

# Lesión por explosión: El escenario urbano como modelo práctico y epidemiológico del trauma en operaciones militares

*Explosion injury: the urban scenario as practical and epidemiological model of trauma in military operations*

*Dr. Luis Manuel García-Núñez, Dra. Lucila Isabel García-Chávez, Dr. Olliver Núñez Cantú, Dr. Ruy Cabello Pasini, Dr. José Lauro Gilberto Delgado Arámburo, José María Rivera Cruz*

## Resumen

**Objetivo:** Analizar la epidemiología institucional de las lesiones por explosión.

**Sede:** Hospital Central Militar. Tercer nivel de atención.

**Diseño:** Estudio descriptivo, retrospectivo, transversal.

**Análisis estadístico:** Frecuencia relativa de ocurrencia de variables cualitativas y cuantitativas; cálculo de medidas centrales y de dispersión.

**Pacientes y método:** Víctimas de lesión por explosión admitidas en nuestro centro de trauma de febrero de 2004 a enero de 2008. Variables estudiadas: género, edad, naturaleza e instrumento de la lesión –civil o militar–, tipo de artefacto explosivo, mecanismo específico de lesión –barotrauma, contuso o penetrante–, frecuencia cardíaca de admisión, frecuencia respiratoria de admisión, tensión arterial sistólica de admisión, Escala Revisada de Trauma (Revised Trauma Scale, RTS), Escala de Gravedad de la Lesión (Injury Severity Score, ISS); lesiones y variables pronósticas.

**Resultados:** Se recibieron 39 víctimas de lesión por explosión. Las lesiones por artefacto militar representaron 92% de los casos. Mecanismo específico de lesión fue barotrauma en 82% y penetrante en 18%. El valor de la Escala Revisada de Trauma fue  $6.8 \pm 3.2$  (0-7.84) y en la Escala de Gravedad de la Lesión  $54.3 \pm 29.9$  (9-75). El órgano más comúnmente lesionado fue la piel (100%). La tasa de morbilidad global fue de 85%; la mortalidad fue de 41%.

**Conclusión:** La lesión por explosión es poco frecuente, ocasiona trauma de alto índice de gravedad anatómica, aun cuando los pacientes llegan hemodinámicamente estables.

## Abstract

**Objective:** To analyze the institutional epidemiology of injuries caused by explosions.

**Setting:** Third level health care hospital (Hospital Central Militar).

**Design:** Descriptive, retrospective, transversal study.

**Statistical analysis:** Relative frequency of qualitative and quantitative variables, calculation of central and dispersion measures.

**Patients and method:** Blast-injured victims, admitted in our trauma center from February 2004 to January 2008. Variables studied were: age, gender, nature of injury and instrument –civil or military–, type of explosive artifact, specific injury mechanism –barotrauma, blunt or penetrating– cardiac frequency at admission respiratory frequency at admission, systolic arterial pressure at admission, revised trauma scale (RTS), injury severity score (ISS); injuries and prognostic variables.

**Results:** Thirty-nine patients with injuries due to explosions were admitted; 92% of the lesions were due to a military artifact. The specific injury mechanism was barotrauma in 82%, and penetrating in 18%. RTS value was  $6.8 \pm 3.2$  (0-7.84) and of  $54.3 \pm 29.9$  (9-75) for ISS. The most affected organ was the skin (100%). Global morbidity rate was of 85%; mortality was of 41%.

**Conclusion:** Injuries due to explosions are not frequent; they cause a high anatomic severity index, even when patients arrive in a stable hemodynamic state.

Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional, México, D.F.

Recibido para publicación: 2 diciembre 2008

Aceptado para publicación: 5 enero 2009

Correspondencia: Luis Manuel García-Núñez, Consultorio 45, planta baja, Hospital Ángeles de las Lomas, Avenida Vialidad de la Barranca sin número, colonia Valle de las Palmas, Huixquilucan, Estado de México, 52763. Teléfono (+55)-52-46-97-68

