

UACJ

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS

HOSPITAL GENERAL DE CD. JUÁREZ



**INFECCIÓN POR FRACTURAS EXPUESTAS EN
EXTREMIDADES POR PROYECTIL DE ARMA DE
FUEGO**

TESIS

Para obtener el grado de especialista en
Ortopedia y traumatología

MC. MOISÉS DEL ÁGUILA SOTO

Asesor de tesis.
Dr. Gustavo Antonio Moya Elizalde

Cd. Juárez, Chihuahua, Mayo del 2016.

AUTORIZACION DE TESIS
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Instituto de Ciencias Biomédicas
Departamento de Ciencias de la Salud

C.D. Daniel A. Constandse Cortes
Director del Instituto de Ciencias Biomédicas

Dra. Beatriz Aracely Díaz Torres
Jefa del Departamento de Ciencias de la Salud

Mtra. Irma Delia Enríquez Anchondo
Coordinadora de Investigación y Posgrado
del Instituto de Ciencias Biomédicas

M.C. Gustavo Moya Elizalde
Coordinador de la Especialidad de Ortopedia y Traumatología

M.C. Carlos Tadeo Perzabal Avilez
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación
del Hospital General de Ciudad Juárez
Vicepresidente del Comité de Tesis de las Especialidades Médicas

M.C. Carlos Exiquio Cano Vargas
Presidente del Comité de Tesis de las Especialidades Médicas

M.C. Gustavo Moya Elizalde
Asesor de Tesis

CONTENIDO

1. Introducción.....	2
2. Antecedentes.....	3
2.1. Balística.....	3
2.1.1. General	
2.1.2. Balística interna	
2.1.3. Balística externa	
2.1.3.1. Balística de terminal	
2.1.3.1.1. Balística de heridas	
2.2. Fracturas expuestas.....	7
2.2.1. Clasificación de Gustilo	
2.2.2. Tratamiento	
3. Justificación...9	
4. Planteamiento del problema.....	10
5. Objetivos	
5.1. Objetivo general	
5.2. Objetivos específicos	
6. Metodología.....	12
6.1. Diseño del estudio	
6.2. Población	
6.3. Muestra	
6.4. Recolección de datos	
7. Análisis estadístico.....	14
8. Resultados.....	15
9. Discusión.....	19
10. Conclusión.....	20
11. Bibliografía.....	21
12. Anexos.....	25

Resumen

Objetivos

Establecer factores de riesgo relacionados a una mayor tasa de infección, en fracturas expuestas de extremidades por proyectil de arma de fuego.

Material y métodos

Se realizó en el Hospital General de Ciudad Juárez, un estudio retrospectivo, de cohorte, descriptivo y analítico, de pacientes con herida quirúrgica infectada, por fractura expuesta por proyectil de arma de fuego.

Se solicitaron expedientes médicos de pacientes en el Hospital General de Ciudad Juárez, que recibieron atención por fractura por proyectil de arma de fuego, en el período de 2012 a 2015. Se capturó la información en una hoja de recolección de datos para posterior análisis.

Resultados

El número de pacientes infectados fue de 202. La diabetes mellitus, mostró una correlación positiva con *Pseudomona aeruginosa* ($Rho=0.222$, $p=0.001$). El tabaquismo mostró correlación positiva con *Escheriquia coli* ($Rho=0.245$, $p=0.0001$).

Conclusión

El antecedente de diabetes mellitus, es un factor de riesgo importante para la infección por *Pseudomona aeruginosa*.

1. INTRODUCCIÓN

Las fracturas expuestas son una patología muy antigua, y aunque ya ha sido establecido el tratamiento de las fracturas expuestas y sus complicaciones, sigue siendo un problema de salud, constituyendo un alto porcentaje de ingresos hospitalarios en México y a nivel Mundial (1). En México, se calcula un estimado de 50,000 fracturas expuestas anualmente, con una tasa de complicaciones de hasta el 20%, de las cuales, la infección ocupa el primer puesto (1). Márquez reportó una incidencia de lesiones por proyectil de arma de fuego, de las cuales 28.30% representaron lesiones óseas (2). Entre 2008 y 2010 Ciudad Juárez (Chihuahua) sufrió una ola de violencia similar a la de situaciones de guerra en las cuales los números de muertes y lesiones, especialmente por armas de fuego, experimentaron aumentos marcados (3). Las lesiones por proyectil de arma de fuego en extremidades que involucran el hueso resultan frecuentemente en fracturas conminutas, asociadas a lesiones musculotendinosas y de tejidos blandos complejas (4). Aunque el *Staphylococcus aureus* sigue siendo la principal causa de infección, la gran cantidad de agentes etiológicos asociados con osteomielitis presenta un reto para el médico en términos de selección de terapia antibiótica empírica (5). El presente estudio pretende establecer factores de riesgo que predisponen al desarrollo de una infección, en fracturas expuestas de extremidades, por proyectil de arma de fuego.

