

Artículo original

## Factores de riesgo asociados a infección de fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego

Pérez-Ruiz SA,\* Matus-Jiménez J\*\*

Secretaría de Salud de la Ciudad de México

**RESUMEN.** *Antecedentes:* La introducción de armas de fuego ha incrementado las muertes, asesinatos y suicidios. Las lesiones por proyectil de arma de fuego (PAF) afectan cada vez más a poblaciones civiles (500,000 lesiones anualmente) y es la segunda causa de muerte en jóvenes. La mitad requiere tratamiento de fracturas (45%), acompañado de reportes de 6% que desarrollaron una infección profunda. *Material y métodos:* Estudio retrospectivo, observacional y transversal en cuatro hospitales de la Secretaría de Salud de la CDMX de la frecuencia de infección en fracturas expuestas por PAF y si existe algún otro factor que acompañe a la infección. *Resultados:* Se encontraron en la revisión de los expedientes de los cuatro hospitales a 67 pacientes, hombres, con una incidencia de infecciones de 4.5%, al analizar los factores de riesgo éstos no presentaron asociación significativa. *Discusión:* Ningún factor de riesgo posee significancia estadística de que se presente algún proceso infeccioso, probablemente por un buen tratamiento inicial.

**Palabras clave:** Fracturas expuestas, proyectil de arma de fuego, PAF, infección, factores de riesgo.

**ABSTRACT.** *Background:* The introduction of firearms has increased deaths, assassinations and suicides. Firearm projectile injuries (PAF) increasingly affect civilian populations (500,000 injuries annually), it is the second cause of death in young people. Half required fracture treatment (45%), accompanied by reports of 6% who developed a deep infection. *Material and methods:* Retrospective, observational, cross-sectional study in four hospitals of the Secretary of Health of CDMX of the frequency of infection in fractures exposed by PAF and if there is any other factor that is associated with the infection. *Results:* In the review of the files of the four hospitals, 67 patients were found, men, with an incidence of infections of 4.5%, when analyzing the risk factors these did not present a significant association. *Discussion:* No risk factor has statistical significance for any infectious process to occur, probably due to a good initial treatment.

**Key words:** Exposed fractures, firearm projectile, PAF, infection, risk factors.

### Nivel de evidencia: IV

\* Médico adscrito en el Hospital General de Zona 1 del IMSS de Tapachula, Chiapas.

\*\* Académico de Número de la Academia Mexicana de Cirugía, Médico Ortopedista, Traumatólogo, Médico del Deporte y Especialista en Banco de Tejidos, Adscrito al Hospital General Xoco de la Secretaría de Salud de la CDMX.

Dirección para correspondencia:  
Acad. Dr. Juan Matus-Jiménez  
E-mail: juanmatus@icloud.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/actaortopédica>

### Introducción

La producción de armas de fuego ha aumentado durante el último siglo en los Estados Unidos, incrementando el riesgo de muertes, asesinatos y suicidios.<sup>1</sup> Actualmente, es la segunda causa de muerte en jóvenes de ese país.<sup>2</sup> Las lesiones por proyectiles de arma de fuego (PAF) afectan cada vez con mayor frecuencia a la población civil,<sup>2</sup> siendo las principales causas conflictos colectivos, aumento de la violencia, delincuencia o terrorismo.<sup>3</sup>

Como datos estadísticos se encontró que 500,000 lesiones por arma de fuego ocurren anualmente en ese país, resultando de esto 50,000 muertes,<sup>4</sup> de las cuales las heridas por PAF no fatales son un problema común que se

estima suceden aproximadamente entre 60,000 y 80,000 veces por año.<sup>2</sup>

El impacto económico de estas lesiones es grande, ya que los costos generados en el tratamiento son cubiertos en su mayoría por los servicios de salud derivados de los impuestos del país, además de las pérdidas en la productividad y la reducción en la calidad de vida del paciente.<sup>2</sup>

La estadística en México indica que es evidente que ha aumentado la frecuencia de las lesiones por PAF.<sup>5</sup> El estudio realizado en el Hospital Central Militar de México revela que más de 75% de las lesiones en tiempos de guerra se localizan en extremidades (la literatura mundial reporta que la lesión de los miembros se observa entre 70-80%)<sup>1</sup> y más de la tercera parte de estas lesiones presenta afectación ósea (de 44 a 47%).<sup>5</sup> Los resultados obtenidos en este estudio son muy parecidos a los de la literatura mundial, de los cuales 50% involucran fémur, 23% antebrazo, 17% húmero y 11% tibia.<sup>5</sup>

El género más afectado es el masculino, promedio de edad 32 años (13-68 años), el sitio de mayor frecuencia de herida es vía pública, asaltos o enfrentamientos.<sup>5</sup>

En el estudio realizado en el Hospital General de Ciudad Juárez, Chihuahua, se observó que de un total de 559 fracturas, 115 pacientes (28%) presentaban lesiones provocadas por alta energía transferida sospechada, por la conminución de las fracturas (80 pacientes) y multifragmentación (75 pacientes); 302 pacientes presentaron fracturas tipo III de Gustilo (75%), por lo que se concluyó que la mayoría fueron lesiones con una alta energía transferida.<sup>6</sup> En este mismo estudio se presentaron 27 infecciones profundas (6%). Los cultivos obtenidos en los pacientes infectados fueron *Enterobacter cloacae*, *E. coli* y *Pseudomonas* sp.<sup>6</sup> No se han encontrado estudios actuales de nuestro país que hablen sobre los factores de riesgo de infección de las fracturas expuestas por PAF.

