



CIRUGÍA y CIRUJANOS

Órgano de difusión científica de la Academia Mexicana de Cirugía
Fundada en 1933

www.amc.org.mx www.elsevier.es/circir



INFORMACIÓN GENERAL

Mecanismos de lesión en actos de violencia extrema



CrossMark

Fernando Federico Arcaute-Velazquez^{a,*}, Luis Manuel García-Núñez^b,
Héctor Faustino Noyola-Vilallobos^c, Fernando Espinoza-Mercado^d
y Carlos Eynar Rodríguez-Vega^e

^a Dirección General del Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional México, Ciudad de México, México

^b Departamento de Urgencias, Área de Medicina Crítica, Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional México, Ciudad de México, México

^c Área de Cirugía, Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional México, Ciudad de México, México

^d Jefatura de Residentes de Cirugía, Área de Enseñanza, Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional México, Ciudad de México, México

^e Cirugía General, Escuela Militar de Graduados de Sanidad, Universidad del Ejército y Fuerza Aérea, Secretaría de la Defensa Nacional México, Ciudad de México, México

Recibido el 27 de junio de 2015; aceptado el 19 de diciembre de 2015

Disponible en Internet el 29 de marzo de 2016

PALABRAS CLAVE

Violencia;
Trauma;
Mecanismo de lesión

Resumen Los actos de violencia extrema son una consecuencia de las condiciones económicas, políticas y sociales que privan en el mundo actual. Los patrones lesionales que se encuentran en las víctimas de actos de violencia extrema son muy complejos y obedecen a distintos mecanismos de lesión de alta transmisión de energía. En este manuscrito exponemos los conceptos básicos en cinemática del trauma que rigen el abordaje clínico de las víctimas de actos de violencia extrema, en espera de que el clínico aumente su armamentario teórico, reflejándolo en la obtención de mejores índices pronósticos.

© 2016 Publicado por Masson Doyma México S.A. a nombre de Academia Mexicana de Cirugía A.C. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Violence;
Trauma;
Injury mechanism

Injury mechanisms in extreme violence settings

Abstract Extreme violence events are consequence of current world-wide economic, political and social conditions. Injury patterns found among victims of extreme violence events are very complex, obeying several high-energy injury mechanisms. In this article, we present the basic

* Autor para correspondencia: Hospital Central Militar, Dirección General, Av. Ejército Nacional y Blvd. Manuel Ávila Camacho S/N, Col. Lomas de Sotelo, 11200, Deleg. Miguel Hidalgo, Ciudad de México, México, Tel.: +52 (55) 5557-3100, ext. 1200.

Correo electrónico: arcaute52@hotmail.com (F.F. Arcaute-Velazquez).

concepts of trauma kinematics that regulate the clinical approach to victims of extreme violence events, in the hope that clinicians increase their theoretical armamentarium, and reflecting on obtaining better outcomes.

© 2016 Published by Masson Doyma México S.A. on behalf of Academia Mexicana de Cirugía A.C. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Antecedentes

La violencia y sus distintas manifestaciones son una condición prevalente en situaciones que no constituyen formalmente conflictos armados, que pueden ser por reuniones y manifestaciones, disturbios internos o estados de excepción, y en los conflictos armados propiamente definidos pueden ser no internacionales, internacionales e internacionalizados¹. Es necesario mencionar en adición que en el curso del desarrollo de estos eventos también pueden presentarse los llamados «actos de violencia extrema», que en estricto apego a la terminología social especializada en la materia comprenden 2 conceptos: 1) *cualitativo*: como las atrocidades que pueden venir aparejadas con el acto de violencia, y que algunos autores han llamado «crueldad», y 2) *cuantitativo*: destrucción de varios elementos humanos o materiales de una población, no directamente implicada en los conflictos².

Es indiscutible que los actos de violencia extrema se han presentado a lo largo de toda la historia de la humanidad y, ciertamente, han dictado su curso. Como parte de la gran comunidad científica interesada en el tratado de los actos de violencia extrema, los médicos están involucrados frecuentemente en la atención de víctimas de estos eventos, por lo cual es su obligación encontrarse permanentemente actualizados para poder abordarlas eficiente y oportunamente.