2. ANTECEDENTES

Se ha incrementado la disponibilidad de armas de fuego de alta y baja velocidad y, en consecuencia, la cantidad de lesionados a causa de ellas también ha aumentado (8). A menudo este tipo de lesiones son atendidas en los hospitales de la secretaría de salud del Distrito Federal y en la mayoría de los hospitales de la República Mexicana (8). Modelos experimentales en animales han revelado que el hueso es altamente resistente a la infección, por lo tanto, la osteomielitis aparece solo cuando existe una inoculación grande de microorganismos, trauma llevando como resultado daño al hueso, o presencia de cuerpo extraño (6). A pesar de la experiencia extensiva sobre heridas por proyectil de armas de fuego de baja velocidad, no existe consenso sobre el uso de antibióticos en fracturas por proyectil de arma de fuego, lo cual incluye el tipo, duración y vía de administración que debería usarse (7).

2.1. Balística

2.1.1. General

Las lesiones causadas por proyectil de arma de fuego presentan múltiples variables en cuanto a su mecanismo de producción (balística), sitio donde se produjo la lesión, las regiones anatómicas afectadas, los grados de lesión producidos y la evolución que puedan tener los órganos afectados (9). La palabra “balística”, viene del griego “ballein” (lanzar)(29) y significa el estudio de objetos que son lanzados y su trayectoria. Se han desarrollado 4 sub-áreas; Interior, intermedia, exterior y terminal (13). La balística de heridas es un sub-dominio de balística terminal, que estudia la penetración de un proyectil en una persona o animal, y los efectos de ese resultado (13).

Por conveniencia, las heridas por arma de fuego son generalmente clasificadas como lesiones de alta o de baja velocidad. Las heridas por proyectiles de baja velocidad son menos severas y más comunes en la población civil, generalmente se estima su velocidad entre 1000 y 2000 pies por segundo. El daño a tejidos es generalmente mayor con proyectiles de alta velocidad (mayores a 2000 pies por segundo). Aunque es práctico, los términos “baja velocidad” y “alta velocidad” pueden ser engañosos. Las heridas por escopetas, son técnicamente armas de fuego de baja velocidad, pero son responsables de tasas altas de lesión mayor a tejidos blandos, nervios, vasos, hueso y articulaciones (12).

El vuelo de un proyectil y, por lo tanto, el estudio de su trayectoria, se divide en tres fases: inicialmente, balística interna se refiere a los efectos de diseño de la bala, el diseño de arma, materiales y el trayecto del proyectil en el cañón del arma. La balística externa examina el efecto del viento, velocidad, arrastre y gravedad sobre el proyectil en vuelo desde el barril hasta el destino. El estudio del comportamiento del proyectil en los tejidos se conoce como balística terminal (9). La magnitud de las lesiones que produce un proyectil de arma de fuego depende de la energía con que se transmite el proyectil al blanco y ésta depende de la velocidad, el diámetro del proyectil o calibre, su forma, su estabilidad de vuelo y peso. Las puntas de las balas pueden ser fabricadas en muchas configuraciones para mejorar su rendimiento e incluyen: tipos de punta puntiaguda, redonda, plana y hueca. Una bala de punta tiene menor resistencia al aire que una bala de punta redonda; sin embargo, al llegar al tejido, tiende a cambiar su eje, por lo que produce mayor daño a los tejidos. Las balas de punta hueca producen daño a tejidos aumentando la superficie de contacto de su punta y la fragmentación. Las balas recubiertas disminuyen la fricción en el vuelo y por lo tanto,

pierden menos velocidad que las cubiertas, pero el daño es menor por que se deforman menos en los tejidos (9).

Las heridas por arma de fuego en civiles son generalmente causadas por proyectiles de baja velocidad (600 m/seg). La velocidad y masa del proyectil son consideradas los determinantes más significantes de daño a tejido, lo cual a su vez es determinado por la laceración, aplastamiento, ondas expansivas y cavitación (10). La laceración y aplastamiento ocurren cuando un misil de baja velocidad penetra el tejido causando compresión y desintegración, mientras las olas expansivas de un misil de alta velocidad pueden provocar daño distal al camino del proyectil. La cavitación, o la formación de una cavidad dentro del tejido, son vistas predominantemente en armas de alta velocidad. Otro mecanismo de lesión es el daño a tejido blando por proyectiles secundarios o fragmentos óseos (10).

Los proyectiles de la mayoría de armas de fuego de baja velocidad utilizadas en un ambiente civil, viajan aproximadamente a 1000-1200 pies (305 a 610 metros) por segundo, mientras que proyectiles de armas de alta velocidad exceden los 2000 pies (610 metros) por segundo (11). La mayoría de las municiones militares viajan entre 2400 a 2900 pies (732 a 884 metros) por segundo y aquellas de rifles M-16 viajan a 3250 pies (991 metros) por segundo (11). Solo cuando la velocidad de impacto es mayor a 600 pies (183 metros) por segundo, que las ondas expansivas del proyectil tienen mayor efecto (11). La cavitación temporal se vuelve aparente cuando la velocidad excede los 1000 pies (305 metros) por segundo y se vuelve extensiva cuando excede 2000 pies (610 metros) por segundo (11).