Debido a que las lesiones por PAF representan una carga tanto para el individuo como para la sociedad, el cirujano debe mostrar interés en el tratamiento y para esto es necesaria la comprensión de la balística para facilitar su evaluación y cuidado.<sup>4</sup>

El proyectil de un arma de fuego puede ser expulsado a una presión de 25 t/ft<sup>2</sup>,<sup>3</sup> de acuerdo con la velocidad inicial se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Alta velocidad (600-700 m/s)
- Mediana velocidad (350-660 m/s)
- Baja velocidad (< 350 m/s)<sup>7</sup>

Mientras que diferentes autores la clasifican en alta (más de 2,000 ft/s) o baja velocidad (menos de 2,000 ft/s).<sup>4</sup> El término de «baja o alta velocidad» es engañoso debido a que armas de baja velocidad pueden llegar a causar daños severos en los tejidos.<sup>3</sup>

La severidad del daño causado por el proyectil en los tejidos puede clasificarse como «baja o alta energía», teniendo como factores principales la cantidad y eficiencia de la

transferencia de energía que se relacionan con la energía cinética.<sup>3</sup>

Por la **cantidad de energía** que la causa, se dice que son:<sup>3</sup>

- Alta energía (> 1,000 J)
- Mediana energía (250-1,000 J)
- Baja energía (< 250 J)

La importancia de la energía se puede observar en la clasificación de la Cruz Roja de las heridas de guerra, que ha sido modificada por lesiones civiles,<sup>8</sup> la cual incorpora aspectos de balística y clínicos de las lesiones por arma de fuego, basada en la disipación de energía, estructuras vitales dañadas, tipo de daño a tejidos blandos, severidad del daño óseo, grado de contaminación y la clasificación de Gustilo-Anderson de fracturas expuestas, donde las fracturas por armas de baja velocidad se asignan al grado I y II y las de alta velocidad al grado III a pesar del tamaño de la herida.<sup>3,8</sup>

Se deben rechazar por completo determinadas teorías como la del proyectil esterilizado por el calor del cañón del fusil o los destrozos de la onda de choque que han provocado la aplicación de tratamientos insuficientes o desbridamientos demasiado extensos<sup>1</sup> y la «fuga» de los nervios y vasos sanguíneos ante el proyectil es un mito.<sup>1</sup> Las fracturas expuestas ya no se consideran estériles a pesar de las altas temperaturas alcanzadas en el proyectil.<sup>3</sup>

La escala de puntuación de la Cruz Roja (EPCR) categoriza las heridas en seis grados de acuerdo con los siguientes parámetros:

E	Herida de entrada en centímetros	
X	Herida de salida en centímetros	
C	Cavidad	¿Es posible que mida dos traveses de dedo antes de la escisión quirúrgica? C0 = No C1 = Sí
F	Fractura	¿Hay fractura? F0 = Ausencia de fractura F1 = Fractura simple, orificio óseo o conminución insignificante F2 = Conminución
V	Estructura vital	¿Se observa duramadre, pleura, peritoneo o lesión de principales vasos sanguíneos? V0 = Ausencia VN = Neurológica (duramadre o médula) VT = Torácica (pleura, laringe o tráquea) VA = Abdomen (peritoneo) VH = Hemorragia (vaso periférico de gran calibre o carótida en cuello)
M	Cuerpos metálicos	¿Radiografía con presencia de balas o fragmentos? M0 = No M1 = Sí, uno M2 = Sí, múltiples

Tomando en cuenta los parámetros anteriores, se clasifican según magnitud de la lesión tisular de la siguiente manera:

- **Grado 1:** E + X inferior a 10 cm más puntuaciones C0, F0 o F1 (baja transferencia de energía).
- **Grado 2:** E + X inferior a 10 cm más puntuaciones C1 o F2 (alta transferencia de energía).
- **Grado 3:** E + X 10 cm o más, más puntuaciones C1 o F2 (transferencia de energía masiva).

Se clasifican en tipos según tejidos afectados:

- **Tipo ST:** tejidos blandos. V0 y F0.
- **Tipo F:** con fracturas. F1 o F2 y V0.
- **Tipo V:** heridas vitales asociadas con riesgo de muerte. F0 y V = N, T, A o H.
- **Tipo VF:** con fractura que afecta estructuras vitales, asocia a riesgo de muerte o pérdida de extremidad. F1 o F2 y V = N, T, A o H.

