



SECRETARÍA  
DE SALUD



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SECRETARÍA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
DIRECCIÓN DE FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN MÉDICA E INVESTIGACIÓN**

**CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN  
EN MEDICINA DE URGENCIAS**

**“INCIDENCIA Y MORTALIDAD DE PACIENTES CON HERIDAS POR  
PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO EN TÓRAX EN EL SERVICIO DE  
URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL LA VILLA”**

**TESIS**

**PRESENTADO POR DR. VICTOR RAMOS TAPIA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DE URGENCIAS**

**DIRECTORA DE TESIS  
DRA. PATRICIA RUIZ RAZO**

**CD. MX. - 2021-**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SECRETARÍA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
DIRECCIÓN DE FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN MÉDICA E INVESTIGACIÓN**

**CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN  
MEDICINA DE URGENCIAS**

**“INCIDENCIA Y MORTALIDAD DE PACIENTES CON HERIDAS POR  
PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO EN TÓRAX EN EL SERVICIO DE  
URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL LA VILLA”**

**TESIS**

**PRESENTADO POR DR. VICTOR RAMOS TAPIA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DE URGENCIAS**

**DIRECTORA DE TESIS  
DRA. PATRICIA RUIZ RAZO**

**- 2021-**

**“INCIDENCIA Y MORTALIDAD DE PACIENTES CON HERIDAS POR  
PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO EN TÓRAX EN EL SERVICIO DE  
URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL LA VILLA”**

**DR. VICTOR RAMOS TAPIA**

Vo. Bo.

**DR. SERGIO CORDERO REYES**

**PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA DE URGENCIAS**

Vo. Bo.

**DRA. LILIA ELENA MONROY RAMÍREZ DE ARELLANO**

**DIRECTORA DE FORMACIÓN, ACTUALIZACIÓN MÉDICA E INVESTIGACIÓN**

**DIRECCIÓN DE FORMACIÓN,  
ACTUALIZACIÓN MÉDICA E  
INVESTIGACIÓN**

**“INCIDENCIA Y MORTALIDAD DE PACIENTES CON HERIDAS POR  
PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO EN TÓRAX EN EL SERVICIO DE  
URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL LA VILLA”**

**DR. VICTOR RAMOS TAPIA**

**Vo. Bo.**

**DRA. PATRICIA RUIZ RAZO**



A handwritten signature in black ink, reading "Patricia Ruiz Razo", written in a cursive style. The signature is positioned above a horizontal line.

---

**DIRECTORA DE TESIS**

**MÉDICA ADSCRITA DEL HOSPITAL GENERAL LA VILLA SSCDMX**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi esposa por su apoyo incondicional en esta etapa de mi crecimiento profesional, por estar en cada momento difícil con una palabra de motivación y apoyo para continuar y nuevamente recobrar la confianza para seguir en el camino y poder alcanzar el objetivo planteado que el día de hoy concluye satisfactoriamente.

A mis hijas Daniela y Victoria que con su amor me hicieron seguir adelante y levantarme en cada situación de complejidad que se presentó durante este camino recorrido.

A mis señores padres que en cada momento siempre estuvieron con una palabra de apoyo y motivación para no darme por vencido en esta dura etapa que hoy concluye.

## Índice

	<i>Página</i>
I. Introducción.....	1
II. Planteamiento del problema.....	27
III. Justificación.....	28
IV. Hipótesis.....	29
V. Objetivos.....	30
VI. Material y métodos .....	31
VII. Consideraciones éticas.....	34
VIII. Resultados .....	38
IX. Discusión.....	42
X. Conclusiones.....	44
XI. Bibliografía.....	45

## Introducción

### 2.1 Antecedentes

Aunque en México el último conflicto armado ocurrió durante la Revolución Mexicana, a principios del siglo XX, es innegable que aun en ausencia de conflagraciones militares la violencia es cotidiana y que el uso incontrolable de armas de fuego por parte de la población civil, especialmente en la última década, causa más muertes y heridos graves que cualquiera de las enfermedades a las que les son asignados grandes presupuestos para su control. 1

Los conceptos de balística son de gran ayuda para una evaluación y manejo adecuados del paciente de acuerdo con el tipo de proyectil y las circunstancias en que ocurrió el evento.

Las lesiones traumáticas eran poco frecuentes y las lesiones por arma de fuego se restringían prácticamente a situaciones de conflictos armados o eventos de las fuerzas armadas. En la actualidad esta situación ha sufrido un cambio radical. La verdadera catástrofe actual es la presencia cada vez más frecuente de lesiones por proyectiles de armas de fuego a todos niveles de la sociedad, tanto en las zonas urbanas como en las rurales, y lo que es aún peor, la alarmante frecuencia con que estas lesiones son causadas por armas que eran restringidas a las fuerzas armadas y de las que, sin embargo, en la actualidad cualquier persona puede disponer. 2

Esto obliga a que el urgenciólogo actual deba incluir en su formación los conceptos de cinemática del trauma, estar perfectamente familiarizado con conocimientos de balística, de las características de las armas de fuego y sus proyectiles, los aspectos físicos de desplazamiento de estos proyectiles en el espacio y, finalmente, el fenómeno de liberación de energía y los efectos físicos que producen

al impactar un tejido vivo. El conocer estos conceptos permitirá al urgenciólogo evaluar adecuadamente la intensidad del daño, valorar el tipo y la gravedad de las lesiones y establecer de manera inmediata su estrategia de manejo.

2

La balística es la ciencia que estudia el movimiento de un proyectil de arma de fuego durante su viaje a través del cañón del arma, durante su trayectoria en el aire y, finalmente, en los movimientos

que siguen después de que ha alcanzado su objetivo. La aplicación de los conocimientos de balística es crucial en la evaluación y tratamiento de las heridas por arma de fuego. Estos principios han adquirido una importancia capital, ya que, en los últimos años, el desarrollo de nuevos armamentos se enfoca al uso de proyectiles más pequeños, pero que alcanzan mayor velocidad.<sup>2</sup>

La balística divide arbitrariamente a los proyectiles de arma de fuego en dos grandes categorías:

1. Proyectiles de baja velocidad, que viajan a una velocidad menor de 2000 ft/s (menos de 610 m/s).
2. Proyectiles de alta velocidad, que viajan a una velocidad mayor de 2000 ft/s (más de 610 m/s).

Esta clasificación es fundamental para entender las heridas y el poder destructivo de los proyectiles. Un proyectil de baja velocidad generalmente produce un orificio de entrada y de salida de diámetro no mayor que el proyectil; el trayecto en el tejido es mínimo, así como el de la cavidad permanente. En el caso de un proyectil de alta velocidad, el orificio de entrada generalmente es semejante al diámetro del proyectil, pero el de salida puede variar y ser del mismo tamaño o

de varios diámetros del proyectil; dependiendo del tipo de proyectil y el tejido lesionado, puede no existir orificio de salida o encontrarse con una herida de salida enorme. El trayecto de un proyectil de alta velocidad a través del tejido encontrado va deformado y en desaceleración, generalmente queda rodeado de una zona de tejido destruido muchas veces mayor que el diámetro del trayecto, lo que es causado por una intensa y momentánea compresión y el subsiguiente estiramiento del tejido circundante, que va de 10 a 30 veces sus dimensiones normales.<sup>2</sup>

Para poder entender la forma y extensión del daño tisular en una herida por proyectil de arma de fuego es necesario conocer dos principios fundamentales: el primero son los factores que determinan la disipación de la energía cinética del proyectil en los tejidos y el segundo se refiere al fenómeno de la cavitación en la herida.<sup>2</sup>

## **DISIPACIÓN DE LA ENERGÍA CINÉTICA**

La extensión y el grado de daño en las heridas por proyectil de arma de fuego son directamente proporcionales a la cantidad de energía cinética que el proyectil disipa en la herida. Un proyectil de baja velocidad, que, por lo general gira en su eje longitudinal paralelo a su trayectoria, puede pasar en una forma relativamente limpia a través del tejido, y a su salida retiene la mayor parte de su energía cinética. Por otro lado, un proyectil de alta velocidad de este calibre probablemente impacte de tal forma que su eje longitudinal se encuentre en cierto ángulo con respecto a su trayectoria, lo cual, unido a la gran velocidad, hará que se deforme y hasta se desintegre en el tejido. Cuanta mayor resistencia presente el tejido a este proyectil deformado, inclinado y fragmentado, mayor será la

degradación de una gran cantidad de energía cinética, y mayor será el daño tisular.