2.1.2. Balística interna

Es el estudio de la aceleración del proyectil en el arma y sus procesos relacionados (13). Comienza cuando el martillo golpea la cartilla, y termina cuando el proyectil deja el cañón (13).

Al jalar el gatillo, el arma de fuego libera el martillo, que percute la cartilla, resultando en una flama que alcanza la pólvora dentro del casquillo, produciendo una gran cantidad de gas y calor (12,13), además de una presión tan grande como 25 toneladas por pie cuadrado, resultando en la expulsión del proyectil (12). La bala tiene una cierta resistencia inicial, provocando que la superficie entera de la pólvora inflame uniformemente (13). Como resultado, la bala solamente comienza a moverse cuando la presión excede un cierto nivel, la presión de inicio de disparo (13). La bala es acelerada dentro del cañón, a una velocidad final de boca de pistola, bajo alta presión generada por la expansión de gases de la combustión del propulsor (14). Durante esta fase, la bala obtiene un movimiento rotatorio simultáneo (giro), mientras es comprometido por el ranurado espiral del interior del cañón (14).

2.1.3. Balística externa

Es el estudio del vuelo del proyectil desde que deja el cañón hasta que impacta con el blanco (15). Los dos factores principales que afectan el desempeño del proyectil en vuelo, son la resistencia del aire y la gravedad (15). Como resultado de estas fuerzas, el proyectil describirá una trayectoria curvada en descenso (15).

La elevación de la velocidad de boca de arma, aumenta todas las medidas de desempeño en la balística externa (16). El coeficiente balístico determina la capacidad de un proyectil de mantener su velocidad de vuelo, y se mide en pies por segundo (16).

2.1.3.1. Balística terminal

Es el estudio del fenómeno que ocurre, cuando una bala golpea y penetra varios objetos frágiles y dúctiles (17). Cuando el objeto es una persona o un animal, se le conoce como balística de heridas (17).

2.1.3.1.1. Balística de heridas

Término utilizado como subdominio de balística terminal, refiriendo los efectos de proyectiles en tejidos vivos (18). Las fuerzas disruptivas de estas balas y las capacidades retentivas de los tejidos influyen estos efectos, los cuales en esencia forman la interfaz proyectil-tejido (18). En la interfaz proyectil-tejido, la lesión ocurre por mecanismo de expansión o aplastamiento (18). La expansión se refiere a la formación de una cavidad temporal, mientras que la perforación de la bala a través de tejido resulta en aplastamiento, formando una cavidad permanente (18). Los proyectiles impactando hueso pueden resultar en fragmentación de la bala, así como proyectiles secundarios por fragmentación de hueso, incrementando la severidad de la herida (18,19). Las fracturas con un substancial número de fragmentos de bala cerca del sitio de fractura, están en riesgo de retraso a la consolidación (19).

2.2. Fracturas expuestas

Las fracturas expuestas representan un espectro de lesiones, compartiendo una característica común de fracturas que tienen comunicación con el medio ambiente (20). Ésta puede variar desde pequeñas heridas puntiformes a lesiones más extensas. El manejo de las fracturas abiertas comprende una serie de principios para guiar el tratamiento inicial de emergencia (20). Se realiza para prevenir infección, estabilizar la fractura y restaurar la función de la extremidad (21). La desbridación quirúrgica temprana dentro de 6 horas y la

inmediata estabilización de la fractura, son las medidas más efectivas para prevenir infección en fracturas expuestas (21). La clasificación de Gustilo-Anderson ordena la severidad de la lesión abierta, siendo el tipo III la de mayor riesgo de infección (22). Adicionalmente, comorbilidades como diabetes y tabaquismo contribuyen al riesgo de infección (22).

2.2.1. Clasificación de Gustilo

I- Baja energía, exposición menor de 1 centímetro, bajo grado de contaminación y conminución.

II- Exposición entre 1 centímetro y 10 centímetros, contaminación, lesión de tejidos blandos y conminución moderada.

III- Exposición mayor a 10 centímetros, alto grado de lesión a tejidos blandos y contaminación.

IIIA- La cobertura primaria es posible.

IIIB- La cobertura primaria no es posible.

IIIC- Se requiere reparación por daño arterial y/o nervioso (23).

La mayoría de las infecciones son adquiridas al momento del trauma, y el estafilococo es el microorganismo más frecuente (24). La fractura expuesta, es un factor de riesgo para infección profunda debido a la mayor extensión del daño a partes blandas y contaminación (25), así como la severidad de la fractura (26).

2.2.2. Tratamiento

El periodo entre la lesión y el inicio de tratamiento se divide agudo (menos de 7 días), subagudo (7 días-3 meses) y crónico (mayor a 3 meses)(27). Tres factores deben ser considerados al tratar heridas por arma de fuego: manejo de la herida, manejo de la fractura, y terapia con antibióticos (28).