La combinación de tipos y grados determinan 12 categorías en el sistema de clasificación:<sup>6</sup>

	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Tipo ST	1ST Herida pequeña y simple	2ST Herida tisular blanda de tamaño intermedio	3ST Herida tisular blanda grande
Tipo F	F1 Fractura simple	F2 Fractura importante	3F Comminución masiva
Tipo V	1V Herida pequeña potencialmente fatal	2V Herida de tamaño intermedio potencialmente fatal	3V Herida grande potencialmente fatal
Tipo VF	1VF Herida pequeña asociada con riesgo de pérdida de un miembro y/o la vida	2VF Herida importante asociada con riesgo de pérdida de un miembro y/o la vida	3VF Herida grande asociada con riesgo de pérdida de un miembro y/o la vida

Las lesiones se deben clasificar para determinar su gravedad, por lo que se utiliza la de Gustilo y Anderson para determinar la gravedad de las fracturas expuestas<sup>1</sup> tomando en consideración lo siguiente:

- Tipo I: herida cutánea inferior a 1 cm de diámetro. En general, la abertura se produce de dentro hacia fuera. Además, se observa alguna lesión de las partes blandas. La fractura suele ser simple, transversal u oblicua corta con discreta comminución.
- Tipo II: orificio superior a 1 cm sin daño considerable, pérdida de sustancia o avulsión. Existe comminución discreta y contaminación moderada.
- Tipo III: daño cutáneo-muscular, lesión neurovascular, alta contaminación bacteriana.

- III A: conviene cubrir el foco de fractura con partes blandas a pesar de la amplia laceración. La comminución de la fractura es marcada sin importar el tamaño de la herida;
- III B: a la fractura abierta se suma lesión extensa o pérdida de sustancia de las partes blandas, con denudación del periostio y exposición del hueso, contaminación masiva y comminución muy marcada a causa de un traumatismo de alta energía. El hueso se expone tras desbridamiento y limpieza y se debe cubrir con un colgajo de tejido adyacente o un colgajo libre;
- III C: a la fractura abierta se suma una lesión vascular que exige reparación, además de grandes daños de las partes blandas.

De acuerdo con la clasificación dada debemos pensar en el tratamiento del tipo de lesión, las lesiones por PAF poseen características específicas que es necesario conocer para establecer un mejor tratamiento.

El tratamiento no se dirige a un tipo de proyectil, sino a una herida concreta,<sup>1,9</sup> dependiendo de las características de la lesión y de las características del centro asistencial. Además de que cada cirujano debe tratar cada lesión con ayuda de los conceptos generales de balística según las características de la exploración física y no en función del tipo de proyectil o las lesiones que teóricamente espera encontrar.<sup>1</sup>

El tratamiento inicial no difiere de las lesiones abiertas típicas de un miembro,<sup>1</sup> comienza con valorar la lesión, cubrir con un apósito estéril, comprimir la herida en caso de hemorragia (en caso de no ceder aplicar torniquete), inmovilizar extremidad, analgesia, **antibióticos**, seroprofilaxis antitetánica, **desbridamiento quirúrgico** plano por plano de superficial a profundo, no realizar reparaciones nerviosas o tendinosas en caso de ser potencialmente séptico, retirar **cuerpos extraños**, escindir músculos de acuerdo con viabilidad, retirar fragmentos de hueso desvitalizados (libres, no pediculados), abundante **irrigación con solución fisiológica tibia**, usar agua oxigenada, no en todos los casos (evitar en exposiciones grandes por el riesgo de embolia gaseosa).<sup>1</sup> Realizar cierre cutáneo alrededor del quinto día, con desbridamientos adicionales de acuerdo con las características de los tejido según la evolución local (necrosis o infección).<sup>1</sup>

Se considera que el **intervalo cronológico crítico** después de la contaminación es de seis horas;<sup>6</sup> la eficacia de la intervención quirúrgica y la administración de antibióticos para prevenir la infección disminuyen a medida que aumenta el tiempo transcurrido desde que se produjo la lesión, mientras que la carga bacteriana aumenta en forma exponencial.<sup>6</sup> Al tratamiento **antibiótico** con penicilinas más metronidazol hay que agregar aminoglucósido en caso de contaminación importante con duración no mayor de cinco días.<sup>1</sup> Iniciar antes de dos horas y seis horas como máximo.<sup>1</sup> Estudios como el de Dickey y cols. encontraron que en fracturas estables y no quirúrgicas producidas por PAF existe índice similar de infección entre fracturas con profilaxis antibiótico o no. Knapp y cols. en el mismo tipo

de fracturas no detectaron diferencia en la tasa de infección entre tratados con antibióticos vía oral o intravenosa.<sup>2</sup> Varios autores prefieren tratar las fracturas de bajo riesgo con una cefalosporina de primera generación, las de alto riesgo con cefalosporina más gentamicina y agregan penicilina en presencia de contaminación por tierra.<sup>2</sup> Boucree y cols. recomiendan el uso de antibiótico intravenoso por 72 horas en fracturas de bajo y alto riesgo.<sup>2</sup>

El **desbridamiento** debe realizarse antes de la sexta hora y repetirse al segundo y cuarto día.<sup>1</sup> La calidad del desbridamiento inicial incide de manera notable en el resultado final a largo plazo.<sup>1</sup> Evidencia actual ha demostrado que no todas las lesiones de tejidos blandos requieren desbridamiento;<sup>2</sup> sin embargo, en las heridas de alto riesgo el desbridamiento quirúrgico toma un papel muy importante.<sup>2</sup> Las fracturas de huesos subcutáneos como la clavícula y la tibia son tratadas con desbridamiento quirúrgico.<sup>2</sup> Dentro del tratamiento quirúrgico inicial la **extracción de balas retenidas** no ha demostrado disminuir el riesgo de infección.<sup>2</sup>