Adicionalmente a la importancia que representan para los profesionales de la salud, los actos de violencia extrema poseen también una gran trascendencia en el ambiente urbano, el entorno gubernamental y el militar. En las urbes, debido a la pobreza económica y moral, las diferencias ideológicas y el desorden social es frecuente oír que se han gestado actos de violencia extrema como enfrentamientos entre sectas, grupos o comunidades segregadas³. Por otro lado, en el entorno gubernamental, la contienda entre las señaladas sectas, grupos o comunidades con las autoridades federales tiene el potencial de tornarse en actos de violencia extrema; además, la adquisición ilegal de armamento y el crimen organizado se encuentran involucrados en una gran proporción de ellos⁴. En la arena militar, no hay duda de que la naturaleza propia de los conflictos armados acarrea en su esencia actos de violencia extrema. En México, las misiones del Ejército y la Fuerza Aérea mexicanos sitúan a los elementos de las Fuerzas Armadas en constante riesgo de participación en actos de violencia extrema, pudiendo ser lesionados en el curso de los mismos, generando grandes gastos a la institución, pérdidas laborales, y afectando negativamente la moral de las tropas.

Por lo anteriormente mencionado, la Dirección General y el Grupo de Trauma del Hospital Central Militar se dieron a la tarea de efectuar una revisión especializada de los mecanismos de trauma que con frecuencia se observan en los actos

de violencia extrema, proponiendo una estratificación técnica de los mismos e introduciendo al lector en el concepto de *patrón lesional*, elemento vital en la aplicación clínica de los conocimientos sobre cinemática del trauma, y que con base en la implementación de distintas herramientas educativas ha mostrado ser de probada utilidad.

Cinemática del trauma: los mecanismos de lesión y su importancia como determinantes del patrón lesional en los actos de violencia extrema

El tratado de los mecanismos físicos causales de trauma proviene de los conflictos bélicos y de la vida cotidiana. Con la actual tecnología, se ha evaluado con gran detalle la biofísica de los mecanismos penetrantes por instrumentos de baja velocidad, y los causados por misiles de alta velocidad, fabricados con avanzada tecnología. Por otro lado, la evolución de los vehículos automotores permite estudiar distintos tipos de lesiones contusas multisistémicas de alto intercambio de energía.

La cinemática es la rama de la mecánica que estudia los movimientos de un cuerpo o sistema de cuerpos, así como la masa y los tipos de acción que se ejercen sobre él; por tanto, la cinemática encuentra su esencia en el movimiento. Hay 3 leyes newtonianas que resumen el estudio del movimiento en el universo: 1) ley de la inercia; 2) ley de la fuerza y el momentum, y 3) ley de la acción y la reacción. Para efectos prácticos, su combinación se reduce a la fórmula de la energía cinética $EK = (m)(v^2)$, donde: EK = energía cinética; m = masa y v^2 = velocidad al cuadrado⁵.

Biofísica del trauma

La interacción entre el huésped y el objeto transmisor de energía determina la presencia de un *traumatismo*, mientras que el *patrón de lesión* es el conjunto de manifestaciones morbosas orgánicas y fisiopatológicas que está definido por los mecanismos newtonianos y las propiedades físicas y anatómicas de la víctima. Es importante conocer el mecanismo específico de trauma para anticipar los posibles patrones de lesión que pueden presentarse en el paciente. Conceptos necesarios para entender estos fenómenos son los siguientes⁵⁻⁷:

- I. *Estrés*. Fuerza aplicada a un cuerpo por unidad de área, causando deformación.
- II. *Estiramiento*. Deformidad debida al estrés sobre el volumen de un cuerpo. Existen 4 tipos de estiramiento: 1) tensil; 2) de rotura; 3) compresivo; 4) de sobrepresión.

