



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

“Secuelas más frecuentes de las fracturas de miembro inferior por herida traumática con arma de fuego en pacientes del Complejo Penitenciario Federal II de Marcos Paz”.

Autora: Reccia, Lucía

Tutor: Lic. Alejandro Roberto González

Trabajo final de grado para la obtención del título de Lic. En Kinesiología y Fisiatría

Carrera: Lic. En Kinesiología y Fisiatría

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Castelar, Buenos Aires

Año 2021

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a mi compañero de vida, Santiago, que sin su apoyo incondicional no hubiera sido posible llevar a cabo la carrera, quien me impulsó a empezar y continuar todos estos años. A mis padres y mis hermanos, por siempre confiar en mí y acompañarme durante este tiempo en esta hermosa carrera.

Agradezco también a mi profesor en primer lugar, el licenciado Alejandro González, y quien es actualmente mi tutor, por su paciencia y dedicación, brindarme su conocimiento y ser mi guía durante este trabajo final, y por inculcarnos su pasión por la Kinesiología y esas ganas de seguir aprendiendo.

También agradecer a mis compañeros del trabajo, en especial a Claudio, quien me guió en la elección del material para realizar el trabajo y estuvo siempre predispuesto para aclarar dudas y enseñarme. Espero que este humilde aporte sirva a todo el servicio de Kinesiología del Complejo Penitenciario Federal II, para mejorar la calidad de la atención y abrir rutas para nuevas investigaciones.

Por último quiero agradecer a todas las personas que me crucé en mi camino, a mis compañeros y profesores, quienes sin dudas fueron un eslabón muy importante en todo momento para lograr superarnos como personas y como alumnos.

Y el mayor agradecimiento a Vicente, quien fue mi motor durante este año tan difícil, para nunca rendirme y perseverar con mi sueño de convertirme en Kinesióloga.

A todos un inmenso Gracias.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
TEMA	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
HIPÓTESIS	4
JUSTIFICACIÓN	5
ESTADO DEL ARTE.....	6
MARCO TEÓRICO.....	8
<i>Cap 1. Fracturas de Miembro Inferior. Clasificación y aspectos anatómicos.....</i>	<i>8</i>
<i>Cap 2. Heridas de arma de fuego. Definición y clasificación.</i>	<i>15</i>
<i>Cap 3. Fractura por herida de arma de fuego. Localización anatómica más frecuente ...</i>	<i>22</i>
<i>Cap 4. Métodos Quirúrgicos e incruentos de las fracturas por herida de arma de fuego en miembro inferior.....</i>	<i>26</i>
<i>Cap 5. Secuelas más frecuentes en las fracturas por herida de arma de fuego en miembro inferior</i>	<i>30</i>
ASPECTOS METODOLÓGICOS	33
ANÁLISIS DE LOS DATOS RECOGIDOS.....	35
CONCLUSION	37
BIBLIOGRAFÍA	39

RESUMEN

El tema de elección para el presente trabajo son las secuelas más frecuentes de las fracturas de miembro inferior por herida traumática con arma de fuego en pacientes del Complejo Penitenciario Federal II de Marcos Paz.

El siguiente trabajo de investigación pretende realizar aportes al ámbito de la Kinesiología en contextos de encierro, corroborando o desestimando la hipótesis de que la identificación de las secuelas de las fracturas de miembro inferior por herida traumática con arma de fuego, mejoraría el abordaje kinésico para tratar dicha problemática de manera eficaz, logrando así reducir los tiempos de atención y prevenir dichas secuelas.

Se presenta a continuación un estudio de tipo exploratorio, mixto, tanto cualitativo como cuantitativo. Se incluyó una población de 20 reclusos, cuyas edades oscilaron entre los 20 y 40 años, que se encuentran detenidos en el Complejo Penitenciario Federal II de la ciudad de Marcos Paz, provincia de Buenos Aires.

Como objetivos específicos se plantearon establecer la localización más frecuente de las fracturas de miembro inferior por herida traumática de arma de fuego, identificar los métodos quirúrgicos e incruentos más utilizados para tratar dichas fracturas y especificar las secuelas más frecuentes presentadas en dichos pacientes.

Como instrumento principal de recolección de datos se realizó una revisión de historias clínicas, las cuales brindaron información acerca del objeto de estudio.

Los resultados mostraron que el hueso que mayormente se fractura por HAF (herida con arma de fuego) es el fémur en más de la mitad de los casos, seguido por la tibia, y que el tratamiento utilizado de preferencia fue la realización de una osteosíntesis con clavo intramedular. A su vez se descubrió que la secuela que mayormente se presentó fue la osteomielitis (en un 50% de los casos), seguido por la pseudoartrosis y en un menor porcentaje las deformidades angulares.

Palabras clave: *Kinesiología, Fracturas Miembro Inferior, Secuelas, Herida con arma de fuego.*

ABSTRACT

The topic of choice for the present work is the most frequent aftermath of lower limb fractures due to a traumatic firearm wound in patients of the Federal Penitentiary Complex II of Marcos Paz.

The following research work aims to make contributions to the field of Kinesiology in confinement contexts, corroborating or dismissing the hypothesis that the identification of the aftermath of lower limb fractures due to a traumatic firearm wound would improve the kinesics approach to treat this problem effectively, thus reducing service times and preventing such consequences.

An exploratory, mixed study, both qualitative and quantitative, is presented below. A population of 20 inmates was included, whose ages ranged from 20 to 40 years, who are detained in the Federal Penitentiary Complex II of the city of Marcos Paz, province of Buenos Aires.

The specific objectives were to establish the most frequent location of lower limb fractures due to a traumatic firearm wound, to identify the most used surgical and non-invasive methods to treat these fractures, and to specify the most frequent sequel presented in these patients.

As a primary data collection tool, a review of medical records was conducted, which provided information on the object of study.

The results showed that the bone that is most fractured by HAF (gunshot wound) is the femur in more than half of the cases, followed by the tibia, and that the treatment used preferably was the realization of osteosynthesis with intramedullary clove.

At the same time, it was discovered that the most commonly present sequel was osteomyelitis (in 50% of cases), followed by pseudoarthrosis and in a smaller percentage angular deformities.

Keywords: *Kinesiology, Lower Member Fractures, Sequels, Firearm Wound.*

INTRODUCCIÓN

Las fracturas traumáticas a causa de las heridas con arma de fuego son un denominador común en la población carcelaria de nuestro país, debido a que las fuerzas de seguridad tienen el deber de realizar disparos en los puntos no vitales del cuerpo humano como los miembros inferiores, donde se halla el objeto de este trabajo.