El traumatismo de varios tejidos requiere tratamiento ortopédico y vascular de urgencias.<sup>1</sup> El tratamiento quirúrgico urgente se realiza en pacientes con lesión importante de tejidos blandos, lesión vascular, exposición de tejido óseo y síndrome compartimental.<sup>2</sup> Éstas rara vez comprometen la vida, poseen secuelas funcionales frecuentes como alto riesgo de infección y daño vascular que muchas veces no permiten preservar la extremidad, es cuando resulta necesaria una amputación de urgencias o de forma secundaria.<sup>1</sup>

El tratamiento de las fracturas de baja energía se basa en el daño a los tejidos óseos,<sup>4</sup> la mayoría de estas lesiones pueden ser tratadas de manera segura con cuidados locales de la herida y la mayoría de los autores recomiendan terapia antibiótica de rutina, el manejo de las fracturas por baja energía está dado por el patrón de daño óseo; la mayoría pueden ser tratadas con seguridad de manera conservadora mediante cuidados de herida de manera ambulatoria.<sup>4</sup> Pueden ser tratadas de manera similar a fracturas cerradas más el uso de antibióticos.<sup>2</sup>

Los tejidos blandos desempeñan un papel crucial en el tratamiento de las heridas por alta energía,<sup>4,8,10</sup> éstas son tratadas con desbridamiento y antibiótico intravenoso por 48 horas.<sup>2</sup> El tratamiento de las lesiones de alta energía indica irrigación y desbridamiento agresivo y el uso de protocolos para fracturas expuestas, incluyendo el uso de fijadores externos o clavo centromedular (en caso de cumplir criterios) más terapia antibiótica por 48-72 horas.<sup>4,8,10</sup>

Según el libro de Cirugía de Guerra del Comité Internacional de la Cruz Roja, las heridas de los tejidos blandos de **grado 1** no complicadas se pueden tratar mediante la limpieza quirúrgica y administración de antibióticos, si el tratamiento se instaura dentro de las seis horas de producida la lesión; mientras que en las **heridas más graves**, la administración temprana de antibióticos inhibe el desarrollo bacteriano y limita la invasión local, al menos transitoriamente.<sup>6</sup> Sin embargo, después del inicio del tratamiento más

allá de seis horas aumenta significativamente el riesgo de infección.<sup>6,8</sup>

Múltiples factores se han atribuido al aumento de la probabilidad de infección de este tipo de heridas, unos al huésped, otros a las características de la lesión y otros al tratamiento establecido en el paciente. A nivel mundial se menciona en numerosos estudios una cantidad de factores diversos; sin embargo, en nuestro país no se han encontrado registros actuales que los evalúen, que determinen si la ausencia o presencia de éstos pueden aumentar la incidencia de infección, solamente estudios epidemiológicos que nos hablan de la frecuencia de infección y otros aspectos epidemiológicos junto con algunos factores relacionados al tratamiento establecido.<sup>8,10,11,12,13,14,15,16,17</sup>

Por eso, se ha decidido investigar sobre qué factores de riesgo se repiten con mayor frecuencia en las infecciones de fracturas por PAF en nuestro medio; y así al identificarlos podemos tomar las medidas necesarias para evitar que se presenten, con lo que disminuiremos el índice de infecciones, lo que a la larga nos traerá disminución de los recursos utilizados en el tratamiento de esta complicación.

Definiremos como infección de sitio quirúrgico a la presencia durante los 30 días posteriores a la cirugía de al menos una de las dos condiciones principales conocidas (presencia de descarga purulenta y/o aislamiento de organismo en cultivo), además de al menos un signo clínico (dolor/hipersensibilidad, hinchazón, rubor/calor).<sup>11</sup>

**Las balas y los fragmentos** de proyectiles no están esterilizados en el momento del disparo y en el orificio de entrada los propios proyectiles contaminados arrastran bacterias hacia el interior de la herida.<sup>6</sup> Además de que la presión negativa generada por la cavidad temporal también contribuye a la aspiración de bacterias,<sup>6</sup> pueden agregarse **otros materiales** contaminantes como ropa, polvo y materia orgánica diversa.<sup>6</sup> La contaminación por material es causada por una combinación de tierra, ropa y piel, arrastrada por el proyectil hacia la herida.<sup>3</sup> Los agentes etiológicos que con mayor probabilidad contaminan las lesiones de guerra son: clostridios, estreptococo beta-hemolítico, estafilococo y microorganismos entéricos.<sup>8,10,11</sup> La mayoría de los estudios concluyen que el agente causal mayor en las lesiones por arma de fuego son las bacterias Gram positivas, mientras que otros como Thanni reportan en sus series de infección de sitio quirúrgico como agente mayor a los bacilos Gram negativos y pocos estudios identifican como agente patógeno aislado más común en infecciones de heridas en combate al *Acinetobacter baumannii*.<sup>11</sup>