III. *Módulo de Young*. Gráfica que define la relación entre estrés y estiramiento. Un cuerpo responderá al estrés por medio de estiramiento. Al iniciar la interacción, el estrés causará un rápido y gran estiramiento (parte ascendente de la curva, llamada «módulo elástico»); dicho estiramiento disminuirá su magnitud y rapidez conforme se incrementa el estrés sobre el cuerpo (parte de meseta de la curva, llamada «módulo plástico»). El mencionado de estiramiento se incrementará hasta un punto crítico llamado «punto de rotura» «punto de fuerza tensil», donde se manifiesta la disrupción estructural permanente. El área bajo la curva representa la magnitud de la energía aplicada al cuerpo hasta este punto de rotura o punto de fuerza tensil⁸.

En la literatura especializada en trauma existen 5 mecanismos de lesión que combinados generan los complejos patrones lesionales observados en los actos de violencia extrema, y que son los que se mencionan: 1) penetrante; 2) contuso; 3) lesión por explosión; 4) trauma por desaceleración/cizallamiento; 5) trauma térmico y eléctrico, y 6) trauma por suspensión^{5,9}.

Trauma penetrante

Para entender los fenómenos físicos que generan los patrones de lesión en el trauma penetrante es indispensable conocer los siguientes conceptos:

- I. *Penetración*. Es la distancia del tracto de corte.
- II. *Fragmentación*. Diferencia de peso de un misil antes y después del paso a través del cuerpo.
- III. *Cavitación permanente (tracto)*. Tejido desintegrado por la penetración.
- IV. *Cavitación temporal*. Tejido movilizado por la onda de presión que rodea a la trayectoria del proyectil. Puede ser excéntrica o concéntrica.

Con base en las 3 leyes newtonianas y la ley de la energía cinética, Hunt et al.⁸ señalaron que «la velocidad del objeto, más que su masa, determina la magnitud del daño»⁵⁻¹⁰.

Así, se entiende que las lesiones penetrantes por objetos de baja velocidad producidos por arma blanca o proyectiles de arma de fuego de baja velocidad (< 1,000 pies/seg) generalmente limitan su daño al trayecto del tracto, ocasionando una lesión mínima o inexistente secundaria a la cavitación temporal^{5,11}.

Además, los proyectiles son objeto de 4 fenómenos *sui generis*, que adquieren mayor trascendencia sobre la definición del patrón lesional conforme se incrementa la velocidad del proyectil: 1) arrastre gravitacional; 2) yaw: movimiento de la nariz del proyectil en dirección superior e inferior con respecto a la horizontal; 3) *precesión*: movimiento en espiral de un proyectil a lo largo de un eje de movimiento trazado a partir del centro de su masa; dicho movimiento de precesión tiende a llevar la nariz del proyectil y el centro de su masa hacia este eje, disminuyendo la amplitud de la espiral conforme se incrementa la distancia de viaje a través del espacio; 4) *nutación*: movimientos en espiral dentro de la trayectoria de precesión; 5) *tumbling*: giro anteroposterior del proyectil sobre su centro de gravedad

una vez que se encuentra interiorizado en el objetivo, y 6) *desacoplamiento conformacional*: consiste en la separación del componente rígido (camisa) del componente blando (núcleo) durante el giro intracorpóreo del misil, y es un fenómeno prácticamente exclusivo de los proyectiles militares de mediana (1,001-2,000 pies/seg), alta (2,000-3,000 pies/seg) o ultraalta velocidad (de asalto militar o > 3,000 pies/seg), causando un doble trayecto en «Y» dentro de la sustancia del blanco. El componente rígido, generalmente más liviano, sigue un trayecto a través de los planos de menor resistencia, mientras que el componente blando más pesado se desplaza caudalmente obedeciendo a la ley de la gravitación universal^{5,12}.

Trauma contuso

Aquí, el mecanismo de lesión es más complejo que en el trauma penetrante, y el patrón lesional, más heterogéneo. La mayoría de los casos se observan por accidentes en vehículo automotor, atropellamientos, caídas de gran altura y asaltos urbanos, siendo la variante de *asalto extremo* (linchamiento) un evento comúnmente observado en los actos de violencia extrema, combinado en muchos casos con otros mecanismos de lesión, definiendo un patrón lesional mixto de difícil abordaje, representando un reto para el clínico. En los casos de actos de violencia extrema que comprenden eventos de terrorismo y colapso estructural de edificaciones también se encuentran contusiones de alta gravedad, compresiones con gran peso (síndrome por aplastamiento), y sus sabidas consecuencias (síndrome de descompresión). La mortalidad en trauma contuso está directamente relacionada con la transmisión de energía^{5,8,9,13-18}.