3. JUSTIFICACIÓN

La egresos del Hospital General de Cd. Juárez, y de muchos hospitales del país, de lesionados por proyectil de arma de fuego ha aumentado considerablemente. Normalmente un Hospital atiende el 10% de las fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego, pero a partir del 2008, 80% de las fracturas expuestas atendidas en el Hospital General fueron por proyectil de arma de fuego, con un promedio de infección del 10 al 15%. La infección llevo a requerir de amputación de extremidad inferior en un paciente (2,9).

Existen diferentes factores que condicionan la infección de una fractura expuesta. El riesgo de infección en fracturas expuestas está relacionada directamente con el tiempo transcurrido entre el trauma y el inicio de tratamiento. El manejo de antibióticos es importante tanto para profilaxis, como para el control del proceso infeccioso. En fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego, el daño a partes blandas es más extenso, lo que cambia las condiciones para el riesgo de infección. Obteniendo la información de estos factores en cada uno de los pacientes, se espera encontrar los condicionantes de mayor importancia para producir infección.

Con el conocimiento de las diferentes variables de una fractura por proyectil de arma de fuego en cuanto a la lesión y el tratamiento (tiempo transcurrido entre lesión y tratamiento, tabaquismo, tipo de fractura, lesión a partes blandas, región anatómica lesionada, lesiones asociadas, antibioticoterapia), se espera disminuir el riesgo de infección poniendo especial atención a las variables que puedan ser modificadas, mejorando el pronóstico por medio de una atención adecuada y oportuna.

Existen estudios que relacionan el consumo de tabaco con el riesgo de infección, sin embargo, no se hallaron estudios que describan la relación entre región anatómica traumatizada y el desarrollo de infección. Se espera que este estudio permita un enfoque más agresivo a las zonas anatómicas más vulnerables a infectarse en caso de fracturas por proyectil de arma de fuego.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las fracturas expuestas son una patología muy antigua, y aunque ya ha sido establecido el tratamiento de las fracturas expuestas y sus complicaciones, sigue siendo un problema de salud, constituyendo un alto porcentaje de ingresos hospitalarios en México y a nivel Mundial (1). En México, se calcula un estimado de 50,000 fracturas expuestas anualmente, con una tasa de complicaciones de hasta el 20%, de las cuales, la infección ocupa el primer puesto (1). Márquez reportó una incidencia de lesiones por proyectil de arma de fuego, de las cuales 28.30% representaron lesiones óseas (2). Entre 2008 y 2010 Ciudad Juárez (Chihuahua) sufrió una ola de violencia similar a la de situaciones de guerra en las cuales los números de muertes y lesiones, especialmente por armas de fuego, experimentaron

aumentos marcados (3). Las lesiones por proyectil de arma de fuego en extremidades que involucran el hueso resultan frecuentemente en fracturas conminutas, asociadas a lesiones musculotendinosas y de tejidos blandos complejas (4). Aunque el *Staphylococcus aureus* sigue siendo la principal causa de infección, la gran cantidad de agentes etiológicos asociados con osteomielitis presenta un reto para el médico en términos de selección de terapia antibiótica empírica (5). El presente estudio pretende establecer factores de riesgo que predisponen al desarrollo de una infección, en fracturas expuestas de extremidades, por proyectil de arma de fuego.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Establecer factores de riesgo relacionados a una mayor tasa de infección, en fracturas expuestas de extremidades por proyectil de arma de fuego, y su relación con agentes etiológicos, en pacientes atendidos en el Hospital General de Ciudad Juárez.

5.2. Objetivos específicos

- A) Establecer el promedio de edad de pacientes afectados.
- B) Establecer relación de infección y diabetes.
- C) Establecer relación de infección y tabaquismo.
- D) Identificar el sitio anatómico más común a desarrollar infección por proyectil de arma de fuego.
- E) Tiempo transcurrido entre lesión y tratamiento.

6. METODOLOGÍA

6.1. Diseño del estudio

Estudio retrospectivo, de cohorte, descriptivo, analítico

6.2. Población

Pacientes del Hospital General de Ciudad Juárez

6.3. Muestra

Expedientes de pacientes atendidos en el Hospital General de Cd Juárez

6.4. Recolección de datos

Se registraron durante el período 2012 a 2015.

-Criterios de inclusión: Pacientes atendidos en consulta y/o en el Hospital General de Ciudad Juárez durante el período 2012-2015 por fractura expuesta en extremidades, por proyectil de arma de fuego, que presentaron infección de herida quirúrgica, según expediente médico.

-Criterios de exclusión: Pacientes menores de 18 años, foco de infección diferente al sitio de lesión, lesión a otro órgano al momento de la fractura.

Variables

Edad: Se obtendrá por medio de algún registro en el expediente médico, medido en años.

Género: Registrado como masculino o femenino.

Tabaquismo: Historia de consumo de tabaco.

Diabetes mellitus: Se registró el antecedente en caso de padecer diabetes.

Sitio de lesión: Hueso afectado directamente por proyectil de arma de fuego.

