Pandolf KB. Physical exercise in hot climates: physiology, performance, and biomedical issues. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001.
30. Dutchman SM, Ryan AJ, Schedl HP, et al. Upper limits of intestinal absorption of dilute glucose solution in men at rest. *Med Sci Sport Exerc*. 1997;29:482.
31. Neuffer PD, Young AJ, Sawka MN. Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration. *Eur J Appl Physiol*. 1989;58:433.
32. American College of Sports Medicine. Position stand: exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(3):556.
33. Bouchama A, Knochel JP. Medical progress: heatstroke. *N Engl J Med*. 2002;346(25):1978–1988.
34. Adams T, Stacey E, Stacey S, Martin D. Exertional heat stroke. *Br J Hosp Med (London)*. 2012;73(2):72–78.
35. Case DJ, Armstrong LE, Kenny GP, O'Connor FG, Huggins RA. Exertional heat stroke: new concepts regarding cause and care. *Curr Sports Med Rep*. 2012;11(3):115–123.
36. Casa DJ, McDermott BP, Lee E, Yeargin SW, Armstrong LE, Maresh CM. Cold-water immersion: the gold standard for exertional heat stroke treatment. *Exerc Sport Rev*. 2007;35(3):141–149.
37. Holtzhausen LM, Noakes TD. Collapsed ultra-endurance athlete: proposed mechanisms and an approach to management. *Clin J Sport Med*. 1997;7(4):292.
38. Gardner JW, Kark JA. Clinical diagnosis, management and surveillance of exertional heat illness. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001:231–279.
39. Asplund CA, O'Connor FG, Noakes TD. Exercise-associated collapse: an evidence-based review and primer for clinicians. *Br J Sports Med*. 2011;45:1157–1162.
40. Rosner MH. Exercise-associated hyponatremia. *Semin Nephrol*. 2009;29(3):271–281.
41. Rosner M, Bennett B, Hoffman M, Hew-Butler T. Exercise induced hyponatremia. In: Simon E, ed. *Hyponatremia: Evaluation and Treatment*. New York, NY: Springer; 2013.
42. Leon LR, Helwig BG. Heat stroke: role of the systemic inflammatory response. *J Appl Physiol*. 2010;109(6):1980–1988.
43. Gaffin SL, Hubbard RW. Pathophysiology of heatstroke. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001:161–208.
44. Knochel JP, Reed G. Disorders of heat regulation. In: Narins RE, ed. *Maxwell & Kleeman's Clinical Disorders of Fluid and Electrolyte Metabolism*. 5th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 1994.
45. Armstrong LE, Crago AE, Adams R, et al. Whole-body cooling of hyperthermic runners: comparison of two field therapies. *Am J Emerg Med*. 1996;14:335.
46. Costrini A. Emergency treatment of exertional heatstroke and comparison of whole-body cooling techniques. *Med Sci Sports Exerc*. 1984;22:15.
47. Gaffin SL, Gardner J, Flinn S. Current cooling method for exertional heatstroke. *Ann Intern Med*. 2000;132:678.
48. Speedy DB, Noakes TD. Exercise-associated hyponatremia: a review. *Emerg Med*. 2001;13:17.
49. Backer HD, Shopes E, Collins SL, Barkan H. Exertional heat illness and hyponatremia in hikers. *Am J Emerg Med*. 1999;17(6):532.
50. Gardner JW. Death by water intoxication. *Mil Med*. 2002;164(3):432.
51. Noakes TD, Goodwin N, Rayner BL, et al. Water intoxication: a possible complication during endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1985;17:370.
52. Rosner MH, Kirven J. Exercise-associated hyponatremia. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2007;2:151.
53. Adroque HJ, Madias NE. Hyponatremia. *N Engl J Med*. 2000;342(21):1581.
54. Hiller WDB. Dehydration and hyponatremia during triathlons. *Med Sci Sports Exerc*. 1989;21:S219.
55. Speedy DB, Noakes TD, Rodgers IR. Hyponatremia in ultra-distance triathletes. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31:809.
56. Laird RH. Medical care at ultra-endurance triathlons. *Med Sci Sports Exerc*. 1989;21:S222.
57. Collins S, Reynolds B. The other heat-related emergency. *JEMS*. July 2004.
58. American College of Sports Medicine. Position stand on exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(2):377.
59. Bennett BL, Hew-Butler T, Hoffman M, Rogers I, Rosner M. Wilderness Medicine Society practice guidelines for treatment of exercise-associated hyponatremia. *Wilderness Environ Med*. 2013;24(3):228–240.
60. Hew-Butler T, Ayus JC, Kipps C, et al. Statement of Second International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, New Zealand, 2007. *Clin J Sport Med*. 2008;18:111.
61. U.S. Fire Administration. Fire fighter fatalities in the United States in 2011. Federal Emergency Management Agency. July 2012.

- http://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/ff_fat11.pdf. Consultado el 24 de enero de 2014.
62. Ayus JC, Arieff A, Moritz ML. Hyponatremia in marathon runners. *N Engl J Med.* 2005;353:427.
 63. U.S. Department of Agriculture, U.S. Forest Service. Heat stress brochure. http://www.fs.fed.us/fire/safety/fitness/heat_stress/hs_pg1.html. Consultado el 24 de enero de 2014
 64. Montain SJ, Latzka WA, Sawka MN. Fluid replacement recommendations for training in hot weather. *Mil Med.* 1999; 164(7):502.
 65. Parson KC. International standards for the assessment of the risk of thermal strain on clothed workers in hot environments. *Ann Occup Hyg.* 1999;43(5):297.
 66. American College of Sports Medicine. Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(6):975.
 67. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1423.
 68. Heat acclimatization guide. <http://www.usariem.army.mil/assets/docs/partnering/HeatAcclimatizationGuide.pdf>. Consultado el 24 de enero de 2014.
 69. Eichna LW, Park CR, Nelson N, et al. Thermal regulation during acclimatization in a hot, dry (desert type) environment. *J Appl Physiol.* 1950;163:585.
 70. McEnvy M. Making a rehab a requirement: NFPA 1584. FireRescue1. <http://www.firerescue1.com/firerehab/articles/327047-Making-Rehab-a-Requirement-NFPA-1584/>. Publicado el 10 de diciembre de 2007. Consultado el 13 de enero de 2014.
 71. Hostler D. First responder rehab: good, better, best. *JEMS.* 2007;32(12).
 72. Federal Emergency Management System, U.S. Fire Administration. Emergency Incident Rehabilitation. http://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/fa_314.pdf. Publicado en febrero de 2008. Consultado el 24 de enero de 2014.
 73. *U.S. Pharmacopeia, National Formulary (USP-25/NF-20)*. Rockville, MD: U.S. Pharmacopeia Convention; 2000.
 74. Brown LH, Krumpferman K, Fullagar CJ. Out of hospital medical storage temperature. *Prehosp Emerg Care.* 2004;8:200.
 75. Mehta SH, Doran JV, Lavery RF, Allegra JR. Improvements in pre-hospital medication storage practices in response to research. *Prehosp Emerg Care.* 2002;6:319.
 76. Allegra JR, Brennan J, Lanier V. Storage temperatures of out-of-hospital medications. *Acad Emerg Med.* 1999;6:1098.
 77. Palmer RG, Zimmerman J, Clawson JJ. Altered states: the influence of temperature on prehospital drugs. *J Emerg Med Serv.* 1985;10(12):29.
 78. Johansen RB, Schafer NC, Brown PL. Effects of extreme temperature on drugs for prehospital ACLS. *Am J Emerg Med.* 1993;11:450.
 79. Church WH, Hu SS, Henry AJ. Thermal degradation of injectable drugs. *Am J Emerg Med.* 1994;12:306.
 80. New Jersey Department of Health and Senior Services. Suppl Section 8:41–43.12, paragraph (f), August 17, 1998.
 81. Ulrich AS, Rathlev NK. Hypothermia and localized injuries. *Emerg Med Clin North Am.* 2004;22:281.
 82. Chandler W, Ivey H. Cold weather injuries among U.S. soldiers in Alaska: a five-year review. *Mil Med.* 1997;162:788.
 83. DeGroot DW, Castellani JW, Williams JO, Amoroso PJ. Epidemiology of U.S. Army cold-weather injuries, 1980–1999. *Mil Med.* 2003; 74:564.
 84. Thomas JR, Oakley EHN. Nonfreezing cold injury. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001:467–490.
 85. Montgomery H. Experimental immersion foot: review of the physiopathology. *Physiol Rev.* 1954;34:127.
 86. Francis TJR. Nonfreezing cold injury: a historical review. *J R Nav Med Serv.* 1984;70:134.
 87. Wrenn K. Immersion foot: a problem of the homeless in the 1990s. *Arch Intern Med.* 1991;151:785.
 88. Ramstead KD, Hughes RB, Webb AJ. Recent cases of trench foot. *Postgrad Med J.* 1980;56:879.
 89. Biem J, Koehncke N, Classen D, Dosman J. Out of cold: management of hypothermia and frostbite. *Can Med Assoc J.* 2003;168(3):305.
 90. Vogel JE, Dellon AL. Frostbite injuries of the hand. *Clin Plast Surg.* 1989;16:565.
 91. Mills WJ. Clinical aspects of freezing injury. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments*. Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001.
 92. McIntosh SE, Hamonko M, Freer L, et al. Wilderness Medical Society Practice guidelines of the prevention and treatment of frostbite. *Wilderness Environ Med.* 2011;22:156–166.
 93. Gilbertson J, Mandsager R. State of Alaska cold injuries guidelines. Department of Health and Social Services, Juneau, Alaska, 2005 (revision). dhs.alaska.gov/dph/Emergency/Documents/ems/assets/Downloads/AKColdInj2005.pdf. Consultado el 13 de enero de 2014.
 94. Sessler DI. Mild preoperative hypothermia. *N Engl J Med.* 1997;336:1730.
 95. Giesbrecht GG. Cold stress, near drowning and accidental hypothermia: a review. *Aviat Space Environ Med.* 2000;71:733.
 96. Stocks JM, Taylor NAS, Tipton MJ, Greenleaf JE. Human physiological responses to cold exposure. *Aviat Space Environ Med.* 2004;75:444.
 97. Gilbert M, Busund R, Skagseth A, et al. Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7°C with circulatory arrest. *Lancet.* 2000;355:375.
 98. Danzl DF, Pozos RS, Auerbach PS. Multicenter hypothermia survey. *Ann Emerg Med.* 1987;16:1042.
 99. Tsuei BJ, Kearney PA. Hypothermia in the trauma patient. *Injury Int J Care Injured.* 2004;35:7.
 100. Stoner HB. Effects of injury on the responses to thermal stimulation of the hypothalamus. *J Appl Physiol.* 1972;33:665.
 101. Ferrara A, MacArthur J, Wright H. Hypothermia and acidosis worsen coagulopathy in the patient requiring massive transfusion. *Am J Surg.* 1990;160:515.
 102. Epstein M. Renal effects of head-out immersion in man: implications for understanding volume homeostasis. *Physiol Rev.* 1978; 58:529.
 103. Jurkovich G. Hypothermia in the trauma patient. *Adv Trauma.* 1989;4:111.
 104. Jurkovich GJ. Environmental cold-induced injury. *Surg Clin N Am.* 2007;87:247.
 105. Arthurs Z, Cuadrado D, Beekley A, Grathwohl K. The impact of hypothermia on trauma care at the 31st combat support hospital. *Am J Surg.* 2006;191(5):610–614.

106. Beilman GJ, Blondett JJ, Nelson AB. Early hypothermia in severely injured trauma patients is a significant risk factor of multiple organ dysfunction syndrome but not mortality. *Ann Surg.* 2009;249:845-850.
107. Mommsen P, Andruszkow H, Fromke C, et al. Effects of accidental hypothermia on posttraumatic complications and outcome in multiple trauma patients. *Injury.* 2013;44(1):86-90.
108. Lapostolle F, Sebbah JL, Couvreur J. Risk factors for the onset of hypothermia in trauma victims: the Hypotrauma study. *Crit Care.* 2012;16(4):R142.
109. Trentzsch H, Huber-Wagner S, Hildebrand F, et al. Hypothermia for prediction of death in severely injured blunt trauma patients. *Shock.* 2012;37(2):131.
110. Nolan JP, Morley PT, Vanden Hoek TL, et al. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest. An advisory statement by the Advance Life Support Task Force of the international liaison committee on resuscitation. *Circulation.* 2003;108:118.
111. Alzaga AG, Cerdan M, Varon J. Therapeutic hypothermia. *Resuscitation.* 2006;70:369.
112. Nolan JP, Neumar RW, Adrie C, et al. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A scientific statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. *Resuscitation.* 2008;79:350.
113. Nolan JP, Hazinski MF, Billi JE, et al. Part 1: executive summary: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation.* 2010;81S:e1-e25.
114. Carlson LD. Immersion in cold water and body tissue insulation. *Aerospace Med.* 1958;29:145.
115. Wittmers LE, Savage M. Cold water immersion. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments.* Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001:531-552.
116. Giesbrecht GG, Steinman AM. Immersion into cold water. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine.* 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
117. Nozaki R, Ishibashi K, Adachi N, et al. Accidental profound hypothermia. *N Engl J Med.* 1986;315:1680 (letter).
118. Tipton MJ. The initial responses to cold-water immersion in man. *Clin Sci.* 1989;77:581.
119. Keatinge WR, McIlroy MB, Goldfien A. Cardiovascular responses to ice-cold showers. *J Appl Physiol.* 1964;19:1145.
120. Mekjavic IB, La Prairie A, Burke W, Lindborg B. Respiratory drive during sudden cold water immersion. *Respir Physiol.* 1987; 70:21.
121. Cushing TA, Hawkins SC, Sempstrot J, Schoene RB. Submersion injuries and drowning. In: Auerbach PS. *Wilderness Medicine.* 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
122. Wissler EH. Probability of surviving during accidental immersion in cold water. *Aviat Space Environ Med.* 2003;74:47.
123. Tikuisis P. Predicting survival time at sea based on observed body cooling rates. *Aviat Space Environ Med.* 1997;68:441.
124. Hayward JS, Erickson JD, Collis ML. Thermal balance and survival time prediction of man in cold water. *Can J Physiol Pharmacol.* 1975;53:21.
125. Ducharme MB, Lounsbury DS. Self-rescue swimming in cold water: the latest advice. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007;32:799.
126. Van Mieghem C, Sabbe M, Knockaert D. The clinical vales of the ECG in noncardiac conditions. *Chest.* 2004;125:1561.
127. Vanden Hoek TL, Morrison LJ, Shuster M, et al. Part 12.9: cardiac arrest in special situations: accidental hypothermia. In: *2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care.* *Circulation.* 2010;122:S829-S861.
128. Morrison LJ, Kierzek G, Diekema DS, et al. Part 3: Ethics. In: *2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care.* *Circulation.* 2010;122:S665-S675.
129. Danzl DF, Lloyd EL. Treatment of accidental hypothermia. In: Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments.* Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001:491-529.
130. Southwick FS, Dalglish PH. Recovery after prolonged asystolic cardiac arrest in profound hypothermia: a case report and literature review. *JAMA.* 1980;243:1250.
131. Bernard MB, Gray TW, Buist MD, et al. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med.* 2002;346(8):557.
132. Reuler JB. Hypothermia: pathophysiology, clinical setting, and management. *Ann Intern Med.* 1978;89:519.
133. Armstrong LE. Cold, windchill, and water immersion. In: *Performing in Extreme Environments.* Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.
134. Wilderness Medical Society. Myocardial infarction, acute coronary syndromes, and CPR. In: Forgey WW, ed. *Practice Guidelines for Wilderness Emergency Care.* 5th ed. Guilford, CT: Globe Pequot Press; 2006.
135. Siegel AJ, d'Hemecourt P, Adner MM, Shirey T, Brown JL, Lewandrowski KB. Exertional dysnatremia in collapsed marathon runners: a critical role for point-of-care testing to guide appropriate therapy. *Am J Clin Pathol.* 2009;132(3):336-340.
136. Position paper of the National Association of EMS Physicians: termination of resuscitation in nontraumatic cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care.* 2011;15:545.

Lecturas sugeridas

- Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine.* 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
- Pandolf KB, Burr RE, eds. *Medical Aspects of Harsh Environments.* Vol 1. Washington, DC: Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications; 2001.



Trauma ambiental II: rayos, ahogamiento, buceo y altitud

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Explicar por qué no existe un lugar exterior seguro para protegerse de los rayos.
- Describir el uso del triage "inverso" para víctimas múltiples de un rayo.
- Identificar los factores clave del mal de montaña.
- Explicar las nuevas recomendaciones durante el ABC inicial (*airway*, vía aérea; *breathing*, respiración; *circulation*, circulación) de un incidente de ahogamiento.
- Describir los tres signos o síntomas que puede manifestar el paciente después de un incidente de ahogamiento.
- Identificar cinco métodos para prevenir un incidente de ahogamiento.
- Comparar los signos y síntomas de la enfermedad por descompresión tipos I y II.
- Describir dos intervenciones de tratamiento primario para la enfermedad por descompresión tipo II y la embolismo gaseoso arterial.
- Analizar las similitudes y diferencias entre la enfermedad aguda de montaña y el edema cerebral de gran altitud.

ESCENARIO

En un pueblo costero, una familia de cuatro miembros se pasea en la playa con su perro durante un helado día de invierno. El hijo de 17 años arroja una pelota de hule hacia el borde del agua y el perro la persigue para atraparla; en un instante, una gran ola se lo lleva. El joven es el primero en entrar al agua en un intento por salvar a su mascota, sólo para ser arrastrado por las olas. Sus padres y hermana le ven luchando con el oleaje.

El padre y la madre lo siguen al interior del agua en un esfuerzo por ayudarlo. La hija de 19 años permanece en la orilla y solicita auxilio con su teléfono celular. El perro en un momento dado retorna a la playa. Los padres logran sacar a su hijo del agua fría después de encontrarlo sumergido y sin respuesta.

Su unidad paramédica arriba al escenario 7 minutos después de la llamada de auxilio, y al salir de la ambulancia observa a un adolescente inconsciente de género masculino con el rostro parcialmente boca abajo en la arena y con el oleaje cerca. Aún está en la zona de gran actividad marina y podría ser sumergido por otra ola. Usted hace equipo con el personal de respuesta del área de urgencias para acercarse a la víctima:

- ¿Cómo debe abordar al paciente en este contexto?
- ¿Cuál es la intervención inmediata si no tiene pulso o respiración?
- ¿Qué otras preocupaciones tiene acerca del paciente que necesiten manejarse en el escenario?



Introducción

En Estados Unidos, cada año ocurren morbilidad y mortalidad significativas por una variedad de condiciones ambientales. Éstas incluyen

descargas de rayos e incidentes de sumersión, submarinismo recreativo y escalamiento a gran altitud (véase el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío, para las circunstancias que conllevan esas condiciones climáticas). Los proveedores de atención prehospitalaria deben conocer los principales trastornos mayores y menores asociados con cada tipo de ambiente; comprender la anatomía, fisiología y fisiopatología involucradas, y saber cómo realizar rápidamente la evaluación y manejo del paciente. Al mismo tiempo, deben saber qué medidas preventivas tomar para no lesionarse ellos mismos y otros integrantes del personal de seguridad pública.

Lesiones relacionadas con rayos

Las descargas de rayos constituyen la amenaza más grande para personas y propiedades durante la temporada de tormentas en Estados Unidos, sólo superadas, desde 1959, por las inundaciones como causa de muerte relacionada.¹ De acuerdo con el National Weather Service, en este país ocurren 100 000 tormentas cada año, todas con presencia de rayos. Éstos son causantes de aproximadamente 75 000 incendios forestales al año y 40% de todo tipo de incendios.² La forma más destructiva de este fenómeno es la descarga de nube a tierra (Figura 22-1). Con base en sistemas de detección instantánea, se estima que ocurren descargas de nube a tierra 20 millones de veces por año, con hasta 50 000 relámpagos por hora durante una tarde veraniega.^{3,4} En Estados Unidos los rayos se presentan con más frecuencia de junio a agosto, pero en Florida y en la costa sureste del Golfo de México se producen durante todo el año (véase la Figura 22-2 la distribución de las descargas de rayos en Estados Unidos y en todo el mundo).⁵ En el ámbito internacional ocurren estas descargas casi 50 veces por segundo, y se calcula que



Figura 22-1 Relámpago de un rayo de nube a tierra con un patrón característico.

Fuente: © Fotografía de Jhaz/Shutterstock, Inc.

20% llega a tierra.^{6,7} En el orbe, las poblaciones rurales corren el máximo riesgo debido a la falta de estructuras de seguridad contra este fenómeno meteorológico y a la ausencia de una cultura de la prevención. En consecuencia, se registran 24 000 decesos al año y casi 10 veces más lesiones por esta causa en todo el mundo.^{8,9}

Desde la década de 1950 el número de muertes por rayos ha disminuido en Estados Unidos, tal vez porque menos personas trabajan al exterior en las áreas rurales y existen mejores sistemas de alerta cuando se acercan tormentas, mayor instrucción del público respecto de su seguridad y mejor atención médica.⁶ Los últimos informes indican que tan sólo en este país, anualmente los rayos ocasionan la muerte de 50 a 300 individuos y lesionan casi 1000.^{2,10}

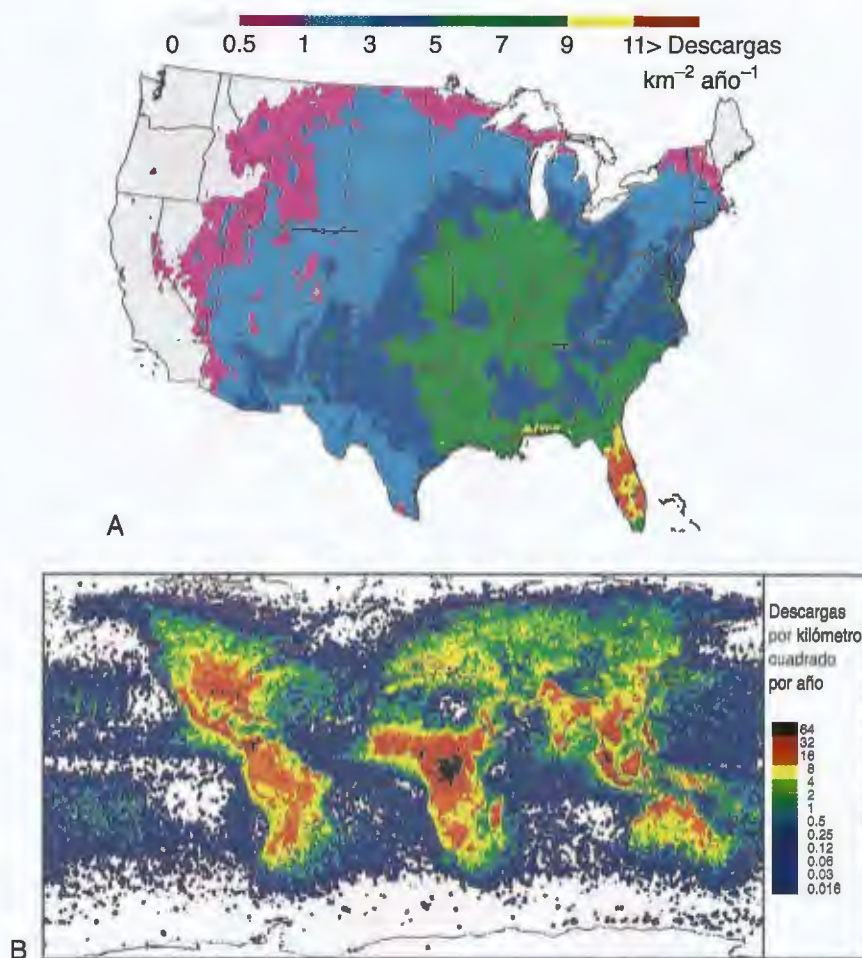


Figura 22-2 A. Distribución de las descargas de rayos a tierra en Estados Unidos; la máxima concentración se registra en la región sureste. B. Distribución de las descargas de rayos a tierra en todo el mundo.

Fuente: Huffines GR, Orville RE: Lightning ground flash density and thunderstorm duration in the continental United States, 1989-1996. *J. Appl. Meteorol.* 38:1013, 1999.

Las mayores amenazas para la vida ocasionadas por las descargas de rayos son las lesiones neurológicas y cardiopulmonares. Está disponible una guía práctica de reciente publicación de la Wilderness Medical Society para la prevención y tratamiento de las lesiones ocasionadas por rayos en los ámbitos prehospitalario e intrahospitalario.^{11, 12} Estas recomendaciones médicas están graduadas con fundamento en la calidad de las pruebas que le dan respaldo (véase el Capítulo 3, La ciencia, el arte y la ética del cuidado prehospitalario: principios, preferencias y pensamiento crítico).

Epidemiología

De acuerdo con la publicación *Storm Data* de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), durante un periodo de 36 años, de 1959 a 1994, se registraron en Estados Unidos 3 529 informes de muerte (98 por año en promedio), 9 818 lesiones y 19 814 daños en propiedad a causa de los rayos.¹ En la Figura 22-3 se muestra el rango de lesiones y muertes por estado en el periodo de referencia.

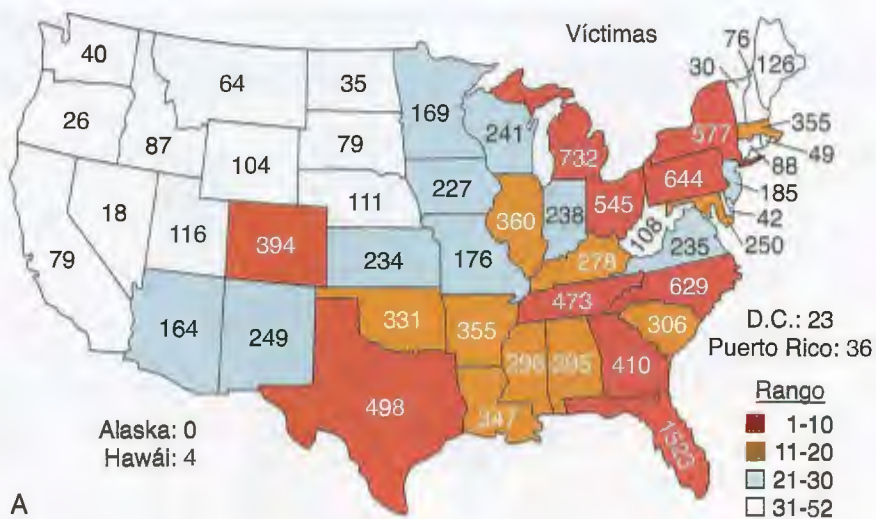
Asimismo, entre 1980 y 1995 se registraron 1 318 muertes por la misma circunstancia, de acuerdo con una revisión de los certificados de defunción emitidos por médicos que listaron un rayo como causa del deceso.¹³ De quienes fenecieron durante este periodo de

16 años, 1125 (85%) eran de género masculino y 896 (68%) tenía de 15 a 44 años de edad. La tasa de mortalidad más alta se presentó en el grupo de 15 a 19 años de edad (6 muertes por 10 000 000). El análisis muestra que 30% de los lesionados falleció, y 74% de los sobrevivientes contrajo alguna discapacidad permanente. En particular, las víctimas con quemaduras craneales o de las extremidades pélvicas tienen mayor riesgo de morir.¹² De los individuos que perdieron la vida por la descarga, 52% estaba en el exterior (25% de ellos trabajando). La muerte se presentó en el lapso de una 1 en 63% de los afectados.⁶

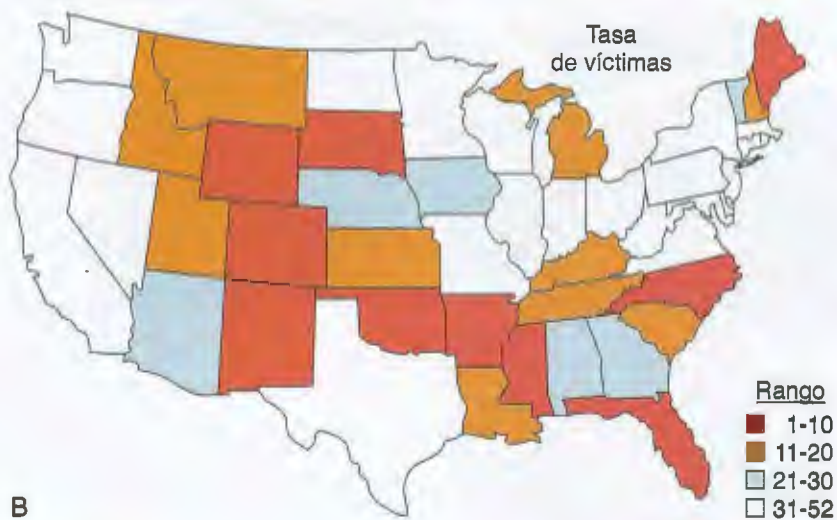
Mecanismo de lesión

La lesión por un rayo suele ser consecuencia de los siguientes cinco mecanismos:^{11, 12}

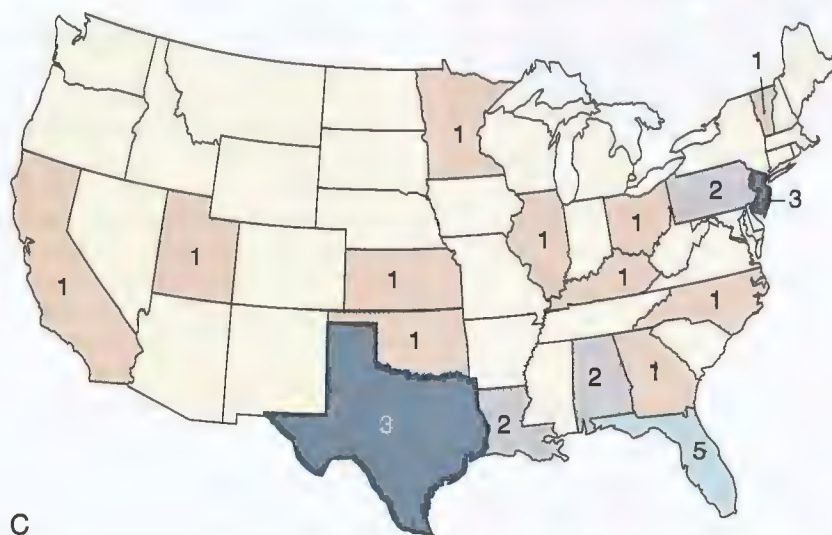
- Ocurre una *descarga directa* cuando la persona está en un ambiente exterior, sin posibilidad de encontrar resguardo. Este mecanismo contribuye con 3 a 5% de los incidentes por rayos que involucran a personas.
- Ocurre *destello lateral* o *contacto por propagación* cuando el rayo golpea un objeto (p. ej., tierra, un edificio, un árbol)



A



B



C

Figura 22-3 En Estados Unidos, rango de víctimas de rayo por estado (muertes y lesiones combinadas) de 1959 a 1994. **A.** Víctimas por estado. **B.** Víctimas ponderadas de acuerdo con la población del estado. **C.** Muertes por rayos en 2012.

Fuente: A, B. Data from Curran EB, Holle RL, Lopez RE: Lightning fatalities, injuries and damage reports in the United States from 1959-1994. NOAA Tech Memo NWS SW-193, 1997. C. Datos de: <http://www.lightningsafety.noaa.gov/fatalities.htm>. Consultado el 7 de enero de 2013.

y alcanza a una o a múltiples víctimas. La corriente salta del objeto de la descarga primaria y puede llegar a una persona. Ocurren propagaciones de una persona a otra, de árbol a persona, y dentro de la casa incluso por el alambre del teléfono hasta la persona que lo está usando.

- Ocurre *descarga por contacto* cuando una persona tiene conexión directa con un objeto golpeado por un rayo en forma directa o por propagación. Este mecanismo contribuye con 33% de todas las lesiones por rayos.
- Ocurre *descarga de voltaje por pasos* cuando el rayo golpea el piso o un objeto cercano y la corriente se dispersa en forma radial hacia afuera, pasando a través del cuerpo de una persona en el proceso. Los tejidos humanos presentan menos resistencia que el piso, y la corriente viajará, por ejemplo, en forma ascendente por una pierna y descendente por la otra, siguiendo la vía de menor resistencia. La corriente del piso contribuye con más de 50% de las lesiones por rayos. El voltaje por pasos también se conoce como *voltaje de paso regular* o *corriente de tierra*.
- Se presenta *descarga de serpentina ascendente* cuando la corriente sube desde el piso a través de la víctima pero no se conecta con la serpentina del rayo descendente. La energía de esta cinta es menor en comparación con la de la descarga completa del rayo, y contribuye con 1 a 15% de las lesiones. La de serpentina ascendente es una forma de contacto con los rayos identificada recientemente.

Puede suscitarse traumatismo contuso por la onda de choque de un rayo capaz de arrojar a una persona hasta a 10 metros (10 yardas) de distancia. Además, pueden ocurrir lesiones por una descarga que causa explosiones e incendios en bosques y edificios.^{2,14,15}

Los siguientes seis factores conocidos permiten determinar la gravedad de una lesión por corriente eléctrica y por un rayo:

- Tipo de circuito
- Duración de la exposición
- Voltaje
- Amperaje
- Resistencia del tejido
- Trayectoria de la corriente

Una vez que el rayo u otra fuente de corriente eléctrica de alto voltaje entra en contacto con el cuerpo humano, el calor desprendido en su interior es directamente proporcional a la cantidad de corriente, la resistencia del tejido y la duración del contacto. Conforme la resistencia de varios tejidos aumenta (p. ej., nervios < sangre < músculo < piel < grasa < hueso), también lo hace el calor generado por el paso de la corriente.

Es fácil asumir que las lesiones por rayos son similares a las que producen las descargas eléctricas de alto voltaje. Sin embargo, hay diferencias significativas entre los dos mecanismos. El rayo es una descarga de corriente directa (CD), en oposición a la corriente alterna (CA) que causa lesiones eléctricas en la industria y el hogar. Los rayos producen millones de voltios de carga eléctrica, con corrientes que van de 30 000 a 50 000 amperios, y la duración de la exposición corporal es instantánea (10 a 100 milisegundos); su temperatura varía de acuerdo con el diámetro, pero en promedio alcanza 8000 °C (14 430 °F).¹⁰ En comparación, la exposición a una carga eléctrica de alto voltaje tiende a ser mucho menor que la del rayo. Sin embargo, un factor clave que distingue las lesiones causadas por ambos mecanismos es la duración de la exposición a la corriente dentro del cuerpo.¹⁴ En la Figura 22-4 se listan las diferencias entre las lesiones causadas por rayos y por un generador eléctrico de alto voltaje.

En ocasiones el rayo inflige lesiones similares a las observadas con la electricidad de alto voltaje debido a su raro patrón de descarga prolongada, que dura hasta 0.5 segundos. Se trata del llamado *rayo caliente*, capaz de producir quemaduras profundas, hacer explotar árboles y desencadenar incendios. Éste puede causar heridas de entrada y salida en el cuerpo, pero una vía más frecuente, una vez que alcanza a la víctima, es su paso a través del organismo, lo que se refiere como *corriente de combustión súbita generalizada*, que ingresa en ojos, oídos, nariz y boca. Se tiene la teoría de que el flujo de corriente de esta combustión es la causa por la que muchas víctimas sobreviven a las descargas. También se sabe que la corriente de combustión súbita generalizada puede evaporar la humedad de la piel o hacer estallar parte de la ropa o los zapatos de la víctima. La intensa corriente genera grandes campos magnéticos, que a su vez inducen corrientes eléctricas secundarias en todo el cuerpo, y se cree que producen paro cardíaco y otras lesiones internas.^{16, 17}

Figura 22-4 Comparación de lesiones por rayo y eléctricas de alto voltaje

Factor	Rayo	Alto voltaje
Nivel de energía	30 millones de voltios; 50 000 amperios	Por lo general, muy bajo
Tiempo de exposición	Breve, instantáneo	Prolongado
Trayectoria	Por un orificio, combustión súbita generalizada	Profunda, interna
Quemaduras	Superficiales, menores	Profundas, internas
Cardíaco	Paros primario y secundario, asistolia	Fibrilación ventricular
Renal	Rara vez mioglobinuria o hemoglobinuria	Es frecuente la insuficiencia renal por mioglobinuria
Fasciotomía	Rara vez, si acaso es necesaria	Frecuente, temprana y amplia
Lesión contusa	Efecto explosivo del trueno	Caída, al ser impelido

Fuente: Tabla modificada de Cooper MA, Holle RL, Andrews CJ, Blumenthal R: Lightning injuries. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

Lesiones por rayos

Las lesiones por rayos oscilan en un rango de heridas superficiales menores a traumatismos multisistémicos mayores, y en su caso la muerte. En la Figura 22-5 se listan los signos y síntomas comunes relacionados. Como un instrumento para determinar la posible recuperación o el pronóstico respecto de estas lesiones, se ubica a las víctimas en una de tres categorías de lesión: menor, moderada y grave.^{11,18}

Lesión menor

Los pacientes con una lesión menor están despiertos y comunican una sensación desagradable y anormal (*disestesia*) en una o varias extremidades afectadas. Ante un alcance más intenso por un rayo, las víctimas señalan que fueron golpeadas en la cabeza o que una explosión las sacudió debido a que tienen incertidumbre sobre la fuente de la que provino el impacto. Un paciente puede estar presente en el escenario con lo siguiente:

- Confusión (de corto plazo o de horas a días)
- Amnesia (de corto plazo o de horas a días)
- Sordera temporal
- Ceguera
- Inconsciencia temporal
- Parestesias temporales
- Dolor muscular
- Quemaduras cutáneas (raras)
- Parálisis transitoria

Las víctimas manifiestan signos vitales normales o una leve hipertensión transitoria, y su recuperación suele ser gradual y completa.

Lesión moderada

Las víctimas presentan una lesión de tipo progresivo, única o multisistémica, que a veces pone en riesgo su vida. Algunos pacientes en esta categoría también adquieren una discapacidad permanente y quizá manifiesten lo siguiente:

- **Efectos inmediatos**
 - Signos neurológicos
 - Convulsiones
 - Sordera
 - Paro y lesiones cardíacas
 - Lesiones pulmonares
 - Confusión, amnesia
 - Ceguera
 - Mareo
 - Contusión por la onda de choque
 - Traumatismo contundente (p. ej., fracturas)
 - Dolor torácico o muscular
 - Rotura del tímpano
 - Cefalea, náusea, síndrome posconmoción
- **Efectos tardíos**
 - Síntomas y signos neurológicos
 - Déficit de memoria
 - Déficit de atención
 - Cambios neuropsicológicos
 - Problemas de codificación y recuperación de la información
 - Fácil distracción
 - Cambios de personalidad
 - Irritabilidad

Figura 22-5 Lesión por rayo: signos, síntomas y tratamiento usuales

Lesiones	Signos/síntomas	Tratamiento
Menores	Percepción de sensación extraña en una extremidad; confusión; amnesia; inconsciencia temporal; sordera o ceguera; rotura de la membrana timpánica	Seguridad en el escenario; ABCDE; antecedentes médicos y evaluación secundaria; vigilancia por ECG; administración de oxígeno, y transporte al hospital de todos los pacientes con lesiones leves.
Moderadas	Desorientación, combatividad, parálisis, fracturas, traumatismo contuso, ausencia de pulso en las extremidades pélvicas, shock espinal, convulsiones, paro cardiorrespiratorio temporal, estado comatoso	Seguridad en el escenario; ABCDE; interrogatorio médico y evaluación secundaria; vigilancia por ECG; RCP (CAB) temprana cuando sea necesaria; administración de oxígeno y transporte de todos los pacientes al hospital.
Graves	Cualquiera de los anteriores, otorrea (escurrimiento de líquido del conducto auditivo), fibrilación o asistolia cardíacas	Procedimientos de RCP (CAB) y soporte vital avanzado; uso del triage "inverso" ante múltiples pacientes.

Nota: ABCDE, vía aérea, respiración, circulación, discapacidad, exposición/ambiente; CAB, circulación, vía aérea, respiración; RCP, reanimación cardiopulmonar; ECG, electrocardiograma.

Fuente: Datos tomados de O'Keefe GM, Zane RD: Lightning injuries. *Emerg Med Clin North Am* 22:369, 2004; y Cooper MA, Holle RL, Andrews CJ, Blumenthal R: Lightning injuries. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.



Figure 22-6 Figuras de Lichtenberg.

Fuente: © British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons.

Manejo

Las prioridades de manejo consisten en garantizar la seguridad del escenario para usted y su tripulación, y en evaluar CAB en cualquier víctima. Si no hay respiración o circulación espontáneas, con base en las guías actuales inicie una RCP eficaz hasta por cinco ciclos (2 minutos) y evalúe el ritmo cardíaco con un desfibrilador automático externo (DAE) o un monitor cardíaco.¹⁵ Utilice parámetros de SVA para el manejo del paro cardiopulmonar inducido por un rayo con base en las guías actuales de la AHA para el soporte vital cardiovascular avanzado (SVCA) y el soporte vital avanzado pediátrico (SVAP), como se discutió en otro capítulo de este libro.¹⁵ Evalúe y trate el shock y la hipotermia. Aplique oxígeno a flujo alto a todos los pacientes moderada y gravemente lesionados. Deben iniciarse soluciones intravenosas a una velocidad que mantenga la vena permeable (MVP), ya que los pacientes lesionados por un rayo, a diferencia de las víctimas de lesiones eléctricas de alto voltaje convencionales, no presentan destrucción tisular masiva y quemaduras que requieran una cantidad mayor de líquidos. Quienes muestran signos vitales inestables o presentan traumatismos asociados pueden ser objeto de titulación de sus soluciones, según sea apropiado.

Estabilice cualquier fractura y prepare al paciente con traumatismo contuso para la inmovilización de la columna cervical. Las víctimas con lesiones de menores a graves requieren transporte a un área de urgencias para evaluación y observación adicionales. Traslade al paciente por tierra o aire, según lo determinen la disponibilidad, distancia y tiempo necesarios para llegar al hospital y el riesgo conjunto para la tripulación de vuelo, así como el beneficio para el paciente.

Como se mencionó antes, las víctimas de rayo tienen mayor probabilidad de responder positivamente con la reanimación temprana y eficaz. Sin embargo, pocas pruebas sugieren que puedan recuperar el pulso con procedimientos prolongados de soporte vital básico (SVB) o soporte vital avanzado (SVA), que duran de 20 a 30 minutos.² Antes de dar por terminada la reanimación, deberán realizarse todos los esfuerzos posibles por estabilizar al paciente estableciendo una vía aérea permeable, respaldando la ventilación y corrigiendo cualquier hipovolemia, hipotermia y acidosis.

Prevención

Con las numerosas tormentas con relámpagos que se registran en el año, las descargas de rayos son frecuentes. Tanto los proveedores de atención prehospitalaria como el público en general deben documentarse en relación con los muchos mitos y concepciones erróneas que circulan sobre este fenómeno (Figura 22-7). Las siguientes agencias proveen numerosos recursos de prevención para las descargas por rayos: el National Weather Service/NOAA, el National Lightning Safety Institute, la American Red Cross y la Federal Emergency Management Agency.²²⁻²⁴

Tanto comisiones médicas como organizaciones nacionales e internacionales publican guías oficiales para la prevención y tratamiento de lesiones por rayos, entre ellas la Wilderness Medical Society, la AHA, la International Commission for Mountain Emergency Medicine y la Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federación (Figura 22-8).^{11,15,25}

Los proveedores de atención prehospitalaria y el personal de seguridad pública deben establecer procedimientos de vigilancia del clima adverso que emita alertas de tormenta actualizadas durante todo el día como un método de prevención para la seguridad. No hay un lugar 100% seguro en exteriores. La ambulancia es el refugio más confiable si los proveedores de atención prehospitalaria se encuentran cerca y no se dispone de algún edificio.

Un lema de instrucción pública que se suele utilizar indica: "Si usted lo ve, huya; si usted lo oye, evítelo." Otra regla útil es la "30-30". Cuando el tiempo entre la observación de un relámpago y la audición del trueno es de 30 segundos o menos, los individuos están en peligro y necesitan buscar un refugio apropiado. Siguiendo esta regla, se recomienda reiniciar la actividad en exteriores 30 minutos después del último relámpago o trueno, debido a que todavía hay una amenaza y pueden caer rayos en un radio de hasta 15 kilómetros (10 millas) después de que pasa la tormenta eléctrica.^{26,27} Otro método que permite medir la proximidad de los rayos es la regla de "relámpago a trueno", que señala que 5 segundos = 1.5 km (1 milla); esto es, después del relámpago, el rayo se encuentra a 1.5 km de distancia por cada 5 segundos que transcurren hasta oír el trueno.

Para mayor información sobre la prevención antes de descargas de rayos, véase la Figura 22-9. La Figura 22-10 contiene información acerca del soporte para los sobrevivientes al impacto de un rayo.

Figura 22-7 Mitos y conceptos erróneos sobre los rayos

Mitos generales

Todas las creencias comunes siguientes acerca de los rayos son falsas:

- Las descargas de rayos son invariablemente fatales.
- Una causa importante de muerte es por quemadura.
- La víctima de un rayo se enciende o se reduce a cenizas.
- Las víctimas permanecen cargadas de electricidad después de recibir la descarga.
- Los individuos sólo corren riesgo de recibir un rayo cuando hay nubes de tormenta en el cielo.
- Guarecerse en un edificio durante la tormenta brinda 100% de protección contra los rayos.
- Los rayos nunca caen en el mismo lugar dos veces.
- El uso de zapatos con suela de hule y un impermeable protege a la persona.
- Las llantas de hule de un vehículo protegen a las personas de las lesiones.
- El uso de joyería metálica aumenta el riesgo de atraer los rayos.
- Los rayos siempre golpean el objeto más alto.
- No hay riesgo de descarga de rayos, a menos que esté lloviendo.
- Los rayos pueden presentarse sin relámpagos.

Conceptos erróneos acerca de la atención de los pacientes

Algunos mitos y conceptos equivocados sostenidos por los proveedores de atención prehospitalaria pueden afectar de manera adversa los cuidados de sus pacientes y los resultados.

- Si la víctima no muere por el rayo, estará bien.
- Si la víctima no tiene signos externos de lesión, el daño no puede ser tan grave.
- Las lesiones por rayos deben tratarse de forma similar a como se manejan las lesiones por electricidad de alto voltaje.
- Las víctimas de rayos sometidas a esfuerzos de reanimación durante varias horas se recuperarán exitosamente.

Fuente: Modificado de O'Keefe GM, Zane RD: Lightning injuries. *Emerg Med Clin North Am* 22:369, 2004; y Cooper MA, Andrews CJ, Holle RL, Lopez RE: Lightning injuries. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 5a. ed., St. Louis, 2007, Mosby Elsevier.

Figura 22-8 Guías de prevención para los proveedores de atención prehospitalaria en regiones montañosas

Los proveedores de atención prehospitalaria que prestan servicio en regiones montañosas corren mayor riesgo de tener descarga de un rayo, especialmente guardabosques, miembros de equipos de búsqueda y rescate y personal de seguridad pública que operan a gran altitud y en áreas remotas. Algunas guías de prevención generales para este personal de asistencia incluyen las siguientes:

- Tome nota del reporte del clima. Los relámpagos y rayos se presentan en las montañas sobre todo durante los meses de verano, ya avanzada la tarde y por la noche. Por ello el dicho "Sube a mediodía y baja a las 2:00 p.m." hace recordar a los individuos que deben retornar a elevaciones menores a la mitad de la tarde o ya avanzada ésta, para disminuir el riesgo de exposición.
- El mejor lugar para salir de una tormenta de relámpagos en las montañas es una cabaña o albergue de montaña. Manténgase lejos de puertas y ventanas abiertas.
- Las tiendas de campaña no proveen protección alguna de las descargas, y sus postes pueden actuar como pararrayos.
- Las cuevas y valles grandes ofrecen protección, pero la de las cuevas pequeñas es poca si la persona está cerca de la abertura y las paredes laterales.
- Los lechos de los arroyos secos son más peligrosos que las áreas abiertas.
- Manténgase fuera de crestas y cordilleras montañosas, líneas eléctricas y plataformas aéreas articuladas.
- Aléjese de la base de los árboles más altos, ya que los rayos viajarán del tronco a la base. En un bosque, es mejor ubicarse en un conjunto de árboles pequeños.
- Si quedó usted a cielo abierto, no se siente ni se acueste. Es mejor agacharse con los pies o rodillas juntos y mantener contacto con un área tan pequeña del piso como sea posible para minimizar la potencial lesión por la corriente en el terreno. Los proveedores de atención prehospitalaria deben usar algún aislamiento entre ellos y el piso, como una mochila seca sobre la cual arrodillarse o sentarse.
- En un grupo, manténgase separado de los demás individuos, pero al alcance de la vista para disminuir el número de personas lesionadas por una corriente en el terreno o destellos laterales entre sí.
- Considere el uso de pequeños detectores portátiles de rayos, de manera que reciba una alerta con antelación y pueda implementar los pasos de prevención antes de que llegue la tormenta.

Ahogamiento

En Estados Unidos, los incidentes de ahogamiento ocasionan lesiones frecuentes y 3 880 muertes al año; además, representan la tercera causa de muerte no intencional en todo el mundo.²⁸ El

ahogamiento sigue siendo una causa importante de mortandad prevenible en todos los grupos etarios, pero alcanza rangos epidémicos en los niños.²⁸⁻³¹ La Organización Mundial de la Salud calcula que ocurren 400 000 decesos al año por incidentes de sumersión no intencional, sin incluir aquellos por ahogamiento resultante de

Figura 22-9 Guías de seguridad para los rayos

Las siguientes son guías para protegerse de los rayos conforme se desarrolla una tormenta:

- Busque un vehículo con pararrayos o una estructura protegida de los rayos.^{22,26}
 - Un automóvil, que es un vehículo metálico totalmente cerrado, constituye un escudo seguro. Otros vehículos completamente metálicos relacionados con el transporte, como aviones, autobuses, camionetas deportivas y equipo de construcción con cabinas de metal en su mayor parte cerradas, también son seguros. Una nota precautoria, no obstante, recalcará que no debe ponerse en riesgo el "escudo metálico externo" del vehículo. Esto significa que:
 - Es necesario cerrar las ventanillas.
 - No debe establecerse contacto con ningún objeto interior, como sintonizadores de radio, manijas metálicas de puertas, micrófonos de radio de dos vías, etc., que se conecten con objetos externos.
 - Es preciso evitar todos los objetos que penetran desde el interior al exterior.
 - Los vehículos no seguros incluyen aquellos fabricados con fibra de vidrio y otros plásticos, además de la maquinaria pesada pequeña de montar o los vehículos sin toldos cerrados, como motocicletas, tractores agrícolas, carritos de golf y los todo terreno.
 - Los edificios de metal son lugares a prueba de rayos. También lo son las estructuras permanentes grandes de mampostería y madera. Nuevamente la advertencia es no convertirse en vía de conducción de la descarga. Esto significa evitar todos los circuitos eléctricos, apagadores, equipo eléctrico, ventanas, puertas y barandales metálicos, y así sucesivamente. Las estructuras sostenidas por postes pequeños, como las paradas de autobús, los refugios para días de campo o la banca de un campo de béisbol, no son seguras.

Las siguientes son guías para protegerse de los rayos en espacios interiores:

- Busque un edificio y manténgase lejos de ventanas, puertas abiertas, chimeneas, baños y regaderas, así como de objetos metálicos, como fregaderos y otros accesorios.
- Apague el radio y la computadora y evite los teléfonos alámbricos; utilice teléfono sólo en caso de urgencia.
- Apague todos los accesorios y dispositivos eléctricos, y cierre los grifos antes de que llegue la tormenta.

Las siguientes son guías de seguridad contra los rayos cuando se permanece en el exterior:

- Prescinda de usar radios de mano, teléfonos celulares u otros dispositivos de señal/comunicación electrónica si es posible.
- Evite los objetos metálicos, como bicicletas, tractores y rejas.
- Retírese de objetos altos, como los árboles, y hágase pequeño a sí mismo agachándose.
- Eluda las zonas cerca de mangueras, líneas eléctricas y remonta pendientes.
- Evite el campo abierto.
- Evite los refugios abiertos (p. ej., estacionamientos con cubierta abierta, marquesinas de autobús), dependiendo de su tamaño total, porque pueden ocurrir descargas laterales en el terreno.
- Despréndase de los bastones de esquiar y palos de golf, que pueden atraer los rayos.
- En eventos públicos grandes al aire libre, busque autobuses o furgonetas cercanas.
- De ser posible, trate de hacer el mínimo contacto con la tierra. En la "posición pararrayos", el individuo se agacha con los pies juntos, las manos cubriendo los oídos, y colocando un cojín para piso o una mochila, u otro material de aislamiento, bajo los pies. Una posición alternativa cómoda consiste en arrodillarse o sentarse con las piernas cruzadas.
- No se pare, abraza, agache o apiñe cerca de árboles grandes; aléjese a un área baja de árboles más pequeños o vástagos.
- Busque zanjas, a menos que estén en contacto con el agua.
- Si se encuentra en el agua, busque la orilla de inmediato y camine sobre tierra lejos del líquido. Evite nadar, usar lancha o permanecer cerca del objeto más alto en el agua.^{1, 10}

Figura 22-10 Sobrevivientes de lesiones por rayo

Se dispone del respaldo de la Lightning Strike & Electric Shock Survivors International, Inc. (LS&ESSI, Inc.) para los sobrevivientes de lesiones por rayo. Este grupo de apoyo no lucrativo está constituido por sobrevivientes, su familia y otros interesados. Hay miembros de esta organización en todo Estados Unidos y en más de 13 países (<http://www.lightning-strike.org/>).

inundaciones, suicidio u homicidio.³² Las lesiones por sumersión tienen un costo sustancial para la sociedad; tan sólo en Estados Unidos se gastan anualmente 3250 millones de dólares o más en estos pacientes.³³

La terminología que describe a las víctimas continúa evolucionando. Hace 35 años se definía el ahogamiento como el proceso por el cual los mamíferos que respiran aire sucumben al sumergirse en un líquido, y el casi ahogamiento como una inmersión con alguna supervivencia temporal.³⁴ La denominación ahogamiento se había usado para describir a las víctimas que se recuperaban inicialmente de una lesión por sumersión, pero que después morían por insuficiencia respiratoria secundaria.^{35,36} Sin embargo, este último término ha sido cuestionado recientemente y algunos autores sugieren no utilizarlo. Cualquier incidente de sumersión o inmersión sin datos de alteración

respiratoria debe considerarse rescate acuático y no ahogamiento. Se han abandonado ya términos viejos y arcaicos como casi ahogamiento, ahogamiento seco, ahogamiento húmedo, ahogamiento secundario y ahogamiento pasivo.

Las definiciones más aceptadas adoptadas por la Organización Mundial de la Salud son las siguientes:³⁷

- **Ahogamiento:** proceso de alteración respiratoria por sumersión/inmersión en un líquido. La víctima puede sobrevivir o morir después de este episodio, que se conoce como *incidente de ahogamiento*. El proceso de ahogamiento se inicia con alteración respiratoria, cuando la vía aérea de la persona desciende por debajo de la superficie del agua o ésta le salpica el rostro.³⁸
- **Sumersión:** todo el cuerpo, incluida la vía aérea, se encuentra bajo el agua.
- **Inmersión:** El agua salpica o se vierte sobre el rostro y la vía aérea, ocasionando ahogamiento por aspiración.

Epidemiología

La séptima causa de muerte en todas las edades es el ahogamiento no intencional; es además la más importante entre el primer y

cuarto año de edad; la segunda más importante entre los 4 y 14 años, y la tercera en los lactantes (menores de 1 año).²⁹ Los lactantes corren riesgo de ahogarse en tinas de baño, cubetas y excusados.³⁹ La incidencia de percances por sumersión puede superar 500 a 600 veces la tasa de ahogamiento.⁴⁰ Según reportes de los Centers for Disease Control and Prevention (CDC), de 2005 a 2009 se registró un promedio de 3880 casos de ahogamiento fatal no intencional en Estados Unidos, y que anualmente fueron atendidos 5789 pacientes en el área de urgencias de hospitales por ahogamiento no fatal (Figura 22-11).^{29,30} Cada año mueren 347 personas adicionales por ahogamiento en incidentes relacionados con la navegación.²⁹

Por cada niño ahogado, otros tres sobreviven y requieren atención de urgencia por incidentes de sumersión. Cada semana mueren 40 niños por ahogamiento, 115 son hospitalizados y 12 presentan lesión cerebral irreversible.³¹

De 2005 a 2009 los CDC reportaron un promedio anual de 9669 víctimas de sumersión (fatales y no fatales).²⁹ De este total, los incidentes fatales ocurrieron en tinas de baño (10%), albercas (18%) y contextos de agua natural, como lagos, ríos y océanos (51%). En comparación, los incidentes no intencionales por sumersión, no fatales, tratados en el área de urgencias de Estados Unidos fueron numerosos en albercas (58%), con 25% en contextos de agua natural y 10% en tinas de baño. Las tasas de lesiones fatales y no fatales fueron altas para niños de 4 años de edad o menores, así como para

Figura 22-11 Ahogamiento no intencional — Estados Unidos, 2005-2009

Características	No fatal	Fatal*
Edad (en años)		
De recién nacido a 4 años	3057	513
De 5 a 14	1012	252
≥ 15	1718	3107
Se desconoce	2	9
Género		
Masculino	3486	3057
Femenino	2301	823
Localización		
Tina de baño	534	403
Alberca	3341	683
Agua natural (océano, lagos, ríos)	1460	1982
Otra	484	813
Destino		
Tratado/dado de alta	2540	—
Hospitalizado	2908	—
Otro	340	—
Total	5789	3880

*Número calculado.

Fuente: Datos de los Centers for Disease Control and Prevention: Annual average Nonfatal and fatal drownings in recreational water settings—United States, 2005-2009. *MMWR* 61(19): 345, 2012.

los hombres de todas las edades. La tasa de incidentes no fatales en hombres duplicó la de las mujeres, mientras que la de incidentes fatales en hombres cuadruplicó la de las mujeres.

Factores de sumersión

Factores específicos colocan a los individuos en mayor riesgo de incidentes de sumersión.^{34, 36, 39, 41, 42} Su reconocimiento aumentará la alerta y ayudará a crear estrategias y políticas preventivas para disminuir al mínimo estos sucesos. En lactantes y niños pequeños, los principales factores de riesgo consisten en una supervisión inadecuada, y en adolescentes y adultos, en su conducta riesgosa y el consumo de drogas o alcohol.³⁹

Los factores de sumersión incluyen los siguientes:

- **Capacidad para nadar.** Saber nadar no tiene relación consistente con el ahogamiento. Los hombres de raza blanca tienen mayor incidencia de ahogamiento que las mujeres, aunque se informa que éstas tienen mejor capacidad natatoria.³⁴ Un estudio concluyó que los no nadadores o principiantes contribuyeron con 73% de los ahogamientos en albercas caseras, y con 82% de los incidentes en canales, lagos y estanques.⁴³
- **Desmayo en aguas poco profundas.** En un esfuerzo por aumentar su distancia de natación bajo el agua, algunos nadadores hiperventilan de manera intencional inmediatamente antes de sumergirse. Lo hacen en un esfuerzo por disminuir la presión parcial de dióxido de carbono arterial (PaCO_2). Puesto que la concentración de dióxido de carbono corporal provee el estímulo para respirar en las personas sin enfermedad pulmonar obstructiva crónica,⁴⁴ un decremento en la PaCO_2 disminuye la retroalimentación al centro respiratorio en el hipotálamo para tomar una inspiración durante la contención ventilatoria. Sin embargo, estos nadadores tienen riesgo de presentar un incidente de sumersión, porque la presión parcial de oxígeno arterial (PaO_2) no cambia significativamente con la hiperventilación. Conforme el individuo continúa nadando bajo el agua, la PaO_2 disminuirá significativamente y causará una posible pérdida del estado de vigilia e hipoxia cerebral.
- **Inmersión accidental en agua fría.** Otra situación que coloca a los individuos en mayor riesgo de ahogamiento es la inmersión en agua fría (con la cabeza afuera). Los cambios fisiológicos que ocurren con esta inmersión pueden tener un resultado desastroso o un efecto de protección sobre el cuerpo, dependiendo de muchas circunstancias. Los resultados adversos son más frecuentes, tanto por colapso cardiovascular como por muerte súbita minutos después de la inmersión (véase el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío, para mayor información).
- **Edad.** El ahogamiento se reconoce como un accidente de personas jóvenes, con los niños en edad de caminar como el grupo más numeroso, debido a su naturaleza inquisitiva y la falta de supervisión de los padres. Los niños menores de 1 año de edad tienen la tasa de ahogamiento más alta.^{29, 45}
- **Género.** Los hombres constituyen más de la mitad de las víctimas de sumersión, con dos picos de incidencia relacionados con la edad. El primer pico ocurre a los 2 años, disminuye hasta los 10 años, y después aumenta rápidamente para alcanzar un nuevo pico a los 18. Los hombres de mayor edad pueden estar en riesgo más alto de ahogamiento por sus mayores tasas de exposición a las actividades acuáticas, mayor consumo de alcohol mientras están en el muelle y mayores conductas de riesgo.^{34, 46}
- **Raza.** Debido al antecedente de segregación en Estados Unidos, a muchos afroamericanos de edad avanzada se les negó durante mucho tiempo el acceso a las albercas y las lecciones de natación. Si un abuelo o padre no nada, las lecciones de natación para los niños pueden convertirse en una menor prioridad para la familia. Hoy los niños afroamericanos experimentan más incidentes de sumersión que los de raza blanca. Los primeros tienden a ahogarse en estanques, lagos y otras fuentes naturales de agua.²⁸ La tasa de ahogamientos de niños de sexo masculino se ha calculado tan alta como tres veces la de los de raza blanca.⁴⁷
- **Ubicación.** Los incidentes de sumersión suelen presentarse en albercas del patio trasero y en el océano, pero también en cubetas.³⁶ Las casas en áreas rurales con pozos abiertos aumentan por siete veces el riesgo de ahogamiento de un niño pequeño.³⁴ Otras localizaciones peligrosas son los barriles de agua, las fuentes y las cisternas subterráneas.
- **Alcohol y fármacos.** El alcohol es el principal fármaco asociado con incidentes de sumersión,^{48, 49} muy probablemente porque causa la pérdida de un entendimiento sólido.⁴⁶ Hasta 20 a 30% de las muertes de adultos durante la navegación o en incidentes de sumersión implica el consumo de alcohol, situación en que las personas usaron un mal criterio, aceleraron el motor de la embarcación, prescindieron de los chalecos salvavidas o manejaron el navío imprudentemente.^{34, 50}
- **Enfermedad o traumatismo subyacente.** El inicio de malestar por una enfermedad subyacente puede contribuir a que las personas se conviertan en víctimas de sumersión. La hipoglucemia, el infarto miocárdico, las disritmias cardíacas, la depresión y las ideas suicidas, así como el síncope, predisponen a los individuos a incidentes de ahogamiento.³⁹ En un estudio reciente se informó que el riesgo en personas con epilepsia aumenta de 15 a 19 veces, en comparación con las personas de la población general.⁵¹ Deben sospecharse lesiones de la columna cervical y traumatismos cefálicos en todos los incidentes no atestiguados, y lesiones que involucran a surfistas, surfistas de tabla y víctimas que bucean en aguas poco profundas o en las que hay objetos sumergidos, como rocas o árboles (Figuras 22-12 y 22-13).
- **Abuso infantil.** Se informa de una elevada incidencia de abuso infantil en incidentes de sumersión, en particular en tinas de baño. Un estudio de los niños en esta situación, señaló que entre 1982 y 1992, 67% tenía datos de antecedentes o signos físicos compatibles con un diagnóstico de abuso o abandono.⁴² En consecuencia, se recomienda mucho que cualquier incidente en tina de baño con sospecha de sumersión infantil se comunique a los servicios sociales locales para su investigación apropiada.
- **Hipotermia.** El ahogamiento puede ser resultado directo de la inmersión prolongada que lleva a la hipotermia. (Véase la sección "Enfermedad relacionada con el frío" en el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío, para mayor discusión sobre la hipotermia accidental.) Se define la hipotermia como una temperatura corporal central menor de 36 °C (96.8 °F). La inmersión en agua permite una pérdida rápida de calor corporal que se transfiere al agua, usualmente más fría, lo que precipita la hipotermia.



Figura 22-12 Inmovilización de la columna en el agua. En primer lugar, los proveedores de atención prehospitalaria llevan la camilla de columna hasta el sitio para colocarla debajo del paciente.

Fuente: Cortesía de Rick Brady.



Figura 22-13 Inmovilización de columna en camilla en el agua. Se coloca un collar cervical al paciente para ayudar a la inmovilización de la columna.

Fuente: Cortesía de Rick Brady.

Mecanismo de lesión

Un escenario frecuente de *inmersión con la cabeza afuera*, o un incidente de sumersión corporal total se inicia con una situación que genera una respuesta de pánico, lo que lleva a detener la respiración, a la falta de aire y al aumento de la actividad física en un esfuerzo de la persona por mantenerse en la superficie del agua o más arriba. De acuerdo con la mayor parte de los informes de testigos, rara vez se observa a las víctimas de sumersión gritando y haciendo señales solicitando ayuda mientras pugnan por mantenerse por arriba de la superficie del agua. Más bien se les ve flotando o en posición inmóvil en la superficie, o nadan bajo el agua y no emergen. Conforme continúa el incidente de sumersión, un esfuerzo inspiratorio lleva agua hacia la faringe y laringe y causa una respuesta de sofocación con laringoespasmos. El inicio del laringoespasmos representa el primer paso de la sofocación e hipoxia cerebral, que a su vez causa que la víctima pierda el estado de vigilia y se sumerja aún más en el agua.³⁸

Durante años se han suscitado controversias acerca de la fisiopatología del ahogamiento, sobre todo respecto de las diferencias cuando ocurre en agua dulce o salada, o de si entró o no agua en los pulmones.^{35,37,39} Quince por ciento de los ahogamientos se denomina *seco*, porque el laringoespasmos intenso previene la aspiración de líquido hacia los pulmones. El restante 85% de los incidentes de sumersión se considera *ahogamiento húmedo*, donde el laringoespasmos se relaja, la glotis se abre y la víctima aspira agua hacia los pulmones.⁵²

Teóricamente hay diferentes efectos sobre estos órganos cuando les ingresa agua dulce (hipotónica) o salada (hipertónica). En el agua dulce, el líquido hipotónico entra al pulmón y después atraviesa los alvéolos hacia el espacio intravascular, causando una sobrecarga de volumen y un efecto dilucional de los electrolitos séricos y otros componentes del suero. Por el contrario, en la aspiración de agua salada el líquido hipertónico ingresa al pulmón, al tiempo que también lo invade el líquido adicional del espacio intravascular, que ingresa a través de los alvéolos, con lo cual sobreviene edema pulmonar e hipertonicidad de los electrolitos séricos.

En realidad se ha demostrado que no hay diferencias reales entre los ahogamientos húmedo y seco, y entre la aspiración de agua dulce y salada.^{39,53,54} Para los proveedores de atención prehospitalaria, el común denominador en estos cuatro escenarios de sumersión es la hipoxia cerebral, causada por el laringoespasmos con aspiración de agua. El proceso completo de ahogamiento desde la inmersión o sumersión hasta la hipoxemia, apnea, pérdida del estado de vigilia, que lleva al paro cardíaco, actividad eléctrica sin pulso y la asistolia, suele presentarse en segundos o en unos cuantos minutos.³⁸ En aquellas víctimas que sobreviven, el manejo del escenario debe pretender una reversión rápida de la hipoxia para prevenir el paro cardíaco.

Sobrevivencia después de una sumersión en agua fría

Cuatro fases describen las respuestas corporales y los mecanismos de muerte durante la inmersión en agua fría. Estas fases se correlacionan con el principio 1-10-1:⁵⁵

1. *Inmersión inicial y respuesta de shock frío.* La víctima cuenta con 1 minuto para controlar su respiración.
2. *Inmersión breve y pérdida de desempeño.* La víctima cuenta con 10 minutos de movimiento significativo para salir del agua.
3. *Inmersión de largo plazo e inicio de hipotermia.* La víctima tiene a su favor casi 1 hora hasta que presente un estado de inconsciencia por hipotermia.
4. *Colapso cercano al momento, justo antes, durante o después del rescate.* Si las víctimas sobreviven a las primeras tres fases, hasta 20% puede experimentar este tipo de colapso durante el rescate.

En cada una de estas etapas existe una amplia variedad de situaciones individuales a partir de las dimensiones corporales, la temperatura del agua y la proporción del cuerpo sumergida. Cada una se acompaña de riesgos específicos para la sobrevivencia de la víctima de inmersión, originados en una variedad de mecanismos fisiopatológicos o que influyen en ellos. Las muertes ocurren durante las cuatro fases de inmersión.

En casos raros de inmersión prolongada, una de hasta 66 minutos, los pacientes llegaron al hospital con hipotermia grave y se recuperaron conservando la función neurológica en forma parcial o completa.^{56,57} En estos incidentes, la temperatura central más baja registrada fue de 13.7 °C (56.6 °F) en una mujer sobreviviente.⁵⁸ En otro caso, un niño se recuperó con total integridad después de la inmersión en agua helada durante 40 minutos, con una temperatura central de 23.9 °C (75 °F); después de 1 hora de reanimación, registró retorno de circulación espontánea.⁵⁹

No hay explicación para tales casos, pero se cree que la hipotermia protege. La inmersión en agua fría podría llevar a la hipotermia en el transcurso de 1 hora dependiendo de muchos factores, como se indica más adelante, debido a que aumentan la pérdida de calor superficial y el enfriamiento central. Además, es posible que la deglución o aspiración de agua fría contribuya al enfriamiento apresurado. El inicio rápido de hipotermia durante el ahogamiento en agua dulce pudiese dar como resultado un enfriamiento central a causa de la aspiración pulmonar y la rápida absorción de agua fría, con el enfriamiento cerebral subsiguiente.

Otro factor que explicaría por qué algunos niños pequeños sobreviven es el **reflejo de inmersión de los mamíferos**, por el cual decrece la frecuencia cardíaca, se desvía sangre hacia el encéfalo y se cierra la vía aérea. Evidencias recientes sugieren que el reflejo de inmersión presente en diversos mamíferos está activo en sólo 15 a 30% de los seres humanos; no se puede considerar la única explicación de por qué algunos niños sobreviven, pero podría revelar parte de este fenómeno.⁶⁴

Cada paciente sumergido debe ser objeto de esfuerzos de reanimación completos, independientemente de la presencia o ausencia de cualquiera de estos factores. Los siguientes aspectos parecen influir en los resultados del paciente rescatado de una sumersión en agua helada.

- **Edad.** Se han documentado muchas reanimaciones exitosas en lactantes y niños mayores en Estados Unidos y Europa. La pequeña masa del cuerpo del menor se enfría más rápido que la de un adulto; por tanto, permite formar menos productos secundarios lesivos del metabolismo anaerobio, y causa un menor daño irreversible (véase el Capítulo 4, Fisiología de la vida y la muerte).
- **Tiempo de sumersión.** Mientras más breve la duración de la sumersión, menor el riesgo de daño celular causado por hipoxia. Es necesario obtener información completa acerca del tiempo que la víctima estuvo bajo el agua. Un tiempo mayor de 66 minutos probablemente sea fatal. Por tanto, un enfoque razonable para reanimar a la víctima consiste en iniciar los esfuerzos si la duración de la sumersión es menor de 1 hora.
- **Temperatura del agua.** Niveles de 21.1 °C (70 °F) y menores inducen hipotermia. Mientras más fría el agua, mejor la posibilidad de supervivencia, tal vez por el rápido decremento de la temperatura encefálica y el metabolismo cuando el cuerpo se enfría rápidamente.
- **Esfuerzo.** Las víctimas de sumersión que se esfuerzan menos tienen mejor probabilidad de reanimación (a menos que su combatividad tenga éxito para evitar el ahogamiento). Menor esfuerzo significa menos secreción hormonal (p. ej., epinefrina) y actividad muscular, que se traduce en producción aminorada de calor (energía) y vasodilatación. Estos factores, a su vez, disminuyen la demanda de oxígeno muscular, lo que da como resultado

un menor déficit de oxígeno en el músculo y menos producción de dióxido de carbono y ácido láctico. Por tanto, la velocidad de enfriamiento del paciente aumenta, lo que podría mejorar sus posibilidades de reanimación.