Lesión por explosión

Es un complejo pentafásico que causa un patrón lesional mixto, siendo 5 los tipos de lesión que presentan estos pacientes, y son los siguientes: 1) *lesión primaria*: es exclusiva de los explosivos de alta energía (alto orden), resultado del impacto de la onda de sobrepresurización sobre el cuerpo; los órganos huecos son los más afectados, y quedan comprendidas en esta categoría la lesión pulmonar por explosión y la rotura de la membrana timpánica; 2) *lesión secundaria*: resultante de objetos eyectados por el explosivo, por ejemplo: son las lesiones penetrantes de naturaleza balística, por fragmentación o trauma contuso, por objetos mayores expelidos por la explosión; 3) *lesión terciaria*: consecuencia del impacto del individuo al ser expelido por la onda explosiva, en la que cualquier parte del cuerpo puede lesionarse produciendo: fracturas, amputaciones traumáticas y trauma craneoencefálico; 4) *lesión cuaternaria*: son los daños a la salud que no son resultado de las lesiones previas, y 5) *lesión quincaria*: es un fenómeno de superinflamación sistémica, probablemente debido a la respuesta inflamatoria no contrarregulada, o bien a efectos deletéreos de la reanimación. Estas víctimas deben atenderse inicialmente según los protocolos establecidos en el ATLS®, sin pasar por alto las posibles lesiones inducidas por esta cinemática tan particular. Para proporcionar un buen abordaje a estos pacientes es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos¹⁹:

- I. *Orden de los explosivos*. Existen 2 grandes categorías de explosivos: 1) *de alto orden*, son los que producen una onda de choque sobrepresurizada supersónica, con una tasa de detonación de 1,000-10,000 yardas/seg, algunos ejemplos son: dinamita, tetranitrato de pentaeritritol, ciclonita, ANFO, nitroglicerina, Semtex®, y C-4®, y 2) *de bajo orden*, son aquellos que crean una explosión subsónica, que no producen onda de sobrepresurización, y poseen tasas de quemadura (no de detonación) de varias pulgadas a yardas, algunos ejemplos son: pólvora, igniciones domésticas, vapores de gasolina y bombas Molotov^{19,20}.
- II. *Espacio cerrado y proximidad*. Cuando la víctima se encuentra en un espacio cerrado o cuando la explosión es en una proximidad < 5 m para artefactos portátiles, y < 20 m para explosivos de artillería, la mortalidad se incrementa significativamente.
- III. *Elementos adicionales*. Los artefactos explosivos pueden contener aditivos tales como material radiactivo (la «bomba sucia»), biológico (contaminantes bacteriológicos o virales), o químico que incrementan la tasa y magnitud del daño infligido por el dispositivo original.

Es indispensable evaluar la membrana timpánica, pues un 25% de los portadores de rotura de la membrana timpánica presentan «lesión pulmonar por explosión» y un 1-4% tienen rotura de víscera hueca. Estudios recientes adjudican a la combinación de la rotura de la membrana timpánica y a la amputación traumática (el llamado «dúo pronóstico») un gran valor como factor predictivo independiente de alta mortalidad^{5,8,9,19-22}.

Trauma por desaceleración/cizallamiento

Durante los fenómenos de desaceleración súbita (caídas de altura, asalto extremo), los órganos con sitios de fijación anatómica pueden sufrir desgarros debido al cizallamiento sobre estos puntos fijos; ejemplos claros son los pseudoaneurismas aórticos a nivel del ligamento arterioso, y los hilios pulmonares. Sin embargo, los órganos sólidos también pueden sufrir una lesión intraparenquimatosa cuando están conformados por estructuras de diferente densidad; aquí podemos observar laceraciones intracerebrales a nivel de las reflexiones dures, y daño intrahepático por desplazamiento y cizallamiento de la sustancia hepática sobre el rígido árbol vasculobiliar. Este tipo de traumatismos no deben dejar de considerarse al evaluar a un paciente sujeto a desaceleraciones violentas^{5,8,9,14-18}.