7

La energía cinética de un proyectil es directamente proporcional a la masa del proyectil multiplicada por la velocidad al cuadrado:

$$E_c = 0.5 \times MV^2$$

Cuando el proyectil se acerca o sobrepasa los 3 000 ft/s (914 m/s) tiende a ser inestable durante su vuelo y puede tener un movimiento constante de desviación del eje longitudinal (*yawing*) y de rotación alrededor de su centro (*tumbling*), lo que causa mayor daño tisular en el momento del impacto. Este fenómeno de movimiento aumenta el área transversal del proyectil en el momento del impacto, después del cual los movimientos del proyectil aumentan dentro de los tejidos incrementando la fuerza de resistencia en ellos, por lo que también crece la velocidad de disipación de la energía cinética del proyectil. Un proyectil que viaje en forma estable en el aire, al pasar a una velocidad elevada del aire hacia los tejidos que son 1 000 veces más densos, tenderá a ser totalmente inestable girando en su eje longitudinal, rotando y fragmentándose, disipando su energía cinética con gran intensidad. 7

De lo anterior se desprende que el daño tisular en cualquier punto a lo largo del trayecto del proyectil, o sus fragmentos, es proporcional a la cantidad de energía cinética disipada:  $E_c = M(V_{\text{de impacto}} - V_{\text{de salida}}) / 2$ . De manera que la velocidad del proyectil se aproxima y excede la velocidad del sonido (1 110 ft/s, o sea 335 m/s), y la cantidad de energía cinética liberada es proporcional a la velocidad elevada a su tercera potencia, o aun es una velocidad mayor.

Por lo tanto, el daño causado en el tejido debido a la herida por un proyectil de arma de fuego es más dependiente de la velocidad del proyectil que de su masa.<sup>7</sup>

## **CAVITACIÓN**

El fenómeno de la cavitación en la herida se refiere a una aceleración del tejido que se separa en una dirección posterior y lateral al trayecto del proyectil. Esta aceleración genera una cavidad transitoria que se llena de vapor de agua alrededor del proyectil y el tracto que genera. Esta cavidad puede tener un tamaño varias veces mayor que el diámetro del proyectil. Los proyectiles de baja velocidad desplazan a los tejidos hacia un lado y prácticamente no producen cavidad. Cuando un proyectil de calibre similar, pero de mayor velocidad penetra los tejidos, éstos reciben una cantidad de energía cinética que los comprime y crea una aceleración separándolos de la superficie del proyectil, formando en unos cuantos milisegundos una cavidad alrededor del proyectil y su trayecto subsiguiente. Esta cavidad, que continúa creciendo después del paso del proyectil, se encuentra a una presión menor que la presión atmosférica, lo que puede dar lugar a la aspiración de material extraño y fragmentos tisulares (proyectiles secundarios). Por efecto de la presión atmosférica, en unos cuantos milisegundos la cavidad se empieza a colapsar y el tejido retorna a su posición inicial. La cavidad entonces se colapsa, hasta que se disipa toda la energía. <sup>7</sup>

Es esta alternancia entre el estiramiento y la compresión del tejido lo que se suma en forma sustancial para crear daño en la herida causada por un proyectil de alta velocidad.

La cavitación ocurre con mayor rapidez y extensión en aquellos tejidos con menor resistencia a la tensión, por lo que la cavitación se desarrolla más fácil y

extensamente en órganos como el hígado en comparación con el músculo estriado; en el caso del hueso y los tendones, la cavitación es menor en ellos que en el músculo. 2

Un proyectil de baja velocidad no causa cavitación, y los orificios de entrada y de salida son pequeños y a mayor velocidad la cavitación inicial puede medir varios centímetros de diámetro cerca del punto de impacto, pudiendo ser mayor el volumen de tejido dañado cuando un proyectil de estas mismas características impacta tejido óseo, da lugar a su fragmentación y a la formación de proyectiles secundarios.2

Si el tejido es delgado y el proyectil sale en el momento de sus giros y deformación, impartiendo en ese momento suficiente energía para inducir el fenómeno de la cavitación, el resultado será un orificio de salida grande e irregular. 2

Si el tejido es suficientemente grueso, la máxima cantidad de degradación de la energía cinética puede ocurrir cuando el proyectil se encuentre a la mitad del camino, lo que dará lugar a una cavitación profunda dentro de los tejidos en cuyo caso el orificio de entrada y el de salida pueden parecer tan inocuos como los de un proyectil de baja velocidad. Conforme el proyectil gira y se deforma, su energía cinética es degradada rápidamente, lo que dará lugar a una gran cavidad asimétrica.

## **EFFECTO DE LOS PROYECTILES EN LOS TEJIDOS**

La piel, como tejido elástico, es relativamente resistente a la penetración de un proyectil y requiere de una velocidad crítica antes de ser perforada. Esta velocidad es independiente de la masa del proyectil y más o menos equivale a 50

metros por segundo para todos los proyectiles, a pesar de las diferentes energías de los proyectiles con diferente masa. Esta velocidad es, desde luego, el grado de desaceleración del proyectil cuando penetra al cuerpo. La ropa ordinaria influye en esta velocidad crítica, pero la velocidad necesaria para penetrar la ropa ordinaria es menor que la requerida para penetración de la piel. Las indumentarias con protección para proyectiles incrementan considerablemente esta velocidad crítica.<sup>3</sup>

### **Musculoesquelético**

Las fibras musculares que rodean la cavidad permanente causada por un proyectil de alta velocidad son estiradas en cuatro veces su tamaño original. Hay una extravasación intersticial importante, coagulación de las fibras del citoplasma y pérdida de las estrías musculares, existiendo un daño concomitante del tejido conectivo y los elementos vasculares de los músculos. Como resultado de estos cambios el tejido se necrosa a más de 1 centímetro de la cavidad formada durante el trayecto del proyectil y los cambios de presión dentro de la cavidad, lo que se relaciona con la energía cinética del proyectil en el momento del impacto. El tejido muscular necrosado constituye un excelente medio de cultivo para las bacterias especialmente de tipo anaeróbico, como las especies de *Clostridium*.<sup>3</sup>

### **Hueso**

El efecto del proyectil sobre el hueso depende de la energía cinética del proyectil, de la porosidad del hueso en el sitio afectado y el grado de tejidos circunvecinos de apoyo. La velocidad de partida para fracturar un hueso es de 65 m/s. Cuando un proyectil de baja velocidad impacta la porción porosa de un hueso, como son la porción distal o proximal de un hueso largo, produce un orificio en

sacabocado con ruptura de la cortical. Si impacta la porción dura del hueso da por resultado una fractura conminuta multifragmentaria. 3

Cuando un proyectil de alta velocidad impacta un hueso subcutáneo, por ejemplo, el cúbito, puede dar lugar a un daño considerable, ya que este hueso está apoyado en el tejido que lo rodea. Cuando un proyectil de alta velocidad impacta un hueso bien protegido, como es el fémur y en menor grado el húmero, destroza al hueso en múltiples fragmentos. 3

Estos fragmentos se desplazan dentro de la cavidad temporal y regresan al área del sitio original. Cuando un proyectil de alta velocidad pasa cerca de un hueso sin impactarlo, la energía liberada en el tejido circunvecino puede ser de tal magnitud que generalmente lo fractura. En este caso el tipo de fractura depende de la energía del proyectil, de la proximidad al hueso y la densidad de los tejidos circunvecinos. 3

### **Vasos sanguíneos**

Los proyectiles de alta velocidad pueden afectar seriamente a los vasos sanguíneos aun sin impactarlos directamente. Anteriormente se creía que las arterias que no eran impactadas directamente por un proyectil eran empujadas hacia un lado y escapaban de lesiones importantes; sin embargo, esto no es verdad. Estudios experimentales han demostrado que los proyectiles de baja velocidad causan un ligero estiramiento de los vasos antes de penetrarlos, mientras que los proyectiles de alta velocidad seccionan las paredes del vaso y la formación de la cavidad temporal causa una lesión de tipo “aplastamiento” a la porción adyacente al vaso. 4

La severidad de la lesión es proporcional a la velocidad del proyectil. Todas las capas de las paredes del vaso muestran ruptura, pérdida de tejido, hemorragia, exudado y

formación de microtrombos. En los casos en que la arteria es impactada directamente por un proyectil de alta velocidad el daño se extiende a más de 10 milímetros en sentido distal y proximal del sitio de la ruptura. Sin embargo, los cambios microscópicos que ocurren en la pared del vaso adyacente a la zona microscópicamente afectada no tienen relación con los resultados finales de la corrección quirúrgica.<sup>4</sup>

### **Respuesta hemodinámica**

El impacto de un proyectil de alta velocidad tiene un marcado efecto en la circulación aun cuando un vaso mayor no es impactado directamente y no hay mayor pérdida sanguínea. Cuando ocurre una lesión importante de tejidos blandos en una extremidad, cualquiera que sea la causa, inmediatamente ocurre un incremento en el tono vasomotor del organismo con aumento en el flujo sanguíneo del miembro lesionado. Este aumento en el flujo arterial es probablemente causado por sustancias vasoactivas desencadenadas por el trauma. A la vasodilatación le sigue un aumento de la resistencia vascular en las arterias periféricas con una disminución del flujo sanguíneo a la extremidad lesionada, aunque la dilatación de arterias mayores puede persistir por varias horas. <sup>4</sup>

Los cambios hemodinámicos generales que ocurren después de una lesión por un proyectil de alta velocidad son los mismos descritos anteriormente. Además de los cambios locales también ocurre una disminución de la presión arterial sin aumentar la frecuencia cardíaca, y una disminución del flujo sanguíneo de la extremidad contralateral no lesionada, lo que indica una redistribución del flujo sanguíneo. <sup>4</sup>