Correo electrónico: luismanuelgarcianunez@yahoo.com, lmgarcian@hotmail.com

**Palabras clave:** Trauma, explosión.  
**Cir Gen 2009;31:14-20**

**Key words:** Trauma, explosion, blast injuries.  
**Cir Gen 2009;31:14-20**

## Introducción

Las lesiones por explosión son poco frecuentes. Pese a que su incidencia ha aumentado debido a los conflictos bélicos y actividades ilícitas, si se excluyen atentados y actos terroristas el escenario urbano lleva pocas víctimas de esta clase hacia los centros de trauma, lo cual resulta en escasa experiencia asistencial.<sup>1,2</sup> El tráfico de armamento prohibido por la legislación vigente y aquel de uso exclusivo para el Ejército, Fuerza Aérea y Armada,<sup>3-7</sup> así como la improvisación de explosivos empleados en actos de desorden social, diseñados para expeler objetos metálicos cargados en el cuerpo del dispositivo, han incrementado el índice de gravedad de los traumatismos por explosivos.<sup>1,2,8-12</sup> El estudio de las lesiones por explosión es un foco de enérgica investigación por el Servicio de Cirugía del Trauma del Hospital Central Militar, debido a las características especiales de la población a la cual se atiende y a las actividades operativas en las cuales está involucrado el personal militar en servicio activo.

A nuestro saber, la experiencia reportada en la literatura nacional es escasa en el tema, y más aún al exponer la casuística de lesiones de naturaleza ocupacional militar. El manejo de estas lesiones requiere de profundos conocimientos de biofísica y fisiopatología,<sup>1,10,11,13-16</sup> y exige al cirujano de trauma contar, dentro de sus recursos quirúrgicos, con la capacidad de efectuar abordajes complejos para reanimación inmediata<sup>16</sup> y tratamiento definitivo;<sup>16-18</sup> desafortunadamente, la mortalidad sigue siendo considerable.<sup>10-12,18,19-22</sup>

Es intención de este manuscrito que a través del estudio epidemiológico de nuestra casuística institucional, del conocimiento de la progresión de los eventos fisiopatológicos y del patrón de daños consecutivo a las lesiones por explosión, los cirujanos puedan anticipar las peculiaridades a encarar en el abordaje de estos pacientes y proveer un adecuado tratamiento a lo largo de su curso hospitalario.

## Material y método

Se evaluó de forma retrospectiva los registros clínicos de los pacientes que padecieron lesiones por explosión, admitidos en el Hospital Central Militar, Centro de Trauma Urbano y Militar y sede de entrenamiento en trauma para las Fuerzas Armadas Mexicanas; fueron excluidos aquellos pacientes con heridas por proyectil de arma de fuego expansivas o de fragmentación de armamento individual.<sup>3,5,6</sup>

Para efectuar el estudio, se incluyeron variables demográficas y de admisión: género, edad, naturaleza e instrumento de la lesión –civil o militar–, tipo de artefacto explosivo, mecanismo específico de lesión –barotrauma, contuso o penetrante–, frecuencia cardíaca de admisión, frecuencia respiratoria de admisión, tensión arterial sistólica de admisión, Escala Revisada de

Trauma (Revised Trauma Scale, RTS), Escala de Gravedad de la Lesión (Injury Severity Score, ISS); lesiones y variables pronósticas (órganos lesionados, intervenciones requeridas, estancia intrahospitalaria y en la Unidad de Terapia Intensiva, morbilidad general y específica y mortalidad –tasa y causas–).

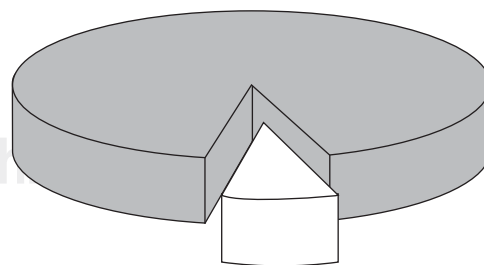
Todos los pacientes fueron reanimados de acuerdo a los protocolos delineados en el Curso Avanzado de Apoyo Vital en Trauma (Advanced Trauma Life Support, ATLS®) por cirujanos entrenados formalmente en Cirugía de Trauma y Cuidados Intensivos Quirúrgicos. Luego de los estudios complementarios y de la revisión secundaria, el cirujano de trauma tratante decidió el traslado a la unidad de encame, Unidad de Terapia Intensiva o a quirófano para continuar el manejo.

Debido al reducido número de casos incluidos en el estudio, los valores obtenidos a partir de las variables consideradas se sometieron al análisis estadístico de frecuencia relativa de ocurrencia y cálculo de medidas centrales y de dispersión.