Tiempo transcurrido entre lesión y tratamiento: Medido en horas, lapso entre inicio del evento al momento de atención médica, según expediente médico.

Clasificación de la fractura expuesta: Se utilizará la clasificación de Gustillo, registrada en el expediente clínico.

Agente etiológico: Se registró de acuerdo al reporte de cultivo.

7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos fueron analizados usando SPSS, versión 22 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA). Se examinaron las variables para ver si seguían un patrón de normalidad. Se calcularon promedios, desviación estándar y frecuencias de las variables paramétricas y no paramétricas. Se realizó referencia cruzada. Para observar las asociaciones entre las variables se utilizó la correlación de Spearman.

8. RESULTADOS

Características de los participantes.

Se revisaron los expedientes de todos los pacientes con fractura expuesta secundaria a LPPAF, infectada, que acudieron a seguimiento en Consulta Externa del Hospital General de Cd. Juárez del 2012 al 2015.

El número de pacientes fue de 202, de los cuales 182 (90%) correspondían a personas del género masculino y 20 (10%) del género femenino. La edad promedio en años de los pacientes fue de 29 ± 11.5 . La edad promedio de los hombres era de 29 ± 11.3 y la de las mujeres de 29 ± 13.5 (tabla 1).

Edad en años por grupos	número N=202	%
18-20	50	24.8
21-30	66	32.7
31-40	52	25.7
41-50	23	11.4
50 o más	11	5.4

Tabla 1. Incidencia por grupos de edad

Localización de las fracturas.

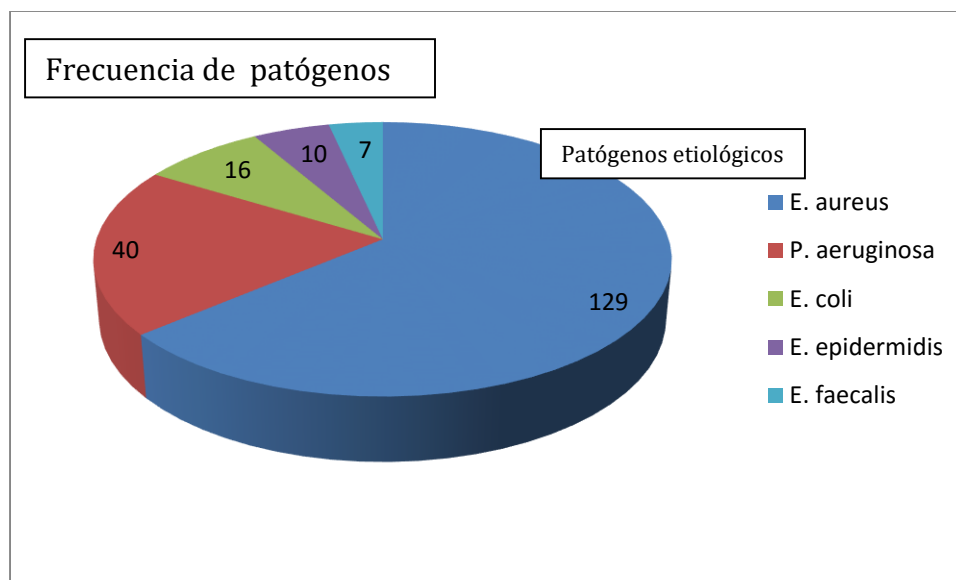
Las fracturas expuestas infectadas se localizaron en diversos huesos del cuerpo: pie, mano, clavícula, iliaco, rótula, tibia, fémur, húmero y radio. La mayoría de ellas fueron localizadas en los huesos largos. En éstos últimos se investigó también si la fractura fue en tercio proximal, medio o distal. Se encontró que 57 heridas fueron en tibia, 48 en fémur, 32 en húmero, 41 en radio, 12 fueron en pie, 5 en mano, 3 en clavícula, 2 en iliaco y 2 en rótula, Tabla 2.

Localización de las fracturas	N=202	%
Tibia total	57	28.2
Tercio proximal	16	7.9
Tercio medio	29	14.4
Tercio distal	12	5.9
Fémur total	48	23.8
Tercio proximal	15	7.4
Tercio medio	15	7.4
Tercio distal	18	8.9
Radio	41	20.3
Tercio proximal	18	8.9
Tercio medio	14	6.9
Tercio distal	9	4.5
Pie	12	5.9
Mano	5	2.9
Clavícula	3	1.5
Iliaco	2	1.0
Rótula	2	1.0