Trauma por suspensión

Debido a la difusión de los deportes extremos y de las actividades militares de alto impacto, se ha reportado un patrón particular de lesión denominado «trauma por suspensión». En los actos de violencia extrema, se encuentra sobre todo en los eventos de asalto extremo (linchamiento), donde las víctimas se abandonan para su penuria física y emocional, suspendidas generalmente en sitios públicos, y a la vista de la comunidad. Los efectos del trauma por suspensión se deben al desequilibrio neurovegetativo y al estiramiento, cizallamiento y rotura de puntos de fijación anatómica,

como el bulbo raquídeo, la raíz aórtica, la carina traqueal, el hilio esplénico, el ligamento redondo, etc., en un individuo que ha sufrido una suspensión sostenida por un largo tiempo o la detención súbita en el espacio después de una caída a gran velocidad²³. Debido a las consecuencias en el individuo, entre las que encontramos disfunción cardiorrespiratoria, rabdomiólisis y hemorragia por traumatismos en las regiones anatómicas previamente mencionadas, el trauma por suspensión comúnmente es letal^{5,8,9,24}.

Trauma térmico y eléctrico

El frío o calor extremos causan alteraciones tisulares por una combinación de fenómenos nódicos: coagulación, necrosis, licuefacción y, en el caso del calor, carbonización. La electricidad causa lesión tisular debido a que el cuerpo presenta una gran resistencia al paso de la corriente eléctrica. Hay una gran diferencia entre el pronóstico por lesiones de bajo voltaje (< 1,000 V) o de alto voltaje (> 1,000 V); adicionalmente, la tetania, la rabdomiólisis y las disritmias cardíacas son comunes entre los pacientes lesionados por electricidad. No es raro observar que en los casos de «asalto extremo», tras ejercer mecanismos penetrantes y contusos sobre las víctimas del linchamiento, se les incinere, se les abandone en ambientes con muy bajas temperaturas o bien se les apliquen tormentos con cargas eléctricas, presentando entonces el patrón característico de esta variante especial de actos de violencia extrema^{5,8,9,25}.

El papel de la anatomía sobre los mecanismos y patrones de lesión

Aunque el mecanismo de lesión es el principal determinante del patrón de lesión, la anatomía lo determina también en varios casos especiales. La densidad tisular juega un papel fundamental en la morfología de las lesiones, siendo los órganos más densos y los de conformación mixta (por ejemplo, cerebro, hueso, hígado, riñón, vasos sanguíneos) los más susceptibles de sufrir alteraciones estructurales durante el intercambio de energía.

Debido a su inclusión en la cavidad craneana y a su movilidad limitada, el cerebro puede sufrir un mecanismo combinado de contusión/desaceleración más cizallamiento denominado *lesión por contragolpe*; esta consiste en la aparición de microhemorragias con potencial coalescente en un sitio del cerebro diametralmente opuesto al lugar de la contusión primaria.

Los órganos sujetos a sitios fijos en el tórax (arco aórtico distal, carina traqueal) son susceptibles de sufrir roturas por desaceleración y cizallamiento. En el tórax y el abdomen puede haber lesión por compresión directa (por ejemplo, fractura de páncreas), perforación de víscera hueca por trauma directo o devascularizante (por ejemplo, intestino delgado y mesenterio), estallamiento por fenómeno de *blow out* (por ejemplo, rotura intraperitoneal de vejiga llena), y por estiramiento o desgarro (por ejemplo, lesión hepática por el ligamento falciforme)^{5,8,15,17,18}. Debido a su carácter no penetrante e inicialmente discreto desde el punto de vista clínico, es común que el mérito escasamente familiarizado con estas lesiones las pase por alto o mantenga un nulo índice de sospecha durante la fase diagnóstica,

presentándose clínicamente en etapas avanzadas, con mal pronóstico para la función y la vida de los pacientes¹⁶.