## Resultados

Durante 48 meses (de febrero de 2004 a enero de 2008), se admitieron 39 pacientes, con una media de 0.8 pacientes admitidos/mes. La edad media fue  $34 \pm 12.5$  años (18-52); 92% (36/39) de los lesionados fueron hombres y 8% (3/39) mujeres (**Figura 1**). El tipo de artefacto explosivo fue de naturaleza militar –contemplado como tal en la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos<sup>3</sup>– en 92% (36/39) y civil en 8% (3/39) de los casos (**Cuadro I**). Las lesiones con artefacto militar fueron secundarias a accidentes en 67% (24/36) de los casos y a operaciones contra la delincuencia y el crimen organizado o desorden público en 33% (12/36).

Los valores de las variables de admisión fueron: frecuencia cardíaca  $114 \pm 31.3$  latidos/minuto (rango 93-146), frecuencia respiratoria  $21 \pm 11.8$  respiraciones/minuto (rango 16-29), tensión arterial sistólica  $100 \pm$



■ Masculino (92%-36/39)      □ Femenino (8%-3/39)

**Fig. 1. Distribución de las víctimas de lesiones por explosión por género.**

48.1 mmHg (rango 25-141), puntuación de la escala de coma de Glasgow  $13.2 \pm 4.2$  (rango 3-15), Escala Revisada de Trauma (Revised Trauma Scale, RTS)  $6.8 \pm 3.2$  (rango 0-7.84), Escala de Gravedad de la Lesión (Injury Severity Score, ISS)  $54.3 \pm 29.9$  (rango 9-75); el mecanismo específico de lesión fue barotrauma o contuso en 82% (32/39) de los casos y penetrante en 18% (7/39) (**Cuadro II**).

El órgano más frecuentemente lesionado fue la piel y los tegumentos, afectados en 100% de los casos (39/39), seguido por la membrana timpánica en 77% (30/39) y el sistema osteomuscular en 77% (30/39) de los casos; las extremidades superiores se afectaron en mayor proporción (60% [18/30]) que los miembros inferiores (40% [12/30]). El resto de la distribución de las lesiones específicas se muestra en el **cuadro III**. Es de hacerse notar que la lesión pulmonar por explosión obedeció a barotrauma o trauma contuso en 93% (13/14) de los casos y sólo en un caso de lesión por granada de mano (7% [1/14]) se presentó una lesión pulmonar penetrante. Se computaron 149 lesiones específicas entre 39 pacientes (media de 3.8 lesiones/paciente) (**Cuadro III**).

Entre las intervenciones requeridas, la más frecuentemente realizada fue la revisión o limpieza de herida traumática (82% [32/39]), seguida por la fijación ósea

externa (77% [30/39]), ambas técnicas efectuadas comúnmente como parte de la cirugía de control de daños en extremidades, lo cual concuerda con el patrón y gravedad anatómica de lesiones previamente señalado; la invasión quirúrgica de cavidades mayores representó el 26% del total de procedimientos (laparotomía exploradora 21% [8/39] y toracotomía 5% [2/39]). Se efectuó un total de 11 procedimientos, para una media de 2.9 procedimientos/paciente (**Figura 2**).

La estancia hospitalaria media de las víctimas de explosiones fue  $118 \pm 42.5$  días (0-181) y en la Unidad de Terapia Intensiva  $29.2 \pm 15.9$  días (0-42). La tasa global de morbilidad fue 85% (33/39). Las complicaciones específicas fueron: discapacidad funcional por sordera, cicatrización retráctil, deformidad o amputación (88% [29/33]); infección de tejidos blandos (64% [21/33]); síndrome de insuficiencia respiratoria del adulto (48% [16/33]); infección urinaria (39% [13/33]); insuficiencia renal aguda (24% [8/33]); choque séptico (24% [8/33]); falla orgánica múltiple (9% [3/33]); sepsis abdominal (6% [2/33]) y lesión cerebral anóxico-isquémica (3% [1/33]), computándose 101 complicaciones específicas para una media de 3.1 complicaciones/paciente. La mortalidad global fue 41% (16/39); un caso debido a insuficiencia renal aguda, otro por síndrome

**Cuadro I.**  
**Tipo y variante de artefacto explosivo**

Tipo de artefacto (%-n/N)*	Variante*
Naturaleza militar** (92% - 36/39)	Granada de mano – 43% (15/36) Granada de mortero y de fusil – 37% (13/36) Pólvora libre o encasillada – 14% (5/36) Cartuchos de armamento individual – 6% (2/36)
Naturaleza civil** (8% - 3/39)	Bomba Molotov – 66% (2/3) Tanque de gas – 34 % (1/3)

\* Fuente: Archivo Clínico, Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional, México, D.F.

\*\* Clasificación según la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.