Tabla 2. Localización de las fracturas

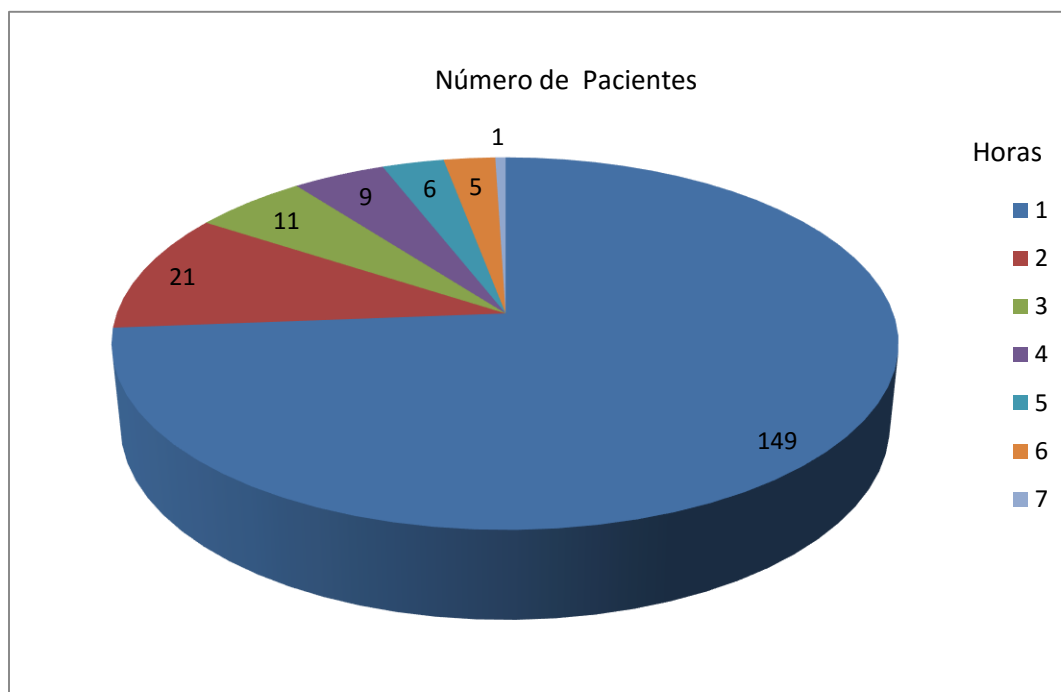
Agentes etiológicos, tiempo en atender las heridas, diabetes mellitus e hipertensión arterial sistémica.

Se encontró que 129 (63.9%) de las heridas fueron infectadas por *Estafilococo aureus*, 40 (19.8%) por *Pseudomona aeruginosa*, 16 (7.9%) por *Escherichia coli*, diez (5%) por *Estafilococo epidermidis* y siete (3.5%) de ellas por *Streptococo faecalis*. Gráfica 1.



Gráfica 1. Agentes etiológicos de las heridas.

El tiempo que transcurrió entre la producción de la herida y el tratamiento con aseo quirúrgico fue de: cinco horas para 149 (73.8%) pacientes, seis para 21 (10.4%) pacientes, 4 horas para 11 (5.4%), tres horas para nueve (4.5%), siete horas para seis pacientes (3%), ocho horas para cinco pacientes (2.5%) y dos horas para un paciente (0.5%). Gráfica 2



Gráfica 2. Tiempo transcurrido entre la producción de la herida y su atención.

Del total de los pacientes, 16 padecían diabetes mellitus y 7 consumían tabaco.

Se realizó análisis de correlación de Spearman entre las diferentes variables. La diabetes mellitus mostró una correlación positiva de 0.184 ($p=0.009$) con los agentes etiológicos agrupados, una correlación negativa de -0.161 ($p=0.022$) con *Estafilococo aureus* y una positiva con *Pseudomona aeruginosa* ($Rho=0.222$, $p=0.001$). El tabaquismo sólo mostró una correlación positiva con *Escheriquia coli* ($Rho=0.245$, $p=0.0001$). No se produjo ninguna correlación entre diabetes y tabaquismo. Por medio de tablas de referencia cruzadas, se encontró que sólo un paciente con diabetes usaba tabaco.

Se analizó la correlación entre el tiempo en que se produjo y se atendió la fractura y los agentes etiológicos. Se mostró una correlación negativa con *Estafilococo aureus*

(Rho= -0.218, p=0.002) y con estafilococo epidermidis de -0.208 (p=0.003), mientras que se mostró una positiva con Pseudomona aeruginosa (Rho=0.377, p=0.0001). No se encontraron correlaciones significativas cuando el tiempo se separó en las horas que transcurrieron hasta que el paciente fue atendido. Tabla 4.

Tabla 4. Correlaciones de Spearman entre el tiempo y agentes etiológicos.

Agente etiológico	Tiempo Rho (p)	N
Estafilococo aureus	-0.218 (0.002)	129
Pseudomona aeruginosa	0.377 (0.0001)	40
Estafilococo epidermidis	-0.208 (0.003)	10
Estreptococo Faecalis	0.042 (0.560)	7

9. DISCUSIÓN

La edad promedio de los pacientes afectados fue de 29 años, tanto en hombres como en mujeres. La mayoría de los afectados corresponden al género masculino, esto es comprensible al considerar que las heridas por arma de fuego en general no son accidentales y es más común que los hombres se vean involucrados. El agente etiológico principal en el grupo fue Estafilococo aureus, lo que coincide con lo encontrado en la literatura (5). La mayoría de los pacientes fueron atendidos después de transcurridas cinco horas o más de la lesión. Estudios muestra que para evitar el riesgo de infección es necesario que las heridas expuestas sean atendidas antes de las cinco horas (21,22,26) sin embargo, algunas de las heridas reportadas en este estudio se produjeron aparentemente antes de las cinco horas, probablemente se explique

porque la hora que se registró en los expedientes, dada por autoridades, amigos o familiares de los pacientes no fue muy exacta.