Los **mecanismos de defensa naturales** del cuerpo entran en acción para aislar los materiales contaminantes y el tejido necrótico. En una herida contaminada las bacterias proliferan en los tejidos necróticos, pero no invaden los tejidos viables hasta que la cantidad de microorganismos alcanza el umbral de 106/gramo de tejido.<sup>6</sup> Cuando la cuenta bacteriológica alcanza 105-106 organismos por gramo o por mililitro se clasifica como infección,<sup>3</sup> cultivos del trayecto de la bala han mostrado cuentas de 1.1 x 105 a 12 horas y

de 4.8 x 105 a 24 horas de la lesión.<sup>3</sup> La presencia de estos contaminantes reduce este umbral de infección e invasión, ya que crea un medio para el crecimiento y replicación bacteriana a pesar del sistema inmunitario del paciente. Existen también **factores de riesgo relacionados con el microorganismo** propiamente dicho.<sup>6</sup> La adhesión de las bacterias a los biomateriales desempeña un papel importante en la infección, algunos organismos producen un glucocálix que facilita esta adhesión y que también protege a las bacterias de los antibióticos y de la fagocitosis. El establecimiento de la infección en hueso también se relaciona con la isquemia tisular y la inmunidad del huésped.<sup>12,13,14,15,16</sup>

El desarrollo y la intensidad de los síntomas y signos de infección (locales o sistémicos) dependen de la inoculación, virulencia del organismo y de las defensas del huésped.<sup>14,15,16</sup>

La contaminación en heridas de baja energía está limitada y cerrada al trayecto de la bala, mientras que en las heridas de alta energía la contaminación está dispersa más allá del trayecto.<sup>6</sup> Esto explica por qué es necesaria la terapia antibiótica intravenosa de 24-48 horas posteriores a la lesión en heridas de alta energía, en tanto que en heridas de baja energía puede no ser tan necesaria.<sup>3</sup>

La comprensión cabal de la fisiopatología subyacente es importante para determinar el mejor procedimiento a seguir y la eficacia de los antibióticos como auxiliares del desbridamiento, el drenaje y la resistencia natural del cuerpo a la infección.<sup>6,10,11,12,13,14,15,16</sup>

El tema central de este trabajo son los factores de riesgo que pueden favorecer o no la presencia de infección en las fracturas expuestas por PAF; se entiende que todas las lesiones de tejidos, ya sean traumáticas o quirúrgicas comienzan a contaminarse; en algunas instancias la técnica quirúrgica y las defensas del huésped la controlan, si esto no sucede se desarrolla la infección. Las infecciones superficiales de heridas quirúrgicas se pueden desarrollar durante los 30 días posteriores a la cirugía, abarcando tejido subcutáneo y piel. Las infecciones profundas pueden ser diagnosticadas un año después de la implantación de dispositivos metálicos<sup>15</sup> en caso de realizarse una cirugía por lesión ósea.

En un estudio realizado en Pakistán<sup>18</sup> donde se observaron pacientes con heridas por explosión y por armas de fuego buscando la incidencia, agente etiológico y tratamiento de éstas, se encontró que de 1,034 pacientes 793 fueron dañados por arma de fuego, 241 por explosión, de los cuales 830 (80%) fueron hombres y 204 (19%) mujeres. La infección de sitio quirúrgico fue de 147 (14.2%), sin diferencia significativa entre hombres y mujeres. Diez por ciento de los lesionados con armas de fuego y 23% de los causados por explosión presentaron infección. La tibia fue el hueso más dañado y con mayor prevalencia de infección, el agente patógeno más frecuente en este hueso fue el *S. aureus* (por la mínima cobertura de tejidos blandos), la *Pseudomonas aeruginosa* fue el patógeno más común en las fracturas de fémur. En 15% de los pacientes con infección se encontraron cultivos negativos. Se realizó lavado quirúrgico y se administraron antibióticos en todos los pacientes, el más utilizado fue la

ceftriaxona (cefalosporina de tercera generación) a 1 g cada 24 horas, primera dosis 30 min previos a lavado quirúrgico o cefazolina (cefalosporina de primera generación), combinada con ofloxacino (quinolona de segunda generación) o amikacina. Noventa y uno por ciento fue curado con el uso de antibióticos y el lavado inicial, mientras que 8% necesitó de más tratamientos quirúrgicos, en 50% retiro de material, en 33% lavado y desbridamiento y 16% con remoción de secuestro óseo.<sup>17,18</sup> Veintitrés por ciento presentó datos de infección posterior al alta hospitalaria sin signos de infección al egreso detectados en las consultas de seguimiento, este retraso en el desarrollo de la infección puede ser causado por otros factores de comorbilidad.<sup>11</sup>

## Material y métodos

Se realizó un estudio retrospectivo, observacional y transversal donde se evaluó si existe relación entre los factores de riesgo y la presencia de infección de herida en las fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego en los pacientes atendidos en los hospitales generales de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México (Xoco, Leñero, Villa, Balbuena) en el período comprendido de Enero a Diciembre de 2014.

Se realizó el análisis estadístico descriptivo con el programa SPSS 15.0 para Windows, se consideró estadísticamente significativo un valor de p menor de 0.05.

## Resultados

Los pacientes estudiados fueron en total 67, siendo 11 (16.4%) del Hospital General «Dr. Rubén Leñero», 22 (32.8%) de Balbuena, 15 (22.4%) de La Villa y 19 (28.4%) de Xoco. El promedio de edad fue de 32 años, con un paciente menor de edad de 16 años y uno mayor de 52 años.

La frecuencia de huesos afectados se detecta en el fémur con 38%, la tibia y peroné con 29%, el pie 11%, el húmero 9%, el radio y cíbito 4.5% (*Tabla 1*).

De acuerdo con el lado afectado, el más frecuente fue el derecho con 50.7% y el izquierdo con 47.8%, hubo un paciente no graficado debido a que presentaba fractura en columna vertebral.