**Cuadro II.**  
**Variables de admisión, incluyendo las escalas de puntuación de gravedad fisiológica (RTS – Revised Trauma Score) y anatómica (ISS – Injury Severity Score)**

Variable*	Media $\pm$ DS <sup>^</sup> (rango)*
Frecuencia cardíaca (latidos/minuto)	$114 \pm 31.3$ (93-146)
Frecuencia respiratoria (respiraciones/minuto)	$21 \pm 11.8$ (16-29)
Tensión arterial sistólica (mmHg)	$100 \pm 48.1$ (25-141)
Puntuación de Glasgow	$13.2 \pm 4.2$ (3-15)
Escala Revisada de Trauma (RTS – Revised Trauma Scale)	$6.8 \pm 3.2$ (0-7.84)
Escala de Gravedad de la Lesión (ISS - Injury Severity Score)	$54.3 \pm 29.9$ (9-75)
Mecanismo específico de lesión	
Barotrauma o contuso	82% (32/39)
Penetrante	18% (7/39)

\* Fuente: Archivo Clínico, Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional, México, D.F.

DS<sup>^</sup> = Desviación estándar

de insuficiencia respiratoria del adulto y uno más por falla orgánica múltiple.

### Discusión

La pólvora, mezcla de carbón, azufre y nitrato de potasio, fue inventada en China hace más de un milenio y usada exclusivamente en fuegos pirotécnicos durante ritos religiosos; los europeos fueron los primeros en emplearla como arma de guerra, inicialmente como propelentes de proyectiles y luego como detonante de explosivos. Fue el único explosivo conocido hasta 1628, año en el cual el llamado "oro fulminante" fue descubierto y usado sin gran difusión.<sup>6,7,23</sup>

A partir del siglo XVI, la pólvora influyó profundamente la táctica occidental.<sup>6</sup> Los ejércitos que contaban con armamento de pólvora lograron rápidas y aplas-

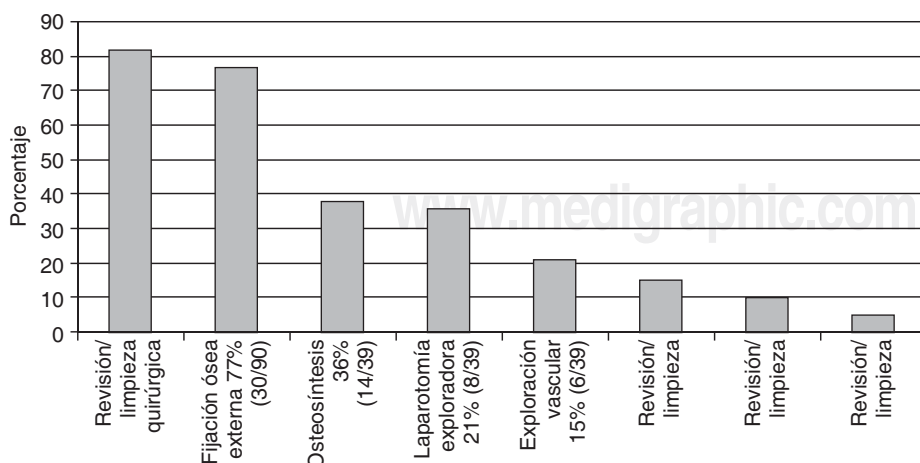
tantes victorias. En 1856, Ascanio Sobrero inventó el primer explosivo moderno: la nitroglicerina, cuya principal desventaja radicaba en su inestabilidad y fácil detonación con el movimiento. Esto inspiró a Alfred Nobel, en 1862, a combinarla con una matriz inerte, desarrollándose el primer explosivo bélico portátil individual, la dinamita, usada con éxito en las batallas de aquellos tiempos.<sup>7</sup> Las guerras mundiales trajeron consigo el desarrollo de explosivos susceptibles de ser lanzados manualmente (por ejemplo, la granada de mano)<sup>4,24</sup> o autopropulsados (por ejemplo, la granada de fusil y el mortero),<sup>5,24</sup> o bien, cargas de alto poder y gran peso lanzadas por aire o desde buques de guerra hacia objetivos definidos.<sup>23,24</sup> El estigma de la Guerra de Vietnam fue el empleo del "napalm", un explosivo incendiario elaborado en Harvard en 1942, a base de nafta, bencol, fósforo blanco y poliestireno, que produjo masacres y destrucción en tierras norvietnamitas.<sup>6,7,19,20,23,24</sup> Durante la llamada "Guerra del Golfo", se empleó un compuesto denominado MK77, que produce efectos similares.<sup>19,20</sup> En años recientes, la tecnología puso a disposición de los ejércitos explosivos químicos como percolatos, cloratos, nitrato de amonio/aceite combustible (ANFO por "ammonium nitrate/fuel oil") y, recientemente, artefactos con matriz de oxígeno líquido y detonantes plásticos como Semtex® y C-4® (Explosia Ind.®, Czech Republic), mismos que han incrementado enormemente el poder destructivo del armamento moderno.<sup>20,21,24</sup>