- **Limpieza del agua.** Los pacientes en general evolucionan mejor después de la reanimación si se sumergieron en agua limpia, más que en lodosa o contaminada.
- **Calidad de los esfuerzos de reanimación y de la RCP.** En general, los pacientes sometidos a una RCP adecuada y eficaz, combinada con un recalentamiento y medidas de SVA apropiados, evolucionan mejor que aquellos que reciben una o más medidas de calidad por abajo del estándar. El inicio inmediato de la RCP es un factor clave para los pacientes con hipotermia. Estudios previos y actuales revelan que una técnica deficiente de reanimación cardipulmonar tiene relación directa con un mal resultado.^{60,61} Véase las guías actuales del SVB que se indican en el algoritmo de hipotermia de la AHA en el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío.⁶²
- **Lesiones o enfermedades asociadas.** Los pacientes con lesión o enfermedad existente, o quienes se desmejoran o lesionan en combinación con la sumersión, no evolucionan tan bien como los individuos en general sanos.

Rescate acuático

Muchas organizaciones de seguridad acuática recomiendan recurrir a profesionales altamente capacitados, entrenados regularmente para el rescate acuático, la recuperación y la reanimación de víctimas. Si no se dispone de equipos de auxilio profesionales, los proveedores de atención prehospitalaria deben considerar su propia seguridad y la de todos los que responden a las urgencias antes de intentar un salvamento de este tipo. Se recomiendan las siguientes guías para la seguridad durante el rescate de una víctima en el agua:

- **Acercamiento.** Se intenta realizar el rescate acuático con el acercamiento de un bastón, un palo, un remo o cualquier cosa apropiada, de manera que el rescatista se mantenga en tierra o en un bote. Se debe tener precaución para evitar ser jalado inadvertidamente hacia el agua.
- **Lanzamiento.** Cuando no sea posible el acercamiento, arroje algo a la víctima, como una cuerda o un chaleco salvavidas, de manera que flote hacia el sujeto.
- **Remolque.** Una vez que la víctima tiene una línea de rescate, llévela hacia un punto seguro.
- **Remo.** Si es necesario ingresar al agua, es preferible usar un bote u otro dispositivo con remos para alcanzar a la víctima, utilizando equipo de flotación personal si incursiona en un bote o a nado.⁶⁴

No se recomiendan los rescates a nado, a menos que el proveedor de atención prehospitalaria haya sido entrenado apropiadamente para un auxilio de este tipo, que puede tornarse rápidamente violento por pánico, con el potencial de un doble ahogamiento. Muchos bien intencionados que responden a estas urgencias se han convertido en víctimas adicionales porque no hicieron prioritaria su propia seguridad. Véase en la Figura 22-14 algunas opciones de sistemas de rescate acuático, así como de equipo para una víctima de sumersión y/o traumatismo (precauciones de columna cervical), y para movimiento en aguas profundas.



Figura 22-14 Opciones de equipo de rescate acuático para preparar la movilización del paciente. **A.** Líneas de lanzes de rescate. **B.** Dispositivo de remolque. **C.** Equipo para sujetar al paciente en el agua.

Fuente: Cortesía de Rick Brady.

Predictores de supervivencia

Los siguientes son hechos importantes y factores predictivos de los resultados de la reanimación en una persona que estuvo sumergida.³⁸

1. Son cruciales los soportes vital básico y vital avanzado tempranos.
2. Durante la sumersión, una disminución de la temperatura encefálica de 10 °C (-18 °F) reduce el consumo de trifosfato de adenosina (ATP) en 50%, duplicando el tiempo que puede sobrevivir el cerebro.
3. A mayor duración de la sumersión, más alto el riesgo de muerte o alteración neurológica grave después del alta hospitalaria:
 - 0 a 5 minutos = 10%
 - 6 a 10 minutos = 56%
 - 11 a 25 minutos = 88%
 - Más de 25 minutos = 100%
4. Los signos de daño al tronco del encéfalo predicen la muerte o una grave alteración y déficit neurológicos.

Evaluación

Las prioridades iniciales para cualquier paciente de sumersión incluyen lo siguiente:^{84, 88}

1. Prevención para evitar lesiones al paciente y a quienes responden a la urgencia.
2. Iniciar planes tempranos para la extracción del agua y el transporte rápido al área de urgencias.
3. Conducir un rescate acuático seguro (considere una posible causa relacionada con el submarinismo y la necesidad de inmovilizar la columna vertebral).
4. Debido a la hipoxia, evalúe ABC (vía aérea, respiración y circulación) utilizando el enfoque habitual, no el inverso, de CAB (circulación, vía aérea, respiración).
5. Reverta la hipoxia y la acidosis con cinco ventilaciones de rescate iniciales, seguidas por 30 compresiones torácicas, y a continuación con dos ventilaciones (30:2). Vigile la regurgitación, que es la complicación más frecuente durante la respiración de rescate (65%) y la RCP (86%).
6. No se recomienda la RCP con sólo compresión torácica en personas que sufrieron ahogamiento.
7. Restablezca o mantenga la estabilidad cardiovascular.
8. Prevenga pérdidas adicionales de calor corporal e inicie esfuerzos de recalentamiento en pacientes con hipotermia.

Inicialmente, lo más seguro es suponer que la víctima de sumersión tiene hipoxia e hipotermia, hasta que se compruebe lo contrario. En consecuencia, deben realizarse todos los esfuerzos necesarios para establecer respiraciones eficaces durante el rescate acuático, ya que el paro cardíaco por sumersión es resultado principalmente de la falta de oxígeno. Los pacientes con paro respiratorio suelen responder después de unas cuantas ventilaciones de rescate. Los intentos por proveer compresiones torácicas son ineficaces cuando se está en aguas muy profundas para pararse, por lo que consumir tiempo para evaluar la presencia de pulso carece de importancia y sólo retrasará el traslado del sujeto a tierra.

Retire al paciente del agua con seguridad. Una vez en la superficie, colóquelo en posición supina con el tronco y la cabeza alineados, lo que suele realizarse en forma paralela a la costa. Verifique la capacidad de respuesta y continúe la ventilación de rescate como sea necesario.

Si el paciente está respirando, colóquelo en posición de recuperación y vigile que las ventilaciones y el pulso sean eficaces. Evalúe rápidamente cualquier otra amenaza para la vida y las lesiones de traumatismo cefálico y de la columna cervical, particularmente si hay sospecha de trauma asociado con el incidente de sumersión (p. ej., caídas, accidentes en bote, buceo en aguas con riesgo subacuático). Sin embargo, se ha demostrado que la víctima usual en estos casos tiene poca probabilidad de lesión traumática, a menos que se hubiese zambullido.⁸⁸ Obtenga los signos vitales y evalúe los campos pulmonares de los pacientes de sumersión, porque presentan una amplia variedad de alteraciones ventilatorias que incluyen disnea, estertores, roncus y sibilancias. Inicialmente pueden no presentar síntomas, y después deteriorarse rápidamente con signos de edema pulmonar.

Evalúe la saturación de oxígeno con oxímetro de pulso y vigile la concentración de dióxido de carbono de ventilación pulmonar

terminal. Indague trastornos del ritmo cardíaco, ya que los pacientes de sumersión a menudo presentan disritmias secundarias a hipoxia e hipotermia. Examine alguna posible alteración del estado mental y la función neurológica de todas las extremidades, debido a que es frecuente el daño neurológico sostenido. Determine la concentración de glucosa, ya que la hipoglucemia podría ser la causa del incidente de sumersión. Obtenga una calificación basal de la escala de coma de Glasgow (ECG) y continúe evaluando su tendencia. Siempre sospeche hipotermia y reduzca al mínimo la pérdida adicional de calor. Retire toda la ropa húmeda y determine la temperatura rectal (si se dispone de los termómetros apropiados y la situación lo permite), para determinar el grado de hipotermia e iniciar los pasos para disminuir al mínimo una mayor pérdida de calor (véase el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío, para el tratamiento de la hipotermia).

Las siguientes variables son predictivas de un resultado más favorable en las víctimas de sumersión:

- Niños de 3 años de edad y mayores
- Género femenino
- Temperatura del agua menor de 10 °C (50 °F)
- Duración de la sumersión menor de 10 minutos
- Sin aspiración
- Tiempo transcurrido para un SVB eficaz menor de 10 minutos
- Rápido retorno del gasto cardíaco espontáneo
- Gasto cardíaco espontáneo al arribar al servicio de urgencias
- Temperatura central menor de 35 °C (95 °F)
- Sin coma al arribo y con una calificación de la ECG mayor de 6
- Presencia de respuesta pupilar

Manejo

En la Figura 22-15 se presenta una herramienta para el manejo de las víctimas de sumersión basada en un sistema de clasificación de 6 grados y una guía de intervención médica para cada nivel. Un individuo que experimentó alguna forma de incidente de sumersión, y que no presenta signo o síntoma alguno en el momento de la evaluación primaria, todavía necesita cuidados de seguimiento en el hospital después de la evaluación en el escenario, debido al potencial de retraso en la aparición de los síntomas. A muchos pacientes asintomáticos (grado 2) se les autoriza el alta en 6 a 8 horas, dependiendo de los datos clínicos obtenidos en el hospital. En un estudio de 52 nadadores que experimentaron un incidente de sumersión, todos inicialmente asintomáticos inmediatamente después del percance, 21 (40%) presentaron disnea e insuficiencia respiratoria por hipoxemia en las 4 horas siguientes.⁸⁴ En general, todos los pacientes sintomáticos se ingresan al hospital durante al menos 24 horas para cuidados de soporte y observación, debido a que la evaluación clínica inicial puede ser confusa. Es crítico obtener un buen historial del incidente, que detalle el cálculo del tiempo de sumersión y algún antecedente médico.

Todos los pacientes bajo sospecha de sumersión deben recibir oxígeno de flujo alto (15 litros/minuto) independientemente de su estado respiratorio o de saturación de oxígeno inicial con base en la preocupación por una insuficiencia pulmonar tardía, en particular si presentan disnea. Vigile y mantenga la saturación de oxígeno

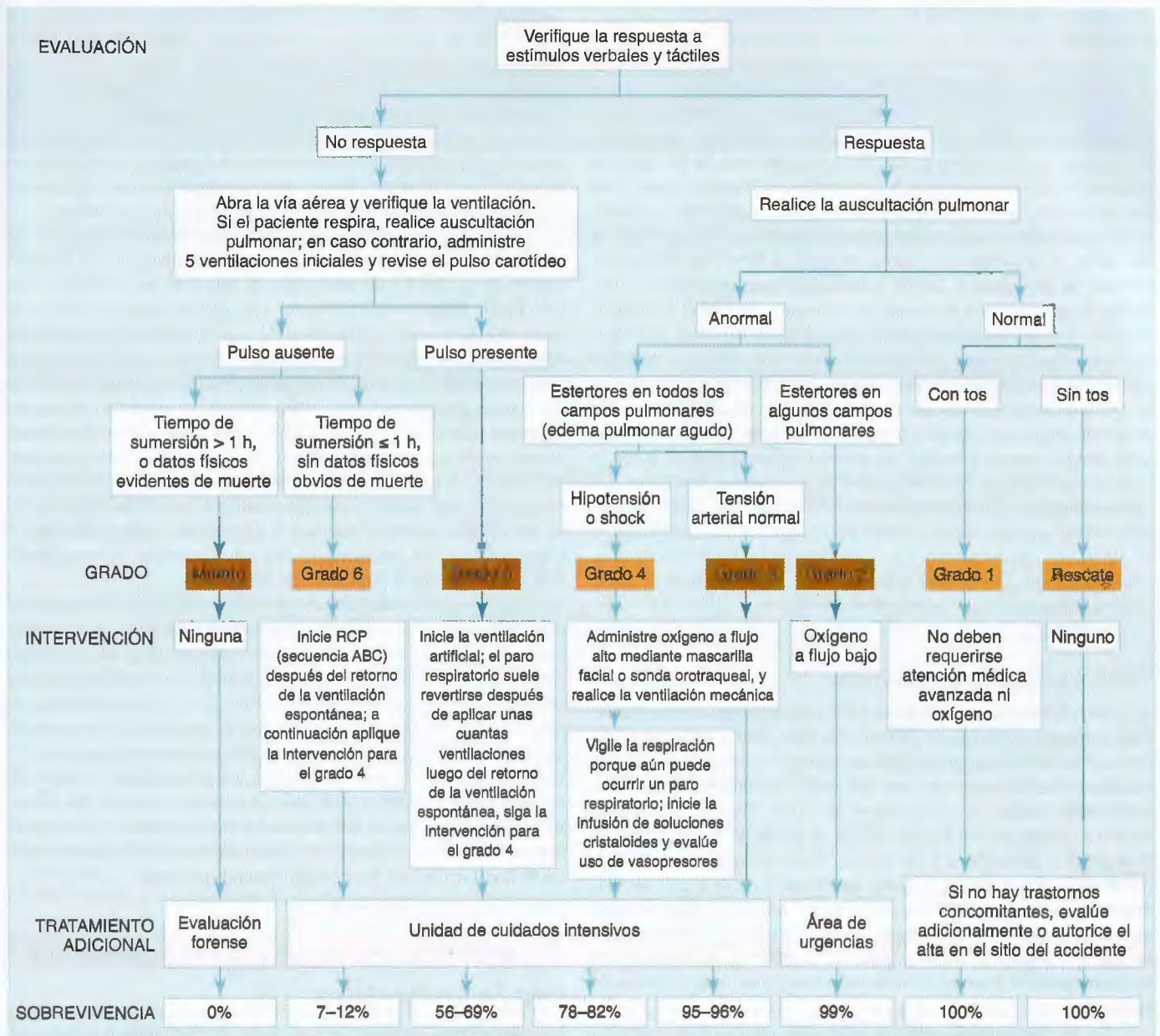


Figura 22-15 Sistema de manejo de la sumersión basado en seis grados de clasificación por nivel de gravedad.

Fuente: De la referencia 9. Szpilman D, Bierens JLM, Handley A, Orlovski JP. Drowning. *New Engl J Med*, 366:2102-10; 2012.

del paciente por arriba de 90%. Aplique el ECG y vigílelo, en particular respecto de actividad eléctrica sin pulso o asistolia. Obtenga acceso intravenoso (IV) y provea solución salina normal (SN) o Ringer Lactato (RL) para mantener la vena permeable, a menos que el paciente tenga hipotensión; entonces administre una carga de 500 mililitros (mL) de líquidos y revalúe los signos vitales.

Transporte a todo paciente de sumersión al servicio de urgencias para su evaluación. Debido a que muchos de ellos cursan asintomáticos, algunos pueden oponerse el traslado debido a que no presentan manifestación importante inmediata. En tal caso, dedique el tiempo necesario para proveerles una instrucción adecuada acerca

de eventuales signos y síntomas tardíos en un accidente de sumersión, explicándoles que muchos tienen complicaciones secundarias por lesión pulmonar. Se necesita una persuasión firme y persistente para que acepten el transporte y acudan al servicio de urgencias más cercano para una evaluación y observación adicionales. Si el paciente se mantiene inflexible en el rechazo a la atención, se le informa sobre las potenciales derivaciones de rehusar los cuidados y se obtiene un escrito firmado en el que se aclara que rechazó la atención a pesar de las recomendaciones médicas.

Un paciente sintomático con antecedente de sumersión que acude con signos de malestar (p. ej., ansiedad, respiraciones rápidas,

dificultad ventilatoria, tos) se considera con lesión pulmonar por sumersión hasta que la evaluación hospitalaria demuestre lo contrario. Deberá hacerse énfasis en corregir la hipoxia, la acidosis y la hipotermia. Provea inmovilización de la columna cervical a todos los pacientes con sospecha de traumatismo. En aquellos que no responden, utilice aspiración para limpiar la vía aérea y manténgala abierta con un dispositivo de vía aérea coadyuvante. La hipoxia y la acidosis se pueden corregir con respaldo ventilatorio eficaz. Los pacientes con apnea deben mantenerse con ventilación mediante bolsa-mascarilla. Considere la intubación temprana para proteger la vía aérea en aquellos con apnea, cianosis o deterioro del estado mental, ya que quienes sufren sumersión degluten grandes cantidades de agua y están en riesgo de vomitar y aspirar el contenido gástrico. Aunque se ha cuestionado el valor de la maniobra de Sellick (compresión cricoidea), se puede aplicar durante la ventilación manual con bolsa-mascarilla e intubación, en un esfuerzo por prevenir o disminuir al mínimo la regurgitación y aspiración en este grupo de pacientes con alto riesgo. Si se alteran las ventilaciones, debe modificarse la cantidad de presión aplicada para mejorar la ventilación. Vigile el ECG en cuanto a frecuencia y trastornos del ritmo, e indague evidencias de un suceso cardíaco que pudiese haber precedido o seguido al incidente de sumersión. Proporcione oxígeno al 100% (15 litros/minuto) con una mascarilla sin recirculación. Obtenga acceso IV y provea solución SN o LR a velocidad de MVP. Provea transporte al servicio de urgencias local.

Reanimación del paciente

El inicio rápido de un SVB eficaz y los procedimientos estándar de SVA para las víctimas de sumersión con paro cardiopulmonar se asocian con una mejor probabilidad de sobrevivencia.³⁶ Los pacientes pueden presentar asistolia, actividad eléctrica sin pulso o taquicardia/fibrilación ventriculares sin pulso. Para el tratamiento de estos ritmos, siga la versión actual de las guías del AHA para el SVA y SVCA pediátricos y de adulto.^{62,65} Como se presenta brevemente en el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío, actualmente se recomienda usar la hipotermia terapéutica en los pacientes que permanecen en coma debido a paro cardíaco causado por fibrilación ventricular; puede ser igualmente eficaz para otras causas de paro cardíaco, pero no ha mostrado beneficio en las víctimas de sumersión.⁶⁶

No es necesaria la estabilización sistemática de la columna cervical durante el rescate acuático, a menos que haya motivos que indiquen un probable traumatismo durante la inmersión (p. ej., zambullida, uso de un tobogán, signos de lesión, consumo de alcohol).⁶⁶ Cuando no están presentes estos índices, es poco probable la lesión raquídea. La estabilización cervical y otros medios de rutina para inmovilizar la columna vertebral durante un rescate acuático pueden retrasar la obtención de una vía aérea permeable para iniciar la ventilación de rescate.

El uso de RCP no se recomienda durante el rescate acuático por varios motivos. En primer lugar, la profundidad de las compresiones torácicas es ineficaz en el agua. Además de retrasar una RCP conveniente en tierra, el intento de proveerla dentro del agua pone a los rescatistas en riesgo de fatiga, agua fría, olas súbitas y corrientes peligrosas. Ponga mayor énfasis en establecer una vía aérea permeable y en proveer ventilación de rescate a los pacientes apneicos tan pronto como sea posible, dependiendo de su posición en el agua, el número de rescatistas y su equipo (p. ej., tablero dorsal acuático).

Cuando se realiza un rescate en la playa (o en cualquier ubicación) sobre un terreno con pendiente, no se recomienda colocar al

paciente con la cabeza baja (o alta) en un esfuerzo por drenar la vía aérea. Está demostrado que los esfuerzos de reanimación tienen mayor éxito cuando se le coloca en decúbito supino sobre el piso, paralelo al agua, con ventilación y compresiones torácicas eficaces. Mantener una posición a nivel del piso evita decremento del flujo sanguíneo anterógrado durante las compresiones torácicas en la posición cabeza arriba o un incremento de la presión intracraneal en la posición cabeza abajo. Es más, no hay evidencias que sugieran que el drenaje pulmonar sea eficaz con alguna maniobra particular.

Se sugirió anteriormente la maniobra de Heimlich para las víctimas de sumersión. Sin embargo, está diseñada para la obstrucción de la vía aérea y no retira agua de ésta o de los pulmones. Más bien puede inducir vómito y poner a la persona en mayor riesgo de aspiración. En la actualidad, la AHA y el Institute of Medicine no recomiendan la maniobra de Heimlich, excepto cuando hay bloqueo de la vía aérea con un material extraño.⁶⁶ Si el paciente recupera la ventilación espontánea, se le debe colocar en decúbito lateral con la cabeza ligeramente más baja que el tronco para disminuir el riesgo de aspiración por si vomita. (Véase el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío, donde se listan los procedimientos de SVA para la reanimación del paciente con hipotermia. Véase en la Figura 21-29 de ese capítulo el algoritmo para la hipotermia. Estas guías son las mismas para todos los pacientes con esta condición, independientemente de la fuente de exposición al frío.)

Utilice el protocolo médico regional del SMU sobre las guías que determinan los criterios para un individuo evidentemente muerto. Las guías aceptables consisten en una temperatura rectal normal en alguien que presenta asistolia, apnea, lividez *post mortem*, rigidez y otras lesiones incompatibles con la vida. Una víctima rescatada de agua tibia sin signos vitales o esfuerzos de reanimación no exitosos que duran 30 minutos puede considerarse muerta en el escenario.^{34,67} Consulte al médico de control local tempranamente respecto de cualquier individuo recuperado de una sumersión en agua fría. Como ya se señaló, muchos se han reanimado completamente después de más de 60 minutos de sumersión. Estas víctimas deben tratarse como las de hipotermia, con base en la temperatura rectal.

Prevención de lesiones relacionadas con la sumersión

Las estrategias de prevención son vitales en el esfuerzo por aminorar las tasas de incidentes de sumersión en Estados Unidos. Se calcula que 85% de todos los casos de ahogamiento puede prevenirse con supervisión, instrucción para la natación, regulaciones de la tecnología y educación al público.³⁸ Muchos programas de instrucción insisten en reducir el ingreso no intencional al agua de lactantes y niños favoreciendo la instalación de diversos tipos de barreras alrededor de las albercas (p. ej., rejas de aislamiento, cubiertas de alberca, alarmas) y el uso de dispositivos personales de flotación, como los chalecos salvavidas.⁴¹ Más aún, la RCP iniciada por un testigo antes del arribo del personal de atención prehospitalaria tiene relación con un mejor pronóstico para el paciente.⁴⁰

Los proveedores de atención prehospitalaria tienen valiosas oportunidades para convertirse en promotores de seguridad acuática y de instrucción en sus comunidades, con énfasis en la comunicación de los factores de riesgo en áreas previamente identificadas. Es más, deben recalcar las medidas preventivas que deben tomar estos proveedores y el personal de seguridad pública que llega al escenario para que no se conviertan en víctimas adicionales de sumersión. Una víctima combativa presa del pánico constituye un

Figura 22-16 Resumen de la evaluación y tratamiento del paciente de sumersión

Antecedentes	Exploración	Intervención
Paciente asintomático		
Tiempo de sumersión	Aspecto o apariencia	Administre oxígeno con mascarilla facial 8 a 10 litros/minuto.
Descripción del incidente	Signos vitales	Inicie una venoclisis a velocidad de MVP.
Manifestaciones	Traumatismos de cabeza y cuello Exploración de tórax: campos pulmonares	Rexamine al paciente si es necesario.
Antecedentes médicos	Vigilancia del ECG	Transporte al paciente al área de urgencias.
Paciente sintomático		
Descripción del incidente	Aspecto general	Administre oxígeno por mascarilla sin recirculación 12-15 litros/minuto.
Tiempo de sumersión, temperatura del agua, contaminación del agua, vómito, tipo de rescate	Grado de conciencia (AVDI)	Inicie una venoclisis a velocidad de MVP, intube tempranamente si se requiere.
Síntomas	Signos vitales; vigile el ECG	Transporte al paciente al área de urgencias.
Reanimación de campo en el escenario	Evalúe ABCDE; signos vitales; DAE o ECG	Inicie RCP temprana; intube; suministre oxígeno al 100%, 12 a 15 litros/minuto, a través de bolsa-mascarilla con válvula; considere la sonda NG para la distensión gástrica; utilice el procedimiento de SVCA para FV y asistolia; use el algoritmo de hipotermia de SVCA.

Nota: ABCDE, vía aérea, respiración, circulación, discapacidad, exposición/ambiente; SVCA, soporte vital cardiovascular avanzado; DAE, desfibrilador automático externo; AVDI, alerta, responde a los estímulos verbales, responde a los estímulos dolorosos, inconsciente, no responde; RCP, reanimación cardiopulmonar; ECG, electrocardiograma; IV, intravenoso(a); MVP, mantener una vena permeable; NG, nasogástrica; FV, fibrilación ventricular.

Fuente: Modificado de Schoene RB, Nachat A, Gravatt AR, Newman AB: Submersion incidents. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

peligro para un rescatista acuático no preparado, lo que potencialmente representa un doble ahogamiento. El personal de asistencia necesita evaluar el problema rápidamente, controlar el escenario para prevenir que los testigos ingresen al agua y garantizar su propia seguridad.

La instrucción a la comunidad sobre incidentes de sumersión debe incluir las siguientes recomendaciones:

■ Playas

- Siempre nade cerca de un salvavidas.
- Pregunte al salvavidas acerca de lugares seguros para nadar.
- Siempre nade en compañía de otros.
- No sobreestime su capacidad natatoria.
- Vigile continuamente a sus hijos.
- Nade lejos de muelles, rocas y estacas.
- Evite el alcohol y las comidas cuantiosas antes de nadar.
- Lleve a los niños extraviados a la torre de salvavidas más cercana.

- Entérese de que 85% de los salvamientos en el océano ocurre en corrientes de resaca.
- Infórmese sobre las condiciones del clima antes de entrar al agua.
- Nunca trate de rescatar a alguien sin conocimiento de lo que está haciendo; muchas personas mueren en este intento.
- Si está pescando en las rocas, tenga cuidado con las olas que podrían jalarlo hacia el océano.
- Siempre sumerja primero los pies en aguas poco profundas.
- No bucee en aguas poco profundas; puede ocurrirle una lesión de la columna cervical.
- Aléjese de los animales marinos.
- Lea y preste atención a las señales y banderas ubicadas en la playa.
- **Albercas residenciales y otras fuentes de agua**
 - Es necesaria la vigilancia de un adulto que observe de cerca a todos los niños.
 - Establezca reglas para la seguridad acuática.

- Nunca deje a un niño solo cerca de una alberca o de una fuente de agua, como una tina de baño o una cubeta.
- Instale una reja de cuatro lados de al menos 1.2 m (4 pies) de altura alrededor de la alberca, con una entrada de pestillo automático.
- No permita que los niños usen boyas u otros auxiliares para nadar llenos de aire en los brazos.
- Aprenda cómo usar un chaleco salvavidas aprobado.
- Evite los juguetes que atraigan a los niños alrededor de las albercas.
- Apague los filtros de bomba cuando utilice las albercas.
- Use teléfonos celulares o inalámbricos cerca de la alberca para prevenir la posibilidad de alejarse a contestar el teléfono en otro sitio.
- Mantenga un equipo de rescate (p. ej., gancho ovejero, chaleco salvavidas) y un teléfono cerca de la alberca.
- No intente o permita la hiperventilación para aumentar el tiempo de natación bajo el agua.
- No se zambulla en aguas poco profundas.
- Provea lecciones de natación a todos los niños alrededor de los 4 años.⁶⁸
- Después de que los niños han terminado de nadar, asegure la alberca de manera que no puedan regresar (se recomiendan las cerraduras o alarmas audibles en las rejas).
- Todos los miembros de la familia y otros que observan a los niños deben aprender primeros auxilios y RCP.¹²

Lesiones relacionadas con el buceo recreativo

El buceo recreativo con el uso de un **aparato de autocontención respiratoria bajo el agua (escafandra o tanque)** es una actividad frecuente de la que disfrutan muchos grupos etarios. La popularidad de esta actividad continúa aumentando, con más de 400 000 certificados nuevos anuales, que ahora totalizan más de 5 millones en Estados Unidos.^{69, 70} En comparación con el número creciente de nuevos buzos cada año, la tasa de lesiones es baja, pero la preocupación médica por el acondicionamiento para bucear ha aumentado debido a la diversidad de submarinistas de edad creciente, baja condición física y trastornos médicos subyacentes. El agua constituye un ambiente que no perdona cuando ocurren problemas. En la actualidad se cuenta con guías médicas que indican los riesgos relativos y temporales para la salud, así como las contraindicaciones absolutas para el buceo.⁷⁰⁻⁷⁴

Los buzos se lesionan por los muchos riesgos que existen bajo el agua (p. ej., restos de naufragios de barcos o arrecifes de coral), o por el manejo de seres vivos marinos peligrosos. Sin embargo, con mayor frecuencia los proveedores de atención prehospitalaria responden a lesiones y decesos causados por el **disbarismo** relacionado con el buceo o la alteración de la presión ambiental, que contribuyen con la mayor parte de los trastornos médicos graves asociados con el

submarinismo. El mecanismo de lesión opera bajo los principios de las leyes de los gases cuando se respiran gases comprimidos (p. ej., oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno) a diversas profundidades y presiones bajo el agua, como se describirá con detalle en las secciones subsiguientes.

Las causas asociadas con las muertes por buceo no han cambiado significativamente en años recientes. El problema más frecuentemente citado es la insuficiencia de gas (aire) o su agotamiento total. Otros factores comunes incluyen el atrapamiento o enredo, el control de la flotabilidad, el mal uso o los problemas del equipo, el mar picado y el ascenso de urgencia. Las principales lesiones o causas de muerte incluyen ahogamiento o asfixia por inhalación de agua, embolia aérea y eventos cardíacos. Los buzos de mayor edad tienen riesgo más alto de trastornos cardíacos, y los hombres más que las mujeres, aunque los peligros son iguales a los 65 años de edad.⁷⁵

La mayor parte de las lesiones relacionadas con el buceo causadas por disbarismo se presenta con signos (p. ej., compresión de los oídos al descenso) y síntomas inmediatos, o en los 60 minutos que siguen a la llegada a la superficie, pero algunos síntomas se retrasan hasta después de 48 horas de que los individuos parten del sitio de buceo y retornan a casa. En consecuencia, con el número creciente de buceadores que viajan a, y desde sitios populares para el deporte en Estados Unidos, el Caribe y otras localidades remotas, hay mayor posibilidad de responder a lesiones relacionadas con el buceo en localidades distantes del sitio donde se realizó la actividad. Los proveedores de atención prehospitalaria necesitan reconocer estos trastornos relacionados con el buceo, proporcionar el tratamiento inicial y echar a andar tempranamente los planes para el transporte al área de urgencias local, o para el tratamiento en la cámara de recompresión más cercana.⁷⁶

Epidemiología

La Divers Alerts Network (DAN) compila una amplia base de datos de morbilidad y mortalidad relacionada con accidentes, provista por los servicios de cámaras de recompresión de Estados Unidos. En 2000, la DAN publicó un resumen de datos de 11 años (1987-1997),⁷⁵ y regularmente emite informes anuales que se pueden encontrar en su sitio de Internet.⁷⁶ La mayor proporción de las lesiones del submarinismo se presenta en Estados Unidos y el resto de América del Norte durante los meses de mayo a septiembre, con cifras máximas en agosto. Europa ocupa el segundo lugar, distante en cuanto a muertes reportadas. Se lesionan tres a cuatro veces más buzos hombres que mujeres. La causa principal de lesión relacionada con el buceo es la descompresión. De 1970 a 2006 el número de muertes relacionadas con esta actividad varió de 66 a 147 anualmente.⁷⁶ En 2007, el año más reciente de que se dispone de datos, 85% de las víctimas mortales fueron hombres, la mayor parte en edades de 40 a 59 años. Las causas de los decesos consistieron en ahogamiento (86%), factores cardiovasculares (9%), embolismo gaseoso arterial (3%) y enfermedad por descompresión (1%). Aunque el ahogamiento fue la principal causa de muerte, no se tienen registros de qué lo originó, como aspectos de equipo, falta de aire, enredo, narcosis, pánico, desorientación, hipotermia, ataque cardíaco o embolismo gaseoso arterial. Muchas muertes durante el buceo con tanque en realidad corresponden a embolismo gaseoso arterial, que se traduce en ahogamiento secundario.⁷⁶ Véanse las

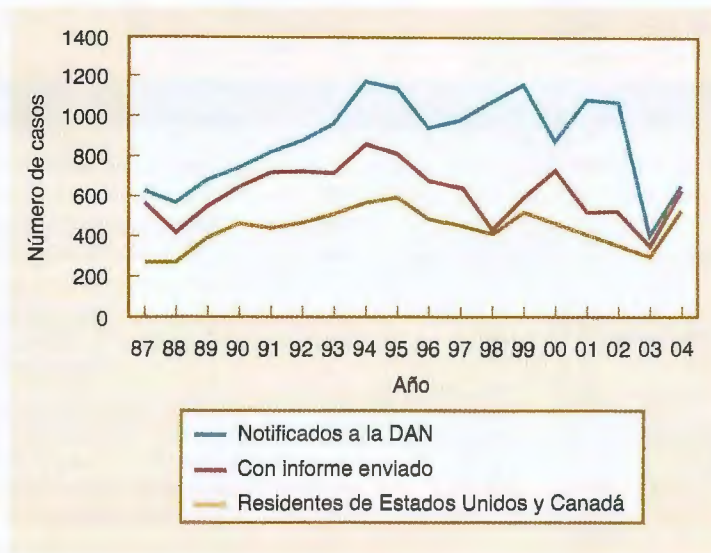


Figura 22-17 Lesiones anuales por buceo.

Fuente: Datos cortesía de la Divers Alert Network® (DAN®).

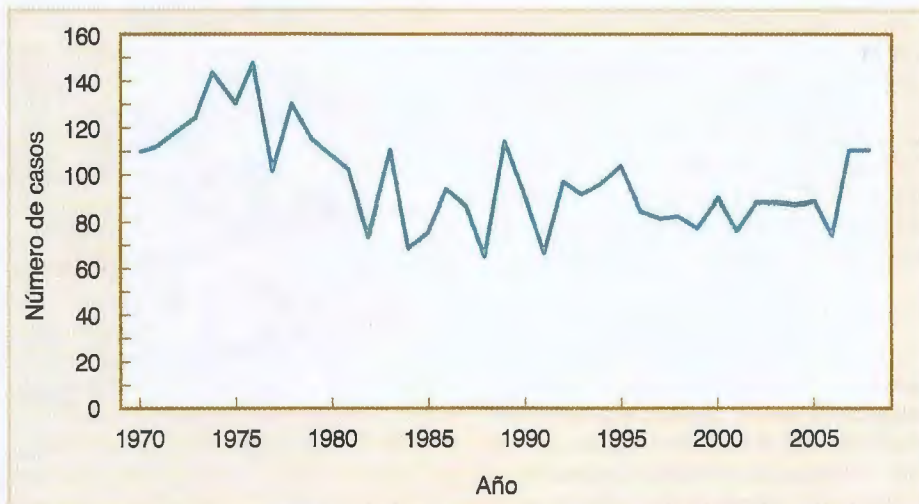


Figura 22-18 Número anual de víctimas de buceo estadounidenses y canadienses. De 1970 a 2007, la cifra registrada anualmente ha variado de forma sustancial de un año a otro.

Fuente: Datos cortesía de la Divers Alert Network® (DAN®).

Figuras 22-17 y 22-18 para un resumen de las lesiones y decesos anuales por buceo y el informe anual de 2008 de la DAN.⁷⁷

Efectos mecánicos de presión

Las lesiones de buceo relacionadas con el uso de tanque donde inciden los cambios de presión atmosférica o disbarismo se dividen en dos tipos: (1) las condiciones en las cuales un cambio de presión del ambiente subacuático causa traumatismo tisular o barotraumatismo en los espacios aéreos cerrados del cuerpo (p. ej., oídos, senos paranasales, intestino, pulmones), y (2) los problemas que

ocurren por respirar gases comprimidos a una presión parcial elevada, como la enfermedad por descompresión.

El traumatismo barométrico relacionado con el buceo con tanque tiene relación directa con los efectos de la presión del aire y el agua sobre el buzo. Cuando se está de pie a nivel del mar, la presión atmosférica sobre el cuerpo es de 760 torr, esencialmente la misma que 760 milímetros de mercurio (mm Hg) o 14.7 libras por pulgada cuadrada (psi). Esta cantidad de presión también se conoce como 1 atmósfera (1 atm). Conforme el buzo desciende más en el mar, la presión absoluta aumenta 1 atm por cada 10 metros (33 pies). En consecuencia, una profundidad de 10 m en el océano

Figura 22-19 Unidades comunes de presión en el ambiente subacuático

Profundidad (PAM/m)	LPCA	ATA	Torr o mm Hg (absolutos)
A nivel del mar	14.7	1	760
33/10	29.4	2	1520
66/20	44.1	3	2280
99/30	58.8	4	3040
132/40	73.5	5	3800
165/50	88.2	6	4560
198/60	102.9	7	5320

Nota: ATA, atmósferas absolutas; PAM, pies de agua de mar; mm Hg, milímetros de mercurio; LPCA, libras por pulgada cuadrada absolutas.

equivale a 2 atm (aire [1 atm] y 10 m de agua [1 atm]) de presión sobre el cuerpo. En la Figura 22-19 se listan las unidades de presión de uso frecuente en el ambiente submarino.

Cuando un buzo desciende bajo la creciente presión del agua de mar, el efecto de las fuerzas ejercidas sobre el cuerpo varía en función de los compartimentos tisulares. La fuerza aplicada al tejido sólido actúa de manera similar a lo que ocurre en un medio líquido, y el buzo, por lo general, no se percata de la fuerza de compresión. El aire contenido en los espacios del cuerpo se comprime conforme el buzo desciende. Por el contrario, estos gases se expanden conforme asciende hacia la superficie. Las leyes de Boyle y Henry explican los efectos de la presión sobre el cuerpo cuando está bajo el agua.

Ley de Boyle

Esta ley establece que el volumen de la masa determinada de un gas es inversamente proporcional a la presión absoluta que se encuentra en el ambiente. Dicho de otra manera, conforme un buzo desciende en el agua a mayor profundidad, la presión aumenta y el volumen del gas (p. ej., dentro del pulmón u oído) disminuye. Lo inverso también es válido: el volumen del gas (p. ej., dentro del pulmón o el oído) aumenta de tamaño cuando el buzo retorna hacia la superficie. Este es el principio detrás de los efectos del barotraumatismo y el embolismo gaseoso arterial en el cuerpo. En la Figura 22-20 se muestran los efectos de la presión sobre el volumen y el diámetro de una burbuja de gas.

Ley de Henry

A temperatura constante, la cantidad de gas que se disuelve en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial del gas fuera del líquido. La ley de Henry es fundamental para comprender cómo se comportan los gases del cilindro de aire comprimido (tanque) en el cuerpo del buzo conforme desciende en el agua. Por ejemplo, el incremento de la presión parcial del nitrógeno ocasionará que se disuelva en los fluidos de los tejidos corporales conforme aumenta la presión durante el descenso. En el retorno a la superficie, el nitrógeno formará burbujas y saldrá de la solución líquida en los tejidos. La ley de Henry describe el principio que explica por qué ocurre la enfermedad por descompresión.

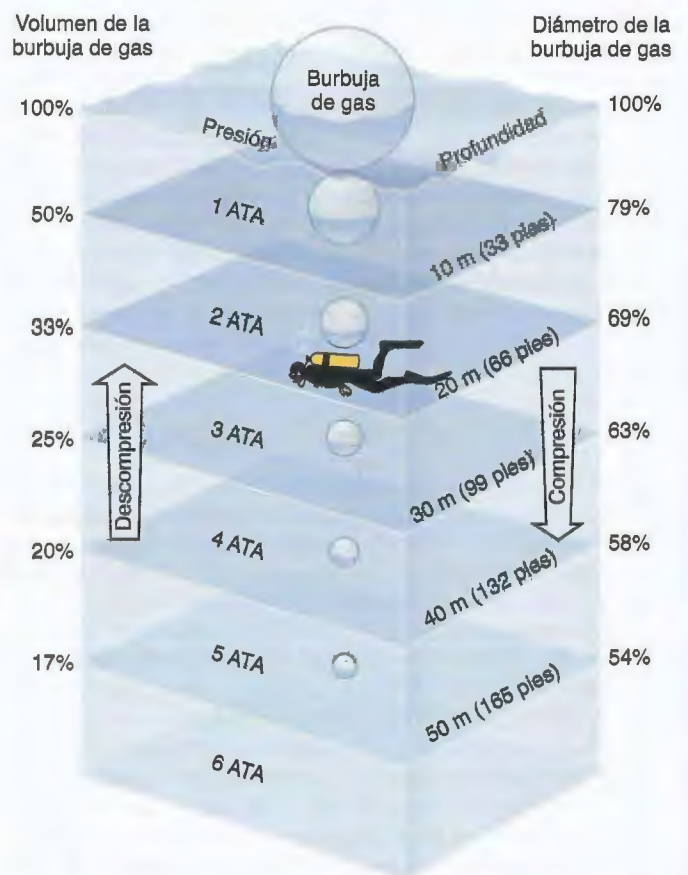


Figura 22-20 Ley de Boyle. El volumen de una cantidad determinada de gas a temperatura constante varía inversamente con respecto a la presión.

Barotrauma

El **barotrauma**, también llamado *compresión*, es la forma más frecuente de lesión de buceo relacionada con el tanque.⁷⁸ Aunque muchas formas de barotraumatismo producen dolor, la mayor parte se resuelve de manera espontánea y no requiere participación de los SMU o recompresión en una cámara hiperbárica. Sin

embargo, algunas lesiones de sobrepresurización pulmonar son muy graves. Durante el buceo con tanque ocurre barotraumatismo dentro de las cavidades corporales no compresibles llenas de gas (p. ej., senos paranasales). Si la presión en estos espacios no puede equilibrarse durante el buceo conforme aumenta la presión ambiental, ocurre ingurgitación vascular, hemorragia y edema de mucosas por el decremento del volumen de aire cuando el buzo desciende, mientras que la ruptura tisular es producto de un volumen de aire creciente cuando el buzo asciende. Las diversas formas de barotraumatismo se describen a continuación.

Barotraumatismo del descenso

Compresión de la mascarilla

Esta forma de barotraumatismo le ocurre, en general, a los buzos inexpertos o descuidados que no equilibran la presión de su mascarilla facial con la presión externa creciente del agua durante su descenso. Revise el tejido blando alrededor de los ojos del paciente y los conjuntivales para posible rotura de capilares. Los signos y síntomas de compresión de la mascarilla incluyen equimosis cutáneas y hemorragia conjuntival. El barotraumatismo por la mascarilla es autolimitado, y el tratamiento incluye no volver a bucear hasta que desaparezca el daño tisular. El manejo incluye provisión de una compresa fría sobre los ojos, alentar al paciente para que repose y proveer analgésicos, según se requiera.

Compresión de los dientes

Esta forma de barotraumatismo, un suceso poco frecuente, se presenta en los buzos cuando el gas queda atrapado en la porción interior de un diente después de que es objeto de oclusión por extracciones odontológicas recientes, o en un conducto radicular, o por restauraciones dentales defectuosas. Durante el descenso, los dientes se llenan con sangre o implosionan por la presión externa creciente. Durante el ascenso, cualquier aire forzado al interior del diente se expande y causa dolor o su explosión. Para prevenir la compresión de los dientes se recomienda que los buzos no se sumerjan en las 24 horas siguientes a cualquier tratamiento odontológico.

Revise el diente afectado para observar si está íntegro. Los signos y síntoma de compresión de esta pieza incluyen dolor y fracturas. Refiera al paciente para evaluación odontológica y adminístrele analgésicos según se requiera.

Compresión del oído medio

Este tipo de compresión afecta a 40% de los buzos con tanque y se considera la lesión más frecuente en el submarinismo.⁷⁹ Ocurre compresión auditiva cerca de la superficie del agua cuando se presentan grandes cambios en la presión conforme el buzo desciende. Es necesario que éste empiece a equilibrar su oído medio tempranamente al iniciar su descenso, de manera que no se presente un diferencial de presión en la membrana timpánica (MT) que lleve a su rotura. El buzo experimenta dolor y vértigo si se rompe la MT, porque eso permite que ingrese agua al oído medio. Quienes tienen infección de vías respiratorias altas o alergias pueden tener dificultad para equilibrar su oído medio durante el buceo.

Revise el conducto auditivo en busca de sangre por rotura de la MT. Los signos y síntomas de la compresión del oído medio incluyen dolor, vértigo, pérdida auditiva conductiva con rotura de MT y vómito.

No se permiten cambios de presión (p. ej., buceo o viaje en aeroplano) a pacientes con compresión del oído medio. Pueden requerir

descongestivos si no se rompió la MT para abrir la trompa de Eustaquio y permitir que la presión se equilibre. Quizá sean necesarios antieméticos como la proclorperazina o el ondansetrón para tratar el vértigo y el vómito. Transporte al paciente en una posición erecta u otra comfortable. Se prescriben antibióticos para la MT rota a efecto de prevenir infecciones. Debe remitirse al paciente a una evaluación audiométrica para verificar posible pérdida auditiva.

Compresión de los senos paranasales

Normalmente la presión dentro de los senos paranasales se equilibra con facilidad cuando el buzo desciende y asciende. La presión se desarrolla con el mismo mecanismo que opera en la compresión del oído medio, pero la de los senos paranasales no es tan frecuente. Conforme el buzo desciende, hay imposibilidad para mantener la presión dentro de estas cavidades y se crea un vacío en su interior que causa dolor intenso, traumatismo de la pared de la mucosa y hemorragia en la cavidad sinusal. Esta compresión puede ser ocasionada por congestión, sinusitis, *hipertrofia de la mucosa* (aumento del volumen o engrosamiento), rinitis o pólipos nasales.⁷⁸ También ocurre compresión inversa de los senos durante el ascenso (ver más adelante el análisis sobre barotraumatismo de los senos paranasales).

Revise la nariz del paciente en relación con las secreciones. Los síntomas y signos de compresión de los senos paranasales incluyen dolor intenso sobre el seno afectado o secreción sanguinolenta, por lo general de los frontales.

No se necesita manejo específico en el escenario, a menos que se observe hemorragia cuantiosa, en cuyo caso trate la epistaxis (hemorragia nasal) comprimiendo firmemente sobre la parte carnosa de las narinas, apenas debajo de los huesos nasales. Transporte en posición cómoda.

Barotraumatismo del oído interno

Aunque mucho menos frecuente que la compresión del oído medio, la del oído interno constituye la forma más grave de barotraumatismo auditivo, porque puede llevar a la sordera permanente.⁷⁹ Ocurre barotraumatismo del oído interno cuando un buzo desciende y fracasa en sus intentos por equilibrar el oído medio. Los intentos forzados adicionales incrementan la presión en esta zona y rompen la estructura de la ventana redonda.

Revise el conducto auditivo en relación con alguna descarga. Los signos y síntomas incluyen acúfenos, retumbo, vértigo, pérdida auditiva y una sensación de amplitud o "bloqueo" en el oído afectado, náusea, vómito, palidez, diaforesis (sudoración), desorientación y ataxia (pérdida de la coordinación muscular).

El paciente debe evitar actividades extenuantes y ruidos fuertes, sin cambios de presión (p. ej., buceo o vuelo). Transpórtelo en posición erecta. Se recomienda la consulta médica con la DAN o al área de urgencias porque es difícil determinar si se trata de una enfermedad por descompresión del oído interno o si hay requerimiento inmediato de tratamiento en una cámara de recompresión.

Barotraumatismo del ascenso (compresión inversa)

Vértigo alternobárico

Esta es una forma inusual de barotraumatismo, porque ocurre conforme el gas en expansión se mueve a través de la trompa de Falopio y genera un desequilibrio de presión en el oído medio que

causa vértigo. Aunque los síntomas son breves, el vértigo puede desencadenar pánico en los buzos, lo que lleva a otras formas de lesión causadas por un ascenso apresurado a la superficie (p. ej., embolia de aire, sofocación).

Revise el conducto auditivo en relación con cualquier secreción y evalúe posible pérdida auditiva. Los signos y síntomas de vértigo alternobárico son de duración breve, con resultado de vértigo transitorio, presión en el oído afectado, acúfenos y pérdida auditiva.

No se requiere intervención específica; no se recomienda bucear sino hasta que se resuelva la pérdida auditiva. Provea descongestivos, según se requiera, de acuerdo con las políticas de procedimientos del sistema del SMU. No se requiere transporte a un área de urgencias si los síntomas se resuelven rápido, y el paciente puede continuar con su proveedor de atención primaria. Si los síntomas persisten, es apropiado el transporte para una evaluación.

Barotraumatismo de los senos paranasales

Esta forma de compresión de los senos paranasales ocurre en un ascenso cuando alguna forma de bloqueo de las aberturas de los senos evita que el gas en expansión escape. Éste ejerce presión sobre el revestimiento mucoso y causa dolor con hemorragia. El barotraumatismo de los senos paranasales es común en buzos con infecciones de vías respiratorias altas o alergias. Es frecuente que éstos tomen un descongestivo antes de sumergirse como medida preventiva para ayudar a equilibrar el oído medio. Sin embargo, los beneficios de la vasoconstricción desaparecen en las profundidades, ocasionando que se expanda el tejido de la mucosa y se forme un bloqueo del gas en expansión dentro de los senos durante el retorno a la superficie.

Revise la nariz en relación con las secreciones. Los signos y síntomas del barotraumatismo de los senos paranasales incluyen dolor intenso y una secreción sanguinolenta, por lo general de los senos frontales.

No se requiere manejo específico en el escenario, a menos que haya hemorragia extensa, en cuyo caso se trata la epistaxis comprimiendo de manera firme sobre la parte carnosa de las narinas, justo debajo de los huesos nasales. Transporte al paciente en una posición confortable.

Compresión gastrointestinal

Se presenta cuando el gas en expansión queda atrapado en el intestino conforme el buzo se dirige a la superficie. Ocurre barotraumatismo gastrointestinal (GI) en buzos novicios que a menudo realizan maniobras de Valsalva en posición cabeza abajo, lo que fuerza el aire hacia el estómago. También es común en aquellos que usan goma de mascar durante su actividad deportiva o que antes de sumergirse consumieron bebidas carbonatadas u otros alimentos que producen gas.

Explore los cuadrantes abdominales. Los signos y síntomas de compresión GI incluyen plenitud abdominal, eructos y flatulencia.

La compresión GI normalmente se resuelve sola, y rara vez necesita atención médica. Si el dolor y la plenitud no se resuelven, transporte al paciente para evaluación si es apropiado. Sólo en casos graves se necesita terapia en cámara de recompresión.

Barotraumatismo por sobreinflado pulmonar

El sobreinflado pulmonar es una forma grave de barotraumatismo, causado por la expansión del gas en los pulmones durante el

ascenso. Normalmente el buzo elimina el gas con exhalaciones normales cuando retorna a la superficie. Si éste no escapa, ocurre rotura de los alvéolos, que a su vez ocasiona una de muchas formas de lesión, dependiendo de la cantidad de aire que sale del pulmón y su ubicación final. Un escenario frecuente es un buzo con un ascenso rápido e incontrolable a la superficie a causa de que se quedó sin aire, por pánico, o porque perdió el cinturón con pesas. Estos tipos de lesión se denominan en conjunto síndrome de sobre-presurización pulmonar (SSPP) o *pulmón estallado*.

Las cinco formas de SSPP son las siguientes:

1. Sobredistensión con lesión local
2. Enfisema mediastínico
3. Enfisema subcutáneo
4. Neumotórax
5. Embolismo gaseoso arterial

Sobredistensión con lesión local. Es la forma más leve de SSPP, con sólo un pequeño barotraumatismo pulmonar aislado. Ausculte los campos pulmonares para identificar ruidos respiratorios disminuidos. Puede o no haber dolor torácico. A menudo se observa sangre en el esputo (hemoptisis).

Asegúrese de que el paciente repose en posición confortable y trate sus síntomas si es necesario. Vigile los signos vitales y la saturación de oxígeno con oximetría de pulso; provea oxígeno de 2 a 4 litros/minuto con cánula nasal. Transporte al paciente en posición cómoda. Éste necesita evaluación adicional para descartar una forma más grave de SSPP y debe evitar una exposición adicional a la presión (p. ej., buceo o vuelo en aviones comerciales).

Enfisema mediastínico. Es la forma más frecuente de SSPP, causada por el gas que escapa de los alvéolos rotos e ingresa al espacio intersticial del mediastino. El trastorno suele ser benigno. Explore los campos pulmonares para identificar ruidos respiratorios disminuidos. Los signos y síntomas incluyen ronquera, plenitud cervical y dolor subesternal torácico menor, y a menudo un dolor sordo o rigidez, que empeora con la respiración y la tos. Explore el tórax y el cuello del paciente para detectar posible enfisema subcutáneo. En casos graves, el buzo acude con dolor torácico, disnea y dificultad para deglutir.

Asegúrese de que el paciente repose en posición cómoda. Vigile sus signos vitales y la saturación de oxígeno con oximetría de pulso; provea oxígeno de 2 a 4 litros/minuto con cánula nasal. Por lo general, el enfisema mediastínico no requiere tratamiento específico o terapia de recompresión. En casos raros es necesaria la evaluación médica para descartar otras causas de dolor torácico y formas graves de SSPP. Transporte al paciente en posición supina. Éste debe evitar mayor exposición a la presión (p. ej., buceo o vuelo en aviones comerciales).

Enfisema subcutáneo. Con este trastorno, el aire que escapa de los alvéolos rotos continúa moviéndose hacia arriba en dirección de las regiones del cuello y la clavícula en el tórax. Explore los campos pulmonares para verificar ruidos respiratorios disminuidos. Los signos y síntomas de enfisema subcutáneo incluyen edema, crepitación, ronquera, faringitis y dificultad deglutoria.

No se requiere tratamiento, excepto reposo. Vigile los signos vitales del paciente y la saturación de oxígeno por oximetría de pulso, y provea oxígeno con cánula nasal de 2 a 4 litros/minuto. Se requiere evaluación médica adicional para descartar formas más graves de SSPP. Transporte al paciente en posición supina. Éste debe

evitar una mayor exposición a la presión (p. ej., buceo o vuelo en aviones comerciales).

Neumotórax. Ocurre en menos de 10% de los casos de SSPP, porque el aire debe escapar a través de la pleura visceral que rodea el pulmón con mayor resistencia que cuando sale a través del espacio intersticial entre el pulmón y la pleura. Si el buzo se encuentra en ubicación profunda cuando ocurre la rotura pulmonar, puede presentarse un neumotórax a tensión conforme el volumen del gas que escapa se expande a medida que el buzo se dirige a la superficie. Explore los campos pulmonares para identificar ruidos respiratorios disminuidos. Los signos y síntomas variarán con base en el tamaño del neumotórax, e incluyen dolor torácico agudo, ruidos respiratorios disminuidos, disnea, enfisema subcutáneo y dificultad respiratoria.

Provea evaluación constante para vigilar la conversión de un neumotórax simple a un neumotórax a tensión. Asegure el reposo en posición confortable. Vigile los signos vitales del paciente y su saturación de oxígeno por oximetría de pulso, y provea oxígeno por cánula nasal de 2 a 4 litros/minuto. Proporcione manejo de SVA estándar de neumotórax a tensión por toracostomía con aguja de calibre 14, según sea necesario. Transporte al paciente en una posición cómoda. Éste requiere evaluación médica adicional para descartar formas más graves de SSPP y debe evitar una mayor exposición a la presión (p. ej., buceo o vuelo en aviones comerciales). En general, no se necesita tratamiento de recompresión.

Embolismo gaseoso arterial. Es la complicación más temida del SSPP; después del ahogamiento, es la principal causa de muerte en los buzos, con 30% de los casos.⁸⁰ El embolismo gaseoso arterial (EGA) puede suscitarse por cualquiera de las cuatro circunstancias del SSPP ya expuestas, como resultado del escape de aire y la formación de una embolia aérea. Por lo general, el EGA se desarrolla en buzos que ascienden a la superficie en forma no controlada, sin exhalación apropiada, lo que causa lesión pulmonar por sobreinflado. Sin embargo, también ocurre en buzos sin alteración patológica pulmonar que suben lentamente. Durante el ascenso, una vez que el sobreinflado hace estallar los alvéolos, el aire ingresa a la circulación capilar venosa pulmonar; las burbujas de gas entran en la aurícula y ventrículo izquierdo, y después abandonan el corazón a través de la aorta para distribuirse a la vasculatura cerebral, coronaria y sistémica adicional. Ya en la circulación coronaria, las burbujas de gas causan oclusión y, en consecuencia, disritmia cardíaca, paro o infarto miocárdico.⁸¹ Si, a su vez, ingresan en la circulación cerebral, el buzo acude con signos y síntomas similares a los de un evento vascular cerebral agudo.

A diferencia de la enfermedad por descompresión, que se presenta con síntomas tardíos horas después del buceo, los de EGA aparecen de inmediato en la superficie acuática o, por lo general, en los siguientes 2 minutos. Cualquier pérdida del estado de vigilia una vez que el buzo llega a la superficie debe suponerse como EGA hasta que se demuestre lo contrario.⁸¹ El tratamiento primario consiste en terapia de recompresión en cámara (hiperbárica).

Históricamente se ha recomendado que los pacientes se coloquen en posición de Trendelenburg para su transporte, con base en la creencia que esto mantiene las burbujas de aire fuera de la circulación sistémica. Sin embargo, pruebas recientes han mostrado que la posición cabeza abajo no previene la circulación sistémica de burbujas de nitrógeno, dificulta la oxigenación y puede empeorar el edema cerebral.⁸² En la actualidad se recomienda que todos los

pacientes con EGA se coloquen en decúbito supino en campo y durante el transporte. Esa posición también provee mayor velocidad de eliminación de las burbujas de nitrógeno.^{83, 84}

Enfermedad por descompresión

La **enfermedad por descompresión (EDC)** tiene relación directa con la ley de Henry. Cuando los buzos respiran aire comprimido, que contiene oxígeno (21%), dióxido de carbono (0.03%) y nitrógeno (79%), la cantidad de gas que se disuelve en líquido es directamente proporcional a la presión parcial del gas en contacto con el líquido. El oxígeno es utilizado en el cuerpo durante el metabolismo tisular cuando está en solución y no forma burbujas de gas durante el ascenso desde la profundidad.

El nitrógeno, un gas inerte que no se utiliza en el metabolismo, es la fuente primaria de preocupación en la EDC. Es cinco veces más soluble en grasa que en agua y se disuelve en los tejidos de manera proporcional al aumento de la presión ambiental. En consecuencia, mientras más profundamente baja el buzo al agua y mayor es su estancia allí, mayor será la cantidad de nitrógeno que se disuelve en los tejidos. Conforme el buzo asciende hacia la superficie debe eliminarse el nitrógeno absorbido. Si el tiempo no es adecuado para que se desaloje durante el ascenso, este gas sale de la solución en los tejidos en forma de burbujas intravasculares, causando obstrucción de los sistemas vascular y linfático, distensión tisular y activación de las respuestas inflamatorias.⁸⁶

Casi todos los buzos experimentan EDC en la primera hora luego de llegar a la superficie, aunque algunos presentarán síntomas hasta 6 horas después. Sólo 2% manifiesta síntomas tardíos 24 y 48 horas después de su arribo a tierra. Por lo general, los síntomas de EDC se clasifican como tipo I, una forma leve que afecta los sistemas cutáneo, linfático y musculoesquelético, o tipo II, una forma grave que daña los sistemas neurológico y cardiopulmonar (Figura 22-21). Los síntomas incluyen fatiga y malestar general. Sin embargo, pueden ser precursores de signos y síntomas más graves, como entumecimiento, debilidad y parálisis.

En la actualidad, los estudios sugieren que es más importante describir clínicamente la EDC por la región del cuerpo afectada y no como tipos I o II.⁷⁰ Esta sugerencia es aplicable a los proveedores de atención prehospitalaria, para que se aseguren de que incluso los pacientes con síntomas leves sean abordados intensivamente con oxígeno al 100% y una interconsulta temprana para terapia de recompresión. Muchos buzos con la forma leve de EDC no contarán con una evaluación médica. Pueden transcurrir hasta 32 horas antes de que acudan en busca de atención debido a que la negación es un dato frecuente en esta población.⁸⁸

Figura 22-21 Enfermedad por descompresión

Se ha propuesto la denominación de *padecimiento por descompresión* (PDC) para abarcar los tipos I y II de la EDC y el EGA.^{86, 87}

Diversos factores predisponen a un buzo a la EDC.^{88,90} Se sabe que algunos factores de riesgo aumentan la captación de nitrógeno en los tejidos durante el descenso y hacen lenta su liberación durante el ascenso. Algunos factores del hospedero y ambientales, así como las fallas del equipo y una técnica inapropiada aumentan este riesgo (Figura 22-22).

Figura 22-22 Factores relacionados con la enfermedad por descompresión (EDC)

Factores del hospedero

- Falta de condición física
- Edad avanzada
- Género femenino
- Hipotermia
- Uso de alcohol o fármacos
- Foramen oval evidente (orificio en el tabique interauricular)
- Obesidad
- Privación de sueño
- Deshidratación
- Nutrición inadecuada
- Ejercicio intenso o fatiga en la profundidad
- Enfermedad médica subyacente (p. ej., asma)
- Antecedente de EDC

Factores ambientales

- Extremos de temperatura
- Mar picado
- Vuelo después del buceo
- Ejercicio vigoroso en la profundidad
- Narcosis por nitrógeno (estado de confusión/euforia, similar al de la intoxicación por alcohol debido al ingreso de nitrógeno en la sangre bajo presión)
- Presión de dióxido de carbono arterial elevada
- Baja temperatura del agua

Deficiencias del equipo y técnica inapropiada

- Violación de las tablas de descompresión
- Dificultad con la flotabilidad
- Ascenso rápido
- Carencia de aire
- Función inadecuada del regulador
- Equipo no conocido o inapropiado

Fuente: Tomado de Barratt DM, Harch PG, Van Meter K: Decompression illness in divers: A review of the literature. *Neurologist* 8:186, 2002. Reimpreso con autorización de Lippincott Williams & Wilkins.

Con dolor de extremidades (EDC tipo I)

Esta forma de enfermedad por descompresión es producto de la formación de burbujas en el sistema musculoesquelético, usualmente en una o más articulaciones. Las articulaciones más a menudo afectadas son las de hombro y el codo, seguidas por las de la rodilla, cadera, muñeca, mano y tobillo.⁶⁹ El dolor se describe como tendinitis intensa, acentuado en las articulaciones con una sensación de roce áspero al movimiento. El dolor inicia gradualmente, como de tipo sordo profundo, de intensidad leve a elevada. Las víctimas a menudo intentan aliviarlo flexionando las articulaciones, por lo que recibe el nombre común de *dolor de curvaturas*. Aunque esta forma de EDC no pone en riesgo la vida, indica que hay burbujas en la circulación venosa. Puede progresar hacia formas más graves si no se atiende.

Cutánea y linfática (EDC tipo I)

Esta forma de EDC es rara. Representa la eliminación inadecuada de las burbujas que se forman en la piel o en el sistema linfático. Son poco comunes los *dobleces cutáneos* y por lo general no graves, pero los signos de moteo y piel marmórea se consideran precursores de problemas neurológicos tardíos.⁶¹ Los síntomas incluyen un exantema intenso que progresa hasta una decoloración azulada o roja irregular de la piel.⁶³ La obstrucción linfática puede originar edema y un aspecto de piel de naranja.

Cardiopulmonar (EDC tipo II)

Esta forma grave de EDC se conoce como de *obstrucciones* (comúnmente en inglés como *the chokes*), y ocurre cuando las burbujas venosas avasallan el sistema capilar pulmonar. Se puede presentar hipotensión por una embolia aérea venosa pulmonar masiva. Los síntomas incluyen tos no productiva, dolor torácico subesternal, cianosis, disnea, shock y paro cardiopulmonar. Este trastorno se asemeja al síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (véase el capítulo 8, Vía aérea y ventilación).⁶¹

De la médula espinal (EDC tipo II)

La materia blanca de la médula espinal es vulnerable a la formación de burbujas, y el nitrógeno es altamente soluble en el tejido medular (*mielina*). El sitio más frecuente de esta forma de EDC es la porción torácica inferior, seguida por las regiones lumbosacra y cervical.⁶⁶ Los signos y síntomas frecuentes incluyen dolor dorsal bajo y "pesadez" en las piernas. Con esta forma de EDC el paciente a menudo describe vagamente "sensaciones extrañas" o parestias, que pueden progresar hasta debilidad, entumecimiento y parálisis. También se han comunicado disfunciones intestinal y vesical, que ocasionan retención urinaria.⁶²

Evaluación de embolismo gaseoso arterial EGA y síndrome de descompresión rápida (DCS)

Se provee un enfoque estandarizado para pacientes con EGA y EDC para asegurar que se proporciona un tratamiento consistente. Es recomendable explorar a todos los pacientes con lesiones relacionadas con el buceo para identificar posibles signos y síntomas de

EGA y EDC, porque el tratamiento primario e indispensable para salvar la vida se efectúa en una cámara de recompresión.

Embolismo gaseoso arterial

Alrededor de 5% de los pacientes con EGA acude con apnea inmediata, inconsciencia y paro cardíaco. Otros llegan con signos y síntomas similares al evento vascular cerebral agudo con pérdida de la conciencia, estupor, confusión, hemiparesia, convulsiones, vértigo, cambios visuales, cambios sensoriales y cefalea.

Enfermedad por descompresión

La EDC tipo I se caracteriza por dolor intenso en una articulación, incluidas formas menores de prurito cutáneo (severo) y obstrucción de los vasos linfáticos (linfedema). La EDC tipo II se caracteriza por síntomas que afectan el SNC, y que van desde debilidad y entumecimiento, hasta la parálisis.

Obtenga de algún compañero de la víctima un perfil de inmersión y médico de los sucesos que llevaron a la lesión relacionada con el buceo, incluyendo:

- Hora de inicio de los signos y síntomas
- Fuente del medio de respiración (p. ej., aire o gases mezclados; heliox)
- Características del buceo (actividad, profundidad, duración, frecuencia, intervalo de superficie, intervalo entre inmersiones)
- Ubicación del buceo y condiciones del agua
- Factores de riesgo del buceo
- Problemas médicos y del equipo submarino en el ascenso y descenso
- Si el buzo intentaba sumergirse sin o con descompresión
- Velocidad de ascenso
- Alto(s) de descompresión
- Grado de actividad después del buceo
- Viaje aéreo después del buceo, tipo y duración
- Historial médico y datos actuales (en especial, antecedentes de EDC)
- Uso de medicamentos
- Consumo actual de alcohol o fármacos ilícitos⁶⁸

Manejo

Asegure ABC, proteja la vía aérea del paciente e inicie los procedimientos de SVB o SVA, según se requiera. Inicie oxígeno al 100% de 12 a 15 litros/minuto y administre SN o RL (no solución glucosada) IV (1 a 2 mL/kg/hora). Vigile los signos vitales, la oximetría de pulso y el ECG. Revise y trate la glucemia, según se requiera. Controle cualquier convulsión. Proteja al paciente de la hipotermia y consulte tempranamente a control médico o a la DAN para indagar dónde se encuentra la cámara de recompresión más cercana (tratamiento primario) (véase Figura 22-23 para información de contacto con la DAN). Se administra tratamiento de recompresión estándar con oxígeno hiperbárico al 100% de acuerdo con las tablas de tratamiento de la Marina de Estados Unidos.⁶⁴ Transporte al

Figura 22-23 Información de contacto para consultas urgentes y no urgentes a la DAN

Urgencias de buceo (Recuerde: llame primero al SMU local, ¡y después a la DAN!

1-919-684-9111

Preguntas médicas no urgentes

1-800-446-2671 o 1-919-684-2948

Lunes a viernes de 8:30 a.m. a 5:00 p.m. (hora estándar del Este)

Todas las demás preguntas

1-800-446-2671 o 1-919-684-2948

1-919-490-6630 (fax)

Información de contacto para enviar una carta

Divers Alert Network

The Peter B. Bennett Center

6 West Colony Place

Durham, NC 27705 EUA

Fuente: Datos cortesía de la Divers Alert Network® (DAN®).

paciente en posición supina. Para cualquier lesión de buceo, si se efectúa la evacuación aérea por helicóptero u otro vehículo no presurizado, se recomienda volar tan bajo como sea posible (p. ej., 150 m [500 pies]) pero sin rebasar 300 m [1000 pies], para minimizar una expansión adicional de las burbujas de aire (ley de Boyle) y mayor traumatismo por disbarismo.^{70, 84}

El tratamiento definitivo para barotraumatismos específicos, incluyendo el EGA y la EDC, consiste en administrar oxígeno al 100% con mascarilla a dos a tres veces la presión atmosférica a nivel del mar en una cámara de recompresión.⁶⁴ (Para mayor información sobre los métodos de tratamiento de lesiones de buceo con cámara de recompresión, véase el U.S. Navy Diving Manual u otras fuentes).^{70, 84} Con base en los principios de la ley de Boyle, el paciente se beneficia de inmediato del aumento de la presión ambiental y de la disminución del tamaño de las burbujas, así como del incremento de la concentración de oxígeno en los tejidos. En la Figura 22-24 se describe la recompresión y la terapia de oxígeno hiperbárico.

En las Figuras 22-25 se resumen los signos y síntomas del barotraumatismo y su tratamiento, y en la 22-26, los signos y síntomas de la EDC y su tratamiento.

Prevención de lesiones relacionadas con el buceo

Millones de buceadores certificados requieren frecuente actualización de su entrenamiento para prevenir y reconocer las lesiones relacionadas con el submarinismo. Muchos profesionales del buceo en Estados Unidos, como salvavidas, personal de bomberos,

Figura 22-24 Terapia de recompresión para lesiones relacionadas con el buceo

Las metas de la terapia de recompresión para lesiones causadas por barotraumatismo de sobreinflado pulmonar y la enfermedad por descompresión (EDC) consisten en comprimir las burbujas y aumentar el aporte de oxígeno a los tejidos. Este tratamiento incluye los siguientes beneficios:

- Disminuye el volumen de las burbujas y al circularse hacia los capilares pulmonares se filtran al exterior
- Promueve la reabsorción de burbujas en solución
- Aumenta el aporte de oxígeno a los tejidos
- Corrige la hipoxia
- Provee un gradiente de difusión mayor para el nitrógeno
- Disminuye el edema
- Aminora la permeabilidad de los vasos sanguíneos

Todos los buzos con embolismo gaseoso arterial (EGA) y EDC deben considerarse tempranamente para la recompresión en instalaciones de tratamiento hiperbárico, porque éste es más exitoso si se inicia en las 6 horas que siguen al inicio de los síntomas. Los buzos no siempre están cerca de una cámara de recompresión cuando éstos aparecen y puede haber retrasos considerables si se lleva un equipo por tierra o se dispone su transporte aéreo. Contacte con la Divers Alert Network (DAN) para consultas sobre asistencia médica y dónde ubicar la cámara de descompresión más cercana (véase Figura 22-23).

Mientras tanto, coloque al paciente en posición supina. La eliminación del nitrógeno aumenta proveyendo oxígeno al 100% por mascarilla e iniciando una venoclisis con solución salina normal o de Ringer Lactato a razón de 1 a 2 mL/kg/h para asegurar un volumen intravascular adecuado y la perfusión capilar. Los pacientes con EGA o EDC normalmente

reciben el tratamiento de recompresión en 2.5 a 3.0 atm durante 2 a 4 horas mientras respiran oxígeno al 100%. Se requerirá tratamiento más prolongado y repetido si el paciente no presenta mejoría clínica de los síntomas.