**Tabla 1: Frecuencia de huesos afectados, fémur, tibia y pie son los tres primeros en ese orden.**

Hueso afectado	Frecuencia	Porcentaje
Húmero	6	9.00
Radio y cíbito	3	4.50
Fémur	26	38.80
Tibia y peroné	20	29.90
Mano	1	1.50
Pie	8	11.90
Pelvis	1	1.50
Columna	1	1.50
Escápula	1	1.50
Total	67	100.00

En 49.3% de los pacientes se observa un trazo conminuto, mientras que un trazo simple se aprecia en 50.7%, abarcando dentro de este grupo trazos con tercer fragmento o poca conminución.

En 88% de pacientes se observan fragmentos de proyectil en la radiografía, mientras que en 11% restante no se detectó, no hubo diferencia en el número de éstos, pudiendo ser múltiples o únicos.

De acuerdo con la clasificación de Gustilo se encontró que cuatro pacientes son tipo III, 27 pacientes tipo II y 36 tipo I.

En tres pacientes de los 67 estudiados se encontraron datos de infección durante el año de seguimiento posterior a tratamiento, obteniéndose un porcentaje de 4.5% (*Figura 1*).

Sesenta y ocho por ciento de los pacientes recibió atención antes de transcurridas seis horas desde el momento de la lesión, mientras que el restante 31% tardó más de seis horas entre la lesión y el tratamiento de ésta, en todos los casos se aplicó tratamiento antibiótico.

Cien por ciento de los pacientes recibió tratamiento antibiótico, 98.5% vía parenteral en tanto que 1.5% vía oral; el paciente que recibió tratamiento vía oral fue a base de cefalosporina de primera generación por siete días.

En la mayoría de los pacientes se utilizó doble esquema con 53.7%, esquema único corresponde a 37.3% y triple esquema a 9%; todos los pacientes con esquema único recibieron tratamiento con cefalosporinas (*Tabla 2*).

A 100% de los pacientes atendidos no se le realizó lavado quirúrgico, por lo que no se contempló como tratamiento inicial.

De los tres pacientes con datos de infección, se observa que los factores de riesgo presentes en cada uno de ellos fueron de la siguiente manera:

Todos con edad mayor que la media del grupo, de sexo masculino, dos con índice de masa corporal de preobesos,

uno normal, en todos se observó presencia de fragmentos radiográficos, todos también con trazo conminuto, según la clasificación de Gustilo dos se encuentran dentro del tipo I y uno dentro del tipo II y de la Cruz Roja dos dentro de la categoría F2 y uno en la F1, en ninguno de ellos se realizó lavado quirúrgico, en dos de ellos se inició tratamiento antes de seis horas y en uno después de seis horas de presentar la exposición de la fractura, en todos se aplicó tratamiento antibiótico, en uno se inició triple esquema, en otro doble y en el tercero se aplicó esquema único a base de cefalosporinas y por último uno de ellos fue positivo a comorbilidades tipo diabetes mellitus.

La frecuencia encontrada de factores en los pacientes infectados fue la siguiente: 100% de ellos de sexo masculino, 33.3% con IMC normal y 66.7% con sobrepeso, 33.3% presentó comorbilidades, con positividad a diabetes mellitus únicamente, mientras que en 66.7% restante fue negativa, la tibia fue el hueso que más se infectó con 66.7%, en tanto que el fémur presentó una frecuencia de 33.3%; 100% de los pacientes presentó afección del lado derecho, con clasificación de Gustilo tipo I de 33.3% y tipo II de 66.7%, la Cruz Roja F1 33.3% y F2 66.7%, en 100% se infirió que la causa fue un proyectil de baja velocidad, en 66.7% se procedió a tratamiento antes de seis horas de iniciado el padecimiento, mientras que en el resto (33.3%) se inició después de estas seis horas; 100% recibió tratamiento antibiótico inicial vía parenteral, de éstos 33.3% recibió esquema único (cefalosporina), 33.3% esquema doble (cefalosporina/aminoglucósido) y el otro 33.3% esquema triple (cefalosporina/lincosamida/imidazol), en 100% de éstos no se realizó lavado quirúrgico; en las radiografías se observó trazo conminuto y fragmentos múltiples o único de proyectil.

Al analizar de manera individualizada los casos en los que se presentó infección se encontró lo siguiente:

Caso 1: Los factores que pudieron favorecer la infección fueron: edad, IMC en sobrepeso, el trazo conminuto y fragmentos del proyectil radiográficos, a quienes no se les realizó lavado quirúrgico con comorbilidad de diabetes mellitus a pesar de que se inició el tratamiento con antibiótico antes de seis horas con doble esquema.