Los explosivos pueden clasificarse en dos grandes categorías: 1) explosivos de alto orden (EAO) y 2) explosivos de bajo orden (EBO). Los EAO producen una onda de choque sobre-presurizada supersónica, con una tasa de detonación de 1,000 a 10,000 yardas/segundo; ejemplos son la dinamita, tetranitrato de pentaeritritol, ciclonita, ANFO, nitroglicerina, Semtex® y C-4®.<sup>2,4,5</sup> Los EBO crean una explosión subsónica, no producen onda de sobre-presurización y poseen tasas de quemadura (no de detonación) de varias pulgadas a yardas; ejemplos son la pólvora, igniciones domésticas, vapores de gasolina y bombas Molotov.<sup>2,6-8,11</sup>

**Cuadro III.**  
**Distribución de las lesiones a órganos específicos, consecutivas a mecanismos explosivos**

Lesión orgánica específica	% (n/N)
Piel y tegumentos	100 (39/39)
Membrana timpánica	77 (30/39)
Músculo esquelético	77 (30/39)
Extremidades superiores	60 (18/30)
Extremidades inferiores	40 (12/30)
Pulmón	36 (14/39)
Pared torácica	23 (9/39)
Pared abdominal	15 (6/39)
Intestino delgado y colon	15 (6/39)
Órgano vascular periférico	13 (5/39)
Ojo	10 (4/39)
Tráquea	5 (2/39)
Hígado	5 (2/39)
Bazo	5 (2/39)
Total	149 lesiones (3.8/paciente)

\* Fuente: Archivo Clínico, Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional, México, D.F.



Fuente: Archivo Clínico, Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional, México, D.F.

**Fig. 2. Distribución de la frecuencia de los distintos procedimientos efectuados.**



Cuando un organismo vivo se encuentra dentro del radio de acción de un explosivo (que varía según el tipo del mismo),<sup>4,7</sup> queda expuesto a un patrón único de traumatismo, denominado “lesión por explosión”, consistente en un complejo tetrafásico, con las siguientes peculiaridades:<sup>2</sup>

**Lesión primaria por explosión:** exclusiva de los EAO, resultado del impacto de la onda de sobre-presurización sobre el cuerpo. Los órganos huecos son los más afectados (pulmones, tracto gastrointestinal, oídos); quedan comprendidas en esta categoría la lesión pulmonar por explosión y la ruptura de la membrana timpánica.<sup>2,12-15</sup>

**Lesión secundaria por explosión:** resultante de las esquirlas y fragmentos eyectados;<sup>2,4,5</sup> cualquier parte del cuerpo puede afectarse. Ejemplos son las lesiones penetrantes de naturaleza balística por fragmentación o trauma contuso por objetos mayores expelidos por la explosión.<sup>8</sup>

**Lesión terciaria por explosión:** resultado del impacto del individuo al ser expelido por la onda explosiva. Cualquier parte del cuerpo puede lesionarse; ejemplos son fracturas, amputaciones traumáticas y traumatismo craneoencefálico.<sup>2</sup>

**Lesión cuaternaria por explosión:** es cualquier daño a la salud que no es resultado de la lesión primaria, secundaria o terciaria; incluye la exacerbación o complicación de enfermedades preexistentes. Ejemplos son quemaduras por flama, lesión por aplastamiento, traumatismo craneoencefálico, asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica u otros problemas exacerbados por la inhalación de polvo, humo o gases tóxicos; angina, hiperglicemia e hipertensión.<sup>2</sup>

El Dr. Solly Zuckerman de la Universidad de Oxford, durante la Segunda Guerra Mundial, reportó un quinto tipo de lesión, caracterizada por inestabilidad hemodinámica inexplicable e hiperpirexia, rara hoy en día y que, probablemente, haya sido consecutiva a los protocolos de reanimación que privaban en esa época. Actualmente se incluye dentro del cuarto tipo de lesiones (misceláneos).<sup>24</sup>