### **Nervios**

Al igual que los vasos sanguíneos, los nervios pueden ser impactados y lesionados directamente y, si no, son desplazados lateralmente durante la expansión de la cavidad

temporal. Este desplazamiento causa trastornos en la conducción a pesar de que la continuidad macroscópica del nervio es preservada. La severidad y persistencia del defecto de conducción es directamente proporcional a la velocidad del proyectil y a la proximidad de su ruta al nervio. La causa de este trastorno funcional se debe probablemente al estiramiento del nervio provocado por la energía liberada por el proyectil. Microscópicamente se puede observar edema local, ruptura en la continuidad de algunas fibras y torcedura de otras. 4

La evaluación y el tratamiento inmediato del paciente que sufre una herida por proyectil de arma de fuego no deben ser diferentes de los que se hacen al paciente que sufre cualquier tipo de trauma al ser atendido, tanto en el lugar del accidente como en el servicio de emergencia de la institución a donde es trasladado. El trauma ocupa un lugar primordial como causa de muerte, especialmente en la población joven. Aunque el mecanismo de la lesión puede variar, ya sea por impactos automovilísticos, caídas, explosiones o quemaduras, cada vez es más frecuente la necesidad de atender a los pacientes heridos por proyectil de arma de fuego en el medio civil. 4

### **DISTRIBUCIÓN TRIMODAL DE MUERTE EN TRAUMA**

Para entender mejor el manejo prioritario del paciente traumatizado es importante saber que la muerte de un paciente con trauma puede ocurrir en uno de tres periodos de tiempo después del accidente:

- Primera etapa: La muerte sobreviene en los primeros segundos o minutos, y es causada generalmente por apnea secundaria a lesiones cerebrales graves, del tronco cerebral o de la médula espinal alta, a lesiones cardíacas, ruptura de aorta o de los grandes vasos. Debido a la gravedad de las lesiones, muy pocos de estos pacientes pueden ser salvados, y el mejor tratamiento para esta etapa, y probablemente el único, es la prevención.

- Segunda etapa: La muerte ocurre entre los primeros minutos y algunas horas después del traumatismo. Las causas pueden ser la presencia de un hematoma subdural o epidural, un hemo neumotórax, la ruptura del bazo, una laceración hepática importante, fracturas de la pelvis o lesiones múltiples asociadas con hemorragia grave. 5

La atención en la primera hora después del evento (también llamada “hora dorada”) debe ser de una evaluación y reanimación rápidas, ya que es la única oportunidad de tener éxito en el tratamiento de estos pacientes.

- Tercera etapa: La muerte se presenta después de días o semanas de ocurrido el traumatismo, y suele deberse a sepsis o falla orgánica múltiple. La calidad de la atención brindada en las etapas previas tiene influencia definitiva en esta tercera etapa, así como en el pronóstico final. 5

### **Lesiones en tórax por proyectil de arma de fuego**

Las lesiones del tórax pueden manifestar dolor, disnea o hipoxia. Las estructuras del tórax pueden además dar datos propios, como una disminución en los ruidos cardiacos con presión del pulso disminuida en el caso de taponamiento cardiaco.<sup>8</sup>

Los ruidos respiratorios se auscultan en la parte anterosuperior del tórax para buscar neumotórax y en la base de la cara posterior para descartar un hemotórax. La disminución del murmullo vesicular, timpanismo y estado de choque indican un neumotórax a tensión. La radiografía AP del tórax permite confirmar la presencia de un hemotórax o un neumotórax, sugerir una ruptura de aorta al observar un mediastino ensanchado. Algunas fracturas costales pueden pasar inadvertidas. La ecografía abdominal focalizada para trauma abdominal (FAST) que comprende explorar la cavidad pericárdica también es de utilidad en el servicio de urgencias.<sup>8</sup>

## **FISIOPATOLOGÍA DE LAS HERIDAS TORÁCICAS**

Para brindar un tratamiento efectivo de las heridas torácicas es importante que el cirujano conozca y entienda las alteraciones fisiológicas que un trauma torácico causa. Después de que ocurre un traumatismo penetrante del tórax, la muerte inmediata puede ocurrir a consecuencia de uno de los siguientes factores, o debido a la combinación de varios de ellos:

1. Obstrucción de la vía aérea
2. Neumotórax a tensión
3. Taponamiento cardiaco
4. Neumotórax abierto
5. Exanguinación

Las causas de mortalidad tardía debidas a lesiones torácicas son:

- Alteraciones del mecanismo de la respiración: dolor que causa hipoventilación y retención de secreciones. Colapso pulmonar debido a un hemotórax o un neumotórax tratados inadecuadamente.
- Alteraciones de la ventilación/perfusión: la contusión pulmonar o hemorragia parenquimatosa causan disparidad entre la ventilación del pulmón y el aporte sanguíneo.
- Deterioro en el intercambio gaseoso: el síndrome de insuficiencia respiratoria aguda del adulto como consecuencia de lesión pulmonar directa y la respuesta inflamatoria sistémica presentes en estados graves de choque hemorrágico, trauma grave o sepsis.<sup>9</sup>

## **EVALUACIÓN INICIAL (Revisión primaria)**

La revisión primaria del paciente con una herida penetrante de tórax debe seguir los principios señalados por el Curso Avanzado de Apoyo Vital en Trauma (ATLSR). Los problemas mayores deberán tratarse conforme se vayan identificando.<sup>10</sup>

### **Vía aérea**

La permeabilidad de la vía aérea se evalúa observando y escuchando la entrada del aire por la nariz, la boca y en los campos pulmonares. Debe descartarse la presencia de un cuerpo extraño en la orofaringe. La presencia de estridor, ronquera o una herida directa en la base del cuello debe hacer pensar en la obstrucción de la vía aérea superior. Previo a la intubación endotraqueal, el paciente debe ser ventilado con mascarilla con oxígeno a 100%. Las lesiones laríngeas pueden estar asociadas con lesiones torácicas y ser enmascaradas por otras lesiones; en esta circunstancia, la obstrucción de la vía aérea pone en peligro la vida en forma inmediata. <sup>10</sup>

El tratamiento de estas lesiones consiste en el establecimiento de una vía aérea definitiva, de preferencia mediante una intubación endotraqueal. <sup>10</sup>

### **Respiración**

Con el cuello y el tórax totalmente expuestos, mediante la observación, palpación y auscultación, se debe determinar la calidad del movimiento respiratorio y de las respiraciones. Los signos que alertan sobre la posible existencia de un problema son el aumento de la frecuencia respiratoria, así como las respiraciones superficiales. La cianosis es un signo tardío de hipoxia, por lo que su ausencia no es indicativa de una buena oxigenación o de una vía aérea permeable.

Las lesiones torácicas que afectan la respiración ponen en peligro la vida del paciente y deben ser tratadas durante la revisión primaria son:

1. Neumotórax a tensión
2. Neumotórax abierto
3. Tórax inestable
4. Hemotórax masivo
5. Neumotórax a tensión

El neumotórax a tensión ocurre cuando existe una lesión pulmonar o en la pared torácica que funciona como “válvula de una sola vía”, dando lugar a la entrada de aire a la cavidad torácica sin tener vía de escape, lo que causa colapso del pulmón afectado, desplazamiento del mediastino hacia el lado opuesto con disminución del retorno venoso y compresión del pulmón del lado opuesto. 5

El diagnóstico del neumotórax a tensión es clínico, debe ser realizado en la revisión primaria y su tratamiento no debe retrasarse por esperar confirmación radiológica. 11

Clínicamente se caracteriza por dolor torácico, falta de aire, disnea importante, taquicardia, hipotensión, ausencia unilateral del murmullo respiratorio, desviación de la tráquea, distensión de las venas del cuello y tardíamente cianosis. El neumotórax puede confundirse con un taponamiento cardiaco, y su diagnóstico diferencial se realiza por la presencia de hiperresonancia a la percusión y ausencia de murmullo respiratorio en el lado afectado. 8

El tratamiento del neumotórax a tensión es una descompresión inmediata, inicialmente mediante la introducción de una aguja gruesa en el segundo espacio intercostal a nivel de la línea medio clavicular en el hemotórax afectado; esta maniobra convierte al neumotórax a tensión en un neumotórax abierto. El tratamiento definitivo es la inserción

de un tubo torácico en el quinto espacio intercostal (a nivel del pezón) entre la línea axilar anterior y la media, conectado a un sello de agua. 13

### **Neumotórax abierto**

La apertura de la pared torácica da lugar a un neumotórax abierto. El equilibrio entre la presión atmosférica y la presión intratorácica es inmediato. Si el orificio en la pared torácica es equivalente a dos tercios del diámetro de la tráquea, con cada esfuerzo respiratorio el aire pasa preferentemente a través del defecto, puesto que el aire tiende a seguir el camino de menor resistencia a través de la pared torácica, lo que trae como consecuencia un colapso pulmonar, afectando la ventilación y llevando al paciente a la hipoxia e hipercarbia. 5