Caso 2: Como factores de riesgo positivo a fractura conminuta: no se realizó lavado quirúrgico inicial, se inició tratamiento antes de seis horas con triple esquema de antibió-

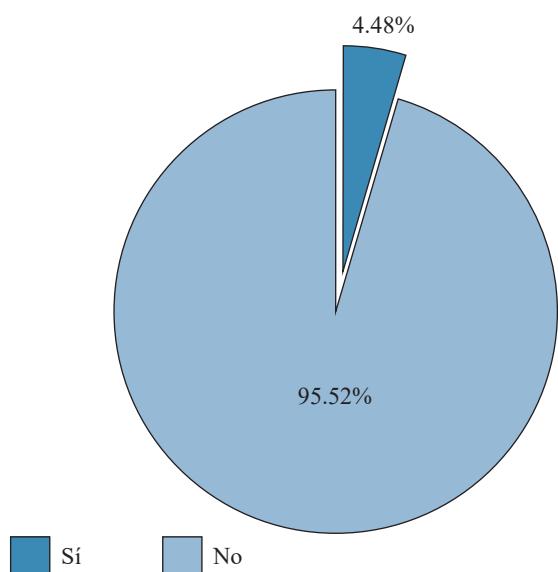


Figura 1: Pacientes con datos de infección: tres de 67 pacientes.

Tabla 2: Esquemas antibióticos utilizados en los pacientes estudiados.

Esquema antibiótico	Frecuencia	Porcentaje
Único	25	37.3
Doble esquema	36	53.7
Triple esquema	6	9.0
Total	67	100.0

tico, sin comorbilidades y ser paciente joven con índice de masa corporal normal.

Caso 3: Como factores de riesgo positivos: IMC en sobrepeso, con fractura conminuta y fragmentos metálicos en radiografía, en quienes se inició tratamiento después de seis horas con esquema de antibiótico único a base de cefalosporinas, a pesar de ser joven y sin comorbilidades.

Se realizó un análisis de regresión logística a 30 variables: comorbilidades, diabetes mellitus, hipertensión arterial; otras: hueso afectado: húmero, radio y cúbito, fémur, tibia y peroné, mano, pie, pelvis, columna, escápula; lado afectado: trazo simple, trazo conminuto, presencia de fragmentos metálicos en la radiografía; inicio de tratamiento mayor o menor de seis horas; encontramos que todas tienen valores de OR y de intervalo de confianza sin significancia estadística.

## Discusión

El índice de infección en fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego encontrado en diversos artículos oscila entre el 6 y 10%, lo cual difiere de nuestros resultados (4.5%), además de que todos los factores de riesgo que se sometieron a análisis estadístico obtuvieron un valor no significativo, la mayoría de los pacientes recibió un tratamiento adecuado, lo que disminuyó el número de casos positivos a infección.

En el estudio realizado por Shahabuddin (quien a diferencia de nuestro estudio tomó en cuenta lesiones causadas por proyectil de arma de fuego más explosivos), se encuentra una frecuencia de lesión en hombres del 80%, a comparación de los resultados de 100% en nuestra población, con una tasa de infección del 10.6% (solamente lesionados por arma de fuego) contra 4.5%, la tibia presenta mayor prevalencia de infección sin mencionar porcentaje o frecuencia, obteniendo nosotros un porcentaje del 66.7%; de acuerdo al tratamiento establecido el 100% recibió tratamiento antibiótico más lavado quirúrgico, mientras que en nuestro estudio no se le realizó lavado al 100%, pero sí se les inició tratamiento antibiótico, en la mayoría de los pacientes se dio doble esquema con cefalosporina más aminoglucósido, mientras que nuestros resultados muestran que se dio al 33.3% esquema único, doble y triple respectivamente, a los que recibieron tratamiento con doble esquema recibieron el mismo esquema antibiótico con cefalosporina más aminoglucósido.<sup>18</sup>

En estudio realizado en el Hospital Central Militar de México se encontró una frecuencia de infección parecida a la reportada a nivel mundial (de 40 a 47%), lo que sobrepasa por mucho la frecuencia de infección obtenida en nuestro estudio (4.5%), con porcentaje de huesos afectados diferente al obtenido por nosotros con fémur en primer lugar con el 50%, y tibia en cuarto lugar con el 11%, contrario al 33.3 y 66.7% obtenido en nuestro estudio respectivamente para cada uno de estos huesos, la edad promedio reportada en este estudio sí es parecida a la que nosotros encontramos, teniendo como promedio 32 años.<sup>5</sup>

En el estudio realizado por Moye-Elizalde, en Ciudad Juárez, Chihuahua, se reporta una incidencia de 6% de infecciones profundas en fracturas por arma de fuego, un poco más parecido al 4.5% encontrado en nuestro estudio; el 75% con Clasificación Gustilo IIIA, mientras que nosotros reportamos un 66.7% con esta clasificación.<sup>6</sup>

El manejo adecuado de una fractura expuesta por proyectil nos ayudará a disminuir el índice de infección en este tipo de lesiones, se han descrito múltiples factores que pueden actuar de buena o mala manera en la evolución de una lesión de este tipo, muchos de ellos modificables, en donde si se actúa de una manera adecuada podremos favorecer a un mejor pronóstico; existen descritos factores no modificables al dar tratamiento a este tipo de fracturas; sin embargo es importante conocerlos.

Como ya se mencionó, el índice de infección en fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego obtenido en diversos artículos difiere de nuestros resultados, con valores no significativos en el análisis estadístico de los factores de riesgo, lo que nos arroja resultados poco útiles para lo que se busca en este estudio. El bajo número de casos de infección obtenidos en la muestra puede deberse a múltiples factores, entre ellos pueden señalarse que al momento de la recolección de número de expedientes en los censos diarios hospitalarios, los pacientes presentaban múltiples diagnósticos y sólo presentaban registrado el diagnóstico principal, o tenían un diagnóstico incompleto (presentaban fractura expuesta pero no se especificaba que era provocada por PAF), lo que provocó que no pudieran ser captados; además de que al momento de la localización de algunos expedientes en archivo clínico o archivo radiográfico, éstos se encontraban extraviados o en uso por otros servicios hospitalarios, (por ejemplo, en casos médico-legales), por mencionar dos causas principales.