El abordaje diagnóstico debe estar dirigido a detectar lesiones no aparentes (como lesión pulmonar por explosión, por medio de radiología torácica) y traumatismos sutiles (como ruptura de la membrana timpánica) que se sabe pueden formar parte del complejo traumático.<sup>2,13,16,21</sup> El “triage” inicial, los protocolos de reanimación en trauma establecidos en el ATLS<sup>®</sup>, el tratamiento quirúrgico y la transferencia a un centro de trauma para tratamiento definitivo complementan el abordaje.<sup>16,25</sup> En caso de víctimas en masa, deben hacerse funcionar políticas de atención establecidas con anterioridad.<sup>26</sup>

De acuerdo con el reporte de Desalma,<sup>2</sup> aun cuando en general las víctimas que presentaron lesiones por explosión fueron admitidas con variables fisiológicas calificadas como estables (RTS  $6.8 \pm 3.2$ ; rango 0-7.84), dichas lesiones fueron de alto índice de gravedad anatómica (ISS  $54.3 \pm 29.9$ ; rango 9-75), traduciendo esto en un gran intercambio de energía durante el traumatismo. Es inquietante, pero al mismo tiempo trascendente,

resaltar que, en este estudio, aunque las lesiones por artefactos militares se debieron a accidentes en dos terceras partes de los casos, el armamento para uso exclusivo de las fuerzas armadas utilizado de manera ilegal contribuyó en 33% a las lesiones por estos dispositivos. Aunque desconocemos la posición que ocupan las lesiones accidentales por explosión en nuestras tropas, el reporte clásico de Kopchinski<sup>27</sup> señala a éstas como una entidad frecuente y conocida entre soldados que manejan activamente el armamento y que no se encuentran en campaña; por nuestra parte, estamos plenamente conscientes de su importancia.

En el patrón diferencial de lesiones, predominaron aquéllas de naturaleza no penetrante (barotrauma o contuso, 82%); esto puede ser explicado en parte por la gran proporción de lesiones por artefactos de naturaleza militar; los tegumentos (100%) y la membrana timpánica (77%) fueron los órganos específicos más frecuentemente afectados,<sup>2</sup> a semejanza de los reportes de la literatura mundial, que señalan su presencia en 90-95%<sup>12-14</sup> y 65-75%,<sup>12-15</sup> respectivamente. El sistema musculoesquelético le siguió en frecuencia. Los miembros superiores se vieron involucrados en proporción de 2:1 con los miembros inferiores. Enfatizamos la importancia epidemiológica de la manipulación y estallido accidental de los artefactos como explicación de este patrón lesional.<sup>27</sup> Los pulmones fueron afectados en más de una tercera parte de los casos (36%, 14/39); en 13 casos (92%) se diagnosticó formalmente la lesión pulmonar por explosión; un caso de lesión pulmonar (7%) obedeció a penetración torácica por esquirlas, mismo que fue llevado a toracotomía electiva por la posición paracardiaca del cuerpo metálico. En 18% de los casos (7/39), el trauma tuvo un carácter penetrante, más comúnmente en las extremidades; nuestra necesidad de efectuar laparotomía exploradora, exploración vascular y exploración quirúrgica de heridas se fundamentó en varios de estos casos.

Haciendo un análisis del patrón de daños anteriormente expuesto, es importante señalar que la ruptura de la membrana timpánica (RMT) puede pasarse por alto por personal sin experiencia, sobre todo en el escenario de lesiones más dramáticas.<sup>2,12-15</sup> Es fundamental establecer su presencia por dos razones: 1) la lesión *per se* puede acarrear repercusiones auditivas graves en los supervivientes<sup>2</sup> y 2) es un marcador clínico sensible de lesiones primarias asociadas;<sup>2</sup> 25% de los pacientes con RMT presentan lesión pulmonar por explosión<sup>12-14</sup> y hasta 1% puede presentar estallamiento de vísceras huecas.<sup>2</sup>