Los pacientes con diabetes mellitus son más propensos a ser infectados en general, pero sobre todo a ser afectados por *Pseudomona aeruginosa*.

Las heridas infectadas que por más horas se tardaron en atender fueron afectadas por *Pseudomona aeruginosa*.

No hay asociación entre tabaquismo y riesgo de infección, aunque hay que tomar en cuenta que sólo 7 pacientes fumaban.

La mayoría de las heridas infectadas se presentaron en tibia, segmento central, fémur, segmento distal y radio segmento proximal. Tanto tibia, fémur y radio son también los huesos que se fracturan con mayor frecuencia por proyectil de arma de fuego.

10. CONCLUSIÓN

Los pacientes atendidos por fractura expuesta por proyectil de arma de fuego, son en la mayoría de los casos individuos del género masculino, con una edad promedio de 29 años. La diabetes mellitus es un antecedente importante a considerar, ya que es factor pronóstico para el desarrollo de infección en una herida por proyectil de arma de fuego.

Es recomendable que el tiempo transcurrido entre la lesión y el tratamiento de aseo quirúrgico, se menor a cinco horas para disminuir el riesgo de infección. Los pacientes con antecedentes de diabetes mellitus, que son sometidos a aseo quirúrgico, en un lapso mayor a cinco horas, tienen mayor riesgo de presentar una infección por *Pseudomona aeruginosa*.

11. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Orihuela-Fuchs VA, Medina-Rodríguez F, Fuentes-Figueroa S. Incidencia de infección en fracturas expuestas ajustada al grado de exposición. *Acta Ortopédica Mexicana*. 2013;27(5):293-298
- 2.- Marquez-García V, Moye-Elizalde G. Lesiones por proyectil de armas de fuego en el Hospital General de Ciudad Juárez: Morbilidad durante los años 2008-2012. Femecot.org.mx/assets/trabajos/heridos.pdf
- 3.- Díaz-Apodaca BA, De Cosio FG, Moye-Elizalde G, Fornelli-Laffon FF. Egresos por lesiones externas en un hospital de Ciudad Juárez, México. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;31(5):443-6
- 4.- Olanside AA, Ogunlusi JD, Ikem IC. Outcomes of the treatment of gunshot fractures of lower extremities with interlocking nails. *Orthop J*. 2012;11(4):48-51
- 5.- Roy M, Somerson JS, Kerr KG, Conroy JL. Pathophysiology and pathogenesis of osteomyelitis. ISBN: 978-953-51-0399-8
- 6.- Gomes D, Pereira M, Bettencourt AF. Osteomyelitis: an overview of antimicrobial therapy. *Braz J Pharmaceutical Sciences* 2013;49(1):13-27
- 7.- Papasoulis E, Patzakis MJ, Zalavras CG. Antibiotics in the treatment of low-velocity gunshot-induced fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471:3937-3944
- 8.- Rodríguez Flores JL. Fracturas por proyectil de arma de fuego en huesos largos de la extremidad pélvica. *Ortho tips* 2011;7(3-4):147-154
- 9.- Moye Elizalde GA, Ruiz Martínez F, Suarez 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 Ortopédica Mexicana* 2013;27(4):221-235

10.- Burg A, Nachum G, Salai Moshe, Haviv B, Heller S, Velkes S, Dudkiewicz I. Treating Civilian Gunshot Wounds to the Extremities in a Level 1 Trauma Center: Our Experience and Recommendations. *IMAJ* 2009;11:546-551

11.- Dahabra IA, Sawaged IS, Soudi MN. Treatment of gunshot open fractures by external fixator: experience at King Hussein Medical Center. *JRMS* 2007;14(1):17-21.

12.- Bartlett CS, Helfet DL, Hausman MR, Strauss E. Ballistics and Gunshot Wounds: Effects on Musculoskeletal Tissues. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:21-36.

13.- Kneubuehl, B.P., Coupland, R.M., Rothschild, M.A., Thali, M.J. (2008). Wound ballistics, basics and applications. Alemania: Editorial Springer.

14.- Stefanopoulos, P.K., Hadjigeorgiou, G.F., Filippakis, K., Gyftokostas, D. Gunshot wounds: A review of ballistics related to penetrating trauma. *J Acute Disease* 2014;178-185

15.- Heard B.J. (2008). Handbook of firearms and ballistics, examining and interpreting forensic evidence. Estados Unidos: Editorial Wiley-Blackwell.

16.- Litz B (2011). Applied Ballistics for long range shooting. Applied Ballistics LLC.