Los principios del proceso de recompresión incluyen lo siguiente:

- Cualquier signo o síntoma doloroso o neurológico que se presenta en las 24 horas que siguen a un buceo es resultado de la EDC hasta que se compruebe lo contrario.
- Cualquier dolor, signo o síntoma neurológico que ocurra en las 48 horas que siguen a un vuelo después del buceo es causado por la EDC hasta que se demuestre lo contrario.
- Comuníquese al 919-684-9111, la línea de urgencias de la DAN en EUA, para consulta durante las 24 horas.
- Todo buzo con signos o síntomas de EDC debe recibir tratamiento de recompresión.
- Nunca deje de atender los casos dudosos.
- El tratamiento temprano mejora los resultados, mientras que el tardío los empeora.
- Los retrasos prolongados nunca deben impedir el tratamiento, porque los buzos responden a la terapia de recompresión días a semanas después de la lesión.
- Vigile al paciente estrechamente en relación con los signos de alivio o avance de los síntomas.
- Un tratamiento inadecuado puede llevar a una recurrencia.
- Continúe la atención hasta que se alcance una meseta clínica.

Fuente: Modificado de Tibbles PM, Edelsberg JS: Hyperbaric oxygen therapy. *N Engl J Med* 334(25):1642, 1996; de Barratt DM, Harch PG, Van Meter K: Decompression illness in divers: A review of the literature. *Neurologist* 8:186, 2002; y de Van Hoesen KB, Bird NH: *Diving medicine*. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

oficiales de seguridad, miembros de búsqueda y rescate, guardacostas y empleados del Departamento de Defensa dependen de los proveedores de atención prehospitalaria para el servicio médico inicial y de seguimiento, así como para el transporte a los hospitales o cámaras de recompresión locales. Es altamente recomendable la colaboración entre los equipos de buceo y las agencias locales del SMU para estructurar escenarios médicos durante el entrenamiento de este deporte. Esto debe incluir adiestramiento frecuente en diversas condiciones y localizaciones submarinas, junto con escenarios de rescate acuático y tratamiento médico inicial, que son de capital importancia para responder con seguridad y eficacia al rescate de nadadores/buzos dentro del agua y su recuperación. La coordinación para el entrenamiento de buceo entre los miembros del equipo médico correspondiente y los proveedores de atención prehospitalaria local asegurará una comunicación eficaz y la continuidad apropiada de los cuidados en campo. Esta capacitación

debe incluir consultas basadas en el escenario con el médico de control local y la DAN.

Acondicionamiento médico para bucear

Los proveedores de atención prehospitalaria que responden a un incidente relacionado con el buceo deben evaluar a todos los buzos de todos los grupos de edad, no sólo en relación con los trastornos primarios derivados de un incidente de sumersión (EDC, EGA), sino también respecto de los trastornos médicos subyacentes (p. ej., cardíacos, pulmonares, neurológicos, endocrinos, psiquiátricos, o una combinación de trastornos médicos y disbarismo). Idealmente, todo nuevo buzo debe ser atendido médicamente antes de iniciar el entrenamiento para practicar el deporte. Se listan a continuación cinco recomendaciones de examen médico general para

Figura 22-25 Barotraumatismo: signos y síntomas frecuentes y tratamiento

Tipo	Signos/síntomas	Tratamiento*
Compresión de la mascarilla	Inyección corneal, hemorragia conjuntival	Autolimitado; reposo, compresas frías, analgésicos
Compresión de los senos paranasales	Secreción nasal sanguinolenta, dolor	Analgésicos, descongestivos, antihistamínicos
Compresión del oído medio	Dolor, vértigo, rotura del tímpano, pérdida de la audición, vómito	Descongestivos, antihistamínicos, analgésicos; se pueden requerir antibióticos; evitar buceo y vuelo en avión
Barotraumatismo del oído interno	Acúfenos, vértigo, ataxia, pérdida de la audición	Reposo en cama; elevar la cabeza; evitar ruidos intensos; reblandecedores de heces; evitar actividad extenuante; prohibir buceo o vuelo durante meses
Barotraumatismo del oído externo	Dificultad con la maniobra de Valsalva, otalgia, secreción sanguinolenta, posible rotura del tímpano	Mantener seco el conducto auditivo; se pueden requerir antibióticos para la infección
Compresión de los dientes	Dolor odontológico al bucear	Autolimitado; analgésicos
Vértigo alternobárico	Presión, dolor en el oído afectado, vértigo, acúfenos	Por lo general, de breve duración; descongestivos; prohibir buceo hasta la normalización de la audición
Barotraumatismo pulmonar	Dolor subesternal y crepitación, cambio de voz, disnea, enfisema subcutáneo	Evaluar ABC y funciones neurológicas; oxígeno al 100% de 12 a 15 litros/minuto con mascarilla no recirculante; transportar al paciente en posición supina; es necesario descartar EGA
Enfisema subcutáneo	Dolor y crepitación subesternal, voz estridente, edema de cuello, disnea, esputo sanguinolento	Reposo; evitar buceo y vuelo; tratamiento con oxígeno y recompresión sólo en casos graves
Neumotórax	Dolor torácico agudo, disnea, ruidos respiratorios disminuidos	Oxígeno al 100% a 12 a 15 litros/minuto, con mascarilla no recirculante; vigilar la oximetría de pulso; transportar en posición comfortable; evaluar neumotórax a tensión
Neumotórax a tensión	Cianosis, distensión de las venas del cuello, desviación traqueal	Toracentesis con aguja de calibre 14; oxígeno al 100% a 12 a 15 litros/minuto con mascarilla no recirculante; vigilar oximetría de pulso
Embolismo gaseoso arterial (EGA)	Falta de respuesta, confusión, cefalea, trastornos visuales, convulsiones	Evaluar ABC y funciones neurológicas; iniciar SVB/SVA; controlar convulsiones; oxígeno al 100% a 12 a 15 litros/minuto con mascarilla no recirculante; transportar al paciente en posición supina; terapia con soluciones IV sin glucosa (1 a 2 mL/kg/h); vigilar el ECG; consultar a la DAN (919-684 9111 en EUA) para ubicar la cámara de recompresión más cercana (tratamiento primario)

*Es importante una buena instrucción al paciente en el escenario respecto de lesiones menores por barotraumatismo debido a que algunas son autolimitantes y otras requieren evaluación médica; otras más necesitan la remisión del paciente al médico familiar o al área de urgencias y no requieren transporte del SMU.

ABC, vía aérea, respiración, circulación; SVA, soporte vital avanzado; SVB, soporte vital básico; DAN, Divers Alert Network; ECG, electrocardiograma.

Fuente: Tomado de Clenney TL, Lassen LF: Recreational scuba diving injuries. *Am Fam Physician* 53(5):1761, 1996; Salahuddin M, James LA, Bass ES. SCUBA Medicine: A First-Responder's Guide to Diving Injuries. *Curr Sports Med Reports* 10(3):134-139, 2011, y Van Hoesen KB y Bird NH: Diving medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

Figura 22-26 Enfermedad por descompresión (EDC): signos y síntomas frecuentes y su tratamiento

Afección	Signos/síntomas	Tratamiento
EDC tipo I		
Pliegues cutáneos	Prurito intenso; parches de exantema rojo sobre los hombros y la parte alta del tórax; la piel marmórea puede preceder a la sensación de ardor y prurito sobre los hombros y el tronco; cianosis y edema con fovea localizados	Autolimitante; se resuelve solo; observar signos tardíos de dolor de extremidad por la EDC
Dolor de extremidades, EDC	Hipersensibilidad de articulaciones grandes; dolor leve a intenso de articulaciones o extremidades que suele ser constante, pero puede ser pulsátil y presentarse en 75% de los casos; sensación de obstrucción al mover la articulación, que empeora con el movimiento; el EDC tipo I puede avanzar a tipo II	Dolor leve que a menudo se resuelve solo; observar durante 24 horas; dolor moderado a intenso; iniciar con oxígeno al 100% de 12 a 15 litros/minuto con mascarilla no recirculante; transportar a todos los pacientes en posición supina; administrar soluciones IV sin glucosa (1 a 2 mL/kg/h); consulta temprana a la DAN (919 684 9111 en EUA) a efecto de indagar la ubicación de la cámara de recompresión más cercana para el tratamiento definitivo
EDC tipo II		
"Obstrucciones" cardiopulmonares	Dolor subesternal, tos leve, disnea, tos no productiva, cianosis, taquipnea, taquicardia, shock y paro cardíaco	ABC; oxígeno al 100%, 12 a 15 litros/minuto con mascarilla no recirculante; SVB o SVA según se requiera; terapia con soluciones IV sin glucosa (1 a 2 mL/kg/h); transportar a todos los pacientes en posición supina; consulta temprana a la DAN (919 684 9111 en EUA) a efecto de indagar cuál es la ubicación de la cámara de recompresión más cercana para el tratamiento definitivo
Neurológico		
Cerebral	Muchos cambios visuales, cefalea, confusión, desorientación, náusea y vómito	
De médula espinal	Dolor dorsal, pesadez o debilidad, entumecimiento, parálisis, retención urinaria, incontinencia fecal	
De oído interno	Vértigo, ataxia	

ABC, vía aérea, respiración, circulación; SVA, soporte vital avanzado; SVB, soporte vital básico; DAN, Divers Alert Network; IV, intravenosa.

Fuente: Tomado de Barratt DM, Harch PG, Van Meter K: Decompression illness in divers: A review of the literature. *Neurologist* 8:186, 2002; y Van Hoesen KB, Bird NH: Diving medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

identificar a los individuos con mayor riesgo de enfrentar problemas relacionados con el buceo. Estas indicaciones se basan en el consenso de especialistas médicos de buceo.^{70, 95} También remítase a la Figura 22-27 para identificar riesgo grave (contraindicaciones absolutas), riesgo relativo y condiciones de riesgo temporal de preocupación.⁷⁰ Las recomendaciones incluyen lo siguiente:

- La imposibilidad para equilibrar la presión en uno o más de los espacios aéreos del cuerpo aumenta el riesgo de barotraumatismo.
- Las afecciones médicas o psiquiátricas pueden manifestarse bajo el agua o en un sitio remoto de buceo, poniendo

en peligro la vida del buzo debido a la afección misma, puesto que ocurre en el agua, o porque la ayuda médica disponible es inadecuada.

- La alteración de la perfusión tisular o la difusión de gases inertes aumenta el riesgo de EDC.
- Una mala condición física aumenta el riesgo de EDC o de problemas médicos relacionados con el esfuerzo. Los factores que comprometen la condición física pueden ser fisiológicos o farmacológicos.
- En las embarazadas, el feto puede estar en mayor riesgo de lesión disbárica.

Figura 22-27 Condición física para bucear: guías de autorización médica para submarinismo recreativo

Sistema	Afecciones de riesgo importante	Afecciones de riesgo relativo	Afecciones de riesgo temporal
Neurológico	Convulsiones Ataque de isquemia transitorio o evento vascular cerebral Enfermedad por descompresión grave con déficit residual	Migraña complicada Lesión cefálica con secuelas Hernia de disco Neuropatía periférica Esclerosis múltiple Lesión del encéfalo o la médula espinal Tumor o aneurisma intracraneal	Embolismo gaseoso arterial sin residuos, en el que el atrapamiento de aire pulmonar ha sido descartado y la probabilidad de recurrencia es baja
Cardiovascular	Derivación intracardiaca de derecha a izquierda (comunicación interauricular) Cardiomiopatía hipertrófica Estenosis valvular	Injerto de derivación de arterias coronarias Angioplastia coronaria transluminal percutánea o arteriopatía coronaria Antecedente de infarto miocárdico Insuficiencia cardiaca congestiva Hipertensión Disritmias Regurgitación valvular	Marcapasos, si el problema que lo requiere no impide el buceo; los marcapasos deben ser certificados por un fabricante para soportar la presión
Pulmonar	Neumotórax espontáneo Alteración del desempeño del ejercicio por enfermedad respiratoria	Asma o enfermedad reactiva de las vías aéreas Broncoespasmo inducido por el ejercicio Lesiones sólidas, quísticas o cavitarias Neumotórax por intervención quirúrgica, traumatismo, sobreinflado previo Edema pulmonar por inmersión Enfermedad pulmonar intersticial	
Gastrointestinal	Obstrucción de la salida gástrica Obstrucción crónica o recurrente del intestino delgado Reflujo gastroesofágico grave Hernia paraesofágica	Enfermedad inflamatoria intestinal Trastornos funcionales intestinales	Hernias no reparadas de la pared abdominal; enfermedad ulceropéptica relacionada con obstrucción o reflujo intenso
Metabólico y endocrino	Embarazo	Diabetes mellitus dependiente o no de insulina	
Otorrinolaringológico	Perforación timpánica abierta Miringotomía con sonda Intervención quirúrgica de oído medio o interno Traqueostomía	Otitis externa recurrente, otitis media o sinusitis Disfunción de la trompa de Eustaquio Antecedente de perforación del tímpano, timpanoplastia o mastoidectomía Pérdida auditiva conductiva o sensorineural significativa Antecedente de rotura de las ventanas redonda u oval	Infección respiratoria aguda alta; sinusitis aguda; otitis media aguda
Ortopédico		Amputación Escoliosis con impacto en el desempeño respiratorio Necrosis aséptica	Dolor dorsal

(Continúa en la siguiente página)

Figura 22-27 Condición física para bucear: guías de autorización médica para submarinismo recreativo (Continuación)

Sistema	Afecciones de riesgo importante	Afecciones de riesgo relativo	Afecciones de riesgo temporal
Hematológico		Drepanocitemia Leucemia Hemofilia Policitemia vera	
De salud conductual	Motivación inapropiada para bucear Claustrofobia Psicosis aguda Trastorno de pánico no tratado	Uso de medicamentos psicotrópicos Crisis previas de psicosis	

Fuente: *Tomado de Van Hoesen KB, Bird NH: Diving medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

Durante muchos años los diabéticos han cuestionado a los expertos médicos en buceo que rechazan a individuos sometidos al control glucémico. En junio de 2005, en una junta de trabajo internacional realizada en Estados Unidos bajo patrocinio conjunto de la Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) y la DAN, se reunieron más de 50 expertos médicos y de investigación de todo el mundo a efecto de estructurar guías de buceo recreativo para pacientes con diabetes.⁹⁸ El grupo concluyó que los candidatos de buceo que usan medicamentos (agentes hipogluce-

micantes orales o insulina) para tratar la diabetes, pero que están calificados por lo demás para bucear, pueden realizar la actividad de manera recreativa. Sin embargo, declararon que se requiere cumplir criterios estrictos antes de bucear. El panel concordó en que los diabéticos que manejan el control por dieta cumplirán fácilmente con las nuevas directrices. Las guías de consenso (Figura 22-28) constan de 19 puntos estructurados en categorías de selección y supervisión, alcances del buceo y manejo de la glucosa el día de la actividad.

Figura 22-28 Guías de submarinismo recreativo para diabéticos

Selección y supervisión

- El individuo debe contar con al menos 18 años de edad (16 si se encuentra en un programa de entrenamiento especial).
- Se diferirá el buceo después de iniciar/cambiar un medicamento, como sigue:
 - Tres meses con agentes hipogluce-miantes orales.
 - Un año después de iniciada la insulino-terapia.
- No debe haber periodos de hipogluce-mia o hipergluce-mia que requieran intervención de un tercero durante al menos 1 año.
- No debe haber antecedentes de hipogluce-mia no detectada.
- Debe registrarse un resultado de hemoglobina glucosilada (HbA1c) \leq 9%, no más de 1 mes antes de la evaluación inicial y en cada revisión anual.
 - Los valores $>$ 9% indican la necesidad de evaluación adicional y posible modificación del tratamiento.
- No debe haber complicaciones secundarias significativas de diabetes.
- Un médico/endocrinólogo debe realizar una revisión anual y determinar que el buzo tenga una adecuada comprensión de la enfermedad y del efecto del ejercicio en interconsulta con un experto en medicina de buceo, de ser necesario.
- Debe realizarse una evaluación de la isquemia cardiaca silente en candidatos mayores de 40 años.
 - Después de la evaluación inicial, la supervisión periódica de la isquemia cardiaca silente puede estar acorde con las guías locales/nacionales aceptadas para la evaluación de los diabéticos.
- El candidato debe documentar la intención de acatar el protocolo para buceadores con diabetes, así como de suspender la actividad y buscar revisión médica ante cualquier suceso adverso posiblemente relacionado con la enfermedad durante las prácticas de buceo.

(Continúa en la siguiente página)

Figura 22-28 Guías de submarinismo recreativo para diabéticos (*Continuación*)**Alcances del buceo**

- Debe planearse el buceo para evitar:
 - Profundidades > 30 m (100 pies) en el mar.
 - Duración > 60 minutos.
 - Paradas para descompresión obligatorias.
 - Entornos por arriba de la cabeza (p. ej., cuevas, ruinas de naufragio).
 - Situaciones que podrían exacerbar la hipoglucemia (p. ej., frío prolongado y sumersiones arduas).
- Los individuos deben contar con un compañero/líder de buceo informado de las condiciones de inmersión, así como de los pasos a seguir en caso de problema.
 - El compañero de buceo no debe tener diabetes.

Manejo de la glucosa el día de la actividad

- Los individuos deben someterse a una evaluación general de su condición física para bucear.
- La glucosa sanguínea debe ser $\geq 150 \text{ mg-dL}^{-1}$ (8.3 mmol-l^{-1}), estable o creciente, antes de ingresar al agua.
 - Completar un mínimo de tres pruebas de glucosa sanguínea previas a la inmersión para evaluar

las tendencias en 60 minutos, 30 minutos, e inmediatamente antes de iniciarla.

- Pueden ayudar las modificaciones en la dosis del agente hipoglucemiante oral o la insulina en la noche previa o el día del buceo.
- Retrasar el buceo si la glucosa sanguínea es:
 - $< 150 \text{ mg-dL}^{-1}$ (8.3 mmol-l^{-1})
 - $> 300 \text{ mg-dL}^{-1}$ (16.7 mmol-l^{-1})
- Las consideraciones de medicamentos de rescate incluyen:
 - Llevar consigo glucosa oral fácilmente accesible durante todo buceo.
 - Contar con glucagón parenteral disponible en la superficie.
- Si se observa hipoglucemia bajo el agua, el buzo debe ascender (con su compañero) y establecer una flotabilidad positiva, ingerir glucosa y salir del agua.
- Verificar la glucosa sanguínea frecuentemente durante 12 a 15 horas después de bucear.
- Asegurar una hidratación adecuada en los días de buceo.
- Registrar todo buceo, incluyendo los resultados de las pruebas de glucosa sanguínea y toda la información pertinente para el manejo de la diabetes.

Fuente: Datos cortesía de la Divers Alert Network® (DAN®)

Figura 22-29 Guías actuales recomendadas por la DAN para volar con seguridad después del buceo

Las siguientes son guías de consenso de los asistentes al Taller de Buceo después de Nadar realizado en 2002. Se aplica a inmersiones seguidas de vuelos a altitudes de cabina de 610 a 2438 m (2000 a 8000 pies) para quienes no tienen síntomas de enfermedad por descompresión (EDC). Los intervalos recomendados en superficie previos al vuelo no garantizan evitar la EDC. Los intervalos más prolongados en superficie disminuyen el riesgo adicional de contraerla.

- Para una sola inmersión sin descompresión se sugiere un intervalo mínimo de 12 horas en superficie antes del vuelo.

- Para múltiples inmersiones por día o varios días de buceo se sugiere un intervalo mínimo de 18 horas en superficie previo al vuelo.

Para inmersiones que requieren paradas de descompresión hay pocas evidencias en las cuales basar una recomendación. Parece prudente un intervalo en superficie previo al vuelo sustancialmente mayor de 18 horas.

Fuente: Datos cortesía de la Divers Alert Network® (DAN®)

Vuelo después del buceo

Puesto que el buceo se realiza en muchos lugares populares en Estados Unidos y en lugares remotos fuera de este país, las personas tal vez buceen el día previo al vuelo. Con base en la ley de Boyle, volar muy pronto después de una sumersión aumenta el riesgo de

EDC durante el viaje o luego de arribar al destino debido a la disminución de la presión atmosférica en la cabina presurizada o no de un avión comercial. En la Figura 22-29 se listan las guías actuales recomendadas por la DAN para volar de manera segura después de bucear.⁷⁰

Mal de altura

En Estados Unidos, más de 40 millones de personas viajan cada año sin aclimatación a lugares con una altitud mayor de 2500 m (8202 pies) para participar en actividades que incluyen tabla sobre nieve, esquí alpino, senderismo, excursionismo, conciertos y festivales. Así, muchos individuos están en riesgo de tener alguna dolencia relacionada con la altitud, que puede aparecer en cuestión de horas o días después de que arriban al sitio de altura.⁹⁷ Los proveedores de atención prehospitalaria y el personal de urgencias necesitan conocer los factores de predisposición, signos y síntomas, tratamiento médico, y técnicas de instrucción y prevención para aminorar la morbilidad y mortalidad del mal de altura. Véase la Figura 22-30 para identificar una amplia variedad de problemas médicos agudos experimentados por visitantes y residentes de grandes altitudes.

En esta sección se presentan tres afecciones médicas causadas directamente por entornos muy elevados, y se destacan aquellas subyacentes que empeoran como resultado de hipoxia inducida por la gran altitud (afecciones médicas previas exacerbadas por esta circunstancia).

Epidemiología

Mal de gran altura es una denominación que abarca dos síndromes encefálicos y uno pulmonar: (1) la enfermedad aguda de montaña; (2) el edema cerebral de gran altitud, y (3) el edema pulmonar de gran altitud. Aunque los riesgos de presentar un mal de gran altura son bajos, una vez que aparece, su progresión puede ser fatal.^{98,99}

La **enfermedad aguda de montaña (EAM)** es una forma leve de mal de gran altura rara vez experimentada por debajo de los

2000 m (6540 pies), pero su incidencia aumenta de 1.4 a 25% conforme se incrementa la altitud de 2060 a 2440 metros (6754 a 8000 pies).^{100, 101} Ocurre EAM por arriba de 2500 m (8200 pies) en 20 a 25% de los casos, y a 4 267 m (14 000 pies) en 40 a 50% de los casos. La incidencia es mayor de 90% cuando ocurre el ascenso hasta 4267 m durante horas vs días.¹⁰² Además, un pequeño número de casos (5 a 10%) progresa de síntomas leves hasta edema cerebral de gran altitud, una forma grave de la EAM.⁹⁹ El **edema cerebral de gran altitud (ECGA)** es una forma neurológica severa de mal de gran altura y tiene una tasa de incidencia baja, de 0.01%, en la población general a una altitud mayor de 2500 metros (8200 pies); esta tasa aumenta hasta 1 a 2% en los individuos con mayor actividad física.⁹⁷

El **edema pulmonar de gran altitud (EPGA)** es raro, pero contribuye con la mayor parte de las muertes por mal de gran altura y se revierte fácilmente si se detecta temprano y se maneja de manera correcta. Suele presentarse entre los 2 y 5 días después de arribar a una gran altitud.⁹⁰ La tasa de incidencia de EPGA es de 0.01 a 0.1% a 2500 m (8200 pies) en la población general, y aumenta hasta 2 a 6% en quienes ascienden a una altitud de 4000 metros (13 120 pies). La mortalidad total por EPGA es de 11%, y aumenta hasta 44% sin intervenciones terapéuticas.¹⁰³ En Vail, Colorado, se registraron 47 casos de EPGA de 1975 a 1982, en hombres jóvenes saludables que esquiaron a una altitud de 2330 m (7644 pies) en promedio.¹⁰⁴

Hipoxia hipobárica

Hay tres niveles definidos de altitud. La **altitud alta**, que se delimita como una elevación de 1500 a 3500 m (5000 a 11 480 pies), frecuente en las montañas occidentales de Estados Unidos, donde se reporta

Figura 22-30 Problemas médicos a altitud alta

Habitantes de tierras bajas que ascienden a una altitud

- Hipoxia aguda
- Cefalea de gran altitud
- Mal agudo de montaña
- Edema cerebral de gran altitud
- Síndromes vasculares cerebrales
- Edema pulmonar de gran altitud
- Hipertensión pulmonar sintomática
- Deterioro de gran altitud
- Síndrome orgánico cerebral (altitud extrema)
- Edema periférico
- Retinopatía (ingurgitación de venas retinianas; puede relacionarse con hemorragia del vítreo y edema del disco óptico, que causan alteración de la visión)

- Trastornos del sueño
- Trastornos de respiración periódica durante el sueño
- Faringitis, bronquitis y tos de gran altitud
- Queratitis ultravioleta (ceguera nívea)
- Exacerbación de afecciones previas

Residentes de toda la vida o de largo plazo en la altitud

- Mal de montaña crónico (policitemia de montaña crónica)
- Hipertensión pulmonar sintomática de gran altitud con o sin insuficiencia cardíaca derecha
- Problemas del embarazo: preeclampsia, hipertensión y lactantes de bajo peso al nacer
- Exacerbación de enfermedad pulmonar y cardiopatía congénita

Fuente: Modificado de Hackett PH, Roach RC: High-altitude medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

El mal de gran altura con mayor frecuencia que en otras regiones.¹⁰⁴ Se define como **altitud muy alta** una elevación de 3500 a 5500 m (11480 a 18045 pies); es la más frecuente para las formas graves de mal de gran altura.¹⁰⁵ La **altitud extrema** corresponde a una elevación mayor de 5500 m (18045 pies).⁹⁹ Con un aumento progresivo en la altitud, el ambiente se torna muy hostil para un individuo no aclimatado a la menor disponibilidad de oxígeno, lo que causa un trastorno conocido como **hipoxia hipobárica**.

La gran altitud es un ambiente único, porque hay menor disponibilidad de oxígeno para respirar, lo que ocasiona hipoxia celular. Aunque la concentración de oxígeno sigue siendo de 21% a toda altitud, la menor presión atmosférica a mayor altura da como resultado un decremento de la presión parcial de oxígeno (PO_2). Por ejemplo, la PO_2 es de 160 mm Hg a nivel del mar (1 atm) y de 80 mm Hg a 0.5 atm (5500 m; 18045 pies) de altitud, con el resultado de una menor cantidad de oxígeno disponible durante la ventilación. La Figura 22-31 muestra que conforme aumenta la altitud respecto del nivel del mar hasta una altura extrema, hay un decremento proporcional de la presión barométrica, los gases sanguíneos arteriales y la saturación de oxígeno arterial (SaO_2). Vale la pena señalar que la SaO_2 permanece, en promedio, por arriba de 91% en los adultos sanos en proceso de aclimatación, hasta alcanzar un nivel por arriba de 2810 m (9200 pies). Los proveedores de atención prehospitalaria están entrenados para proveer un soporte ventilatorio agresivo con oxígeno al 100% a todos los pacientes sintomáticos con una lectura de oximetría de pulso de 91% de SaO_2 , que es indicativo de hipoxia moderada (86 a 91%).

Esta relación entre la altitud creciente y la hipoxia progresiva forma la base de ajustes fisiológicos agudos en la frecuencia ventilatoria, el gasto cardíaco y los cambios bioquímicos.¹⁰⁶ En consecuencia, la hipoxia hipobárica y la hipoxemia conducen a los individuos no aclimatados a presentar un mal de gran altura.⁹⁸

Factores relacionados con el mal de altura

El mayor desarrollo del mal de gran altura depende de muchos factores específicos para cada exposición, pero los aspectos clave incluyen rápido ascenso, aclimatación deficiente, esfuerzo físico en la altura, edad joven y antecedente de enfermedad previa por altitud (Figura 22-32). Los factores adicionales incluyen:

- **Incremento de la altitud y velocidad de ascenso.** La incidencia y gravedad del mal de gran altura tienen relación principalmente con la velocidad de ascenso, la altitud alcanzada y la duración de la estancia, debido a que estos tres factores aumentan el estrés hipóxico corporal.^{98,106}
- **Antecedentes de mal de gran altura.** Un historial documentado de este padecimiento es un indicador predictivo valioso de quién es susceptible de presentar un subsecuente mal de gran altura cuando retorna a la misma altura con la misma velocidad de ascenso.¹⁰⁷ Las tasas de incidencia de EGPA aumentan de 10 a 60% en quienes tienen este antecedente y ascienden de manera abrupta a una altitud de 4560 m (14960 pies).¹⁰⁸
- **Preaclimatación.** Residir de manera permanente por arriba de los 900 m (2950 pies) de altitud provee alguna preaclimatación y se asocia con una menor tasa y gravedad del mal de gran altura cuando se asciende a niveles más altos. Sin embargo, esta protección es limitada cuando la velocidad de ascenso es rápida o se alcanza una altitud extrema.^{106,107}
- **Edad y género.** La edad, no así el género, es un factor para la aparición de EAM; la incidencia es menor en los

Figura 22-31 Relación entre altitud, presión barométrica (P_b), gases sanguíneos arteriales y saturación de oxígeno*

Altitud (metros)	Altitud (pies)	P_b (mm Hg)	PaO_2 (mm Hg)	SaO_2 (%)	$PaCO_2$ (mm Hg)
A nivel del mar	A nivel del mar	760	100	98.0	40.0
1646	5400	630	73.0	95.1	35.6
2810	9200	543	60.0	91.0	33.9
3660	12020	489	47.6	84.5	29.5
4700	15440	429	44.6	78.0	27.1
5340	17500	401	43.1	76.2	25.7
6140	20140	356	35.0	65.6	22.0

*Los datos corresponden a valores medios para personas de 20 a 40 años de edad.

PaO_2 , presión parcial de oxígeno arterial; SaO_2 , saturación de oxígeno arterial; $PaCO_2$, presión parcial de dióxido de carbono arterial.

Fuente: Modificado de Hackett PH, Roach RC: High-altitude medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

Figura 22-32 Afecciones médicas frecuentes que empeoran a altitud alta sin oxígeno complementario¹¹³

Probablemente sin riesgo adicional	Precaución	Contraindicada
Jóvenes y adultos mayores Con condición física y sin ella Obesidad Diabetes Después de un injerto de derivación de arterias coronarias (sin angina) Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) leve Asma Embarazo de bajo riesgo Hipertensión controlada Trastorno convulsivo controlado Trastornos psiquiátricos Enfermedades neoplásicas Afecciones inflamatorias	EPOC moderada Insuficiencia cardíaca congestiva (ICC) compensada Síndromes de apnea del sueño Arritmias problemáticas Angina estable/arteriopatía coronaria Embarazo de alto riesgo Rasgo de drepanocitemia Enfermedades vasculares cerebrales Cualquier causa de circulación pulmonar restringida Trastorno convulsivo (sin recibir tratamiento medicamentoso) Queratotomía radial (operación de la córnea para mejorar la miopía)	Anemia drepanocítica (con antecedente de crisis) EPOC grave Hipertensión pulmonar ICC no compensada

Fuente: Tomado de Hackett PH, Roach RC: High-altitude medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine*, 6a. ed., St. Louis, 2012, Mosby Elsevier.

individuos mayores de 50 años. Ocurre EGPA con mayor frecuencia y gravedad en niños y adultos jóvenes, y se reporta en porcentajes equivalentes de hombres y mujeres de esos grupos de edad.^{98, 100}

- **Esfuerzo y condición física.** El inicio y la gravedad del mal de gran altura es independiente de la condición física; ésta no acelera la aclimatación a la altitud. Un alto grado de acondicionamiento permite a los individuos esforzarse más, pero el ejercicio vigoroso a su arribo a una gran altitud exacerba más la hipoxemia y acelera el inicio del mal de gran altura.^{104, 110}
- **Medicamentos y tóxicos.** Debe evitarse cualquier sustancia que deprima la ventilación y altere los patrones del sueño, porque exacerba la hipoxemia inducida por la altitud. Estas sustancias incluyen alcohol, barbitúricos y opiáceos.^{98, 111}
- **Frío.** La exposición a temperaturas ambientales frías incrementa el riesgo de EGPA debido a que las bajas temperaturas aumentan la presión arterial pulmonar.¹¹²

Las afecciones médicas preexistentes constituyen otro factor relacionado con el mal de gran altura. Es importante señalar que cuando se utilizan los estudios clínicos para determinar la dosis eficaz de un fármaco para este padecimiento, en general se considera sólo a individuos sanos sin problemas médicos subyacentes. Sin embargo, hoy en día muchos más viajeros que se trasladan a sitios de gran altitud y aquellos que cambian su residencia a un lugar más encumbrado presentan enfermedades subyacentes, como diabetes, hipertensión, cardiopatía o depresión. Las recomendaciones actuales de medicamentos para el manejo del mal de gran altura tal vez no sean apropiadas para estos pacientes por el potencial de interacciones farmacológicas indeseables, y tampoco para aquellos con

insuficiencia renal y/o hepática. Se puede encontrar una discusión de estos temas en un artículo de evaluación de los medicamentos para la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas con la altitud (p. ej., EAM, EGPA y ECGA) en individuos sanos, y la selección y dosificación de fármacos para los pacientes con afecciones médicas subyacentes.¹¹²

En la Figura 22-33 se listan las afecciones que aumentan la probabilidad de desarrollar enfermedades de gran altitud. Además, las afecciones médicas específicas que se sabe que aumentan la susceptibilidad al mal de gran altura incluyen:

- Anomalías congénitas cardiopulmonares: ausencia de arteria pulmonar, hipertensión pulmonar primaria, cardiopatías congénitas
- Cirugías de arteria carótida: irradiación o abolición de los cuerpos carotídeos.

Mal de gran altura

Enfermedad aguda de montaña

La EAM es un síndrome autolimitado inespecífico, fácilmente confundido con otras dolencias por sus síntomas similares, que incluyen influenza, resaca, agotamiento y deshidratación. Un grupo de consenso definió la EAM por la presencia de cefalea en una persona no aclimatada que recientemente arriba a una altura mayor de 2500 m (8200 pies) y manifiesta uno o más síntomas característicos de este síndrome.¹¹⁴ Sin embargo, la EAM puede presentarse a niveles tan bajos como los 2000 m (6562 pies). Se ha considerado esta enfermedad como una forma leve de edema cerebral, que a menudo precede al ECGA y al EPGA. En el otro extremo del

Figura 22-33 Categorías de riesgo de mal de gran altura

Categoría de riesgo	Descripción
Bajo	<ul style="list-style-type: none"> ■ Individuos sin antecedente de dolencias de altitud y ascenso < 2800 m (9200 pies) ■ Individuos que utilizan ≥ 2 días para llegar a 2500 a 3000 m (8200-10000 pies), con aumentos subsiguientes de elevación con entumecimiento menores de 500 m (1600 pies) por día
Moderado	<ul style="list-style-type: none"> ■ Individuos con antecedente de EAM y ascenso a 2500 a 2800 m (8200-9100 pies) en 1 día ■ Sin antecedente de EAM pero con ascenso > a 2800 m (9100 pies) en 1 día ■ Todos los individuos que ascienden > 500 m (1600 pies) por día hasta altitudes mayores de 3000 m (10000 pies)
Alto	<ul style="list-style-type: none"> ■ Antecedente de EAM y ascenso ≥ 2800 m (9100 pies) en 1 día ■ Todos los individuos con antecedente de EPGA o ECGA ■ Todos los individuos con ascenso > 3500 m (11500 pies) en 1 día ■ Todos los individuos con ascenso > 500 m (1600 pies) por día a altitudes por arriba de 3500 m (11500 pies) ■ Ascensos muy rápidos

EAM, enfermedad aguda de montaña; ECGA, edema cerebral de gran altitud; EPGA, edema pulmonar de gran altitud.

Fuente: Modificado de Luk AM, McIntosh SE, Grissom et al. Wilderness Medical Society consensus guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness. *Wilderness Environ Med* 21:146-55:2010.

espectro se considera el ECGA como una forma grave de EAM.^{116, 118} La mayor parte de los casos de esta última no progresa a formas más graves de mal de gran altura, a menos que haya una exposición continua a una altitud alta.

El síntoma contrastante de la EAM es una cefalea prolongada grave, que se cree que es causada por vasodilatación cerebral inducida por hipoxia.¹¹⁷ Los pacientes describen su cefalea como pulsátil, localizada en las regiones occipital o temporal y que empeora por la noche o al despertar. Otros síntomas incluyen náusea, vómito, insomnio, mareo, *lasitud* (desánimo), fatiga y dificultad para dormir. Puede haber malestar general y ausencia de apetito, junto con un decremento del gasto urinario. Es importante reconocer los síntomas tempranos de la EAM para que el ascenso continuo no cause la progresión de un trastorno prevenible a una forma grave de ECGA.

El inicio de los síntomas en la EAM puede ocurrir tan pronto como 1 hora después de arribar a gran altitud, pero suele presentarse después de 6 a 10 horas de exposición. Los síntomas suelen alcanzar su punto máximo en 24 a 72 horas y desaparecen en 3 a 7 días. Si su inicio ocurre después de 3 días de haber llegado a la altitud y no incluye cefalea, y si la oxigenoterapia no provee beneficio, la afección probablemente no corresponda a EAM.⁹⁸

Evaluación

Si los pacientes se encuentran alertas, la clave es obtener una buena historia médica que abarque el inicio y la gravedad de los síntomas, velocidad de ascenso, duración de la exposición, uso de medicamentos que pueden causar deshidratación, consumo de alcohol y nivel de esfuerzo físico. Obtenga los signos vitales e incluya la oximetría de pulso. Además, evalúe el estado de cualquier enfermedad médica subyacente, según lo determinado por los antecedentes médicos.

Debido a que la cefalea es el hallazgo más frecuente en la EAM, evalúe su localización y calidad. Las respiraciones de Cheyne-Stokes

constituyen un dato frecuente en individuos que ascendieron por arriba de 3000 m (10000 pies). La presentación de tos seca y disnea por sobreesfuerzo son frecuentes en la altura y tal vez no siempre específicas de la EAM. Ausculte todos los campos pulmonares, porque en esta enfermedad son frecuentes las crepitaciones. Evalúe la función neurológica y, específicamente, la ataxia y el letargo excesivos, ya que estos síntomas son indicadores de ECGA.

Manejo

Descender de 500 a 1000 m (1640 a 3280 pies) proveerá la más rápida resolución de los síntomas. La EAM leve se resolverá por sí misma, pero los pacientes deben evitar un mayor ascenso y cualquier esfuerzo hasta que se resuelvan los síntomas. Proporcione analgésicos para la cefalea y antieméticos para la náusea, de acuerdo con los protocolos locales. Para síntomas moderados, se recomienda el descenso a una menor altitud y la provisión de oxígeno a 2 a 4 litros/minuto por cánula nasal inicialmente. Determine una SaO₂ mayor de 90% por oximetría de pulso. Si es menor de 90%, titule la administración de oxígeno de 1 a 2 litros/minuto y reevalúe. En los pacientes con síntomas neurológicos, revise el manejo del ECGA. Aquellos con problemas médicos subyacentes exacerbados por la altitud deben ser transportados bajo tratamiento con oxígeno para la evaluación médica de su afección primaria y el desarrollo secundario del mal de gran altura.

Véase la Figura 22-34 para un resumen de los signos y síntomas, manejo y prevención de la EAM, y la Figura 22-35 para las recomendaciones de dosis en el caso de los niños.

Edema cerebral de gran altitud

El ECGA es un síndrome neurológico muy grave que puede desarrollarse en individuos con EAM o EPGA. En altitudes mayores de 2438 m (8000 pies), el flujo sanguíneo cerebral aumenta como

Figura 22-34 Mal de gran altitud (EAM, ECGA, EPGA): signos, síntomas, tratamiento y prevención

Signos/síntomas	Tratamiento	Prevención
Enfermedad aguda de montaña (EAM)		
Leves: cefalea, náusea, mareo y fatiga en las primeras 12 horas	Oxígeno de 1 a 2 litros/minuto por cánula nasal y/o descenso de 500 a 1000 m (1700 a 3300 pies); evitar mayor ascenso hasta que los síntomas se resuelvan; considere el uso de acetazolamida (125 mg VO cada 12 horas) para acelerar la aclimatación; administre analgésicos y antieméticos, de ser necesario	Ascenso a velocidad lenta; pasar la noche a una altitud intermedia; evitar el sobreesfuerzo y transporte directo a 2750 metros (9000 pies) Considere el uso de 125 mg VO de acetazolamida cada 12 horas, con inicio el día previo al ascenso y continuación durante 2 días en altitud máxima Trate tempranamente la EAM
Moderado: cefalea de moderada a grave, náusea notoria, vómito, disminución del apetito, acúfenos, insomnio, retención de líquidos durante ≥ 12 horas	Descenso; considere la dexametasona (4 mg VO/IM cada 6 horas) y/o acetazolamida (250 mg VO cada 12 horas); si no hay descenso, vigile cualquier deterioro mediante observación; oxígeno (1 a 2 litros/minuto) y/o terapia hiperbárica portátil (de 2 a 4 psi) durante unas cuantas horas, si está disponible	Igual que lo listado antes; dexametasona, 2 mg cada 6 horas o 4 mg cada 12 horas VO, con inicio el día del ascenso y discontinuación cuidadosa después de 2 días a máxima altitud
Edema cerebral de gran altitud (ECGA)		
EAM en ≥ 24 horas, ataxia, confusión, conducta alterada, lasitud severa	Descenso inmediato o evacuación ≥ 1000 m (3300 pies); administre oxígeno de 2 a 4 litros/minuto; titule para mantener la $SaO_2 \geq 90\%$ con oximetría de pulso; administre inicialmente dexametasona (8 mg IV/IM/VO, y después 4 mg cada 6 horas); terapia hiperbárica si no hay descenso	Como se lista antes para la EAM
Edema pulmonar de gran altitud (EPGA)		
Disnea en reposo, tos húmeda, estertores, limitación importante del ejercicio, cianosis, mareo, taquicardia, taquipnea, desaturación	Inicie oxígeno de 4 a 6 litros/minuto y después titule para mantener la $SaO_2 \geq 90\%$ con oximetría de pulso; disminuya al mínimo el esfuerzo; mantenga al paciente con calor; descenso o evacuación a partir de 500 a 1000 m (1700 a 3300 pies); considere el uso de nifedipina (30 mg en presentación de liberación sostenida VO cada 12 horas o 20 mg cada 8 horas) si no hay ECGA; considere los agonistas β (salmeterol, 125 mcg inhalados cada 12 horas, o albuterol); considere la mascarilla EPAP; administre dexametasona sólo si se desarrolla ECGA.	Ascenso a velocidad lenta; evitar sobreesfuerzos; considere la nifedipina (dosis de 30 mg de liberación sostenida cada 12 horas VO, o 20 mg cada 8 horas) en personas con crisis repetidas de EPGA; inicie 1 día antes del ascenso y continúe durante 2 días a la máxima altitud

EPAP, presión espiratoria positiva de la vía aérea; IM, intramuscular; IV, intravenosa; m, metro; mcg, microgramo; mg, miligramo; VO, por vía oral; psi, libras por pulgada cuadrada; SaO_2 , saturación de oxígeno arterial.

Fuente: Modificado de Luk AM, McIntosh SE, Grissom *et al.* Wilderness Medical Society consensus guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness. *Wilderness Environ Med* 21:146-55; 2010.

resultado de la vasodilatación inducida por hipoxia. El mecanismo de la lesión parece estar relacionado con una combinación de vasodilatación cerebral sostenida, aumento de la permeabilidad capilar a través de la barrera hematoencefálica y la imposibilidad de compensar suficientemente el exceso de edema cerebral.¹¹⁸

Puede ocurrir ECGA a los 3 y hasta 5 días después del arribo a 2750 m (9022 pies), pero en general se manifiesta en altitudes mayores de 3600 m (12000 pies), con inicio de los síntomas en cuestión de horas. Algunos síntomas leves a moderados de la EAM pueden estar presentes, pero las características distintivas del ECGA son la

Figura 22-35 Dosificación de fármacos para niños con mal de altura¹¹³

En 2001, la International Society for Mountain Medicine publicó una declaración de consenso recomendando algoritmos terapéuticos a seguir (para EAM, ECGA y EPGA), con ajustes para las dosis pediátricas de los fármacos.

EAM	Acetazolamida, 2.5 mg/kg/dosis VO cada 12 horas (máximo 125 mg por dosis) Dexametasona, 0.15 mg/kg/dosis VO cada 6 horas hasta 4 mg
ECGA	Acetazolamida 2.5 mg/kg/dosis VO cada 12 horas (máximo 125 mg por dosis)
EPGA	Dexametasona, 0.15 mg/kg/dosis VO cada 6 horas hasta 4 mg

kg, kilogramo; mg, miligramo; VO, por vía oral.

Fuente: Tomado de Pollard AJ, Niermeyer S, Barry PB, Bartsch P, Berghold F, Bishop RA, et. al.: Children at high altitude: An international consensus statement by an ad hoc committee of the International Society for Mountain Medicine. *High Alt Med Biol* 2001;2:389-401.; Luk AM, McIntosh SE, Grissom et al. Wilderness Medical Society consensus guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness. *Wilderness Environ Med* 21:1146-55; 2010.

alteración del grado de conciencia y ataxia, junto con mareo, estupor y conducta irracional, que progresa a coma. La muerte sobreviene por herniación encefálica.¹¹⁹

Evaluación

Si la persona está alerta, como en la EAM, la clave en pacientes con ECGA consiste en obtener un buen historial médico, incluyendo el inicio y la intensidad de los síntomas, la velocidad de ascenso, la duración de la exposición y el nivel de esfuerzo físico. Obtenga los signos vitales del paciente, incluyendo la oximetría de pulso; también evalúe el estado de cualquier enfermedad médica subyacente, según lo determinado por los antecedentes médicos. Es importante evaluar los ruidos pulmonares del paciente por el fuerte vínculo entre ECGA y EPGA.

Manejo

No retrase la planeación terapéutica y la evacuación ante los primeros signos y síntomas de ECGA. La máxima prioridad para cualquier paciente con esta condición es el descenso inmediato, junto con el inicio de oxígeno a flujo alto (15 litros/minuto) con mascarilla sin reciclado y la vigilancia de SaO₂ hasta que resulte de 90% o mayor. Los pacientes inconscientes deben ser manejados como si tuvieran lesión cefálica (véase los capítulos 8, Vía aérea y ventilación y 10, Trauma de cabeza), incluyendo la intubación y otros procedimientos de SVA.¹¹¹

Véase la Figura 22-34 para un resumen de los signos y síntomas, manejo y prevención de ECGA, y la Figura 22-35 para recomendaciones de dosis en niños con este edema.

Edema pulmonar de gran altitud

El inicio del EPGA sigue un patrón similar al observado con la EAM y el ECGA, que se presenta en los individuos no aclimatados después de un rápido ascenso a gran altitud. Sin embargo, este mal de altura tiene un mecanismo diferente de lesión que los dos anteriores, porque es inducido por hipoxia hipobárica. El EPGA es una forma de edema pulmonar no cardiogénico relacionado con hipertensión pulmonar y elevación de la presión capilar.¹⁰⁷ Más de 50% de los pacientes con esta enfermedad presenta EAM, y 14% ECGA.¹²⁰ Los signos y síntomas, en general, se manifiestan durante la segunda

noche (inicio de 1 a 3 días), y rara vez ocurren a los 4 días, de arribar a una altitud determinada.¹²¹ La aparición del EPGA y la velocidad de su progresión son aceleradas por la exposición al frío, el esfuerzo vigoroso y el ascenso continuado. En comparación con los otros dos males de gran altitud, el EPGA contribuye con el máximo número de muertes.

Evaluación

Es de vital importancia revisar al paciente con la toma de signos vitales, auscultación de ruidos pulmonares e historial médico para la determinación de EPGA, que se define por al menos dos o más síntomas (p. ej., disnea en reposo, tos, debilidad o disminución del esfuerzo de desempeño; rigidez torácica o congestión) y al menos dos signos (p. ej., estertores o sibilancias, cianosis central, taquipnea o taquicardia).¹²² Suelen presentarse estertores en los campos pulmonares con inicio en la región axilar derecha y, en un momento dado, con bilateralidad. Evalúe al paciente en relación con la fiebre, que es un signo frecuente de EPGA. Los hallazgos tardíos conforme progresa el edema consisten en taquicardia en reposo, taquipnea y esputo teñido de sangre. Si no se proveen intervenciones terapéuticas, los síntomas progresarán en horas a días hasta incluir gorgoteo audible, insuficiencia respiratoria, y eventualmente la muerte.

Manejo

El descenso a una menor altitud, por lo menos 500 a 1000 m (1640 a 3280 pies), provee una recuperación más rápida, pero inicialmente los pacientes muestran mejoría con el reposo y el oxígeno. Mantenga la temperatura corporal e indique al paciente que evite cualquier esfuerzo. Éste requiere mejorar su oxigenación arterial, por lo que debe proporcionarse oxígeno a 4 a 6 litros/minuto o titular su flujo hasta que la SaO₂ sea de 90% o mayor. Revalúe los signos vitales después de iniciar la provisión de oxígeno, porque la mejor oxigenación arterial aminora la taquicardia y taquipnea. Como el EPGA es una forma de edema pulmonar no cardiogénico, no se ha demostrado que los diuréticos sean útiles. Los informes de casos anecdóticos han sugerido resultados favorables con la presión respiratoria positiva continua (CPAP) en casos graves de EPGA; sin embargo, se carece de investigación específica, y a menudo no se dispone de equipamiento en el ambiente probablemente asociado con este edema.^{123,124}

Véase la Figura 22-34 para un resumen de los signos y síntomas, manejo y prevención del EPGA, y la Figura 22-35 para recomendaciones de dosis en niños con este edema.

Prevención

El mal agudo de gran altura en individuos no aclimatados es prevenible. El factor común para el inicio de EAM, ECGA y EPGA es la velocidad de ascenso a mayor altitud. El mal de altura es experimentado por los esquiadores que viajan en líneas aéreas comerciales y toman un vuelo temprano en la mañana desde ciudades a nivel del mar, arriban al sitio de gran altitud cerca de mediodía y empiezan a esquiar por la tarde a casi 2100 a 4500 m (7000 a 14000 pies). Otro escenario con riesgo de mal de gran altura se presenta como resultado de una llamada de ayuda mutua a diversos agentes de seguridad pública que viven en sitios por debajo de 1000 m (3300 pies). Este personal se reúne rápidamente y arriba a 2750 m (9000 pies) o más para auxiliar a los equipos de voluntarios locales de rescate de senderistas a altas altitudes, en la búsqueda de un excursionista perdido en campo abierto. El personal de atención prehospitalaria, trátese de una tripulación de tierra o aire, que tiene responsabilidades para transferir a pacientes a gran altitud hacia otro hospital, o para la evacuación médica de campo abierto, necesita poseer conocimientos para disminuir al mínimo el riesgo del mal de gran altura por su propia seguridad y la de sus colaboradores (Figuras 22-36 y 22-37).

Medicamentos como profilaxis para el mal de gran altura

Para la prevención de la EAM y el ECGA, los individuos que viajan del nivel del mar hasta más de 3000 metros (9850 pies) de altura para pernoctar 1 día, o quienes tienen antecedente de EAM deben considerar un tratamiento profiláctico. El fármaco ideal es la acetazolamida oral, a razón de 125 a 250 mg cada 12 horas, con inicio 1 día antes del ascenso y continuación durante 2 días a altitud máxima. Un fármaco alternativo es la dexametasona, 2 mg por vía oral o intramuscular (IM) cada 6 horas y su continuación durante 2 días a altitud máxima. La combinación de ambos medicamentos ha mostrado más eficacia que la administración de uno solo.^{111, 112} El ácido acetilsalicílico (325 mg) tomado cada 4 horas en tres dosis disminuye la incidencia de cefalea de 50 a 7%.¹¹⁵

Una investigación reciente ha mostrado claramente los avances del uso profiláctico de 600 mg de ibuprofeno cada 8 horas, con inicio 6 horas antes del ascenso a partir de 1250 hasta 3800 m (de 4100 a 12570 pies), en comparación con un tratamiento placebo. De acuerdo con el estudio, 43% de los participantes del grupo de ibuprofeno reportó la aparición de la EAM en comparación con 69% del grupo placebo. Este último grupo también comunicó peor severidad de la enfermedad que el grupo de ibuprofeno.¹²⁵ El beneficio de este fármaco radica en que provee una segunda opción medicamentosa y se puede tomar el mismo día del ascenso, con poco o ningún efecto secundario, en comparación con el uso tradicional de la acetazolamida para prevenir la EAM.¹²⁶

Para la prevención del EPGA en individuos con antecedente de episodios repetidos, se recomienda la profilaxis con 20 a

Figura 22-36 Procedimientos de aclimatización en la altitud

Los siguientes son puntos clave para la aclimatación a altitud alta:

- Ascienda lo suficiente para inducir adaptaciones, pero no tanto como para presentar mal de montaña.
- Los individuos no aclimatados no deben ascender más de 2400 m (7800 pies)
- Manténgase durante 7 a 14 días entre 1400 y 2000 m (4600 y 6500 pies)
- Manténgase de 4 a 6 días entre 2000 y 2400 m (6500 y 7800 pies)
- Permanecer en una altura determinada disminuye la incidencia de EAM para aquellos niveles por arriba de 1000 a 2000 metros (3300 y 6500 pies).
- El ascenso gradual a más de 2400 m (7800 pies) no debe rebasar los 300 m/día (1000 pies/día)
- El ascenso gradual mayor de 300 m/día (1000 pies/día) deber incluir un día de reposo por cada tramo de mayor altitud.
- Evite el esfuerzo pesado los primeros 3 días.
- Manténgase bien hidratado con agua.
- Evite el alcohol, las píldoras para dormir y otros sedantes.
- Ingiera una dieta rica en carbohidratos.
- Evite el sobreesfuerzo.
- Evite fumar.
- El entrenamiento físico no es preventivo para el mal de gran altura.

Figura 22-37 Reglas de oro para el mal de gran altura

Las "reglas de oro" para el mal de gran altura son las siguientes:

1. Si usted se encuentra a gran altitud, sus síntomas son causados por la altitud hasta que se demuestre lo contrario.
2. Si presenta síntomas de altitud, no suba más.
3. Si está sintiéndose mal o empeorando, o si no puede caminar en puntas y talones en línea recta, descienda de inmediato.
4. Una persona con mal de montaña siempre debe ir acompañada por un responsable que pueda lograr u organizar el descenso, si es necesario.¹¹¹

30 mg de nifedipina oral (fórmula de liberación prolongada) cada 12 horas. Actualmente debe evitarse el tratamiento profiláctico como método para afecciones de altitud en los niños porque se carece de suficientes estudios clínicos.¹²⁶

Transportación prolongada

Ahogamiento

Los pacientes asintomáticos pueden tornarse sintomáticos en una situación de cuidados prolongados con retraso de 4 horas antes de los síntomas pulmonares. Inicie RCP en una víctima de ahogamiento con cinco ventilaciones continuas utilizando el enfoque ABC tradicional, no CAB, para empezar a corregir la hipoxia. Obtenga una lectura de oximetría de pulso antes y después de la administración de oxígeno. Provéalo a flujo alto con una mascarilla sin reciclado a 15 litros/minuto.

Cualquier paciente con valores de oximetría de pulso menores de 90%, alteración del estado mental, apnea o coma puede requerir manejo temprano activo de la vía aérea para protegerlo de la aspiración. Si un paciente continúa con hipoxia y lecturas de oximetría de pulso menores de 85% después de administrarle oxígeno a flujo alto, se convierte en candidato para CPAP o para un protocolo de intubación en secuencia rápida. El uso liberal de aspiración a través de la sonda endotraqueal es necesario para retirar las secreciones pulmonares y el agua aspirada durante la sumersión. Consulte al médico de control, si está disponible, para sedar y paralizar a la persona (si lo permiten los protocolos) a fin de asegurar el éxito de la intubación, oxigenación y ventilación eficaces.

Otro método eficaz para asegurar la oxigenación y ventilación apropiadas es el uso de la presión positiva al final de la espiración (PEEP) en pacientes con sumersión y apnea.^{84,89} La PEEP aumenta el diámetro de las vías aéreas pequeñas y grandes, y mejora el cociente de ventilación-perfusión, así como la oxigenación arterial.

Determine la puntuación de la ECG y evalúe sistemáticamente sus tendencias, porque son predictivas de la evolución del paciente. Vigile hipotermia e hipoglucemia. Cualquier paciente comatoso debe ser objeto de medición de la glucosa sanguínea o, si no es posible, recibir solución glucosada IV. Tal vez se requiera la colocación de una sonda nasogástrica para disminuir el contenido gástrico y el agua deglutida durante la sumersión.

Lesiones por rayos

Las víctimas de un rayo pueden resentir paro respiratorio, paro cardíaco, o ambos. Después de evaluar CAB, inicie con rapidez la RCP. En una situación de atención amplia con múltiples víctimas, use *triage inverso* y reanime en primer término a aquellos que parecen muertos. Sin embargo, la RCP prolongada (horas múltiples) en estas víctimas conlleva una mala evolución y hay poco beneficio de los procedimientos de RCP o SVCA que duran más de 20 a 30 minutos. Deben intentarse todas las medidas para estabilizar al paciente corrigiendo hipovolemia, hipotermia, hipoxia y acidosis, antes de culminar los esfuerzos de reanimación.²

Evalúe en el paciente edema cerebral y aumento de la presión intracraneal (PIC). Establezca una puntuación de la ECG basal y revalúe cada 10 minutos como un indicador de edema cerebral

progresivo y aumento de la PIC (provea el manejo de acuerdo con la recomendación para el edema cerebral; véase el Capítulo 10, Trauma en cabeza).

Lesiones por inmersión relacionadas con el buceo recreativo

El protocolo estándar de tratamiento para las lesiones relacionadas con el buceo que desencadenan el síndrome de sobrepresurización pulmonar (p. ej., EGA, EDC) consiste en provisión de oxígeno a flujo alto (15 litros/minuto a través de mascarilla sin reciclado) en el escenario, y continuar la terapia de oxigenación durante el transporte del paciente a la cámara de recompresión más cercana para su tratamiento con oxígeno hiperbárico (OHB). Realice una evaluación neurológica amplia y revalúe al paciente con frecuencia para verificar la progresión de los signos y síntomas. Utilice analgésicos para el control del dolor considerando los protocolos locales. También considere administrar ácido acetilsalicílico (325 o 650 mg) por su actividad antiplaquetaria.⁷⁰

Recorra a la Divers Alert Network (DAN, teléfono 919-684-9111 en EUA) y al médico de control local para identificar la ubicación más cercana de una cámara de recompresión funcional. Antes de transportar al paciente para la terapia de OHB, contacte directamente con el responsable de la cámara porque su disponibilidad puede cambiar sin previo aviso. Cuando utilice transporte aéreo, opte por vehículos que preferentemente mantengan una atmósfera de nivel del mar durante el trayecto. Cualquier avión no presurizado debe mantener una altitud por debajo de 300 m (1000 pies) en camino al sitio de ubicación de la cámara.

Mal de gran altura

La EAM leve a moderada se puede manejar con oxígeno a bajo volumen, de 2 a 4 litros/minuto, por cánula nasal, titulado para 1 a 2 litros/minuto (SaO₂ de más de 90%) con una combinación de analgésicos (p. ej., ácido acetilsalicílico, 650 mg; paracetamol, 650 a 1000 mg; ibuprofeno, 600 mg) para cefalea, y proclorperazina (5 a 10 mg IM) para la náusea. Otros medicamentos utilizados incluyen acetazolamida oral (250 mg cada 12 horas) y dexametasona (4 mg por vía oral [VO] o IM cada 6 horas) hasta la resolución de los síntomas.

Trate el ECGA descendiendo de altitud, 2 a 4 litros/minuto de oxígeno por cánula nasal para mantener una SaO₂ mayor de 90%, y con dexametasona (8 mg VO, IV o IM inicialmente, y después 4 mg cada 6 horas). Considere el uso de acetazolamida oral (250 mg cada 12 horas) con retrasos prolongados para descender.

Si se desarrolla una forma grave de ECGA y el paciente está en coma, maneje de acuerdo con las recomendaciones para el edema cerebral (véase Capítulo 9, Shock). El manejo prolongado del EPGA consta principalmente de administración de oxígeno a razón de 4 a 6 litros/minuto por cánula nasal (SaO₂ mayor de 90%) hasta observar mejoría de los síntomas, y después, 2 a 4 litros/minuto para conservar el oxígeno. Si éste no está disponible, administre nifedipina oral (10 mg inicialmente, y después una dosis de liberación prolongada de 30 mg cada 12 a 24 horas). Si el paciente adquiere ECGA, agregue dexametasona (8 mg VO o IM cada 6 horas).

Usar cámaras hiperbáricas portátiles, como la bolsa de Gamow (tecnologías de altitud), ha tenido éxito en el tratamiento del mal de gran altura.⁵⁹ Estas bolsas de presión de peso ligero simulan el descenso a una menor altitud, con o sin el uso de oxígeno complementario o medicamentos (p. ej., acetazolamida, dexametasona,

nifedipina). Se inflan con bombas manuales hasta 2 psi, que equivale al descenso de 1600 m (5250 pies), según sea la altitud inicial. El uso de estas cámaras durante 2 a 3 horas puede mejorar eficazmente los síntomas, lo que constituye un manejo ideal de la tecnología mientras se espera el transporte a la sede de atención definitiva.



Resumen

- Los proveedores de atención prehospitalaria inevitablemente se enfrentarán con encuentros ambientales impredecibles como los descritos en este capítulo.
- Es necesario el conocimiento básico de las urgencias ambientales frecuentes para poder proporcionar evaluación y tratamiento rápidos en el contexto prehospitalario.
- No es fácil recordar este tipo de información, porque dichos problemas no se encuentran a menudo. Por tanto, recuerde los siguientes principios generales involucrados:
 - *Ahogamiento.* Asuma que todos los pacientes con ahogamiento presentan insuficiencia pulmonar hasta que se demuestre lo contrario; corrija hipoxia, acidosis e hipotermia, según esté indicado.
 - *Rayo.* Los pacientes con lesión grave por descarga de rayo necesitan una evaluación rápida de su estado cardiopulmonar. Utilice el principio de *triage inverso* para múltiples víctimas. El inicio temprano de la RCP es clave para la sobrevivencia.
 - *Lesiones relacionadas con el buceo recreativo.* Los pacientes con enfermedad por descompresión grave y embolismo gaseoso arterial requieren oxígeno a flujo alto y el tratamiento rápido en una cámara de recompresión para obtener el mejor resultado. Consulte tempranamente al médico de control y a la Divers Alert Network (919 684 9111 en EUA).
 - *Mal de gran altura.* Las intervenciones clave para la enfermedad aguda de montaña y los edemas pulmonar o cerebral de gran altitud consisten en un descenso de al menos 500 a 1000 m (1640 a 3280 pies) de altitud, y proveer reposo y oxígeno.
- En todos los casos, recuerde que debe mantener la seguridad personal. Hay demasiados casos en los que los proveedores de atención prehospitalaria y demás personal que responde a urgencias han perdido la vida a consecuencia de intentar un rescate.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

En un pueblo costero, una familia de cuatro miembros se pasea en la playa con su perro durante un helado día de invierno. El hijo de 17 años lanza una pelota de hule hacia el borde del agua y el perro la persigue para atraparla; en un instante, una gran ola se lo lleva. El joven es el primero en entrar al agua en un intento por salvar a su mascota, sólo para ser arrastrado por las olas. Sus padres y hermana lo ven luchando con el oleaje.

El padre y la madre lo siguen al interior del agua en un esfuerzo por ayudarlo. La hija de 19 años permanece en la orilla y solicita auxilio con su teléfono celular. El perro en un momento dado regresa a la playa. Los padres logran sacar a su hijo del agua fría después de encontrarlo sumergido y sin respuesta.

Su unidad paramédica arriba al escenario 7 minutos después de la llamada de auxilio, y al salir de la ambulancia observa a un adolescente inconsciente de género masculino con el rostro parcialmente boca abajo en la arena y con el oleaje cerca. Aún está en la zona de gran actividad marina y podría ser sumergido nuevamente por otra ola. Usted hace equipo con el personal de respuesta del área de urgencias para acercarse a la víctima.

- ¿Cómo debe abordar al paciente en este contexto?
- ¿Cuál es la intervención inmediata si no tiene pulso o respiración?
- ¿Qué otras preocupaciones tiene acerca del paciente que necesiten manejarse en el escenario?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Su plan consiste en que un bombero actúe como vigilante de la amenaza de nuevos oleajes, y que usted, su compañero y otros dos bomberos se acerquen a la víctima para levantarla por las cuatro extremidades y rápidamente retirarla de las olas.

Como proveedor de atención prehospitalaria líder, usted dirige al equipo para colocar a la víctima en posición supina paralela a la playa, de manera que la cabeza y el tronco estén al mismo nivel, e inmediatamente revisa la respuesta del paciente. Los otros auxiliares instalan el instrumental médico de urgencias cerca de la víctima mientras usted revisa ABC. El joven puede tener apnea y necesitar sólo ventilación de rescate, o quizá requiera una RCP completa. En cualquier situación, usted sabe que la recomendación para el ahogamiento es proveer cinco ventilaciones de rescate iniciales, seguidas por 30 compresiones torácicas, y después continuar con dos ventilaciones y 30 compresiones hasta que aparezcan signos de vida.

Es esencial un enfoque inicial de ABC en las víctimas de ahogamiento para afrontar la hipoxia. Se provee oxígeno a flujo alto utilizando un dispositivo de bolsa-mascarilla. Usted inicia una venoclisis con soluciones cristaloides. En este caso no se requiere inmovilización de la columna vertebral, ya que no hay mecanismos de lesión para sospechar un traumatismo raquídeo. Se puede indicar intubación o ventilación mecánica tempranas (p. ej., CPAP) si la víctima muestra signos de deterioro con SpO₂ menor de 90%. Usted transporta al paciente y a sus padres al hospital para la continuación de su tratamiento y evaluación.

Referencias

- Curran EB, Holle RL, Lopez RE. Lightning fatalities, injuries and damage reports in the United States, 1959–1994. NOAA Tech Memo NWS SR-193, 1997.
- Gatewood MO, Zane RD. Lightning injuries. *Emerg Med Clin North Am.* 2004;22:369.
- Huffins GR, Orville RE. Lightning ground flash density and thunderstorm duration in the contiguous United States. *J Appl Meteorol.* 1999;38:1013.
- Cummins KL, Krider EP, Malone MD. A combined TOA/MDF technology upgrade of the U.S. National Lightning Detection Network. *J Geophys Res.* 1998;103:9035.
- MacGorman DR, Rust WD. Lightning strike density for the contiguous United States from thunderstorm duration records, Pub No NUREG/CR03759. Washington, DC: Office of Nuclear Regulatory Research; 1984.
- Dulcos PJ, Sanderson LM, Klontz KC. Lightning-related mortality and morbidity in Florida. *Pub Health Rep.* 1990;105:276.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. Severe Weather 101. Lightning. <http://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/lightning/faq/> Consultado el 24 de enero de 2014.
- Holle R. Annual rates of lightning fatalities by country, 2008. Tucson, AZ: International Lightning Detection Conference; 2008. http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/Scientific%20papers/Annual_rates_of_lightning_fatalities_by_country.pdf. Consultado el 17 de enero de 2014.
- Cherington M, Walker J, Boyson M, Glancy R, Hedegaard H, Clark S. Closing the gap on the actual numbers of lightning casualties and deaths. 11th Conference on Applied Climatology. Dallas, TX: American Meteorological Society; 1999:379–380.
- Cooper MA, Holle RL, Andrews CJ, Blumenthal R. Lightning injuries. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
- Davis C, Engeln A, Johnson E, et al. The Wilderness Medical Society practice guidelines for the prevention and treatment of lightning injuries. *Wilderness & Environ Med.* 2012;23:260–269.
- Cooper MA. Lightning injuries: prognostic signs of death. *Ann Emerg Med.* 1980;9:134.
- Centers for Disease Control and Prevention. Lightning associated deaths: 1980–1995. *MMWR.* 1998;47(19):391.
- Andrews CJ, Darveniza M, Mackerras D. Lightning injury: a review of the clinical aspects, pathophysiology and treatment. *Adv Trauma.* 1989;4:241.
- Vanden Hoek TL, Morrison LJ, Shuster M, et al. 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care: Part 12.12: Cardiac arrest associated with electric shock and lightning strikes. *Circulation.* 2010;122:848.
- Ritenour AE, Morton MJ, McManus JG, Barillo DJ, Cancio LC. Lightning injury: a review. *Burns.* 2008;34:585.
- Beir M, Chen W, Bodnar E, Lee RC. Biophysical injury mechanisms associated with lightning injury. *Neurorehabilitation.* 2005;20(1):53.
- Cooper MA. Electrical and lightning injuries. *Emerg Med Clin North Am.* 1984;2:489.
- Casten JA, Kytilla J. Eye symptoms caused by lightning. *Acta Ophthalmol.* 1963;41:139.
- Kleiner JP, Wilkin JH. Cardiac effects of lightning stroke. *JAMA.* 1978;240:2757.
- Taussig HB. Death from lightning and the possibility of living again. *Ann Intern Med.* 1968;68:1345.
- Zimmerman C, Cooper MA, Holle RL. Lightning safety guidelines. *Ann Emerg Med.* 2002;39:660.
- National Lightning Safety Institute. Personal lightning safety. http://www.lightningsafety.com/nlsi_pls.html. Consultado el 17 de enero de 2014.
- National Weather Service. Lightning risk reduction outdoors. <http://www.lightningsafety.noaa.gov/outdoors.htm>. Consultado el 17 de enero de 2014.
- Zafren K, Durrer B, Henry JP, Brugger H. Lightning injuries: prevention and on-site treatment in mountains and remote areas—official guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine and Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federation (ICAR and UIAA MEDCOM). *Resuscitation.* 2005;65:369.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. Lightning safety myths and truths. <http://www.lightningsafety.noaa.gov/myths.htm> Consultado el 24 de enero de 2014.