Para este trabajo, se tuvo en cuenta la población del Complejo Penitenciario Federal II de Marcos Paz (que aloja a más de 2.700 internos), que hubiesen sufrido una fractura traumática por herida de arma de fuego en miembro inferior, y sometido a distintos tratamientos, sean incruentos o conservadores. Se decidió evaluar de esta población las secuelas que dichas fracturas ocasionaron en los mismos, con el fin de determinar las que ocurrían con mayor frecuencia. Se utilizó como instrumento la revisión de 20 historias clínicas que cumplían con los criterios de inclusión.

Me impulsó a realizar esta investigación, la cantidad de casos en los que dichas fracturas no lograban consolidar en el tiempo esperado, prolongando así el tratamiento kinésico y los tiempos de internación, no logrando los resultados esperados.

En la fundamentación se da cuenta de la elección del tema de estudio, y de la importancia de llevar a cabo esta investigación, que servirá de lineamiento para futuras investigaciones dentro de este campo disciplinar.

En el estado del arte o antecedentes sobre el tema, se mencionan algunos trabajos vinculados a la temática. Si bien algunos no toman la integralidad de las variables, son útiles como base de esta investigación y sirvieron de inspiración para la misma.

Dentro del marco teórico, los capítulos se estructuran de un modo en el que se desarrollan y explican los objetivos específicos de esta investigación y las palabras clave, con bibliografía y artículos que sirvieron de apoyo, vinculados al objeto de estudio.

TEMA

Secuelas más frecuentes de las fracturas de miembro inferior por herida traumática con arma de fuego en pacientes del Complejo Penitenciario Federal II de Marcos Paz.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Mostrar las secuelas más frecuentes de las fracturas de miembro inferior por herida traumática con arma de fuego en pacientes del Complejo Penitenciario II.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Establecer la localización más frecuente de las fracturas de miembro inferior por herida traumática con arma de fuego.
- b) Identificar los métodos quirúrgicos e incruentos más utilizados para tratar dichas fracturas.
- c) Especificar las secuelas más frecuentes de las fracturas por herida traumática con arma de fuego en miembro inferior.

HIPÓTESIS

La identificación de las secuelas de las fracturas de miembro inferior por herida traumática con arma de fuego, mejoraría el abordaje kinésico para tratar dicha problemática de manera eficaz.

JUSTIFICACIÓN

Los pacientes con diagnóstico de fracturas de miembro inferior por herida traumática con arma de fuego, en su gran mayoría, como resultado de actos delictivos, suelen ser sometidos a distintos tipos de tratamiento. Muchas veces, suelen presentar diversas complicaciones luego de la utilización de las distintas terapéuticas adoptadas, que resultan de interés para todos los Profesionales de la Salud.

Ante la frecuencia con la que ocurren las fracturas por herida traumática con arma de fuego en la población penal, es necesario investigar acerca de las secuelas más frecuentes, ya que éstas suelen generar disfunciones posteriores que interfieren con las actividades básicas de la vida diaria de dicha población.

Resulta importante esta investigación para poder, posteriormente, adoptar las medidas terapéuticas desde el área de Kinesiología, que permitan prevenir estas secuelas, reduciendo tiempos en el tratamiento y logrando mejorar la calidad de vida de los pacientes de este Complejo Penitenciario.

Además existe actualmente escasa información sobre los pacientes que se encuentran privados de su libertad y atraviesan dichas complicaciones. La investigación busca proporcionar información que será útil a toda la comunidad de kinesiólogos que trabajan con este tipo de población, donde las fracturas que ocurren con mayor frecuencia son las de miembro inferior por herida de arma de fuego.

Esto también impactará de forma positiva en los pacientes que padecen este tipo de fracturas, ya que podrán beneficiarse del tratamiento adecuado y así evitar futuras lesiones o disfunciones como artrosis, rigidez articular o atrofia muscular.

El trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que podrían realizarse futuras investigaciones que utilizarán metodologías compatibles, de manera que se posibilitarán abrir nuevas líneas de estudios pero teniendo como eje principal la kinesiología y la población carcelaria.

ESTADO DEL ARTE

En el campo del conocimiento, si bien existen numerosas investigaciones y publicaciones sobre fracturas por herida de arma de fuego en miembro inferior y sus secuelas, no se encontraron estudios donde se analicen dichas secuelas en pacientes de un Complejo Penitenciario, con una determinada población. De todos modos, estas investigaciones sientan algunas bases para el presente estudio.

Entre el año 2013 y 2017, se realizó en el Hospital Regional de Zacapa (Guatemala) un estudio descriptivo retrospectivo sobre la caracterización clínica y epidemiológica de pacientes con fracturas producidas por proyectil de arma de fuego.

El Dr. Welner Guillermo Figueroa Chang, autor de dicha investigación, expuso los resultados de su trabajo, en donde predominaron los pacientes de género masculino, cuya principal circunstancia fue el enfrentamiento de personas con armas de fuego. Predomino la lesión en miembros inferiores, mayormente en fémur y en donde el 90% de los casos obtuvieron resolución quirúrgica. Casi la mitad de los pacientes operados presentaron secuelas que los imposibilitó para trabajar por más de un mes y algunos de forma permanente.

Destacó también que las principales secuelas halladas fueron la infección (osteomielitis) y la pseudoartrosis.

Otro artículo que inspiró la realización de dicha tesis fue el realizado por Moye-Elizalde GA, Ruiz-Martínez F, Suarez-Santamaría JJ, Ruiz-Ramírez M, Reyes-Gallardo A, Díaz-Apodaca B, denominado “Epidemiología de las lesiones por proyectil de arma de fuego en el Hospital General de Ciudad Juárez, Chihuahua”. En el mismo se realiza un estudio retrospectivo observacional, durante los años 2008 a 2010, a los pacientes ingresados por herida de arma de fuego al hospital ya mencionado del país de México. Del total de pacientes, la mayoría son de género masculino, mayormente con fracturas de miembro inferior tratadas con osteosíntesis en más de la mitad de los casos. Los métodos de osteosíntesis más utilizados fueron la fijación externa, seguido por placas rectas y luego clavo intramedular.

Como secuelas más frecuentes se presentaron las infecciones profundas que terminaron en amputación en forma tardía y las lesiones vasculares. Los huesos más afectados fueron el fémur, la tibia y por último el húmero.