El tratamiento inicial es la oclusión del defecto en la pared torácica mediante un vendaje oclusivo que asegure tres lados, de manera que funcione como una válvula unidireccional; durante la inspiración, el vendaje se adhiere a la lesión impidiendo la entrada de aire, y durante la espiración, el margen no sellado permite la salida de aire. Tan pronto como sea posible se debe colocar una sonda pleural a succión en un sitio alejado de la lesión. 13

### **Tórax inestable**

Ocurre cuando un segmento de la pared torácica pierde la continuidad ósea con el resto de la caja torácica. Aunque esta lesión generalmente no ocurre con heridas penetrantes, es importante saber que la presencia de inestabilidad ósea en un segmento de la pared torácica da por resultado alteraciones importantes en el movimiento de ella, y si además hay lesión en el parénquima pulmonar puede ocurrir una hipoxia severa. El tratamiento definitivo de esta lesión consiste en la reexpansión pulmonar, asegurar una buena oxigenación, una cuidadosa administración de líquidos y de analgésicos para mejorar la

ventilación. La prevención de la hipoxia quizá requiera intubación y ventilación hasta que se tenga una evaluación final y el diagnóstico definitivo de las lesiones. 11

### **Hemotórax masivo**

La acumulación de sangre y líquido en el hemotórax lesionado puede comprometer en forma importante el esfuerzo respiratorio por compresión que impedirá una ventilación adecuada. Las acumulaciones masivas de sangre en el tórax se tratan en los siguientes párrafos. 5

### **Circulación**

La mayoría de las lesiones penetrantes del tórax que afectan la circulación deben ser reconocidas y tratadas de inmediato durante la revisión primaria. Los datos clínicos que deben hacer pensar en la gravedad de la hemorragia intratorácica son: el mecanismo de la lesión, el calibre del proyectil, la coloración y temperatura de la piel, la frecuencia y calidad del pulso, y la ausencia de pulsos radiales y pedios. 5

Las lesiones que afectan la circulación en heridas penetrantes de tórax ponen en peligro la vida y deben ser tratadas de inmediato son el hemotórax masivo y el taponamiento cardiaco. 5

### **Hemotórax masivo**

Se considera hemotórax masivo la acumulación rápida de más de 1 500 ml de sangre en la cavidad torácica. La causa más común es una herida que causa lesión en los vasos sistémicos o del hilio pulmonar. El paciente se encuentra en estado de choque hipovolémico, hipóxico, con ausencia del murmullo respiratorio y matidez en el lado torácico afectado. En caso de hipovolemia severa, las venas del cuello se pueden observar vacías; sin embargo, si la lesión se asocia a un neumotórax a tensión, puede observárselas distendidas. 5

El tratamiento inicial del hemotórax masivo consiste en la restitución del volumen con sangre y, simultáneamente, la descompresión de la cavidad torácica con una sonda pleural gruesa. Cuando en forma inmediata se evacúan 1 500 ml, es muy probable que el paciente necesite ir al quirófano de inmediato. A veces, el drenaje inicial puede ser menor de 1 500 ml de sangre, pero si el sangrado continúa o el paciente requiere estar siendo trasfundido para mantenerse estable, deberá ser intervenido quirúrgicamente. 13

Las lesiones penetrantes por proyectil de arma de fuego en la pared anterior mediales a la línea del pezón o las de la cara posterior mediales al omoplato deben alertar al médico sobre la necesidad de una toracotomía, debido a la posibilidad de lesiones de los vasos hiliares, los grandes vasos o el corazón. Todas ellas se pueden asociar a taponamiento cardiaco.11

La toracotomía debe practicarse solamente cuando esté presente un cirujano calificado, con experiencia y entrenamiento en ello.11

### **Taponamiento cardiaco**

El taponamiento cardiaco es el resultado de la colección de sangre en el saco pericárdico y causa una restricción del movimiento del corazón. Como el saco es pequeño y rígido, una pequeña cantidad de sangre en su interior puede interferir significativamente en la actividad y el llenado cardiaco. En ocasiones, la evacuación de cantidades tan pequeñas

como 25 a 30 ml de sangre mediante una pericardiocentesis puede resultar en una mejoría inmediata del estado hemodinámico del paciente que sufría de un taponamiento cardiaco.<sup>14</sup>

El diagnóstico del taponamiento puede en ocasiones ser difícil. Se realiza mediante la clásica triada de Beck, que consiste en elevación de la presión venosa con venas del cuello distendidas, disminución de la presión arterial y ruidos cardiacos apagados; sin embargo, la hipotensión puede ser causada por hipovolemia, las venas del cuello pueden estar colapsadas debido también a hipovolemia, y el tono de los ruidos cardiacos es difícil de evaluar en una sala de emergencia, en la que generalmente hay mucho ruido. El taponamiento cardiaco puede ser difícil de distinguir del neumotórax a tensión, especialmente del lado izquierdo. La presencia de actividad eléctrica sin pulso en ausencia de hipovolemia o neumotórax a tensión sugiere un taponamiento cardiaco. El ultrasonido transtorácico de urgencia (ecocardiograma) puede ser de gran ayuda para evaluar la cavidad pericárdica. El papel de la pericardiocentesis y el ultrasonido se tratarán durante el manejo quirúrgico de las lesiones cardiacas. <sup>14</sup>

La evacuación inmediata de la sangre del saco pericárdico está indicada en aquellos pacientes que no respondan al tratamiento inicial para choque hipovolémico y que pudiesen tener un taponamiento cardiaco. Esta maniobra puede salvar la vida, y no debe esperarse a tener estudios diagnósticos coadyuvantes. El método más simple para realizar esta maniobra es mediante una pericardiocentesis.<sup>14</sup>

Otra alternativa es la realización de una ventana pericárdica por vía subxifoidea o una toracotomía de urgencia, siempre y cuando esté presente un cirujano entrenado en estos procedimientos, que de preferencia deben realizarse en el quirófano. A pesar de la fuerte sospecha de un taponamiento cardiaco, deberá además administrarse volumen para elevar la presión venosa central y mejorar el gasto cardiaco mientras se prepara el drenaje del saco pericárdico por cualquiera de los métodos señalados. Todo paciente con

una pericardiocentesis positiva como resultado de un trauma requerirá una toracotomía o esternotomía media para exploración del corazón.<sup>14</sup>

### **Toracotomía de urgencia**

La toracotomía en la sala de emergencia es un procedimiento mayor que ha caído en desuso en los últimos años debido a los malos resultados obtenidos, además de que expone al personal médico y de enfermería a los riesgos que implica la transmisión de patógenos por sangre contaminada. En las mejores condiciones, la sobrevida a este procedimiento es de 4%; sin embargo, puede ser de gran valor en pacientes con heridas penetrantes del tórax, especialmente aquellos con taponamiento cardiaco.<sup>14</sup>

En caso de decidir realizar la toracotomía en la sala de urgencias, está indicada en aquellos pacientes con lesiones penetrantes por arma de fuego localizadas en el torso, con hipotensión severa persistente (menor de 60 mmHg), en quienes presenten paro cardiaco en el momento de ser atendidos y en quienes se sospeche taponamiento cardiaco, hemorragia o embolismo aéreo. En cuanto se decide realizar una toracotomía de urgencia, el retraso podría ser fatal.<sup>14</sup>

Sin preparación de la piel, se debe realizar una toracotomía anterolateral izquierda a nivel del cuarto o quinto espacio intercostal. Esta incisión puede extenderse a través de la línea media. Para lesiones aisladas del hemitórax derecho se prefiere una toracotomía derecha.

En los pacientes con sangrado masivo indeterminado o lesiones pulmonares centrales se debe colocar una pinza en el hilio pulmonar. Otra opción es la sección inmediata del ligamento pulmonar inferior y la rotación del pulmón a 180°. Si se encuentra un taponamiento o si el sangrado es de origen cardiaco, el pericardio se abre

longitudinalmente y se evacúan sangre y coágulos alrededor del corazón; el sangrado puede controlarse con presión digital, pinzas vasculares o metiendo en la herida e inflando una sonda de Foley. 14

La toracotomía en la sala de emergencia permite masaje cardiaco directo, la inserción de catéteres directamente en la aurícula derecha para administración de volumen y, en caso necesario, el pinzamiento de la aorta descendente para disminuir sangrado su diafragmático y redistribuir el volumen sanguíneo hacia el cerebro y el miocardio. 14

### **EVALUACION SECUNDARIA (Revisión secundaria)**

Establecido un control adecuado de la vía aérea, mejorada la respiración y controlado el sangrado durante la revisión primaria, independientemente de la lesión que haya causado el proyectil penetrante del tórax, en la revisión secundaria se debe realizar un examen físico completo y detallado y, si las condiciones del paciente lo permiten, tomar una radiografía del tórax, gases arteriales, monitoreo con oxímetro de pulso y un electrocardiograma. 18

En la placa de tórax hay que buscar, por la expansión pulmonar, la presencia de líquido, un mediastino ensanchado, pérdida de detalles anatómicos y la presencia del proyectil o de sus fragmentos.18

Las lesiones torácicas que pueden poner en peligro la vida y que deben ser tomadas en consideración durante la revisión secundaria son:

#### **Neumotórax simple**

El neumotórax simple resulta de la entrada del aire al espacio virtual entre la pleura parietal y la visceral, lo que ocasiona un colapso pulmonar que da lugar a un defecto de la ventilación/perfusión debido a que no se oxigena la sangre que perfunde el segmento

del pulmón no ventilado. Los signos clínicos son disminución del murmullo respiratorio e hiperresonancia del lado afectado. 5

El tratamiento del neumotórax es la colocación de una sonda pleural a nivel del cuarto o quinto espacio intercostal anterior a la línea axilar media. Colocada la sonda, debe ser conectada a un frasco con agua (con o sin succión), debiendo a continuación tomarse una radiografía para confirmar la posición de la sonda y verificar la reexpansión pulmonar. A todo paciente con riesgo de tener un neumotórax simple (p. ej., por herida penetrante de abdomen alto que pudo haber penetrado el tórax) se le debe colocar una sonda pleural antes de someterlo a anestesia general o ventilación mecánica, ya que esto puede convertir un neumotórax simple en un neumotórax a tensión y poner en peligro la vida del paciente. Todo paciente con un neumotórax simple debe ser descomprimido antes de ser transportado por una ambulancia aérea.5

### **Hemotórax**

La causa más frecuente de un hemotórax es una lesión pulmonar, la ruptura de un vaso intercostal o de la arteria mamaria interna. Usualmente, estos sangrados se autolimitan y no requieren cirugía. 19

El tratamiento de un hemotórax agudo es mediante la colocación de una sonda pleural de grueso calibre, la cual evacúa la sangre, reduce el riesgo de un hemotórax coagulado y provee un método para monitoreo de una posible pérdida continua de sangre.19

La decisión de intervenir a un paciente con una herida penetrante del tórax depende de varios factores, pero debe basarse en el estado fisiológico del paciente y el volumen sanguíneo drenado a través de la sonda pleural. En términos generales, está indicada la toracotomía exploradora cuando existe un drenaje inicial mayor de 1 500 ml de sangre, si

hay un drenaje mayor de 200 ml por 2 a 4 horas persiste la necesidad de continuar con transfusiones sanguíneas. 19

### **Contusión pulmonar**

Es la lesión pulmonar potencialmente letal más frecuente, en especial en trauma cerrado. Es rara en heridas penetrantes por arma de fuego, pero está presente en aquellos pacientes con heridas torácicas por proyectiles de alta velocidad que sobreviven a la lesión. Estos pacientes deben ser intubados y ventilados lo más pronto posible después de ocurrida la lesión. La ventilación adecuada, un monitoreo continuo con oxímetro de pulso, gases arteriales y electrocardiograma son esenciales para un tratamiento óptimo. 18

### **Lesiones del árbol traqueobronquial**

La mitad de la tráquea está en el cuello y la otra mitad en el tórax, con el origen de los bronquios a nivel de la cuarta vértebra torácica. Por su contacto con el esófago en todo su trayecto, y además porque está rodeada de estructuras vitales, las lesiones asociadas con ella son frecuentes y casi siempre fatales. Las lesiones traqueobronquiales en ocasiones son de diagnóstico difícil y deben sospecharse en presencia de hemoptisis, desviación del mediastino o un neumotórax a tensión. La presencia de un hemotórax asociado a una fuga aérea persistente debe hacer sospechar la presencia de una lesión del árbol traqueobronquial. A veces es necesaria la colocación de más de una sonda pleural para poder controlar la gran fuga aérea y expandir el pulmón. El diagnóstico de estas lesiones se confirma mediante broncoscopia, que de preferencia debe ser guiada y realizada con un broncoscopio flexible. 20

### **Lesiones que atraviesen el mediastino**

Las heridas penetrantes por proyectil de arma de fuego que atraviesan el mediastino pueden causar lesiones de estructuras mediastinales, como son el corazón, los grandes vasos, el árbol traqueobronquial o el esófago.<sup>14</sup>

El diagnóstico se realiza mediante un examen clínico cuidadoso cuando existe un orificio de entrada en un lado del tórax y el orificio de salida en el hemitórax contralateral, y el examen radiológico revela un proyectil alojado en el hemitórax contrario al orificio de entrada. La observación de fragmentos de proyectil alojados en estructuras mediastinales debe despertar la sospecha de una lesión que atraviesa el mediastino. Estos datos obligan a una consulta quirúrgica urgente. <sup>12</sup>

Los pacientes con una lesión que atraviesa el mediastino y que se encuentren hemodinámicamente inestables pueden tener una lesión exanguinante, neumotórax a tensión o taponamiento cardiaco. Para descomprimir el tórax y medir el sangrado se deben colocar sondas pleurales bilaterales. Se deben seguir las recomendaciones señaladas para una toracotomía de urgencia e iniciarla del lado en donde la pérdida sanguínea sea mayor. En los estudios radiológicos, la presencia de enfisema mediastinal debe hacer sospechar de una lesión del árbol traqueo- bronquial o esofágica; un hematoma mediastinal o una imagen de “gorro pleural” deben hacer sospechar de una lesión de grandes vasos.<sup>17</sup>

Los pacientes hemodinámicamente estables o de quienes no existan datos clínicos o radiológicos de lesiones mediastinales deben ser evaluados para descartar una lesión de las estructuras del mediastino. Cuando durante la revisión secundaria se decida seguir una conducta conservadora, deberá realizarse una angiografía para evaluar la aorta y troncos supra aórticos, y si ésta es normal, se hará una esofagoscopia para evaluación del esófago. El árbol traqueobronquial debe evaluarse mediante una broncoscopia, y el corazón y el pericardio mediante tomografía computada (TAC) o ultrasonido. Si durante

la evaluación el paciente presenta datos de inestabilidad hemodinámica, debe considerarse la posibilidad de otras lesiones, y el paciente deberá ser reevaluado de acuerdo con lo señalado en la revisión primaria, ya que podría requerir el tratamiento para un neumotórax a tensión, o exploración quirúrgica debido a un sangrado masivo o un taponamiento cardiaco.<sup>14</sup>

De los pacientes que presentan lesiones que atraviesan el mediastino, 50% van a tener que ser intervenidos quirúrgicamente de urgencia por inestabilidad hemodinámica, y otro 30% presentan una evaluación diagnóstica positiva que apoya cirugía de urgencia. La mortalidad en estas lesiones es de 20%, y se duplica en el paciente hemodinámicamente inestable.<sup>14</sup>

A lo largo de la historia, las heridas penetrantes del tórax han sido un verdadero reto para los cirujanos. Aunque los conocimientos de la fisiopatología del tórax y los avances en técnica quirúrgica han progresado, la mortalidad sigue siendo elevada. Los principios fundamentales en el manejo continúan siendo simples y deben estar presentes en todo cirujano que atienda a estos pacientes:

- Rápido traslado por el sistema prehospitalario al mejor sitio posible de atención.
- Seguir los principios de evaluación y manejo del paciente lesionado de acuerdo con lo señalado en el Curso ATLSR, y cuando esté indicada una cirugía inmediata.
- Utilización de modernos métodos diagnósticos, como el ultrasonido y la TAC, cuando haya indicación y se cuente con ellos.
- La mayoría de los pacientes que sobreviven a una lesión torácica pueden ser manejados mediante un drenaje adecuado de la cavidad pleural. <sup>19</sup>

## 2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la incidencia y mortalidad de los pacientes con heridas por proyectil de arma de fuego según el sitio anatómico en torax en el área de urgencias en el Hospital General La Villa?

## 2.3 Justificación

**Magnitud.** El traumatismo penetrante por arma de fuego abarca un grupo heterogéneo de lesiones con diferentes presentaciones. Son la segunda causa principal de muerte por lesiones después de accidentes automovilísticos

**Trascendencia.** La incidencia informada de lesiones específicas también varía, dependiendo del sitio y la caracterización de la población de pacientes. En nuestro país, la incidencia se ha visto seriamente afectada por la violencia, incrementándose las muertes por heridas de proyectil de arma de fuego.

**Vulnerabilidad del problema.** Está claro que la mortalidad se ve significativamente afectada por aspectos como la hipotensión, la capacidad de realizar reanimación intensiva e intervención quirúrgica y la obtención de imágenes adecuadas en estos pacientes. A la fecha no existen estudios locales previos que hayan informado la incidencia de heridas por arma de fuego y/o su mortalidad.

**Factibilidad.** La comprensión de los hallazgos obtenidos partir de los resultados, dada su factibilidad en el Hospital General la Villa es de gran importancia para obtener un panorama sobre esta entidad tan frecuente y guiar el manejo clínico de estos pacientes.

## **2.4 Hipótesis**

### **Hipótesis general**

En el presente estudio, dadas sus características descriptivas, los resultados dependen de los fenómenos observados por el grupo de investigadores, por lo tanto, no aplica el desarrollo de la hipótesis de trabajo.

## **2.5 Objetivos**

### **Objetivo general**

- Identificar la incidencia y la mortalidad de pacientes con heridas por proyectil de arma de fuego en tórax durante 1 año que ingresan al servicio de urgencias en el Hospital General la Villa

### **Objetivos específicos**

- Categorizar los pacientes con heridas de proyectil de arma de fuego por grupo etario y sexo.
- Analizar las complicaciones asociadas de pacientes con heridas por proyectil de arma de fuego.
- Describir la frecuencia por sitio anatómico de lesión en heridas de proyectil de arma de fuego.