Una gran proporción de los procedimientos empleados en el tratamiento de estos pacientes se dirigió a acortar su estancia en el Departamento de Urgencias o en el quirófano, para ser llevados a cirugía definitiva —muchas veces etapificada— en un escenario de máxima estabilidad y sobre bases auténticamente electivas. En este grupo de pacientes, la indicación de invasión quirúrgica de las cavidades corporales no se desvía mucho de las indicaciones clásicas en la cirugía del trauma: la inestabilidad hemodinámica, el peri-

tonismo y la evisceración, ante la evidencia de una lesión cavitaria, hacen impostergable la cirugía.<sup>10,11,15,16</sup> Sin embargo, no debe dejar de enfatizarse la necesidad de intervención quirúrgica en aquellos casos en los cuales se presenta perforación tardía de una víscera hueca, lo cual casi siempre es consecuencia de desvitalización de una lesión primaria, como sucedió con uno de nuestros pacientes. No es sorprendente que, en la presente casuística, la morfología del trauma en vísceras sólidas (hígado y bazo) presentó un aspecto común: lesiones estrelladas profundas, consecuencia del paso de la onda de presión a través de estructuras formadas por componentes de diferente densidad (estroma y elementos de sostén fibrosos, parénquima elástico y medio acuoso en los senos vasculares), haciéndolos susceptibles de estrés dinámico y estallamiento no penetrante.<sup>14-16,25</sup>

La morbilidad señalada en las lesiones por explosión varía del 35 al 80%, según los diferentes reportes<sup>1,2,9,12,19,20,23</sup> y es comparable con la tasa observada en este estudio. Están reportadas como entidades específicas, en orden de frecuencia, el síndrome de insuficiencia respiratoria del adulto<sup>11-14</sup> —presente en nuestra serie en 50% de los pacientes que se complicaron—, trombosis venosa profunda, cardiopatía isquémica, sepsis, coagulopatía e insuficiencia renal aguda.<sup>2</sup>

La discapacidad funcional por cicatrización retráctil, amputaciones traumáticas o sordera se ha reportado hasta en 80% de los casos<sup>2,9,11</sup> y concuerda también con los resultados de nuestro estudio (88%).

La tasa de mortalidad varía según las series (ambiente civil o militar, tipo de artefacto, proximidad) entre 4 y 25%,<sup>2</sup> siendo factores predictivos independientes de mortalidad el trauma multisistémico, la amputación traumática y la lesión pulmonar primaria.<sup>9,11,13</sup> Sin embargo, cuando la víctima se encuentra en un espacio cerrado<sup>12</sup> o cuando la explosión es en proximidad (menos de 5 metros para artefactos portátiles y menos de 20 metros para explosivos de artillería),<sup>11</sup> la mortalidad oscila entre 49 y 78%.<sup>11,12</sup> En nuestra casuística, la mortalidad global fue de 41%. Es de considerar que varias víctimas sufrieron traumatismos consecutivos a artefactos de naturaleza militar y accidentes durante la manipulación de instrumentos explosivos en proximidad, lo cual explica estas cifras.

En consecuencia, podemos concluir que inclusive en los centros de trauma dedicados, las lesiones por explosión son poco frecuentes.<sup>1,2</sup> Aunque generalmente las víctimas llegan estables al hospital, presentan lesiones de alto índice de gravedad anatómica; requieren periodos prolongados de hospitalización y, como es fácil suponer, necesitan de muchos recursos materiales y humanos para su atención.<sup>1</sup> En nuestra casuística, la mayoría de las lesiones fueron consecutivas a explosiones por artefactos militares y una gran proporción de las mismas por eventos accidentales, lo cual nos obliga a implementar nuevas medidas y mejorar las estrategias de seguridad operacional y operativa. Es nuestra obligación reconocer la fisiopatología cuaternaria, el patrón de lesiones y el alto poder del arma-

mento legal e ilegal para instituir protocolos efectivos de atención médico-quirúrgica.<sup>1</sup>

## Reconocimientos

Los autores agradecen el apoyo proporcionado por el C. General de Brigada Retirado Luis Manuel García Delgado, quien como asesor técnico supervisó la nomenclatura del armamento y aportó la bibliografía oficial.