Por último y no menos importante, se toma en cuenta el artículo elaborado por el Dr. Guillermo Alejandro Vadra (2000), del cual se extraen varias citas para utilizar dentro del marco teórico. En el mismo:

Se presenta la experiencia adquirida en el terreno de la Medicina de Urgencia y de la Sanidad Militar en base a 280 lesiones (271 casos clínicos) producidas por proyectiles de armas de fuego portátiles de baja y alta velocidad a nivel de los miembros. Se estudian experimentalmente los efectos producidos por proyectiles de diferente calibre y velocidad sobre los distintos tejidos (incluidos los huesos) de vaca. Se efectúa una profunda descripción y clasificación de las armas de fuego, cartuchos y proyectiles y se describen los conceptos actuales sobre balística. Se desarrollan detalladamente los efectos generales y locales originados por los proyectiles y el tratamiento general y local de las lesiones producidas por los mismos. (p.213)

Como Kinesiólogos que trabajan dentro de un Complejo Penal, resulta relevante conocer en profundidad las secuelas que ocasionan las heridas por arma de fuego, ya que un gran número de pacientes que se encuentran allí, tienen actualmente o sufrieron en el pasado alguna herida de este tipo, por lo que el posterior tratamiento será más eficaz si conocemos cómo es su proceso y evolución. Con respecto a este párrafo, Walterio Palma-Villegas (2011) afirma que:

La rehabilitación juega un papel muy importante en las lesiones por HAF porque mucho depende del tipo y tiempo de inicio de la fisioterapia para disminuir el grado de afectación, tanto en el trofismo muscular, como en el grado de movilidad articular y la recuperación en la función de la extremidad afectada. (p.141)

MARCO TEÓRICO

Cap 1. Fracturas de Miembro Inferior. Clasificación y aspectos anatómicos

El hueso es un tejido conjuntivo que presenta un almacén de colágeno mineralizado, lo que le especializa en el soporte esquelético del cuerpo. Lejos de ser un tejido estático, en el transcurso de la vida se reabsorbe y reforma constantemente, desarrollándose y conservando así su estructura y tamaño, a la vez que proporciona un mecanismo para el mantenimiento de la homeostasia tónica del calcio en los líquidos orgánicos.

El tejido óseo está constituido por una matriz orgánica y diferentes minerales. La matriz orgánica se compone de células especializadas (osteoblastos, osteocitos y osteoclastos) y de una sustancia osteoide que elaboran los osteoblastos. Esta sustancia está formada básicamente por fibras de colágeno. Los minerales mayoritarios son el calcio y el fósforo, así como iones hidroxilo; también encontramos fosfatasa alcalinas, fosforilasa alcalina y ATP. Además, en la regulación del equilibrio del calcio participan una serie de hormonas como la parathormona (PTH) y la calcitonina. (Maria Rosa Serra Gabriel, 2003, p.39)

Luego de definir qué es un tejido óseo y cómo está compuesto, María Luisa de Sande Carril (2003) explica que se entiende por fractura a la solución de continuidad que se produce en un hueso cuando la fuerza aplicada sobre él es superior a su elasticidad. Dicha autora asegura que:

Los mecanismos que pueden dar lugar a una fractura son de dos tipos, directos o indirectos. En los primeros, el hueso es golpeado por un objeto o bien el hueso golpea sobre una superficie dura (p. ej., en una caída), produciéndose la fractura en el mismo lugar en el que se recibió el traumatismo. En el caso de los mecanismos indirectos, el hueso es sometido a una fuerza de torsión o angulación, resultando fracturado en el lugar donde se acumularon más tensiones o donde el hueso presentaba una mayor debilidad. (p. 67)

Clasificación de las fracturas

Emilio Luís, Luisa, & Alejandro afirman que “[...] el análisis del patrón de la fractura revela la cantidad de energía implicada en el traumatismo y la estabilidad de la fractura tras la reducción, y advierte acerca de los patrones de lesión de riesgo más alto [...]”.

De acuerdo con Garcia et al, deben valorarse, no sólo la lesión ósea sino también las lesiones asociadas de las partes blandas, estableciendo en 1976 Gustilo y Anderson el criterio de fracturas abiertas con un sistema de progresión que aportaba información pronóstica sobre la evolución a fracturas infectadas.

La clasificación es esencial para establecer el grado de la lesión y las posibles repercusiones, complicaciones o secuelas definitivas que pueden llegar a producirse. Se sabe que hay diversas maneras de clasificar las fracturas. Por un lado tenemos la visión de Garcia et al que la realiza según la lesión de Partes Blandas y Exposición del Foco de Fractura que se expone a continuación:

- A. Fracturas cerradas: en donde no existe continuidad entre el foco de fractura y la piel.
- B. Fracturas abiertas tipo I: las mismas presentan una herida limpia de menos de 1 cm. de longitud.
- C. Fracturas abiertas tipo II: la herida es mayor de 1 cm. de longitud y no se acompaña de lesiones extensas de partes blandas, colgajos cutáneos o avulsiones.
- D. Fracturas abiertas tipo IIIA: se presentan como amplias laceraciones pero con una cobertura adecuada del hueso, también son aquellas que se producen por un traumatismo de alta energía aunque el tamaño de la herida sea menor, y se incluyen así las fracturas fragmentarias o conminutas con menos de 1 cm. de herida.
- E. Fracturas abiertas tipo IIIB: pérdida extensa de partes blandas con desprendimiento del periostio y exposición del hueso, por lo general muestran una contaminación masiva.
- F. Fracturas abiertas tipo IIIC: son fracturas abiertas que se asocian a lesión arterial que requiere reparación, independientemente de la importancia de la lesión de las partes blandas.

Clasificación según Trazo de Fractura

Las mismas pueden ser lineales o simples (transversas, oblicuas o espiroideas), conminutas o fragmentarias las cuales se asocian a mayor riesgo de lesión de vasos y nervios. Pueden ser inestables y asociadas a retrasos en la consolidación y pseudoartrosis.

También según el trazo pueden ser segmentarias y tener una pérdida ósea debido a un defecto óseo, comúnmente asociadas a fracturas abiertas con pérdida de algún fragmento óseo.

Clasificación según el mecanismo lesional:

A.- Traumatismo directo:

La fractura se produce por una fuerza que supera los límites de la resistencia del hueso aplicada directamente sobre la zona donde se fractura el hueso, pudiendo ser porque el hueso es golpeado por un objeto en movimiento o en caída, como por ejemplo la botella de aire de un buceador si le cayera sobre el primer dedo del pie; o porque es el propio hueso el que golpea con fuerza contra un objeto resistente, como la fractura del olécranon por caída al suelo sobre el codo.

B.- Traumatismo indirecto:

Una fuerza de torsión o de angulación actúa sobre el hueso originando una fractura a cierta distancia del punto de aplicación de dicha fuerza, así por ejemplo una fuerza de rotación aplicada al pie puede provocar una fractura espiroidea de la tibia, igualmente son frecuentes fundamentalmente en los niños las fracturas del codo como consecuencia de una caída sobre la mano.