## Material y métodos

### 3.1 Diseño de estudio

#### Tipo de estudio

Según el número de una misma variable o el periodo y secuencia del estudio: **Transversal**

De acuerdo con la inferencia del investigador en el fenómeno que se analiza: **Descriptivo**

Según la captación de la información de los fenómenos: **Retrospectivo**

### **3.2 Población, lugar y tiempo**

#### **Universo de estudio**

Expedientes clínicos de pacientes que ingresen al servicio de urgencias con diagnóstico de trauma torácico.

#### **Periodo de estudio**

Periodo comprendido de 01 de enero del 2019 al 31 de diciembre del 2019.

#### **Población de estudio**

El estudio se realizará con expedientes de pacientes que acudieron al servicio de urgencias en los que se estableció el diagnóstico de herida por proyectil de arma de fuego en tórax en la unidad de reanimación del Hospital General la Villa durante el periodo comprendido entre el 01 de enero del 2019 al 31 de diciembre del 2019, que cumplieron con criterios de selección.

### **3.3 Tipo de muestreo y tamaño de muestra**

De acuerdo con los objetivos del presente estudio, no se realizó el cálculo de tamaño de muestra, debido a que se realizó muestreo no probabilístico, de casos consecutivos, esto en base a los censos disponibles del servicio de urgencias, del Hospital General la Villa durante el periodo comprendido entre el 01 de enero del 2019 al 31 de diciembre del 2019, seleccionando al total o casi el total de las unidades de observación disponibles durante el presente estudio (mínimo el 90% de los casos para adecuada asignación de fuerza estadística).

### **3.4 Criterios de selección**

### **Criterios de inclusión**

- Expedientes clínicos de pacientes de ambos sexos,
- Expedientes clínicos de pacientes mayores de 15 años,
- Expedientes clínicos de pacientes que ingresaron a trauma y choque por herida de arma de fuego en tórax, y
- Expedientes clínicos de pacientes que contengan los datos completos de su evolución hasta el alta.

### **Criterios de no inclusión**

- Expedientes clínicos de pacientes con diagnóstico de herida de arma de fuego en otro sitio anatómico.

### 3.5 Variables de estudio y operacionalización

Variable	Tipo	Definición operacional	Escala de Medición	Calificación
<b>Herida por proyectil de arma de fuego en tórax</b>	Dependiente	Solución de la continuidad de la piel, órganos y tejidos del tórax de forma secundaria a la acción de la fuerza ejercida por un cuerpo proyectado por un arma de fuego	Cualitativa Nominal Dicotómica	a) Si b) No
<b>Muerte</b>	Dependiente	Cese de las funciones circulatorias del corazón y respiratorias de los pulmones	Cualitativa Nominal Dicotómica	a) Si b) No
<b>Edad</b>	Contexto	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Cuantitativa Discreta	Años
<b>Sexo</b>	Contexto	Conjunto de características físicas, mentales y de comportamiento que distinguen entre masculinidad y feminidad.	Cualitativa Nominal Dicotómica	a) Masculino b) Femenino
<b>Sitio anatómico de la herida por proyectil de arma de fuego en tórax</b>	Compleja	Lugar donde ocurre la solución de la continuidad de la piel, órganos y tejidos del tórax en relación con su disposición corporal	Cualitativa Nominal Policotómica	a) En espacio intercostal b) En línea media clavicular c) En línea axilar anterior d) En región posterior, etc.
<b>Complicaciones</b>	Interviniente	Se definirá como las condiciones del deterioro del estado de salud que intervienen como causa que condujo a la muerte directamente por herida por proyectil de arma de fuego en tórax	Cualitativa Nominal Policotómica	a) Choque séptico b) Fibrilación auricular c) Lesión cardíaca d) Lesión vascular e) Neumonía f) Neumoperitoneo
<b>Distribución trimodal de muerte</b>	Compleja	Fase o periodos de tiempo en que ocurrió el cese de la vida en relación con la ocurrencia del trauma o herida de proyectil de arma de fuego ya sea: segundos a minutos de ocurrir el trauma, dentro de las primeras 4 horas de ocurrir el trauma o, posterior a las 24 hrs	Cualitativa Nominal Policotómica Categorica	a) Etapa 1 b) Etapa 2 c) Etapa 3

### 3.8 Consideraciones éticas

Para realizar el presente estudio, se tomaron en cuenta las disposiciones generales del Reglamento de la Ley General de Salud (1987) en Materia de Investigación para la Salud y con la declaración de Helsinki de 1975.

De acuerdo con la Ley General de Salud, en lo propuesto en su artículo 17 con relación al riesgo de la investigación y la probabilidad de que el sujeto de investigación sufriese algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de esta, se clasificó en la siguiente categoría: **Investigación sin riesgo.**

## Resultados

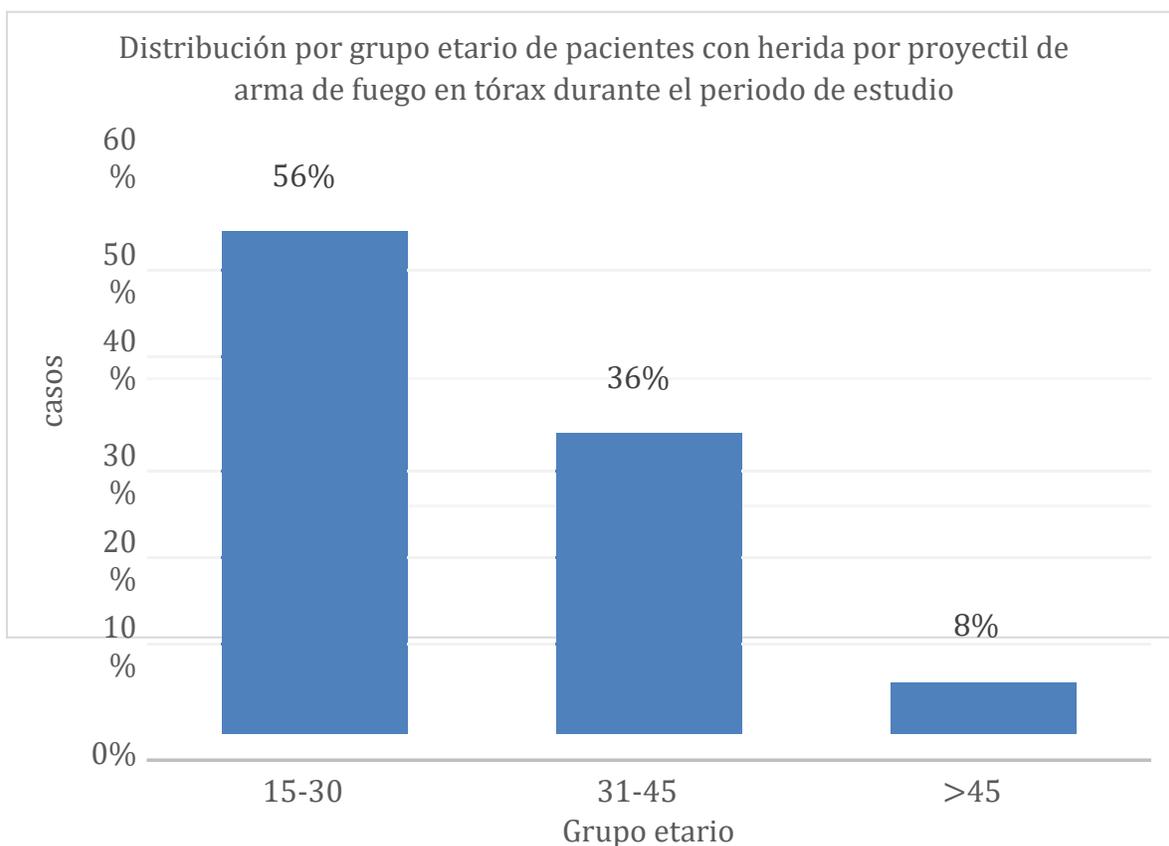
Se efectuó un estudio de tipo analítico, retrospectivo, longitudinal y observacional efectuando la búsqueda de expediente de casos de pacientes que acudieron al servicio de urgencias en los que se estableció el diagnóstico de herida por proyectil de arma de fuego en tórax en la unidad de reanimación del Hospital General La Villa durante el periodo comprendido entre el 01 de enero del 2019 al 31 de diciembre del 2019, siendo identificados 52 pacientes quienes fueron sometidos a selección; fueron excluidos dos expedientes de casos de pacientes antes de la intervención debido diagnóstico de herida por proyectil de arma de fuego en regiones diferentes al tórax (abdomen y perineo). Al final del estudio, el análisis estadístico se realizó con 50 unidades de observación (en un único grupo de casos).

**Tabla I.** Características generales de los pacientes con herida por proyectil de arma de fuego en tórax durante el periodo de estudio.