27. National Oceanic and Atmospheric Administration. Lightning risk reduction outdoors. <http://www.lightningsafety.noaa.gov/outdoors.htm>. Consultado el 24 de enero de 2014.
28. Peden M, Oyegbite K, Ozanne-Smith J, et al., eds. World report on child injury prevention. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2008.
29. Centers for Disease Control and Prevention. Nonfatal and fatal drowning in recreational water settings—United States, 2005–2009. *MMWR*. 2012;61(19):345.
30. Centers for Disease Control and Prevention. Drowning—United States, 2005–2009. *MMWR*. 2012;61(19):344–347.
31. Zuckerman GB, Conway EE Jr. Drowning and near-drowning. *Pediatr Ann*. 2000;29:6.
32. World Health Organization. Facts about injuries: drowning. http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/other_injury/en/drowning_factsheet.pdf. Accessed January 17, 2014.
33. University of Minnesota. Unintentional drowning. http://blog.lib.umn.edu/spon0024/unintentional_drowning/01-introduction.html. Consultado el 18 de septiembre de 2013.
34. Cushing TA, Hawking SC, Sempstrot J, Schoene RB. Submersion injuries and drowning. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
35. DeNicola LK, Falk JL, Swanson ME, Kissoon N. Submersion injuries in children and adults. *Crit Care Clin*. 1997;13(3):477.
36. Olshaker JS. Near-drowning. *Emerg Med Clin North Am*. 1992;10(2):339.
37. Van Beeck EF, Branche CM, Szpilman D, et al. A new definition of drowning: towards documentation and prevention of a global public health program. *Bull World Health Organ*. 2005;83:853–856.
38. Szpilman D, Bierens JLM, Handley A, Orlovski JP. Drowning. *New Engl J Med*. 2012;366:2102–2110.
39. Olshaker JS. Submersion. *Emerg Med Clin North Am*. 2004;22:357.
40. Kyriacou DN, Arcinue EL, Peek C, Kraus JF. Effect of immediate resuscitation on children with submersion injury. *Pediatrics*. 1994;94:137.
41. Moran K, Quan L, Franklin R, Bennett E. Where the evidence and expert opinion meet: a review of the open-water recreational safety messages. *Int J Aquatic Res Educ*. 2011;5:251–270.
42. Lavelle JM. Ten-year review of pediatric bathtub near-drownings: evaluation for child abuse and neglect. *Ann Emerg Med*. 1995;25:344.
43. Rowe MI, Arango A, Allington G. Profile of pediatric drowning victims in a water-oriented society. *J Trauma*. 1977;17:587.
44. Craig AB Jr. Underwater swimming and loss of consciousness. *JAMA*. 1961;176:255.
45. Jensen LR, Williams SD, Thurman DJ, Keller PA. Submersion injuries in children younger than 5 years in urban Utah. *West J Med*. 1992;157:641.
46. Howland J, Smith GS, Mangione TW, et al. Why are most drowning victims men? Sex differences, aquatic skills and behaviors. *Am J Public Health*. 1996;86:93.
47. Schuman SH, Rowe JR, Glazer HM, et al. The iceberg phenomenon of near-drowning. *Crit Care Med*. 1976;4:127.
48. Howland J, Mangione T, Hingson R, et al. Alcohol as a risk factor for drowning and other aquatic injuries. In: Watson RR, ed. *Alcohol and Accidents: Drug and Alcohol Abuse Reviews*. Vol 7. Totowa, NJ: Humana Press, Inc; 1995.
49. Howland J, Hingson R. Alcohol as a risk factor for drownings: a review of the literature (1950–1985). *Accid Anal Prev*. 1988;20(1):19–25.
50. Howland J, Smith GS, Mangione T, et al. Missing the boat on drinking and boating. *JAMA*. 1993;270:91.
51. Bell GS, Gaitatzis A, Bell CL, Johnson AL, Sander JW. Drowning in people with epilepsy. *Neurology*. 2008;71:578.
52. Karch KB. Pathology of the lung in near-drowning. *Am J Emerg Med*. 1986;4(1):4.
53. Orlovski JP. Drowning, near-drowning, and ice water submersion. *Pediatr Clin North Am*. 1987;34(1):75.
54. Modell JH, Moya F. Effects of volume of aspirated fluid during chlorinated fresh-water drowning. *Anesthesiology*. 1966;27:663.
55. Giesbrecht GG, Steinman AM. Immersion into cold water. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
56. Bolte RG, Black PG, Bowers RS. The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minutes. *JAMA*. 1988;260:377.
57. Lloyd EL. Accidental hypothermia. *Resuscitation*. 1996;32:111.
58. Gilbert M, Busund R, Skagseth A. Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7°C with circulatory arrest. *Lancet*. 2000;355:375.
59. Siebke H, Breivik H, Rod T, et al. Survival after 40 minutes submersion without cerebral sequelae. *Lancet*. 1975;1:1275.
60. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005;293(3):305.
61. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005;293(3):299.
62. Sayre MR, Koster RW, Botha M, et al. Part 5: adult basic life support. In: *2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations*. *Circulation*. 2010;122:S298–S324.
63. Hwang V, Frances S, Durbin D, et al. Prevalence of traumatic injuries in drowning and near-drowning in children and adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2003;157(1):50–53.
64. Pratt FD, Haynes BE. Incidence of “secondary drowning” after salt-water submersion. *Ann Emerg Med*. 1986;15(9):1084.
65. Berg RA, Hemphill R, Abella BS, et al. Part 5: adult basic life support. In: *2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care*. *Circulation*. 2010;122:S685–S705.
66. Rosen P, Stoto M, Harley J. The use of the Heimlich maneuver in near-drowning: Institute of Medicine report. *J Emerg Med*. 1995;13:397.
67. Wilderness Medical Society. Submersion injuries. In: Forgy WW. *Practice Guidelines for Wilderness Emergency Care*. 5th ed. Helena, MT: Globe Pequot Press; 2006.
68. <http://www.aap.org/en-us/about-the-aap/aap-press-room/Pages/AAP-Gives-Updated-Advice-on-Drowning-Prevention.aspx>. Consultado el 24 de enero de 2014.
69. Melamed Y, Shupak A, Bitterman H. Medical problems associated with underwater diving. *N Engl J Med*. 1992;326:30.
70. Van Hoesen KB, Bird NH. Diving medicine. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
71. Salahuddin M, James LA, Bass ES. SCUBA medicine: a first-responder's guide to diving injuries. *Curr Sports Med Rep*. 2011;10(3):134–139.
72. Lynch JA, Bove AA. Diving medicine: a review of the current evidence. *J Am Board Fam Med*. 2009;22:399–407.
73. Strauss MB, Borer RC Jr. Diving medicine: contemporary topics and their controversies. *Am J Emerg Med*. 2001;19:232.

74. Morgan WP. Anxiety and panic in recreational scuba divers. *Sports Med.* 1995;20(6):398.
75. Divers Alert Network (DAN). Eleven-year trends (1987–1997) in diving activity: the DAN annual review of recreational SCUBA diving injuries and fatalities based on 2000 data. In: *Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration*. Durham, NC: Divers Alert Network; 2000:17–29.
76. Divers Alert Network. *Annual Diving Report*. Durham, NC: Divers Alert Network; 2008.
77. Divers Alert Network (DAN). *Report on Diving Fatalities: 2008 Edition*. Durham, NC: Divers Alert Network; 2008.
78. Hardy KR. Diving-related emergencies. *Emerg Med Clin North Am.* 1997;15(1):223.
79. Green SM. Incidence and severity of middle-ear barotraumas in recreational scuba diving. *J Wilderness Med.* 1993;4:270.
80. Kizer KW. Dysbaric cerebral air embolism in Hawaii. *Ann Emerg Med.* 1987;16:535.
81. Cales RH, Humphreys N, Pilmanis AA, Heilig RW. Cardiac arrest from gas embolism in scuba diving. *Ann Emerg Med.* 1981;10(11):589.
82. Butler BD, Laine GA, Leiman BC, et al. Effect of Trendelenburg position on the distribution of arterial air emboli in dogs. *Ann Thorac Surg.* 1988;45(2):198.
83. Moon RE. Treatment of diving emergencies. *Crit Care Clin.* 1999;15:429.
84. Van Meter K. Medical field management of the injured diver. *Respir Care Clin North Am.* 1997;5(1):137.
85. Francis TJ, Dutka AJ, Hallenbeck JM. Pathophysiology of decompression sickness. In: Bove AA, Davis JC, eds. *Diving Medicine*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Saunders; 1990.
86. Neuman TS. DCI/DCS: does it matter whether the emperor wears clothes? *Undersea Hyperb Med.* 1997;24:2.
87. Bove AA. Nomenclature of pressure disorders. *Undersea Hyperb Med.* 1997;24:1.
88. Spira A. Diving and marine medicine review. Part II. Diving diseases. *J Travel Med.* 1999;6:180.
89. Clenney TL, Lassen LF. Recreational scuba diving injuries. *Am Fam Physician.* 1996;53(5):1761.
90. Kizer KW. Women and diving. *Physician Sportsmed.* 1981;9(2):84.
91. Francis TJ, Dutka AJ, Hallenbeck JM. Pathophysiology of decompression sickness. In: Bove AA, Davis JC, eds. *Diving Medicine*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Saunders; 1990.
92. Greer HD, Massey EW. Neurologic injury from undersea diving. *Neurol Clin.* 1992;10(4):1031.
93. Kizer KW. Management of dysbaric diving casualties. *Emerg Med Clin North Am.* 1983;1:659.
94. Department of the Navy. *U.S. Navy Diving Manual*. Vol 1, Rev 4. Washington, DC: U.S. Government Printing Office; 1999.
95. Davis JC. Hyperbaric medicine: critical care aspects. In: Shoemaker WC, ed. *Critical Care: State of the Art*. Aliso Viejo, CA: Society of Critical Care Medicine; 1984.
96. Pollock NW, Ugucioni DM, Dear GdeL, eds. Diabetes and recreational diving: guidelines for the future. Proceedings of the Undersea and Hyperbaric Medical Society/Divers Alert Network. June 19, 2005, Workshop. Durham, NC: Divers Alert Network; 2005.
97. Gallagher SA, Hackett PH. High-altitude illness. *Emerg Med Clin North Am.* 2004;22:329.
98. Hackett PH, Roach RC. High-altitude illness. *N Engl J Med.* 2001;345(2):107.
99. Hackett PH, Roach RC. High-altitude medicine. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012. 100.
100. Houston CS. High-altitude illness disease with protean manifestations. *JAMA.* 1976;236:2193.
101. Montgomery AB, Mills J, Luce JM. Incidence of acute mountain sickness at intermediate altitude. *JAMA.* 1989;261:732.
102. Gertsch JH, Seto TB, Mor J, Onopa J. Ginkgo biloba for the prevention of severe acute mountain sickness (AMS) starting day one before rapid ascent. *High Alt Med Biol.* 2002;3(1):29.
103. Tso E. High-altitude illness. *Emerg Clin North Am.* 1992;10(2):231.
104. Honigman B, Theis MK, Koziol-McLain J, et al. Acute mountain sickness in a general tourist population at moderate altitudes. *Ann Intern Med.* 1993;118(8):587.
105. Zaphren K, Honigman B. High-altitude medicine. *Emerg Clin North Am.* 1997;15(1):191.
106. Hultgren HN. *High-Altitude Medicine*. Stanford, CA: Hultgren Publications; 1997.
107. Schneider M, Bernasch D, Weymann J, et al. Acute mountain sickness: influence of susceptibility, pre-exposure, and ascent rate. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(12):1886.
108. Bartsch P. High-altitude pulmonary edema. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(suppl 1):S23.
109. Roach RC, Houston CS, Honigman B. How well do older persons tolerate moderate altitude? *West J Med.* 1995;162(1):32.
110. Roach RC, Maes D, Sandoval D, et al. Exercise exacerbates acute mountain sickness at simulated high altitude. *J Appl Physiol.* 2000;88(2):581.
111. Roeggla G, Roeggla H, Roeggla M, et al. Effect of alcohol on acute ventilation adaptation to mild hypoxia at moderate altitude. *Ann Intern Med.* 1995;122:925.
112. Luks AM, Swenson ER. Medication and dosage considerations in the prophylaxis and treatment of high-altitude illness. *Chest.* 2008;133:744.
113. Luk AM, McIntosh SE, Grissom CK, et al. Wilderness Medical Society consensus guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness. *Wilderness Environ Med.* 2010;21: 1146–1155.
114. Roach RC, Bartch P, Oelz O, Hackett PH, Lake Louise Scoring Committee. The Lake Louise Acute Mountain Sickness Scoring System. In: Sutton JR, Houston CS, Coates G, eds. *Hypoxia and Molecular Medicine*. Burlington, VT: Charles S. Houston; 1993.
115. Muza SR, Lyons TP, Rock PB. Effect of altitude on exposure on brain volume and development of acute mountain sickness (AMS). In: Roach RC, Wagner PD, Hackett PH, eds. *Hypoxia: Into the Next Millennium: Advances in Experimental Medicine and Biology*. Vol 474. New York, NY: Kluwer Academic/Plenum; 1999.
116. Hackett PH. High-altitude cerebral edema and acute mountain sickness: a pathological update. In: Roach RC, Wagner PD, Hackett PH, eds. *Hypoxia: Into the Next Millennium: Advances in Experimental Medicine and Biology*. Vol 474. New York, NY: Kluwer Academic/Plenum; 1999.
117. Sanchez del Rio M, Moskowitz MA. High-altitude headache: lessons from aches at sea level. In: Roach RC, Wagner PD, Hackett PH, eds. *Hypoxia: Into the Next Millennium: Advances in Experimental Medicine and Biology*. Vol 474. New York, NY: Kluwer Academic/Plenum; 1999.
118. Hackett PH. The cerebral etiology of high-altitude cerebral edema and acute mountain sickness. *Wilderness Environ Med.* 1999;10(2):97.

119. Yarnell PR, Heit J, Hackett PH. High-altitude cerebral edema (HACE): the Denver/Front Range experience. *Semin Neurol.* 2000;20(2):209.
120. Hultgren HN, Honigman B, Theis K, Nicholas D. High-altitude pulmonary edema at ski resort. *West J Med.* 1996;164:222.
121. Stenmark KR, Frid M, Nemenoff R, et al. Hypoxia induces cell-specific changes in gene expression in vascular wall cells: implications for pulmonary hypertension. In: Roach RC, Wagner PD, Hackett PH, eds. *Hypoxia: Into the Next Millennium: Advances in Experimental Medicine and Biology.* Vol 474. New York, NY: Kluwer Academic/Plenum; 1999.
122. The Lake Louise Consensus on the Definition and Quantification of Altitude Illness. In: Sutton JR, Coates G, Houston C, eds. *Hypoxia and Mountain Medicine.* Burlington, VT: Queen City Press; 1992.
123. Luks AM. Do we have a "best practice" for treating high-altitude pulmonary edema? *High Alt Med Biol.* 2008;9:111-114.
124. Koch RO, Burtcher M. Do we have a "best practice" for treating high-altitude pulmonary edema? Letter to the Editor. *High Alt Med Biol.* 2008;9:343-344.
125. Lipman G. Ibuprofen prevents altitude illness: randomized controlled trial for prevention of altitude illness with nonsteroidal anti-inflammatories. *Ann Emerg Med.* 2012;59(6):484-490.
126. Pollard AJ, Niermeyer S, Barry PB, et al. Children at high altitude: an international consensus statement by an ad hoc committee of the International Society for Mountain Medicine. *High Alt Med Biol.* 2001;2:389.

Lecturas sugeridas

- Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine.* 6th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2012.
- Bennett P, Elliott D. *The Physiology and Medicine of Diving.* 4th ed. Philadelphia, PA: Saunders; 1993.
- Bove AA. *Bove and Davis' Diving Medicine.* 5th ed. Philadelphia, PA: Saunders; 2003.
- Sutton JR, Coates G, Remmers JE, eds. *Hypoxia: The Adaptations.* Philadelphia, PA: BC Dekker; 1990.

CAPÍTULO



Atención de trauma en espacios naturales

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Explicar cuatro factores que distinguen los contextos de servicios médicos de urgencia (SMU) *agreste (espacios naturales)* y en la *calle (urbano)*.
- Listar los cinco criterios de selección críticos para tratar la columna vertebral en espacios naturales.
- Discutir las razones del lema "todo paciente en espacios naturales tiene hipotermia, hipoglucemia e hipovolemia hasta que se pruebe lo contrario".
- Describir las guías actualizadas para tratar las heridas sangrantes en espacios naturales.
- Discutir los síntomas y signos de mordeduras y piquetes frecuentes, así como el tratamiento médico en espacios naturales.
- Describir cuándo es apropiado un intento de reanimación cardiopulmonar (RCP) y cuando no, en el contexto de espacios naturales.

ESCENARIO

Su equipo de búsqueda y rescate (SAR, del inglés, *Search and Rescue*) recibe una llamada a las 21:30 h para apoyar a los apaga-fuegos voluntarios de la entidad en el salvamento técnico de una víctima traumatizada en una localidad remota. Los primeros informes indican que un miembro de un grupo de tres personas escaladoras de rocas, un hombre de 31 años de edad, cayó alrededor de las 20:30 h del borde del acantilado hacia un piso rocoso, 24 m más abajo, y sufrió múltiples fracturas de huesos largos. Un miembro del grupo corrió a su camión, tomó una bolsa de dormir para mantener al paciente caliente e instruyó a los otros escaladores para ir a buscar ayuda.

El equipo de rescate de técnicos voluntarios incluye a un paramédico y una enfermera del servicio de urgencias (SU), quienes arriban al puesto de dirección del incidente casi a las 22:30 h. Después de un relato breve del incidente, el equipo de rescate inicial, constituido por seis personas, conduce varias millas en un sendero con uso de vehículos todo terreno, y después a pie durante 60 min, con ascenso a un lecho ensenada con uso de engranaje para arribar al escenario. Cuando usted llega después de la media noche está lloviendo ligeramente y la temperatura ambiental es de 10 °C, y junto con el equipo de rescate inicial encuentran al paciente al fondo del acantilado, sentado con su dorsal apoyado sobre una roca.

- ¿Cómo iniciaría el tratamiento de este paciente en el contexto de un espacio natural con recursos limitados?
- ¿Cuáles son las principales preocupaciones cuando se atienden las lesiones de estos pacientes?
- ¿Cuál será la mejor forma para retirarlo del lugar?

Los cuidados apropiados dependen del contexto

Aunque nuestros conocimientos, comprensión y tecnología, cambian de un mes a otro, los principios de la atención médica lo hacen poco durante años y de manera independiente de la localización de los pacientes. En el PHTLS se ha recomendado durante mucho tiempo que el paciente con lesiones críticas se transporte tan rápido como sea posible a un destino apropiado, sin exploración física detallada o tratamiento de trastornos no críticos.¹

Sin embargo, la atención *apropiada* es todavía algo que depende del contexto. La definición de *exploración física detallada y trastornos no críticos* en una calle urbana puede ser diferente de lo que ocurre en sitios alejados de espacios naturales (Figura 23-1). Este concepto se introdujo en el Capítulo 3, La ciencia, el arte y la ética del cuidado prehospitalario: principios, preferencias y pensamiento crítico, donde se muestra cómo la situación, el nivel de conocimientos, la destreza, las condiciones del escenario y el equipo disponible, pueden modificar el tratamiento de un paciente traumatológico.¹

Considere a un paciente con una fractura-luxación compleja del hombro. ¿Cuál es la atención apropiada en el quirófano? En muchos casos implica una reducción abierta y fijación interna (RAFI). Sin embargo, la atención apropiada en el quirófano tal vez no lo sea en el servicio de urgencias (SU), donde no sería correcto intentar una reducción abierta. En el SU es necesario hacer radiografías al paciente para evaluar la fractura-luxación, administrar un analgésico de acción breve y realizar una reducción *cerrada* de la luxación para aminorar el dolor y el edema, alinear de manera burda los huesos y disminuir la presión sobre los nervios y vasos sanguíneos). El RAFI definitivo se realizará más tarde, en el quirófano.

De manera similar, el cuidado apropiado en el SU tal vez no lo sea en el terreno. Los proveedores de atención prehospitalaria tal vez no tengan la ventaja de un área grande, templada y seca para hacer



Figura 23-1 Espacios naturales.

Fuente: Cortesía de Rick Brady.

una evaluación y proveer el tratamiento. Tal vez estén trabajando en la lluvia, donde el paciente cuelga bocabajo dentro de un vehículo chocado, en tanto la tripulación de rescate utiliza herramientas eléctricas para cortar y retirar el metal a fin de llegar hasta el paciente. Una vez que se le libera, el proveedor de atención prehospitalaria evaluará al paciente en busca de otras lesiones, revisará el estado neurovascular distal en la extremidad, inmovilizará su hombro, proveerá algún medicamento para el dolor y lo transportará rápidamente al SU. De manera similar, en la calle no sería un cuidado apropiado intentar una reducción abierta o cerrada para aminorar la fractura-luxación. Finalmente, la atención apropiada en la calle tal vez no lo fuese en espacios naturales (Figura 23-2). ¿Qué sucede si un paciente cae de una estaca de amarre 750 m dentro de una cueva de piedra caliza, que requiere evacuación durante múltiples horas a través de los pasajes de la caverna, seguida por la conducción en ambulancia durante varias horas hasta el hospital más cercano?

Sin embargo, en la mayoría de las circunstancias el tratamiento apropiado lo es, ya sea que se realice en el quirófano, en el SU, en la calle o en espacios naturales. Con un buen fondo de conocimientos, destrezas de pensamiento crítico y comprensión de los principios clave, los proveedores de atención prehospitalaria pueden tomar decisiones razonadas acerca del cuidado del paciente en todas las situaciones variables en las que lo encontrarán.

Para un pequeño, pero significativo número de situaciones, hay grandes diferencias entre los servicios médicos apropiados de

urgencia (SMU) en la calle y los correspondientes en espacios naturales. Tales situaciones dan lugar a las siguientes preguntas importantes:

- ¿Es siempre óptima en los espacios naturales la atención brindada en la calle por SMU?
- Si la atención de SMU en la calle no es óptima, ¿cómo sabe el proveedor de atención prehospitalaria cuál es el tratamiento óptimo? ¿Está esto escrito en un conjunto de protocolos?
- ¿Cómo aborda el proveedor de atención prehospitalaria situaciones en el campo, cuando está inseguro respecto de cuál podría ser la lesión del paciente? Por ejemplo, en el caso anterior, ¿cómo determina el proveedor médico que hay una fractura-luxación en espacios naturales cuando explora a un paciente que cuelga bocabajo de una cuerda en una ubicación profunda dentro de una cueva?
- ¿Cómo decide el proveedor de atención prehospitalaria cuál es *más* apropiada para un paciente particular en una situación también particular, la atención de la calle o de espacios naturales?
- ¿Qué hace a una situación de *espacios naturales* o de *la calle*? ¿Qué hay en cuanto a los casos intermedios?

No pueden darse respuestas definitivas a todas las preguntas. A menudo la respuesta es "depende". Pero al menos se puede proveer buena información basal, de manera que los proveedores de atención prehospitalaria puedan responder las preguntas, según sea necesario, en una situación de atención de un paciente particular. La filosofía del *Soporte Vital de Trauma Prehospitalario (PHTLS)* siempre ha sido que, con un buen fondo de conocimientos y principios clave, los proveedores de atención prehospitalaria pueden tomar decisiones razonadas respecto de la atención del paciente.

Varios aspectos de los espacios naturales son críticos para la atención óptima del paciente en ese ámbito, y constituyen problemas comunes para los que el tratamiento es diferente del que se ofrece en la calle. En este capítulo se provee un repaso de los muchos aspectos involucrados en las urgencias médicas relacionadas con los espacios naturales. Los proveedores de atención prehospitalaria que intervendrán con una capacidad formal en el contexto de espacios naturales como proveedores médicos deberían obtener un entrenamiento específico para tratar a estos pacientes (Figura 23-3). Además, la dirección médica ocupada por un profesional experto debe ser componente integral de las actividades de la medicina en espacios naturales.² Sin embargo, en muchas regiones de Estados Unidos no hay dirección médica para los proveedores de atención médica de muchos equipos de búsqueda y rescate en espacios naturales.^{3,4}



Figura 23-2 La atención traumatológica en espacios naturales a menudo se ve obstaculizada por las condiciones ambientales adversas, el lodo, la maleza y los espacios confinados.

Fuente: Cortesía de Tom Pendley/Desert Rescue Research.

Figura 23-3 Entrenamiento de SMU en espacios naturales

A aquellos proveedores de atención prehospitalaria que brindan SMU en espacios naturales como proveedores médicos locales, o que de manera regular viajan por el campo, se les recomienda tomar un curso especializado.

El contexto del SMU en espacios naturales

Se usan muchos términos para describir áreas alejadas de la civilización, incluyendo espacios naturales, lejanía, campo, aislado y austero. El personal de SMU tiende a agrupar estos nombres bajo el rubro de *espacios naturales* y para hablar de *SMU en espacios naturales*. De acuerdo con el diccionario, son aplicables las siguientes definiciones de *espacios naturales*:⁵

- Una senda o región no cultivada y no habitada por seres humanos
- Un área esencialmente inalterada por la actividad humana, junto con su comunidad vital de evolución natural
- Un área o región vacía o sin caminos

Puesto que el SMU se centra en los *cuidados de los pacientes*, su definición de espacios naturales difiere de las previas. La definición de SMU es realmente la respuesta a una pregunta: "¿cuándo deberíamos pensar acerca de SMU en espacios naturales?" Esto es, "¿cuándo deberíamos pensar en trabajar de manera diferente de lo que hacemos en la calle?"

La respuesta a esta pregunta va más allá de la simple geografía e involucra las siguientes consideraciones:

- Acceso al escenario
- Clima
- Luz de día
- Terreno
- Necesidades especiales de transporte y tratamiento
- Tiempos de acceso y transporte
- Personal disponible
- Comunicaciones
- Riesgos presentes
- Equipo médico y de rescate disponible
- Patrones de lesión para el ambiente específico

Hay numerosos ejemplos potenciales, además del punto de vista tradicional de los espacios naturales. Por ejemplo:

1. En una ciudad después de un terremoto, puede ser muy difícil el acceso a los lesionados o atrapados, tal vez no haya camino para el transporte, y los sistemas locales de SMU pueden estar fuera de servicio. En estas circunstancias es posible que los pacientes permanezcan en su localización durante un tiempo considerable. Tendrán los mismos requerimientos de atención que un senderista que cayó en la montaña y se encuentra alejado a horas o días del hospital.
2. Una persona que cayó en un basurero suburbano ya avanzada la tarde durante una tormenta de nieve se encuentra en los mismos riesgos que un paciente que sufrió el mismo tipo de caída en espacios naturales. Tal vez requiera un equipo de rescate con cuerdas, hachas para hielo y garfios, y proveedores de atención prehospitalaria que puedan prever y enfrentar aspectos como la hipotermia, las necesidades de uso del sanitario, la prevención de úlceras por

presión, el tratamiento de las heridas y los requerimientos de alimentos y líquidos.

A menudo hablamos de *SMU en espacios naturales*, pero en realidad, *todo* SMU yace dentro de un espectro. En uno de sus extremos hay un incidente a media cuadra de un centro de traumatología de nivel I y en el otro hay un incidente en lo más profundo del sistema de cuevas del Mammoth-Flint Ridge en Kentucky. En el análisis final, ¿dónde termina *la calle* y donde empiezan los *espacios naturales*? La respuesta es "depende". Depende de la distancia respecto de la ambulancia y el SU. Depende del clima. Depende del terreno. Todavía de mayor importancia, depende de la naturaleza de la lesión y de las capacidades del personal de SMU y rescate presente en el escenario.

Patrones de lesión en los espacios naturales

Como se mencionó en el Capítulo 1, PHTLS: Pasado, Presente y Futuro, la muerte por traumatismo tiene una distribución trimodal (de tres picos). El **primer pico de la muerte** se encuentra entre segundos y minutos después de la lesión. Las muertes que ocurren durante este periodo suelen ser causadas por laceraciones del encéfalo, el tronco encefálico, una porción alta de la médula espinal, el corazón, la aorta u otros vasos sanguíneos grandes, que pueden tratarse de la mejor forma por medidas preventivas, como cascos o cinturones de seguridad. Sólo unos cuantos pacientes se pueden salvar y, además, únicamente en las grandes áreas urbanas donde se dispone de un transporte de urgencia rápido.

El **segundo pico de la muerte** ocurre de minutos a unas cuantas horas después de la lesión. Se realizan una evaluación y reanimación rápidas para aminorar este segundo pico de la muerte por traumatismo. Los decesos que ocurren durante este periodo suelen ser causados por hematomas subdurales y epidurales, hemoencefalos, roturas del bazo, laceraciones del hígado, fracturas de la pelvis o múltiples lesiones asociadas con una pérdida sanguínea significativa. Los principios fundamentales de la atención del traumatismo (control de la hemorragia, tratamiento de la vía aérea, reanimación equilibrada con soluciones y transporte a una instalación apropiada) pueden aplicarse mejor a estos pacientes. El **tercer pico de la muerte** ocurre de varios días a semanas después de la lesión inicial, y casi siempre es causado por septicemia e insuficiencia de órganos.

Los proveedores de atención prehospitalaria se centran sobre todo en el rescate de los pacientes del segundo pico de la muerte. En espacios naturales, la mayoría de quienes sobreviven para ser rescatados ya superó el primer pico de la muerte y, por lo general, la mayor parte del segundo. Sin embargo, la presencia de individuos con entrenamiento médico en un equipo de búsqueda y rescate (BYR) también evitará las muertes relacionadas con el segundo pico.^{6,7} A menudo, esta atención en espacios naturales se centra en "¿Qué podemos hacer *ahora* que evite al paciente morir o presentar complicaciones mayores después?" Los proveedores de la atención médica en espacios naturales necesitan asegurarse de que el paciente no presente problemas como insuficiencia cardiaca por deshidratación, infección avasalladora por una mala resistencia debida a la inanición, una embolia pulmonar o trombosis venosa profunda (coágulos sanguíneos de las piernas que se desprenden y se dirigen a los pulmones) y las infecciones por *decúbito* (úlceras por presión).

Seguridad

En los espacios naturales, inclusive más que en la calle, es de capital importancia la seguridad del escenario.⁸ Un proveedor de atención médica en espacios naturales lesionado o muerto socava la que se puede brindar al paciente y limita la posibilidad de una misión de rescate exitosa. Las consideraciones de seguridad en el escenario de la calle son aplicables incluso en los espacios naturales, donde los peligros suelen ser mucho menos evidentes que ahí; tienden de manera lenta a “sorprender” a los proveedores de atención médica desprevenidos en espacios naturales.

El proveedor de atención médica en espacios naturales y el paciente estarán expuestos al clima y sus cambios, como un frente frío que ingresa con una lluvia helada, que puede complicar la operación o inclusive lesionar o matar a ambos. Si un rescate dura horas, la falta de alimento y agua puede causar debilidad. El espacio natural a menudo es escabroso y las plantas venenosas y seres vivos salvajes pueden complicar la atención del paciente (Figura 23-4). Es necesario que los proveedores de atención médica en espacios naturales estén al tanto de los peligros específicos para el ambiente, la caída de rocas, el riesgo de avalanchas, crecientes, altitudes elevadas o la exposición a ellas, así como remolinos recirculantes en la base de las cataratas.

Es esencial que se hagan las preparaciones y se tomen las precauciones apropiadas para garantizar la seguridad, la salud y el bienestar del equipo de BYR. Todos los miembros del equipo de BYR deben estar instruidos acerca de los riesgos y peligros del ambiente específico donde estarán trabajando. Cada miembro de un equipo de BYR debe saber sus limitaciones y no rebasar sus capacidades tratando de rescatar a un paciente lesionado. Cada miembro del equipo de BYR debe estar preparado de forma apropiada con la vestimenta y el equipo necesarios a la mano para las condiciones ambientales y de rescate. Por último, asegurar que se cubran las necesidades médicas del equipo de BYR debe ser un componente integral del esfuerzo de respuesta. Las provisiones apropiadas para abordar la enfermedad o lesión potencial de un miembro del equipo de BYR, así como el establecimiento obligado de ciclos de trabajo-reposo, ayudarán a mantener un equipo de BYR con buen funcionamiento.

Los espacios naturales están en todos lados

En el resto de este capítulo se discutirá acerca de *SMU en espacios naturales, dentro de espacios naturales y pacientes en espacios naturales*. Sin embargo, recuérdese que *los espacios naturales* pueden

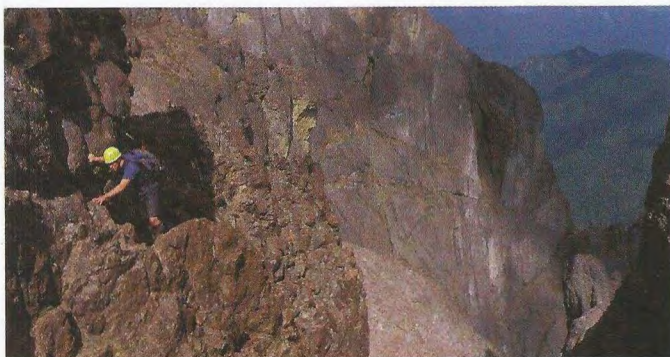


Figura 23-4 Las pendientes agudas y el piso irregular constituyen un peligro para el rescate en espacios naturales.

Fuente: © Danny Warren/iStock/Thinkstock.

estar a corta distancia del camino si hay oscuridad y el clima no es favorable, o incluso *en* el camino, si un desastre los ha hecho intran-sitables o llevó a los hospitales cercanos a no poder aceptar pacientes.

Toma de decisiones de SMU: cómo sopesar riesgos y beneficios

Los médicos, enfermeras y otros proveedores de atención prehospitalaria experimentados saben que los procedimientos como el tratamiento de la vía aérea y de las heridas son la parte fácil de la medicina. La parte difícil es el saber *cuándo* y *qué* hacer: el pensamiento crítico. Incluso más a menudo que en la calle, en los espacios naturales es necesario sopesar de forma cuidadosa un riesgo con otro y con los beneficios potenciales. Para *este* paciente particular, en *este* contexto particular, con *estos* recursos particulares y con *esta* posibilidad particular de que arribe *esta* ayuda particular, en *este* momento particular en el futuro cercano, ¿cuáles son los riesgos potenciales? ¿Cuáles son los beneficios potenciales? El SMU en espacios naturales es sobre todo el arte del compromiso: sopesar los riesgos y beneficios particulares para cada paciente. Para ilustrar el proceso de toma de decisiones de SMU en espacios naturales, considere el siguiente ejemplo:

Una mujer sana de 22 años de edad estaba escalando una roca en el desfiladero a lo largo de un río cuando cayó 20 m. Todos sus calzos (anclas colocadas en hendiduras del acantilado) se zafaron uno por uno, por lo que llegó al piso, pero cada calzo disminuyó la velocidad de su caída conforme cada uno se zafaba. Usaba un casco, pero golpeó su cabeza y experimentó una breve pérdida de la conciencia. Después de una hora de ascenso en el desfiladero del río, y luego de estacionar la ambulancia al final del camino, un proveedor de atención médica en espacios naturales y su compañero encuentran a la paciente consciente y alerta, que se queja sólo de una cefalea leve, con exploraciones neurológica y física normales. Se está en una fase ya avanzada del otoño, está oscureciendo, la zona más cercana de aterrizaje de helicóptero está atrás en el camino a 1 hora de distancia y el reporte del tiempo anuncia que una ventisca se iniciará esta noche. ¿Requiere la paciente inmovilización de la columna vertebral? ¿Necesita el proveedor médico en espacios naturales llamar por un equipo de BYR con una camilla Stokes y un tablón largo, o puede la paciente caminar hacia la ambulancia?

Antecedente del tratamiento de la columna cervical en la calle

La inmovilización raquídea de los pacientes de traumatología gravemente lesionados se convirtió en el estándar de atención hace décadas. Incluso si eran raras las fracturas de la columna cervical inestables en pacientes de traumatología alertas y ninguna prueba indicaba que la inmovilización raquídea fuese eficaz para prevenir la parálisis de estos pacientes, parecía poco probable que vendar a un paciente sobre un tablero lesionase a alguien. En los años siguientes, los proveedores de atención prehospitalaria usaron la inmovilización raquídea cada vez en más pacientes. Desde entonces se reconoció que éstos experimentan un dolor gradualmente creciente

por encontrarse en el tablero largo. Los estudios muestran un dolor moderado a los 30 min, e intenso después de casi 45 min.⁹

Conforme se usó cada vez el entrenamiento de SMU de equipos de BYR en espacios naturales, la práctica de sujetar con vendas a todo paciente en un tablero largo después de un accidente no parecía tener sentido, en especial si estaba en la ladera de una montaña en una tormenta de nieve y el tablero largo más cercano se encontraba 15 km de distancia y 3000 m más abajo. Por ello, los equipos de BYR, en cooperación con los médicos que trabajaban con ellos, desarrollaron guías con base en las publicaciones disponibles respecto de cuando no inmovilizar a los pacientes de traumatología en espacios naturales.¹⁰⁻¹² Recientemente, la Wilderness Medical Society publicó una guía práctica para el tratamiento de las lesiones de columna vertebral en espacios naturales,¹³ disponible en su sitio de Internet.

Implicaciones del estudio NEXUS

Un estudio multicéntrico grande e importante llamado *NEXUS* (siglas de National Emergency X-radiography Utilization Study: Estudio Nacional de la Utilización de Radiografías de Urgencia) mostró que, en el hospital, muchos pacientes de traumatología pueden no ser objeto de *tratamiento alguno* de la columna vertebral sin necesidad de radiografías, cuando se usan los siguientes criterios:¹⁴

- Ausencia de hipersensibilidad en la línea media posterior de la columna cervical
- Ausencia de déficit neurológico focal
- Nivel de alerta normal
- Sin datos de intoxicación
- Ausencia de dolor clínicamente aparente que podría distraer al paciente respecto del correspondiente de una lesión de la columna cervical

Si bien el estudio *NEXUS* no fue prehospitalario, se han usado variantes de estos criterios por muchos sistemas de SMU para guiar la necesidad de inmovilización raquídea. Unos cuantos estudios sugieren algunos problemas con el uso de estos criterios en el terreno. Las declaraciones de algunos *protocolos de inmovilización selectiva de la columna vertebral* de SMU se desvían de manera significativa de las previas, haciendo surgir preocupaciones en cuanto a si en realidad reflejan los criterios de *NEXUS*. Sin embargo, se acepta en general que los criterios de *NEXUS*, cuando son aplicados de forma apropiada, constituyen una guía razonable para la selección de pacientes que no necesitan sujetarse con vendas a un tablero largo, ya sea en la calle o en espacios naturales. Aunque el *NEXUS* puede ser útil para su injerencia en el contexto de SMU, debería recordarse que el estudio no se diseñó como de intento de inmovilización raquídea prehospitalaria, sino más bien de una evaluación de la necesidad de radiografías de la columna cervical en el hospital.

No obstante, el problema en los espacios naturales no es simple. ¿Qué sucede si un paciente no cumple bien con estos criterios? ¿Significa eso que *tiene* que inmovilizarse? Como se discutió antes, el SMU en un espacio natural es el arte del compromiso, y en ningún aspecto es más aparente que en la toma de decisiones acerca de la inmovilización raquídea.

¿Qué pasa si el paciente tiene una lesión potencial de la columna vertebral y está a 2 h a pie del camino más cercano y no se cuenta con equipo de inmovilización raquídea? ¿Es necesario enviar a alguien de regreso a la ambulancia en un viaje de escalamiento de 4 h de ida y vuelta? ¿Qué sucede si el paciente está en una cueva con un nivel de

agua creciente? ¿Podría el paciente y los rescatistas separarse de una vía de escape y ahogarse si el equipo de BYR se retrasa? ¿Qué sucede si el paciente está en las montañas, lejos de la ambulancia, y es inminente una tormenta? ¿Cuáles son los riesgos para el paciente y los rescatistas si se ven forzados a pasar la noche en la montaña?

En cada una de estas situaciones, los proveedores de atención médica en espacios naturales enfrentan las siguientes dos opciones en el escenario:

- Mantenerse ahí y esperar que arribe el equipo de inmovilización raquídea.
- Iniciar una evacuación improvisada sin inmovilización raquídea.

Ninguna opción es ideal; sin embargo, los proveedores de atención médica en espacios naturales necesitan elegir. Para hacer selección de manera inteligente, deben hacerse y responderse las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los riesgos de una evacuación improvisada sin inmovilización raquídea y cuáles los de esperar a que arribe un equipo de inmovilización raquídea, *para este paciente en particular en su situación particular?*
- ¿Cuáles son los beneficios del desplazamiento sin esperar la inmovilización raquídea *versus* esperar a que arribe el equipo para dicha inmovilización, *para este paciente particular en esta situación particular?*

Los beneficios de la inmovilización raquídea dependen de la posibilidad de que este paciente particular presente una lesión raquídea inestable. En el estudio *NEXUS*, incluso aquellos que cumplen con sus criterios y que pudieran no ser "absueltos", todavía tienen un riesgo muy bajo de fractura inestable raquídea, como sigue:¹⁴

- Dos por ciento de quienes tuvieron *fracaso* del protocolo de "absolución" de *NEXUS* presentaban fracturas "clínicamente significativas".
- De ese 2%, sólo una pequeña fracción de forma posible requería tratamiento específico.
- De esa pequeña fracción, sólo una parte, también poco significativa, de manera probable tuvo lesiones que podían arriesgar a la médula espinal si no se inmovilizaba, la mayoría correspondía a pacientes con múltiples fracturas mayores y lesiones que ponían en riesgo la vida.

Por lo tanto, parece probable que en los pacientes de traumatología en espacios naturales que sobrevivieron lo suficiente para ser rescatados, la incidencia de lesión raquídea inestable será menor de 1%.

Por último, los proveedores médicos en espacios naturales necesitan evaluar en el escenario estos beneficios y riesgos potenciales para tomar una decisión informada respecto de su paciente,

Evacuaciones improvisadas

Cuando se discute el tema de las lesiones raquídeas en espacios naturales, debe considerarse la idea de iniciar una evacuación improvisada más que esperar por una camilla y un equipo de inmovilización raquídea.¹⁵



Figura 23-5 Debido a un terreno escabroso, pueden requerirse creatividad y destrezas técnicas de rescate para evacuar a los pacientes de espacios naturales con seguridad.

Fuente: Cortesía de Tom Pendley/Desert Rescue Research.

La atención de pacientes en espacios naturales es una actividad en extremo difícil, prolongada y potencialmente peligrosa, para ellos y quienes los transportan. Aquellos sin experiencia en BYR en general subestiman el tiempo y el problema de una evacuación en un espacio natural por al menos 50%, o a veces hasta por un factor de cinco o más en las más difíciles, en especial para los rescates en cuevas.

Si alguien que carece de experiencia de BYR expresa "Nos tomará casi 2 h para sacar al paciente", debería considerarse triplicar ese cálculo de tiempo. Los proveedores de atención médica en espacios naturales deben esperar 6 h o más cuando el paciente se encuentra dentro de una cueva, cuando el equipo de BYR tiene pocos miembros, si el terreno es en particular difícil o si el clima no es favorable. Esto es especialmente importante de recordar si se acerca la noche o el clima está deteriorándose.

Extraer a un paciente caminando, incluso con un par de personas ayudándolo, casi siempre es mucho más rápido. Si él es capaz de moverse y empieza a hacerlo, más que esperar por una camilla o una inmovilización raquídea, su evacuación será mucho más fácil y concluirá antes. Si el paciente no puede caminar (p. ej., por una fractura de tobillo), puede ser posible hacer un acarreo a cuevas o preparar una camilla improvisada con palos y cuerdas (Figura 23-5).

Atención del paciente en espacios naturales

Necesidades de eliminación

La verdad descrita en el popular libro infantil *Everyone Poops*¹⁶ ("Todos defecan") se aplica también a los pacientes en espacios naturales. Dados los tiempos de transporte relativamente breves en un contexto urbano, la mayoría no tiene necesidad de eliminación alguna. Aquellos de traumatología casi nunca defecan durante su atención prehospitalaria y de SU. Sin embargo, si usted atiende a un paciente que ha estado en un espacio natural durante un día

o más y se requieren varias horas para alcanzarlo, es mucho más posible que necesite orinar o defecar.

Contar con provisiones de atención que incluyan *pañales azules desechables* para colocar al paciente, papel de baño, la improvisación de una bolsa de basura grande como capa externa de un pañal, o incluso detenerse para dejar que el paciente orine o defeque, son todas medidas razonables (Figura 23-6). Es posible que hombres y mujeres orinen incluso cuando estén inmovilizados en una camilla de Stokes (Figura 23-7) con entablillado de todo el cuerpo al vacío, si se planea su embalado de manera cuidadosa y se inclina la camilla en el extremo podálico. Para las mujeres, se requerirá un pequeño dispositivo en embudo, que a menudo llevan consigo aquellas que viajan mochila al hombro, para ayudar a su eliminación.

Los pacientes acostados sobre su espalda durante un tiempo prolongado tienden a presentar úlceras de decúbito, que finalmente pueden requerir intervención quirúrgica o desbridación, con el resultado de una estancia hospitalaria más prolongada. Algunos pacientes morirán por infección y otras complicaciones de las úlceras de decúbito. Yacer sobre la orina y las heces propias durante un tiempo



Figura 23-6 Provisiones para la eliminación.



Figura 23-7 Camilla de Stokes.

Fuente: Cortesía de Rick Brady.

prolongado (apenas horas, ni siquiera días) puede hacer más probables las úlceras de decúbito. Si la atención del paciente se realiza sólo unos pocos minutos durante el transporte breve, la orina y las heces no son un asunto importante. Sin embargo, si un proveedor de atención médica en espacios naturales ha estado a cargo de un paciente durante varias horas y después lo lleva al SU acostado sobre sus propias heces, la posibilidad de úlceras de decúbito y la septicemia resultante es mucho mayor.

Uso del tablero dorsal largo

Otras medidas preventivas importantes para los pacientes de espacios naturales, en especial quienes enfrentan una evacuación prolongada, incluyen la prevención de úlceras de decúbito, como sigue:^{16,17}

- Permita (y ayude) al paciente cambiar el lado sobre el que se apoya en la camilla.
- Conserve limpio y seco el *sacro* del paciente (nalgas).
- Provea acojinamiento adecuado.

Si el paciente en realidad requiere inmovilización raquídea, esto es aún más importante que las úlceras de decúbito, aunque, de forma correspondiente, más difícil. Las técnicas para evitar las úlceras de decúbito durante la inmovilización raquídea incluyen lo siguiente:

- Ponga al paciente en una férula de vacío de cuerpo completo, más que sobre un tablero dorsal largo. Los colchones de vacío proveen excelente movilización raquídea y tienen mucha menor probabilidad de causar úlceras de decúbito.¹⁸⁻²¹
- Si no se dispone de una férula de vacío de todo el cuerpo, acójine bien el tablero dorsal y ayude al apoyo bajo la columna lumbar, las rodillas y el cuello. Los estudios muestran que la inmovilización en un tablero dorsal largo sin acojinado produce incluso que las personas lesionadas experimenten dolor excruciante en aproximadamente 45 min, y necrosis cutánea (muerte celular) en alrededor de 90 min.^{9, 22-25}
- Acarree la camilla primero sobre un lado y después sobre el otro, de manera que se alterne la presión entre las dos caderas, más que siempre sobre el sacro.

Para prevenir la trombosis venosa profunda y la embolia pulmonar realice lo siguiente:

- Inmovilice a los pacientes de manera que puedan mover sus piernas; no los sujete con cintas apretadas.
- Considere paradas de reposo para permitir que los pacientes salgan de la camilla a estirar las piernas.

Si hay sospecha leve de una lesión de la columna cervical pero no de la lumbar, sería apropiado permitir al paciente alerta salir de la camilla, usando, no obstante, un collar cervical, y, con ayuda de muchas manos entrenadas, permitirle estirar sus piernas y atender cualquier necesidad de eliminación. Hablar en primer término con un médico conocedor de SMU en escenarios naturales sería alentador si se contempla esto.

Necesidades de agua y alimentos

Todo paciente en un espacio natural debe considerarse *frío*, hambriento y sediento; esto es, debe considerarse hipotérmico, inanición y deshidratado, o, con un ligero intento de precisión, *hipotérmico, hipoglucémico e hipovolémico*.

La inanición es mucho más que sólo hipoglucemia (glucosa sanguínea baja), y no todos los pacientes en ayuno presentan hipoglucemia significativa. La deshidratación es más que sólo hipovolemia, que se refiere apenas al volumen intravascular dentro del sistema circulatorio sanguíneo. Los pacientes deshidratados también perdieron agua de sus células y el espacio intersticial entre ellas.

En la calle, en general, *no* se administran agua y alimentos a los pacientes. Hay muchos motivos para ello. Si el paciente necesita ir al quirófano, la presencia de alimentos o líquidos en el estómago es peligrosa; aumenta la posibilidad de vómito o, todavía algo peor, la de regurgitación pasiva que lleva a una posible aspiración cuando se está bajo anestesia. Además, un paciente no presentará inanición o deshidratación en el tiempo que se requiere para llegar al hospital.

En espacios naturales, si un paciente rescatado necesita ir al quirófano, se requerirá tiempo para transportarlo al hospital, para su evaluación en el SU y para su preparación quirúrgica. En los pacientes de espacios naturales, el foco de atención es asegurar que no muera poco después de su ingreso al hospital. Los pacientes en inanición rara vez son buenos en cuanto a las lesiones corporales. Alimentarlo hoy lo hará sentir mejor mañana. Puesto que se requiere vaciar el estómago durante sólo unas cuantas horas antes del uso de anestesia, el proveedor de atención médica en espacios abiertos puede proveer alimentos y agua a cualquier paciente razonablemente alerta que pueda deglutir con seguridad.^{26, 27}

El vómito y la aspiración son siempre un peligro, por lo que es importante la atención cuidadosa a la vía aérea del paciente (p. ej., posición de decúbito lateral para transportes prolongados, incluso si se requiere inmovilización raquídea). Los proveedores de atención médica en espacios naturales pueden aún intentar proveer comida y agua a los pacientes aunque hayan vomitado una o dos veces, en tanto se proteja su vía aérea.

Protección del sol

Los rayos ultravioleta del sol (UV) pueden dañar la piel de manera aguda, a veces grave, y en una forma diferida. La lesión aguda quizás incluya quemaduras de grosor parcial y completo en algunas víctimas, y las intensas pueden causar un shock o la muerte. La lesión diferida se manifiesta como un riesgo aumentado de cáncer cutáneo. Evitar la exposición a la luz directa del sol, en especial de las 10 a.m. a las 3 p.m. cuando la radiación UV solar tiene el máximo de intensidad, disminuye, aunque no elimina, el riesgo de quemadura solar.

Los protectores solares tópicos suelen contener combinaciones de sustancias químicas orgánicas que absorben diversas longitudes de onda de la luz UV, que tiene dos frecuencias, A y B (UVA y UVB). Alguna vez se pensó que la UVA era inocua, pero ahora sabemos que funciona en forma sinérgica con la UVB para causar una quemadura solar. La UVB es causa de la mayor parte del *eritema* (enrojecimiento) de la quemadura. La UVA se ha señalado como partícipe en la aparición de fototoxicidad y enrojecimiento actínico.²⁸ Por lo tanto, los materiales o cremas de bloqueo solar deben contener

tanto a UVA como a UVB para ser eficaces. Busque la denominación factor de protección solar (FPS) de amplio espectro en la etiqueta del producto para asegurar la cobertura tanto de la radiación UVA como de la UVB.

La protección solar se cuantifica por FPS (Figura 23-8), una medida numérica de qué cantidad de ropa o crema aumenta la dosis mínima de luz UV necesaria para enrojecer la piel. Por ejemplo, una loción de protección solar con calificación de FPS 45 provee protección de las quemaduras solares por casi 45 veces más tiempo que sin ella. Con un FPS de 10 se bloquea 90% de la radiación UVB, uno de 15 bloquea 93% y el de 30 bloquea 97%, en tanto el de 50, 98%. En consecuencia, la Food and Drug Administration no permite que los productos protectores solares tengan una cifra de FPS mayor de 50 en la etiqueta por el beneficio limitado de protección. El grado de protección contra UVA es difícil de cuantificar y suele ser mucho menor que el correspondiente para UVB.²⁹

Es aconsejable utilizar vestimenta de protección, como sombreros de ala ancha y playeras de manga larga, así como aplicar protector solar a la piel expuesta. Para revisar la vestimenta respecto de FPS, sostenga una prenda frente a un foco. Si se observa la imagen del foco a través de ella, el FPS es ligeramente menor de 15. Si se observa luz que la atraviesa pero no la imagen del foco, el FPS está en el rango de 15 a 60.

Deben aplicarse lociones protectoras con FPS de cuando menos 15 a la piel expuesta para llevar al mínimo el potencial de lesión por la exposición solar. Para las evacuaciones prolongadas, debe usarse la loción con un FPS de 30, pero se obtiene poco beneficio con éste solo, a menos que se reaplique cada 90 min. De manera ideal, los protectores solares deben aplicarse de 15 a 30 min antes de recibir la luz del sol. La mayoría de las personas no aplica una capa suficientemente gruesa para alcanzar el FPS referido. Debe usarse un mínimo de 30 mL (casi un frasco lleno) en todas las zonas expuestas. Ante la sudación profusa o la inmersión en agua, el protector solar debe reaplicarse de modo frecuente, dependiendo de lo referido en su etiqueta. En general, los FPS resistentes al agua serán eficaces durante hasta 40 u 80 min siguiendo las instrucciones del producto. En las Figuras 23-9 y 23-10 se incluyen consideraciones adicionales acerca de la aplicación de protectores solares.

La quemadura solar se trata como cualquier otra, y la atención es exactamente la misma en escenarios naturales que en la calle



Figura 23-8 Protectores solares.

Fuente: Jones & Bartlett Learning. Fotografía por Darren Stahlman.

Figura 23-9 Factores que disminuyen la eficacia del FPS

Viento, calor, humedad y altitud pueden todos disminuir la eficacia del factor de protección solar (FPS) de un preparado. También se sabe ahora que la aplicación combinada de repelentes de insectos que contienen DEET (N,N-dietil-metotoluamida) también disminuye la eficacia del FPS.²⁸

Figura 23-10 Reacciones alérgicas

Algunos pacientes pueden presentar una reacción alérgica si la loción contiene ácido para-amino benzoico (PABA); por ello, se recomiendan los productos que no lo contienen.

Figura 23-11 Tratamiento de las quemaduras solares

Métodos

Control del dolor

Ácido acetilsalicílico

Fármacos antiinflamatorios no esteroides

Cuidados cutáneos

Compresas y humidificantes fríos

Humidificantes sin medicamento

Anestésicos tópicos

Loción de pramoxina

Loción antipruriginosa de mentol más alcanfor

Loción concentrada antipruriginosa más alcanfor y calamina

Lidocaína más alcanfor (fórmula noruega de Neutrogena) humidificante para alivio

Esteroides

Tópicos (p. ej., crema de triamcinolona al 0.1% aplicada dos veces al día cuando aparece por primera vez el eritema)

Sistémicos

Fuente: Tomada de Krakowski AC and Kaplan LA. Exposure to Radiation from the Sun. Auerbach PS, editor: Wilderness medicine, 6ª. Ed., Philadelphia, 2012, Elsevier Mosby.

(Figura 23-11).³⁰ La única diferencia importante es que en espacios naturales el proveedor de atención prehospitalaria necesita estar al tanto de la pérdida potencial de líquidos, la deshidratación y, a veces, incluso el shock, y reconocer que los pacientes con quemadura solar tienen mayor riesgo de hipotermia.

Aspectos específicos de SMU en espacios naturales

En esta sección se revisan algunas de las situaciones más importantes en las que la atención de traumatología apropiada en espacios naturales difiere de la correspondiente en la calle. Los aspectos cubiertos incluyen tratamiento de las heridas, luxaciones articulares, paro cardiopulmonar, mordeduras y piquetes.

Tratamiento de las heridas

Incluye lo siguiente:

- *Hemostasia* (detención de la hemorragia)
- *Antisepsia* (prevención de la infección)
- Restablecimiento de la función (retorno de la piel a su función de protección y de una extremidad u otro segmento corporal a la función normal)
- *Estética* (asegurar un aspecto placentero)

En espacios naturales adquiere gran importancia en la prevención de infecciones y el restablecimiento de la función.

Hemostasia

El control de la hemorragia es parte de la evaluación primaria. En la calle, la hemorragia arterial puede matar. En espacios naturales, incluso la hemorragia venosa puede matar si continúa durante un tiempo considerable. Recuerde: todo eritrocito cuenta. El control de la hemorragia, incluidas las medidas estándar, como compresión directa, es tan importante o más en los escenarios naturales. A menos que el personal médico sea parte del grupo real de lesionados, la hemorragia intensa que no se detiene de manera probable dará como resultado el deceso del paciente antes del arribo del equipo de BYR (Figura 23-12).

Figura 23-12 Principios actualizados del control de las hemorragias

Recientemente, en un grupo de consenso internacional convocado por la American Heart Association, se actualizaron las destrezas de primeros auxilios, incluidos los principios del control de las hemorragias.³¹ Ahora se recomienda controlar la hemorragia grave por compresión manual directa, con una gasa y un apósito a presión, agentes hemostáticos y un torniquete. Los métodos tradicionales de uso de puntos de presión y elevación de la extremidad ya no se recomiendan, por la falta de pruebas que respalden su eficacia.

Los programas de entrenamiento para quienes se aventuran a situaciones de espacios naturales deberían abordar estas destrezas que salvan vidas:

- Debería aplicarse presión digital directa durante 10 a 15 min en el sitio de hemorragia, seguida por un vendaje compresivo.
- Los agentes hemostáticos pueden ser útiles para la atención en escenarios naturales en el control de la hemorragia grave. Los proveedores de atención médica en espacios naturales pueden encontrar pacientes lesionados a quienes ya se aplicaron agentes hemostáticos por otros miembros de su grupo. Muchos de esos agentes están disponibles para venta al público en general; sin embargo, todavía se recomienda el entrenamiento para aplicarlos de forma eficaz. Es importante recordar que incluso si se usan agentes hemostáticos, la compresión directa de la herida sigue siendo parte del proceso terapéutico.
- Se pueden usar torniquetes cuando todos los otros métodos de control de la hemorragia fracasaron y la prioridad es la conservación de la vida, respecto de la de extremidades. El torniquete debe aplicarse tan cerca como sea posible de la herida (Figura 23-13). (Para mayor información acerca de agentes hemostáticos, torniquetes y otros principios y preferencias para el control de hemorragias, véase el Capítulo 9, Shock.)

Prevención de infecciones

Después de una lesión en un espacio natural, puede transcurrir un tiempo prolongado antes de que la herida reciba un tratamiento definitivo en un SU. La atención sistemática de las heridas en un DU

Figura 23-13 Errores que deben evitarse al aplicar torniquete

- No utilizarlo cuando la lesión indica su uso
- Usar un torniquete para hemorragias mínimas
- Aplicarlo en sitio muy proximal
- No retirarlo cuando se indica
- Su retiro cuando el paciente está en shock, o cuando apenas ha transcurrido un tiempo breve de transporte al hospital
- No apretarlo lo suficiente (el torniquete debe eliminar el pulso distal)
- No usar un segundo torniquete, si se requiere
- Esperar demasiado para aplicar el torniquete
- Soltar de manera periódica el torniquete para permitir el flujo sanguíneo a la extremidad lesionada

Fuente: Adaptado de the Department Defense Lessons Learned from the Committee on Tactical Combat Casualty Care. Véase capítulo 27 de la octava edición de *PHTLS: Soporte vital de trauma prehospitalario, edición militar*.

incluye su limpieza apropiada para prevenir una infección. Las heridas contaminadas con polvo o causadas por la penetración de un objeto sucio se limpian con irrigación de alta presión. Las heridas no contaminadas se limpian con una irrigación de baja presión.

La irrigación a presión alta puede causar edema de la herida, pero en el caso de las contaminadas llenas de tierra y bacterias, el beneficio de removerlas supera los riesgos del edema.^{32,33} Puede establecerse una infección de forma rápida. Después de que ha permanecido abierta una herida durante casi 8 h, las bacterias se han diseminado desde la piel de forma profunda en la herida, y es posible que suturarla origine una infección profunda. Las infecciones profundas de las heridas conllevan aumento de la presión, lo que aleja a los leucocitos, el mecanismo de defensa normal del cuerpo contra las infecciones.

Los cuidados sistemáticos de las heridas en la *calle* no incluyen la limpieza, porque tiene sentido retrasarla unos cuantos minutos hasta que el paciente llegue al SU, que está mejor equipado para la evaluación de la herida y su limpieza. En el SU se puede determinar si el paciente tiene una laceración tendinosa o nerviosa, una fractura relacionada, una laceración del bazo o un hematoma subdural cefálico.

Diferir los cuidados de la herida no tiene sentido en un espacio natural. Si se requerirán horas para llegar al SU, debería limpiarse la herida. En áreas extremadamente remotas, la herida podría incluso infectarse antes que el paciente arribe al SU, varios días después.

Los estudios han mostrado que es indispensable la irrigación temprana de las heridas para retirar las bacterias y aminorar las infecciones.^{34,36} No es necesario o práctico llevar soluciones estériles para la irrigación de la herida. No hay necesidad de agregar un antiséptico al agua.³⁷ El agua buena para beber es también lo suficientemente buena para irrigar una herida. En un espacio natural el agua de las corrientes o la nieve fundida se puede tratar con cualquier sustancia para hacerla potable y usarse para limpiar una herida.^{32,39-42}

Cuando se limpia una herida no contaminada (p. ej., una laceración sufrida por un jugador de fútbol americano que golpeó su frente contra el casco del compañero de juego), sólo se requiere lavarla con agua. Suele usarse una jeringa de aspiración, por lo general disponible en el SU, pero también será útil, por ejemplo, verter algo de agua limpia disponible de un frasco de agua de beber o un sistema de mochila con receptáculo para hidratación.

Si la herida está contaminada, debe irrigarse con suficiente presión para eliminar las bacterias. Los estudios originales mostraron que una jeringa de 35 (mL con aguja calibre 18 brinda un grado apropiado de presión (0.35 a 1 kg/cm²).⁴³⁻⁴⁵ Expulse el agua sobre la herida a alta presión, procedimiento que, no obstante, conlleva un riesgo de acarreo de microorganismos patógenos importantes a la corriente sanguínea; es necesaria la protección de salpicaduras de sangre con una bata, bolsa de basura limpia o poncho para la lluvia, cuando se irriga. Es indispensable la protección ocular y el uso de guantes.

A veces se requiere usar un apósito de gasa o un lienzo limpio con los dedos enguantados para limpiar tierra visible o algún material extraño. Tal vez se necesite tratar el dolor del paciente antes de limpiar la herida. La lidocaína aplicada de forma tópica a la herida o inyectada por vía subcutánea para producir anestesia local puede proveer alivio en la mayoría de los casos. Los analgésicos narcóticos pueden alterar la capacidad del paciente de ambular y, por lo tanto, retrasar la evacuación. Una vez que concluya la irrigación, cubra y

vende la herida. Aplique de nuevo una compresa limpia, al menos a diario, o antes si se humedece.

Si la herida se encuentra abierta, un apósito húmedo evitará el daño tisular resultante del secado; cambie, o al menos rehumedezca, el apósito con agua limpia varias veces al día. Sin embargo, debido a que la herida estará cubierta en gran parte por el vendaje, se puede usar un apósito seco en casi todos los casos.

Por lo general se usa la administración temprana de antibióticos a los pacientes con un traumatismo significativo a su arribo al SU. No se usan antibióticos en la mayor parte de los sistemas médicos de urgencia prehospitalarios civiles debido a los tiempos de transporte muy breves en el ambiente urbano. Sin embargo, el tratamiento definitivo puede retrasarse de manera significativa en un espacio natural debido a las mayores distancias por cubrir y las consideraciones de rescate en un terreno escabroso.

Deben administrarse antibióticos tan pronto como sea posible después de la lesión para llevar al máximo la capacidad de prevenir infecciones de las heridas. La penicilina benzatínica intramuscular iniciada en la hora siguiente a la lesión resultó eficaz para prevenir las infecciones por estreptococos en un modelo de cerdo de infección de la herida. Si la administración se retrasaba hasta 6 h, el medicamento ya no era eficaz.⁴⁶

En una revisión militar reciente de uso de antibióticos en el campo de batalla, se recomendó usarlos si se consideraba que el arribo a una instalación de tratamiento médico requeriría 3 h o más.⁴⁷ En el U.S. Department of Defense's Tactical Combat Casualty Care Course (TCCC, Curso de cuidado de víctimas en combate táctico del Departamento de Defensa) se recomienda la administración temprana de antibióticos ante cualquier herida abierta en el sitio en que ocurrió. En el TCCC se citan múltiples estudios de casos donde no apareció infección de la herida cuando los hombres y las mujeres en servicio recibieron antibióticos en el campo de batalla. En el TCCC se recomienda además administrar antibióticos orales a las víctimas una vez al día, si tienen la capacidad de deglutir. Aunque no se han hecho estudios comparables en el contexto civil, estas recomendaciones tienen sentido para aplicarse en el ambiente de un espacio natural si el director médico está de acuerdo.

Restablecimiento de la función y la estética: cierre de las heridas en un espacio natural

Debido a la carencia de buena iluminación, radiografías, y un lugar tibio y seco para trabajar, no tiene sentido hacer el cierre definitivo de las heridas en espacios naturales. Se recomienda simplemente limpiar la herida, cubrirla con apósito y venderla, asegurar un buen cuidado por 4 días y después realizar un **cierre primario diferido** en el SU. En tanto la herida no se infecte, es seguro suturarla 4 días después, si apenas ocurrió. Aunque las bacterias pasan rápidamente a la herida después de la lesión, en un momento dado suficientes defensas corporales (p. ej., leucocitos) ingresaron ya a la región y hacen seguro su cierre. Si está presente un médico o alguien más con experiencia en el cierre de heridas, se puede efectuar esto en el escenario. Sin embargo, es razonable todavía sólo limpiar, cubrir y vendar la herida, y permitir que ocurra el cierre después.

El cierre de una herida en un espacio natural puede ser importante en una situación: cuando no se puede controlar la hemorragia

en alguna otra forma. Estas situaciones son raras y, por lo general, involucran una laceración del cuero cabelludo. Por ese motivo, algunos proveedores de atención médica en un espacio natural están entrenados para usar engrapadoras quirúrgicas desechables o reparar heridas del cuero cabelludo. Sin embargo, se trata de un proceso complejo y no debería intentarse sin suficiente entrenamiento y experiencia.

Luxaciones

Un hombre de 20 años de edad sano estaba en su cayac en una corriente de agua blanca cuando la parte alta de su remo golpeó una rama de árbol baja. Ahora su hombro derecho está inflamado, deformado y doloroso. No puede moverlo en dirección opuesta sobre su tórax. Los pulsos distales, el relleno capilar, la sensibilidad y el movimiento están intactos. Desde la ambulancia, el proveedor de atención médica en un espacio natural y su compañero caminan kilómetro y medio en el bosque para llegar a la corriente. ¿Deberían “entablillar la extremidad en la posición que se encuentra” o tratar de reducir lo que parece una luxación anterior del hombro?

La práctica común para las fracturas y luxaciones en la calle es “entablillarse como está” y transportarse para el tratamiento definitivo. La única excepción es el paciente cuyo pulso distal no es palpable, y en este caso se realinea la extremidad de forma anatómica en un esfuerzo por restablecer la circulación.

Aunque el lema “entablillarse como está” es una buena regla general para la calle, “hágalo parecer normal” es un mejor lema general para el paciente en un espacio natural. Ciertamente es apropiado para ambas, fracturas y luxaciones, cuando se difiere el transporte.

Hay muchos tipos de luxaciones (de dedos, artoes, hombro, rodilla, rótula, codo, cadera, tobillo y mandíbula), y todos se han reducido de manera exitosa en un espacio natural, algunos más fácilmente que otros. Suele ser muy fácil reducir luxaciones del tobillo (que casi siempre corresponden a fracturas-luxaciones), la rótula, el dedo gordo u otros, excepto en algunos casos la articulación interfalángica proximal del dedo índice. Las luxaciones de codo, rodilla y cadera suelen ser bastante difíciles. Todo es mucho más fácil con entrenamiento y práctica; en particular, se requiere entrenamiento y experiencia para saber, sin una radiografía, cuándo una articulación está posiblemente luxada y no intentar la reducción.

Los cursos de entrenamiento de SMU rara vez proporcionan información respecto de la reducción de luxaciones. Sin embargo, debido a que las luxaciones son tan frecuentes en los espacios naturales, las luxaciones son parte de casi todos los entrenamientos SMU de primera respuesta agreste o en juntas de trabajo ortopédicas de conferencias de la medicina agreste. A aquellos que podría proveer SMU en un espacio natural o que regularmente viajan a zonas inhóspitas se les recomienda tomar uno de esos cursos.

Reanimación cardiopulmonar en un espacio natural

El paro cardíaco traumático en la calle tiene un mal pronóstico, incluso si el escenario está a minutos de un centro traumatológico de nivel I. Ninguna persona sobrevive más de unos cuantos minutos de reanimación cardiopulmonar (RCP) después de un paro cardíaco traumático.⁴⁸⁻⁵¹ Esta realidad es reconocida por muchos protocolos

de SMU. Para los pacientes con paro cardíaco traumático, inicie la RCP con estabilización de la columna cervical si:

1. El paro cardíaco ocurre en presencia de personal de SMU.
2. Una víctima de traumatismo penetrante presenta signos de vida en los 15 min requeridos para el arribo de personal de SMU.

Paro traumático cardiopulmonar en un espacio natural

Se pueden señalar de manera uniforme algunos signos como equivalentes de la incapacidad para sobrevivir:

- Decapitación
- Corte transversal del tronco
- Paciente congelado de modo tan intenso que no se puede comprimir su tórax
- Temperatura rectal muy fría e igual que la ambiental
- Descomposición bastante avanzada

Los siguientes signos presuncionales de muerte pueden ser útiles para los proveedores de atención médica en un espacio natural, aunque un signo por sí mismo es confiable:

- **Rigidez cadavérica.** Es bien conocida la rigidez después de la muerte, pero no siempre está presente y a menudo se observa una similar en pacientes con hipotermia.
- **Lividez en partes declives.** El dato es frecuente en los cadáveres, pero también se puede encontrar junto con necrosis por compresión y congelación en algunos pacientes expuestos a los elementos durante un tiempo prolongado.
- **Descomposición.** Se trata de un signo, por lo general, manifiesto.
- **Ausencia de signos presuncionales de vida.** La hipotermia puede simular la muerte, porque tal vez no se palpen los pulsos, las respiraciones quizá sean indetectables y las pupilas pueden estar dilatadas y sin reacción en ausencia de signos de conciencia. Sin embargo, algunos de tales pacientes intensamente hipotérmicos en ocasiones se reanimaron, con recuperación neurológica completa.

Por lo tanto, en el contexto de un espacio natural, la RCP es inapropiada para el paro cardiopulmonar traumático. Es apropiado que los proveedores de atención médica en un espacio natural y los miembros del equipo BYR exploren al paciente y después digan de manera cuidadosa, pero firme, a sus compañeros que la víctima está muerta y no hay motivo para realizar procedimientos de reanimación. Aunque a menudo es difícil usar la palabra “muerto”, los eufemismos a menudo llevan a errores de comprensión y la interpretación errónea de lo que en realidad se dijo.

Paro cardiopulmonar médico en un espacio natural

La denominación de paro cardiopulmonar médico se aplica a un paciente que presenta un trastorno médico subyacente que contribuye

alergia generalizada, el paciente tal vez no presente una reacción generalizada en el siguiente piquete.

Un paciente con urticaria leve después de un piquete probablemente evolucionará bien. Si aquel con urticaria después de un piquete avanza hasta la anafilaxia *real*, no obstante, el mejor signo temprano es la ronquera. La principal causa de muerte después de una reacción alérgica a un piquete de abeja es la obstrucción de las vías aéreas por la presencia de ampollas de la urticaria local, y la ronquera suele ser el primer signo de un edema de las vías respiratorias. Cualquier paciente con una reacción generalizada requiere tratamiento inmediato.

Las intervenciones de respaldo vital básicas, en general, involucran mantener al paciente plano o en una posición cómoda, realizar el tratamiento estándar de vías aéreas y proveer oxígeno.

Los aguijones de abeja suelen permanecer en la piel cuando se retira el insecto, porque tienen un punto aguja en dirección opuesta. El veneno del saco y el aguijón continuará entrando en la piel durante 45 a 60 s si no se retira este último; por lo tanto, es importante extraerlo con rapidez. Ha habido mucha discusión acerca de la forma apropiada de retirar un aguijón de abeja, pero la información reciente indica que en realidad no importa cómo se extraiga, en tanto se retire tan pronto como sea posible. Las uñas de los dedos, el borde de una navaja o el de una tarjeta de crédito son todas herramientas eficaces para retirar un aguijón enterrado. Si se retira un aguijón en los 15 s siguientes al piquete, la gravedad disminuye.