C.- Fracturas de fatiga:

Una fuerza aplicada sobre un hueso con una frecuencia excesiva puede dar lugar a una fractura. Este mecanismo suele compararse con la fatiga de los metales, los cuales se rompen tras angulaciones repetidas más allá de sus límites de elasticidad. La más habitual de estas fracturas es la del 2º metatarsiano, la denominada fractura de la marcha o del legionario debido a su frecuencia de aparición en los reclutas por sus largas caminatas.

D.- Fracturas patológicas:

Son aquellas que se producen sobre un hueso anormal o enfermo y dado que la anomalía ósea disminuye la resistencia del hueso, también disminuye la fuerza necesaria para provocar la fractura, pudiendo ser mínima. Así por ejemplo son típicas las fracturas subtrocantéreas de fémur como consecuencia de alguna metástasis secundaria o la fractura de un hueso largo en algún niño portador de un quiste óseo simple. Las causas más frecuentes de fractura patológica son la osteoporosis y la osteomalacia.

Por otro lado, tenemos la visión de José Rafael Ramos Vertiz (2003) que clasifica las fracturas según:

- Etiología: pudiendo ser fracturas traumáticas, espontáneas, patológicas o por fatiga/sobrecarga o estrés.
- Patogenia: fracturas por mecanismo directo, indirecto o por contracción muscular (arrancamiento).
- Mecanismo de producción: fracturas por flexión, oblicuas, espiroideas, conminutas y transversales.
- Lectura de la radiografía: se distingue una subclasificación que agrupa a las fracturas según su localización dentro del hueso (diafisarias, metafisarias, epifisarias). Según el trazo fracturario sea estable o inestable, relacionándose con el desplazamiento. Según su extensión, pudiendo ser parcelares, unicondíleas, bicondíleas (en Y o en T) o conminutas, y por último éstas, a su vez, pueden presentarse afectando al hueso de forma completa o incompleta.

Sintomatología de las fracturas

Si bien sabemos que la sintomatología de las fracturas puede variar según qué tipo de fractura sea, si afecta partes blandas o no y según cada persona, hay ciertos signos que son comunes a todas ellas.

Según José Rafael Ramos Vertiz (2003), toda lesión traumática se manifiesta principalmente por dolor e impotencia funcional. Además el paciente puede referir haber sentido un crujido o se puede notar una deformación del eje y/o una tumefacción rápida con equimosis.

En algunos casos, las manifestaciones reúnen los 3 signos definitorios para diagnosticar la fractura: deformación, movilidad pasiva anormal y crepitación.

Al momento de realizar la evaluación manual, sobre el segmento deformado se nota una movilidad pasiva en un sector que debería ser rígido, y al movilizar hay crepitación evidente.

Resulta importante poder palpar toda la zona alrededor de la fractura, para lograr distinguir el posible traumatismo de partes blandas y poder inmovilizar durante el plazo que se requiera.

Consolidación ósea

Stanley Hoppenfeld (2004) explica que, los procesos que ocurren en la consolidación ósea de una fractura son los responsables del desbridamiento, estabilización y de la remodelación del lugar de la fractura. En presencia de una fijación rígida la reparación es primaria y en ausencia de ésta, la reparación es secundaria.

Cuando existe un contacto directo entre los fragmentos de la fractura estamos en presencia de una reparación ósea primaria. El hueso nuevo se forma directamente de los bordes óseos comprimidos para que la fractura consolide. La reparación ósea cortical primaria es muy lenta, por lo tanto no puede acercar los bordes de la fractura. En presencia de esta reparación, no hay evidencia radiográfica de callo óseo. Se trata del único método de reparación cuando hay una fijación con compresión rígida de la fractura. Lo que requiere esta fijación rígida es un contacto directo con la cortical y una vascularización intramedular intacta. El proceso de consolidación ósea depende en principio de una reabsorción osteoclástica del hueso seguida de una formación de hueso nuevo por los osteoblastos.

En cuanto a la consolidación ósea secundaria, la misma consiste en la mineralización y el reemplazo óseo de una matriz cartilaginosa con la formación de un callo óseo visible en la radiografía. Al incrementar el grosor óseo, este callo forma un puente externo que estabiliza el foco de fractura. Esto sucede en el tratamiento de la fractura mediante inmovilización con yeso, o férula, fijación externa, y enclavado intramedular. Es el tipo más frecuente de reparación ósea.

Los tres principales estadios o fases de la consolidación ósea fueron descriptos por Cruess y Dumont y las mismas son: fase inflamatoria (10%), fase de reparación (40%) y

fase de remodelación (70%). Éstas se superponen y los sucesos que ocurren en una fase pueden haber comenzado en una fase anterior.

La duración de cada fase varía según la severidad y la localización de la fractura, edad del paciente y traumatismos asociados.

La fase inflamatoria dura aproximadamente entre una y dos semanas. Se da un incremento de vascularización que acompaña a la fractura y que provoca la formación de un hematoma. El mismo será invadido por células inflamatorias, incluyendo macrófagos, neutrófilos y fagocitos. Estas células junto con los osteoclastos, limpian el tejido necrótico y preparan el terreno para la siguiente fase.

La fase de reparación por lo general dura varios meses y se caracteriza por la diferenciación de células mesenquimales pluripotenciales. Los condroblastos y fibroblastos que forman la matriz del callo, invaden el hematoma de la fractura. Primeramente, se forma un callo blando, compuesto en su mayoría por tejido fibroso y cartílago con escasas cantidades de hueso. Los responsables de la mineralización de este callo blando son los osteoblastos, convirtiéndolo en un callo duro de tejido esponjoso e incrementando así la estabilidad de la fractura. Este tipo de hueso no puede ser sometido a estrés, ya que es inmaduro y frágil a la torsión. Los retrasos de consolidación y la ausencia de la misma son el resultado de los trastornos en esta fase de consolidación. El final de esta fase se determina por la estabilidad de la fractura.

La última fase de remodelación, requiere desde meses a años para completarse. Durante esta fase se evidencia actividad de los osteoblastos y osteoclastos, que provocan el reemplazo del hueso esponjoso desorganizado e inmaduro por un hueso lamelar organizado que le provee de mayor estabilidad al foco de fractura. Con el tiempo, existe una neoformación en las superficies cóncavas y una resorción ósea en las superficies convexas, lo cual permite la corrección de deformidades angulares no logrando el mismo efecto con las deformidades rotacionales.

El aporte sanguíneo al hueso lo proporciona el endostio (dos tercios aproximadamente), el resto proviene del periostio.

Este aporte sanguíneo a los fragmentos fracturarios puede verse alterado por el traumatismo de partes blandas y alterar así la consolidación ósea, al igual que ocurre con el fresado de la cavidad medular en el enclavado intramedular, requiriendo así más tiempo para su regeneración.