## Referencias

- García-Núñez LM, García CL, Núñez CO, Cabello PR, Delgado AJLG, Rivera CJM y cols. Lesión por explosión: experiencia en área urbana, útil para operaciones militares. Casuística del Hospital Central Militar. *Cir Gen* 2008; 30: S21.
- DePalma RG, Burris DG, Champion HR, Hodgson MJ. Blast injuries. *N Engl J Med* 2005; 352: 1335-1342.
- Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos de 1972*, última reforma publicada el 23 de enero de 2004.
- Estado Mayor de la Defensa Nacional. *Manual de las granadas de mano defensiva M-26M y ofensiva MK IIIA3 (DN M 2499)*. T.A. México, D.F. Secretaría de la Defensa Nacional; 2002.
- Estado Mayor de la Defensa Nacional. *Manual de la granada de fusil antipersonal y anti tanque (DN M 2405)*. T.A. México, D.F. Secretaría de la Defensa Nacional; 2006.
- Estado Mayor de la Defensa Nacional. *Armamento del Ejército Mexicano, Tomo I*. T.A. México, D.F. Secretaría de la Defensa Nacional; 1985.
- Estado Mayor de la Defensa Nacional. *Armamento del Ejército Mexicano, Tomo II*. T.A. México, D.F. Secretaría de la Defensa Nacional; 1985.
- Eastridge BJ. Things that go boom: injuries from explosives. *J Trauma* 2007; 62: S38.
- Arnold JL, Halpern P, Tsai MC, Smithline H. Mass casualty terrorist bombings: a comparison of outcomes by bombing type. *Ann Emerg Med* 2004; 43: 263-273.
- Katz E, Ofek B, Adler J, Abramowitz HB, Krausz MM. Primary blast injury after a bomb explosion in a civilian bus. *Ann Surg* 1989; 209: 484-488.
- Nelson TJ, Clark T, Stedje-Larsen ET, Lewis CT, Grueskin JM, Echols EL, et al. Close proximity blast injury patterns from improvised explosive devices in Iraq: a report of 18 cases. *J Trauma* 2008; 65: 212-217.
- Leibovici D, Gofrit ON, Stein M, Shapira SC, Noga Y, Heruti RJ, 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.
- Lavery GG, Lowry KG. Management of blast injuries and shock lung. *Curr Op Anaesthesiol* 2004; 17: 151-157.
- Guy RJ, Kirkman E, Watkins PE, Cooper GJ. Physiologic responses to primary blast. *J Trauma* 1998; 45: 983-987.
- Bala M, Rivkind AI, Zamir G, Hadar T, Gertsenshtein I, Mintz Y, et al. Abdominal trauma after terrorist bombing attacks exhibits a unique pattern of injury. *Ann Surg* 2008; 248: 303-309.
- Mohr AM, Asensio JA, Karsidag T, García-Núñez LM, Petrone P, Morehouse A, et al. Exsanguination: reliable models to indicate damage control. In: Asensio JA, Trunkey DD, editors. *Current therapy of trauma and surgical critical care*. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2008: 445.
- García-Núñez LM, González L, Cerrato-Villalobos R. Sedación y analgesia prehospitalarias en las víctimas de trauma militar. *Conceptos básicos*. *Rev Mex Anest* 2006; 29: 163-173.
- Shamir MY, Rivkind A, Weissman C, Sprung CL, Weiss YG. Conventional terrorist bomb incidents and the intensive care unit. *Curr Op Crit Care* 2005; 11: 580-584.

19. Beekley AC, Watts DM. Combat trauma experience with the United States Army 102<sup>nd</sup> Forward Surgical Team in Afghanistan. *Am J Surg* 2004; 187: 652-654.
20. Beekley AC. Mass casualties in combat: lessons learned. *J Trauma* 2007; 62: S39-S40.
21. Roberts JC, Ward EE, Merkle AC, O'Connor JV. Assessing behind armor blunt trauma in accordance with the National Institute of Justice Standard for Personal Body Armor Protection using finite element modeling. *J Trauma* 2007; 62: 1127-1133.
22. Cooper GJ, Maynard RL, Cross NL, Hill JF. Casualties from terrorist bombings. *J Trauma* 1983; 23: 955-967.
23. Ketchum JS, Sidell FR. Incapacitating agents. In: Sidell FS, Takafuji ET, Franz DR, editors. *Textbook of Military Medicine. Medical aspects of chemical and biological warfare*. Bethesda: Office of the Surgeon General, Department of Army, United States of America; 1997: 287.
24. Scott SG, Belanger HG, Vanderploeg RD, Massengale J, Scholten J. Mechanism-of-injury approach to evaluating patients with blast-related polytrauma. *JAOA* 2006; 106: 265-270.
25. American College of Surgeons: Appendix No. 2. Biomechanics of injury. In: *Advanced trauma life support*. Chicago: American College of Surgeons; 2005: 369.
26. García-Núñez LM, Cabello-Pasini R, Padilla-Solís R, Garduño-Manjarrez P. Anatomía del desastre del WTC, Nueva York, EUA desde una perspectiva epidemiológica. ¿Qué debemos aprender de la destrucción urbana masiva? *Rev Biomed* 2005; 16: 159-168.
27. Kopchinski B, Lein B. US Army noncombat munitions injuries. *Mil Med* 2001; 166: 135-138.