Los principales medicamentos que deberán usarse para tratar las reacciones alérgicas a los piquetes de abeja incluyen los siguientes:

1. Epinefrina (adrenalina). Aunque la epinefrina actúa sólo durante unos cuantos minutos, puede salvar la vida.
2. Antihistamínicos (p. ej., difenhidramina). Cualquiera que requiera epinefrina para la alergia por un piquete de abeja debe recibir un antihistamínico.
3. Esteroides (p. ej., prednisona). La mayoría de las personas que requiere epinefrina también necesita esteroides.

Algunos equipos de BYR en un espacio natural portan fármacos para reacciones alérgicas por piquetes de abeja en sus equipos médicos; los proveedores de atención médica del equipo de BYR en un espacio natural tienen entrenamiento especial en su uso. Muy a menudo, algunas personas con antecedentes de alergia a piquetes de abeja llevan estos medicamentos en sus equipos de primeros auxilios.

El fármaco más importante es la epinefrina, que actúa de forma rápida para revertir la reacción aguda. La epinefrina está disponible en autoinyector, del tamaño de una pluma (p. ej., EpiPen), que suele prescribirse a cualquier paciente con alergia generalizada a los piquetes de abeja (Figura 23-15). Estos autoinyectores se encuentran en muchos equipos de primeros auxilios para un espacio natural. En la Wilderness Medical Society recientemente se publicó una guía práctica acerca del uso de la epinefrina en un espacio natural.⁶⁹ En esa guía se recomienda la administración de epinefrina por instructores entrenados para reconocer la anafilaxia aguda y administrar epinefrina en un espacio natural.

Mordeduras de serpiente

Hay aproximadamente 3000 especies de serpientes, de las que 600 son venenosas, pero sólo 200 se consideran con tipos de veneno

Figura 23-15 Autoinyectores

Precaución: hay otro medicamento de administración por autoinyector en el mercado que tiene el aspecto de un EpiPen. Su nombre es Alsuma, un autoinyector de sumatriptán prescrito para tratar la migraña. Este autoinyector podría utilizarse por error en un paciente con anafilaxia, dado que no hay nota precautoria de que no se trate de epinefrina y tiene un tamaño, color y aspecto de tapa idénticos a los de la EpiPen, que salió al mercado en el año 2010.⁷⁰



Figura 23-16 Serpiente coralillo.
Fuente: © Jason Ondreicka/Thinkstock.

médicamente significativos.^{71,72} Pocas se encuentran en latitudes norte. La mayoría reside de manera natural en áreas tropicales y pueden ser letales. Aunque muchas serpientes tienen glándulas de veneno, hay sólo dos tipos de ellas en Estados Unidos con veneno suficientemente fuerte para causar más que una irritación menor a los seres humanos.

Las *serpientes coralillo* son pequeñas y se encuentran en las zonas del sur de Estados Unidos. Tienen un veneno neurotóxico que causa parálisis (Figura 23-16). Estas serpientes son pequeñas, tienen faringes pequeñas, no pueden abrir mucho sus bocas en comparación con las de mayor tamaño, y no tienen que masticar para que el veneno penetre; por lo tanto, no es frecuente un envenenamiento grave.

Se encuentran *crotalinos* en grandes segmentos de Estados Unidos e incluyen a las *serpientes de cascabel* de diversos tipos (Figura 23-17), *cabezas de cobre* (Figura 23-18) y *mocasines de agua o bocas de algodón* (Figura 23-19). La mayor parte de las mordidas por crotalinos no ocurre en un espacio natural, sino más en zonas rurales, suburbanas, o incluso urbanas. Un ejemplo clásico es el hombre intoxicado que estaba besando a su mascota serpiente de cascabel cuando fue mordido en los labios o la lengua.



Figura 23-17 Serpiente de cascabel.

Fuente: © Patrica Vargas/Photos.com/Thinkstock.



Figura 23-18 Serpiente cabeza de cobre.

Fuente: © Matt Jeppson/Shutterstock, Inc.



Figura 23-19 Serpiente mocasín de agua (boca de algodón).

Fuente: © James DeBoer/Shutterstock, Inc.

Las mordeduras de serpiente no son tan raras como podría pensarse. En Estados Unidos se tratan casi 10 000 pacientes al año por mordeduras de serpiente y cinco mueren.⁷³ Se calcula que en todo el mundo ocurren casi 421 000 envenenamientos al año, que originan 20 000 muertes, si bien esta cifra quizá sea mucho mayor por los deficientes registros de mortalidad de muchos países.⁷²

Tradicionalmente, ha habido una diversidad de tratamientos prehospitalarios intentados por pacientes, testigos y a veces personal de SMU. El único tratamiento que mostró ser eficaz para los envenenamientos por mordeduras de serpiente crotalina es el antídoto, muy caro (miles de dólares estadounidenses por un solo tratamiento) y, por lo tanto, no se incluye de manera sistemática en los equipos de primeros auxilios. El único cuidado de calle que ha mostrado utilidad es el transporte al hospital.⁷⁴

El primer paso para tratar una mordedura de víbora es *vigilar los signos de envenenamiento* (p. ej., determinar qué veneno se inyectó). Sólo una fracción de las mordeduras por crótalos en realidad da como resultado un envenenamiento (20 a 25% son mordeduras secas) y sus signos son bastante diferentes. Aunque los signos y síntomas de envenenamiento suelen aparecer en unos cuantos minutos, a veces se tardan durante 6 a 8 h, o más, por lo que es apropiado iniciar el transporte al hospital después de una sospecha de mordedura por serpiente venenosa. Los signos de envenenamiento incluyen los siguientes:

- Eritema local grave, edema, esfacelo y equimosis
- Hemorragia no significativa y continua de la mordedura
- Parestesias en los dedos y artoes (parestesia es la sensación desusada, por lo general causada por daño a los nervios o anomalías bioquímicas; una sensación de “alfileres y agujas” corresponde a una parestesia frecuente)
- Sabor metálico en la boca
- Sensación de ansiedad importante (“catástrofe inminente”)
- Náusea, vómito y dolor abdominal

Tratamiento prehospitalario de la sospecha de envenenamiento por crótalo^{73,74}

Cuando se atiende a un paciente con sospecha de envenenamiento, el cuidado inicial es similar al de cualquier otro enfermo de gravedad o lesionado: respalde los ABC (vía aérea, respiración, circulación), provea oxígeno para mantener una saturación adecuada del gas, aplique un monitor cardíaco, inicie tratamiento intravenoso (para mantener la vena permeable) y tome los signos vitales del paciente.

Valore el sitio de la mordedura en lo referente a signos de envenenamiento, que incluyen eritema, edema, equimosis, hipersensibilidad y la aparición de ampollas o necrosis de tejidos blandos. Debe retirarse cualquier joya o ropa apretada en la extremidad involucrada.

El borde de avance del edema debe marcarse con una pluma negra cada 15 min para determinar su gravedad y velocidad de avance. También debe inmovilizarse y elevarse la extremidad afectada para ayudar a disminuir al mínimo cualquier edema. Las articulaciones mayores, como la del codo, deben mantenerse en extensión relativa (menos de 45 grados de flexión).

Si el paciente requiere alivio del dolor, se prefieren los opiáceos en comparación con los antiinflamatorios no esteroideos, por el riesgo de hemorragia asociado con algunos envenenamientos y el uso de estos últimos.

No intente matar a la serpiente. Aun decapitada o muerta, todavía conlleva riesgo de envenenar al personal de SMU. Si las circunstancias lo permiten, tome una foto del animal a una distancia segura.

Cuando se prefiere el rescate en camilla, si es necesario se puede hacer caminar de manera lenta al paciente para su evacuación, deteniéndose frecuentemente para reposo y aliento a fin de mantenerlo en calma. Transporte al paciente de forma rápida a un destino apropiado con notificación de la situación en el camino, de modo que en hospital de recepción se puedan hacer los preparativos para ingresar y tratar al paciente.

Inmovilización de la extremidad

Se ha usado con eficacia la inmovilización por presión en Australia para el tratamiento de las mordeduras por *elapidas* (cobra, mambas, coralillo norteamericano) en un espacio natural, pero nuevas pruebas indican que este procedimiento puede ser de beneficio sólo para las mordeduras por coralinas en Estados Unidos (Figura 23-20).⁷⁶ Esta técnica implica el vendaje inmediato de toda la extremidad mordida con una cinta elástica o vendaje de crespón de manera tan fuerte como se haría ante un esguince y después colocar un cabestrillo e inmovilizar la extremidad. Esta técnica dio como resultado una supervivencia significativamente mayor, pero con una mayor compresión intercompartimental después del envenenamiento artificial intramuscular por la serpiente de cascabel dorso de diamantes occidental en un modelo de cerdo.

Si el paciente se encuentra a más de 2 horas de distancia de la atención médica y la mordedura ocurrió en un brazo o una pierna, utilice la técnica de inmovilización por presión. Coloque un apósito de 5 por 5 cm (2 por 2 pulgadas) sobre la mordedura. Después, haga un vendaje elástico firme alrededor de la extremidad, de manera directa sobre el sitio de la mordedura, cubierto por apósito con un margen de al menos 10 a 15 cm a cualquier lado de la mordedura. Tenga cuidado de verificar una circulación adecuada en los dedos y artejos (pulsos, percepción y color normales). Un método alternativo es tan sólo vendar la extremidad lo más fuerte que sea posible, como para un esguince con una venda elástica. Se pretende que el vendaje impida la absorción del veneno hacia la circulación general, al contenerlo dentro de un tejido comprimido y los vasos sanguíneos y linfáticos microscópicos cerca de la superficie de la

extremidad. Por último, entablille la extremidad para prevenir su movimiento. Si la mordedura es en una mano o un brazo, también aplique un cabestrillo. Debe señalarse que esta recomendación es controvertida, porque algunos expertos creen que localizar el veneno en una sola zona podría causar una mayor posibilidad de daño tisular local.

Los siguientes son tratamientos que se han recomendado durante años, pero que no tienen respaldo por las publicaciones y no deben usarse:

1. *Reposo.* Algunas recomendaciones insisten en que quienes han sido mordidos deben siempre evitar el ejercicio. Son muy raras las muertes por mordedura de serpiente en Estados Unidos,⁷⁶ y es muy poco probable que el ejercicio del senderismo fuera del área natural haga a la víctima de una mordedura de serpiente significativamente más enferma. Si se puede extraer a la víctima, eso es lo ideal. Sin embargo, si la espera para el transporte retrasará su arribo al hospital, debe caminar para recibir cualquier ayuda que pueda estar disponible.
2. *Atrapamiento de la serpiente y su traslado al hospital.* Hay numerosos informes de testigos que trataron de capturar a una serpiente venenosa de que se sospechaba y fueron mordidos en el intento. Se usa un solo antídoto para todos los crótalos en Estados Unidos, y el tratamiento se basa en el grado de envenenamiento clínico, lo que depende de los signos y síntomas previos. Por lo tanto, identificar una serpiente lugareña es de menor importancia en comparación con los peligros de intentar atraparla. Una fotografía digital de la serpiente es útil, pero la identificación no merece el riesgo de una mordedura adicional.
3. *Aspiración o incisión.* La aspiración, con o sin corte, ha mostrado ser inútil para las mordeduras por serpientes venenosas. Los equipos para mordeduras de serpiente constituidos por dispositivos de aspiración deben dejarse fuera de todos los equipos de primeros auxilios y nunca usarse.^{77,78}
4. *Choque eléctrico.* Se ha mostrado que el choque eléctrico aplicado a una mordedura de serpiente es totalmente ineficaz y nunca debe usarse.^{79,80}



Figura 23-20 Técnica de inmovilización por presión.

Fuente: © Jones & Bartlett Learning. Fotografía por Darren Stahlman.

5. *Compresas frías.* Se ha demostrado que las compresas frías aumentan el daño tisular de las mordeduras por crotálos de Norteamérica y no deben usarse.⁸¹
6. *Entablillado, torniquetes arteriales o venosos, constrictores linfáticos o vendajes elásticos.* Aunque recomendados de manera amplia, ninguno de estos tratamientos ha mostrado eficacia y pueden empeorar el daño local a la zona de la mordida.^{81,82}

en forma diferente de lo que hacemos en la calle?" La respuesta breve es: "depende".

Tiempo, distancia, clima y terreno entran todos en la decisión. La correspondiente de si un paciente particular, en una circunstancia particular, con un conjunto particular de lesiones, necesita cuidados de un espacio natural más que los usuales de calle, es una decisión médica, la mejor que toma el proveedor de atención prehospitalaria que atiende de manera directa al paciente. Si el proveedor de atención prehospitalaria en el escenario puede entrar en contacto con un médico experto de SMU, en especial uno con experiencia o entrenamiento en un espacio natural, de forma definitiva es meritorio buscar tal asesoría. Por último, la decisión depende del proveedor de atención prehospitalaria en el escenario.

En PHTLS se cree que dado un buen fondo de conocimientos y principios clave, los proveedores de atención prehospitalaria son capaces de tomar decisiones razonables en lo que se refiere a la atención del paciente.

Revisión del contexto de SMU en un espacio natural

Al principio de este capítulo preguntamos cuándo el SMU es de un espacio natural. "¿Cuándo deberíamos pensar en cuanto a SMU en un espacio natural; es decir, cuándo deberíamos pensar y trabajar



Resumen

- Si bien muchos de los principios de SMU en un espacio natural son los mismos que en el de la calle, las preferencias y prácticas pueden cambiar debido a las circunstancias únicas.
- Los pacientes en un espacio natural rara vez necesitan más procedimientos invasivos o diferentes; por lo general, requieren proveedores de atención prehospitalaria con destrezas de pensamiento crítico.
- Las situaciones clínicas donde los cuidados en un espacio natural son diferentes incluyen asegurar la columna cervical, irrigar heridas, reducir luxaciones y dar por terminada la RCP.
- El tratamiento de los pacientes en un espacio natural requiere que los proveedores de atención médica tengan una buena comprensión de los aspectos ambientales (véanse el Capítulo 21, Trauma ambiental I: calor y frío, y 22, Trauma ambiental II: rayos, ahogamientos, buceo y altitud).
- Cuando tratan a los pacientes en un espacio natural, los proveedores de atención médica deben considerar también los requerimientos de agua y alimentos y las necesidades de eliminación.
- Un principio básico de la atención en un espacio natural es que los pacientes presentan hipotermia, hipoglucemia e hipovolemia.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Su equipo de búsqueda y rescate (BYR) recibe una llamada a las 21:30 h para apoyar a los apagafuegos voluntarios de la entidad en el salvamento técnico de una víctima traumatizada en una localidad remota. Los primeros informes indican que un miembro de un grupo de tres personas escaladoras de rocas, un hombre de 31 años de edad, cayó alrededor de las 20:30 h del borde del acantilado hacia el piso rocoso, 24 m más abajo, y sufrió múltiples fracturas de huesos largos. Un miembro del grupo corrió a su camión, tomó una bolsa de dormir para mantener al paciente caliente e instruyó a los otros escaladores para ir a buscar ayuda.

El equipo de rescate de técnicos voluntarios incluye a un paramédico y una enfermera del servicio de urgencias (SU), quienes arriban al puesto de dirección del incidente casi a las 22:30 h. Después de un relato breve del incidente, el equipo de rescate inicial, constituido por seis personas, conduce varias millas en un sendero con uso de vehículos todo terreno, y después a pie durante 60 min, con ascenso a un lecho de ensenada con uso de engranaje para arribar al escenario. Cuando usted llega después de la media noche está lloviendo ligeramente y la temperatura ambiental es de 10 °C, y junto con el equipo de rescate inicial encuentran al paciente al fondo del acantilado, sentado con su dorso apoyado sobre una roca.

- ¿Cómo iniciaría el tratamiento de este paciente en el contexto de un espacio natural con recursos limitados?
- ¿Cuáles son las principales preocupaciones cuando se atienden las lesiones de estos pacientes?
- ¿Cuál será la mejor forma para retirarlo del lugar?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

Como el SMU en la calle, se puede proveer buena medicina y cuidados óptimos en un ambiente austero, con el entrenamiento y la preparación correctos. En primer término, y de importancia máxima, usted debería preocuparse en cuanto a la seguridad del escenario. Debe designarse a un miembro del equipo BYR como supervisor de seguridad para los proveedores de atención médica en un espacio natural que inicie la etapificación del equipo y el proceso de evaluación del paciente.

La cara de la víctima señala que está gravemente traumatizada, con la mandíbula rota a ambos lados. Una evaluación rápida de traumatología revela que el paciente tiene múltiples fracturas en la cara, en ambas extremidades torácicas y pélvicas, y sospecha de una fractura de pelvis. Sus preocupaciones incluyen hipotermia, hemorragia interna, hipotensión y shock. Su siguiente reto es proteger su vía aérea. De manera inicial, es mejor dejarlo en posición sentada con apoyo en la roca, como se encontró. Además de la bolsa para dormir que lo cubre, se puede colocar algún aislamiento adicional, si se dispone de él, debajo y detrás, para protegerlo de la pérdida de calor por contacto con la roca.

La siguiente preocupación es determinar su estabilidad hemodinámica con una evaluación rápida de su pulso radial, frecuencia ventilatoria y grado de conciencia. Preguntar al paciente lo referente al dolor de cuello en este caso no es una evaluación confiable, por las múltiples lesiones distractoras. Usted necesita iniciar una venoclisis, que se muestra difícil por la hipotensión y la pérdida sanguínea constante. De manera alternativa, se puede iniciar el tratamiento con soluciones intravenosas mediante un dispositivo intraóseo, pero ésta quizá no sea la mejor opción por las múltiples fracturas. Para el paciente, la mejor opción puede ser una vena yugular externa, si no se puede encontrar otra periférica.

Usted se percata de que el paciente no puede transportarse en posición supina sobre una camilla en el terreno escabroso sin un dispositivo de vía aérea seguro, debido a su fractura de mandíbula, la sangre y los tejidos que se colapsarán en retroceso, con obstrucción de vía aérea. Usted intenta en principio colocar una sonda nasofaríngea, pero puede dudar al respecto por la preocupación de una potencial fractura de la base del cráneo. El intento de una vía aérea supraglótica y la intubación traqueal final sin sedación está fuera de duda por su grado de alerta, y muchas de estas vías requieren una anatomía intacta de las vías respiratorias. Usted determina que la mejor forma de tratar la vía aérea será con una intubación en secuencia rápida o una traqueostomía. Una vez que se controla la vía aérea se puede colocar al paciente en posición supina. Arriba personal adicional del punto de etapificación, cuando el paciente puede pasarse con seguridad a un tablero dorsal y subirse a la camilla de Stokes para la evacuación prolongada sobre el terreno. Usted asigna a un paramédico y una enfermera para permanecer a la cabecera para vigilar sus signos vitales, vía aérea y grado de sedación durante la evacuación prolongada.

Referencias

- Salomone JP, Pons PT, McSwain NE, eds. The science and art of prehospital care: principles, preferences and critical thinking. In: *Prehospital Trauma Life Support*. 7th ed. St. Louis, MO: Elsevier Mosby; 2011.
- Lifrig JR, McStay CM. Wilderness medicine education. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.
- Bennett BL. A time has come for wilderness emergency medical service: a new direction. *Wilderness Environ Med*. 2012;23(1):5-6.
- Warden CR, Millin MG, Hawkins SC, et al. Medical direction of wilderness and other operational emergency services programs. *Wilderness Environ Med*. 2012;23(1):37-43.
- Merriam-Webster's Collegiate Dictionary*. 11th ed. Springfield, MA: Merriam-Webster; 2007.
- Goodman T, Iserson KV, Strich H. Wilderness mortalities: a 13-year experience. *Ann Emerg Med*. 2001;37:279-283.
- Gentile DA, Morris JA, Schimelpfenig T, Bass SM, Auerbach PS. Wilderness injuries and illnesses. *Ann Emerg Med*. 1992;21:853-861.
- Singleton E, Markenson DS. Injury prevention: decision making, safety, and accident avoidance. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.
- Chan D, Goldberg R, Tascone A, et al. The effect of spinal immobilization on healthy volunteers. *Ann Emerg Med*. 1994;23(1):48.
- Conover K. EMTs should be able to clear the cervical spine in the wilderness (editorial). *J Wild Med*. 1992;3(4):339.
- Vaillancourt C, Stiell IG, Beaudoin T, et al. The out-of-hospital validation of the Canadian C-Spine Rule by paramedics. *Ann Emerg Med*. 2009;54(5):663-671.
- Ahn H, Singh J, Nathens A, et al. Pre-hospital care management of a potential spinal cord injured patient: a systematic review of the literature and evidence-based guidelines. *J Neurotrauma*. 2011;28:1341-1361.
- Quinn R, Williams J, Bennett BL, Stiller G, Islas A, McCord S. Wilderness Medical Society practice guidelines for spine immobilization in the austere environment. *Wilderness Environ Med*. 2013;24(3):241-252.
- Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. Validity of a set of clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma. National Emergency X-radiography Utilization Study Group. *N Engl J Med*. 2000;343:94-99.
- Zafren K, McCurley LH, Shimanski C, Smith W. Technical rescue, self-rescue, and evacuation. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.
- Gomi T. *Everyone Poops*. Brooklyn, NY: Kane/Miller Book Publishers; 1993.
- Cooper DC, Mier TP. Litters and carries. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.

18. Goldberg R, Chan D, Mason J, Chan L. Backboard versus mattress splint immobilization: a comparison of symptoms generated. *J Emerg Med.* 1996;14(3):293.
19. Hamilton RS, Pons PT. The efficacy and comfort of full-body vacuum splints for cervical-spine immobilization. *J Emerg Med.* 1996;14(5):553.
20. Johnson DR, Hauswald M, Stockhoff C. Comparison of a vacuum splint device to a rigid backboard for spinal immobilization. *Am J Emerg Med.* 1996;14(4):369.
21. Lovell ME, Evans JH. A comparison of the spinal board and the vacuum stretcher, spinal stability and interface pressure. *Injury.* 1994;25(3):179.
22. Cordell WH, Hollingsworth JC, Olinger ML, et al. Pain and tissue-interface pressures during spine-board immobilization. *Ann Emerg Med.* 1995;26(1):31.
23. Delbridge TR, Auble TE, Garrison HG, Menengazzi JJ. Discomfort in healthy volunteers immobilized on wooden backboards and vacuum mattress splints. *Prehosp Disaster Med.* 1993;8(suppl 2).
24. Linares HA, Mawson AR, Suarez E. Association between pressure sores and immobilization in the immediate postinjury period. *Orthopedics.* 1987;10:571.
25. Mawson AR, Bundo JJ, Neville P. Risk factors for early occurring pressure ulcers following spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehab.* 1988;67:123.
26. Askew W. Nutrition, malnutrition and starvation. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine.* 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.
27. Keneflick RW, Chevront SN, Leon LR, O'Brien K. Dehydration, rehydration and hyperhydration. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine.* 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.
28. Prevention and treatment of sunburn. *Med Lett Drugs Ther.* 2004;46:45.
29. Stern RS. Clinical practice. Treatment of photoaging. *N Engl J Med.* 2004;350:1526.
30. Krakowski AC, Kaplan LA. Exposure to radiation from the sun. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine.* 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.
31. Markenson D, Ferguson JD, Chameides L. Part 17: first aid: 2010 American Heart Association and American Red Cross Guidelines for First Aid. *Circulation.* 2010;122:S934-S946.
32. Edlich RF, Rodeheaver GT, Morgan RF, et al. Principles of emergency wound management. *Ann Emerg Med.* 1988;17(12):1284.
33. Edlich RF, Thacker JG, Buchanan L, Rodeheaver GT. Modern concepts of treatment of traumatic wounds. *Adv Surg.* 1979;13:169.
34. Bhandari M, Thompson K, Adili A, Shaughnessy SG. High and low pressure irrigation in contaminated wounds with exposed bone. *Int J Surg Invest.* 2000;2(3):179.
35. Bhandari M, Adili A, Lachowski RJ. High pressure pulsatile lavage of contaminated human tibiae: an in vitro study. *J Orthop Trauma.* 1998;12(7):479.
36. Bhandari M, Schemitsch EH, Adili A, et al. High and low pressure pulsatile lavage of contaminated tibial fractures: an in vitro study of bacterial adherence and bone damage. *J Orthop Trauma.* 1999;13(8):526.
37. Anglen JO. Wound irrigation in musculoskeletal injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;9(4):219.
38. Valente JH, Forti RJ, Freundlich LF, et al. Wound irrigation in children: saline solution or tap water? *Ann Emerg Med.* 2003;41(5):609.
39. Backer HD. Field water disinfection. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine.* 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.
40. Griffiths RD, Fernandez RS, Ussia CA. Is tap water a safe alternative to normal saline for wound irrigation in the community setting? *J Wound Care.* 2001;10(10):407.
41. Moscati R, Mayrose J, Fincher L, Jehle D. Comparison of normal saline with tap water for wound irrigation. *Am J Emerg Med.* 1998;16(4):379.
42. Moscati RM, Reardon RF, Lerner EB, Mayrose J. Wound irrigation with tap water. *Acad Emerg Med.* 1998;5(11):1076.
43. Rodeheaver GT, Pettry D, Thacker JG, et al. Wound cleansing by high pressure irrigation. *Surg Gynecol Obstet.* 1975;141(3):357.
44. Edlich RF, Reddy VR. Revolutionary advances in wound repair in emergency medicine during the last three decades: a view toward the new millennium. 5th Annual David R. Boyd, MD, Lecture. *J Emerg Med.* 2001;20(2):167.
45. Singer AJ, Hollander JE, Subramanian S, et al. Pressure dynamics of various irrigation techniques commonly used in the emergency department. *Ann Emerg Med.* 1994;24(1):36.
46. Mellor SG, Cooper GJ, Bowyer GW. Efficacy of delayed administration of benzylpenicillin in the control of infection in penetrating soft tissue injuries in war. *J Trauma.* 1996;40(3 Suppl):S128-S134.
47. Hospenthal DR, Murray CK, Andersen RC, et al. Guidelines for the prevention of infection after combat-related injuries. *J Trauma.* 2008;64(3 suppl):S211-S220.
48. Fulton RL, Voigt WJ, Hilakos AS. Confusion surrounding the treatment of traumatic cardiac arrest. *J Am Coll Surg.* 1995;181:209.
49. Pasquale MD, Rhodes M, Cipolle MD, et al. Defining "dead on arrival": impact on a level I trauma center. *J Trauma.* 1996;41:726.
50. Mattox KL, Feliciano DV. Role of external cardiac compression in truncal trauma. *J Trauma.* 1982;22:934.
51. Shimazu S, Shatney CH. Outcomes of trauma patients with no vital signs on admission. *J Trauma.* 1983;23(3):213.
52. Forgey WW, Wilderness Medical Society. *Practice Guidelines for Wilderness Emergency Care.* 5th ed. Guilford, CN: Globe Pequot Press; 2006.
53. Goth P, Garnett G, Rural Affairs Committee, National Association of EMS Physicians. Clinical guidelines for delayed/prolonged transport. I. Cardiorespiratory arrest. *Prehosp Disaster Med.* 1991;6(3):335.
54. Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom AP. Cardiac resuscitation in the community: importance of rapid provision and implications of program planning. *JAMA.* 1979;241:1905.
55. Kellermann AL, Hackman BB, Somes G. Predicting the outcome of unsuccessful prehospital advanced cardiac life support. *JAMA.* 1993;270(12):1433.
56. Bonnini MJ, Pepe PE, Kimball KT, Clark PS. Distinct criteria for termination of resuscitation in the out-of-hospital setting. *JAMA.* 1993;270(12):1457.
57. Millin MG, Khandker SR, Malki A. Termination of resuscitation of nontraumatic cardiopulmonary arrest: resource document for the National Association of EMS Physicians position statement. *Prehosp Emerg Care.* 2011;15(4):547-554.
58. Leavitt M, Podgorny G. Prehospital CPR and the pulseless hypothermic patient. *Ann Emerg Med.* 1984;13:492.
59. Keatinge WR. Accidental immersion hypothermia and drowning. *Practitioner.* 1977;219:183.
60. Olshaker JS. Near drowning. *Emerg Med Clin North Am.* 1992;10(2):399.
61. Bolte RG, Black PG, Bowers RS, et al. The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minutes. *JAMA.* 1988;260(3):377.

62. Orłowski JP. Drowning, near-drowning, and ice-water drowning. *JAMA*. 1988;260(3):390.
63. Cooper MA. Lightning injuries. In: Auerbach PS, Geehr EC, eds. *Wilderness Medicine: Management of Wilderness and Environmental Emergencies*. 2nd ed. St. Louis, MO: Mosby; 1989.
64. Durrer B, Brugger H. Recent advances in avalanche survival. Presented at the Second World Congress on Wilderness Medicine. Aspen, CO; 1995.
65. Steinman AM. Cardiopulmonary resuscitation and hypothermia. *Circulation*. 1986;74(6, pt 2):29.
66. Zell SC. Epidemiology of wilderness-acquired diarrhea: implications for prevention and treatment. *J Wild Med*. 1992;3(3):241.
67. Lloyd EL. *Hypothermia and Cold Stress*. Rockville, MD: Aspen Systems; 1986.
68. Maningas PA, DeGuzman LR, Hollenbach SJ, et al. Regional blood flow during hypothermic arrest. *Ann Emerg Med*. 1986;15(4):390.
69. Gaudio F, Lamery J, Johnson D. Recommendations on the use of epinephrine in outdoor education and wilderness settings. *Wilderness Environ Med*. 2010;21:185-187.
70. Hawkins S, Weil C, Fitzpatrick D. Letter to the editor: epinephrine autoinjector warning. *Wilderness Environ Med*. 2012;23:371-378.
71. Paw Nation. Snake bite death statistics worldwide. <http://animals.pawnation.com/snake-bite-death-statistics-worldwide-2431.html>. Consultado el 15 de septiembre, 2013.
72. Kasturiratne A, Wickremasinghe AR, de Silva N, et al. The global burden of snakebite: a literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. *PLoS Med*. 2008;5(11):e218.
73. O'Neil ME, Mack KA, Gilchrist J, Wozniak EJ. Snakebite injuries treated in United States emergency departments, 2001-2004. *Wilderness Environ Med*. 2007;18(4):281-287.
74. Lavonas EJ, Ruha AM, Banner W, et al. Unified treatment algorithm for the management of crotaline snakebite in the United States: results of an evidence-informed consensus workshop. *BMC Emerg Med*. 2011;11:2.
75. Norris R, Bush S, Cohen-Smith J. Bites by Venomous Reptiles in Canada, the United States and Mexico. In: Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.
76. Curry SC, Kunkel DB. Death from a rattlesnake bite. *Am J Emerg Med*. 1985;3(3):227.
77. Bush SP. Snakebite suction devices don't remove venom: they just suck. *Ann Emerg Med*. 2004;43(2):187.
78. Alberts MB, Shalit M, LoGalbo F. Suction for venomous snakebite: a study of "mock venom" extraction in a human model. *Ann Emerg Med*. 2004;43(2):181.
79. Davis D, Branch K, Egen NB, et al. The effect of an electrical current on snake venom toxicity. *J Wild Med*. 1992;3(1):48.
80. Howe NR, Meisenheimer JL Jr. Electric shock does not save snake-bitten rats. *Ann Emerg Med*. 1988;17(3):254.
81. Gill KA Jr. The evaluation of cryotherapy in the treatment of snake envenomation. *South Med J*. 1968;63:552.
82. Norris RL. A call for snakebite research. *Wilderness Environ Med*. 2000;11(3):149.

Lecturas sugeridas

- Auerbach PS, ed. *Wilderness Medicine*. 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2012.
- Goth P, Garnett G. Clinical guidelines for delayed or prolonged transport: II. Dislocations. Rural Affairs Committee, National Association of Emergency Medical Services Physicians. *Prehosp Disaster Med*. 1993;8(1):77.
- Goth P, Garnett G. Clinical guidelines for delayed or prolonged transport: IV. Wounds. Rural Affairs Committee, National Association of Emergency Medical Services Physicians. *Prehosp Disaster Med*. 1993;8(3):253.

CAPÍTULO



Soporte médico de urgencia táctica civil (TEMS)

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

Al completar este capítulo, el lector será capaz de hacer lo siguiente:

- Describir los componentes del respaldo médico de urgencia táctica (TEMS).
- Comprender las funciones operativas y funcionales del TEMS.
- Explicar los beneficios del programa del TEMS.
- Señalar en qué difiere la atención médica de urgencia en cada una de las tres fases del TEMS.
- Indicar cómo se puede usar la metodología de evaluación remota en una misión táctica.
- Describir la intervención del respaldo médico para operaciones contra el terrorismo.

ESCENARIO

Su agencia de servicios médicos de urgencia (SMU) provee cobertura para el equipo de armas y tácticas especiales (SWAT) y cuenta con un programa riguroso de entrenamiento integrado con la policía local. Se llama a su equipo para soporte médico de urgencia táctica (TEMS) para un servicio judicial de alto riesgo apenas antes del amanecer en una mañana fría de invierno. Mientras usted se prepara para el ingreso, dos oficiales de SWAT cruzan el patio del sospechoso y se acercan a la casa para prepararse a tirarla. Desde la ventana frontal se escuchan disparos que hieren a los oficiales del SWAT. Un oficial de SWAT cae en el camino a la puerta de la casa del sospechoso. El segundo cae cerca de una pared divisoria baja de ladrillo. Un oficial de patrulla parado junto a usted grita: "¡Necesitamos sacarlos. Adelante!" Usted sujeta al oficial de patrulla por el brazo y busca al comandante del equipo de SWAT.

- ¿Cuáles deberían ser sus acciones?
- ¿Cómo evaluaría y trataría usted a los oficiales caídos del SWAT dado el peligro del escenario?

Historia y evolución del soporte médico de urgencia táctica

El soporte médico de urgencia táctica (TEMS, del inglés, Tactical Emergency Medical Support) es un sistema extrahospitalario dedicado a aumentar la probabilidad de éxito de las misiones de aplicación de la ley en operaciones especiales, que disminuye así la responsabilidad y el riesgo médicos de la misión y promueve la seguridad pública.¹ El TEMS se estructura sobre los principios de la medicina militar, la medicina de espacios naturales, la respuesta a desastres, el equipo de búsqueda y rescate urbanos y los servicios médicos de urgencia (TEMS) convencionales para crear un sistema de atención que respalde las funciones, aplicación de la ley y lleve al máximo el resultado clínico para las víctimas en lo que a menudo es un ambiente de pocos recursos y transporte prolongado, en tanto disminuye al mínimo la amenaza para el proveedor de atención prehospitalaria.

En este capítulo se provee un nuevo repaso del TEMS y de cómo ha evolucionado hasta aceptarse como el estándar prehospitalario de atención en situaciones de alto riesgo, con provisión de las intervenciones médicas tácticas aceptadas. La participación del TEMS y la provisión de **atención táctica a las víctimas (TCC**, del inglés, Tactical Casualty Care) requieren entrenamiento y experiencia específicos, al igual que cualquier otra situación de operaciones especiales.

El primer equipo de armas y tácticas especiales (SWAT, del inglés, Special Weapons and Tactics) se estructuró en la ciudad de Los Ángeles en 1968. Poco después, el concepto de contar con un "médico" en el equipo de SWAT avanzó, a semejanza del modelo militar de integrar un médico en combate asignado para el escuadrón. Hoy el TEMS abarca una amplia variedad de servicios médicos modificados en estructura y función para actuar de manera rápida dentro del ambiente de alto riesgo y táctico. Asimismo, hay un amplio respaldo para el TEMS por los departamentos policíacos y las comunidades médicas.

Hace más de 20 años se perfeccionó un curso de Respaldo Médico Operativo contra Narcóticos y Terrorismo (CONTOMS, por sus siglas en inglés, Counter Narcotics and Terrorism Operational Medical Support). El programa se perfeccionó como un currículo de TEMS basado en pruebas donde se seleccionó a proveedores médicos de urgencia experimentados y se les introdujo para brindar atención médica en el ambiente táctico durante 56 h. Mediante el curso de CONTOMS se desarrolló una base de datos de lesiones, con

provisión de los correspondientes de investigación necesarios para restaurar la eficacia de la medicina táctica.

Durante el transcurso de los años, el curso de CONTOMS ha luchado con aspectos de fondos y en ocasiones no ha estado muy activo. Hay muchos cursos como el de CONTOMS que pueden cubrir la brecha. El curso de atención de víctimas de combate táctico (TCCC, por sus siglas en inglés, Tactical Combat Casualty Care) perfeccionado por el Committee on Tactical Combat Casualty Care forma parte del comité de salud de defensa del U. S. Department of Defense (Departamento de la defensa de EUA) instruye respecto de las intervenciones médicas indispensables en el ambiente táctico, dependiendo de la situación específica. Sin embargo, en este curso de 16 h no se instruye respecto de los componentes operativos de un incidente táctico. Se requiere el conocimiento del movimiento y la planeación tácticas para un programa completo bien desarrollado de TEMS. El programa TCCC y sus objetivos médicos deberían incluirse en cualquier programa de instrucción de TEMS para abordar los aspectos de la atención médica de urgencia en el ambiente táctico.

En el Uniform Crime Report (Informe de crímenes uniforme) del Federal Bureau of Investigation (FBI) (Comité Federal de Investigación) se reveló un aumento de 33% en el número de oficiales de aplicación de la ley asesinados durante su desempeño entre 1990 y 2010. Esto, aunado a una incidencia siempre creciente de incidentes de disparos activos en toda la nación, ha reforzado la necesidad del TEMS.² La National Tactical Officers Association (NTPOA) (Asociación de Oficiales Tácticos Nacional) ha respaldado el inicio del TEMS con su declaración de posición original en 1994 y continúa considerándolo "un elemento importante de la aplicación táctica de la ley" para los médicos de ese segmento.³ Después de los ataques del 11 de septiembre de 2001, tanto la National Association of Emergency Medical Service Physicians (NAEMSP, Asociación Nacional de Médicos de Servicios de Urgencias) como el American College of Emergency Physicians (ACEP, Colegio Estadounidense de Médicos de Urgencias) respaldaron formalmente integrar las capacidades de los SMU a las operaciones especiales de aplicación de la ley.^{4,5}

Las guías de TCCC establecidas por el comité de TCCC (CoTCCC) actualmente se consideran el estándar de atención de la medicina militar prehospitalaria. Ambos, el American College of Surgeons Committee on Trauma (ACS-COT, Comité de Traumatología del Colegio Americano de Cirujanos) y la National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT, Asociación Nacional de Técnicos Médicos de Urgencias), a través de su programa de soporte vital de trauma prehospitalario (PHTLS), concuerdan con las guías de TCCC y ofrecen el entrenamiento correspondiente.⁶ Aunque las

operaciones especiales de aplicación de la ley y militares son únicas, tienen similitudes en los aspectos de la atención médica táctica. Las guías de TCCC respaldadas mediante esta declaración por la NTOA han provisto un fundamento sólido para la estandarización de los protocolos de TEMS.

Con el reconocimiento creciente de que la atención médica táctica se ha convertido en un tema importante y el trabajo de CoTCCC para perfeccionar el programa de instrucción de TCCC militar, hay esfuerzos en proceso para adaptar la información militar al contexto civil. Además de los esfuerzos de PHTLS, se han creado varias organizaciones y agencias de instrucción para proveer esta información, e incluyen:

- La Georgia Regents University, que junto con la NTOA desarrolló los programas de tácticas especializadas para el rescate operativo y la medicina (STORM).
- Una contraparte civil de CoTCCC, el Committee on Tactical Emergency Casualty Care (C-TECC), que se perfeccionó como un conjunto de guías para la atención de víctimas de urgencia táctica (TECC), simula de manera estrecha las guías de CoTCCC y está ajustada para abordar las necesidades y los riesgos prehospitalarios de la policía civil.⁷

Las guías de TECC se han incorporado desde entonces a la National Joint Counterterrorism Awareness Workshop (Junta de Trabajo Nacional de Alerta Conjunta contra el Terrorismo) utilizada por el FBI, la Federal Emergency Management Agency (Agencia de Manejo de Urgencias Federal) y el National Counterterrorism Center (Centro Nacional contra el Terrorismo).⁸ En el PHTLS y el NAEMT se desarrolló un curso de TECC para proveedores de atención prehospitalaria civil. En este libro de texto se utilizará principalmente la nomenclatura estándar de TCCC.

Componentes de la práctica de TEMS

El soporte médico de urgencia táctica presenta varias diferencias respecto del SMU convencional; los programas extensos de TEMS incluyen mantenimiento de la salud, medicina preventiva (p. ej., inmunizaciones, prácticas apropiadas de sueño y acondicionamiento físico), valoraciones de riesgos médicos y coordinación de la atención con una variedad de recursos médicos locales. Desde la perspectiva operativa, los proveedores de TEMS con frecuencia enfrentan decisiones de trátase y envíese. Estas situaciones variarán desde el operario de TEMS que se ha deshidratado hasta el prisionero iracundo que puede haber sido lesionado en una operación táctica.

En muchos estados se incluyen anexos específicos a sus protocolos de SMU que abordan la práctica de TEMS.⁹ Los proveedores de TEMS y sus directores médicos deben conocer los protocolos locales cuando actúan en ambientes tácticos.

El conjunto de destrezas médicas de TEMS es compatible con el SMU convencional, pero a menudo en forma expandida. Aunque los conjuntos de destrezas pueden ser similares, en el TEMS su aplicación a menudo se ve fuertemente influida por la situación táctica y las características de la misión. Por ejemplo, el uso de una vía aérea con mascarilla laríngea (LMA) puede estar indicada de manera clínica para un víctima bajo condiciones normales de operación, pero si necesitase ser arrastrado a través de una zona lineal de peligro o transportarse en un terreno escabroso, la LMA no es una vía aérea segura y, por lo tanto, tal vez no sea apropiada.

Barreras para el acceso usual de SMU

El escenario de una operación especial de aplicación de la ley presenta numerosas barreras al acceso usual de SMU. Suele asegurarse un perímetro geográfico en el que rara vez es claro qué áreas (si acaso) son seguras para el paso de SMU o para la realización de actividades médicas. Es imperativo que el componente médico no se convierta en una carga para la misión del equipo de SWAT. No deben desviarse los ya escasos recursos de aplicación de la ley para la misión de respaldo médico.

El intervalo temporal desde el arribo del SMU al escenario hasta el contacto con el paciente se ha identificado como una fuente significativa de retraso en el inicio de atención prehospitalaria en las operaciones convencionales del SMU. En un estudio, la acción de la policía requerida para asegurar el escenario causó un retraso de 12% de todos los servicios de SMU observados y fue la fuente de diferimiento más prolongado (39 min) desde el momento del arribo del SMU hasta el establecimiento del contacto con el paciente.¹⁰ Este tipo de retraso puede ser mucho más prolongado durante misiones tácticas. Los programas integrados de TEMS disminuyen al mínimo los retrasos porque sus proveedores actúan de manera sistemática dentro del perímetro como una parte distal del equipo táctico y pueden iniciar el tratamiento de las heridas dentro del "intervalo" importantísimo de los 10 min siguientes a la lesión de un oficial.^{11,12}

Algunos directores de bomberos y rescate, así como administradores de SMU, pueden objetar su práctica personal de medicina táctica porque perciben que es muy peligrosa. Cuando se pregunta por qué los bomberos bajo su mando ingresan a edificios incendiados, una situación claramente peligrosa, a menudo responden que ese servicio es diferente de las operaciones de aplicación de la ley porque el personal de bomberos está bien entrenado y equipado de forma apropiada contra la amenaza del fuego. El mismo argumento es válido para el TEMS (Figura 24-1).

Es una violación de los principios de seguridad básicos del escenario utilizar personal de SMU entrenado o equipado de manera inadecuada para su asignación de ingreso a un perímetro de policía que no es seguro. Sin embargo, el solo hecho de esperar por el paciente para llevarlo fuera del perímetro daría como resultado una pérdida innecesaria de la función o la vida, en tanto se ha mostrado que la atención médica de avanzada (tan cerca del punto de producción de la herida como sea posible) en el medio militar disminuye la mortalidad y morbilidad.^{13,14} La solución evidente es que las operaciones especiales de respaldo médico para aplicación de la ley se realicen por equipos de TEMS bien entrenados y equipados de modo apropiado. La solución evidente es realizar las

Figura 24-1 Seguridad del proveedor de atención prehospitalaria

Sólo los proveedores de atención prehospitalaria adecuadamente entrenados deben ingresar a una zona diferente a la segura. Así como un técnico médico de urgencias (TMU) o paramédico no deben ingresar a la zona caliente de un incidente de materiales peligrosos, o a un escenario de incendio, sin el equipo de protección personal y el entrenamiento apropiados, lo mismo es válido para el contexto táctico.

operaciones especiales de respaldo médico para la aplicación de la ley por integrantes del equipo de TEMS bien entrenados y equipados de manera apropiada que puedan operar con seguridad dentro del perímetro operativo asegurado. Hay muchos modelos para el envío de TEMS operativos. Algunos incluyen personal de TEMS con un tipo de ingreso, dentro del "pabellón" del equipo que realiza la operación. Otros ubican a los proveedores de TEMS dentro de un perímetro asegurado, pero no en la línea de fuego directa, por lo general cerca de los vehículos de transporte.

Zonas de operación

Durante las misiones tácticas, el concepto de operación del equipo policíaco divide la zona diana en varias de operación. Los equipos tácticos establecen un **perímetro interno** y un **perímetro externo** como límites geográficos para definir a la **zona segura** (por fuera del perímetro externo, donde no debería haber amenaza alguna), la **zona caliente** (entre los perímetros externo e interno, donde podría haber algún peligro) y la **zona potencial de pérdida de la vida** (que constituye un riesgo inmediato o donde quien responde puede convertirse en una diana clara).¹⁵ En muchos casos esta estructura es análoga a la de zonas de operación de un incidente de materiales peligrosos. Así como podría ocurrir en una incidencia de materiales peligrosos, los límites geográficos de las diversas zonas pueden cambiar conforme lo hace la situación. Por lo tanto, los proveedores de TEMS siempre deben mantener el alerta situacional para disminuir el riesgo para sí mismos y sus pacientes.

Figura 24-2 Fases de la atención

Fases de los cuidados		
Situación táctica	TCCC	TECC
Amenaza inmediata o activa	Cuidados bajo el fuego	Cuidados de amenaza directa
Amenaza contenida pero que pudiera reaparecer	Cuidados tácticos de campo	Cuidados de amenaza indirecta
Ausencia de amenaza	Cuidados tácticos de evacuación	Cuidados de evacuación

Fases de la atención

Las guías de TCC, ya sea de TCCC o TECC, dividen la atención médica de urgencia en *fases*, basadas en las situaciones tácticas y la amenaza asociada en el momento en el que se está dando el servicio (Figura 24-2).

Ya sea que se utilicen las guías de TCCC o TECC, la atención provista en cada fase es esencialmente la misma. Las fases de la

Figura 24-3 Guías para la atención de víctimas en combate táctico (atención de víctimas de urgencia táctica)

Cuidado bajo el fuego (atención de amenazas directas)

- Mantenga la supremacía táctica: neutralice la amenaza tanto como sea posible (p. ej., fuego directo, humo, postura de riesgo, supresión del fuego, aspiración de materiales peligrosos).
- Asegure la cobertura y el cierre: prevenga lesiones adicionales a las víctimas o rescatistas.
- Use un torniquete para la hemorragia de extremidades que pone en riesgo la vida.
- NO:
 - Realice un tratamiento de vía aérea
 - Realice la reanimación cardiopulmonar
 - Emplee precauciones estrictas para la columna vertebral

Atención en el campo táctico (de una amenaza indirecta)

- Controle la hemorragia (torniquete, vestimenta hemostática, vendaje compresivo convencional) que ponga en riesgo la vida.
- Aplique el ABCDE:
 - Vía aérea: valore lo relativo a obstrucciones y asegure la vía aérea con un dispositivo nasofaríngeo o supraglótico, una sonda endotraqueal, o por medios quirúrgicos (Esta decisión se basará en el entrenamiento y los protocolos de la unidad.)

- Ventilación (del inglés *Breathing*): Valore y trate heridas penetrantes de tórax, compresión negativa en el neumotórax, y neumotórax a tensión.
- Circulación: valore lo referente al shock. Establezca un acceso intraóseo o intravenoso. Inicie la reanimación con soluciones, si está indicada de forma médica. (Esta decisión se basará en el entrenamiento y los protocolos de la unidad.)
- Discapacidad: entablille cualquier fractura mayor y provea inmovilización de la columna cervical ante un mecanismo de lesión de alto riesgo.
- Exposición: proteja a la víctima de la hipotermia. Las exposiciones al calor, sustancias químicas o tóxicas, pueden también constituir factores de riesgo.

Cuidados tácticos de evacuación (cuidados de evacuación)

- Provea el SMU convencional y cuidados de transporte.
- Asegure vías libres de salida para los proveedores y ambulancias de atención prehospitalaria.
- Atienda a las consideraciones de etapificación.
- Manténgase alerta respecto de dispositivos secundarios y amenazas no convencionales (p. ej., inundación, muchedumbre, fuego).

atención son más dinámicas, influidas por las valoraciones de la amenaza minuto a minuto, y no necesitan ser concéntricas o contiguas; los grados de amenaza cambian de forma rápida en el ambiente táctico. De manera acorde, las fases de atención tal vez no siempre coincidan con las zonas de operación. El personal de TEMS debe comprender la relación de los dos paradigmas para que funcionen de manera eficaz en un ambiente táctico (Figura 24-3).

Cuidados bajo fuego (atención ante una amenaza directa)

Durante los **cuidados bajo el fuego**, la amenaza es directa e inmediata. Hay protección limitada para la víctima y quien la atiende. Las operaciones dentro de esta zona son en extremo peligrosas y debe limitarse al reconocimiento de los operarios del equipo táctico. Una operación segura dentro de la zona potencial de pérdida de la vida durante la atención bajo el fuego requiere el uso de equipo de protección personal apropiado (p. ej., cascos, gafas, chalecos, escudos y botas balísticos) y movimientos tácticos (p. ej., disciplina en lo referente a luz/ruido, uso de cobertura, cierre). Un oficial caído frente al patio de una casa con barricadas donde un hombre armado dispara desde una ventana ejemplifica los cuidados típicos bajo la situación de presencia de fuego.

La atención de las víctimas durante esta fase conlleva un enorme riesgo y se desvía de forma significativa de los principios del Servicio Médico de Urgencias convencional. Las acciones inmediatas incluyen la supresión de la amenaza y la evacuación de la víctima bajo cubierta/aislamiento. Mientras más rápido se pueda neutralizar o controlar la amenaza, más pronto se pueden proveer recursos de atención médica completos con el propósito de tratar a la víctima. Hasta que eso ocurra, es apropiado tratar de cubrir a la víctima. Si ésta presenta respuesta y puede moverse, se le dirige para cubrirse. Si no lo puede hacer, se considerará un posible rescate. La atención médica en esta fase de operación se dirige a la disminución de mayores lesiones a la víctima, evitar las lesiones de quien responde, disminuir la amenaza y controlar la hemorragia de las extremidades que pone en riesgo la vida. No se pierde tiempo en la inmovilización de la columna cervical para traumatismos penetrantes de cuello, el control de la vía aérea u otras medidas "heroicas", como la reanimación cardiopulmonar (RCP).

La **autoayuda** y la de compañeros son componentes críticos en la atención bajo el fuego. Casi todas las lesiones penetrantes no letales sufridas por oficiales suelen no ser del todo incapacitantes, y no necesariamente los eliminarán por completo de la operación.¹⁶ Los datos de operaciones militares como las de Vietnam, Iraq y Afganistán indican que los soldados entrenados en la autoayuda y la de compañeros disminuyen de manera significativa la mortalidad.^{14,17} Por ejemplo, la autoaplicación de un torniquete ante una lesión por proyectil de arma de fuego que pone en riesgo la vida o una extremidad podría salvar a la víctima, así como prevenir que los proveedores de TEMS se expongan de modo innecesario a un fuego hostil.

Los vendajes de presión directa y compresión son difíciles de aplicar en un contexto de atención táctica bajo el fuego y pueden dar como resultado una pérdida innecesaria de sangre y el retraso de la evacuación de la víctima a cubierto. El uso de torniquetes para el control de la hemorragia de una extremidad es el estándar ideal durante el cuidado bajo la fase de fuego, en tanto los beneficios de interrumpir la hemorragia superan de manera clara el bajo riesgo de daño nervioso o vascular concomitante.¹⁸ El torniquete debe colocarse encima de la ropa tan "alto y apretado" sobre la extremidad como sea posible. Es vital asegurar que se interrumpió el riesgo

sanguíneo arterial. Las heridas que no son de extremidad y articulación son difíciles de tratar en esta fase. Debe hacerse un intento por proveer compresión directa sobre estas heridas, mientras se transporta rápidamente a la víctima en una posición a cubierto y se cambia el tratamiento a la fase de atención táctica en el campo.

Extracción y evacuación de las víctimas

El movimiento, la extracción y la evacuación de las víctimas en el ambiente táctico conllevan muchos retos únicos. La extracción de la víctima es un proceso físicamente demandante que interrumpe el flujo de la misión y ubica en riesgo de manera potencial al equipo táctico durante el proceso por la exposición al fuego hostil en una situación vulnerable referente a su atención.

Antes de extraer a una víctima, el oficial médico debe analizar el riesgo del tránsito y la posibilidad de supervivencia de la víctima.¹⁹ El tiempo requerido para trasladar a una víctima a una zona segura tiene influencia de la capacidad de quien ayuda, la distancia involucrada, la carga de avios de la víctima, los grados relativos de amenaza de la zona y la condición física del equipo. En algunas situaciones el atacante puede tener un campo de fuego abrumador que crea grandes áreas inseguras, como ocurre en el escenario abierto. En muchas operaciones tácticas civiles, la idea de la misión puede ser de sólo uno o dos atacantes en una localización confinada de modo relativo. Este tipo de misiones incluyen un servicio de garantía de gran amenaza, la intercepción de narcóticos y detalles de protección de dignatarios. Estas misiones tienden a realizarse con rapidez tomando en custodia al(los) atacante(s) o sometiendo(los). En estos casos, una vez que se asegura el área puede avanzarse de manera rápida para atender el campo táctico y después brindar los cuidados "normales cotidianos" de SMU.

El segundo componente de riesgo de tránsito es la ruta de viaje. Las zonas de fuego tienen forma irregular, regiones geográficas con niveles de riesgo dinámicos. La extracción puede requerir cruzar zonas de riesgo lineal, donde el valor del tratamiento en el lugar debe sopesarse contra la necesidad de intervención inmediata de soporte vital avanzado. Los dirigentes deben considerar sus recursos antes de iniciar una misión de rescate. Múltiples factores participan en estos rescates de amenaza elevada y han involucrado de forma tradicional métodos ineficaces e irreales que al final aumentan el riesgo de lesión y muerte innecesarias. Los rescates asimétricos requieren personal múltiple, equipo sumamente especializado (p. ej., camillas sin postes, arneses, correas de arrastre) y la postura

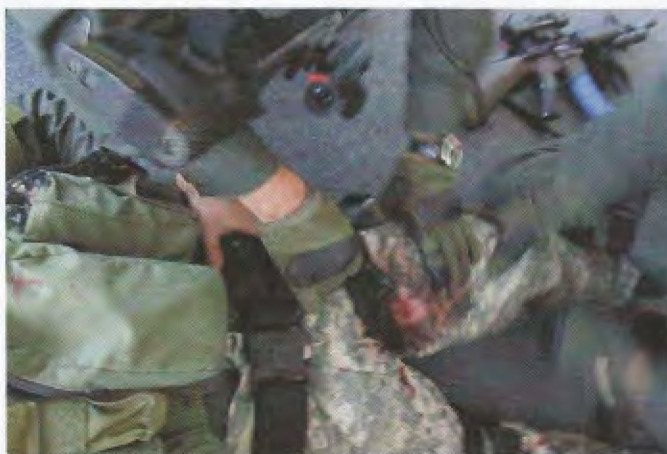


Figura 24-4 Cuidados y extracción bajo el fuego.

Fuente: Cortesía del comandante Al Davis, Ventura Police Department.

de protección intensiva, antes de implementar las opciones de extracción²⁰ (Figura 24-4).

Por último, los proveedores de TEMS deben considerar su capacidad de proveer cuidados durante el tránsito; por ejemplo, durante movimientos rápidos de la camilla a través de una zona de fuego nutrido, los proveedores de TEMS tal vez no puedan mantener la tracción manual de la mandíbula traumatizada. En este caso, puede ser prudente la inserción de una vía aérea antes del movimiento. El riesgo del tránsito o de transportar a una víctima a través de una zona potencial de fuego tiene relación con el tiempo que requiere atravesarla y los riesgos asociados tanto con la vía de tránsito como aquellos en que incurre la provisión de cuidados esenciales durante el traslado. Como con la mayoría de las decisiones en el ambiente táctico, son críticos la experiencia y el juicio.

Metodología de la evaluación rápida y remota (RAM)

La *metodología de evaluación rápida y remota (RAM)* se perfeccionó en el programa CONTOMS de la Uniformed Services University of the Health Sciences, el U.S. Department of Defense's Medical School.²⁰ El propósito principal de este algoritmo de evaluación es llevar al máximo la oportunidad de extraer y tratar a una víctima susceptible de salvarse, mientras se disminuye al mínimo el riesgo de los proveedores de TEMS por intentar un rescate innecesario, y el algoritmo es de aplicación máxima durante el cuidado bajo la fase de fuego de TCC. Los rescates innecesarios entran en dos categorías: aquellos en las que la víctima puede liberarse por sí misma y en los que ya está muerta (denominados de manera más apropiada "recuperación de un cuerpo"). El RAM provee un abordaje organizado para evaluar la totalidad de las circunstancias desde una posición protegida, antes de recomendar al comandante un intento de rescate.

El primer paso en la realización de un RAM es determinar si el área está segura. Si así ocurre, es apropiado el cuidado estándar de SMU después de asegurar que la víctima no puede dañar a los proveedores de TEMS. Si el área no está segura, utilice la inteligencia para determinar si la víctima es un atacante o representa una amenaza desde otros puntos de vista. Bajo tales circunstancias, no está indicada intervención médica adicional alguna hasta que se haya controlado la amenaza. Hacer lo contrario podría poner en riesgo la seguridad de los oficiales tácticos, proveedores de TEMS y sectores inocentes. Si no se considera que la víctima es un atacante, debería iniciarse una **evaluación remota** para intentar sopesar la naturaleza de la lesión y la estabilidad del estado general de la víctima.

La observación remota es la primera técnica empleada durante una evaluación a distancia, debido a que permite al proveedor de TEMS obtener información sin revelar su posición o intento a la fuerza hostil. La tecnología disponible en los equipos de SWAT puede mejorar la confiabilidad de esta evaluación. Por ejemplo, un buen par de binoculares con gafas de visión nocturna a menudo pueden ayudar a determinar si la víctima está respirando, la frecuencia y calidad de la ventilación, la presencia de hemorragia que ponga en riesgo la vida y la de lesiones incompatibles con ella. En el clima frío a menudo puede verse un penacho de condensación respiratoria proveniente de la boca de la víctima si está respirando. Puede desplegarse el equipo de vigilancia acústica, cuando esté disponible, para detectar palabras, gestos, gemidos e incluso ruidos respiratorios. La tecnología de imagen térmica ha mejorado en años recientes y puede considerarse para su aplicación en RAM.

Si la condición de la víctima parece estable, deben comunicarse instrucciones de autocuidado y aliento, de ser posible, y la extracción

médica debe esperar que mejore la situación táctica. El comandante puede elegir hacer una extracción táctica en cualquier momento, pero la situación táctica, no el estado médico estable de la víctima, debe motivar esta decisión. Si la víctima se encuentra inestable, el riesgo de extracción debe sopesarse con los beneficios del acceso inmediato a la atención médica. Aunque esta es una decisión del comandante, éste dependerá mucho en la evaluación del proveedor de TEMS del estado del paciente y la necesidad de su extracción inmediata. Si el cociente de riesgo-beneficio es en extremo alto, puede procederse a la extracción.

El abordaje sería entonces relativamente evidente, pero es importante contar con una estructura de decisión que impulse una buena evaluación antes de que la emoción supere a la razón y se imponga un riesgo por un rescate innecesario. La experiencia militar está llena de ejemplos de numerosas víctimas que se presentaron por tratar de recuperar un cuerpo e intentar rescatar a alguien que en un momento dado se levantó y corrió para cubrirse sin ayuda.²¹

Cuidados en el campo táctico (atención ante una amenaza indirecta)

Durante la fase **táctica de campo** pueden continuar las amenazas, pero no son directas e inmediatas. Por ejemplo, en el caso del oficial táctico caído en el patio frontal, se aplicarán los principios de atención en el campo táctico una vez que se haya retirado la víctima a un espacio cubierto adecuado (p. ej., una pared gruesa de ladrillo fuera de la vista del hombre armado) o eliminado la amenaza. Los niveles de amenaza varían de manera significativa en esta fase de la operación, lo que obliga a una respuesta médica flexible y fluida. El proveedor de TEMS debe ser capaz de analizar factores dinámicos, adquirir datos de forma rápida y sopesar con serenidad todas las decisiones médicas en términos de los riesgos para la víctima y el proveedor. En el escenario de TEMS, el ambiente relativamente seguro puede retornar a una situación de cuidado bajo el fuego en cualquier momento (Figura 24-5).



Figura 24-5 Cuidados en el campo táctico. Note la cubierta y el sellado del vehículo artillado en la parte alta de la foto.

Fuente: Cortesía de CPL Matt Cain, Ventura Police Department.

Figura 24-6 Seguridad en el escenario

Un operario armado (oficial de policía) con alteración del estado mental constituye un riesgo significativo para sí y otros individuos en la unidad. Los motivos para un estado mental alterado incluyen, pero sin limitarse a, shock, dolor, lesión traumática cerebral (como una conmoción), hipoxia y administración de analgésicos. Desarme de manera inmediata a cualquier víctima que experimente un estado mental alterado, incluyendo los sistemas de armas secundarias y dispositivos explosivos.¹⁵

Durante la atención en el campo táctico, cuando sea prácticamente apropiado, el cuidado debe incluir una evaluación rápida de traumatismos por la exposición y evaluación de todas las lesiones. Las intervenciones deben centrarse en la estabilización rápida de las principales causas de muerte traumática prevenible en el ambiente táctico: hemorragia susceptible de compresión, neumotórax a tensión, afección simple de la vía aérea e hipotermia.^{16,17}

Control de la hemorragia

El control de la hemorragia externa compresible durante la atención en el campo táctico es crítico. Una hemorragia externa susceptible de compresión puede, por lo general, controlarse con rapidez, y debe ser la prioridad más importante. Los torniquetes son el tratamiento ideal para las hemorragias de extremidad que ponen en riesgo la vida, cuando y donde sea posible su aplicación. Cualquier torniquete colocado en una extremidad durante la fase de atención bajo fuego deben reevaluarse para determinar la necesidad de su continuación. Si se determina que la hemorragia por la lesión no pone en riesgo la vida, se puede hacer la transición de un torniquete a un vendaje compresivo apropiado. Si la hemorragia pone en riesgo la vida, se colocará un torniquete de 5 a 8 cm arriba de la lesión, de forma directa sobre la piel y sin ninguna ropa, y retirar el más proximal. Debe colocarse tan apretado como sea posible, y retirar tanta cuerda de la cola como sea posible antes de que se anude el molinete. No deben darse más de tres vueltas (540 grados) al molinete para evitar deformar el chasis del dispositivo.²² En caso de que un torniquete no detenga la hemorragia, es aceptable y muy recomendable utilizar torniquetes adicionales a cada lado hasta que se controle la hemorragia, ya que esto provee compresión de la arteria sobre una zona más amplia.^{17,22}

Es importante señalar que después de aplicar un torniquete debe evaluarse el pulso distal para asegurar que se ha interrumpido el flujo sanguíneo arterial. No asegurar la ausencia de pulso arterial puede llevar al síndrome de compartimiento, ya que la sangre seguirá ingresando en la extremidad, pero no podrá salir. Todos los torniquetes deben reevaluarse de manera sistemática, en especial después de recolocar, cambiar de posición o transportar al paciente.

En la actualidad hay muchos apósitos hemostáticos disponibles en el mercado para las hemorragias compresibles en localizaciones no susceptibles de la aplicación de un torniquete. Estos agentes han mostrado potencial significativo en laboratorios de investigación militar y en el combate.²⁸ Sin embargo, debe tenerse precaución

cuando se use algún agente en polvo o granulado, ya que se ha demostrado que causan lesiones térmicas, embolias por cuerpo extraño y toxicidad endotelial (revestimiento de los vasos sanguíneos).²⁴ Como resultado, se recomienda usar una gasa impregnada en un agente hemostático empaquetable para heridas en zonas de transición (p. ej., cuello, axila e ingle) que no son susceptibles de la colocación de un torniquete. El uso de agentes hemostáticos debe aprobarse con antelación por el director médico de la unidad.

Tratamiento respiratorio

Reviste especial importancia el control de los traumatismos contusos y penetrantes del tórax para los proveedores de TEMS, que en particular deben ser diestros para tratar las heridas penetrantes de tórax y neumotórax a tensión. Cubra toda herida abierta del tronco, con aspiración, con un vendaje oclusivo desde la parte inferior del cuello hasta el ombligo: para ello se dispone de numerosos materiales para su uso improvisado, así como sellos torácicos comerciales, muchos con excelentes propiedades adhesivas. Se prefieren los sellos de tórax ventilados, pero cuando no estén disponibles, se puede utilizar cualquier apósito que selle la herida. La víctima debe colocarse en una posición cómoda cuando se aplique el vendaje, y vigilarla durante el desarrollo de un neumotórax a tensión, que debe tratarse como se describe a continuación.¹⁷

En una víctima con un traumatismo penetrante de tórax e insuficiencia respiratoria progresiva es razonable suponer la presencia de un neumotórax a tensión y realizar una descompresión con aguja (en el lado del traumatismo penetrante) a fin de estabilizar al paciente.²⁵ No confíe en datos como la desviación traqueal o la distensión de la vena yugular, ya que estos signos son tardíos y no siempre están presentes en un neumotórax a tensión temprano, o que puede ser difícil de detectar en el contexto táctico. Incluso el estándar ideal de determinar la ausencia de ruidos respiratorios tal vez no sea posible en muchos ambientes tácticos; la insuficiencia respiratoria creciente en presencia de un traumatismo torácico penetrante es suficiente para justificar la realización de una descompresión con aguja (figura 24-7).

Trate un neumotórax a tensión mediante la inserción de una aguja larga de calibre 14 (o mayor), de 8 cm de longitud, con catéter, en el segundo espacio intercostal de la víctima sobre la línea media clavicular. Asegúrese que la aguja ingrese a la pared del tórax en ubicación lateral a la línea mamilar y que no se dirija al corazón. Una víctima con traumatismo penetrante de tórax, incluso cuando no hay neumotórax a tensión, por lo general tendrá algún grado de neumotórax, resultante de la lesión primaria. El traumatismo adicional causado por una aguja de descompresión no empeorará el estado

Figura 24-7 Determinar la necesidad de descompresión con aguja

En un herido con traumatismo de tórax penetrante y empeoramiento progresivo de dificultad respiratoria, es razonable suponer la probabilidad de neumotórax a tensión y realizar una descompresión con aguja (en el sitio de traumatismo penetrante).

general en la víctima en ausencia de un neumotórax a tensión. Se confirma la descompresión exitosa por mejoría en el estado respiratorio de la víctima y si las condiciones lo permiten, al escuchar un soplo de aire a través de la aguja de descompresión conforme se alivia la presión dentro del tórax.

Después de su colocación, retire la aguja y deje introducido el catéter hasta el mandril en la víctima. El proveedor de TEMS debe vigilar a la víctima después del procedimiento para asegurar que no se haya desalojado el catéter u obstruido con un coágulo sanguíneo y que no hayan retornado los síntomas de insuficiencia respiratoria. Si dichos síntomas vuelven a aparecer o el catéter se obstruye o desaloja, irríguelo o realice una segunda descompresión con la aguja, junto a la primera.¹⁷ Después de realizar la descompresión con la aguja, es importante la documentación apropiada de las indicaciones para el procedimiento, ya que la víctima requerirá una sonda torácica o intervenciones adicionales subsiguientes.

Tratamiento de la vía aérea

El tratamiento de la vía aérea durante esta fase de la atención es apropiada si la víctima muestra signos de obstrucción inminente o colapso cardiovascular. El impulso respiratorio es uno de los reflejos humanos más primitivos. Por lo tanto, según sea factible desde el punto de vista táctico, debe permitirse a la víctima consciente asumir una posición cómoda. En una víctima inconsciente, con o sin signos de afección de la vía aérea, se recomienda la tracción mandibular, seguida poco después por una vía aérea nasofaríngea (VAN) como opción ideal. Después de intentar la VAN, coloque a la víctima en posición de recuperación para mantener la vía aérea abierta y prevenir la aspiración de secreciones (Figura 24-8). Si ocurre obstrucción de la vía aérea o persiste a pesar del uso de una VAN, un proveedor de TEMS entrenado de forma apropiada puede considerar insertar una sonda endotraqueal o un dispositivo de vía aérea supraglótico conforme la situación táctica lo permita. Estos dispositivos no son bien tolerados, a menos que la víctima esté **obnubilada**.



Figura 24-8 Paciente colocado en posición de recuperación.

Fuente: © Cordelia Molloy/Science Photo Library/Science Source.

En algunos casos puede estar indicada una cricotiroidotomía quirúrgica. Las víctimas con afección de la vía aérea por traumatismo maxilofacial o quemaduras por inhalación a menudo justifican una cricotiroidotomía como procedimiento ideal para tratar la vía aérea.^{6,17,26} Obviamente, esto requiere un programa de entrenamiento formal y un análisis de riesgo por el director médico de TEMS. La situación táctica puede hacer necesarias las operaciones en ambientes con poca luz y restricción significativa del movimiento; por lo tanto, es crítico un entrenamiento en un ámbito real apropiado.

Hipotermia

La hipotermia en pacientes traumatizados da lugar a la inhibición de la cascada de la coagulación, lo que exacerba el problema de una hemorragia. Los pacientes con trauma están en alto riesgo de hipotermia, que puede ocurrir independientemente de la temperatura ambiental. Mientras más tiempo esté expuesto una paciente al ambiente durante el tratamiento y la evacuación, en especial en condiciones de humedad, mayor probabilidad habrá de la aparición de hipotermia.^{27,28} El proveedor de TEMS debe disminuir al mínimo la exposición de la víctima a los elementos. Siempre que sea posible, sustituya o retire cualquier ropa húmeda o llena de sangre. Utilice cualquier método disponible para mantener a la víctima caliente, como cobertores secos, chalecos, bolsas de dormir, etc. Si es práctico, mantenga toda vestimenta de protección sobre la víctima después de asegurar que se han tratado todas las lesiones, ya que ésta brindará protección en caso de que aparezca nuevamente fuego hostil.

Acceso vascular

Muchos estudios muestran ahora el beneficio de la reanimación por hipotensión (“equilibrada en pacientes de traumatología”) (véase el Capítulo 9, Shock, para una discusión detallada).^{29,30} De manera acorde, es aceptable el acceso intravenoso (IV) diferido en ciertos escenarios tácticos. Obtenga acceso IV durante la fase de atención en el campo táctico, si está indicado desde el punto de vista médico. Si bien en el entrenamiento de traumatología usual se instruye para iniciar con dos catéteres IV de gran calibre (14 o 16), se prefiere el uso de uno solo de calibre 18 en el contexto táctico, que es adecuado para la rápida administración de soluciones para reanimación y medicamentos, ya que es más fácil de insertar y permite conservar las provisiones disponibles en una bolsa de auxilio médico. No debe intentarse una venoclisis en una extremidad que pueda tener una herida grave y proximal al sitio de inserción del catéter. Se recomienda el uso de un sistema IV “reforzado” si la víctima tiene que transportarse a cierta distancia antes de entregarse al SMU convencional.