Miembro inferior

Según lo expuesto por M. Latarjet (1999) en su libro “Anatomía Humana”, el miembro inferior comprende 4 segmentos: la cintura pélvica con la región femoral, la pierna y el pie.

La cintura pélvica está constituida por los dos huesos coxales o ilíacos, articulados detrás con el sacro y unidos adelante por la sínfisis pubiana.

El fémur es un hueso largo y voluminoso, es resistente y se encuentra adaptado a la bipedestación que caracteriza al hombre. En su extremidad superior se encuentra el cuello del fémur, cuya función es transmitir las fuerzas y tensiones desde el tronco hacia el resto del miembro inferior y viceversa.

Los huesos que conforman la pierna son dos: la tibia (medial) y el peroné (lateral). Ambos huesos están articulados entre sí en sus extremos y unidos en el medio por la membrana interósea. Se agrega a ellos una tercera pieza ósea, la rótula, situada en la parte anterior de la articulación de la rodilla.

La rótula es un hueso corto y de forma triangular. La tibia es un hueso largo y voluminoso, sólido que se ubica por debajo del fémur. En bipedestación transmite el peso hacia la extremidad inferior (pie). El peroné se sitúa lateralmente a la tibia, es un hueso largo y delgado. Los movimientos, tanto de tibia como de peroné se encuentran más limitados que en otras articulaciones.

Los huesos del pie son 26 y están repartidos en tres grupos: huesos del tarso, metatarso y falanges. La disposición de los huesos del pie se encuentra adaptada a la función locomotora y a la posición bípeda, plantígrada del ser humano.

Cap 2. Heridas de arma de fuego. Definición y clasificación.

Según autores de Medicina Legal, las heridas de arma de fuego (HAF) son: “aquellos efectos lesivos que producen sobre el organismo los disparos realizados con armas cargadas con diversos tipos de pólvora u otros explosivos”, definición que excluye a las heridas por armas de aire comprimido (Gisbert, 2004)

Otra definición es la aportada por Vadra, quien expone que “las armas de fuego son aquellas que emplean la fuerza expansiva y propulsiva de la pólvora para expulsar el proyectil desde su interior. Su nombre se debe a que las primeras que fueron construidas lanzaban una llamarada por la boca del arma”. (Vadra, 2000, p.217)

Este autor clasifica las armas de fuego, tomando como base las clasificaciones de la mayoría de los autores, en armas portátiles (aquellas que pueden ser transportadas y empleadas por un solo hombre, sin ayuda animal o mecánica) y armas no portátiles (las que no pueden ser transportadas y empleadas por un solo hombre, sin ayuda animal o mecánica).

En el presente trabajo profundizaré en la clasificación de las armas portátiles, ya que son las que mayormente se utilizan.

Las armas portátiles se dividen en cortas y largas. Las armas cortas son aquellas en las cuales el largo del caño no excede los 30 cm de largo o las que se transportan y se disparan con una sola mano. Están esencialmente constituidas por los revólveres y las pistolas.

Estas últimas a su vez pueden ser:

- a) *Automáticas*: Son las que manteniendo oprimido el disparador producen más de un disparo en forma continua. La carga y descarga de la recámara es automática.
- b) *Semiautomáticas*: En ellas también el ciclo de carga y descarga de la recámara es automática, pero cada disparo se hace al oprimir el disparador.
- c) *De tiro a tiro*: Son las que no tienen almacén o cargador, lo que obliga al tirador a repetir la acción completa de cargar el arma en cada disparo.

Las armas largas incluyen el fusil, subfusil, ametralladora, carabina, escopeta. (p. 219)

Los cartuchos son la unidad de munición integrada por todos los elementos que se requieren para efectuar un disparo. Está constituido por diferentes partes que forman un solo conjunto. Ellas son el proyectil o bala, la vaina o cápsula, la carga de proyección o propulsora y la cápsula fulminante o detonante. El calibre es el diámetro interior del caño que se encuentra entre dos estrías de toda arma de fuego, sea larga o corta. Las estrías imprimen un movimiento giratorio al proyectil en el momento de efectuarse el disparo, algo así como un movimiento giroscópico, con lo cual se consigue su trayectoria en línea recta.

Una vez que el disparo fue realizado, la bala viaja con una determinada energía cinética, la cual se debe considerar como una fuerza viva. Considerando esto, y de acuerdo con José Ángel Patito (2000), a mayor fuerza viva habrá consecuentemente mayor efecto lesivo. Influye mayormente en el poder de daño el incremento de la velocidad que el aumento de la masa del proyectil; ya que la fuerza viva se rige por el cuadrado de la velocidad.

Los factores que deben ser considerados, ya que influyen considerablemente al momento de evaluar los daños son:

-Velocidad remanente.

-Coeficiente balístico del proyectil.

-Deformaciones del proyectil al chocar.

-Esquirlas óseas y cartilaginosas que se comportan como proyectiles secundarios.

-Resistencia y elasticidad de los tejidos atravesados.

Al haber ya explicado los términos previamente, se puede precisar que los proyectiles tienen sobre el cuerpo humano dos efectos:

- 1) Directos: efectos dados por la contusión y la penetración dependientes en su mayor parte de la masa del proyectil (peso, forma y dimensiones).
- 2) Indirectos: están dados por la transferencia a los tejidos de la energía cinética que posee el proyectil, dependiente en su casi totalidad de su velocidad. Los proyectiles que superan

los 914m/seg se consideran de alta velocidad, los que son subsónicos ($< 305\text{m/seg}$) son de baja velocidad.

Existen diferentes tipos de proyectiles. Para conocer algunos clásicos y de forma resumida, existen los que poseen una vaina o cosquillo y un núcleo de plomo, acero, ó aleaciones habitualmente ojival; el cual puede estar desnudo ó encamisado. También se distinguen formas especiales con punta blanda, hueca, explosiva, etc. En todos estos casos el proyectil ó munición es único, es decir, que el disparo lanza un sólo proyectil.

Sobre la balística

Se llama *balística* a la "disciplina que estudia las armas, pólvoras y proyectiles con relación a su estructura, conformación y efectos". Para su estudio se la divide en *balística interna, externa y de efectos*.

La balística *interna* estudia los proyectiles, armas y pólvoras, así como el recorrido de esos últimos dentro del arma hasta su salida por la boca del cañón o de fuego.

La balística *externa* estudia el recorrido del proyectil desde la salida del arma hasta su impacto en el blanco, por tanto estudia el movimiento de desaceleración del proyectil desde que sale del arma hasta hacer impacto.