Características generales	n=50	% (DS)	p-value
<b>Edad (años)</b>			0.0431
15-30	28	56%	
31-40	16	32%	
>40	6	12%	
Promedio	30.62	10.66	
<b>Sexo</b>			<0.001*
Masculino	48	96%	
Femenino	2	4%	
<b>Estancia hospitalaria (días)</b>	8.24	14.06	<0.0011 0.003*
<b>Mortalidad</b>	14	28%	

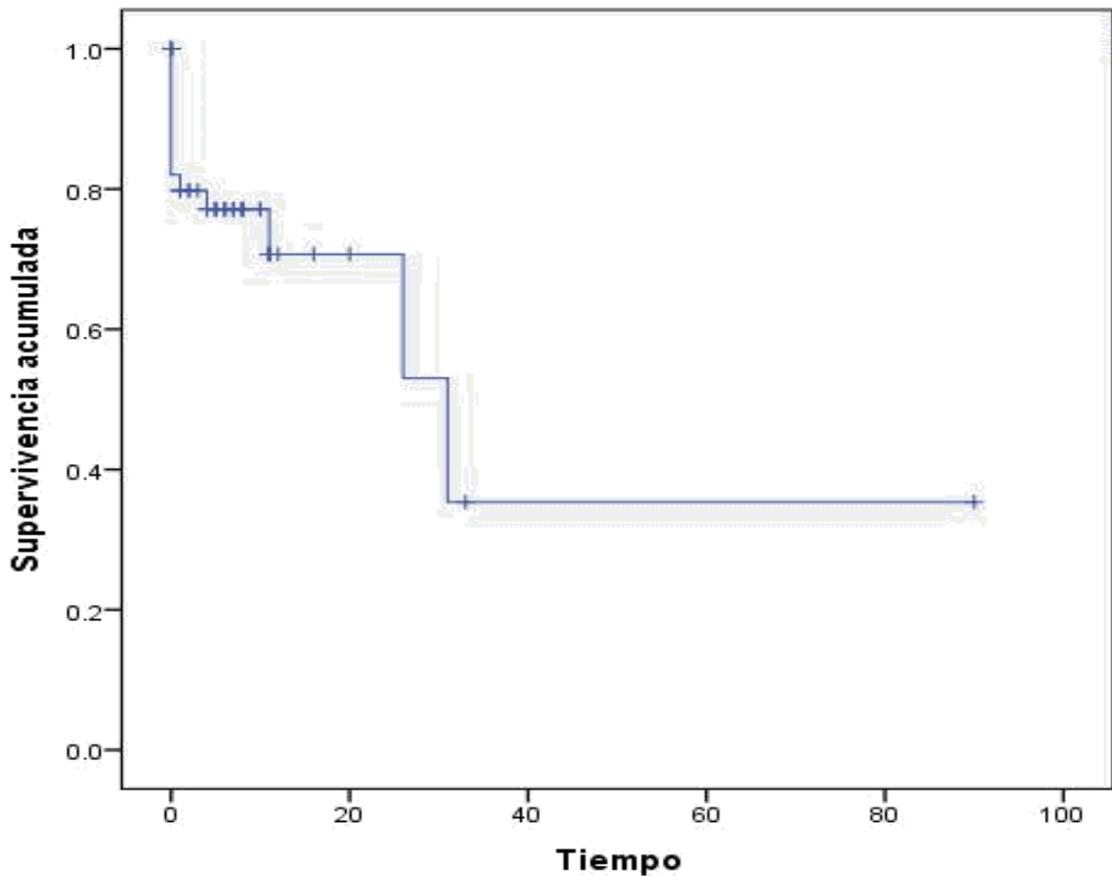
*Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra. \*Prueba binomial para una muestra. Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es de 0.05. 1 Liliefors corregida.*

En la **Tabla I** se observaron las características generales de los casos incluidos para el estudio. Se evaluó la edad, registrando el promedio, se observó que el promedio de edad encontrada fue de  $30.62 \pm 10.66$  años ( $p=0.043$ ). La distribución por grupo etario, mostro un predominio en el grupo de casos entre los 15 y los 30 años, con un 56% del total, seguido del grupo de edad entre los 31 y los 45 años, con un 36% (**Gráfico 1**). Por otra parte, se categorizaron por sexo donde se aprecia un predominio del sexo masculino con un 96%, con una relación de 24:1 ( $p<0.001$ ).



**Figura 1.** Distribución por grupo etario de pacientes con herida por proyectil de arma de fuego en tórax durante el periodo de estudio

Además, al registrar el tiempo de estancia hospitalaria desde el ingreso hasta su desenlace, se aprecia que en promedio los pacientes con herida por proyectil de arma de fuego en tórax permanecieron en promedio  $8.24 \pm 14.06$  días ( $p<0.001$ ), con una mortalidad relativa del 28% (14 casos) ( $p=0.003$ ).



**Figura 2.** Gráfico de mortalidad de los casos mediante el modelo de Kaplan Meyer durante el periodo

de estudio.

Al analizar la mortalidad de los casos mediante el modelo de Kaplan Meyer, observamos una mediana de 31.0 (IC 95% 10.8-51.1), con una proporción de mortalidad de 0.180 durante la segunda etapa (debido a la falta de registros, no puede registrarse la primera etapa) y una proporción máxima de 0.643 al día 31 en el total de casos estudiados (**Figura 2**).

Posteriormente se recabo la información relacionada con los hallazgos durante la revisión primaria y secundaria de los casos, siendo los más frecuentes: hemo neumotórax, en primer lugar, con 44%, seguido de hemotórax en un 38%, mientras que las lesiones menos frecuentes fueron la fractura de arcos costales y el Taponamiento cardiaco en un 2 y 2%, respectivamente (**Tabla I**)

Mientras tanto, nuestro estudio reveló la distribución de las complicaciones: encontrado que la complicación más frecuente fue la parada cardiorrespiratoria en el 24% (12 casos) de la población, seguida del choque séptico en el 4% (2 casos). Se encontraron complicaciones como arritmia cardíaca sin pulso, choque hipovolémico, lesiones a órganos, neumonía y neumoperitoneo en el 2% cada una de estas (Tabla II).

**Tabla II.** Diagnóstico de lesión y complicaciones de los pacientes con herida por proyectil de arma de fuego en tórax durante el periodo de estudio.

Diagnóstico de lesión y complicaciones	n=50	Porcentaje	p-value
<b>Diagnóstico de lesión</b>			<0.001
Choque hipovolémico	5	10%	
Contusión pulmonar	2	4%	
Fractura de arcos costales	1	2%	
Hemoneumotórax	22	44%	
Hemotórax	19	38%	
Taponamiento cardíaco	1	2%	
<b>Complicaciones</b>			<0.001
Arritmia cardíaca sin pulso	1	2%	
Choque hipovolémico	1	2%	
Choque séptico	2	4%	
Lesión hepática	1	2%	
Lesión miocárdica	1	2%	
Lesión vascular y lesión pulmón	1	2%	
Neumonía	1	2%	
Neumoperitoneo	1	2%	
Parada cardiorrespiratoria	12	24%	

*Prueba de Chi-2 para una muestra. Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es de 0.05*

**Tabla III.** Localización de herida por proyectil de arma de fuego en tórax en pacientes seleccionados durante el periodo de estudio.

Localización	n=50	Porcentaje	p-value
<b>Hemitórax</b>			<0.001
Derecho	27	54%	
Izquierdo	19	38%	
Bilateral	4	8%	
<b>Espacio intercostal</b>			<0.001
Segundo	6	12%	
Tercero	9	18%	
Cuarto	4	8%	
Quinto	13	26%	
Sexto	13	26%	
Séptimo	1	2%	
Octavo	2	4%	
Décimo	2	4%	
<b>Línea anatómica</b>			<0.001
Línea axilar anterior	11	22%	
Línea axilar posterior	1	2%	
Línea media axilar	6	12%	
Línea medio clavicular	21	42%	
Línea medio escapular	5	10%	
Línea paraesternal	3	6%	
Línea paravertebral	3	6%	

*Prueba de Chi-2 para una muestra. Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es de 0.05.*

Para explicar la distribución por localización de herida por proyectil de arma de fuego en tórax en los pacientes seleccionados, en la **Tabla III**, se muestran los hallazgos de los registros encontrados, donde se aprecia un predominio de lesiones en hemotórax derecho con un 54% al compararlo con el izquierdo en un 38%, mientras que, además, encontramos que un 8% de los casos presento lesiones de forma bilateral ( $p < 0.001$ ).

En relación con el nivel del orificio de entrada en base al espacio intercostal, se observa una mayor distribución en lesiones a nivel de quinto y sexto espacio intercostal con un 26 y 26%, respectivamente ( $p < 0.001$ ).

Por último, al observar el registro por línea anatómica, la mayor distribución de herida se registró a nivel de la línea medio clavicular, con un 42% de los casos, seguida de la línea axilar anterior en segundo lugar, con un 22%, mientras que en tercer lugar se registró la línea media axilar con un 12%. La menor distribución fue encontrada en la línea axilar posterior, línea paraesternal y paravertebral posterior con un 2%, 6% y 6%, respectivamente ( $p < 0.001$ ). No se apreció un predominio franco al observar la distribución de los casos en base a su localización.