Si la víctima requiere reanimación con líquidos o medicamentos IV y no se puede obtener el acceso intravenoso, una alternativa es el acceso intraóseo (IO) con la autorización del director médico de TEMS. Se dispone de dispositivos de IO para uso en el esternón y las extremidades, en ausencia de una lesión significativa del sitio seleccionado. Como con las intervenciones médicas más avanzadas, este procedimiento requerirá un programa de entrenamiento sólido que inspire confianza y competencia al proveedor de TEMS. Si bien los militares prefieren el abordaje esternal de IO para lesiones masivas

de la extremidad pélvica que ocurren con dispositivos explosivos caseros, en el ambiente civil de TEMS estos tipos de patrón de lesión son raros. Por lo tanto, puede ser apropiado usar el abordaje tibial para el establecimiento de la línea IO. En tanto se pueda usar el segmento proximal del húmero, se ha observado que, durante el movimiento de la víctima en el ambiente táctico, la localización del dispositivo IO en la parte más ancha del cuerpo puede causar su desalojo inadvertido de manera fácil.

Con base en los protocolos de reanimación de la hipotensión actualmente aceptados, la administración de soluciones debe reservarse para las víctimas que experimentan shock hemorrágico, como indica la alteración del estado mental en ausencia de lesión cefálica y un pulso radial débil o ausente. Estos datos son índice de una tensión arterial sistólica aproximada menor de 80 mm Hg (o la ausencia del pulso radial), que justifica la administración de soluciones.^{17,26}

La selección de la solución para reanimación depende en gran parte del protocolo y las preferencias locales. Suelen usarse soluciones cristaloides salina normal y de Ringer lactato para el paciente de traumatología. Los militares estadounidenses prefieren el hetaalmidón al 6% como solución para reanimación recomendada. Los militares prefieren hetaalmidón respecto de las soluciones cristaloides estándar porque una bolsa de 500 mL es fisiológicamente equivalente a tres bolsas de 1000 mL de solución de Ringer lactato, pesa 2.75 kg menos que la cantidad equivalente de solución cristaloides y se mantiene en el espacio intravascular durante al menos 8 h. Se administra hetaalmidón con una carga inicial de 500 mL IV, y si después de 30 min el paciente no tiene un pulso radial palpable o persiste su alteración mental en ausencia de lesión cefálica, se administra una segunda carga de la misma cantidad.

Consideraciones adicionales

Las intervenciones convencionales usuales de SMU pueden ser inapropiadas en la situación táctica, en particular la inmovilización de la columna cervical y RCP. La inmovilización de la columna cervical es una intervención que consume tiempo, con relativamente poco valor ante los traumatismos penetrantes.^{31,32} Un equipo de dos paramédicos experimentados requiere en promedio 5.5 min para realizar de manera apropiada la inmovilización de la columna cervical. Este retraso temporal y la exposición pueden ser ominosos, no sólo para una víctima sino también para los proveedores de TEMS. De acuerdo con esto, si la amenaza de una lesión adicional rebasa al riesgo de lesión raquídea, se puede diferir la inmovilización de la columna cervical. No obstante, las lesiones contusas por caídas o colisiones de vehículos motrices es una excepción de alto riesgo y justifica la consideración de la inmovilización de la columna cervical si la situación táctica lo permite.

La RCP provee poco beneficio ante un paro cardiopulmonar traumático y aumenta la exposición de quien responde.³³ De lo anterior se deduce que la RCP tiene una utilidad muy limitada en la respuesta médica táctica, por lo que su consideración debería reservarse para víctimas de casi ahogamiento, electrocución, hipotermia y algunas exposiciones tóxicas.

El menor énfasis en la inmovilización de la columna cervical, la RCP y el acceso IV en ambos, la atención bajo el fuego y las fases de cuidados en el campo táctico, ilustran algunas de las distinciones entre el TEMS y el SMU convencional. No se pretende que estos ejemplen sustituyan al juicio clínico del proveedor de TEMS.

Cuidados de la evacuación táctica (atención en la evacuación)

Los cuidados de la evacuación táctica se proveen en la zona operativa segura, fuera de perímetro externo, y corresponde a una de riesgo relativamente bajo. El perímetro externo aísla el incidente y, por lo general, es manejado por personal convencional de policías de patrulla, con la misión primaria de control de lesionado, aislamiento del suceso y seguridad del público en general. Durante la fase de cuidados de evacuación táctica, la atención médica continúa durante el transporte hasta el centro de traumatología receptor. Esta atención simula mucho la del SMU convencional de paciente traumático, y puede incluir el transporte de la víctima en una ambulancia o el uso de vehículos de urgencia alternativos, como uno artillado (Figura 24-9). La atención en esta fase depende de la situación y se basa en los procedimientos de equipo de operación estándar y las decisiones del director de incidentes, a cuyo criterio, y según sea necesario, se puede establecer un control médico fuera del alcance de las armas del o de los atacantes, y en esta zona pueden organizarse recursos médicos adicionales del SMU.

En caso de usar vehículos de urgencia alternativos en el incidente para transportar a las víctimas, deben ensayarse de manera concienzuda los procedimientos operativos estándar para incluir la participación de los miembros del equipo que no tienen entrenamiento médico. Asimismo, podría organizarse el equipo médico



Figura 24-9 Vehículo de cuidado táctico de evacuación no estándar. Source: Cortesía de Commander Al Davis, Ventura Police Department.

adicional en estos vehículos y todos los miembros deberían ser objeto de entrenamiento cruzado para el tratamiento de las cuatro causas prevenibles de muerte mediante la aplicación de intervenciones que salvan la vida, como torniquetes, VAN y sellos de agua en el tórax, así como la prevención de la hipotermia.

Incluso en una zona considerada segura, todos los que responden a una urgencia deben mantenerse vigilantes. Las operaciones tácticas son complejas y dinámicas. Durante los disparos de la preparatoria Columbine en 1999, los asaltantes hicieron diana en quienes respondieron a la urgencia, colocando bombas caseras y dispositivos explosivos improvisados. Afortunadamente, el atacante con disparos en el cine Aurora de Colorado en 2012 preparó y colocó los explosivos en su departamento. Tales dispositivos incluyeron cables detonadores y trampas cazabobos con material inflamable capaz de matar a los oficiales que arribaron al escenario y de destruir el edificio. Todos estos dispositivos fueron manejados por personal diestro de aplicación de la ley sin que ocurrieran lesiones.

El FBI ha comunicado varios incidentes de emboscadas intencionales del personal de aplicación de la ley. Además, ha habido manuales de entrenamiento terrorista que detallan operaciones de manera explícita donde el sospechoso usa barricadas para atraer al personal de aplicación de la ley al escenario a fin de emboscarlo. La diligencia y la alerta situacional son las piedras angulares de las operaciones seguras de respuesta de los oficiales de policía y proveedores de TEMS.

Incidentes con víctimas masivas

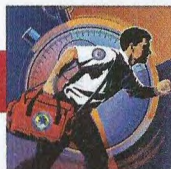
Los incidentes con víctimas masivas (IVM) que involucran disparadores activos son cada vez más frecuentes y constituyen un ambiente complejo de colaboración entre agentes. Los proveedores de TEMS tienen una intervención única en estos sucesos de IVM.

En primer lugar, los equipos de TEMS tienden a conectarse con la policía y los departamentos de bomberos y/o sistemas de SMU. En segundo lugar, los proveedores de TEMS están acostumbrados a trabajar en ambientes caóticos, peligrosos y con escasos recursos. En tercer lugar, los proveedores de TEMS tienen amplia experiencia en la utilización de diversos medios de comunicación, simulacros de acción inmediata y planeación de misiones. Por último, los sucesos de IVM son cada vez más peligrosos y potencialmente violentos, de los que un ejemplo trágico es el de los disparos en la escuela primaria de Newtown, Connecticut. Los proveedores de TEMS son piezas médicas clave en un sistema coordinado de respuesta de IVM.³⁴

Inteligencia médica

Parte de la participación del proveedor de TEMS es buscar y mantener la inteligencia y la planeación médicas. En equipos locales y regionales, el proveedor de TEMS debe tener un conocimiento profundo de los sistemas de SMU y traumatología locales. Este conocimiento permitirá al proveedor de TEMS tomar las decisiones apropiadas acerca de los cuidados de evacuación y el destino del paciente si se convierte en víctima en la misión. Los equipos de TEMS que actúan de manera remota en áreas desconocidas, como las localidades en espacios naturales, tendrán que conducirse con una planeación médica mucho más profunda para estructurar un plan de evacuación operacional.

La participación de las plataformas de evacuación aeromédicas en TEMS puede ser de gran utilidad. Sin embargo, el proveedor de TEMS debe vigilar de forma constante la disponibilidad de los recursos aeromédicos dedicados. Además, la respuesta de una plataforma de evacuación aeromédica a una situación táctica debe incluir brindar seguridad de manera apropiada, a menos que la unidad aeromédica se encuentre bajo fuego hostil.



Resumen

- En general, los principios de la atención médica en el ambiente táctico son los mismos a los que están acostumbrados los proveedores de atención prehospitalaria.
- La austeridad y el peligro del ambiente operativo requieren que se sopesen el beneficio de cada intervención médica con los riesgos inherentes a su provisión. Esto requiere un conjunto único de destrezas en la toma de decisiones.
- El proveedor de TEMS requiere sopesar de forma constante el beneficio de una intervención particular con los riesgos especiales inherentes a su realización en este ambiente.
- Las tres fases de atención en la situación táctica son:
 - Cuidados bajo fuego activo (atención bajo amenaza directa): la atención médica que se provee bajo fuego hostil o en una situación activamente peligrosa.
 - Cuidados en el campo táctico (cuidados de amenaza indirecta): la atención médica que se provee una vez que se ha eliminado o controlado el riesgo inmediato, con el conocimiento de que la situación pudiese revertirse a un cuidado bajo el fuego.
 - Cuidados de evacuación táctica (atención de evacuación): cuidados médicos que se proveen una vez que se considera segura la situación, muy similares a los de una llamada al SMU estándar civil.
- La búsqueda de inteligencia médica permite al proveedor de TEMS conocer el ambiente, la geografía y los recursos disponibles en el área donde se realizará la operación táctica.

RECAPITULACIÓN DEL ESCENARIO

Su agencia de servicios de urgencia médicos (SMU) provee cobertura para el equipo de armas y tácticas especiales (SWAT) local y cuenta con un programa riguroso de entrenamiento integrado con la policía local. Se llama a su equipo para respaldo médico de urgencia táctica (TEMS) para un servicio judicial de alto riesgo apenas antes del amanecer en una mañana fría de invierno. Mientras usted se prepara para el ingreso, dos oficiales de SWAT cruzan el patio del sospechoso y se acercan a la casa para prepararse a tirar la puerta. Desde la ventana frontal se escuchan disparos que hieren a los oficiales de SWAT. Un oficial de SWAT cae en el camino a la puerta de la casa del sospechoso. El segundo cae cerca de una pared divisoria baja de ladrillo. Un oficial de patrulla parado junto a usted grita: "¡Necesitamos detenerlos. Adelante!" Usted sujeta al oficial de la patrulla por el brazo y busca al comandante de SWAT.

- ¿Cuáles deberían ser sus acciones?
- ¿Cómo evaluaría y trataría usted a los oficiales de SWAT caídos, dado el peligro del escenario?

SOLUCIÓN AL ESCENARIO

El comandante de SWAT le ordena utilizar su metodología de evaluación remota y rápida (RAM) para determinar la utilidad de un esfuerzo de rescate. Usted usa sus binoculares y el dispositivo acústico del equipo SWAT para explorar a los dos oficiales caídos. El primero, que yace en el pasillo hacia la puerta de la casa del hombre armado, no muestra movimiento torácico o signos de condensación cerca de la boca. A pesar de las llamadas de sus oficiales compañeros, usted no puede detectar una respuesta en el dispositivo acústico.

El segundo oficial se ha colocado detrás de una pared baja de ladrillos. Usted puede visualizar pérdida sanguínea en la parte baja de su muslo. Por fortuna, usted ha dirigido un entrenamiento médico táctico amplio a los oficiales. Se comunica con ellos mediante un radio seguro del equipo y los instruye para aplicar un torniquete con grosor de dos dedos por arriba de la herida. El oficial asegura el dispositivo y le comunica que no tiene más lesiones.

Con base en su recomendación y la evaluación de la amenaza, el comandante de SWAT decide no realizar un rescate de alto riesgo del oficial que no muestra signos de vida. Usted se mantiene en contacto con el segundo oficial lesionado, en tanto se hacen las negociaciones para convencer al sospechoso de rendirse. Usted entra en contacto con el centro de traumatología local e informa del potencial ingreso de una víctima. Treinta minutos después, el sospechoso se rinde y queda bajo custodia. Su equipo traslada a la víctima al hospital local, donde se somete a una intervención vascular que salva su pierna, y también su vida.

Referencias

- Rinnert KJ, Hall WL. Tactical emergency medical support. *Emerg Med Clin N Am.* 2002;20:929-952.
- Federal Bureau Investigation. Uniform crime reports. <http://www.fbi.gov/about-us/cjis/ucr/leoka/2012/leoka-home> Acceso en enero 20, 2014.
- National Tactical Officers Association. Position statement on the inclusion of physicians in tactical law enforcement operations. <http://ntoa.org/site/tems/tems-position-statement.html>. Acceso en enero 20, 2014.
- Heck JJ, Pierluisi G. Law enforcement special operations and medical support. *Prehosp Emerg Care.* 2001;5:403-406.
- American College of Emergency Physicians. Policy statement on tactical emergency medical support. *Ann Emerg Med.* 2005;45:108.
- McSwain NE, Salomone JP, Pons PT, eds. *Prehospital Trauma Life Support Manual.* 7th ed. St. Louis, MO: Mosby; 2011.
- Callaway DW, Reed S, Shapiro G, et al. The Committee for Tactical Emergency Care (C-TECC): evolution and application of TCCC guidelines to civilian high threat medicine. *J Special Operations Med.* 2011;11:2.
- Callaway DW. Personal communication, 2012.
- Massachusetts Department of Public Health. *Emergency Medical Services Pre-hospital Treatment Protocols.* Version 7.02, Appendix U. <http://www.harwichfire.com/Forms/OEMS702.pdf>. Acceso en enero 20, 2014.
- Campbell JP, Gratton MC, Salomone JA III, et al. Ambulance arrival to patient contact: the hidden component of prehospital response time intervals. *Ann Emerg Med.* 1993;22:1254.
- Kanable R. Peak performance: well-trained tactical medics can help the team perform at its best. *Law Enforcement Tech.* August 1999.
- Cooke, MC. How much to do at the accident scene? *BMJ.* 1999;319:1150.
- Jagoda A, Pietrzek M, Hazen S, et al. Prehospital care and the military. *Mil Med.* 1992;157:11.
- Bellamy RF. The causes of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research. *Mil Med.* 1984;149:55.
- Callaway DW. Tactical emergency services. In: Hogan DE, Burstein JL, eds. *Disaster Medicine.* 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Williams; 2007.
- Gerold KB, Gibbons M, McKay S. The relevance of Tactical Combat Casualty Care (TCCC) guidelines to civilian law enforcement operations. National Tactical Officers TEMS Overview. http://ntoa.org/site/images/stories/tccc_guidelines_ntoa.pdf. Updated November 1, 2009. Acceso en enero 20, 2014.
- Parsons, DL, Mott JC. *Tactical Combat Casualty Care Handbook: Observations, Insights, and Lessons.* Fort Leavenworth, KS: Center for Army Lessons Learned; 2012.
- Kragh JF, Walters TJ, Baer DG, et al. Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. *Ann Surg.* 2009;249(1):1-7.
- McKay S, Hoyne S. High threat immediate extraction: The Immediate Reaction Team (IRT) model. *The Tactical Edge*; Spring 2007: 50-54.
- Callaway DW. Emergency medical services in disasters. In: Hogan DE, Burstein JL, eds. *Disaster Medicine.* 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Williams; 2007:127-139.
- Cloonan C. In: *Proceedings of the Third International Conference on Tactical Emergency Medical Support.* Bethesda, MD: Uniformed Services University of the Health Sciences; 1999.
- Kragh JF, O'Neill ML, Walters TJ, et al. The military emergency tourniquet program's lessons learned with devices and designs. *Mil Med.* 2011;176:10, 1144.
- Kheirabadi BS, Scherer MR, Scot EJ, et al. Determination of efficacy of new hemostatic dressings in a model of extremity arterial hemorrhage in swine. *J Trauma Acute Care Surg.* 2009;67(3):450-459.
- Kheirabadi BS, Edens JW, Terrazas IB, et al. Comparison of new hemostatic granules/powders with currently deployed hemostatic products in a lethal model of extremity arterial hemorrhage in swine. *J Trauma.* 2009;66(2):316-326; discussion 327-328.
- Tien HC, Jung V, Rizoli SB, et al. An evaluation of tactical combat casualty care interventions in a combat environment. *J Am Coll Surg.* 2008;207(2):174-178.
- Butler FK Jr, Hagmann J, Butler EG. Tactical combat casualty care in special operations. *Mil Med.* 1996;161(suppl):3-16.
- McKeague AL. Evaluation of patient active warming systems. Military Health System Research Symposium, Tactical Combat Casualty Care breakout session. Ft. Lauderdale, FL. August 2012.
- Allen PB, Salyer SW, Dubick MA, et al. Preventing hypothermia: comparison of current devices used by the U.S. Army in an in vitro warmed fluid model. *J Trauma.* 2010;69(1):S154-S161.
- Revell M, Greaves I, Porter K. Endpoints for fluid resuscitation in hemorrhagic shock. *J Trauma.* 2003;54(5 suppl):S63-S67.
- Morrison CA, Carrick MM, Norman MA, et al. Hypotensive resuscitation strategy reduces transfusion requirements and severe post-operative coagulopathy in trauma patients with hemorrhagic shock: preliminary results of a randomized controlled trial. *J Trauma.* 2011;70(3):652-663.
- Rasumoff D, Carmona R. Suggested guidelines for TEMS policy and SOP. *Tactical Edge J.* 1999;summer:95-96.
- Arishita GI, Vayer JS, Bellamy RF. Cervical spine immobilization of penetrating neck wounds in a hostile environment. *J Trauma.* 1989;29:332-337.
- Rosemary AS, Norris PA, Olson SM, et al. Prehospital traumatic cardiac arrest: the cost of futility. *J Trauma.* 1998;38:468-474.
- Tang N, Kelen GD. Role of tactical EMS in support of public safety and the public health response to a hostile mass casualty incident. *Disaster Med Public Health Prep.* 2007;1(1 suppl): S55-S56.

Lecturas sugeridas

National Association of Emergency Medical Technicians. *PHTLS: Prehospital Trauma Life Support.* Military 8th ed. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning; 2015.

DESTREZAS ESPECÍFICAS

Venoclisis reforzada

Principio: insertar y asegurar un catéter intravenoso (IV) cuando se tiene que mover, transportar y trasladar de forma por una cierta distancia a un paciente de traumatología.

Cuando se tiene que movilizar, transportar o trasladar de forma manual a un paciente de traumatología por una cierta distancia, los catéteres IV colocados a menudo se desalojan en el esfuerzo. Los militares de EUA desarrollaron un método para el inicio y el aseguramiento de catéteres IV que permite ese tipo de movimientos sin perder el acceso intravenoso. La destreza demostrada ha sido modificada a partir de los militares para su aplicación por los civiles.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografías por Darren Stahlman.

- 1** El operador de TEMS logra el acceso IV de acuerdo con el procedimiento usual utilizando un catéter IV de calibre 18 o 16.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografías por Darren Stahlman.

- 2** El operador de TEMS acopla un mandril de solución salina al catéter IV.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografías por Darren Stahlman.

- 3** El operador de TEMS cubre completamente el catéter IV y receptáculo de solución con una película de cobertura de herida transparente (p. ej., Tegaderm).



© Jones & Bartlett Learning. Fotografías por Darren Stahlman.

- 4** El operador de TEMS irriga el receptáculo de solución con 5 mL de solución salina normal por punción directa a través de la película y el tapón de hule.

Venoclisis reforzada (continuación)



© Jones & Bartlett Learning. Fotografías por Darren Stahlman.

5 El operador de TEMS inserta un segundo catéter IV (calibre 18) directamente a través de la película de cobertura y el tapón de hule del receptáculo de solución salina, y administra soluciones y medicamentos a través de éste.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografías por Darren Stahlman.

6 El operador de TEMS asegura el segundo catéter y adosa la línea IV al brazo con la aplicación circunferencial de un dispositivo de velcro o cinta.



© Jones & Bartlett Learning. Fotografías por Darren Stahlman.

7 Cuando se tiene que movilizar al paciente traumatizado, se retiran el dispositivo o cinta de aseguramiento, la línea IV y el segundo catéter. El catéter primario y el tapón del receptáculo de solución salina se mantienen en su lugar, lo que asegura así un acceso rápido IV una vez que haya concluido el traslado del paciente.

Glosario

ABD Abreviatura para "army battle dressing", nombre con el que se conocen los vendajes de gasa de malla gruesa (Pads ABD).

abuso La imposición intencional de lesión, confinamiento irracional, intimidación o castigo cruel que resulta en daño o dolor físico o psicológico, o la obstaculización de los servicios que prevendrían estos daños.

acetilcolina Producto químico que funciona como neurotransmisor, liberado al final de las neuronas para transmitir un impulso al sistema nervioso.

ácido Sustancia química con pH inferior a 7 y con capacidad para neutralizar un álcali.

ácido fluorhídrico Un tipo de ácido; la exposición a incluso pequeñas cantidades puede poner en peligro la vida y la reducción de los niveles séricos de calcio y arritmias cardíacas.

acidosis Acumulación de ácidos y reducción del pH en la sangre.

acidosis hiperclorémica Un tipo de acidosis metabólica (disminución en el pH de la sangre) asociado con aumento de la cantidad de ion cloruro en la sangre; es posible que resulte de la administración de grandes cantidades de solución salina normal.

aclimatación al calor Un proceso de aumento de la tolerancia a la exposición al calor.

actividad eléctrica sin pulso Una condición caracterizada por actividad eléctrica organizada en supervisión cardíaca sin pulso palpable asociado.

acuoso Un sistema a base de agua o en el cual el agua funge como solvente.

aerosol Las partículas sólidas y líquidas que se encuentran suspendidas en el aire.

agente biológico Una bacteria, el virus o la toxina que puede utilizarse como arma de destrucción masiva.

agente de control de disturbios Agente químico utilizado para desactivar rápida y brevemente a aquellos expuestos por

causar irritación en la piel, las membranas mucosas, los pulmones y los ojos.

agente vesicante Una sustancia química que crea lesiones parecidas a las quemaduras; utilizada como arma de destrucción masiva.

agujero intervertebral Un agujero a través del cual pasan los nervios en la cara lateral e inferior de las vértebras.

ahogamiento Dificultades respiratorias de sumersión/inmersión en líquido; es posible que suceda sin resultados fatales.

algoritmo de triage START Un método de evaluación de los pacientes y la asignación de prioridad para el tratamiento y la transportación durante el incidente masivo de víctimas; involucra evaluar el estado respiratorio, de perfusión y mental del paciente.

altitud elevada Una elevación por encima de 1500 a 3500 metros (5000 a 11480 pies).

altitud extrema Elevaciones mayores a 5500 metros (18045 pies).

altitud muy elevada Niveles de elevación entre 3500 a 5500 metros (11480 a 18045 pies).

alto explosivo Tipo de explosivo diseñado para detonarse y liberar su energía con mucha rapidez; capaz de producir una onda de choque, o fenómeno de sobrepresión, que puede causar la lesión de ráfaga primaria.

alvéolos Los sacos terminales de aire de las vías aéreas en donde el sistema respiratorio se encuentra con el sistema circulatorio y ocurre el intercambio de gases.

ambiente austero Una situación en la cual los recursos, suministros, equipamiento, personal, transporte y otros aspectos de los ambientes físico, político, social y económico se encuentran extremadamente limitados.

ámbito de control En un sistema de comando de incidentes, el número de subordinados que reportan a un supervisor en cualquier nivel dentro de la organización de respuesta; en la mayor parte de las situaciones, es posible

que una persona supervise de manera eficaz sólo a de tres a siete personas o recursos.

anastomosis Una conexión entre dos estructuras como dos vasos sanguíneos o del intestino adyacente.

anhidrosis La ausencia de sudoración.

anillo pélvico La forma redonda que comprende la pelvis; de fleon, isquion y pubis, sacro y cóccix; también se conoce como faja pélvica.

anisocoria Inequidad en el tamaño de las pupilas.

antecedente Suceso que aconteció antes en el tiempo.

años potenciales de vida perdidos (APVP) Una estimación del impacto de una lesión que se calcula restando la edad a la muerte desde una edad fija del grupo de estudio, por lo general 65 a 70 años o la esperanza de vida del grupo.

aortografía Un estudio de rayos X de la aorta en el cual un medio de contraste radio-opaco se inyecta en el sistema circulatorio para mostrar la aorta.

aparatos autónomos de respiración bajo el agua (SCUBA) Un dispositivo de respiración portátil para su uso bajo el agua, que consiste de una máscara con tubos de conexión a un tanque de aire comprimido.

apnea La ausencia de respiración.

apófisis espinosa La estructura similar a una cola sobre la región posterior de las vértebras.

apófisis transversa Una protuberancia a cada lado de las vértebras cerca de los bordes laterales.

aponeurosis epicraneal Una gruesa capa resistente de tejido debajo del cuero cabelludo que cubre el cráneo.

apoptosis Un proceso de muerte celular en el que una serie programada de acontecimientos conduce a la muerte de una célula sin causar inflamación.

aporte de oxígeno El proceso de transferencia de oxígeno desde la atmósfera a los glóbulos rojos de la sangre (eritrocitos) durante la ventilación y el transporte de estos

eritrocitos a los tejidos a través del sistema cardiovascular.

aprendizaje independiente Estudiar por cuenta propia.

arcos neurales Dos lados curvados de las vértebras.

área de montaje Un área predeterminada donde los recursos, el equipo y el personal pueden estar situados de manera segura y listos para la asignación.

arma de destrucción masiva Un producto químico, el agente biológico, radiológico, o explosivo diseñado para causar daño significativo y un gran número de víctimas.

asfixia traumática Lesiones contundentes por aplastamiento en el pecho y el abdomen con aumento notable en la presión intravascular, causando la rotura de tubos capilares; se caracteriza por coloración púrpura de la piel en la parte superior del torso y la cara junto con petequias en la piel.

atelectasia Colapso de los alvéolos o parte del pulmón.

atención bajo fuego Una fase de cuidado táctico a víctimas; se refiere a la asistencia médica limitada que se puede proporcionar a una víctima de trauma en una situación hostil, como un incidente de disparos activo; también se refiere a la Atención de Amenazas Directas.

atención táctica de evacuación La fase de cuidado en atención táctica de víctimas en la cual se proporciona asistencia médica una vez que la amenaza o el riesgo han sido dirigidos, de manera similar a una situación de SMU; también es conocida como cuidado de evacuación.

atención táctica de víctimas (TCC) La asistencia médica de urgencia proporcionada en situación de peligro o táctica.

aterosclerosis Un estrechamiento de los vasos sanguíneos; una condición en la cual la capa interna de la pared arterial se engrosa debido a que los depósitos de grasa aumentan dentro de la arteria.

atlas La primera vértebra cervical (C1); el cráneo descansa sobre ésta.

atropina Un producto químico que inhibe de manera eficaz el efecto de la acetilcolina en las terminaciones nerviosas parasimpáticas; fármaco anticolinérgico; se utiliza para tratar a los pacientes con envenenamiento por agente de nervio.

autoayuda La provisión de atención médica proporcionada a sí mismo luego de presentar una lesión.

autonomía El derecho de un paciente competente adulto de dirigir su propia asistencia médica libre de interferencia o intimidación.

autorregulación El proceso biológico de descubrir cambio dentro del sistema y adaptarse para éste; en el sistema circulatorio, el proceso de mantener un flujo sanguíneo constante como cambio de la tensión arterial.

axis La segunda vértebra cervical (C2); su forma permite el amplio rango posible de rotación de la cabeza. También, una línea imaginaria que pasa a través del centro del cuerpo.

bajo explosivo Un tipo de explosivo que cambia relativamente de estado de sólido o líquido a estado gaseoso (en una acción más característica de la combustión que de la detonación); debido a que liberan su energía mucho más lentamente, estos explosivos no producen sobrepresión de ráfaga.

barorreceptor Una terminación nerviosa sensitiva que es estimulada por los cambios en la tensión sanguínea. Los barorreceptores se encuentran en las aurículas del corazón, vena cava, arco aórtico y seno carotideo.

barotrauma Lesión a los órganos que contienen aire que resulta de un cambio en la presión del aire.

base Un producto químico con pH superior a 7; se disuelve en agua y libera iones de hidróxido o acepta iones de hidrógeno; provoca necrosis de licuefacción de tejido.

beneficencia Un término ético que denota "hacer el bien"; requiere que los

proveedores de atención prehospitalaria actúen de manera que maximicen las ventajas y reduzcan al mínimo los riesgos del paciente.

bóveda craneal El espacio dentro del cráneo.

bradipnea Frecuencia respiratoria atípicamente lenta; por lo general menor a 12 respiraciones por minuto.

bronquiolos Las divisiones más pequeñas de los tubos bronquiales.

calor tetania Condición rara y autolimitada, resultado de la hiperventilación por la exposición aguda a condiciones de calor cortas intensas.

capa subcutánea (o hipodermis) Capa de la piel justo debajo de la dermis que es una combinación de tejido elástico y fibroso así como de depósitos de grasa.

capacidad pulmonar total El volumen total de aire en los pulmones luego de una inhalación forzada.

capacitación en grupo Entrenamiento de respuesta a desastres dirigido a grupos de respuesta específicos.

capilares El tipo más pequeños de los vasos sanguíneos. Estos diminutos vasos sanguíneos que sólo constan de una célula de grosor, lo que permite la difusión y ósmosis del oxígeno y los nutrientes a través de las paredes capilares.

capnografía (dióxido de carbono tidal final) El método para vigilar la presión parcial de dióxido de carbono en una muestra de gas. Se puede correlacionar muy estrechamente con la tensión arterial del dióxido de carbono (PaCO₂).

carga axial La fuerza que actúa sobre o aplicado al eje largo de un objeto; usualmente se refiere a la fuerza aplicada a la columna vertebral desde la cabeza hacia abajo; también puede resultar del peso del cuerpo que se aplica a la parte inferior de la columna espinal, como ocurriría en una caída desde una altura de aterrizaje en los pies.

catarata Una condición del ojo en la cual el lente se hace cada vez más opaco y

bloquea y distorsiona la entrada de luz al ojo y produce visión borrosa.

catecolaminas Un grupo de sustancias químicas producidas por el cuerpo que trabajan como importantes transmisores nerviosos. Las principales catecolaminas producidas por el cuerpo son dopamina, epinefrina (también llamada adrenalina) y norepinefrina. Éstas son parte del mecanismo de defensa simpática del cuerpo utilizadas en la preparación del cuerpo para actuar.

cauda Hacia la cola (cóccix).

cavitación Forzar a los tejidos del cuerpo hacia afuera de su posición normal; causar una cavidad temporal o permanente (p. ej., cuando el cuerpo es golpeado por una bala, la aceleración de las partículas del tejido lejos del misil produce un área de lesión en la que se produce una cavidad temporal grande).

centro termorregulador El área del cerebro (hipotálamo) que controla la temperatura del cuerpo.

cerebelo Una parte del cerebro situada por debajo del cerebro mismo y detrás de la médula oblongada y se relaciona con la coordinación de los movimientos.

cerebro La parte más grande del cerebro; es responsable del control de funciones intelectuales, sensoriales y motoras específicas.

cianosis Coloración azul de la piel, las membranas mucosas o los lechos ungueales que indican una hemoglobina desoxigenada y la falta de niveles adecuados de oxígeno en la sangre; por lo general debida a la ventilación inadecuada o disminución de la perfusión.

cierre primario retrasado La sutura retrasada de una herida durante 48 a 72 horas para permitir que disminuya cualquier inflamación y garantizar que no haya ningún signo de infección.

cifosis Una curvatura hacia delante, semejante a una joroba de la columna que comúnmente se asocia con el proceso del envejecimiento. Es posible que la cifosis sea causada

por envejecimiento, raquitismo o tuberculosis de la columna.

cilia Procesos celulares semejantes a cabellos que impulsan partículas extrañas y el mucosidad de los bronquios.

cinemática El proceso de analizar en el mecanismo de lesión de un incidente para determinar qué lesiones probablemente son resultado de las fuerzas y el movimiento y los cambios del movimiento involucrados; la ciencia del movimiento.

cizalla Fuerza de cambio de la velocidad que causa un corte o desgarro de las partes del cuerpo.

coagulopatía Alteración en las capacidades normales de coagulación sanguínea.

columna sacra (sacro) Parte de la columna vertebral por debajo de la columna lumbar que contiene las cinco vértebras sacras (S1-S5), que están conectadas por articulaciones inmóviles para formar el sacro. El sacro es la base que sostiene el peso de la columna vertebral y también es parte de la faja pélvica.

comandante del incidente (CI) La persona responsable de todos los aspectos de la respuesta ante un incidente, incluido el desarrollo de los objetivos del mismo, el establecimiento de prioridades, y definir la organización del sistema de comando de incidentes para la respuesta en concreto; la posición de CI siempre debe cubrirse.

comando El primer componente del sistema de comando de incidentes, es responsable de la supervisión y la gestión de incidencias en su totalidad. Es la única posición en el sistema de comando de incidentes que siempre debe ser atendida.

comando individual Una estructura de comando en el cual un individuo es responsable de todos los objetivos estratégicos del incidente. De manera usual se utiliza cuando el incidente es dentro de una sola jurisdicción y es manejado por una sola disciplina.

comando unificado (CU) Una estructura de comando de SCI en la cual los comandantes del incidente de todas las diversas agencias de respuesta a un acontecimiento trabajan juntos para manejar un incidente.

comisión Acto realizado con un propósito.

competencia (1) Término legal que se refiere a la capacidad general de una persona para tomar buenas decisiones para sí mismo; (2) la capacidad, la habilidad, el conocimiento y la calificación para hacer algo de forma satisfactoria.

compresibilidad La capacidad de deformación por la transferencia de energía.

compresión El tipo de fuerza involucrada en los impactos que causan que los tejidos, órganos u otras partes del cuerpo sean aplastadas entre dos o más objetos o partes del cuerpo.

compresión medular La presión sobre la médula espinal causada por la inflamación, fragmentos de hueso, o hematoma la cual puede producir isquemia tisular y en algunos casos, puede requerir descompresión para prevenir la pérdida permanente de la función.

comunicaciones integradas Un sistema de comunicaciones que permite a todos los que respondieron a un incidente para comunicarse con los supervisores y los subordinados.

conducción La transferencia de calor entre dos objetos que se encuentran en contacto directo.

confidencialidad La obligación de los proveedores de atención de la salud, a no compartir la información del paciente que se les da a conocer a ellos en la relación paciente-proveedor a nadie más que a quien el paciente autorice, de otros profesionales médicos involucrados en el cuidado del paciente y los organismos encargados de la tramitación de Estado y/o mandato federal de informes.

congelación La congelación del tejido corporal como resultado de

la exposición a temperaturas de congelación o por debajo de las temperaturas de congelación.

congelación de cuarto grado Una lesión de congelación que involucra la piel, el tejido subyacente, el músculo y el hueso.

congelación de primer grado Daño epidérmico limitado a la piel que fue expuesta brevemente al contacto con el frío o el metal; piel afectada presenta apariencia blanca o como placa amarillenta; no hay ampollas o pérdida de tejido; la piel se descongela con rapidez, con sensación de adormecimiento y parece de color rojo con edema circundante; su tiempo de curación es de 7 a 10 días.

congelación de segundo grado Una herida congelante debido a la exposición fría que involucra la epidermis y la dermis superficial; al principio su aspecto es similar a la lesión de primer grado, pero los tejidos congelados son más profundos, luego del deshielo causa ampollas superficiales de la piel rodeadas por eritema y edema; no hay ninguna pérdida permanente del tejido; la curación ocurre en 3 a 4 semanas.

congelación de tercer grado Una lesión glacial por la exposición al frío que involucra capas de la dermis y la epidermis; la piel se congela con la movilidad restringida; después de la descongelación de los tejidos, la piel se inflama y desarrolla ampollas llenas de sangre (ampolla hemorrágica), lo cual indica trauma vascular a los tejidos profundos; la pérdida de piel se produce lentamente, lo que lleva a la momificación y desprendimiento; la curación es lenta.

congelación profunda La congelación de tejido que afecta la piel, el músculo y el hueso.

congelación superficial Una lesión en la congelación debido a exposición al frío que afecta la piel y los tejidos subcutáneos, lo que causa ampollas claras cuando calientan de nuevo.

conjuntiva El claro (por lo general) de la membrana mucosa que cubre la

esclerótica (parte blanca del ojo) y las líneas de los párpados.

conmoción cardíaca Disrritmia cardíaca súbita, con frecuencia letal, resultado de un golpe en el esternón o en la parte anterior del pecho.

conmoción cerebral espinal La interrupción temporal de las funciones de la médula espinal distales al sitio de una lesión de la médula espinal.

contaminación primaria Exposición a una sustancia peligrosa en su punto de liberación.

contaminación secundaria La exposición a una sustancia peligrosa después de que se ha extendido desde el punto de origen por una víctima, un respondedor a la urgencia o una pieza del equipo.

control de asistencia (A/C) de ventilación Una forma de ventilación mecánica; las respiraciones pueden ser asistidas por el ventilador si el paciente activa el dispositivo de manera adecuada intentando respirar o se activará de forma automática en caso de que el paciente no respire.

contusión medular Moretones o sangrado en el tejido de la médula espinal, que puede causar la pérdida temporal de las funciones medulares distales a la lesión.

contusión pulmonar Una contusión de los pulmones; puede ser secundario al trauma contuso o penetrante.

convección La transferencia de calor del movimiento, la circulación de un gas o el líquido, como el calentamiento de agua, el aire en contacto con un cuerpo, la eliminación de aire (como el viento) o el agua y, después la necesidad de calentar el nuevo aire o el agua que sustituye el que se fue.

convulsión tónico-clónica generalizada Una convulsión generalizada que involucra la pérdida de la conciencia y las contracciones musculares; también se conocen como convulsiones tónico-clónicas.

córnea La parte externa transparente en forma de cúpula del ojo que cubre la pupila y el iris de colores.

crepitación Un sonido crepitante que hacen los extremos óseos al chirriar juntos.

cricotiroidotomía quirúrgica Un procedimiento para abrir la vía aérea del paciente que se lleva a cabo, haciendo una incisión en la membrana cricotiroides en cuello para abrir las vías aéreas en la tráquea.

densidad del agua Los órganos que tienen una densidad de tejido parecida a la de agua, p. ej., el hígado, el bazo, los músculos.

densidad del aire Como se utiliza en este texto, la propiedad de órganos que tienen aproximadamente el mismo peso y la densidad que el aire, p. ej., el tejido pulmonar.

densidad sólida Densidad del tejido consistente con el hueso.

denudado Eliminación de la capa superficial o de recubrimiento.

dermatoma El área sensorial del cuerpo de la cual una raíz nerviosa es responsable. De modo colectivo, permiten que las áreas de cuerpo se planeen para cada nivel medular y para ayudar a localizar una lesión en la médula espinal.

dermis La capa de piel que está justo por debajo de la epidermis y que está compuesta por una red de tejidos conectivos que contienen vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas, glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas.

desbridamiento La eliminación, por lo regular de manera quirúrgica, de tejido muerto o dañado.

descomposición Un estado de descomposición o putrefacción.

descontaminación Reducción o remoción de los agentes químicos, biológicos o radiológicos peligrosos.

desplazamiento traqueal Movimiento o desplazamiento de la tráquea lejos de la línea media del cuello.

desplomar Un movimiento final-sobre-final. Las balas comúnmente se desplomaron cuando encuentran

resistencia con el borde principal de un misil.

desviador Un dispositivo en una escopeta para difundir las pastillas en un camino más ancho horizontal, al momento de disparar.

desvitalizado Sin vida o muerto.

diafragma El músculo con forma de domo que divide el tórax del abdomen y que funciona como parte del proceso de ventilación.

diástole Relajación ventricular (llenado ventricular).

directiva anticipada Declaración escrita que describe los deseos de tratamiento al final de la vida y, en caso de que el paciente sea incapaz de tomar una decisión médica por sí mismo designa quién tomará la decisión en su lugar. Los dos tipos de directivas anticipadas por escrito halladas con frecuencia son un testamento vital y un poder médico.

disartria Dificultad en el habla.

disbarismo Los cambios que son producidos fisiológicamente como consecuencia de los cambios en la presión ambiental.

dispositivo de activación manual (Impulsado por oxígeno) Un dispositivo de ventilación impulsado por oxígeno presurizado, se activa manualmente para ofrecer ventilación; puede causar distensión gástrica y barotrauma pulmonar.

dispositivo de bolsa-válvula-mascarilla Un instrumento para la ventilación mecánica que consiste de una bolsa que se infla automáticamente hecha de plástico o hule y con varias válvulas de una vía; al oprimir la bolsa se produce una ventilación con presión positiva por medio de una mascarilla o un tubo endotraqueal. Es posible utilizarlo con o sin oxígeno suplementario.

dispositivo de dispersión radiológica (RDD) Un explosivo convencional con un radionúclido (material radiactivo) adjunto que se hace detonar para dispersar el material radiactivo.

distancia de frenado La distancia a la que un objeto en movimiento se detiene, una medida de la velocidad con la que la energía se disipa o se transfiere.

distracción La separación de dos estructuras; p. ej., separación de los componentes fracturados de un hueso o parte de la columna espinal.

diuresis inducida por frío Producción de orina aumentada como consecuencia de vasoconstricción periférica por exposición al frío.

DUMBELS Una mnemotécnica que representa la constelación de síntomas asociados con los efectos muscarínicos de toxicidad por agente nervioso (Diarrea, Urinación (micción), Miosis, Bradicardia, broncorrea, broncoespasmos, Emesis (vómito), Lagrimeo, Salivación, Sudoración).

duramadre La membrana exterior resistente que recubre la médula espinal y el cerebro; la capa más superficial de las tres capas meníngeas. Literalmente significa "madre dura".

eclampsia Un síndrome en mujeres embarazadas que se caracteriza por hipertensión, edema periférico y crisis convulsivas; también conocido como toxemia del embarazo.

ecocardiograma transesofágico Una técnica de realización de ecocardiografía del corazón utilizando una sonda de ultrasonido insertada en el esófago.

edema Una condición local o generalizada en la que algunos de los tejidos del cuerpo contienen una cantidad excesiva de líquido; por lo general incluye la inflamación del tejido.

edema cerebral de gran altitud (ECGA) Una complicación potencialmente letal de la inflamación cerebral a consecuencia de viajes a gran altitud (generalmente por encima de 2400 metros (8000 pies)).

edema pulmonar de altura (EPA) Una complicación potencialmente letal de la acumulación de líquido en los pulmones a consecuencia de los viajes a gran

altura (generalmente por encima de 2400 metros (8000 pies)).

edentulismo La ausencia de dientes.

efecto cuaternario Ver lesiones por explosión cuaternario.

ejercicio de campo Un evento de capacitación que simula la ejecución real y el rendimiento del plan colectivo de respuesta a los desastres.

elasticidad La capacidad de estirarse.

encefalopatía hiponatrémica asociada con el ejercicio (EAH) Una condición que amenaza la vida de un edema cerebral que resulta de la concentración de sodio bajo en la sangre asociada con el consumo excesivo de agua (1.4 litros o más por hora) durante actividades prolongadas.

endoftalmitis postraumática Infección del contenido intraocular, por lo general como consecuencia de trauma penetrante al ojo.

energía cinética (EC) Energía disponible por el movimiento. La función del peso de un objeto y su velocidad. $EC = \frac{1}{2}$ de la masa \times la velocidad al cuadrado.

energía de radiación Cualquier onda electromagnética que viaja en los rayos y que no tiene masa física.

energía eléctrica El resultado del movimiento de electrones entre dos puntos.

energía mecánica La energía que un objeto contiene cuando se encuentra en movimiento.

energía química La energía, usualmente en forma de calor, que es producida por la interacción de una sustancia química con otros químicos o tejidos en el humano.

energía térmica Energía asociada con el aumento de temperatura y el calor.

enfermedad de descompresión Un grupo de desórdenes que resultan de los efectos del incremento de la presión sobre los gases en el cuerpo de un buzo.

enfisema subcutáneo La acumulación de aire en los tejidos blandos del cuerpo.

- epidermis** La capa más superficial de la piel, la cual se compone totalmente por células epiteliales muertas sin vasos sanguíneos.
- epiglottis** Estructura con forma de hoja que actúa como una puerta o válvula de aleta y dirige el aire hacia dentro de la tráquea y los sólidos y líquidos en el esófago.
- epinefrina** Sustancia química liberada por las glándulas adrenales que estimula al corazón a aumentar el gasto cardíaco por medio del aumento de la fuerza y frecuencia de las contracciones.
- epitelial** Cualquier tejido que cubre una superficie o los conductos de una cavidad.
- epiplón** Un pliegue en el peritoneo que cubre y une el estómago con otros órganos dentro del abdomen.
- EPP basados en la transmisión** Equipo de protección personal utilizado, además de las precauciones estándar para prevenir la transmisión de la enfermedad; incluye aerosoles, contacto y gotas para diseminación.
- equimosis periorbitaria** Ver ojos de mapache.
- equimosis** Una mancha o área azulosa o púrpura de forma irregular que es resultado de un área hemorrágica debajo de la piel.
- equipo autónomo de respiración (SCBA)** Un dispositivo de protección personal que consta de una máscara de alimentación de aire portátil, utilizado en ambientes con deficiencia de oxígeno o que representen un riesgo de inhalación tóxica.
- escara** Costra gruesa de tejido muerto, con frecuencia resultan como consecuencia de quemadura.
- escarotomía** Incisión que se hace en una escara para permitir que se expandan los tejidos subyacentes a una piel dura y correosa, dañada por quemaduras graves para expandirse a medida que producen inflamación.
- esclerótica** La capa densa, fibrosa, blanca exterior del globo ocular.
- esguince** Una lesión en la cual los ligamentos son estirados o incluso desgarrados de forma parcial.
- esófago** El tubo muscular que une la boca al estómago.
- espacio epidural** Espacio potencial entre la duramadre que rodea al cerebro y el cráneo. Contiene las arterias meníngeas.
- espacio muerto** La cantidad de espacio que contiene aire que nunca llega a los alvéolos para participar en el proceso crítico de intercambio de gases.
- espacio peritoneal** Espacio en la cavidad abdominal anterior que contiene los intestinos, el bazo, el hígado, el estómago y la vesícula biliar. El espacio peritoneal está recubierto por el peritoneo.
- espacio retroperitoneal** Espacio en la cavidad abdominal posterior que contiene a los riñones, los uréteres, la vejiga, los órganos reproductivos, la vena cava inferior, la aorta abdominal, el páncreas, una porción del duodeno, el colon y el recto.
- esqueleto apendicular** La parte del esqueleto que incluye los hombros y los brazos, así como la pelvis y las piernas.
- estado de preparación** Un paso de la gestión de urgencias integral que consiste en identificar, antes de un accidente las especificaciones de suministros, equipo y personal que serán necesarios para gestionar un incidente, así como el plan de acción específico que se tomarían si se produce un incidente.
- estado epiléptico** Una afección que amenaza la vida en la cual una convulsión persiste por más de 5 minutos o en las que dos o más convulsiones ocurren sin un periodo de despertar.
- estado eucápnico** Una condición en la cual el nivel de dióxido de carbono en la sangre está dentro un rango normal.
- Estado Mayor General del SCI** Los jefes de cada una de las cuatro grandes secciones del sistema de comando de incidentes (SCI): operaciones, planeación, logística, y finanzas/administración.
- estárter** Una constricción en el cañón de una escopeta para disminuir la propagación de munición luego de un tiroteo.
- estenosis espinal** Estrechamiento del canal medular.
- esternón de mayal** Una variación de tórax inestable que involucra la fractura de las costillas en ambos lados del esternón, lo cual permite que el esternón flote libremente.
- estertor ("los estranguladores")** Una forma de la enfermedad de descompresión caracterizada por tos, dolor torácico subesternal, cianosis, disnea, shock y paro cardiorrespiratorio.
- estrategia activa** Acción para prevenir las lesiones, medidas de prevención que requieren participación activa de las personas, por ejemplo, el uso de un casco.
- estrategia pasiva** En la prevención de lesiones, un método de prevención que no requiere ninguna acción por parte del individuo, p. ej., bolsas de aire del vehículo.
- estriado** Ranuras en el interior del cañón que al girar un solo misil (bala) en un patrón de vuelo estable hacia el blanco.
- eupnea** Respiración normal, tranquila no forzada o la respiración.
- evaluación a distancia** Un proceso por el cual los operadores tácticos y proveedores reúnen información sin revelar su posición o la intención de la fuerza hostil; incluye la observación a distancia con binoculares, vigilancia acústica a distancia, e imágenes térmicas.
- evaporación** Cambio de líquido a vapor.
- evisceración** Condición en la cual una porción del intestino u otro órgano abdominal es desplazado a través de una herida abierta y sale hacia el exterior de la cavidad abdominal.
- exanguinación o desangramiento** Pérdida total del volumen sanguíneo, lo cual produce la muerte.
- faringe** La garganta; una estructura similar a un tubo que es el paso tanto para la

respiración como para el tracto digestivo. La orofaringe es el área de la faringe posterior a la boca; la nasofaringe es el área de la faringe más allá de las fosas nasales posteriores de la nariz.

fascia Banda plana de tejido que separa las diferentes capas; una banda fibrosa de tejido que encierra músculos.

fase de impacto La fase del ciclo de los desastres que implica el incidente real o desastre.

fase de recuperación (reconstrucción) Periodo durante el ciclo de los desastres que dirige los recursos de la comunidad para soportar, emerger, y la reconstrucción de los efectos de la catástrofe por los esfuerzos coordinados de la medicina, la salud pública, y la infraestructura comunitaria (física y política); este periodo es generalmente los meses más largos, y tal vez años, antes de que una comunidad se recupere totalmente.

fase de rescate (emergencia o alivio) Periodo durante el ciclo de los desastres inmediatamente después del impacto, durante el cual la respuesta ocurre y la dirección apropiada y la intervención es crucial para salvar vidas.

fase del evento El momento real del trauma.

fase posterior al evento Esta fase inicia tan pronto como la energía del choque es absorbida y el paciente es traumatizado; la fase de atención prehospitalaria que incluye el tiempo de respuesta, periodo dorado, y el tiempo de transportación.

fase pre-evento/pre-shock La fase que incluye todos los eventos que preceden un incidente (p. ej., ingesta de fármacos y alcohol) y las condiciones que preceden el incidente (p. ej., condiciones médicas agudas o pre-existentes). Esta fase incluye la prevención de las lesiones y la preparación.

fase prodrómica (antes del desastre) (fase de advertencia) La fase en el ciclo de los desastres en la que un acontecimiento específico ha sido identificado como inevitable que suceda y en el que se pueden tomar medidas

específicas para mitigar los efectos de los acontecimientos a futuro.

fenómeno de Cushing La combinación del incremento de la tensión arterial y la bradicardia que se puede presentar como resultado del aumento de la presión intracraneal.

fenómeno de sobrepresión El aumento repentino de la presión atmosférica o por ondas de choque que se produce en la cercanía de la detonación de un explosivo de alta potencia.

figura de Lichtenberg Una bifurcación de la piel similar a un helecho rojizo que indica que es indoloro y es consecuencia de ser alcanzado por un rayo.

fontanela El espacio suave, membranoso entre los huesos no fusionados del cráneo de un lactante; con frecuencia llamado "punto blando".

foramen Una pequeña abertura; el plural es forámenes.

foramen magno La abertura en la base del cráneo a través de la que pasa la médula oblongada.

foramen vertebral agujero o abertura en la estructura ósea de las vértebras a través del cual pasan los vasos sanguíneos y los nervios.

fósforo blanco Un agente incendiario usado en la producción de municiones.

fractura abierta Una fractura de hueso en la que se rompe la piel.

fractura cerrada Una fractura de un hueso en la que la piel que lo cubre no se abre.

fractura de la base del cráneo Una fractura del piso del cráneo.

fragmentación Cuando un objeto se rompe para producir múltiples partes o escombros.

frente de choque El límite entre la onda de expresión de ráfaga creado por una alta detonación explosiva y la presión atmosférica normal.

fuerza de cizallamiento Energía aplicada al cuerpo con tendencia a mover un órgano o parte del cuerpo mientras la parte adyacente se mueve en una dirección diferente o restos fijos en su lugar.

gasto cardiaco El volumen de sangre bombeada por el corazón (se reporta en litros por minuto).

gestión integral de urgencias Los pasos necesarios para manejar un incidente, que consisten en cuatro componentes: la mitigación, la preparación, la respuesta y la recuperación.

globo abierto Una lesión penetrante en el ojo; lesión que involucra el grosor de la córnea y la esclerótica del ojo.

glóbulos blancos (leucocitos) Una célula de la sangre casi incolora en la circulación la cual es responsable de responder a la invasión de microorganismos.

glóbulos rojos (eritrocitos, RBC) Una célula en forma de disco que contiene la hemoglobina para transportar oxígeno a los órganos y células del cuerpo.

golpe de calor Una reacción aguda y peligrosa por la exposición al calor, se caracteriza por una temperatura corporal alta y estado mental alterado.

gradiente térmico La diferencia de temperatura (temperatura alta *vs.* temperatura baja) entre dos objetos.

hematoma epidural Sangrado arterial que se acumula entre el cráneo y la duramadre.

hematoma subdural Una colección de sangre entre la duramadre y la membrana aracnoide.

hemiparesia Debilidad limitada a un lado del cuerpo.

hemiplejía Parálisis en un lado del cuerpo.

hemorragia subaracnoidea Sangrado en el espacio lleno de líquido cefalorraquídeo debajo de la membrana aracnoide.

hemorragia subconjuntival Sangrado entre la conjuntiva transparente que cubre el ojo y la esclerótica blanca.

hemotórax Sangre en el espacio pleural.

herida de alcance intermedio Una herida de bala que se produce a una distancia de aproximadamente 1.8 a 5.5 metros (6 a 18 pies).

herida estelar Una lesión con forma de estrella.

herida penetrante de largo alcance

Herida de bala que se produce a una distancia mayor a 5.5 metros (18 pies).

heridas por contacto Tipo de herida que se presenta cuando la boquilla de un arma toca al paciente en el momento de la descarga, lo que produce una herida de entrada circular, con frecuencia asociada con quemaduras visibles, hollín o la impresión de la boquilla del arma.

hernia del cíngulo Una condición en la que fuerzan el giro del cíngulo a lo largo de la superficie medial del hemisferio cerebral es forzado por debajo de la hoz, por lo general como resultado de hemorragia o edema, lo que causa lesión del hemisferio cerebral medial y del mesencéfalo.

herniación amigdalina El proceso por el cual el cerebro es empujado hacia abajo al foramen magno y empuja el cerebelo y la médula oblongada, lo que causa daño y, en última instancia, la muerte.

herniación uncal El proceso por el cual una masa en expansión (usualmente sangrado o inflamación) a lo largo de la convexidad del cerebro empuja la porción medial del lóbulo temporal hacia abajo a través del tentorio que da soporte al cerebro, lo que causa lesión al tronco del encéfalo.

hifema Una acumulación de sangre en la cámara anterior del ojo, entre la córnea clara y el iris de color.

hipercapnia Incrementado nivel de dióxido de carbono en el cuerpo.

hiperextensión Extensión extrema o anormal de una articulación; una posición de extensión máxima. La hiperextensión del cuello es producida cuando la cabeza se extiende en dirección posterior a una posición neutra y puede causar fractura o la dislocación de las vértebras o en la lesión de la médula espinal en un paciente con columna vertebral inestable.

hiperflexión Flexión extrema o anormal de una articulación. Una posición de flexión máxima. La flexión incrementada

del cuello puede causar una fractura o dislocación de las vértebras o en la lesión de la médula espinal en un paciente con una columna vertebral inestable.

hiperpotasiemia El incremento de potasio sérico en la sangre.

hiperrotación Rotación excesiva.

hipertensión Una tensión arterial mayor que los límites superiores del rango normal; por lo general se considera que existe si la presión sistólica del paciente es mayor de 140 mm Hg.

hipertrofia miocárdica Un aumento en la masa y tamaño del músculo cardíaco.

hiperventilación neurogénica central Patrón ventilatorio patológico, rápido y superficial asociado con traumatismo craneal y al incremento de la presión intracraneal.

hipofaringe La parte inferior de la faringe que se abre hacia la laringe anterior y el esófago posterior.

hiponatremia asociada con el ejercicio (EAH) Una afección potencialmente letal asociada con el consumo excesivo de agua (1.4 litros o más por hora) durante actividades prolongadas que llevan a un decremento notable en la concentración de sodio en la sangre.

hipoperfusión Flujo sanguíneo inadecuado a las células con sangre bien oxigenada.

hipotálamo El área del cerebro que funciona como el centro termorregulador y el termostato corporal para controlar la regulación neurológica y hormonal de la temperatura corporal.

hipotermia Condición que se caracteriza por la temperatura corporal central por debajo del rango normal, por lo general entre 26 a 32 °C (78 y 90 °F).

hipotermia primaria Reducción de la temperatura corporal que se presenta cuando individuos sanos no están preparados para una exposición sobrecogedora, aguda o crónica al frío.

hipotermia secundaria Reducción de la temperatura corporal como consecuencia de un trastorno sistémico del paciente, incluyendo

el hipotiroidismo, hipoadrenalismo, trauma, carcinoma y sepsis.

hipoventilación La ventilación inadecuada cuando el volumen minuto cae por debajo de lo normal.

hipoxia (hipoxemia) Deficiencia de oxígeno; oxígeno disponible inadecuado. La falta de oxigenación adecuada de los pulmones debido a volumen minuto inadecuado (intercambio de aire en los pulmones) o una concentración reducida de oxígeno en el aire inspirado. Hipoxia celular es cuando el oxígeno disponible es insuficiente para las células.

hipoxia hipobárica Hipoxia causada por la disminución en la presión atmosférica y la presión parcial de oxígeno a altitudes cada vez más altas.

historial SAMPLE Una mnemotecnica para recordar los componentes de los antecedentes: Signos y síntomas, Alergias, Medicamentos, información Pertinente de antecedentes médicos y quirúrgicos, La última ingestión oral o el último ciclo menstrual y Eventos que llevaron a la lesión o enfermedad.

homeostasis Un ambiente interno constante, estable; el equilibrio necesario para los procesos de vida saludables.

homeotermia Animal de sangre caliente.

hoz Pliegue vertical de la duramadre grueso que separa las dos mitades del cerebro.

hueso sesamoideo Un hueso, por lo general pequeño y redondo, localizado dentro de los tendones.

huesos cortos Huesos del metacarpo, metatarso y falanges.

huesos de sutura Los huesos planos que constituyen el cráneo.

huesos largos El fémur, el húmero, el cúbito, el radio, la tibia y el peroné.

huesos planos Huesos delgados, planos, y compactos, como el esternón, las costillas y la escápula.

humor vítreo El material claro y gelatinoso que llena el ojo detrás de la lente y mantiene el globo ocular de forma redonda.

iatrogénica La alteración del paciente causada por el tratamiento.

incidente de víctimas múltiples (IVM) Un incidente (como un accidente de avión, el colapso o incendio de un edificio) que produce un gran número de víctimas por un mecanismo, en un lugar y al mismo tiempo. También se hace referencia a incidentes como accidentes múltiples.

incisura (incisura tentorial) Apertura en el tentorio o tienda del cerebelo en la unión del mesencéfalo y el cerebro. El tronco del encéfalo es inferior a la incisura.

incisura tentorial Ver incisura.

índice de estrés térmico Combinación de la temperatura ambiente y la humedad relativa.

informe de la atención al paciente (PCR) El informe escrito que documenta el cuidado prehospitalario proporcionado a un paciente; incluye historial, la evaluación, intervenciones prehospitalarias, reevaluación, y la respuesta del paciente al tratamiento

inhalación El proceso de introducir aire a los pulmones.

inmersión Una condición que sucede cuando el agua salpica o se apodera de la cara y de las vías aéreas, lo que permite que se produzca ahogamiento por aspiración.

insolación clásica Un trastorno que es consecuencia de la exposición a la alta temperatura y a la alta humedad, se caracteriza por la temperatura corporal elevada por encima de 40 °C (104 °F) y anomalías neurológicas (estado mental alterado).

insolación por esfuerzo (EHS) Una condición de la temperatura corporal elevada se presenta por lo general en hombres que trabajan o hacen ejercicio en el calor y la humedad, se caracteriza por piel pálida sudorosa, temperatura corporal elevada y estado mental alterado.

instalación del incidente designado Un lugar asignado donde se realizan las funciones del sistema de comando de

incidentes específicos; p. ej., el comando de incidentes se localiza en el puesto de comando de incidentes.

Intubación cara a cara Técnica de intubación endotraqueal en la que el tubo endotraqueal se inserta oralmente, mientras el intubador está frente al paciente en vez de ubicarse en la posición habitual encima de la cabeza del paciente.

intubación digital (táctil) Técnica para intubación endotraqueal no visualizada que implica que el proveedor coloque sus dedos en la boca y la garganta del paciente para dirigir el tubo endotraqueal.

intubación nasotraqueal ciega Una técnica de insertar un tubo endotraqueal por las narinas hacia la tráquea sin visualizar la laringe y las cuerdas vocales.

intubación orotraqueal Método para asegurar una vía aérea permeable y que involucra la inserción de un tubo plástico a través de la boca en la tráquea.

ionización El proceso por medio de cual una molécula se carga al ganar o perder un electrón.

ipsilateral Del mismo lado.

Iris La parte coloreada del ojo que contiene la abertura ajustable de la pupila.

jefe de la sección de logística La posición responsable de dirigir la función de la logística para el comandante del incidente.

jefe de la sección de planificación La posición del responsable de recopilar y evaluar la información y la asistencia en la planificación con el comandante del incidente del SCI.

jefe de sección de operaciones La posición responsable de manejar todas las actividades de operaciones en el sistema de comando de incidentes.

justicia Lo que es justo y equitativo; en la medicina por lo regular se refiere a la distribución de recursos médicos en lo que respecta a la atención médica.

laceración medular Se presenta cuando el tejido de la médula espinal se desgarran o corta.

laringe Estructura que se localiza justo por encima de la tráquea que contiene las cuerdas vocales y los músculos que las hacen trabajar.

lesión Un evento dañino que surge de la liberación de formas específicas de energía física o barreras al flujo normal de energía.

lesión de impacto en la salud pública La totalidad de los efectos de la lesión en la salud de la población; incluye las muertes, las lesiones, la discapacidad, y las consideraciones financieras.

lesión fría no glacial (NFCI) Un síndrome que resulta de daño a los tejidos periféricos, causados por la exposición prolongada (horas o días) al frío húmedo; también se le conoce como pie de trinchera y pie de inmersión.

lesión por contragolpe Una lesión en partes del cerebro localizadas en el lado opuesto al de la lesión primaria.

lesión por explosión pulmonar (BLI) Resultados de la exposición a onda de sobrepresión de explosivo de alto orden; el daño pulmonar varía de petequias dispersas a contusiones y hemorragia pulmonar.

lesión por golpe Una lesión al cerebro que se localiza del mismo lado que el punto de impacto.

lesión por onda expansiva quinario Un estado hiperinflamatorio en víctimas de la exposición que se atribuyen al resultado de las bacterias, sustancias químicas o materiales radiactivos añadidos al dispositivo explosivo y liberados después de la detonación.

lesión primaria de explosión (PBI) Lesión causada por la exposición a la onda de presión de un estallido de la detonación de un explosivo de alta potencia (p. ej., sangrado pulmonar, neumotórax, perforación del tracto gastrointestinal).

lesiones intencionales Lesión asociada con un acto de violencia interpersonal o autoinfligido.

lesiones no intencionales Una lesión imprevista y que no involucra la intención de causar daño.

lesiones por compresión Lesión causada por fuerzas graves de aplastamiento y presión; pueden afectar a la estructura externa del cuerpo o a los órganos internos.

lesiones por explosión cuaternario Lesiones por una explosión o explosiones que incluyen quemaduras y toxicidades por combustible, metales, trauma por el colapso de estructuras, síndromes sépticos por la contaminación de la tierra y el ambiente.

lesiones secundarias por explosión Lesiones que resultan de la metralla, escombros y fragmentos de bomba; por lo general causa lesión penetrante balística.

lesiones terciarias por explosión Las lesiones que se producen por una explosión cuando la víctima se vuelve un proyectil y se lanza contra otros objetos. Lesiones similares a las ocasionadas en las eyecciones de vehículos, en las caídas desde alturas importantes o cuando la víctima es lanzada contra un objeto por la onda de fuerza que resulta de una explosión.

levantamiento del mentón en trauma Una maniobra utilizada para aliviar una variedad de obstrucciones anatómicas de la vía aérea en pacientes que respiran espontáneamente; se realiza tomando el mentón y los incisivos inferiores y después levantándolos para jalar la mandíbula hacia adelante.

Lewisita Líquido oleoso, utilizado como arma química para producir quemaduras como ampollas; es un agente de la ampolla (vesicante).

ley de la conservación de la energía Una ley de la física que indica que la energía no se crea ni se destruye, sino sólo cambia de forma.

ligamento Una banda de tejido duro, fibroso que conecta los huesos entre sí.

líquido cefalorraquídeo (LCR) Un líquido que se encuentra en el espacio subaracnoideo y la capa dural; actúa

como un absorbente de choque, protegiendo al cerebro y a la médula espinal del impacto aparatoso.

líquido extracelular Todo líquido corporal que no está contenido en las células.

líquido intersticial El líquido extracelular localizado entre la pared celular y la pared capilar.

líquido intracelular Líquido dentro de las células.

lividez dependiente La sedimentación o acumulación de sangre en las partes más bajas del cuerpo de un difunto.

maceración El ablandamiento de la piel como consecuencia de la exposición a la humedad constante; la piel se vuelve blanca y se rompe, y es posible que se infecte con facilidad.

maculopapular Erupción cutánea caracterizada por áreas de coloración rojiza (máculas) en asociación con golpes pequeños, protuberancias (pápulas).

magnesio Un elemento químico altamente inflamable utilizado para la fabricación de armas incendiarias; también un electrolito esencial en la fisiología humana.

mal agudo de montaña Conjunto de síntomas que resultan de viajes a lugares de gran altitud (por lo regular por encima de 2400 metros [8000 pies]).

manejo de estrés de incidentes críticos (MEIC) Un grupo de estrategias de intervención que se utilizan para ayudar a prevenir y manejar el estrés luego de un incidente.

manejo de los recursos Acuerdos y procedimientos que permiten a las agencias locales, estatales y federales trabajar juntos bajo un mando durante un incidente de gran escala.

maskarilla laríngea (LMA) Un dispositivo de gestión de las vías aéreas; el extremo distal que se inserta en la boca del paciente tiene la forma de una mascarilla ovalada para cubrir las estructuras supraglóticas y aislar la tráquea para permitir el paso del aire.

matriz aracnoide (membrana aracnoide) Membrana transparente similar a

una telaraña entre la duramadre y la piamadre; la membrana de en medio de las tres meninges que rodean al cerebro.

matriz de Haddon Una tabla que muestra la interacción del huésped, el agente y los factores ambientales en un incidente.

mediastino La mitad de la cavidad torácica que contienen el corazón, los grandes vasos, la tráquea, los bronquios principales, y el esófago.

médula (médula oblongada) Parte del tronco del encéfalo. La médula es el principal centro regulador del control autónómico del sistema cardiovascular.

meninges Las tres membranas que recubren el tejido cerebral y la médula espinal; la duramadre, la aracnoide y la piamadre.

mesencéfalo La parte del tronco del encéfalo situada por encima de la protuberancia; contiene las vías nerviosas que van entre el cerebro y la médula oblongada y contiene centros para los reflejos visuales y auditivos.

metabolismo aeróbico Metabolismo a base de oxígeno; que es el principal proceso de combustión del cuerpo; el proceso más eficaz para la producción de energía celular.

metabolismo anaerobio El metabolismo que no utiliza oxígeno, un proceso ineficiente para la producción de energía celular.

metabolismo estable Una condición en la cual el organismo celular, los órganos y la función del cuerpo permanecen estables.

mioglobina Una proteína que se encuentra en el músculo que es responsable del color rojo característico.

mioglobinuria La liberación de mioglobina al torrente sanguíneo en cantidades considerables es la causa de orina rojiza o con color de té, toxicidad a los riñones y falla renal.

mitigación En la medicina de urgencia, una disminución en la pérdida de vidas y propiedades por reducir el impacto de los desastres.

mostaza de azufre Una grasa, clara amarillenta que puede ser rociada por aerosol o por explosión de una bomba o un pulverizador; un agente vesicante o de ampolla utilizada como arma de destrucción masiva.

mostaza nitrogenada Producto químico graso utilizado para la producción de armas químicas que causan ampollas similares a quemaduras; también puede causar lesiones a las vías aéreas, el tracto gastrointestinal y la médula ósea; agente reactivo de la ampolla; vesicante; también es utilizado como medicamento para tratar el cáncer.

MTWHF Una mnemotécnica que representa la constelación de síntomas asociados con la estimulación de los receptores nicotínicos, generalmente luego de la exposición del agente nervioso; MTWHF significa midriasis (raramente visto), taquicardia, debilidad, hipertensión, hiperglucemia, fasciculaciones).

mucocutánea Compuesto de o perteneciente a la piel y las membranas mucosas.

músculos intercostales Los músculos localizados entre las costillas y que conectan a las costillas unas con otras y ayudan con la respiración.

nasofaringe La parte superior de la vía aérea, situada por encima del paladar blando.

necrosis coagulativa El tipo de lesión tisular que se produce por la exposición al ácido; el tejido lesionado forma una barrera que previene la penetración más profunda del ácido.

necrosis por licuefacción El tipo de lesión tisular que se presenta cuando hay lesión por álcalis en los tejidos humanos; la base lícua el tejido lo que permite la penetración más profunda del químico.

necrosis tubular aguda (NTA) Lesión aguda a los túbulos renales, por lo general debida a la isquemia asociada al shock.

nervio oculomotor. El tercer nervio craneal; controla la constricción de la pupila y algunos movimientos oculares.

neumonitis de aspiración Inflamación y neumonía causadas por inhalar contenido gástrico o vómito.

neumotórax a tensión Una condición en la cual la presión del aire en el espacio pleural excede la presión atmosférica externa y no puede escapar; el lado afectado se hiperinsufla, lo que comprime el pulmón del lado afectado y desplaza al mediastino para colapsar de forma parcial al pulmón contralateral. Un neumotórax a tensión de manera usual es progresivo y es una condición que es un inminente para la vida.

neumotórax abierto (herida en tórax succionadora) Una herida penetrante al tórax produce la apertura de la pared torácica, lo que produce una vía preferencial para el movimiento del aire desde el ambiente exterior hacia el tórax.

neumotórax Lesión que causa la presencia de aire en el espacio pleural; que comúnmente produce el colapso pulmonar. Un neumotórax puede estar abierto con una apertura a través de la pared torácica hacia el exterior o cerrado como resultado de un trauma contuso o un colapso espontáneo.

neumotórax simple La presencia de aire dentro del espacio pleural.

nivel basal Línea de base o nivel mínimo.

nivel de conciencia En la educación de materiales peligrosos, el nivel de conocimiento básico de un respondedor debe tener, implicado el reconocimiento de un incidente, el aislamiento y la protección contra la exposición, y la notificación de que el incidente está ocurriendo.

nivel de especialista En los incidentes con materiales peligrosos, una persona que está entrenada para proporcionar el mando y apoyar habilidades.

nivel operativo En el entrenamiento de respuesta a incidentes de materiales peligrosos, el nivel de conocimiento y la formación que debe tener una respuesta cuando se involucren en ésta el control de un incidente relacionado con los derrames o liberación de químicos.

nivel técnico En los incidentes con materiales peligrosos, una persona capacitada para trabajar dentro de la zona de peligro y contener la liberación de los materiales peligrosos.

no maleficencia Un principio ético que obliga al proveedor de atención médica para no tomar medidas en perjuicio del paciente o que puedan ponerlo en peligro.

no reanimación fuera del hospital (DNR) Una orden dada por un médico para asegurar que los proveedores de atención prehospitalaria no realicen la reanimación cardiopulmonar a un paciente en fase terminal en casa, en alguna otra comunidad o el ajuste no clínico contra la voluntad del paciente.

norepinefrina Producto químico liberado por el sistema nervioso simpático, que detona la constricción de los vasos sanguíneos para reducir el tamaño del contenedor y ajustar más la proporción con el volumen del líquido remanente.

núcleos vestibulares Las áreas del cerebro de las cuales surgen los nervios vestibulares responsables del equilibrio.

obnubilado Condición en la cual la capacidad mental del paciente esta alterada o disminuida; disminución leve a moderada del nivel de conciencia con la percepción sensorial deteriorada.