La balística de *efectos* o balística de *arribada*, tiene por objeto el estudio de los efectos que produce en el blanco el proyectil a su llegada al mismo. Es decir, estudia las consecuencias que provoca el proyectil en el blanco. Es de especial interés en la medicina legal ya que comprende las alteraciones generales y locales producidas por el proyectil en el organismo.

Cuando el blanco es el organismo humano, existen las llamadas “lesiones por proyectiles de armas de fuego” que son de carácter *contuso* ya que responden a la definición genérica de las contusiones, las mismas "son la resultante del choque de un cuerpo duro (proyectil) contra el organismo humano".

Con respecto a las alteraciones generales mencionadas, una persona que presenta una herida por arma de fuego habitualmente presentará, según lo señalado por el Dr. Guillermo Alejandro Vadra (2000), un shock mixto debido a: hemorragia y edema (shock hipovolémico o hemogénico), fracturas o lesión de partes blandas que condicionan dolor (shock neurogénico o vasovagal), atricción muscular con pasaje a la circulación general de quininas vasoactivas (shock vasogénico o por quininas vasoactivas). Si el paciente se

infecta puede complicarse con un shock séptico, si tiene una cardiopatía crónica con un shock cardiogénico y si el proyectil ingresó también en tórax, la presencia de un hemotórax o de un neumotorax hipertensivo condiciona un shock por hipoflujo.

En cuanto a las alteraciones locales, las mismas son analizadas en base al siguiente orden, y teniendo en cuenta lo expuesto por Dr. Guillermo Alejandro Vadra (2000):

a) orificio de entrada; b) trayectoria del proyectil, y c) orificio de salida. Se procederá a explicar en detalle cada uno.

a) Orificio de entrada: Habitualmente es regular, redondeado, único y con labios invertidos, más pequeño que el de salida y debido a la elasticidad de la piel es de menor calibre que el proyectil.

El disparo a “boca de jarro” es aquel que se efectúa aplicando la boca del arma sobre el cuerpo con o sin vestimenta y el disparo a “quemarropa” implica realizar el disparo dentro de las distancias que para cada arma y carga del proyectil, ocasiona quemadura del plano de ropa o corporal.

El orificio de entrada puede presentar anillo de Fish, signo de Puppe-Wekgartner y tatuaje.

El anillo de Fish comprende al "anillo de enjugamiento de Thoinot", que proviene de las impurezas alojadas en el interior del cañón del arma (grasa, aceite, polvo o tierra), y el "anillo de contusión de Chavigny", producido por el ya explicado efecto contusivo del proyectil sobre la piel. El anillo de Fish está siempre presente en el orificio de entrada, ya que su producción es independiente de la distancia en que se efectuó el disparo.

Por otro lado, el signo de Puppe-Wekgartner es una impronta erosiva-excoriativa cutánea superficial que resulta de la acción quemante del cañón del arma, ya que el metal suele alcanzar gran temperatura al producirse la combustión de la pólvora y salida del proyectil.

Dicha impronta reproduce la forma del perímetro del cañón del arma (sea total o parcial).

El tatuaje verdadero o propiamente dicho está formado por partículas en granos combustionados o no de pólvora y partículas metálicas, que sale por la boca del arma conjuntamente con la bala. Deja un rastro sobre la piel que no desaparece con el lavado. Está representado por:

1) la quemadura o fogonazo, y

2) por los granos de pólvora que al no entrar en combustión se han depositado en la piel.

El tatuaje falso o seudotatuaje está formado por el ahumamiento o *stompaje*, es decir, por el negro del humo alrededor del orificio de entrada y a diferencia del tatuaje verdadero, éste desaparece con el lavado. Estará presente en casos de disparos a muy corta distancia, conocidos con el nombre de "tiro a quemarropa".

b) Trayecto, trayectoria o recorrido del proyectil: Luego de atravesar la piel el proyectil pasa sucesivamente las siguientes estructuras, a saber según el Dr. Guillermo Alejandro Vadra:

1) Tejido celular subcutáneo: Las alteraciones que presenta son hemorragias que dan origen a hematomas con formación de coágulos. Puede observarse, además, necrobiosis de la grasa debido a su escasa vascularización.

2) Aponeurosis: Al tener pocas fibras elásticas reproduce bastante fielmente el diámetro y la forma del proyectil. Al presentar heridas orificiales o incisas, ocultan la real magnitud de las lesiones subyacentes.

3) Tendones: pueden ser lacerados o seccionados total o parcialmente en forma irregular.

4) Músculos: La fuerza de penetración de un proyectil va a depender de dos variables: de la velocidad del proyectil y de la consistencia de la masa que atraviesa. El músculo reacciona ante el impacto del proyectil con atricción muscular, es decir, aplastamiento por la lesión del agente vulnerante, ya que como sabemos, es un tejido de alta densidad y escasa elasticidad.

Cuando por las ondas de choque (efecto expansivo), un proyectil llega a las masas musculares, las expande produciendo una cavidad de duración temporaria que es directamente proporcional a la energía cinética que presenta el proyectil.

Debido a que la cavidad tiene presión negativa con respecto a la atmosférica, facilita la aspiración de elementos del medio ambiente, principalmente bacterias.

La cavidad temporal producida por proyectiles de alta velocidad presenta 3 zonas que de adentro afuera son:

-*Trayecto o conducto primario:* Su luz está ocupada por tejidos destruidos, mezclados con sangre y cuerpos extraños.

-*Necrosis traumática directa*: Los tejidos necróticos no pierden su continuidad con el tejido sano y se prestan para el desarrollo de tétanos y gangrena gaseosa.

Heridas sucias (tierra, ropa) y anfractuosas, necrosis local, atricciones musculares extensas, supuración, cuerpos extraños, fondos de saco, destrucción tisular, isquemia y cirugía insuficiente determinan las condiciones necesarias (falta de oxígeno y alteraciones del pH) para que los esporos tetánicos o clostridios contaminantes lleguen a las formas vegetativas y se multipliquen en la herida.

-*Conmoción molecular*. Los tejidos no están muertos pero su vitalidad está comprometida.

De esta zona se pasa gradualmente al tejido normal. (Vadra, 2000)

5) *Huesos*: Se tratará este apartado en el capítulo siguiente del presente proyecto de investigación.

6) *Vasos y nervios*: Estas lesiones pueden resultar de la acción indirecta del proyectil (proyectiles de alta velocidad por su efecto expansivo y esquirlas óseas que se comportan como proyectiles secundarios) o por la acción directa del proyectil (balas de baja velocidad).

Dentro de las lesiones arteriales se incluyen contusiones, espasmos, rupturas o secciones, aneurismas y fístulas arteriovenosas traumáticas etc., y las lesiones nerviosas incluyen: neuropraxia, axonotmesis y neurotmesis.

c) Orificio de Salida: En su salida el proyectil determina en la piel un orificio de aspecto irregular, único, con bordes evertidos, desgarrado, con escasa infiltración hemática y más grande que el de entrada. No se presenta anillo de Fisch, signo de Puppe- Werkgartner ni tatuaje.