Las lesiones en la columna vertebral son devastadoras e incapacitantes, y desgraciadamente son comunes entre las víctimas de actos de violencia extrema. En términos generales, la columna cervical se afecta en el 55% de los casos. Los mecanismos más comúnmente involucrados son: 1) desacceleración; 2) hiperflexión; 3) hiperextensión; 4) carga axial, y 5) torsión. Frecuentemente las lesiones se deben a la combinación de hiperflexión y carga axial. Dada la gran masa que representa la cabeza sobre el cuerpo, hay un fenómeno único en la génesis de las lesiones cervicales, llamado «lesión por latigazo» (*wiplash*). Dicho fenómeno consiste en el desplazamiento de la cabeza en sentido inverso al del impacto, y posteriormente en sentido del mismo, lo cual ocasiona gran estrés sobre las vértebras cervicales, posibles fracturas/luxaciones facetarias, y fracturas por compresión de los cuerpos vertebrales. En los niños es común observar compromiso neurológico grave sin lesiones óseas aparentes en los estudios radiológicos, entidad clínica conocida como SCIWORA por Spinal Cord Injury Without Radiological Abnormality, pasando por alto las medidas de protección espinal que se requieren, ensombreciendo el pronóstico funcional y para la vida de los afectados²⁶⁻²⁸. En los huesos largos de las extremidades pueden observarse fracturas por impacción (carga axial), fracturas en espiral (carga torsional), fracturas diagonales cortas y largas (carga lateral y axial). Los impactos por proyectil de arma de fuego, principalmente aquellos de alta o ultraalta velocidad, causan fracturas conminutas y gran pérdida de tejido óseo^{5,8,9}.