## Discusión

Este estudio fue diseñado para identificar incidencia y mortalidad de pacientes con heridas por proyectil de arma de fuego en tórax en la unidad de reanimación del servicio de urgencias del Hospital General La Villa.

Nuestros resultados revelaron que existe un predominio por el sexo masculino, en más del 90% de los casos, estos coinciden por lo descrito en la literatura. Observamos que *Canseco et al* (16), en 2017, en un estudio en un Hospital de Nuevo León, encontró una incidencia en el sexo masculino del 91.6%.

Por otra parte, encontramos que el grupo etario con mayor frecuencia fue el comprendido entre los 15 y los 30 años, con una media de 30 años. Esta media es apenas discretamente menor a la descrita por *Barbois et al* (17), quienes reportaron una media de 36.7 años y, similar a la observada por *Canseco et al* (16).

Estos hallazgos podrían estar explicados por diversas razones en nuestro medio, el nivel de violencia en especial, el aumento homicidios por proyectil de arma de fuego, el cual es un fenómeno complejo, que necesita ser abordado a partir del análisis del contexto social, económico, político y cultural que lo condiciona. Nuestro medio tiene especial atención, considerando los altos índices de impunidad, inseguridad, narcotráfico, exclusión social, desempleo y la dificultad de acceso a espacios educativos en el nivel superior, además, se deben implementar estrategias dirigidas a reducir los niveles de consumo de drogas y alcohol, para revertir las carencias sociales y económicas existentes.

Como parte del objetivo general de esta investigación, encontramos una frecuencia de mortalidad del 28%, siendo muy elevada para este padecimiento. Podemos encontrar que los hallazgos en la literatura difieren de nuestros resultados en las series de *Barbois et al*, en 2016 quien reporta una mortalidad del 5.9% (17), y de *Heus et al*, en 2017, con hallazgos del 7.5% a 30 días (18).

Es importante comentar que, la mortalidad es alta en los casos de herida de proyectil de arma de fuego y está influenciada por la ubicación de la lesión y la cantidad de órganos afectados. Los estudios han encontrado que la tasa de mortalidad general en casos de heridas por proyectil de arma de fuego varía de entre 12 y 16% (19). Por ejemplo, mientras que la mortalidad es del 17% en el caso de una lesión aislada en el tórax y el abdomen, puede ser tan elevada como el 80% en el caso de lesiones abdominales con daño cerebral y pulmonar concomitante.

Por otra parte, se observó una proporción de mortalidad menor al 20% durante las primeras 24 horas, siendo opuesto a lo descrito por *Karaca et al* (19), quienes reportan hasta un 80% de las defunciones en las primeras 24 horas. Y esto pudo verse influenciado por el número de complicaciones reportadas en nuestro estudio.

La principal fortaleza de nuestro estudio radica en el hecho de que logra cumplir con el 100% de los objetivos específicos en base a su diseño, lo que le brinda fortaleza y confiabilidad. Sin embargo, una de la debilidad de nuestro estudio es que cuenta con una muestra relativamente pequeña, menor de 100 casos, condicionada de inicio por el tiempo de observación, en comparación con los seguimientos a largo plazo de estudios con mayor significancia estadística.

Además, es el primero en nuestro medio, en considerar el dogma de que las heridas causadas por proyectil de arma de fuego presentan múltiples variables en cuanto a su mecanismo de producción o balística, sitio donde se produce la lesión, las regiones anatómicas afectadas, y la evolución que puedan tener. Por lo tanto, permite al medio de urgencias tomar en cuenta la posibilidad de lesiones a estructuras vitales.

Sin embargo, tuvo una serie de limitaciones. Por ejemplo, nos hubiera gustado hacer la evaluación del tratamiento otorgado desde el punto de vista del quirúrgico o analizar el apego a las pautas actuales sugieren que tratamientos específicos la toracotomía en el servicio de urgencias en pacientes con trauma penetrante (20), particularmente aquellos con signos iniciales de vida que han sufrido una parada cardíaca. Aunado a esto, no podemos excluir el riesgo de sesgo relacionado con nuestro enfoque y las diferencias en el manejo de los pacientes.

## Conclusiones

Existe una baja incidencia de pacientes con heridas por proyectil de arma de fuego en tórax en la unidad de reanimación del servicio de urgencias del Hospital General La Villa con apenas 50 casos, con un predominio por el sexo masculino y adultos jóvenes.

La mortalidad para nuestra población durante el periodo de estudio fue de 28%, con una mediana de mortalidad de 31 días posterior a su ingreso. Una proporción del 80% de la mortalidad en los pacientes con heridas por proyectil de arma de fuego en tórax se presenta en etapas tardías del trauma.

Sin embargo, es fundamental que se elaboren más estudios que analicen de forma más rigurosa la epidemiología de dichas lesiones para lograr una idea más clara sobre el patrón de presentación, los sitios anatómicos de lesión más frecuentes, el tratamiento, pronóstico y morbimortalidad.

Por último, los resultados del presente trabajo de investigación son útiles dado que representa sensiblemente a la población del área de observación más sus resultados deberán interpretarse con precaución; siendo práctica su revisión para futuros trabajos de investigación con las consideraciones que permitan mejores resultados y aplicaciones.

## Bibliografía

1. Canseco J, Palacios J, Reyna F, Álvarez N, Alatorre L, Muñoz G. Epidemiología de las lesiones por proyectil de arma de fuego en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León. *Cirugía y Cirujanos*. 2017; 85 (1): 41-48.
2. Stefanopoulos P, Hadjigeorgiou G, Filippakis K, Gyftokostas D. Gunshot wounds: A review of ballistics related to penetrating trauma. *J Ac Dis* 2014; 178-185.
3. Lichte P, Oberbeck R, Binnebösel M, Wildenauer R, Pape H, Kobbe P. A civilian perspective on ballistic trauma and gunshot injuries. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2011; 18: 35.
4. Bruner D, Gustafson C, Visintainer C. Ballistic injuries in the emergency department. *Emerg Med Pract* 2011; 13 (12): 1-30.
5. Karmy R, Namias N, Coimbra R, Moore E, Schreiber M, McIntyre R Jr, et al. Western Trauma Association critical decisions in trauma: penetrating chest trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014; 77 (6): 994-1002.
6. Arcaute F, García L, Noyola H, Espinoza F, Rodríguez C. Mecanismos de lesión en actos de violencia extrema *Cirugía y Cirujanos* 2016; 84 (3): 257-262
7. Powers D, Delo RI. Characteristics of Ballistic and Blast Injuries. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2013; 21 (1): 15-24.
8. Bernardin B, Troquet J. Initial Management and Resuscitation of Severe Chest Trauma. *Emerg Med Clin North America* 2012; 30 (2): 377-400.
9. Ball C. Current management of penetrating torso trauma: nontherapeutic is not good enough anymore. *Can J Surg* 2014; 57 (2): E36-43.
10. Kuhajda I, Zarogoulidis K, Kougioumtzi I, Huang H, Li Q, Dryllis G, et al. Penetrating trauma. *J Thorac Dis* 2014; 6 (Suppl 4): S461-5.
11. Durso A, Caban K, Munera F. Penetrating thoracic injury. *Radiol Clin North Am*. 2015; 53 (4): 675-93.
12. Dreizin D, Munera F. Blunt polytrauma: evaluation with 64-section whole-body CT angiography. *Radiographics* 2012; 32 (3): 609-31.

13. Kong V, Sartorius B, Clarke D. The selective conservative management of penetrating thoracic trauma is still appropriate in the current era. *Injury* 2015; 46: 49–53.

40

14. Okoye O, Talving P, Teixeira P, Chervonski M, Smith J, Inaba K, et al. Transmediastinal gunshot wounds in a mature trauma centre: changing perspectives. *Injury* 2013; 44: 1198– 203.
15. Stefanopoulos P, Filippakis K, Soupiou O, Pazarakiotis V. Wound ballistics of firearm-related injuries-Part 1: missile characteristics and mechanisms of soft tissue wounding. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014; 43 (12): 1445-1458.
16. Mehmet Ali Karac et al. Evaluation of gunshot wounds in the emergency department. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, July 2015, Vol. 21, No. 4.
17. Barbois S, Abba J, Guigard S, Quesada J, Pirvu A, Waroquet P, et al. Management of penetrating abdominal and thoraco-abdominal wounds: A retrospective study of 186 patients. *J Visc Surg* 2016; 153: 69—78.
18. Heus C, Mellema J, Giannakopoulos G, Zuidema W. Outcome of penetrating chest injuries in an urban level I trauma center in the Netherlands. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2015; 0: 1-5. DOI: 10.1007/s00068-015-0533-9.
19. Karaca M, Kartal N, Erbil B, Öztürk E, Kunt M, Şahin T, et al. Evaluation of gunshot wounds in the emergency department. *Ulus Trauma Acil Cerrahi Derg* 2015; 21 (4): 248-55.
20. Baydur A, Inaba K, Barmparas G, Teixeira P, Julianne A, Bukur M, et al. Thoracic Gunshot Wounds: Alterations to Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength. *J Trauma*. 2012;69: 756–760.