Excepcionalmente y en caso de que se produzca la salida del proyectil en una zona de contacto corporal con una superficie dura tal como podría ser cuando el cuerpo está apoyado en una pared o sobre el piso en el momento de recibir el disparo, puede observarse un anillo de contusión rodeando al orificio de salida que ha recibido el nombre de signo de Románese. (Patito, 2000, p. 246).

Este orificio puede ser múltiple en aquellos casos en que el proyectil se fragmente u origine esquirlas óseas o cartilaginosas que se comportan como proyectiles secundarios.

Cap 3. Fractura por herida de arma de fuego. Localización anatómica más frecuente

Las fracturas producidas por proyectil de arma de fuego son definidas como lesiones óseas de alta energía con destrucción de tejidos blandos y alto grado de contaminación, según clasificación de fracturas expuestas; pueden llegar a provocar complicaciones como discapacidades temporales o permanentes. (Welner Figueroa, 2019) Como se mencionó anteriormente, en este capítulo se tratará el impacto que produce la bala sobre el hueso y qué tipo de fracturas podría provocar, pudiendo clasificarlas anatomopatológicamente en:

-Fracturas incompletas: Fisuras; perforación o sedal (el proyectil atraviesa el hueso no provocando trazos fracturarios); sedal-araña (perforación o sedal asociada a fisuras irradiadas en "patas de araña"); fóvea (el proyectil queda alojado en el tejido óseo, habitualmente en el tejido esponjoso), surco (el proyectil impacta tangencialmente al hueso y se objetiva en forma de muesca) y media mariposa (lesión de una cortical que se produce cuando el proyectil aborda lateralmente al hueso).

-Fracturas completas: Estallido o conminuta; ala de mariposa; oblicuo-espiroidea; espiroidea pura; oblicua pura; transversal, etc. (las 2 primeras son las más frecuentes). Los huesos pueden presentar lesiones muy variadas. Las mismas están en relación con la energía cinética con que viene impulsado el proyectil, detallada más adelante en la investigación de Robin Coupland. Los proyectiles de alta velocidad pueden producir fracturas sin ingresar directamente al hueso. Factores como una conminución fracturaria, la desperiostización traumática, la falta de contacto o pérdida de las esquirlas óseas favorecerían el retardo en la consolidación y la pseudoartrosis.

Las lesiones de bala en las extremidades pueden implicar lesiones complejas que repercuten en los tejidos blandos, huesos, nervios, vasos y lesiones tendinosas. Las fracturas abiertas se caracterizan por un grado variable de lesión de partes blandas y del esqueleto. Este tipo de fracturas, que se comunican con el entorno exterior, conllevan una

contaminación de la herida; si a esto se añade el daño vascular producido, el riesgo de infección de este tipo de heridas es evidente.

Otro tipo de clasificación de fracturas abiertas fue la otorgada por Gustillo y Anderson, en la que las fracturas causadas por lesiones de proyectiles se consideran de una categoría especial que se incluye en el tipo III (en fracturas de alta velocidad) de esta clasificación, con independencia del tamaño de la herida. La mayoría de las fracturas de baja velocidad se asemejan a las de grado I o II de Gustillo y Anderson debido al daño moderado de tejidos blandos.

Se detallará la misma a continuación:

- I FA con una herida limpia de longitud < 1 cm
- II FA con una laceración de longitud > 1 cm, sin lesión extensa de tejidos blandos, colgajos ni avulsiones
- III FA con laceración, daño o pérdida amplia de tejidos blandos, o bien FA segmentaria o bien amputación traumática. También incluye:
 - Heridas por armas de fuego de alta velocidad
 - FA causadas por heridas deformantes
 - FA que requieren una reparación vascular
 - FA de más de ocho horas de evolución.
- IIIa Cobertura perióstica adecuada del hueso fracturado, a pesar de la laceración o lesión amplia de los tejidos blandos. También traumatismo de alta energía, con independencia del tamaño de la herida dada la extensa lesión de los tejidos blandos subyacentes
- IIIb Pérdida amplia de tejido blando con despegamiento del periostio y exposición del hueso. Generalmente se asocia a una contaminación masiva
- IIIc Asociada a una lesión arterial que requiere reparación, con independencia del grado de lesión de los tejidos blandos.

[FA: fracturas abiertas]

Como se mencionó en el primer capítulo, las heridas de bala pueden ser de alta o baja velocidad, pero en el caso de las heridas de bala civiles, son causadas sobre todo por los proyectiles de baja velocidad (300 m/seg y más bajos). Cabe esta aclaración ya que la velocidad y la masa del proyectil son los factores más significativos y determinantes del daño a los tejidos, y se manifiestan alternadamente por laceración, machacamiento y cavitación producidas por las ondas expansivas.

La cavitación o la formación de una cavidad dentro del tejido se consideran una característica de las lesiones que se producen con las armas de alta velocidad, al igual que las ondas de choque las cuales ocasionan daños a distancia. La laceración y el machacamiento ocurren cuando un proyectil de baja velocidad penetra en los tejidos y éstos son aplastados y desgarrados. Otro mecanismo de lesión es el daño de tejidos blandos por los proyectiles secundarios de la bala o de los fragmentos del hueso que salen desprendidos como resultado del impacto del proyectil.

Robin Coupland, un reconocido cirujano Suizo, en su artículo “Importancia clínica y jurídica de la fragmentación de las balas en relación con el tamaño de las heridas: análisis retrospectivo” (1999) explica que, las heridas son causadas por la transferencia de energía cinética de los proyectiles a los tejidos del cuerpo: cuanto mayor es la transferencia de energía, más grandes son las heridas y precisa que cuando una bala pasa a lo largo de su trayectoria en el cuerpo, lacera y daña los tejidos al trabajar en ellos, es decir, al transferir a los tejidos la energía cinética que transporta. Los tejidos realizan una cantidad de trabajo igual y opuesta sobre la bala.

Una última clasificación que se quiere mencionar de las fracturas por armas de fuego es la expuesta por el Dr. Orestes Díaz Hernández:

Tipo I.- Proyectil de baja velocidad. La fractura es transversa u oblicua. No hay pérdida de hueso cortical. Mínima lesión de tejidos blandos.

Tipo II.- Proyectil de baja velocidad. La fractura es conminuta. No hay pérdida de hueso cortical. Mínima lesión de tejidos blandos.