Conclusiones

Debido a las condiciones económicas, políticas y sociales que privan en el mundo actual, los actos de violencia extrema son comunes en la época contemporánea. Los complejos patrones lesionales encontrados en las víctimas de actos de violencia extrema obedecen a distintos mecanismos de lesión de alta transmisión de energía, muchas veces combinados. Es obligado para el médico encontrarse constantemente actualizado en este tópico, pues independientemente de la gran importancia que como profesional de la salud tiene en el abordaje clínico de estos pacientes y en los buenos índices pronósticos de los cuales se les puede proveer con una adecuada intervención, su papel en el rubro emocional es esencial en estas épocas de escasez de valores morales y humanitarios.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Violencia y uso de la fuerza. Comité Internacional de la Cruz Roja. Ginebra, Suiza: CIRC; 2012. [consultado 24 Jun 2015]. Disponible en: <http://www.icrc.org/spa/assets/files/other/p0943.pdf>
2. Sémelin J. Violencia extrema. Revista Internacional de Ciencias Sociales. 2002;174 [consultado 24 Jun 2015]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001290/129074s.pdf>
3. Abdala Tolay G. La problemática de los desplazados internos por la violencia política y la comunidad internacional [Tesis para optar el título profesional de abogado]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Derecho y Ciencia Política, E. A. P. de Derecho; 2003 [consultado 24 Jun 2015]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1604/1/abdala_tg.pdf
4. Encuesta Nacional sobre Inseguridad 2010. INEGI México, 2010 [consultado 24 Jun 2015]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/Encuestas/Hogares/especiales/ensi/ensi2010/default.aspx>
5. García-Núñez LM. Cinemática del trauma. En: García-Núñez LM, editor. Curso de Entrenamiento en Cirugía Avanzada en Trauma (CENCAT®). México, D. F.; 2012. p. 13-6.
6. Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Ballistics: A primer for the surgeon. *Injury*. 2005;36:373-9.
7. Fackler ML. Wound ballistics: A review of common misconceptions. *JAMA*. 1988;259:2730-6.
8. Hunt JP, Weintraub SL, Marr AB. Chapter 7. Kinematics of trauma. En: Feliciano DV, Mattox KL, Moore EE, editores. Trauma. 6th ed. New York: McGraw-Hill; 2008. p. 105-17.
9. García-Núñez LM, Hernández-García EF. Manejo de lesiones generadas en trauma urbano: Experiencia militar aplicada hacia casos específicos procedentes de la arena urbana. *Cir Gen*. 2012;34:S59-61.
10. Fackler ML, Bellamy RF, Malinowski JA. A reconsideration of the wounding mechanism of very high velocity projectiles-Importance of projectile shape. *J Trauma*. 1988;28(1 Suppl): S63-7.
11. Allaria A, Otero E, Moguillansky S, Boglione M, Carnicer H, Alonso J, et al. Accidentes del hogar: trauma penetrante de cuello por proyectil de aire comprimido. *Arch Argent Pediatr*. 2001;99:135-9.
12. Magaña Sánchez IJ, Torres Salazar JJ, García-Núñez LM, Núñez-Cantú O. Conceptos básicos de balística para el Cirujano General y su aplicación en la evaluación del trauma abdominal. *Cir Gen*. 2011;33:48-53.
13. Manzano-Trovamala JR, Guerrero MG, Arcaute F. Balística: Balística de efectos o balística de las heridas. *Cir Gen*. 2001;23:266-72.
14. Góngora E, Acosta JA, Wang DS, Brandenburg K, Jablonski K, Jordan MH. Analysis of motor vehicle ejection victims admitted to a level I trauma center. *J Trauma*. 2001;51:854-9.
15. Neugebauer H, Wallenboeck E, Hungerford M. Seventy cases of injuries of the small intestine by blunt abdominal trauma: A retrospective study from 1970 to 1994. *J Trauma*. 1999;46:116-21.
16. Padilla SR, García-Núñez LM, Contreras EME, de la Fuente SS. Experiencia en trauma abdominal de naturaleza rural en Pénjamo: la perspectiva de un centro regional sin sistema de trauma. *Cir Gen*. 2007;29(Supl 1):S99-100.
17. Pearlman MD, Klinich KD, Schneider LW, Rupp J, Moss S, Ashton Miller J. A comprehensive program to improve safety for pregnant women and fetuses in motor vehicle crashes: A preliminary report. *Am J Obstet Gynecol*. 2000;182:1554-64.
18. Velmahos GC, Demetriades D, Theodorou D, Cornwell EE, Belzberg H, Asensio J, et al. Patterns of injury in victims of urban free falls. *World J Surg*. 1997;21:816-21.
19. García-Núñez LM, García-Chávez LI, Núñez CO, Cabello PR, Delgado AJLG, Rivera CJM. Lesión por explosión: El escenario urbano como modelo práctico y epidemiológico del trauma en operaciones militares. *Cir Gen*. 2009;31:14-20.
20. Horrocks CL. Blast injuries: Biophysics, pathophysiology and management principles. *J R Army Med Corps*. 2001;147: 28-40.
21. Willy C, Voelker HU, Steinmann R, Engelhardt M. Patterns of injury in a combat environment. 2007 update. *Chirurg*. 2008;79:66-76.

22. Mäkitie I, Pihlajamäki H. Fatal explosion injuries in Finland: A twenty-year nationwide survey. *Scand J Surg.* 2006;95: 180–4.
23. Knapik JJ, Darakjy S, Swedler D, Amoroso P, Jones BH. Parachute ankle brace and extrinsic injury risk factors during parachuting. *Aviat Space Environ Med.* 2008;79:408–15.
24. Mortimer RB. Risks and management of prolonged suspension in an Alpine harness. *Wilderness Environ Med.* 2011;22: 77–86.
25. López M, de Jesús D. Manejo del paciente con quemaduras por corriente eléctrica. Experiencia en el Hospital Central Militar. *Rev Sanid Milit Mex.* 2003;57:149–54.
26. Kokoska ER, Keller MS, Rallo MC, Weber TR. Characteristics of pediatric cervical spine injuries. *J Pediatr Surg.* 2001;36:100–5.
27. Pennie B, Agambar L. Patterns of injury and recovery in whiplash. *Injury.* 1991;22:57–9.
28. Viano DC, Olsen S. The effectiveness of active head restraint in preventing whiplash. *J Trauma.* 1991;51:959–69.