Oficial de enlace Un miembro del personal de comando que asiste o se coordina con varias agencias; hace las funciones de intermediario entre el comandante del incidente y las agencias externas.

Oficial de información pública (OIP) El oficial de personal de mando del SCI responsable de interactuar con el público y los medios de comunicación y distribución de información.

oficial de seguridad El oficial del comando SCI encargado de supervisar, evaluar y garantizar la seguridad del personal de urgencia.

oficial de triage Persona entrenada que supervisa el proceso de asignación de categorías de gravedad de lesiones y el establecimiento de las prioridades de tratamiento y transportación.

ojos de mapache (equimosis periorbitaria)

Contusión o área equimótica alrededor de cada ojo, limitado a los márgenes orbitales; puede ser la consecuencia del trauma directo a la órbita o de fractura del cráneo basilar.

omisión La abstención de una actuación.

onda de choque Ver frente de choque.

onda de tensión Una onda de presión supersónica, longitudinal que (1) crea altas fuerzas locales con distorsiones pequeñas, rápidas; (2) produce lesión microvascular y (3) es forzado y se refleja en las estructuras tisulares, mejorando el potencial de la herida, sobre todo en órganos llenos de gas como los pulmones, los oídos, y los intestinos.

onda expansiva Un frente de onda bien definida de aumento de la presión que se propaga hacia el exterior desde el centro de una explosión.

orden médica para tratamiento de sostener la vida (POLST) Una directiva anticipada que permite la aceptación o el rechazo de una amplia variedad de tratamientos de soporte vital, como RCP, nutrición médica e hidratación, y asistencia respiratoria, y permite a los proveedores de atención prehospitalaria acceder a una orden médica activa, en relación con la voluntad del fin-de-vida de los enfermos en fase terminal y ancianos frágiles.

orofarínge La porción central de la faringe que yace entre el paladar blando y la parte superior de la epiglotis.

ósmosis El movimiento del agua (o algún otro solvente) a través de una membrana desde un área hipotónica hacia un área hipertónica.

osteofitosis El desarrollo de crecimientos óseos, generalmente a lo largo de las articulaciones, en especial en la columna vertebral, también se le conoce como espolones óseos.

osteoporosis Una pérdida normal de la densidad del hueso con el adelgazamiento del tejido óseo y el crecimiento de pequeños agujeros en el hueso. El trastorno que puede producir dolor

(en especial la espalda baja), huesos rotos, con frecuencia pérdida de altura y deformación de diversas partes del cuerpo. Por lo general es parte del proceso normal de envejecimiento.

oxigenación El proceso de suministro, tratamiento o enriquecimiento con oxígeno.

oxímetro de pulso Un dispositivo que mide la saturación de la oxihemoglobina arterial. El valor se determina midiendo la proporción de absorción de la luz roja e infrarroja pasada a través del tejido.

paciente con trauma multisistémico Paciente con una lesión en más de un sistema corporal.

paciente de trauma de sistema único Un paciente que ha sufrido un trauma que implica una lesión a un solo sistema del cuerpo.

parénquima Las células esenciales o funcionales o los elementos de un órgano.

parestesia Sensaciones cutáneas anormales que incluyen hormigueo, "alfileres y agujas", quemazón, picazón, y avance lento.

partícula beta Un electrón de alta velocidad o de gran energía emitido por desintegración radiactiva.

partículas alfa Una partícula emitida durante la desintegración de un material radiactivo; consiste en dos protones y dos neutrones, lo que conforma a la partícula una carga positiva.

percutáneo Sucede a través de la piel, p. ej., un pinchazo de aguja.

pérdida insensible La pérdida no medida de agua y el calor del aire exhalado, la piel y las membranas mucosas.

perfil El tamaño inicial de un objeto penetrante y el nivel de cambio de tamaño que se produce en el momento del impacto.

pericardiocentesis Procedimiento que implica la inserción de una aguja en el espacio pericardial para extraer sangre acumulada o líquido.

perímetro exterior El límite geográfico que define la "zona segura", donde no

debería existir amenaza alguna de un incidente peligroso.

perímetro interior Límite geográfico en un incidente peligroso que rodea el área de mayor peligro y letalidad potencial.

periostio La gruesa capa de tejido conjuntivo que cubre la superficie de los huesos, con excepción de las superficies articulares.

peritoneo Revestimiento de la cavidad abdominal.

peritonitis Inflamación del peritoneo.

personal de mando El oficial de información pública, oficial de seguridad y oficial de enlace; reportan directamente al comandante de incidente.

piamadre Una membrana vascular delgada que se encuentra adherida estrechamente a las partes del cerebro, la médula espinal y las partes proximales de los nervios; la membrana más interna de las tres meninges que recubren el cerebro.

pie de inmersión Una lesión a consecuencia de la exposición al frío no glacial causada por la inmersión prolongada de las extremidades en mojado y la humedad que es fresca a fría; también conocida como pie de trinchera.

pie de trinchera Una lesión que se produce por la exposición al frío no glacial causada por la inmersión prolongada de las extremidades en húmedo y la humedad de fresca a fría; también se conoce como pie de inmersión.

plan de acción ante un incidente (IAP) Un esquema actualizado de manera continua de la estrategia total, la táctica y la planeación de gestión de riesgos desarrollados por el comandante del incidente o el personal del sistema de comando de incidente.

pleura parietal Una membrana delgada que recubre la parte interna de la cavidad torácica.

pleura visceral Una membrana delgada que cubre la superficie exterior de cada pulmón.

pliegues vestibulares Las cuerdas vocales falsas que dirigen el flujo de aire a través de las cuerdas vocales.

poder médico legal (MPOA) Documento de voluntad anticipada utilizado por adultos competentes para designar a alguien para tomar decisiones médicas por ellos en caso de que no sean capaces de tomar esas decisiones por sí mismos. A diferencia de los testamentos en vida, MPOA entra en vigor inmediatamente en cualquier momento, cuando el paciente es incapaz de tomar sus propias decisiones, independientemente de la condición preexistente, y se inhabilita cuando el paciente recupera su capacidad para tomar sus decisiones.

poscarga La presión contra la que el ventrículo izquierdo debe bombear hacia fuera (eyectar) la sangre con cada latido.

posición de inhalación Una posición ligeramente superior y anterior de la cabeza y el cuello para optimizar la ventilación así como la visión durante la intubación endotraqueal.

posición neutra La posición de una articulación que permite el máximo movimiento; ni doblado ni extendido.

postura de decorticación Una postura patológica característica de un paciente con incremento de la presión intracraneal; cuando se inflige un estímulo doloroso, el paciente extiende la espalda y las extremidades inferiores con rigidez, mientras que al mismo tiempo flexiona los brazos y aprieta los puños.

postura de descerebración Postura característica que se presenta cuando se inflige un estímulo doloroso; las extremidades están rígidas y extendidas y la cabeza se retrae. Una de las formas de la postura patológica (respuesta) comúnmente asociadas con el aumento de la presión intracraneal.

precarga El volumen y la presión de la sangre que entra al corazón proveniente del sistema circulatorio sistémico (retorno venoso).

preferencia La manera en que se logra el principio de la atención en el tiempo dado y por el profesional de la asistencia disponible.

presbiacusia Una condición caracterizada por la disminución gradual de la audición.

presión arterial sistólica Presión sanguínea pico producida por la fuerza de contracción (sístole) de los ventrículos del corazón.

presión de perfusión cerebral La cantidad de presión necesaria para mantener el flujo sanguíneo cerebral; calculada como la diferencia entre la tensión arterial media (TAM) y la presión intracraneal (PIC).

presión de pulso (1) El aumento de la presión (la oleada) que se crea con cada nuevo bolo de sangre que deja el ventrículo izquierdo con cada contracción; (2) la diferencia entre las presiones sanguíneas sistólica y diastólica (presión sistólica menos la presión diastólica equivale a la presión de pulso).

presión dinámica El elemento de una explosión direccional y que se siente como una ráfaga viento.

presión extramural (extraluminal) Presión en el tejido que rodea un vaso.

presión intracraneal La presión ejercida contra el interior del cráneo por el tejido cerebral, la sangre y el líquido cefalorraquídeo; por lo regular menos de 15 mm Hg en los adultos y 3 a 7 mm Hg en los niños.

presión intramural (intraluminal) La presión ejercida contra el interior de las paredes de los vasos sanguíneos por el líquido intravascular y el ciclo de la tensión arterial.

presión oncótica Presión que determina la cantidad de líquido dentro del espacio vascular.

presión positiva al final de la espiración (PEEP) La presión en los pulmones encima de la presión atmosférica al final de la espiración; también se refiere a una técnica ventilatoria para apoyar la ventilación en la cual se aplica mayor cantidad de presión a los pulmones al final de la espiración para aumentar la cantidad de aire que queda en los pulmones y mejorar el intercambio de gas.

presión transmural Diferencia entre la presión dentro de un vaso sanguíneo y la presión por fuera del vaso.

primer pico de muerte El primero de tres picos que ocurre con la muerte por trauma; resultado de lesiones masivas o desangramiento rápido; puede reducirse a su mínima expresión por medidas de prevención.

primera ley del movimiento de Newton Una ley fundamental de la física que afirma que un cuerpo en reposo continuará en reposo y un cuerpo en movimiento continuará en movimiento a menos que actúe en ellos alguna fuerza externa.

principialismo Teoría basada en el uso de los cuatro principios éticos de autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia, que proporcionan un marco de equilibrio de peso, los pros y los contras de tratar a un paciente específico a fin de hacer lo mejor para los intereses del paciente.

principio Un elemento que debe estar presente, dotado o asegurado por el proveedor de asistencia médica para optimizar la supervivencia médica para optimizar la supervivencia del paciente y el resultado; también se refiere a los cuatro conceptos éticos de autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia.

privacidad El derecho de los pacientes de controlar quien tiene acceso a su información de salud personal.

proceso de lesión De forma parecida a la enfermedad, un proceso que involucra un huésped, un agente (en el caso de lesiones el agente es la energía), y un ambiente o situación que permite la acogida y el agente para interactuar.

propagación Ver pulverizador.

puesto de comando de incidentes (PCI) La ubicación en que se llevan a cabo las funciones de comando de incidentes.

pulso paradójico Condición en la cual la tensión arterial sistólica del paciente cae más de 10 a 15 mm Hg durante cada inspiración, por lo

regular debido al efecto de una mayor presión intratorácica como ocurriría con el neumotórax a tensión o por el taponamiento pericárdico.

pulverizador El modelo de dispersión de los perdigones disparados por una escopeta.

punteado Múltiples puntos pequeños que se presentan como resultado de la pólvora de las heridas de bala a quemarropa.

punto de recolección de víctimas Una posición utilizada para la recolección, triage o clasificación, tratamiento y evaluación de las víctimas de un incidente con múltiples víctimas.

puntuación de trauma pediátrico (PTS) Un sistema de puntuación clínico basado en la información clínica que es predictiva de la gravedad de una lesión y puede utilizarse para la toma de decisiones de triage.

quemadura circunferencial Una quemadura que abarca toda la parte del cuerpo, como el brazo, la pierna o el pecho.

quemadura de cuarto grado Lesión por quemadura que incluye todas las capas de la piel, así como la grasa, músculos, hueso u órganos internos subyacentes.

quemaduras de espesor parcial (segundo grado) Una quemadura que involucra tanto la epidermis como la dermis. La piel se presenta con áreas enrojecidas; vesículas o heridas abiertas, húmedas.

quemaduras de espesor total (tercer grado) Una quemadura de la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo (probablemente más profunda). La piel se puede observar carbonizada o curtida.

quemaduras superficiales (primer grado) Una quemadura que abarca sólo la epidermis; piel enrojecida, inflamada y dolorosa.

quemosis Una inflamación acuosa de la cubierta (conjuntiva) del ojo.

queratitis solar Quemaduras en la córnea del ojo que resultan a consecuencia de la exposición a la luz ultravioleta, por lo

regular como un resultado de la reflexión fuera de la nieve; también conocida como ceguera de la nieve.

quiescencia (periodo entre desastres) El tiempo entre los desastres o incidentes masivos durante el cual se llevan a cabo actividades de evaluación y mitigación de los riesgos y cuando se desarrollan planes para responder a los probables acontecimientos, probados e implementados.

quimiorreceptor Una terminación nerviosa sensitiva que es estimulada y reacciona a ciertos estímulos químicos; localizado por fuera del sistema nervioso central. Los quimiorreceptores se encuentran en las arterias más grandes del tórax y el cuello, las papilas gustativas y las células olfatorias de la nariz.

rabdomiólisis El desgaste del tejido muscular con la liberación de los componentes intracelulares del músculo en la circulación.

rabdomiólisis traumática Ver rabdomiólisis.

radiación La transferencia directa de energía de un objeto caliente a uno más frío por la radiación infrarroja.

raíz dorsal La raíz de los nervios espinales responsables de los impulsos sensitivos.

rayos gamma Un rayo de radiación electromagnética de alta energía liberada como resultado de la desintegración radiactiva material.

reflejo de inmersión en los mamíferos Un reflejo que ocurre con la inmersión en agua fría (menos de 21 °C [70 °F]), causando una desaceleración rápida del metabolismo del cuerpo, espasmos de la laringe, derivación de la sangre desde la periferia hasta el corazón y el cerebro, y una reducción notable de la frecuencia cardíaca y respiratoria.

regulación conductual (y termorregulación fisiológica) La respuesta consciente de un individuo a cambio térmico ambiental y las acciones físicas para resguardarlo caliente o fresco.

reserva fisiológica El exceso de la capacidad funcional de un órgano o sistema orgánico

resistencia cerebral vascular La resistencia al flujo de sangre que debe vencerse para empujar la sangre por los vasos sanguíneos en y alrededor del cerebro.

resistencia vascular sistémica La cantidad de resistencia al flujo de sangre a través de los vasos. Aumenta conforme se constriñen los vasos. Cualquier cambio en el diámetro del lumen o elasticidad de los vasos puede influir en la cantidad de resistencia.

resistencia voluntaria Un hallazgo de evaluación en el cual el paciente tensa los músculos abdominales cuando el proveedor de atención palpa un área sensible en el abdomen.

respiración La ventilación total y los procesos circulatorios involucrados en el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono entre la atmósfera exterior y las células del cuerpo. En ocasiones, en medicina se limita al significado de la respiración y a los pasos de la ventilación.

respiración celular La utilización de oxígeno por las células para producir energía.

respiración externa La transferencia de moléculas de oxígeno de la atmósfera a la sangre.

respiración interna (celular) El movimiento o difusión de moléculas de oxígeno de los eritrocitos hacia las células de los tejidos.

respirador de aire suministrado (SAR) Un dispositivo de protección personal que consiste en una máscara y una fuente de aire que no es llevado por el respondedor; usado en los entornos que se carece de oxígeno o que plantean un riesgo de inhalación tóxica.

respirador purificador de aire (APR) Un dispositivo que utiliza un filtro, el frasco o el cartucho para eliminar los contaminantes del aire ambiente pasando por un componente de

purificador de aire y hace que el aire sea seguro para respirar.

respirador purificador de aire forzado (PAPR) Dispositivo de protección respiratorio que aspira el aire ambiente mediante un cartucho del filtro y lo entrega bajo presión positiva a una máscara facial o capucha.

respuesta a incidente de víctimas múltiples (IVM) Las acciones que se llevan a cabo posteriores al acontecimiento para reducir el daño, la morbilidad y la mortalidad que son consecuencias del incidente.

retroperitoneo Ver espacio retroperitoneal.

rigidez involuntaria Rigidez o espasmo de los músculos de la pared abdominal como respuesta a la peritonitis.

rigor mortis La rigidez temporal o la rigidez de los músculos y las articulaciones causadas por la muerte; por lo general inicia dentro de 2 a 4 horas luego del deceso y dura aproximadamente de 36 a 48 horas.

Ringer lactato (RL) Solución cristalóide intravenosa que es isotónica con la sangre y se utiliza para reponer el volumen de electrolitos circundantes; contiene agua, sodio, cloruro, calcio, potasio y lactato.

sabañones Lesiones en la piel de color rojo o moradas acompañadas de picazón y dolor y se presentan luego de la exposición al frío, en especial en pacientes con mala circulación subyacente.

sección de finanzas/administración El área responsable de todos los gastos y las acciones financieras de los incidentes.

sección de logística La sección responsable de proporcionar todos los servicios, el equipo y las instalaciones para atención del incidente.

sección de operaciones La sección responsable de todas las operaciones tácticas en el incidente.

sección de planificación La sección responsable de la recopilación y la

evaluación de información relacionada con el incidente del SCI.

sección medular incompleta Sección parcial de la médula espinal en la cual algunos tractos y/o funciones motoras sensitivas permanecen intactos.

sección transversal de la médula completa Lesión completa y rotura de la médula espinal; todos los tractos medulares se interrumpen y se pierden todas las funciones neurológicas normales distales al sitio.

secuela Un efecto secundario o complicación de una enfermedad o lesión; su plural es secuelas.

secuencia de intubación rápida (SIR) Un método de intubación del paciente que incluye adyuvantes farmacológicos para sedación y relajación muscular.

segunda ley del movimiento de Newton Una ley fundamental de la física que afirma que la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza aplicada, en la misma dirección que la aplicada, y a la inversa proporcional a la masa del objeto.

segundo pico de la muerte El segundo de los tres picos que se producen con la muerte por trauma; se produce en cuestión de minutos a unas pocas horas después de la lesión; puede ser reducido al mínimo por la rápida evaluación prehospitalaria, el tratamiento y la transportación.

senescencia El proceso de envejecimiento.

sensibilidad de rebote La exploración física que se presenta al presionar de manera profunda el abdomen y después soltando rápido la presión, lo que causa dolor más grave cuando se libera súbitamente la presión abdominal.

sensibilidad isquémica La sensibilidad de las células de un tejido a la falta de oxígeno antes de que ocurra la muerte celular.

sepsis Infección que se ha diseminado para afectar todo el cuerpo.

shock Una falta de perfusión tisular diseminada de eritrocitos oxigenados

que lleva a un metabolismo anaerobio y producción reducida de energía.

shock anafiláctico Una reacción alérgica potencialmente letal, por lo regular caracterizada por ronchas (urticaria) dificultad para respirar sibilancias, y colapso cardiovascular.

shock cardiogénico El shock que resulta de la falla en la actividad de bomba del corazón; las causas se pueden catalogar como intrínsecas, resultado de una lesión directa al corazón mismo, o extrínsecas, relacionadas con un problema fuera del corazón.

shock distributivo Shock que se presenta cuando el contenedor vascular aumenta sin un incremento proporcional del volumen de líquido.

shock hemorrágico Shock hipovolémico que resulta de la pérdida de sangre.

shock hipovolémico Shock causado por la pérdida de sangre o líquido.

shock medular Una lesión en la médula espinal que produce una pérdida temporal de la sensibilidad y la función motora.

shock neurogénico Shock que se presenta cuando una lesión en la médula cervical daña la médula espinal por encima de la salida de los nervios del sistema nervioso simpático, por lo que interfieren con la vasoconstricción normal y lleva a una reducción en la presión sanguínea.

shock psicogénico Un shock neurogénico temporal como resultado de estrés psicológico (desmayo).

shock séptico Shock que es producido por las hormonas localmente activas debido a la infección sistémica generalizada, lo que produce lesión de las paredes de los vasos sanguíneos, lo que causa la vasodilatación periférica y la fuga de líquido de los capilares hacia el espacio intersticial.

simulación Una forma de entrenamiento consistente en la imitación, la promulgación o representación, verbalmente o con modelos, de la gestión de un incidente o el paciente.

síncope de calor Desmayos o mareos luego de permanecer largos periodos en un ambiente caliente; los resultados de la vasodilatación venosa y acumulación de sangre en las piernas, lo que causa tensión arterial baja.

síndrome compartimental Los hallazgos clínicos notables por isquemia y la circulación comprometida causada por la lesión vascular que produce hipoxia de los músculos en un compartimento de la extremidad. El edema celular produce aumento de la presión en un compartimento cerrado fascial u óseo.

síndrome de Brown-Séquard Una condición causada por una lesión penetrante que involucra la sección transversa de sólo una mitad de la médula espinal; sólo un lado del cable está involucrado.

síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) La insuficiencia respiratoria es consecuencia de la lesión del revestimiento de los capilares y los alvéolos en el pulmón, que lleva a fuga del líquido hacia los espacios intersticiales y alvéolos.

síndrome de Don Juan El patrón de lesión que con frecuencia se presenta cuando una persona cae o salta de una altura y aterriza con sus pies. Las fracturas bilaterales de los calcáneos (hueso del talón) por lo regular se asocian con este síndrome. Después de que los pies aterrizan y dejan de moverse, el cuerpo es forzado en flexión debido al peso de la cabeza que se encuentra aún en movimiento, y el tronco y la pelvis dan soporte. Es posible que esto cause fracturas por compresión de la columna vertebral en las áreas torácica y lumbar.

síndrome de impacto secundario El deterioro repentino en el estado neurológico de los pacientes que han tenido una conmoción cerebral y luego tiene una segunda conmoción cerebral antes de que los síntomas de la primera se hayan resuelto en su totalidad.

síndrome de radiación aguda (ARS) Las consecuencias fisiológicas de la radiación en todo el cuerpo; se caracteriza inicialmente por náusea

aguda y vómito, seguido de daño a la médula ósea (síndrome hematológico), el tracto gastrointestinal, el sistema cardiovascular, y el sistema nervioso central.

síndrome medular anterior La lesión a la parte anterior de la médula espinal, por lo regular como consecuencia de fragmentos óseos o presión sobre las arterias espinales.

síndrome medular central Lesión a la parte central de la médula espinal que por lo general se presenta por la hiperextensión del área cervical; caracterizado por debilidad o parálisis de las extremidades superiores, pero no las extremidades inferiores.

síndrome tóxico Una colección de signos y síntomas clínicos que sugieren la exposición a una determinada clase de producto químico o toxina.

sistema de activación reticular (SAR) El centro de control del sistema nervioso central responsable de mantener el nivel de conciencia y el estado de alerta.

sistema de comando del incidente (SCI) Un sistema que define la cadena de mando y organización de los diversos recursos que responden durante un desastre.

sistema nervioso autónomo La parte del sistema nervioso central que dirige y controla las funciones involuntarias del cuerpo.

sistema nervioso parasimpático La división del sistema nervioso que mantiene las funciones normales del cuerpo.

sistema nervioso simpático La división del sistema nervioso que produce una respuesta de lucha o huida.

sitio muscarínico Un receptor de acetilcolina que se encuentra principalmente en el músculo liso y las glándulas.

sitio nicotínico Un receptor de acetilcolina encontrado principalmente en el músculo esquelético.

sobrepresión explosión Presión superior a la presión atmosférica normal que

es resultado de una detonación de explosivos de alto orden.

sobrepresión máxima El valor máximo de la presión experimentado en una posición dada en el momento que una onda expansiva de un alto explosivo alcanza la ubicación.

solución de hipoclorito Una solución que se utiliza en la producción de blanqueadores para uso doméstico y limpiadores industriales.

solución salina hipertónica Cualquier solución de cloruro de sodio en agua con una concentración de cloruro de sodio mayor que la solución salina fisiológica, que se compone de cloruro de sodio al 0.9%, igual que el fluido corporal.

solución salina normal Solución intravenosa cristaloide que está formada por agua, sodio y cloruro en concentración de 0.9%.

soporte médico de urgencia táctica (TUMS) Un sistema de atención fuera del hospital dedicado a mejorar la probabilidad de éxito de las operaciones especiales, lo cual disminuye la responsabilidad médica de la misión y el riesgo, y promueve la seguridad pública.

sublimación Un proceso en el que los alimentos sólidos emiten vapores, sin pasar por el estado líquido.

subluxación Una dislocación parcial o incompleta.

sumersión Una situación en la cual todo el cuerpo está completamente bajo el agua.

táctica de campo y atención La fase de cuidado en la atención táctica de la víctima en la cual se proporciona asistencia médica cuando la amenaza o el peligro han sido contenidos, pero todavía podría reanudarse; también se conoce como atención de amenazas indirectas.

taponamiento El cierre o bloqueo de una lesión o vaso sanguíneo; también la compresión del corazón por la acumulación de sangre o fluido en el pericardio.

taponamiento cardiaco Compresión del corazón de una acumulación de fluido en

el pericardio que rodea el corazón; en el caso de trauma, el fluido generalmente es la sangre; la acumulación de líquido impide el regreso normal de la sangre al corazón comprimiendo éste, lo que altera la circulación.

taquipnea El aumento en la frecuencia respiratoria.

tasa metabólica basal El número de calorías que el cuerpo quema cuando está en reposo, lo que resulta en la producción de calor como un subproducto del metabolismo.

temperatura ambiental La temperatura termal del aire que rodea al individuo.

temperatura central (1) La temperatura a la que se mantienen los órganos vitales y funcionan mejor; (2) la temperatura moderada de las estructuras profundas y los órganos del cuerpo.

tendón Una banda de tejido duro, inelástico y fibroso que une un músculo con el hueso.

tensión arterial media (TAM) La presión media en el sistema vascular, estimada al añadir un tercio de la tensión del pulso a la presión diastólica.

tentorio o tienda del cerebelo (tentorium cerebelli) Un capilar de la duramadre que forma una cubierta sobre el cerebelo. La tienda es una parte del piso del cráneo superior justo por debajo del encéfalo (cerebro).

tercer pico de muerte El tercero de tres picos que se producen con la muerte por trauma; ocurre varios días o semanas posteriores de la lesión inicial, por lo general a causa de sepsis o insuficiencia orgánica.

tercera ley del movimiento de Newton Una ley fundamental de la física que afirma que por cada acción hay una reacción igual y opuesta.

termita Un compuesto incendiario que se compone de aluminio pulverizado y óxido de hierro que arde intensamente a 1982 °C (3600 °F) y dispersa el hierro fundido.

termorregulación fisiológica Proceso por el cual se controla la temperatura

del cuerpo; involucra la dilatación y la constricción de los vasos sanguíneos para ayudar a eliminar o conservar el calor del cuerpo.

tórax inestable Tórax con un segmento inestable producido por la fractura múltiple de costillas en dos o más lugares o incluyendo la fractura del esternón.

trabajo respiratorio El trabajo físico o el esfuerzo realizado en el movimiento de la pared torácica y el diafragma para respirar.

tracción mandibular en trauma Una maniobra que permite la apertura de las vías aéreas con poco o ningún movimiento de la cabeza y la columna cervical; la mandíbula se levanta colocando los pulgares en cada arco cigomático y el dedo índice y los dedos largos por debajo de la mandíbula y en el mismo ángulo, empujando la mandíbula hacia adelante.

trastorno por estrés postraumático (TEPT) Una condición de salud mental que es resultado de la exposición a un evento horrible o aterrador y conduce a retrocesos con el incidente, pesadillas, ansiedad y pensamientos incontrolables sobre el incidente.

trauma contuso Trauma no penetrante causado por un objeto de rápido movimiento que se impacta con el cuerpo.

trauma penetrante El trauma que es producido cuando un objeto penetra la piel y lesiona estructuras subyacentes. Por lo general produce cavidades tanto temporales como permanentes.

triage Palabra francesa que significa "clasificar"; un proceso en el cual un grupo de pacientes se clasifican de acuerdo a su prioridad de la necesidad de atención. Cuando están involucrados pocos pacientes, el triage consiste en la evaluación de cada paciente, cumpliendo primero todas las necesidades de mayor prioridad y después se dirigen a las de menor prioridad. En un incidente masivo con un gran número de pacientes involucrados, el triage se realiza

determinando tanto la urgencia como el potencial de supervivencia.

tronco del encéfalo La parte del cerebro similar a un tallo que conecta los hemisferios cerebrales con la médula espinal.

tubo endotraqueal Un tubo de plástico que se inserta dentro de la tráquea para garantizar una vía aérea y se utiliza para ayudar a un paciente a respirar.

uncus La porción medial del lóbulo temporal.

unidad de mando Un concepto del manejo del sistema de comando de incidentes en el cual cada respondedor tiene sólo un supervisor directo.

vapor Un sólido o líquido en estado gaseoso, por lo general visible como una nube fina o neblina.

vasodilatación inducida por frío La respuesta fisiológica que sucede una vez que una extremidad se enfría a 10 °C (50 °F) en un intento para brindar alguna protección del frío.

vena cava inferior Una vena principal que lleva la sangre desoxigenada desde la mitad inferior de cuerpo de regreso al corazón.

vena cava superior Una vena principal que lleva la sangre oxigenada desde la parte superior del cuerpo de regreso al corazón.

ventilación Circulación del aire dentro y fuera de los pulmones a través del proceso de la respiración normal; el proceso mecánico mediante el cual el aire se mueve de la atmósfera que se encuentra fuera del cuerpo a través de la boca, la nariz, la faringe, la tráquea, los bronquios, dentro y fuera de los alveolos. Para ventilar un paciente se proporcionan inspiraciones de presión positiva con un dispositivo de ventilación, como un aparato de bolsa-válvula-mascarilla y después permitir de forma alternada una exhalación pasiva; se usa en pacientes que no pueden tener una ventilación adecuada por sí mismos o que estén apnéicos.

ventilación obligatoria intermitente

(VOI) Una forma de ventilación mecánica que ofrece una tasa fija y volumen tidal a los pacientes.

ventilación por minuto Ver volumen minuto.

ventilación transtraqueal percutánea

(VTP) Procedimiento en el cual una aguja de calibre 16 o mayor con la cual se ventila al paciente, se inserta de forma directa en el lumen cricotiroides o directamente por de la pared traqueal.

vesicante Un agente químico utilizado como arma de destrucción masiva como la mostaza de azufre y la lewisita; también se conoce como agente de ampolla, debido a que estos agentes crean una lesión que visualmente es parecida a una quemadura.

vía aérea nasofaríngea Una vía aérea que está localizada desde la nariz y sigue por el piso de la cavidad nasal directo hacia la nasofaringe en la parte posterior. Esta vía aérea comúnmente es poco tolerada por los pacientes porque produce un reflejo nauseoso.

vía aérea orofaríngea Una vía aérea que, cuando se coloca en la orofaringe superior a la lengua, mantiene la lengua hacia delante para ayudar a mantener la vía aérea abierta; sólo se utiliza en pacientes sin reflejo nauseoso.

vía aérea permeable Una vía aérea abierta, sin obstrucción de tamaño suficiente para permitir el intercambio de volúmenes normales de aire.

vía aérea supraglótica Un dispositivo de la vía aérea insertado a ciegas en la boca y la faringe; diseñado para aislar la tráquea desde el esófago; ninguno de estos dispositivos proporcionan un sellado completo de la tráquea, por lo

tanto el riesgo de aspiración es bajo pero no se previene por completo.

viento de explosión El resultado del desplazamiento repentino de aire desde una explosión.

vigilancia El proceso de recolectar datos dentro de una comunidad, por lo general sobre enfermedades infecciosas.

vísceras Los órganos internos del cuerpo.

volatilidad La probabilidad de que sólidos o líquidos se vaporicen en una forma gaseosa a temperatura ambiente.

volumen minuto La cantidad de aire intercambiado cada minuto; calculado al multiplicar el volumen de cada respiración (volumen tidal) por el número de respiraciones por minuto (frecuencia).

volumen sistólico El volumen de sangre bombeado por cada contracción (latido) del ventrículo izquierdo.

volumen tidal El volumen normal de aire intercambiado con cada ventilación. Cerca de 500 mL de aire son intercambiados entre los pulmones y la atmósfera con cada respiración en un adulto sano en reposo.

voluntad anticipada Una forma de directiva anticipada que expresa al final de su vida los deseos de tratamiento de un paciente; p. ej., si desea ventilación mecánica, RCP, diálisis, u otros métodos de prolongar o mantener la vida; por lo general no entra en vigor sino hasta que el paciente es incapaz de tomar estas decisiones y se ha certificado esta condición por un profesional de la salud, que suele ser un médico, al tratarse de una fase terminal o inconsciencia permanente.

zona caliente El área geográfica de máxima contaminación debida un material peligroso; sólo los trabajadores especialmente entrenados y equipados pueden entrar en esta área.

zona caliente Un área geográfica de contaminación reducida por un material peligroso y la localización para el corredor de reducción de la contaminación en donde los pacientes expuestos se descontaminan por el equipo de materiales peligrosos.

zona de coagulación La región de mayor destrucción de tejido en una quemadura de espesor total; el tejido en esta zona es necrótico (muerto) y los tejidos no tienen la capacidad de repararse.

zona de estancamiento La región junto a la zona de coagulación; cuando el flujo de sangre a esta región se estanca y las células en esta zona se perjudican, pero no de modo irreversible. Si posteriormente se les priva de la entrega de oxígeno o flujo sanguíneo, estas células viables morirán y se harán necróticas. El tratamiento oportuno y apropiado de las quemaduras puede preservar el flujo sanguíneo y la entrega de oxígeno en estas células dañadas.

zona de hiperemia La zona más externa de una quemadura de espesor total; presenta lesión celular mínima y se caracteriza por el incremento en el flujo sanguíneo secundario a una reacción inflamatoria iniciada por la herida de la quemadura.

zona de muerte El área de mayor riesgo en un incidente peligroso; el área del perímetro interior.

zona fría Un área geográfica que está libre de la contaminación por un material peligroso.

Índice

Nota: los números de página seguidos de *f*, indican figura.

A

- ABCDE evaluación
 estudio primario, 139–145
 quemaduras, 411–414
- abdomen, 151, 365*f*
- ABG. *Ver* gases en sangre arterial
- abrasión corneal, 274
- abrasión, 451*f*
- abrazadera lista de combate, 236
- abuso, 158
 lactante, 449, 450
- abuso de personas mayores, 464, 470, 472*f*
- abuso infantil, 421–422, 421*f*, 422*f*, 449, 600
 y negligencia, 450
- acceso intravenoso (IV), 341, 342
- acceso vascular intraóseo, 248–257
- acceso vascular, 444, 662–663
- accidente, 3–4
- ACEP. *Ver* American College of Emergency Physicians
- acetilcolina, 525
- ácido fluorídrico, 425
- ácido tranexámico (ATX), 244
- ácidos, 424
- acidosis hiperclorémica, 417
- acidosis, 141, 335
 de metabolismo anaerobio, 224
- aclimatación al calor, 548, 561, 562*f*, 563*f*
- ACS-COT. *Ver* American College of Surgeons Committee on Trauma
- actividad eléctrica sin pulso (PEA), 157, 350
- ADM. *Ver* armas de destrucción masiva
- administración de recursos, 496
- AEP. *Ver* actividad eléctrica sin pulso
- aerosol, 105, 522
 precauciones, 529
- Afganistan, 108
- Agencia de Protección Ambiental (EPA), 531
- agente bloqueador neuromuscular de acción prolongada, 283
- agente de riesgo biológico concentrado *vs.* paciente infectado, 528
- agentes antiinflamatorios no esteroides, 467
- agentes biológicos ADM, clasificación de, 527*f*
- agentes biológicos, 511, 527–533
- agentes bloqueadores betaadrenérgicos, 231
- agentes bloqueadores neuromusculares, 281
- agentes de control de disturbios, 426
- agentes de ampolla, 425
- agentes hemostáticos, 233, 236, 644
- agentes hipoglucémicos, 467
- agentes incendiarios, 522
- agentes nerviosos, 524–525
 descontaminación de, 525*f*
- agentes neutralizantes, por quemaduras químicas, 424
- agentes químicos, 522–527
 clasificación de, 522*f*
- agentes vesicantes, 527
- agotamiento de calor por esfuerzo, 552
- agotamiento por calor, 550*f*, 552–556
- ahogamiento, 597–599
- ahogamiento por inmersión, 601
- ahogamiento seco, 601
- ahogamiento secundario, 598
- ahogamientos, 601
- AINE. *Ver* agentes antiinflamatorios no esteroides
- ALB. *Ver* anti-lewisita británica
- alcohol, 600
- algoritmo, 485*f*
 para manejo del shock, 243*f*
- algoritmo de respuesta al trauma, 485*f*
- algoritmo de triage START, 499
- alivio de la ansiedad, 395
- almacenamiento de fármacos en los extremos térmicos, 564–566
- alteración valvular, 65, 223
- altitud extrema, 623
- alvéolo, 166, 337*f*
- ambiente austero, 492
- ámbito de control, 495
- amenazas de bomba (distancias de evacuación segura), 124*f*
- American Association for the Surgery of Trauma (AAST), 240
- American College of Emergency Physicians (ACEP), 656
- American College of Surgeons Committee on Trauma (ACS-COT), 656
- American National Standards Institute (ANSI), 118
- amígdala faríngea, 150*f*
- amígdalas, 165*f*
- amoníaco, 526
- ampollas, 409*f*
- amputación, 395–397, 395*f*
- analgésia, 158
 quemaduras, 418
- anastomosis, 568
- anatomía de la médula espinal, 293–295
- anatomía vertebral, 291–293
- anemia, 269
- anhidrosis, 553
- anisocoria, 152, 272
- ANSI. *Ver* American National Standards Institute
- ansiolisis, 395
- anterior-medial proximal tibia, 248
- antilewisita británica (BAL), 527
- antibióticos, 645
- anticoagulantes, 467
 medicamentos, 231
- antígeno de superficie de la hepatitis B (HBsAg), 128
- años potenciales de vida perdidos (APVP), 21
- aorta descendente, 352, 353*f*
- aortografía, 352
- aparato de respiración autocontenida (ARAU), 512
- aparatos de respiración autocontenida bajo el agua (buceo), 608
- aplicación de férula de vacío, 331–333
- aplicación de torniquete en combate (C-A-T), 234
- aplicación de torniquete, protocolo para, 236*f*
- apnéico, 140
- apófisis espinosa, 291
- apófisis transversas, 291
- apoptosis, 265
- aporte de oxígeno, 53, 168
- apósito Acticoat, 416*f*
- aprendizaje independiente, 504
- apretón, 610
- apretón de máscara, 611

- apretón de oído medio, 611
 apretón inverso, 611–613
 apretón sinusal, 611
 ARA. *Ver* aparato respiratorio autónomo
 arco aórtico, 352
 arcos neurales, 291
 área de contacto, 76
 área de ensayo, 496
 área de tratamiento, 503
 áreas quemadas desnudas, 409, 409f
 arma nuclear, detonación de, 422
 armas de alta energía, 100–102
 armas de baja energía, 100
 armas de destrucción masiva (ADM),
 122–123, 488, 502, 510
 agentes biológicos, clasificación de,
 527f
 escena de, 512f
 armas de energía media, 100, 101f
 arritmia cardíaca, 65
 arteria carótida, 276
 arterias, 59f
 asfixia traumática, 355, 356f
 asfixiantes, 419–420
 asientos de seguridad infantil, 5
 asistencia autoenviada, 506
 asistolia, 157
 ataque directo, 591
 atelectasia, 341
 atención bajo fuego, 37, 658f, 659–660,
 659f
 atención de amenaza directa, 659–660
 Atención de urgencias y transportación
 de enfermos y heridos, 8
 atención definitiva, 152–154
 atención del trauma en espacios
 naturales, 635–651, 637f
 arresto médico, 646–647
 columna cervical, 639–640
 detención traumática, 646
 dislocaciones, 646
 evacuaciones improvisadas, 640–641
 función y estética, restauración de,
 645–646
 hemostasis, 644
 infección, prevención de, 644–645
 mordedura de serpiente, 648–651
 necesidad de comida y agua, 642
 necesidades de eliminación, 641
 patrones de lesiones, 638
 piquete de abeja, 647–648
 protección solar, 642–644
 RCP, 646
 seguridad, 638–639
 tratamiento de heridas, 644
 uso del tablero, 642
 atención médica definitiva, 493, 500f
 atención prehospitalaria, 33–34, 279, 596
 ética, 40
 autonomía, 41–42
 beneficencia, 42–43
 justicia, 43
 no maleficencia, 42
 principios, 40
 investigación, 43
 evaluación, pasos en, 44–45
 evidencia, tipos de, 43–44
 literatura de SMU, lectura, 43
 pensamiento crítico, 37–39, 37f, 38f
 control de prejuicios, 39
 en el análisis de datos, 39–40
 en la toma de decisión rápida, 39
 fases de atención del paciente, 40
 principios y preferencias, 34–35
 acopio de conocimiento, 36
 condición del paciente, 36
 equipo disponible, 36–37
 situación, 35–36
 atención táctica a los heridos (ATH),
 656
 atención táctica en el campo, 37, 658f,
 660–663, 660f
 atentado terrorista en Madrid 2004, 502f
 aterosclerosis, 460
 Ativan, 526
 atlas, 292, 293f
 ATP. *Ver* trifosfato de adenosina
 atropina, 184f, 525, 526
 auscultación, 340, 346f
 trauma abdominal, 370
 ausencia de pulso, 398
 auto-aplicación de extremidad inferior,
 252–253
 auto-aplicación de extremidad superior,
 250–251
 autoayuda, 659
 autonomía, 40, 41
 decir la verdad, 41–42
 directivas anticipadas, 42
 privacidad y confidencialidad, 41
 autoridad jurisdiccional, 494
 autorregulación, 263
 de flujo sanguíneo cerebral, 263–264
 auxiliares de las vías aéreas y los
 procedimientos, categorías para
 complejo, 173, 174f
 manual, 171, 173, 173f
 simple, 173, 173f
 AVDI, 143, 143f, 439
 ayuda del compañero, 659
- B**
Bacillus anthracis, 529
 bajas
 extracción y evacuación de, 659–660
 puntos de colección, 500
 balas, 105
 balas expansivas, 98f
 Banks, Sam, 8
 barorreceptores, 339
 barotrauma, 517, 610–613
 barotrauma de oído interno, 611
 barotrauma pulmonar hiperinsuflado,
 612–613
 barrera de resistencia a químicos, 512
 bata, 130
 Batalla de Bull Run, 7
 bebidas deportivas, 558f
 beneficencia, 40, 42–43
 bengalas, 118
 benzodiazepinas, 283, 395
 betabloqueadores, 467
 bloqueadores de los canales de calcio,
 231, 467
 bola blanca, 76, 77f
 bolsas de aire, 87–88
 bolsas de arena, 308
 bomba sucia, 502
 detonación de, 422
 bombas secundarias, 125
 botulismo, 533
 botulismo de origen alimentario, 533
 botulismo intestinal, 533
 botulismo por heridas, 533
 botulismo por inhalación, 533
 bóveda craneal, 261
 Boyd, David, 8
 bradicardia, 157
 bradipnea, 140
 brazos, la inmovilización, 309

bromuro de mercurio (Norcuron), 185f
 bromuro de pancuronio (Pavulon), 185f
 broncoespasmo, 526, 527
 bronquiolos, 166
 bronquios principales, 165f, 166
 buceo. *Ver* aparatos de respiración con
 escafandra autónoma
 buceo. *Ver* lesiones relacionadas con el
 buceo
 Bush, George W., 126
 búsqueda de literatura médica
 computarizada, 44, 44f
 búsqueda y rescate (BYR), 493, 498
 equipo, 639, 641

C

C-A-T. *Ver* aplicación de torniquete en
 combate
 C-TECC. *Ver* Comité para Atención
 Táctica a Víctimas de Urgencias
 cabeza, 149, 150f
 inmovilización, 307–308
 caídas, 92–93, 463
 calambres musculares (calor), 549, 550f,
 551
 calambres por calor, 549, 550f, 551
 calidad de la piel, 228
 California Organizada para Urgencias
 Potenciales con Recursos
 para Extinción de Incendios
 (FIRESCOPE), 125
 camilla cuchara, 301, 302f
 camino hacia arriba y por encima, 80–81
 caminos rurales, 117
 capa de la hipodermis, 408, 408f
 capa subcutánea, 408, 408f
 capacidad para tomar decisiones, 41
 capacidad pulmonar total (CPT), 339f
 capacitación de comando de incidente
 recursos, 128f
 capacitación de grupo, 505
 capilar, 336, 337f
 sangrado, 141
 endotelio, 337f
 tiempo de llenado, 142f, 228
 capnografía, 191, 244, 340
 capnografía con forma de onda, 340–341
 cara, 150f
 características de la quemadura, 408–411

carbunco (ántrax), 529–530
 carbunco cutáneo, 530
 carbunco gastrointestinal, 530
 carbunco por inhalación, 530
 carcinoma hepatocelular, 129f
 cardiopulmonar, 614
 carga axial, 296
 Caroline, Nancy, 8
 cartilago aritenoides, 166f
 cartilago cricoides, 187
 cascada de coagulación, 221, 222f
 cascada de coagulación sanguínea,
 66, 67f
 casco, motocicleta, 4
 casi ahogamiento, 598
 cataratas, 461
 catástrofes por radiación, efectos
 médicos de, 534–537
 catecolaminas, 230, 461
 catéter urinario, 159
 causas extrínsecas de shock
 cardiogénico, 223–224
 causas intrínsecas de shock
 cardiogénico, 223
 cavidad nasal, 165f
 cavidad oral, 165f
 cavidad peritoneal, 363, 364f
 cavidad permanente, 76
 cavidad temporal, 76
 cavitación, 76–78, 101–102
 CDC. *Ver* Centers for Disease Control
 and Prevention
 cefazolina, 400
 ceguera de la nieve, 567
 cemento, 424–425
 Centers for Disease Control and
 Prevention (CDC), 86
 centro termorregulador, 545
 cerebelo, 261, 262f
 cerebro, 261, 262f
 cubiertas meníngeas de, 261f
 Champion, Howard, 8
 choques de motocicleta, 88–90
 chokes, 614
 CI. *Ver* comandante del incidente
 cianosis, 340, 346f
 cianuro, 524
 cianuro de hidrógeno, 524
 ciclo del desastre, 488–490, 492

cierre primario retrasado, 645
 cifosis, 460, 462, 462f
 cilios, 421, 460
 área de contacto, 76
 cavitación, 76–78
 cinemática del trauma, 70–110
 densidad, 75–76
 energía, 72–79
 evaluación, 110
 lesiones por explosión, 107–110
 principios generales, 72
 cinemática, 71, 270, 382–383
 cinturones de seguridad, 86–87
 circulación
 evaluación primaria de shock,
 227–228
 evaluación primaria, 141–143
 quemaduras, 412
 trauma de cabeza, 271, 281–282
 trauma geriátrico, 465, 469
 trauma pediátrico, 437–439, 438f,
 443–445
 trauma torácico, 338–339
 cirugía estética, 645–646
 clasificación de, 219
 clasificaciones de Mallampati, 179f
 clavículas, 294
 cloruro de 2-PAM, 525
 cloruro de pralidoxima, 525
Clostridium botulinum, 532
 coagulopatía, 66
 cóccix, 292
 cola, 195
 colapso asociado con el esfuerzo, 551
 colisión con la cabeza, 88–89
 colisión de impacto angular, 89
 colisión por vehículos automotrices
 (CVA), 79–88
 bolsas de aire, 87–88
 choques de motocicletas, 88–90
 cinturones de seguridad, 86–87
 de impacto frontal, 80–83
 de impacto lateral, 83–84
 incompatibilidad de vehículo, 86
 impacto de rotación, 84–85
 impacto trasero, 83
 lesiones peatonales, 90–92
 ocupante de protección y restricción
 sistemas, 86–88

- tres colisiones, 79
 volcadura, 85–86
- colisiones de impacto-rotación, 84–85
 colisiones de impacto frontal, 80
 colisiones por impacto, 83
 collar cervical, 280, 303–304
 dimensionamiento incorrecto/
 aplicación inadecuada de, 309
 tallas y aplicaciones, 315–316
 collarines cervicales rígidos, 303–304
 guías para, 304f
- coloides, uso de cristaloides *vs.*, 240
 color de la piel, 143, 228
 columna cervical, 639–640
 estabilización, 139–140, 311
 estabilización manual de, 171f
 inmovilización, 663
 columna lumbar, 292
 columna vertebral, 291–293, 292f
 comandante del incidente (CI), 126, 494,
 537
 comando, 496
 comando individual, 494
 comando unificado, 494
 Combitube, 174f, 203–205
 comisión, 158
 Comité de Atención a Víctimas de
 Urgencias Tácticas (C-TECC), 657
 Comité de Atención Táctica a Víctimas
 de Combate (COTCCC), 234, 236,
 656, 657
 competencia, 41
 compresibilidad, 92
 compresión, 79
 abdomen, 97
 cabeza, 94
 cuello, 94–95
 lesiones, 366
 tórax, 95–96
 compresión de los dientes, 611
 compresión medular, 296
 comunicaciones integradas, 495
 comunicaciones, 156
 barreras, 301
 respuesta a los desastres, 505–506
 concepto de impulso hipóxico, 338
 concusión cerebral, 276–277
 condición del paciente, *qf*, 36
 condiciones médicas preexistentes, 231
 condiciones que amenazan la vida, 479,
 479f
 conducción, 545
 conducir en estado de ebriedad, 4
 conducto alveolar, 165f
 confidencialidad, 41
 congelación, 566
 congelación aguda, 566, 569–570, 583
 congelación de cuarto grado, 569
 congelación de primer grado, 569
 congelación de segundo grado, 569
 congelación profunda, 569
 congelación superficial, 569
 congelaciones de tercer grado, 569
 conicidad, 266
 conjuntiva, 274
 conmoción cardiaca, 351–352
 conmoción cerebral de la cuerda, 296
 conos reflectantes, 118
 consentimiento informado, 41
 constricción de la pupila, 152f
 consumo de oxígeno, 53, 168
 contacto por salpicadura, 591
 contaminación primaria, 523
 contaminación secundaria, 523
 CONTOMS. *Ver* Soporte Médico
 Operacional a la Lucha Contra
 Estupefacientes y Terrorismo
 control de asistencia (C/A) ventilación,
 189
 control de la hemorragia
 agentes hemostáticos, 236
 hemorragia interna, 236
 intersección, 236
 presión directa, 232–234
 puntos de elevación y presión, 234
 torniquetes, 234–236
 control de la hemorragia, 236
 contusión cardiaca, 349–350
 contusión de la médula, 296
 contusión periorbital, 451f
 contusión pulmonar, 340, 342
 contusiones cerebrales, 279
 contusiones faciales, 451f
 convección, 545–546
 Convención de Hague de 1899, 102
 convulsiones, 270
 convulsiones por gran mal, 270
 corazón derecho, 58
 corazón izquierdo, 58
 corazón, respuesta cardiovascular, 57–59,
 57f, 58f
 córnea, 275
 cornetes, 150f, 165f
 corriente de tierra, 593
 corte transversal de cordón completo,
 296
 costillas flotantes, 350
 costos del trauma, 2, 3f
 COTCCC. *Ver* Comité de Atención
 Táctica a Víctimas de Combate
 Cowley, R. Adams, 5, 137, 476
 CPAP. *Ver* presión respiratoria positiva
 continua
 CQL. *Ver* mejora continua de la calidad
 cráneo, 149, 150f
 vista interna de, 260f
 cráneo, 150f, 260
 crepitación, 272, 383
 cricotirotomía con aguja, 214–216
 cricotirotomía quirúrgica, 187–188
 crisis traumática, lugares remotos, 646
 cristaloides
 infusiones, 241
vs. coloides, uso de, 240
 cuadro de distancia segura de los
 explosivos, 518f
 cuello, 149–150, 150f
 cuerdas vocales, 164, 166f
 cuerpo humano, músculos del, 382f
 cuidado de evacuación táctica, 37, 658f
 cuidado del paciente, fases de, 40
 Curry, George J., 8
 curvas, 614
 curvas de la piel, 614
 cutáneo y linfático (tipo I DCS), 614
 Cyanokit, 420
- D**
 daño del músculo cardiaco, 64–65, 223
 daños por contacto, 106
 datos de los accidentes de tránsito, 3, 3f
 DCI. *Ver* enfermedad de descompresión
 DCS tipo I, 614, 618f
 DCS tipo II, 614, 618f
 DCS. *Ver* enfermedad descompresiva
 DDR. *Ver* dispositivos de dispersión de la
 radiación

- decir la verdad, 41–42
- declaración de muerte, 122
- declaración de St. Petersburgo de 1868, 102
- déficits neurológicos, 290, 291, 299
- deflagración, 517
- deformidad anatómica de espina, 301
- deformidades por luxación de articulaciones, 384*f*
- DEI. dispositivos explosivos improvisados
- dejando la bicicleta abajo, 90
- densidad, 75–76
- densidad del agua, 76
- densidad del aire, 76
- densidad sólida, 76
- densidades de tejido, 76
- DEPT. *Ver* desorden de estrés postraumático
- dermatoma, 294
- mapa, 295*f*
- dermis, 408, 408*f*, 544
- desangramiento, 273
- desastre, 488
- desastre nuclear de Chernobyl, 533
- desastres radiológicos, 533–538, 534*f*
- desbridamiento, fractura, 390
- descarga axial, 303
- descarga de cinta ascendente, 593
- descarga eléctrica, 593
- descomposición, 646
- descompresión de la aguja de la cavidad torácica, 346–347, 347*f*
- necesidad de, 661*f*
- descontaminación, 123, 502–503, 502*f*, 514–515
- de agentes nerviosos, 525*f*
- deshidratación voluntaria, 548
- deshidratación, 548–549, 550*f*, 566
- desigualdad pupilar, 272
- desnaturalización, 408
- desplazamiento traqueal, 339
- desprendimiento placentario, 374, 374*f*
- destello de lado, 591
- destrezas de inmovilización, evaluación de, 310*f*
- destrezas de ventilación, manejo de la vía aérea y, 195–216
- destrezas específicas (trauma vertebral), 315–333
- aplicación de férula de vacío, 331–333
- collarín cervical, 315–316
- dispositivo de inmovilización infantil, 328–329
- extricación rápida, 324–328
- inmovilización en posición sentada, 320–323
- retiro del casco, 330–331
- rotación, 316–319
- destrezas específicas (vías aéreas y ventilación), 195–216
- cánula supraglótica, 203–208
- cricotirotomía con aguja y ventilación transtraqueal percutánea, 214–216
- intubación orotraqueal cara a cara, 212–213
- intubación orotraqueal visualizada en el paciente traumatizado, 210–212
- levantamiento del mentón en trauma, 197
- tracción mandibular alterna en trauma, 196
- tracción mandibular en trauma, 195
- ventilación con bolsa-mascarilla, 202–203
- vía aérea con mascarilla laríngea, 208–210
- vía aérea nasofaríngea, 200–201
- vía aérea orofaríngea, 197–199
- desviación traqueal, 346*f*
- desviadores, 105
- detector portátil de valor tidal de dióxido de carbono, 191*f*
- dextrano, 240
- diafragma, 97, 150, 151*f*, 165*f*, 166, 294, 336, 366
- diazepam, 526
- dilatación de la pupila, 152*f*
- dióxido de carbono al final de la espiración (ETCO₂), 191, 232, 281
- monitoreo, 145, 481
- dióxido de carbono, 51, 167
- difusión de, 167*f*
- y flujo sanguíneo cerebral, 264
- directiva anticipada, 42
- disartria, 279
- disbarismo, 608
- discapacidad quemaduras, 412–413
- revisión primaria, 143–144
- trauma de cabeza, 271–272, 282
- trauma geriátrico, 465
- trauma pediátrico, 439, 439*f*
- disco intervertebral, 294, 294*f*
- diseño de la carretera, 117
- disestesia, 594
- dislocaciones, 392–393, 393*f*, 646
- dispositivo complementario, selección de, 176–177, 176*f*
- dispositivo corto para paciente sentado, extricación rápida *vs.*, 309
- dispositivo de bolsa-mascarilla, 170, 188, 202
- método de dos proveedores, 202–203
- dispositivo de extracción Kendrick (KED), 320
- dispositivo de inmovilización para niño, 328–329
- dispositivo de remolque, 603*f*
- dispositivos básicos, 177
- dispositivos de delineación de tráfico, 118*f*
- dispositivos de dispersión de radiación (DDR), 534
- dispositivos de oxígeno con motor, 188–189
- dispositivos de ventilación, 188–190
- dispositivos explosivos improvisados (DEI), 236
- dispositivos ventilatorios manuales (impulsados por el oxígeno), 188–189
- disritmia, 65
- disrupción traqueobronquial, 354–355
- distancia de parada, 74
- distensión de las venas del cuello, 346*f*
- distensión gástrica, 437
- distensión venosa yugular, 443
- distracción, 296
- diuresis inducida por frío, 566
- dobles de la piel, 614
- doctrina Monro-Kellie, 265, 266*f*
- dolor de rebote, 369
- dolor en las extremidades (tipo I DCS), 614
- dolor fantasma, 395*f*
- dolor o sensibilidad de la columna, 299
- donación de órganos, muerte cerebral y, 283–285
- DUMBELS, 525, 525*f*

DuoDote, 526, 526f
dura madre, 260, 273

- E**
EAMD. *Ver* equipos de asistencia médica en los desastres
ECGA. *Ver* edema cerebral de gran altitud
ECG. *Ver* electrocardiograma (ECG)
ECG. *Ver* escala de coma de Glasgow
eclampsia, 375
ecocardiografía transesofágica, 352
edad
 ahogamiento, 600, 602
 enfermedad relacionada con el calor, 547–548
edad avanzada, 457
edad tardía, 457
edema, 275
edema cerebral, 267–268
edema cerebral iatrogénico, 433–434
edema cerebral de gran altitud (ECGA), 622, 627f
edema por calor, 549
edema pulmonar de gran altitud (EPGA), 622, 627f
edentulismo, 459
edetato dicobáltico, 420
efecto bolsa de papel, 95, 96f
efecto de fuelle, 97
efecto de masas, 263, 265–266
efectos cuaternarios, 520
EGA. *Ver* embolia de gas arterial
eje, 292, 293f
ejercicios de mesa, 505
ejercicios en campo, 505
elasticidad, 76
electrocardiográfica (ECG) vigilancia, 145
embalaje, 153
embarazo, trauma abdominal, 373–376
embolia de gas arterial (EGA), 613
 evaluación de, 614–615
encefalopatía hiponatémica asociada con el ejercicio (EHNE), 555
encefalopatía hipóxica, 185
endofthalmitis postraumática, 275
energía, 72–79
 leyes de energía y movimiento, 73–75
 objeto sólido y cuerpo humano, intercambio entre, 75–79
 energía cinética, 73
 energía de radiación, 16
 energía eléctrica, 16
 energía mecánica, 16
 energía química, 16
 energía térmica, 16
enfermedad por descompresión (EDC), 613–614, 613f
 evaluación de, 614–615
 factores relacionados con la, 614f
 signos, síntomas, y tratamiento, 618f
enfermedad preexistente (PED), 459f
enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), 337
enfermedad relacionada con el calor, 546–564
 agotamiento por calor, 550f, 552–556
 deshidratación, 548–549
 epidemiología, 543
 factores de riesgo, 546–549, 547f
 hiponatremia, 550f, 555–556, 582–583
 insolación, 550f, 553–554, 582
 prevención, 556–564
 rehabilitación de incidente de urgencia, 562, 564, 565f
 transportación prolongada, 582–584
 trastornos mayores, 551–556
 trastornos menores, 549–551
enfermedad, lesiones como, 16–17
enfermedades relacionadas con el frío, 566–578
 congelación, 566, 569–570
 epidemiología, 544
 prevención, 579–582
 transportación prolongada, 483–484
 trastornos mayores, 567–578
 trastornos menores, 566–567
enfisema mediastínico, 612
enfisema subcutáneo, 340, 346f, 612–613
entablillado, 390–391, 390f–391f
entorno prehospitalario, 270
entrenamiento para materiales peligrosos, 119
envejecimiento, 458–463. *Ver* también trauma geriátrico
envenenamiento con cianuro leve, síntomas de, 524
envenenamiento por cianuro, 420
EPA. *Ver* Agencia de Protección Ambiental
EPGA. *Ver* edema pulmonar de gran altitud
epidermis, 408, 408f, 544
epiglotis, 164, 165f, 166f
epinefrina, 220, 648
epiplón, 373
epitelio alveolar, 337f
EPOC. *Ver* enfermedad pulmonar obstructiva crónica
EPP. *Ver* equipo protector personal
EPP con base en la transmisión, 528
equilibrio de temperatura, 545–546
equilibrio térmico, 545
equimosis, 275
equimosis periorbital, 273
equipo de amputación, 397, 397f
equipo de antídoto contra el cianuro, 420
equipo de armas y tácticas especiales (SWAT, Special Weapons and Tactics Team), 656
equipo de comando, 496–497
equipo de comida, 492f
equipo de primeros auxilios, 492f
equipo de protección personal nivel A, 512, 513f
equipo de protección personal nivel B, 512, 513f
equipo de protección personal nivel C, 512–514, 513f
equipo de protección personal nivel D, 513f, 514
equipo para empaquetar al paciente en agua, 603f
equipo protector personal (EPP), 122, 123
 colocación, 528, 528f
 desastre radiológico, 537
 eventos ADM, 512
 niveles, 512–514, 513f, 523
 retirar, 528, 529f
 traslado de, 532
equipos de asistencia médica en los desastres (EAMD), 501
era de Farrington, 8
era moderna, de la atención prehospitalaria, 8–9
eritrocitos (RBC), 50, 476
erupción maculopapular, 531

- escala de coma de Glasgow (ECG), 8,
143, 144, 144f, 237, 271, 271f, 273,
439
pediatría, 271, 272f
- escala revisada de trauma (ERT), 439
- escalofríos, 545
- escaras, quemaduras de espesor
completo, 409
- escarotomía, 412
- escarotomías, 419, 419f
- escena, 114–134
ADM, 123
condiciones climáticas/de luz, 117
crimen, 121–122
descontaminación, 123
diseño de la autopista, 117
dispositivos, 118
dispositivos secundarios, 123–125
estructura de comando, 125–126
materiales peligrosos, 119–121, 123
PAI (plan de acción del incidente), 126
patógenos de transmisión sanguínea,
128–130
posición del vehículo y advertencia
precauciones estándar, 129
ropa reflectante, 117–118
seguridad del tráfico, 116–117
triage, 130–134
violencia, 118–119
zonas de control de escena, 123
- escena del crimen, 121–122
- escena violenta, 118–119
- esclerótica, 274
- esguince, 399
- esófago, 105, 164, 165f
- espacio epidural, 260
- espacio intersticial, 53, 168
- espacio muerto, 50, 166, 168f, 339, 339f
- espacio pleural, 336f, 339
- espacio retroperitoneal, 363, 365f
- espina dorsal, 294
- esqueleto apendicular, 381
- esqueleto humano, 381f
- esquema de decisión de triage, 153–154
- esquema de triage en campo, 153–154, 155f
- estabilización manual en línea de la
cabeza, 303
- estabilizador pélvico, 392, 392f
- estado circulatorio, 142
- estado de eucapnia, 232
- estado epiléptico, 270
- estado mental, alterado, 301
- estallido de pulmón, 612
- estándar NFPA 1561, 125, 564
- estándar NFPA 1584
- Estándar sobre el Manejo de Incidentes
de los Servicios de Urgencia
(Standard on Emergency Services
Incident Management), 125
- estenosis espinal, 463
- esternón, 150, 151f
- esternón agitado, 350
- esteroides, 310–311
- estimación del tamaño de la quemadura,
413, 413f
- estímulos neurológicos, 294
- estrategia activa, 23
- estrategia de control, prevención de
lesiones, 25–26
- estrategia de ingeniería, prevención de
lesiones, 26
- estrategias educativas, prevención de
lesiones, 25
- estrategias pasivas, 23
- Estrella de la Vida azul, 8
- estrés de los trabajadores, 504
- estrés, trabajadores, signos de, 504
- estriado, 105
- estructura de comando, 125–126
- estructura del mediastino, 339
- ETCO₂. *Ver* dióxido de carbono al final de
la espiración
- ética, atención prehospitalaria, 40
autonomía, 41–42
beneficencia, 42–43
justicia, 43
no maleficencia, 42
principios, 40
- etomidato, 184f
- euhidratación, 548
- eupnea, 141
- evacuación, 493
- evaluación
algoritmo, 147f
trauma pediátrico, 434–441
- evaluación de intervención, enfoque de
salud pública, 27
- evaluación de la escena, 115–116, 511
- evaluación del nervio periférico
de las extremidades inferiores, 385f
- de las extremidades superiores, 384f
- evaluación del paciente y tratamiento,
137–160
abdomen, 151
abuso, 158
adjuntos, 145
algoritmo de evaluación, 147f
cabeza, 149–150, 150f
comunicación, 156
control de hemorragia, 141
cuello, 149–150
discapacidad, 143–144
enfoque de ABCDE, 139–145
escala de coma de Glasgow (ECG), 143,
144, 144f
esquema de decisión de triage en el
campo, 153–154
estabilización de la columna cervical,
139–140
evaluación primaria (evaluación
inicial), 138–145
evaluación secundaria, 146–152
evaluación simultánea, 145
examen neurológico, 152
exposición/medio ambiente, 144–145
extremidades, 152
historial SAMPLE, 149
impresión general, 139
intervención de la escena limitada, 146
manejo del dolor, 158
paro cardiopulmonar traumático,
156–158
pecho, 150–151, 151f
pelvis, 151
perfusión, 142–143
periodo dorado, 137
prioridades, 138
reanimación, 145–146
regiones anatómicas, evaluación,
149–152
evaluación específica con ecografía por
trauma (FAST), 370, 371f–372f
evaluación LEMON, para intubación,
179f–180f
evaluación prehospitalaria del paciente
de trauma, 219
evaluación primaria
algoritmo, 396f
de shock
circulación, 227–228

discapacidad, 228–229
exponer/medio ambiente, 229
respiración, 225–227
vías aéreas, 225
de trauma de cabeza
circulación, 271
discapacidad, 271–272
exponer/medio ambiente, 272
respiración, 271
vías aéreas, 270–271
de trauma pediátrico, 434–435, 434f
evaluación primaria (evaluación inicial),
138–145
evaluación remota, 660
evaluación secundaria
de shock, 229–230
lesiones por quemadura, 413–414
trauma de cabeza, 272–273
trauma pediátrico, 441
evaluación secundaria, 146–152
evaluación, pasos en la, 44
determinar el impacto, 45
leer y evaluar, 44–45
reducir la selección, 44
evaluaciones simultáneas, 145
evaporación, 546
evidencia forense, 145f
evidencia, tipos de, 43–44
evisceración, 373
evisceración abdominal, 373
examen neurológico, 152, 297
exhalación, 336
expediente de vida, 467, 468f
expiración, 52f, 337
explosión y armas de destrucción masiva,
502
agentes biológicos, 527–533
agentes incendiarios, 522
agentes químicos, 522–527
desastres radiológicos, 533–538,
534f
EPP (equipo protector personal), 512–
514, 513f, 523, 528f, 537
evaluación de la escena, 511
evaluación y tratamiento, 521, 523
explosiones y explosivos, 515–521
mecanismos de lesión, 517–520
patrón de lesiones, 521, 521f
principios de descontaminación,
514–515

SCI (Sistema de comando de
incidentes), 511–512
transportación, 521, 523–524, 538
triage, 514
zonas de control, 514
explosiones y explosivos, 515–521
explosivos bajos, 517
explosivos de alta potencia, 516–517
explosivos, categorías de, 516–517
explotación, 472f
exposición a la radiación de dosis bajas,
536
exposición a la radiación, tratamiento y
descontaminación de, 538f
exposición a químicos, 424–426
exposición adecuada, 107
exposición de todo el cuerpo, 535
exposición percutánea, 128
exposición/ambiental
evaluación primaria, 144–145
evaluación primaria del shock, 229
manejo del shock, 237
quemaduras, 413
trauma de cabeza, 272
trauma geriátrico, 465
trauma pediátrico, 439
exposiciones mucocutáneas, 128
extensión excesiva, 296
extracción del casco, 330–331
extremidad mutilada, 399, 399f
extremidades, 152
extricación rápida, 324–328
vs. dispositivo corto para paciente
sentado, 309

F
factor de protección solar (FPS), 642–644
factores confusión, evaluación de shock,
230–231
falla en efecto dominó, 77
falla hematológica, 66
falla hepática, 67
faringe, 150f, 164, 165f
fármacos antiinflamatorios no esteroides
(AINE), 231
fascia, 397
fascia muscular, 397–398
fascial, 346
fasciotomía, 398
fase de alerta, 489

fase de shock, 72
fase de impacto, 489
fase de preevento, 4–5, 72
fase de reconstrucción, 489
fase de recuperación, 489
fase de socorro, 489
fase del evento, 5, 72
fase posterior al shock, 72
fase posterior al evento, 5–7, 5f, 6f, 72
fase previa al shock, 72
fase previa al desastre, 489
fase prodrómica (previa al desastre),
489
fases, 72
fases del cuidado de, 658–664, 658f
FAST. Ver evaluación específica con
ecografía por trauma
FDA. Ver U.S. Food and Drug
Administration
fenómeno de Cushing, 266
fenómeno de sobrepresión, 516
fentanilo, 184f, 394
fentanilo (sublimizado), 184
férula de colchón de vacío, 301, 302f
férula de junta, 391f
férula de vacío, 391f
férulas moldeables, 390f
férulas rígidas, 390f
férulas tracción, 390f, 391
FGC. Ver Sistema de Comando en Área
de Fuego
fibrilación ventricular, 158
figuras de Lichtenberg, 595, 596f
fisiología de, 55–57, 218–219
fisiopatología de, 57–61
flexión excesiva, 296
flexión lateral excesiva, 296
flujo sanguíneo cerebral, 263–264
dióxido de carbono y, 264
fondos de conocimiento, del proveedor
de atención prehospitalaria, 36
fontanelas, 259
foramen magno, 230, 259
forámenes, 259
fórmula de Parkland, 417
fosas nasales externas, 165f
fósforo blanco (FB), 425, 522
fosgeno, 526
fotofobia, 274
FPS. Ver factor de protección solar

fractura abierta, 387–391, 388f
 fractura cerrada, 387, 388f, 389–391
 fractura craneal deprimida,
 reconstrucción tridimensional de,
 273, 274f
 fractura de columna cervical, 2
 fractura de cráneo no deprimida, 273
 fractura de Le Fort I, 275, 276f
 fractura de Le Fort II, 275, 276f
 fractura de Le Fort III, 275, 276f
 fractura del cráneo basilar, 273
 fractura piramidal, 275
 fracturas, 387
 fracturas acetabulares, 389
 fracturas de cizalla vertical, 389, 389f
 fracturas de compresión laterales, 389,
 389f
 fracturas de costillas, 341
 fracturas de cráneo, 273, 274f
 fracturas de fémur, 391
 férula de tracción para, 403–405
 fracturas de Le Fort, tipos de, 275, 276f
 fracturas del anillo pélvico, 388, 389,
 389f
 fracturas del tercio medio facial, 275
 fracturas mandibulares, 275–276
 fracturas nasales, 275
 fracturas pélvicas, 366, 376, 388–389,
 389f, 391–392
 fracturas por compresión antero-
 posterior, 389, 389f
 fracturas Rami, 389
 fragmentación, 99, 517
 activa/pasiva, 99
 armas de alta energía, 102
 lesiones por explosión, 109–110
 fragmentación activa, 99
 fragmentación pasiva, 99
 frecuencia de pulso, signos vitales de
 shock, 229
 frecuencia respiratoria, 140
 frecuencia ventilatoria, 225
 manejo de las vías aéreas, 140
 niveles, 140–141
 signos vitales de shock, 229
 frente de shock, 108
 fuerzas cortantes, 366
 función motora, 384
 función neurológica, 384
 disminución, 169–170

función sensorial, 384
 fundamentos, 424

G

gas sarín, 524
 gasa de combate, 236
 gases en sangre arterial (GSA), 281
 gases lacrimógenos, 426
 gasolina, 522
 gasto cardiaco (GC), 58
 GCE. *Ver* golpe de calor por esfuerzo
 gelignita, 516
 gelofusine, 240
 gimnasio, 561
 glándula tiroides, 150f
 globo abierto, 275
 globo de bulbo húmedo de índice de
 temperatura (WBGT), 560
 glucógeno, 449
 golpe, 270
 gradiente térmico, 545
 gran altitud, 622
 Gross, Samuel, 218
 GRU. *Ver* Guía de Respuesta a Urgencias
 guantes, 129
 Guía de Respuesta a Urgencias (GRU),
 120
 guías de seguridad para relámpagos, 598f
 guías para la diabetes, buceo recreativo
 con, 620f–621f