Dentro del análisis estadístico de datos se encontró que ninguno de los factores de riesgo a estudiar presentó significancia, esto pudo ser causado por nuestro bajo número de casos registrados con infección, cosa que pudo haber sido causada por lo ya mencionado con anterioridad, también pudo ser debida muy probablemente a que la mayoría de los pacientes recibió un tratamiento adecuado lo que disminuyó el número de casos positivos a infección.

## Conclusiones

Ninguno de los factores de riesgo tiene una significancia estadística para saber si aumentan o no la probabilidad de presentar infección en las fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego. Se encontró una frecuencia de infección menor que la reportada en otros estudios, debida a un manejo adecuado de las lesiones.

En los casos con infección los factores como el grado de lesión de tejidos blandos, el trazo de fractura, el tratamiento inicial establecido y los factores dependientes del paciente (comorbilidades) son las características que se encontraron y que se deben tomar en consideración para la atención de los pacientes con lesiones provocadas por PAF.

Es necesario realizar estudios epidemiológicos con más servicios de salud donde se atiendan para continuar y establecer qué conducta realizar en los pacientes con este tipo de lesiones y mejorar la atención.

#### Bibliografía

1. Versier G, Ollat D. Lesiones de los miembros y de la columna vertebral por proyectiles. *EMC-Aparato Locomotor*. 2005; 38(3): 1-11.
2. Tosti R, Rehman S. Surgical management principles of gunshot-related fractures. *Orthop Clin North Am*. 2013; 44(4): 529-40.
3. Rozen N, Dudkiewicz I. Wound ballistics and tissue damage. In: Lerner A, Soudry M, eds. Armed conflict injuries to the extremities. Berlin, Heidelberg: Springer; 2011: 21-33.
4. Bartlett CS, Helfet DL, Hausman MR, Strauss E. Ballistics and gunshot wounds: effects on musculoskeletal tissues. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000; 8(1): 21-36.
5. García-Valadez LR, Hernández-Téllez IE, Castellanos-Velazco CA, Ibáñez-Guerrero O, Palmieri-Bouchan RB. Epidemiología de las heridas por proyectil de arma de fuego en el Hospital Central Militar de México. *Rev Sanid Milit Mex*. 2015; 69(3): 204-17.
6. Moye-Elizalde GA, Ruiz-Martínez F, Suárez-Santamaría JJ, Ruiz-Ramírez M, Reyes-Gallardo A, Díaz-Apodaca BA. Epidemiología de las lesiones por proyectil de arma de fuego en el Hospital General de Ciudad Juárez, Chihuahua. *Acta Ortop Mex*. 2013; 27(4): 221-35.
7. Stefanopoulos PK, Hadjigeorgiou PK, Filippakis K, Gyftokostas D. Gunshot wounds: a review of ballistics related to penetrating trauma. *J Acute Dis*. 2014; 3: 178-85.
8. Giannou C, Baldan M. Cirugía de Guerra trabajar con recursos limitados en conflictos armados y otras situaciones de violencia. Volumen 1. Ginebra, Suiza: CICR; 2011.
9. Seng VS, Masquelet AC. Management of civilian ballistic fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013; 99(8): 953-8.
10. Sathiyakumar V, Thakore RV, Stinner DJ, Obremskey WT, Ficke JR, Sethi MK. Gunshot-induced fractures of the extremities: a review of antibiotic and debridement practices. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2015; 8(3): 276-89.
11. Dougherty PJ, Vaidya R, Silverton CD, Bartlett C, Najibi S. Joint and long-bone gunshot injuries. *J Bone Joint Surg Am*. 2009; 91(4): 980-97.
12. Bowyer GW, Rossiter ND. Management of gunshot wounds of the limbs. *J Bone Joint Surg Br*. 1997; 79(6): 1031-6.
13. Poyanli O, Unay K, Akan K, Guven M, Ozkan K. No evidence of infection after retrograde nailing of supracondylar femur fracture in gunshot wounds. *J Trauma*. 2010; 68(4): 970-4.
14. Dougherty PJ, Gherebeh P, Zekaj M, Sethi S, Oliphant B, Vaidya R. Retrograde versus antegrade intramedullary nailing of gunshot diaphyseal femur fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2013; 471(12): 3974-80.
15. Grubor P, Milicevic S, Grubor M, Meccariello L. Treatment of bone defects in war wounds: retrospective study. *Med Arch*. 2015; 69(4): 260-4.
16. Prokuski L. Treatment of acute infection. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006; 14(10 Spec No.): S101-4.
17. Dougherty PJ, Sherman D, Dau N, Bir C. Ballistic fractures: indirect fracture to bone. *J Trauma*. 2011; 71(5): 1381-4.
18. Shahabuddin D, Shahab F, Sikka RS. Incidence, etiological profile, and treatment of surgical site infections in patients with gunshot injuries and bomb blast injuries in Pakistan. *Infect Dis Clin Pract*. 2013; 21(5): 302-4.