17.- Yoon, G.H., Mo, J.S., Kim, K.H., Yoon, C.H., Lim, N.H. Investigation of bullet penetration in ballistic gelatin via finite element simulation and experiment. *J Mech Sci Technol* 2015;29(9):3747-3759.

18.- Hanna, T.N., Shuaib, W., Han, T., Mehta, A., Khosa, F. Firearms, bullets, and wound ballistics: An imagin primer. *Injuri, Int. J. Care Injured* 2015;46:1186-1196.

19.- Riehl, J.T., Connolly, K., Haidukewych, G., Koval, K. Fractures due to gunshot wounds: Do retained bullet fragments affect union?. *Iowa Orthop J* 2015;35:55-61.

- 20.- O'Brien, C.L., Menon, M., Jomha, N.M. Controversies in the management of open fractures. *Open Orthop J* 2014;8:178-184.
- 21.- Almeida-Matos, M., Gomes-Lima, L., Alcantara-de-Oliveira, L.A. Predisposing factors for early infection in patients with open fractures and proposal for risk score. *J Orthopaed Traumatol* 2015;16:195-201.
- 22.- Lack, W.D., Karunakar, M.A., Angerame, M.R., Seymour, R.B., Sims, S., Kellam, J.F., Bosse, M.J. Type III open tibia fractures: Immediate antibiotic prophylaxis minimizes infection. *J Orthop Trauma* 2015;29:1-6.
- 23.- Nogueira, P., Fogaca, A., Pécora, J.R., Partezani, C., Lei, A.L., dos Santos, J. Advances in treating exposed fractures. *Rev bras ortop* 2015;50(2):125-130.
- 24.- Rasouli, M.R., Viola, J., Maltenfort, M.G., Shahi, A., Parvizi, J., Krieg, J.C. Hardware removal due to infection after open reduction and internal fixation: Trends and predictors. *Arch Bone Jt Surg* 2015;3(3):184-192.
- 25.- Ren, T., Ding, L., Xue, F., He, Z., Xiao, H. Risk factors for surgical site infection of pilon fractures. *Clinics* 2015;70(6):419-422.
- 26.- Almeida-Matos, M., Do-Nascimento, J.M., Pinto-Da Silva, B.V. Clinical and demographic study on open fractures caused by motorcycle traffic accidents. *Acta Ortop Bras* 2014;22(4):214-8.
- 27.- Mathieu, L., Mottier, F., Bertani, A., Danis, J., Roni  ras, F., Chauvin, F. Management of neglected open extremity fractures in low-resource settings: Experience of the French army medical service in Chad. *Orthop traumatol surg res* 2014;100:815-820.
- 28.- Husain, Z.S., Schmid, S., Lombardo, N. Functional outcomes after gunshot wounds to the foot and ankle. *J Foot Ankle Surg* 2015;1-7.

29.- <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Forensic+ballistics>

12. ANEXOS

Hoja de recolección de datos Seguimiento de pacientes con fracturas por proyectil de arma de fuego.

Fecha de llenado _____
Apellidos: paterno _____ materno _____
Nombre(s) _____
No. De expediente _____
Edad _____
Género: M () F ()
Fecha de la lesión. D ____ M ____ A ____
Antecedentes de importancia _____

Hueso(s) fracturados.

Clavícula (). Húmero proximal (). Húmero diáfisis (). Húmero distal (). Radio proximal (). Cubito proximal (). Radio diáfisis (). Cubito diáfisis (). Radio distal (). Cubito distal (). Carpo (). Metacarpo (). Falanges mano ().
Cadera (). Diáfisis fémur (). Fémur distal (). Rotula (). Tibia proximal (). Peroné proximal (). Tibia diáfisis (). Peroné diáfisis (). Pilon tibial (). Tibia distal tobillo (). Peroné distal tobillo (). Tarso (). Metatarso (). Falanges ().

Región(es) de fractura:

Hombro (). Brazo (). Codo (). Antebrazo (). Muñeca (). Mano ().
Pelvis. () Cadera (). Muslo (). Rodilla (). Pierna (). Tobillo (). Pie ().

Especificar articulares _____
_____.

Especificar fracturas de mano _____
_____.

Especificar fracturas del pie _____
_____.

Especificar más de un hueso (ipsilateral o no) _____
_____.

Especificar otras lesiones asociadas a las fracturas _____
_____.

Especificar otras lesiones no asociadas a fracturas_____.

Tratamiento conservador especificar_____.

Tratamiento(s) quirúrgico inicial (osteosíntesis) _____

Evolucion._____

Número de ingresos hospitalarios._____

En caso de más de un ingreso hospitalario, especificar motivo de ingreso y
tratamiento._____

Número de días de hospitalización en cada ingreso

Agente etiológico_____

Antibióticos utilizados en cada internamiento_____

Susceptibilidad antibiótica de agente etiológico_____

Complicaciones._____

Funcionalidad de la extremidad afectada_____

Radiografías y otros estudios_____

Observaciones_____

Nombre del recolector