H

Hampton, Oscar, 8
 Harris, Jeffrey, 9
 HBOC. *Ver* transportadores de oxígeno
 basado en la hemoglobina
 HBsAg. *Ver* antígeno de superficie de la
 hepatitis B
 HELP. *Ver* postura para reducir el escape
 de calor
 hematoma craneal, 277–280
 hematoma subdural crónico, 279
 hematoma subdural, 260, 278–279, 278f
 hematomas, 280
 hematomas cerebrales, 268
 hematomas epidurales, 260, 277–278, 278f
 hematuria, 376
 hemidiafragma, 366
 hemiparesia, 273
 hemiplejía, 273

hemoneumotórax, 339, 518
 hemorragia, 227, 261, 269, 282
 control de, 141–142
 principios de oro de la atención
 prehospitalaria, 481
 tópico, 141
 trauma musculoesquelético, 386–387
 trauma pediátrico, 433–434
 TEMS (soporte médico de urgencia
 táctica), 661
 hemorragia arterial, 141
 hemorragia clase I, 61–62, 62f, 220
 hemorragia clase II, 62, 62f, 220
 hemorragia clase III, 62, 62f, 220–221
 hemorragia clase IV, 62, 62f, 221
 hemorragia controlada, 241–244
 hemorragia externa, 141, 232, 283, 386, 445
 hemorragia incontraída, 241
 hemorragia interna, 225, 236, 386, 388
 hemorragia subaracnoidea, 279
 hemorragia subaracnoidea (HSA),
 279–280
 hemorragia subaracnoidea traumática
 (HSAT), 280
 hemorragia subconjuntival, 274
 hemorragia subconjuntival, 274, 274f
 hemorragia venosa, 141
 hemostasia, 644
 hemotórax, 339, 349
 hepatitis, 128, 129f
 hepatitis B (VHB), 128, 129f
 hepatitis C (VHC), 128, 128f
 hepatitis viral, 128
 herida de salida, 102–103
 herida estrellada (*starburst*), 103
 herida por frío no glacial (HFNG),
 567–568
 herida succionante del tórax, 343
 heridas de alcance intermedio, 106–107
 heridas de corto alcance, 106
 heridas de entrada y salida, 102–103
 heridas de escopeta
 categorías de, 105–106
 evaluación de, 107
 heridas de alcance intermedio, 106–107
 heridas de contacto, 106
 heridas de corto alcance, 106
 heridas de largo alcance, 107
 heridas de largo alcance, 107
 herido que camina, 499

- hernia, 265–267
 hernia uncal, 265
 herniación amigdalina, 265
 herniación cingulada, 265
 hetaalmidón, 240
 HFNG. *Ver* herida por frío no glacial
 hidratación, 558f, 560–561
 hidroxocobalamina, 420, 524
 hifema, 275, 275f
 hipercapnia, 270
 hipercarbia, 335
 hipercloremia, 221, 239
 hiperextensión, 296
 hiperflexión, 296
 hiperglucemia, 270
 hiperhidratación, 548
 hiperpotasiemia, 399
 hipertación, 296
 hipertensión, 460
 hipertensión intracraneal, 268–269
 hipertrofia de la mucosa, 611
 hipertrofia del miocardio, 460
 hiperventilación, 54, 170, 232, 264, 281
 hiperventilación neurogénica central, 266
 hiperventilación profiláctica de rutina, 281
 hipocapnia, 170, 270
 hipofaringe, 164, 165f
 hipoglucemia, 270
 hiponatremia, 550f, 555–556, 582–583
 hiponatremia relacionada con el ejercicio (HRE), 550f, 555–556
 hiponatremia por dilución, 552, 556
 hiponatremia por esfuerzo, 555
 hipoperfusión, 55, 229
 evidentes, signos de, 224
 hipotálamo, 545
 hipotensión, 230, 269
 hipotensión ortostática, 551
 hipotensión supina, 374–375
 hipotermia, 144, 463, 570–578, 662
 ahogamiento, 600
 algoritmo, 580f
 características fisiológicas, 577f
 efectos fisiopatológicos, 574–575
 evaluación, 575–576
 inmersión, 572–574
 onda-J, 575, 576f
 rangos de severidad, 572f
 reglas nacionales, 578–579
 transportación prolongada, 583–584
 tratamiento, 578
 hipotermia por inmersión, 572–574
 hipotermia primaria, 571
 hipotermia secundaria, 571
 hipoventilación, 54, 167, 169
 hipovolemia, 63, 222
 hipovolemia relativa, 63, 297
 hipoxemia, 54, 169
 hipoxia, 54, 65, 169, 265, 269, 335, 342, 433
 hipoxia cerebral, 229
 hipoxia hipobárica, 622–623
 hipoxia tisular, 266
 historial médico, 484
 historial SAMPLE, 149, 340
 Holcomb, John, 9
 homeostasia, 458, 546
 homeostasia térmica, 431
 homeotermos, 545
 hora dorada, 5, 137, 476
 Hoyt, Walter, 8
 hoz, 265
 HRE. *Ver* hiponatremia relacionada con el ejercicio
 HSA. *Ver* hemorragia subaracnoidea
 HSAT. *Ver* hemorragia subaracnoidea traumática
 hueso cigomático, 150f
 hueso frontal, 150f
 hueso nasal, 150f
 hueso occipital, 150f
 hueso parietal, 150f
 hueso temporal, 150f
 huesos cortos, 381
 huesos largos, 381
 huesos planos, 381
 huesos sesamoideos, 381
 huesos suturales, 381
 humor acuoso, 275
 humor vítreo, 275
- I**
- ictericia, 129f
 identificación de factor de riesgo, enfoque de salud pública, 27
 IGHB. *Ver* inmunoglobulina de hepatitis B
 impacto angular, 89
 impacto de colisiones laterales, 83–84
 impacto de eyección, 90
 impacto de frente, 88–89
 impacto de lesiones en la salud pública, 21, 26–27
 implementación, enfoque de salud pública, 27
 impresión general, 139
 IMS. *Ver* Sistema Nacional de Manejo de Incidentes de Incendios
 incidente de víctimas múltiples (IVM), 131, 492–493, 664
 IVM, 493–496
 organización de, 496–497
 NIMS (Sistema Nacional de Atención de Desastres), 493
 respuesta, 488
 incidentes de sumersión, 599–608
 albercas residenciales, 608
 epidemiología, 599–600
 evaluación, 604, 607f
 factores a considerar, 600
 manejo, 604–606, 605f, 607f
 mecanismo de lesión, 601–602
 playas, 607–608
 predicadores de la supervivencia, 603
 reanimación del paciente, 606
 rescate acuático, 602–603, 603f
 sobrevivir a inmersión en agua fría, 601–602
 incisura tentorial, 230, 261
 incompatibilidad de vehículo, 86
 indicaciones para, 298f, 299–301, 300f
 índice de escala de coma de Glasgow pediátrica (ECG), 271, 272f
 índice de estrés por calor, 560
 índice de sensación térmica, 581f
 Índice de Trauma Pediátrico (ITP), 439–441, 440f
 índice ventilatorio normal, 281
 índice WBGT. *Ver* globo de bulbo húmedo de índice de temperatura
 inestabilidad, 387–393
 infección fulminante, 67
 infusión intraósea (IO), 444f
 infusión intraósea pediátrica, 444f
 inhalación, 337
 inhalación de humo, manejo de fluidos, 417
 inmersión, 599
 inmersión accidental en aguas fría, 600

inmersión de agua fría, sobreviviendo a, 601-602
inmovilización, 303
inmovilización de columna, 301
inmovilización de la columna en el agua, 601f
inmovilización de torso para alojar dispositivo, 304-305
inmovilización inadecuada, 309
inmovilización sentado, 320-323
inmunoglobulina de hepatitis B (IGHB), 128
insolación asociada al ejercicio (IAE), 553, 553f
insolación, 550f, 553-554, 582
inspección, trauma abdominal, 368-369
inspiración, 52f, 337f
instalaciones de incidente designadas, 495
insuficiencia orgánica, 67
insuficiencia renal aguda, 66
INTC. *Ver* intubación nasotraqueal ciega
inteligencia, 126
inteligencia médica, 664
interfaz alveolar-capilar, 518
interrupción traumática aórtica, 352-354
intervención limitada en la escena, 146
intervenciones comunitarias, SMU, 28
intervenciones uno a uno, SMU, 27-28
intervertebral foramen, 294
intoxicación por agua, 550f, 555
intubación, 280
intubación asistida farmacológicamente, 182-184
 fármacos usados para, 184f-185f
intubación cara a cara, 181-182
intubación digital, 186
intubación endotraqueal, 178, 178f, 276, 435-436, 441-442, 442f
 colocación del tubo endotraqueal, verificación de, 185-186
 equipo para, 178f
 indicaciones, contraindicaciones, y complicaciones, 181
 métodos de, 181-184
 predicción de, 179-181
 técnicas alternativas
 cricotiroidotomía con aguja, 187
 cricotirotomía quirúrgica, 187-188
 intubación digital, 186

LMA (vía aérea con mascarilla laríngea), 186-187
intubación endotraqueal pediátrica, 442f
intubación nasotraqueal, 181
intubación nasotraqueal ciega (INTC), 181, 281
intubación orotraqueal, 181
intubación orotraqueal cara a cara, 212-213
intubación pediátrica prehospitalaria, 443f
intubación táctil, 186
investigación, atención prehospitalaria, 43
 bibliografía de SMU, lectura, 43
 evaluación, pasos en, 44-45
 evidencia, tipos of, 43-44
IO infusión. *Ver* infusión intraósea
ionización, 534
Irak, 108
iris, 275
irradiación, 534
isquemia, 266-267
 tolerancia del órgano, 54f
ITP. *Ver* Índice de Trauma Pediátrico
IVM. *Ver* incidente de víctimas múltiples
J
jefe de sección de operaciones, 497
jefe de sección de planificación, 497
jefe de sección logística, 497
Jennett, Bryan, 8
justicia, 40, 43
K
Kennedy, Robert, 8
keraunoparálisis o parálisis de Charcot, 595
ketamina, 185f, 394
kit de glucagón, 420
kit de Pasadena, 420
Kocher, Emil Theodor, 102
L
laceración del párpado, 274
laceración medular, 296
lámina cribiforme, fractura de, 275
larínge, 150f, 164, 165f
Larrey, Dominique Jean, 7
lavado de manos, 130

LCR. *Ver* líquido cefalorraquídeo
LCT. *Ver* lesiones cerebrales traumáticas
lectura de literatura de SMU, 43
lengua, 150f, 165f
lesión aórtica del esquiroleo, 383
lesión cardiaca embotada, 349-350
lesión cerebral primaria, 264
lesión cerebral secundaria, 264
 causas extracraneales de, 269-270
 causas intracraneales de, 265-269
lesión craneal, penetrante, 280
lesión cutánea por frío, 567
lesión de la columna vertebral inestable, 296
lesión de vasos cervicales, 276
lesión fragmentaria, 109-110
lesión menor, lesiones por rayos, 594
lesión por contragolpe, 270
lesión por estallido pulmonar (LEP), 520f
lesión pulmonar inducida por toxinas, 421
lesión roma, 276
lesión torácica. *Ver* trauma torácico
lesiones
 muerte de, 19, 20f, 21-22, 21f, 22f
 para el personal del SMU, 22
 patrón of, 521, 521f
 y tratamiento, tiempo entre, 231
lesiones cerebrales, 276-280
lesiones cerebrales traumáticas (LCT), 227, 259, 268
 manejo de sospechosos, 284f
 trauma pediátrico, 445-446
lesiones cortantes, 383
lesiones de carretera, 3, 3f
lesiones de fuerza contundente, 340
lesiones de la médula espinal, 296-297, 434
lesiones de la médula incompletas, tipos de, 296-297
lesiones de órganos sólidos, no operatorios
lesiones de tejidos blandos, 383-384
lesiones del ojo, 274
lesiones deportivas, 93
lesiones dolorosas, distracción, 301
lesiones eléctricas de alta tensión, 593
 relámpago *vs.*, 593f
lesiones eléctricas, 590-591
 epidemiología, 591
 evaluación, 595-596

- guías de seguridad, 598f
 lesión leve, 594
 lesión moderada, 594–595
 lesiones graves, 595
 mecanismo de lesión, 591–593
 mitos/confusiones, 597f
 prevención, 596
 signos, síntomas, y tratamiento, 594f
 sobrevivientes de, 598f
 tratamiento, 596
vs. lesiones eléctricas por alto voltaje, 593f
- lesiones elevadas de la médula espinal, 297
 lesiones en el cuero cabelludo, 273, 273f
 lesiones esqueléticas, 295–296
 lesiones faciales, 274–276
 lesiones genitourinarias, 376
 lesiones intencionales, 4, 19
 lesiones intracraneales, 259
 lesiones laríngeas, 276
 lesiones moderadas, heridas por rayos, 594–595
- lesiones musculoesqueléticas, 230
 lesiones no intencionales, 4, 4f, 19
 lesiones peatonales, 90–92
 lesiones penetrantes, 299f
 lesiones penetrantes no letales, 659
 lesiones por congelamiento por contacto, 566
 lesiones por contacto, 593
 lesiones por el frío glacial, 567–570
 lesiones por explosión cuaternaria, 109f, 519f, 520
 lesiones por explosión quíntica, 108, 109f
 lesiones por explosión terciaria, 109f, 519–520, 519f
 lesiones por explosión, 107–110
 categorías, 109f, 519f
 física de la explosión, 108
 lesión por fragmentos, 109–110
 lesiones de causa múltiple, 110
 ondas de shock y cuerpo, 108
 lesiones por explosiones secundarias, 109f, 519, 519f
 lesiones por inhalación de humo, 419–421
 lesiones por quemaduras, 407–426
 analgesia, 418
 anatomía de la piel, 407–408, 408f
 atención inicial de la quemadura, 414–416
 estimación del tamaño de la quemadura, 413, 413f
 evaluación ABCDE, 411–414
 lesión pulmonar inducida por toxina, 421
 lesiones por inhalación de humo, 419–421
 niños, 413, 421–422
 personas mayores, 464
 quemadura circunferencial, 419, 419f
 quemadura por contacto, 422
 quemadura por enfriamiento, 415f
 quemadura por químicos, 423–426, 423f
 quemadura por radiación, 422–423
 quemadura profunda, 409–410, 410f, 411f
 quemaduras eléctricas, 418–419, 418f
 reanimación con líquidos, 416–417
 regla de las palmas, 413, 414f
 regla de los nueve, 413, 413f
 tabla de Lund-Browder, 413, 414f
 transportación, 414, 415f
 vendajes, 413–414
 zonas de lesión por quemadura, 408, 408f
- lesiones potencialmente letales, 272
 lesiones primarias por onda expansiva, 108, 109f, 517–519, 519f, 521
 lesiones punzocortantes, 130, 130f
 lesiones relacionadas con el buceo, 608–621
 aptitud para bucear, 616, 618, 619f–620f, 620
 barotrauma, 610–613
 DCS, 613–614
 efectos mecánicos de la presión, 609–610
 epidemiología, 608–609, 609f
 información de contacto DAN, 615f
 ley de Boyle, 610, 610f
 ley de Henry, 610
 prevención, 615–616
 terapia de recompresión, 616f
 tratamiento, 615
 unidades de presión, 610f
 volar después de bucear, 621
- lesiones relacionadas con explosiones, 108–109
 lesiones térmicas, 448–449
 lesiones torácicas, lactantes, 447
- Letterman, Jonathan, 7
 leucocitos o glóbulos blancos (WBC), 59
 leucopenia, 535
 levantamiento del mentón en trauma, 173, 173f, 175, 197
 Lewis, Frank, 9
 lewisita, 527
 Ley de Boyle, 610, 610f
 ley de Henry, 610
 ley de la conservación de energía, 73
 ley de Starling, 58
 lidocaína, para la SIR, 183f
 ligamentos, 292, 382
 ligamentos longitudinales anteriores, 292, 293f
 ligamentos longitudinales posteriores, 292, 293f
 lineamientos de actividad física, 560
 líquido cefalorraquídeo (LCR), 261, 293
 líquido extracelular, 60
 líquido intersticial, 60
 líquido intracelular, 60
 líquido intravascular, 60
 líquidos, 522
 líquidos por vía intravenosa, 483
 calentamiento, 240
 lista de suministros de urgencia, 490f–491f
 lividez dependiente, 646
 LMA. *Ver* vía aérea con mascarilla laríngea
 lóbulo frontal, 262f
 lóbulo occipital, 262f
 lóbulo parietal, 262f
 lóbulo temporal, 262f
 LOC. *Ver* nivel de conciencia; pérdida de conocimiento
 lorazepam, 526
 LPE. *Ver* lesión pulmonar por explosión
 LR. *Ver* Ringer Lactato
 LSTAT. *Ver* Soporte Vital de Trauma y Transporte
- M**
 maceración, 567
 MADD. *Ver* Mothers Against Drunk Driving
 Madrid 2004, atentado terrorista con bombas en, 502f
 magnesio, 522

- mal agudo de montaña (MAM), 622, 627*f*
mal de altura, 622–629
 aclimatación a la altitud
 AMS, 624–625, 627*f*
 condiciones médicas preexistentes, 624
 ECAE, 625–627, 626*f*, 627*f*
 EPAE, 626*f*, 627–628, 627*f*
 epidemiología, 622
 evaluación, 627
 factores para considerar, 623–624
 hipoxia hipobárica, 622–623
 niños, 627*f*
 prevención, 626*f*, 628
 procedimientos, 628*f*
 profilaxis, medicamentos como, 628–629
 reglas de oro de, 628*f*
 signos, síntomas, tratamiento, 626*f*
 tratamiento, 627
maltrato, categorías de, 471–472
MAM. *Ver* mal agudo de montaña
manchas mongólicas azules, 451*f*
mandíbula, 150*f*
manejo crítico del estrés del incidente (MCEI), 504
manejo de la vía aérea, 139, 662
 algoritmo, 172*f*
 control de la vía aérea, 171
 destrezas esenciales 171–173, 174*f*
 métodos de, 175*f*
 tasa de ventilación espontánea, 140*f*
 técnica, 281
 y destrezas de ventilación, 195–216
manejo del desastre, 488–507
 área de tratamiento, 503
 asistencia autoenviada, 506
 búsqueda y rescate, 498
 ciclo del desastre, 488–490, 492
 comunicaciones, 505–506
 descontaminación, 502–503, 502*f*
 educación y entrenamiento, 504–505
 equipo de alimentos, 492*f*
 equipo de primeros auxilios, 492*f*
 equipo de recursos y suministros, 506
 equipos de asistencia médica, 501–502
 escollos, 505–506
 estrés del trabajador, 504
 falla de notificación a los hospitales, 506
 incidente de víctimas múltiples, 492–497
 lista de suministros de emergencia, 490*f*–491*f*
 medios, 506
 NIMS, Sistema Nacional de Atención de Desastres, 493
 pasos en el proceso, 498*f*
 preocupaciones médicas, 493
 preparación, 490, 505
 preparación personal, 490, 492
 respuesta inicial, 498
 respuesta psicológica, 503–504
 SCI, 493–494
 características de, 494–496
 organización de, 496–497, 496*f*
 seguridad de la escena, 506
 terrorismo/ADM, 502
 transportación, 501
 tratamiento, 500–501
 tratamiento integral de la urgencia, 490
 triage, 499–500
manejo del dolor, 158, 393–394
 evaluación del paciente y tratamiento, 158
 trauma pediátrico, 445
manejo del shock, 237–238
manejo prehospitalario, 421
maniobra de Sellick, 183*f*
manitol, 283
MAP. *Ver* tensión arterial media
mark-1 kit, 526
mascarillas, 130
mascarillas de bolsillo, 188
Masimo monitor de monóxido de carbono prehospitalario, 420*f*
MASS, 499
materiales peligrosos, 119–121, 123
matriz de Haddon, 17–18, 18*f*
Mattox, Ken, 9
McSwain, N.E., 7
mecanismo de autorregulación, 264
mecanismos de defensa compensatorios, 220
mecanismos patológicos, 265
mecanismos, celulares 265
mecanorreceptores, 337
media, 506
mediastinitis hemorrágica aguda, 530
mediastino, 336, 336*f*
medicamentos, 231, 467
medicamentos sin receta médica (OTC), 467
medición de glucosa en la sangre, 270
médula, 261
médula espinal, 614
MEIC. *Ver* manejo del estrés de incidentes críticos
mejora continua de la calidad (CQI), 188
membrana aracnoidea, 260
membrana celular, 59
meninges, 260
meningitis, 273
metabolismo, 55–56
metabolismo aeróbico, 55, 218
metabolismo anaerobio, 55–56
 de acidosis, 224
metabolismo de estado estacionario, 545
metabolismo de la glucosa cerebral, 270
metahemoglobina, 420
método de dos proveedores, 202–203
método de inserción con abatelenguas, 199
método de inserción levantando mandíbula y lengua, 197–198
Metodología de Evaluación Rápida y Remota (RAM), 660
metodología RAM. *Ver* Metodología de Evaluación Rápida y Remota
métodos prehospitalarios de midazolam, 184*f*, 526
MIEMS. *Ver* Servicios Médicos de Urgencia del Instituto Maryland
Miles, A.B., 7
miliaria rubra, 549
militar, en PHTLS, 11
mioglobina, 398
miosis, 525
mitigación, 490
MMRS. *Ver* Sistema Metropolitano de respuesta médica
mnemotecnias, 525, 525*f*
modelo de queso suizo, 18–19, 19*f*
moderación subóptima, 450
monitor de monóxido de carbono, 420*f*
monitor de monóxido de carbono de pulso portátil, 420
Morando, Rocco, 8
mordedura de serpiente, 648–651
morfina, 394

mostaza de azufre, 425, 527
mostaza de nitrógeno, 425
Mothers Against Drunk Driving (MADD), 4
movimiento del torso, 304, 305f
movimiento paradójico, 342
MPOA. *Ver* poder médico legal
MTWHF, 525
muerte cerebral y donación de órganos, 283–285
“Muerte de zanja” (Farrington), 8
muerte por lesiones, 19, 20f, 21–22, 21f
muertes por motocicleta, 4
músculos del cuerpo humano, 382f
músculos intercostales, 335
músculos pectorales, 335

N

NAEMSP. *Ver* National Association of Emergency Medical Service Physicians
NAEMT. *Ver* National Association of Emergency Medical Technicians
narcóticos, 311
nariz, 150f
nasofaringe, 164, 165f
National Association of Emergency Medical Service Physicians (NAEMSP), 656
National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT), 9, 656
National Emergency X-radiography Utilization Study (NEXUS), 640
National EMS Advisory Council (NEMSAC), 22
National Fire Incident Management System (IFMS), 125
National Fire Protection Association (NFPA), 117–118
National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), 86
National Incident Management System (NIMS), 126, 128f, 493, 511
National Registry of EMT (NREMT), 8
National Tactical Officers Association (NTOA), 656
necesidades de comida y agua, 642
necrosis coagulativa, 424
necrosis por licuefacción, 424
necrosis tubular aguda (NTA), 66
negligencia, 472f
negligencia contribuyente, 84f
NEMSAC. *Ver* National EMS Advisory Council
nervio craneal III, 261
nervio oculomotor, 261
nervios craneales, 262f
neumonitis por aspiración, 460
neumotórax, 339, 613
neumotórax a tensión, 65, 66f, 223–224, 224f, 339, 343–346, 344f–346f, 437, 443
neumotórax abierto, 339, 343–345
neumotórax simple, 343
neuronas, 270
neutral en línea de movimiento, 303
neutrones, 535
NEXUS. *Ver* National Emergency X-radiography Utilization Study
NFPA. *Ver* National Fire Protection Association
NIMS. *Ver* Sistema Nacional de Manejo de Incidentes
niños. *Ver* también trauma pediátrico
abuso, 421–422, 421f, 422f
documentar trauma no accidental en, 452f
mal de altura, 627f
quemaduras, 413, 421–422
trauma de la médula, 307, 328–329
niños con obnubilación, 441
nitrógeno, 613
nivel de conciencia (NDC), 143, 169, 170, 227, 270, 299
nivel del ombligo, 294
nivel del pezón, 294
no maleficencia, 40, 42
norepinefrina, 220
NREMT. *Ver* Registro Nacional de TUM
NS. *Ver* solución salina normal
NTA. *Ver* necrosis tubular aguda
NTOA. *Ver* National Tactical Officers Association
núcleos vestibulares, 266

O

objetos atravesados, 372–373
obnubilado, 662

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 118
oficial de enlace, 496–497
oficial de información pública (OIP), 497
oficial de seguridad, 496
oficial de triage, 499
OIP. *Ver* oficina de información pública
ojo, quemaduras químicas del, 424
ojos de mapache, 451f
omisión, 158
onda de choque, 108, 516, 517f
onda de cizallamiento, 517, 517f
onda de osborne, 575, 576f
onda de tensión, 517f
onda expansiva, 108, 516, 517f
onda J, 575, 576f
ondas de tensión, 517, 517f
opresión gastrointestinal (GI), 612
órbita, 150f
trauma a, 274
orden de no reanimación fuera del hospital (DNR), 42
orden médica fuera del hospital, 42
orden médica para tratamiento de sostener la vida (POLST), 42
organización modular, 495
Organización Mundial de la Salud (WHO, World Health Organization),
orofaringe, 164, 165f
OSHA. *Ver* Occupational Safety and Health Administration
osmolaridad plasmática, 61
osmosis, 60, 60f
osteofitosis, 462
osteomielitis, 387
osteoporosis, 341, 462, 463
oxigenación, 53, 164, 336
del paciente de trauma, 51, 53
oxígeno, 167, 184f
difusión del, 167f
oximetría de pulso, 145, 340
oxímetros de pulso, 190–191, 190f, 225

P

paciente de trauma
intubación orotraqueal visualizada de la, 210–212
oxigenación y ventilación de, 51, 53
paciente de trauma de un solo sistema, 138

- paciente de trauma en estado crítico, 146, 148f
- paciente de trauma multisistémico, 138, 477
- paciente en posición supina, 316–318
- paciente infectado, riesgo de agente biológico concentrado *vs.*, 528
- paciente obstétrica
- cambios anatómicos y fisiológicos, 373–375
 - evaluación, 375
 - tratamiento, 376
 - trauma espinal, 309
- paciente prono/semiprono, 318–319
- pacientes adultos
- causas de lesión medular en, 298
 - reanimación con líquidos, 417
- pacientes pediátricos
- causas de lesión de la médula, 298
 - frecuencia de pulso para, 438f
 - frecuencias ventilatorias para, 436f
 - reanimación con líquidos, 417
 - tensión arterial, 438f
- PaCO₂, 191
- PAI. *Ver* plan de acción del incidente
- paladar duro, 165f
- palpación, 340
- trauma abdominal, 369–370
- pancuronio, 185f
- para las fracturas de fémur, 403–405
- parénquima, 261
- parestesia, 504
- paro cardiopulmonar traumático, 156–158
- paro cardiopulmonar, 156–158
- paro médico, lugares agrestes, 646–647
- patente, 139
- patógenos de transmisión sanguínea, 128–130
- patrón de “telaraña”, 270
- PCI. *Ver* puesto de comando de incidentes; presión intracraneal
- PCO₂, 191
- PEARL, 144
- pecho agitado, 96f, 341–342
- pecho, 150–151, 335
- PED. *Ver* enfermedad preexistente pediátrica, 440f
- “PEEP-automático,” 232
- PEEP. *Ver* presión positiva al final de la espiración
- pelvis, 151
- pensamiento crítico, 34
- componentes de, 37f
 - en el análisis de datos, 39–40
 - en la toma de decisión rápida, 39
 - fases de la atención al paciente, 40
 - para control de sesgos, 39
 - pasos en, 38f
 - percusión, 340
 - trauma abdominal, 370
- pérdida de conciencia (LOC), 439
- pérdida insensible, 546
- perdigones, 105, 106f
- perfil, 98–99
- perfluorocarbonos (PFC), 240
- perfusión, 142–143, 383–384
- perfusión celular y shock, 57
- pericardiocentesis, 351
- perímetro interno, 658
- periodo antiguo, 7
- periodo de atención del trauma sin tardanza, 12
- periodo de cargar y correr, 12
- periodo de Larrey, 7
- periodo de permanecer y actuar, 12
- periodo de quiescencia o interdesastre, 489
- periodo dorado, 137, 476
- período interdesastre, 489
- periostio, 259
- peristaltismo, 375
- peritoneo, 271, 363
- peritonitis, 364
- pernio, 566–567
- personal de servicios generales, 497
- personal del SMU, 40
- lesiones a, 22
- peste, 530–531
- peste bubónica, 530, 531
- peste negra, 530
- peste pulmonar, 530
- PFC. *Ver* perfluorocarbonos
- PGL. *Ver* puntuación de gravedad de la lesión
- PHTLS. *Ver* Soporte vital de trauma prehospitalario
- piamadre, 260
- picadura de abeja, 647–648
- pie de inmersión, 567
- pie de trinchera, 567
- piel, 143, 407–408, 408f, 463, 544–545
- piel húmeda, 143
- piernas, inmovilización, 308
- placa, 460
- plan de acción del incidente (PAI), 126, 494
- consolidado, 495
- plasma liofilizado, 63f, 221, 221f, 238
- platino de 10 minutos, 483, 484
- pleura parietal, 336, 336f
- pleura visceral, 336
- pliegues vestibulares, 164
- poder médico legal (MPOA), 42
- politraumatismo, 477
- POLST. *Ver* orden médica para tratamiento de sostener la vida
- pólvora, 105
- poscarga, 58
- posición de olfateo, 435, 435f
- posición de Trendelenburg, 237
- posición del vehículo y de los instrumentos de advertencia, 118
- posición en línea neutral de la cabeza, 306–307
- posición neutral, 435
- posta, 105, 106f
- postura de decorticación, 144, 266
- postura de descerebración, 144, 266
- postura para reducir el escape de calor (HELP), 572, 573f
- pralidoxima, 526
- precarga, 58
- precaución con el movimiento de la columna, 311
- precauciones, 529f
- precauciones con los contactos, 528
- precauciones estándares, 129
- precauciones por goteo, 529, 531
- preeclampsia, 375
- preferencias, 34
- principios *vs.*, 34f
- preoxigenación, 175
- preparación, 490, 505
- presbiacusia, 461
- presbicia, 461
- presión de perfusión cerebral (PPC), 263
- presión de pulso, 58
- presión dinámica, 108

- presión directa, 142
 presión extramural/intraluminal, 232
 presión intracraneal (PIC), 261, 267–268
 presión intramural/intraluminal, 232
 presión intrapulmonar, 166*f*
 presión oncótica, 59
 presión positiva al final de la espiración (PEEP), 189, 190, 281
 presión respiratoria positiva continua (CPAP), 342
 presión transmural, 232
 prevención de lesiones por vehículos de motor, 449–450
 prevención de lesiones, 90
 prevención de lesiones, 15–16
 clasificación, 19
 como enfermedad, 16–17
 definición, 16
 enfoque de salud pública, 26–27
 estrategias potenciales, 23, 24*f*–25*f*
 implementación de la estrategia, 23, 25–26
 intervención, oportunidades para, 23
 matriz de Haddon, 17–18, 18*f*
 meta, 23
 modelo de queso suizo, 18–19, 19*f*
 SMU
 intervenciones de toda la comunidad, 28
 intervenciones uno a uno, 27–28
 proveedores, 28–29
 prevención del flujo de aire, sobre el paciente quemado, 416*f*
 prevención primaria, terminología de, 17
 prevención secundaria, terminología de, 17–18
 prevención terciaria, terminología de, 18
 primer pico de muerte, 638
 primera batalla de Bull Run, 7
 primera Convención de Ginebra, 7
 primera ley del movimiento de Newton, 73, 74, 98
 principialismo, 40, 41*f*
 principio de Fick, 56–57
 principio de no causar daño, 484–485
 principios
 de atención médica, 34
 vs. preferencias, 34*f*
 y preferencias, atención prehospitalaria, 34–35
 acopio de conocimiento, 36
 condición del paciente, 36
 equipo disponible, 36–37
 situación, 35–36
 principios de oro de la atención prehospitalaria, 475–485
 cinemática, 478–479
 enfoque de estudio primario, 479
 férulas, 481–482
 hemorragia, 481
 inmovilización espinal, 482
 muerte, por qué sucede, 476–477
 principio de no dañar más, 484–485
 seguridad, 477–478
 situación de la escena, 478
 temperatura corporal, 481–482
 terapia de shock, 481–482
 transportación, 482–483
 tratamiento de vías aéreas, 480
 ventilación/oxígeno, 480–481
 privacidad, 41
 privación del sueño, 22
 proceso de lesión, 16
 proceso de oxigenación, 168–169
 producción de calor metabólico, 545
 programa de vacunación de la varicela, 532
 programas integrados TEMS, 657
 propagación, 105
 protección del ojo, 130
 protección nivel B, 123
 protectores faciales, 130
 protocolo de exposición, 130, 131*f*
 proveedores de atención prehospitalaria, 310*f*, 324–328, 511, 514
 seguridad, 657*f*
 PubMed, 44*f*
 puesto de comando de incidentes (PCI), 496
 pulso, 227
 pulso paradójico, 351*f*
 punteado, 105
 puntuación de gravedad de la lesión (PGL), 153
 puntuación verbal pediátrica, 439, 439*f*
 pupila, 152*f*
 pupila abierta, 266
 pupila ipsilateral, 266
 pupilas desiguales, 152*f*
- Q**
 quemadura circunferencial, 419, 419*f*
 quemadura de beta, 534
 quemadura de cuarto grado, 410, 410*f*, 411*f*
 quemadura por contacto, 422, 449
 quemadura por enfriamiento, 415*f*
 quemadura profunda, 409–410, 410*f*, 411*f*
 quemadura profunda de segundo grado, 409
 quemaduras de cigarro, 339*f*, 449, 451*f*
 quemaduras de espesor parcial, 409–410, 409*f*
 quemaduras de espesor total, 409, 410, 410*f*
 quemaduras de las yemas de los dedos, 451*f*
 quemaduras de primer grado, 409, 409*f*
 quemaduras de segundo grado, 409–410, 409*f*
 quemaduras de tercer grado, 409, 410, 410*f*
 quemaduras eléctricas, 418–419, 418*f*
 quemaduras por radiación, 422–423
 quemaduras químicas, 423–426, 423*f*
 quemaduras solares, 642, 643
 quemaduras superficiales, 409, 409*f*
 quemosis, 274
 queratitis solar, 567
 quimiorreceptores, 337
- R**
 rabdomiólisis, 582
 rabdomiolisis traumática, 398
 radiación, 545
 exposición a, 422
 radiación de partículas alfa, 534, 537
 radiación de partículas beta, 534, 537
 radiación gamma, 535, 537
 radiación ionizante, 534
 clasificación de dosis, 537
 terrorismo con, 535*f*
 radionúclido, 533
 raíz anterior, 294
 rango, 105
 RAP. *Ver* reporte de atención del paciente
 rayos gamma, 534–535
 rayos ultravioleta (UV), 642–643
 RBC. *Ver* eritrocitos
 RCP. *Ver* reanimación cardiopulmonar

- reanimación, 145–146
- reanimación cardiopulmonar (RCP), 6, 646–647
- reanimación con líquidos, 416–417
- reanimación de volumen prehospitalaria, 241
- reanimación de volumen, algoritmo para el tratamiento, 242f
- reanimación hipotensiva, 241
- reconstrucción tridimensional de una fractura craneal, 273, 274f
- recuperación, 490
- red de alerta de buzos (DAN), 615, 615f
- reflejo de Babinski, 266
- reflejo de Cushing, 271
- reflejo de inmersión de los mamíferos, 602
- región toracoabdominal, 363
- regla de 3-3-2, 179f
- regla de la palma, 413, 414f
- regla de los 10 para la reanimación por quemaduras, 417
- regla de los nueve, 413, 413f, 449
- regla del “destello al golpe”, 596
- regulación de comportamiento, 545
- rehabilitación de incidente de urgencia, 562, 564, 565f
- relámpago caliente, 593
- relleno, 105
- reporte de atención del paciente (RAP), 156, 484
- reposacabezas, 83, 84f
- rescate, 489
- rescate acuático, 602–603, 603f
- rescate de líneas de tiro, 603f
- reserva fisiológica, 462
- resistencia vascular cerebral, 263
- resistencia vascular sistémica, 58
- respiración
- evaluación primaria del shock, 225–227
 - evaluación primaria, 140–141
 - manejo del shock, 232
 - quemaduras, 412
 - trauma de cabeza, 271, 281
 - trauma geriátrico, 464, 469
 - trauma pediátrico, 436–437, 442–443
 - trauma torácico, 335–337
- respiración, 336
- respiración (ventilación), 140–141
- respiración celular, 53, 168, 336
- respiración Cheyne-Stokes, 271
- respiración externa, 51, 53, 168
- respiración interna (celular), 53, 168
- respiraciones escalonadas, 202
- respirador de suministro de aire (RSA), 512
- respirador purificador de aire (RPA), 512
- respirador purificador de aire automático (PPAP), 514
- respuesta, 490
- respuesta cardiovascular
- corazón, 57–59, 57f, 58f
 - vasos sanguíneos, 59
- respuesta de caza, 568
- respuesta endocrina, el sistema nervioso, 61
- respuesta hemodinámica, sangre, 59–60
- respuesta mínima, bolo líquido inicial, 244
- respuesta psicológica, a los desastres, 503–504
- respuesta rápida, bolo inicial con líquidos, 244
- respuesta transitoria, bolo fluido inicial, 244
- resumen de la historia
- era de Farrington, 8
 - era moderna, 8–9
 - hospitales, militares, y depósito de cadáveres, 7
 - periodo antiguo, 7
 - periodo de Larrey, 7
- retiro de equipo deportivo, 307f
- retroperitoneo, 271
- revestimiento epitelial de la córnea, 274
- revistas, para revisar, 44, 44f
- revólver, 105
- rifles, 105
- rigor mortis, 646
- Ringer Lactato (RL), 146, 239, 443
- rinorrea, 525
- rocuronio, 185f
- ropa reflectante, 117–118
- rotación, 316–319
- rotación excesiva, 296
- rotura, 79
- abdomen, 97–98
 - cabeza, 94
 - cuello, 95
 - tórax, 96–97
- rotura aórtica, 96
- rotura bronquial o traqueal, 354f
- rotura de lesión cardíaca, 350
- rotura de membrana timpánica, 108–109
- rotura diafragmática, 355–356
- rotura valvular, 350
- RPA. *Ver* respirador purificador de aire
- RPAA. *Ver* respirador purificador de aire automático
- RTS. *Ver* Puntuación de Trauma Revisada
- ruido audible, 343
- S**
- sabañones, 566–567
- sacos alveolares, 165f
- sacro, 292, 293
- SALT, 499
- sangrado dramático, 282
- sangre, respuesta hemodinámica, 59–60
- sangría, revisión primaria, 141–143
- SAR. *Ver* búsqueda y rescate; respirador de suministro de aire
- sarpullido por calor, 548, 549
- saturación de oxígeno (SpO₂), 190
- Schwartz, Lew, 8
- SCI. sistema de comando de incidentes
- SDRA. *Ver* síndrome de dificultad respiratoria aguda
- secadora, 99
- sección de finanzas/administración, 497
- sección de logística, 497
- sección de operaciones, 497
- sección de planificación, 497
- sección transversal de médula incompleta, 296
- secuelas, 503
- secuencia de intubación rápida (SIR), 182–184, 182f–183f, 443f
- protocolo, 281
- seguimiento de pacientes, 493
- segunda batalla Battle de Bull Run, 7
- segunda ley del movimiento de Newton, 73
- segundo pico de muerte, 638
- seguridad de la escena, 506
- seguridad del tráfico, 116–117
- semtex, 516
- senectud, 458
- senos paranasales, 150f
- sensibilidad isquémica, 56, 218

- sepsis, 364
- serpiente de coral, 648, 648f
- servicios médicos de urgencia (SMU), 3, 15–16, 638, 639
- acceso, barreras a lo tradicional, 657–658
- atención traumatológica, 7–9
- intervenciones en toda la comunidad, 28
- intervenciones uno-a-uno, 27–28
- prevención de lesiones para, 28–29
- Servicios Médicos de Urgencia del Instituto Maryland (MIEMS), 5
- shock, 54–55, 335, 477f
- algoritmo para el manejo, 243f
- anatomía de, 57–61
- complicaciones, 65–67
- definición de, 219
- evaluación, 224–225
- factores de confusión, 230–231
- lesiones musculoesqueléticas, 230
- primario, 225–229
- secundario, 229–230
- perfusión celular y, 57
- tratamiento, 231
- acceso vascular, 237–238
- control de hemorragia, 232–236
- discapacidad, 237
- exposición/medio ambiente, 237
- reanimación volumen, 238–244
- respiración, 232
- transportación prolongada, 244–245
- transporte de paciente, 237
- vía aérea, 232
- shock anafiláctico, 64
- shock cardiogénico, 57, 64, 64f, 219, 219f, 223–224
- causas extrínsecas, 65
- causas intrínsecas, 64–65
- fuentes de, 225
- “shock compensado”, 220
- shock de calor clásico, 553, 553f
- shock distributivo, 57, 63, 219, 219f, 221–223
- shock hemorrágico, 61–63, 62f, 220–221
- clasificación de, 220, 220f
- shock hipovolémico, 57, 61, 64f, 219–221, 219f, 282
- shock medular, 296
- shock neurogénico *vs.*, 64f, 223f
- shock neurogénico, 63, 64f, 222–223, 282, 297
- vs.* shock medular, 64f, 223f
- shock por frío, 570, 574
- “shock” psicogénico, 64
- shock séptico, 64, 64f
- shock traumático
- clasificación de, 219
- tipos de, 219–224, 219f
- shock vasogénico. *Ver* shock distributivo
- “shock” vasovagal, 64
- signo de Battle, 273
- signo de Cullen, 369
- signo del cinturón de seguridad, 447f
- signos de Grey-Turner, 369
- signos vitales, 149
- terapia de líquidos, 146
- terminología, 138f
- transportación, 146, 153
- transportación prolongada, 158–159
- ver, oír, sentir*, 146, 148–149
- vía aérea, 139
- vigilancia y reevaluación, 156
- signos vitales. *Ver* también partes de componentes individuales
- evaluación secundaria, 149
- evaluación secundaria de shock, 229–230
- trauma pediátrico, 440f
- signos, síntomas, y tratamiento, 617f
- nivel basal, 546
- simulaciones, 505
- síncope por calor, 551
- síndrome compartimental, 397–398
- síndrome de aplastamiento, 398–399
- síndrome de Brown-Séquard, 297, 297f
- síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), 66
- síndrome de Don Juan, 92
- síndrome de impacto secundario, 277
- síndrome de sobrepresión pulmonar (SSPP), 612
- síndrome medular anterior, 296, 297f
- síndrome medular central, 297, 297f
- síndrome radiación aguda (SRA), 423, 535, 536f
- síndrome respiratorio agudo severo (SRAS), 510–511
- síndrome tóxico, 523
- síndrome tóxico asfixiante, 523
- síndrome tóxico colinérgico, 523
- síndromes clínicos de herniación, 266
- SIR. *Ver* secuencia de intubación rápida
- sistema activador reticular, 261
- sistema circulatorio, 54
- sistema de coagulación sanguínea, 233
- sistema de comando de incidentes (SCT), 125, 493–494, 493f, 511–512
- características de, 494–496
- personal de servicios generales, 497
- Sistema de Comando en Área de Fuego (FGC), 125
- sistema de comando unificado, 125
- Sistema de Respuesta Médica Metropolitana (MMRS), 501
- sistema de sujeción “robusto” IV, 662
- sistema muscular, 336f
- sistema nervioso autónomo, 61
- sistema nervioso central (CNS), 290, 595
- lesión, 241, 434
- nervios de, 294, 294f
- sistema nervioso parasimpático, 61
- sistema nervioso periférico (SNP), nervios de, 294, 294f
- sistema nervioso simpático, 61
- sistema nervioso, respuesta endocrina, 61
- sistema pulmonar, tórax, 104
- sistema respiratorio, 164–166, 165f
- órganos de, 165f
- vía aérea y, 50–54, 51f
- sistema todo riesgo, 494–495
- sistema vascular, tórax, 104–105
- sistemas de triage, 514
- sitios muscarínicos, 525
- sitios nicotínicos, 525
- situación, atención prehospitalaria, 35–36
- SMU almacenamiento de fármacos en extremos térmicos, 564–566
- SMU. *Ver* servicios médicos de urgencia
- SNC. *Ver* sistema nervioso central
- SNP. *Ver* sistema nervioso periférico
- sobredistensión, con herida local, 612
- sobreexpresión de explosión, 108
- sobretriage, 153
- SOFTT. *Ver* Special Operations Force Tactical Tourniquet
- solución de Ringer Lactato, 221
- solución salina hipertónica, 239

- solución salina normal (NS), 239, 443
- soluciones cristaloides hipertónicas, 239, 434
- soluciones cristaloides hipotónicas, 434
- soluciones cristaloides isotónicas, 239, 434
- soluciones de coloides sintéticos, 239–240
- soluciones de hipoclorito, 425
- soluciones intravenosas, 239–240
- sonda gástrica, 159
- sonidos, 171
- soporte médico de emergencia táctica civil (TEMS)
 - barreras de acceso tradicional SMU, 657–658
 - componentes de la práctica, 657
 - fases de atención, 658–664, 658f
 - guías de práctica, 657
 - inteligencia médica, 664
 - MCI, 664
 - RAM, 660
 - reseña del historial, 656–657
 - zonas de operación, 658
- Soporte Médico de Urgencia Táctica Civil (TEMS), 656
- Soporte Médico Operacional a la Lucha Contra Estupefacientes y Terrorismo (CONTOMS), 656, 660
- soporte táctico de urgencias médicas, 657
- soporte vital avanzado por trauma (SVAT), 9–10
- Soporte Vital de Trauma Prehospitalario (PHTLS), 10–11, 240, 476
 - atención de trauma en el SMU, 7–9
 - en el ejército, 11
 - fases de la atención del trauma, 3–7
 - filosofía, 2–3
 - internacional, 11
 - SVAT, 9–10
 - terminología de evaluación, 138f
 - visión a futuro, 11
- Soporte Vital de Trauma y Transporte (LSTAT), 245
- Special Operations Force Tactical Tourniquet (SOFTT), 234
- SRA. *Ver* síndrome de radiación aguda
- SRAS. *Ver* síndrome respiratorio agudo severo
- SSPP. *Ver* síndrome de sobrepresión pulmonar
- Stewart, Ronald, 476
- sublimación, 523
- subluxación, 295
- subtriage, 153
- succinilcolina, 185f
- succionar, 175–176
- susceptibilidad, 17
- sustitutos de la sangre, 240
- SUV. *Ver* vehículo utilitario deportivo
- SVAT. *Ver* Soporte vital avanzado por trauma
- SWAT. *Ver* equipo de armas y tácticas especiales (Special Weapons and Tactics Team)
- T**
- tabla de Lund-Browder, 413, 414f
- TAC. *Ver* tomografía axial computarizada
- Tactical Combat Casualty Care (TCCC), 656
 - curso, 645
 - guía, 657, 658, 658f
- Tactical Combat Casualty Care Committee (TCCC), 37
- taponamiento cardiaco, 65, 65f, 223, 224f, 350–351, 350f
- taquicardia, 220
- taquicardia ventricular sin pulso, 158
- taquipnea, 141, 436
- taquipnea grave, 141
- TAS. *Ver* tensión arterial sistólica
- tasa metabólica basal, 545, 563
- TCC. *Ver* atención táctica a los heridos
- TCCC. *Ver* Tactical Combat Casualty Care
- Teasdale, Graham, 8
- técnica de dominante, 191
- técnica de grupo, 573f
- técnica de inmovilización de la presión, 650–651, 650f
- técnico en urgencias médicas (TUM), 8
- tejido desvitalizado, 410
- temperatura ambiental, 545
- temperatura central, 545
- temperatura de la piel, 228
- TEMS. *Ver* Soporte Médico de Urgencia Táctica Civil
- tendón, 382
- tensión arterial
 - interrupción aórtica, 353f
 - signos vitales de shock, 229–230
- tensión arterial diastólica, 58, 263
- tensión arterial media (TAM), 58, 263
- tensión arterial sistólica (TAS), 58, 263, 439
- tentorio o tienda del cerebelo, 261
- terapia de apoyo, 524
- terapia de bloqueo, 538
- terapia de líquidos, 146, 444–445
- terapia de recompresión, 616f
- terapia para reducir la contaminación, 538
- tercer pico de muerte, 638
- tercera ley del movimiento de Newton, 73
- termita, 522
- termorregulación, 545–546
- termorregulación fisiológica, 545
- terrorismo, 502
- testamento en vida, 42
- tetania por calor, 549
- tiempo de respuesta, 5
- tiempo/condiciones de luz, 117
- tipos de, 219–224
 - tipos, 61
 - shock cardiogénico, 64–65
 - shock distributivo (vasogénico), 63–64
 - shock hemorrágico, 61–63, 62f
 - shock hipovolémico, 61
- TLC. *Ver* capacidad pulmonar total
- todo riesgo y sistema de todo riesgo, 494–495
- tolerancia del órgano a la isquemia, 218, 218f
- tomografía axial computarizada (TAC), 265
- toracostomía, 335
- toracostomía con aguja, 346–347
- tormenta de datos, 591
- torniquete, 659
- Torniquete Militar de Emergencias, 234
- torniquetes, 142, 234–236, 644, 644f
- torniquetes alternativos, 234f
- toxemia del embarazo, 375
- toxicidad del monóxido de carbono, 420
- toxicidad endotelial, 661
- tóxicos pulmonares, 526–527
- toxídromo de gas irritante, 523
- toxina botulínica, 532–533

- trabajo respiratorio, 339f
- tracción mandibular en trauma, 173, 173f, 195
- alternativa, 196
- tracto gastrointestinal, tórax, 105
- tracto respiratorio inferior, 165f
- tracto respiratorio superior, 165f
- tractos de la médula espinal, 293, 293f
- tractos nerviosos ascendentes, 293–294
- tractos neurales descendentes, 294
- traje estándar resistente a las salpicaduras, 537
- transección espinal, 296
- transfusión de plasma, 221
- transportación, 153
- comunicación con las instalaciones receptoras, 484
 - duración de, 154
 - evaluación primaria, 145
 - historial médico, 484
 - líquidos intravenosos, 483
 - manejo del desastre, 501
 - método de, 154
 - principios de oro de la atención del trauma prehospitalario, 482–483
 - quemaduras, 414, 415f
 - trauma ambiental, 582–584
 - trauma cervical, 311
 - trauma geriátrico, 472–473
 - trauma musculoesquelético, 400
 - trauma pediátrico, 445, 450, 452
 - trauma torácico, 356–357
- transporte, 400
- transportación de pacientes, tratamiento de shock, 237
- transportación del paciente bimodal, 521
- transportación prolongada, 158–159
- ahogamiento, 629
 - enfermedades relacionadas con el calor, 582–584
 - enfermedades relacionadas con el frío, 583–584
 - equipo, 159
 - lesiones por relámpago, 629
 - lesiones relacionadas con el buceo recreativo, 629
 - mal de altura, 629–630
 - manejo de las vías aéreas, 191–192
 - paciente, 159
 - shock, 244–245
- trauma de cabeza, 282–283
- trauma espinal, 311
- trauma geriátrico, 472–473
- trauma musculoesquelético, 400
- trauma pediátrico, 450, 452
- trauma torácico, 356–357
- tripulación, 159
- transportación, trauma de cabeza, 282–283
- transportadores de oxígeno basado en la hemoglobina (HBOC), 240
- tráquea, 150f, 336, 336f
- trastorno de estrés postraumático (TEPT), 503
- tratamiento de, 368f
- tratamiento del dolor, 393–394
- tratamiento de emergencia integral, 490
- tratamiento en el campo y periodo de atención, 12
- trauma, 2
- causa de muerte, 2
 - en SMU, 7–9
 - fase del evento, 5
 - fase posevento, 5–7, 5f, 6f
 - fase preevento, 4–5
 - hora dorada, 5
 - preparación, 5
 - térmica, 543
 - trauma abdominal, 362–376
 - anatomía, 363–364
 - cinemática, 367
 - evaluación primaria, 368
 - evaluación secundaria, 368–370
 - evisceración, 373
 - exploración especial/indicadores clave, 370–372
 - FAST, 370, 371f–372f
 - fisiopatología, 364, 366
 - historial, 367–368
 - lesiones genitourinarias, 376
 - manejo, 372
 - niños, 447, 447f
 - objetos atravesados, 372–373
 - paciente obstétrica, 373–376
 - tratamiento, 367–371, 372f
 - trauma penetrante, 367
 - trauma romo, 367
 - trauma ambiental, 542–584
 - ahogamiento. *Ver* incidentes de sumersión
 - altitud. *Ver* mal de altura
 - buceo. *Ver* lesiones relacionadas con el buceo
 - enfermedades relacionadas con el calor. *Ver* enfermedad relacionada con el calor
 - enfermedades relacionadas con el frío. *Ver* exposición al frío no glacial
 - rayos. *Ver* lesiones por rayos
 - SMU almacenamiento de fármacos en extremos térmicos, 564–566
 - transportación prolongada, 582–584
 - trauma antecedente, 274
 - trauma de cabeza, 258–285
 - anatomía, 259–262
 - cinemática, 270
 - circulación, 271, 281–282
 - discapacidad, 271–272, 282
 - evaluación primaria, 270–272
 - evaluación secundaria, 272–273
 - evaluación, 270–273
 - exposición/medio ambiente, 272
 - fisiología, 263–264
 - fisiopatología, 264–270
 - fracturas de cráneo, 273, 274f
 - lesión cerebral primaria, 264
 - lesión cerebral secundaria, 264–270
 - lesiones cerebrales, 276–280
 - lesiones de la laringea, 276
 - lesiones del cuero cabelludo, 273
 - lesiones en la cabeza y el cuello específicos, 273–280
 - lesiones faciales, 274–276
 - muerte cerebral y donación de órganos, 283–285
 - transportación, 282–283
 - tratamiento, 280–283
 - vasos cervicales, lesiones en, 276
 - ventilación, 271, 281
 - vía aérea, 270–271, 280–281
 - trauma de la extremidad, 448
 - trauma facial, 280
 - trauma geriátrico, 456–473
 - abuso de personas mayores, 464, 470, 472f
 - caídas, 463
 - cambios fisiológicos, 466–467
 - circulación, 465, 469
 - consideraciones legales, 470
 - control de la temperatura, 469–470

- desafíos de la comunicación, 465–466
 discapacidad, 465
 disposición, 472
 evaluación secundaria, 465–468
 evaluación, 463–468
 expediente de vida, 467, 468*f*
 exposición/medio ambiente, 465
 factores ambientales, 467
 inmovilización, 469
 maltrato de personas mayores, 470–472
 nutrición y sistema inmune, 463
 oídos, nariz, y garganta, 459
 PED (enfermedad preexistente), 459*f*
 percepción del dolor, 461–462
 piel, 463
 problemas médicos crónicos, 458–459
 quemaduras, 464
 respiración, 464, 469
 sistema cardiovascular, 460–461
 sistema musculoesquelético, 462–463
 sistema nervioso, 461
 sistema renal, 462
 sistema respiratorio, 459–460
 transportación, 472–473
 transportación prolongada, 472–473
 tratamiento, 469–470
 trauma vehicular, 463–464
 vías aéreas, 464, 469
 visión y audición, 461
- trauma musculoesquelético, 378–405
 algoritmo, 396*f*
 alivio de la ansiedad, 395
 amputación, 395–397
 anatomía/fisiología, 381–382
 cinemática, 382–383
 dislocación, 392–393, 393*f*
 esguince, 399
 evaluación, 382–385
 evaluación primaria, 383
 evaluación secundaria, 383–384
 extremidades, 385*f*
 extremidades destrozadas, 399
 extremidades inferiores, 385*f*
 extremidades superiores, 384*f*
 fracturas, 387–393
 fracturas de fémur, 391
 fracturas pélvicas, 388–389, 389*f*
 hemorragia, 386–387
 lesiones asociadas, 385
- paciente con trauma de múltiples sistemas críticos, 393
 transportación prolongada, 400
- trauma no accidental
 en niños, documentación de, 452*f*
 indicadores de, 451*f*
- trauma pediátrico, 430–453
 abuso, 421–422, 449, 450
 acceso vascular, 444
 aspectos psicosociales, 431–432
 cinemática, 431
 circulación, 437–439, 438*f*, 443–445
 demografía de, 430–431
 discapacidad, 439, 439*f*
 evaluación, 434–441
 evaluación secundaria, 441
 exponer/medio ambiente, 439
 fisiopatología, 432–434
 hemorragia, 433–434
 hipoxia, 433
 homeostasis térmica, 431
 Índice de Trauma Pediátrico, 439–441, 440*f*
 lesión cerebral por trauma (LCT) 445–446
 lesión del SNC, 434
 lesiones abdominales, 447, 447*f*
 lesiones térmicas, 448–449
 lesiones torácicas, 447
 manejo del dolor, 445
 neumotórax a tensión, 443
 patrones comunes de lesiones, 431, 431*f*, 432*f*
 prevención de lesiones de vehículos de motor, 449–450
 recuperación y rehabilitación, 432
 respiración, 436–437, 442–443
 signos vitales y normas cuantitativas, 440*f*
 terapia de líquidos, 444–445
 transportación, 445, 450, 452
 transportación prolongada, 450, 452
 trauma de extremidades, 448
 trauma vertebral, 446–447
 vías aéreas, 435–436, 435*f*, 436*f*, 441–442
- trauma penetrante, 76, 100, 103–105, 299
 abdomen, 105
 armas de alta energía, 100–102
 armas de baja energía, 100
- armas de mediana energía, 100
 cabeza, 103–104
 definido, 76
 extremidades, 105
 fragmentación, 102
 heridas de entrada y salida, 102–103
 heridas de escopeta, 105–107
 perfil, 98–99
 secadora, 99
 tórax, 104
- trauma abdominal, 367
 trauma espinal, 299
 trauma torácico, 339–340
- trauma térmico, 543
- trauma torácico, 334–361
 anatomía, 335–336
 asfixia por trauma, 355, 356*f*
 circulación, 338–339
 conmoción cardiaca, 351–352
 contusión pulmonar, 340
 descompresión con aguja (toracostomía con aguja), 346–347
 disrupción traqueobronquial, 354–355
 disrupción traumática de la aorta, 352–354
 evaluación, 340–341
 fisiología, 336–339
 fisiopatología, 339–340
 fractura de costillas, 341
 hemotórax, 349
 lesión cardiaca contusa, 349–350
 lesión con objetos romos, 340
 lesión penetrante, 339–340
 neumotórax, 339
 rotura diafragmática, 355–356
 taponamiento cardiaco, 350–351, 350*f*
 toracostomía con tubo, 347–348
 tórax inestable, 341–342
 transportación prolongada, 356–357
 transportación, 356–357
 ventilación, 336–338
- trauma vertebral, 289–312
 anatomía y fisiología, 291–295
 causa de, 290
 collarín cervical, 303, 315–316
 collarines cervicales rígidos, 303–304
 completar la inmovilización, 307–309
 conceptos científicos, 290

debate sobre la camilla rígida
(*backboard*), 305–306
eliminación de equipo atlético, 307*f*
errores de inmovilización comunes, 309
estabilización manual en línea de la
cabeza, 303
esteroides, 310–311
evaluación, 297–301
evaluar las habilidades de
inmovilización, 310*f*
examinación neurológica, 297
extricación rápida *vs.* dispositivo corto
para el paciente sentado, 309
fisiopatología, 295–297
indicaciones para una inmovilización
de columna, 298*f*, 299–301, 300*f*
infantes, 307, 328–329, 446–447
inmovilización del paciente, principios,
303
inmovilización del torso sobre la
camilla, 304–305
lesiones de la médula espinal, 296–297
lesiones esqueléticas, 295–296
manejo, 301–311
mantenimiento de la cabeza en
posición neutral, 306–307
mecanismo de lesión, 296, 298–299
pacientes embarazadas, 310
pacientes obesos, 309
signos y síntomas de, 301*f*
transportación prolongada, 311
transportación, 311
trauma cerrado, 298–299
trauma penetrante, 299
traumatismo contuso, 76, 78–98, 261
abdomen, 97–98
cabeza, 94
caídas, 92–93
cuello, 94–95
definido, 76
lesiones por deportes, 93
lesiones, 366
principios mecánicos, 79
tórax, 95–97
trauma abdominal, 367
trauma medular, 298–299
trayectoria hacia abajo, 81–83
triada de Beck, 351
triada epidemiológica, 16, 17*f*
triada letal, 572, 573*f*

triage, 131
escena, 130–134
esquema de triage en el campo, 153–154
explosiones y ADM, 514
manejo del desastre, 499, 499*f*
triage del paciente, 514
triage en el campo, 514
los pacientes lesionados del 2011, guías
para, 226*f*
triage y estabilización inicial, 493, 499*f*
trifosfato de adenosina (ATP), 53, 218, 476
tronco del encéfalo, 261, 262*f*
Trunkey, Donald, 5, 9
tubo de toracostomía, 347–348, 348*f*
tubo endotraqueal (TE), 175, 178*f*
asegurar, 186
tubo torácico, 347–348, 348*f*
TUM. *Ver* técnico de urgencias médicas
tutela voluntaria, 369
TXA. *Ver* ácido tranexámico

U

U.S. Food and Drug Administration
(FDA), 236, 524
uncus, 265
unidad de atención a quemados, lesiones
que requieren, 415*f*
unidad de comando, 495
Uniform Crime Report of the Federal
Bureau of Investigation (FBI), 656
urgencias, 489
urticaria, 566
urticaria alérgica, 647*f*
urticaria por frío, 566
úvula, 165*f*

V

valor máximo de sobrepresión, 108
VAN. *Ver* vía aérea nasofaríngea
VAO. *Ver* vía aérea orofaríngea
vapor, 522
varicela, 531, 532*f*
de viruela, diferenciando, 532*f*
vasoconstricción, 61, 169, 220
vasodilatación inducida por frío (VDIF),
568
vasos sanguíneos, respuesta
cardiovascular, 59
VDIF. *Ver* vasodilatación inducida por el
frío

vecuronio, 185*f*
vehículo de atención de evacuación
táctica no estándar, 663*f*
vehículo de bala, 83
vehículo deportivo utilitario (SUV), 86
vehículo objetivo, 83
vena cava inferior, 338
vena cava superior, 338
vendaje oclusivo, retiro de, 346
ventilación, 164, 167, 336–338. *Ver*
también vía aérea y ventilación
del paciente de trauma, 51, 53
evaluación rápida de, 437
ventilación efectiva del infante, 437
ventilación minuto (V_E), 339*f*
ventilación obligatoria intermitente
(VOI), 189
ventilación por bolsa-mascarilla, 435
uso de tamaño correcto, 437
ventilación transtraqueal percutánea
(VTP), 187, 214–216
ventilaciones Cheyne-Stokes, 266
ventilaciones mecánicas, configuración
inicial, 189–190
ventilaciones ruidosas, 270
ventiladores de presión positiva,
189–190
ver, oír, sentir, 146, 148–149
vertebra, 291
vertebra sacra, 292
vertebral foramen, 291
vértebras cervicales, 292
vértebras coccígeas, 292
vértebras torácicas, 292
vértigo alternobárico, 611–612
vesicantes, 425
VHC. *Ver* hepatitis C
vía aérea
estudio primario, 139–145
evaluación primaria del shock, 225
quemadura, 411, 412*f*
tratamiento del shock, 232
trauma de cabeza, 270–271, 280–281
trauma geriátrico, 464, 469
trauma pediátrico, 435–436, 435*f*, 436*f*,
441–442
y sistema respiratorio, 50–54, 51*f*
vía aérea con mascarilla laríngea (LMA),
174*f*, 186–187, 186*f*, 187, 208–210,
657

- vía aérea del adulto *vs.* vía aérea del infante, 436
- vía aérea inferior, 164, 166
- vía aérea King LT, 206–208
- vía aérea nasofaríngea (VAN), 173*f*, 177, 200–201, 662
- vía aérea orofaríngea (VAO), 171, 173*f*, 197
- método de inserción con levantamiento de la mandíbula y lengua, 197–198
- método de inserción de un abatelengua, 199
- vía intraósea, 238
- vía intravenosa, 237–238
- vías aéreas del infante, adulto *vs.*, 436
- vías aéreas supraglóticas, 177–178, 177*f*, 203
- Combitube, 203–205
- vía aérea king LT, 206–208
- vías aéreas y ventilación, 164–192
- algoritmo, 172*f*
- anatomía, 164
- inferior, 164–166
- superior, 164
- complejo, 177
- intubación endotraqueal. *Ver* intubación endotraqueal
- vías aéreas supraglóticas, 177–178
- CQI, 188
- dispositivos ventilatorios, 188–190
- evaluación
- capnografía, 191
- oximetría del pulso, 190–191
- evaluación LEMON, 179*f*–180*f*
- fisiología, 166–168
- paciente de trauma, 168–169
- fisiopatología, 169
- función neurológica, disminución, 169–170
- hiperventilación, 170
- manejo, 171–173, 174*f*, 175*f*
- manual de compensación, 175
- manual de maniobras, 175
- succión, 175–176
- tratamiento de, 170
- elevación torácica, 171
- obstrucciones, 171
- posición de, 170–171
- sonidos de vías aéreas superiores, 171
- vía aérea nasofaríngea, 177
- vía aérea orofaríngea, 177
- transportación prolongada, 191–192
- vías respiratorias superiores, 164
- víboras, 648
- envenenamiento, tratamiento de, 649–650
- viento de explosión, 108, 519
- vigilancia automática de la tensión arterial, 145
- vigilancia involuntaria, 369
- vigilancia y reevaluación, 156
- vigilancia, enfoque, 26–27
- VIH. *Ver* virus de inmunodeficiencia humana
- VIH-1, 129*f*
- VIH-2, 129*f*
- viruela, 531–532, 531*f*
- diferenciar la varicela de, 532*f*
- viruela mayor, 531
- viruela menor, 531
- virus de inmunodeficiencia humana (VIH), 129, 129*f*
- vísceras, 373
- visualizar la intubación orotraqueal, del paciente de trauma, 210–212
- VOI. *Ver* Ventilación obligatoria intermitente
- volatilidad, 523
- voltaje de paso, 593
- volumen minuto, 167
- volumen para reanimación, manejo del shock
- ácido tranexámico, 244
- manejo, 240–244
- sangre, 238
- soluciones intravenosas, 239–240
- volumen sistólico, 58
- volumen tidal (V_T), 167, 339*f*
- volumenes pulmonares /relaciones, 339*f*
- VTP. *Ver* ventilación transtraqueal percutánea
- vuelco, 85–86
- VX, 524
- W**
- warfarina, 279
- Warren, John Collins, 218
- WBC. *Ver* leucocitos o glóbulos blancos
- WHO. *Ver* Organización Mundial de la Salud (World Health Organization)
- WP. *Ver* fósforo blanco
- Y**
- Yersinia pestis, 530
- yodo radiactivo, 538
- Z**
- Zemuron, 185*f*
- zona caliente, 120, 121*f*, 123, 425*f*, 512*f*, 514, 657*f*
- zona de coagulación, 408, 408*f*
- zona de estasis, 408, 408*f*
- zona de hiperemia, 408*f*, 409
- zona de muerte, 658
- zona fría, 120, 121*f*, 123, 425*f*, 512*f*, 514
- zona segura, 658
- zonas de control, 514
- zonas de control de la escena, 123
- zonas de control en la escena de materiales peligrosos, 425*f*
- zonas de fuego, 659, 660
- zonas de operación, 658



NAEMT



American College of Surgeons
COMMITTEE
ON TRAUMA



PHTLS

Soporte Vital de Trauma Prehospitalario

OCTAVA EDICIÓN



PHTLS: Soporte Vital de Trauma Prehospitalario, octava edición, es el siguiente paso en la evolución del principal programa educativo de Trauma Prehospitalario. Durante tres décadas, el **PHTLS** ha mejorado la calidad del cuidado del paciente traumatizado y ha salvado vidas. La octava edición del **PHTLS** continúa con la misión de promover la excelencia en el manejo del paciente traumatizado en todos los proveedores involucrados en el

cuidado prehospitalario por medio de una educación global.

Este programa legendario fue desarrollado a principios de la década de los ochenta del siglo pasado por la Asociación Nacional de Técnicos en Urgencias Médicas (Association of Emergency Medical Technicians, NAEMT), con la cooperación del Comité para el Trauma del Colegio Americano de Cirujanos (American College of Surgeons Committee on Trauma, ACS-COT). El contenido médico se revisa y actualiza de manera continua para que refleje lo último y lo más actualizado del conocimiento y la práctica. El **PHTLS** promueve el pensamiento crítico como la base para proporcionar un cuidado de calidad. Se fundamenta en la creencia de que los practicantes de los servicios médicos de urgencia toman las mejores decisiones en beneficio de sus pacientes cuando se les da una buena base de conocimiento y principios clave. La octava edición de PHTLS presenta un nuevo capítulo, *Fisiología de la vida y la muerte*, que crea un entendimiento sólido de la fisiología de la vida y de la fisiopatología que puede llevar a la muerte. Ese entendimiento es esencial para el proveedor del cuidado prehospitalario para que pueda tratar las anomalías rápidamente, en caso de encontrarlas en el paciente traumatizado.

Método claro para evaluar el trauma del paciente

En el campo, los segundos cuentan. El **PHTLS** enseña y refuerza los principios para evaluar con rapidez el trauma de un paciente empleando un método ordenado, tratando de manera inmediata los problemas que ponen en riesgo la vida conforme se van identificando y minimizando cualquier retraso en el inicio del transporte a un destino adecuado.



JONES & BARTLETT
LEARNING

An Ascend Learning Company
www.jblearning.com