Tipo III.- Proyectil de alta velocidad. La fractura es conminuta con pérdida de hueso cortical o fragmentos muy pequeños. Lesión grave de tejidos blandos. (Dr. MSc. Orestes Díaz Hernández, 2014)

Localización anatómica más frecuente

Se ha recabado información de diferentes estudios descriptivos, retrospectivos para saber cuál es la localización anatómica más frecuente que se lesiona en una fractura por herida de arma de fuego.

Una investigación realizada en un Hospital de México D.F entre los años 2005 al 2009 (Rodríguez-Flores, 2011), revela que la fractura diafisaria del fémur es la fractura más común de los huesos largos asociada a las heridas por proyectil de arma de fuego. En dicho estudio se reportaron 482 fracturas por proyectil de arma de fuego, de ellas 139 fueron en la extremidad inferior, 89 en el fémur y 50 en la tibia.

Entre varias investigaciones y artículos, se halló también el de la Dr. Daniela Pivcevic et al. (2013), realizado en Santiago de Chile donde constataron que el segmento anatómico más afectado correspondió a las extremidades inferiores y que además la mayoría de las lesiones vasculares comprometen estas extremidades, lo que es lógico, al ser ésta la zona más expuesta y desprotegida del cuerpo.

En un estudio prospectivo, observacional y longitudinal realizado en el Hospital Civil de Culiacán durante los años 2012 a 2015 (Alberto Enrique Durán-Arce, 2016), encontraron que el segmento óseo más afectado fue el fémur, haciendo mención que el segmento con mayor frecuencia afectado fue la diáfisis femoral en más del 50 % de los casos, conllevando lesiones tanto vasculares como neurológicas, con un mal pronóstico. En tercer lugar se encontró a la tibia como el segmento metafisio diafisario proximal más comprometido.

Se encontró una investigación realizada en el Hospital Regional de Zacapa en Guatemala (Welner Figueroa, 2019), el cual refiere que de un total de 82 pacientes con dicha fractura, predominó el tipo de lesión en miembros inferiores en un 56% de los pacientes, con mayor frecuencia de localización en fémur en un 20%.

Por último, según lo recabado en las 20 historias clínicas del Complejo Penitenciario Federal II de Marcos Paz, los miembros inferiores resulta la estructura anatómica más afectada, siendo el fémur y en segundo lugar la tibia, los huesos más comprometidos. Esto se expondrá en los resultados de dicho trabajo de investigación con más detalle.

Cap 4. Métodos Quirúrgicos e incruentos de las fracturas por herida de arma de fuego en miembro inferior

De acuerdo al Dr. Rodrigo Alvarez Cambras, autor del Tratado de cirugía ortopédica y traumatológica (2012), el tratamiento de las fracturas y luxaciones en general, se rige por cuatro principios básicos:

- I. Inmovilización de urgencia de los segmentos de miembros lesionados.
2. Reducción o afrontamiento correcto de los extremos fracturados.
3. Inmovilización firme e ininterrumpida hasta la curación final (consolidación de las fracturas).
4. Movilización precoz de todas las articulaciones que no queden incluidas en el sistema de inmovilización de la fractura.

Es importante destacar que para las fracturas por HAF se debe conocer el aspecto de los orificios de entrada y de salida que dependen del tipo de bala, su masa y velocidad de impacto, la densidad de los tejidos dañados y la distancia penetrada.

El plan de acción varía en función de estos factores mencionados anteriormente. Resulta importante también agregar como factores la presencia o no de contaminación y lesiones vasculares o nerviosas si las hubiera.

En cuanto a la reducción (corrección de desplazamientos de los fragmentos fracturados, bajo control radiográfico para evitar su reproducción), el Dr. Rodrigo Álvarez Cambras desarrolla en su libro cuatro métodos: Reducción manual, reducción manual y tracción continua, reducción mecánica y transfixión esquelética y por último la reducción operatoria y fijación interna.

En cuanto a los métodos quirúrgicos se distinguen la osteotomía, osteosíntesis, injertos óseos, artroplastias, artrodesis, entre otros.

Según lo expuesto por el mencionado autor, las osteotomías son las secciones quirúrgicas de huesos que se utilizan para corregir angulaciones o deformidades óseas, mejorar las cargas de peso de una articulación o producir alargamiento o acortamiento de un hueso.

La osteosíntesis es el procedimiento de reducción quirúrgica y fijación de los extremos fracturarios de un hueso entre sí, con materiales inertes, clavos, tornillos, placas, alambre, etc.

Las principales indicaciones de la osteosíntesis son las siguientes: fracturas irreductibles por manipulaciones o métodos cerrados; fracturas intraauriculares desplazadas; fracturas epifisarias desplazadas; grandes fracturas avulsivas con alteración importante de la función muscular o ligamentosa (rótula, olecranon); fracturas que se acompañan de lesión de grandes vasos o nervios que es necesario reparar; fracturas abiertas para garantizar la estabilidad y la cicatrización de las partes blandas (indicación no absoluta); fracturas patológicas, en especial diafisarias, en adultos y ancianos; fracturas en las que se sabe que el tratamiento conservador fracasa.

En cuanto a los injertos óseos, existen dos tipos fundamentales: los realizados con tejido cortical (tibia, peroné, etc.) y los realizados con tejido esponjoso (cresta iliaca). Pueden ser homólogos, autógenos o heterólogos.

Las artroplastias son operaciones con las que se trata de reconstruir la articulación y la mecánica articular.

La artrodesis es una operación destinada a producir la anquilosis ósea en una articulación. Puede ser realizada para detener una enfermedad, aliviar el dolor o proporcionar estabilidad.

Una vez detallados los procedimientos que existen y siguiendo el criterio de clasificación de Gustillo y Anderson, las fracturas que corresponden al tipo o grado I, según la información recabada pueden ser tratadas con vendajes de yeso, es decir método incruento.

En las fracturas tipo II, se suele preferir realizar una limpieza quirúrgica de la herida con estabilización ortopédica o interna en caso de fractura intraarticular o desplazada. Por último en las fracturas tipo III, la terapéutica a aplicar consiste en una limpieza quirúrgica con estabilización de la fractura con fijación externa, de los cuales hay varios modelos: los formados por barra de hierro o lineales y los formados por aros.

En las fracturas con lesión vascular que interrumpen el riego sanguíneo, se debe de realizar la reparación arterial de forma urgente.

Las fijaciones internas mayormente utilizadas son el enclavamiento intramedular, con placas o tornillos. Los clavos intramedulares actúan como férulas internas, son óptimas mecánicamente para alinear y reducir fracturas de la diáfisis de huesos largos. Las fracturas intraarticulares suelen tratarse con placas y tornillos ya que requieren una restauración anatómica exacta y perfecta.

Con el fin de ampliar la información de los materiales que pueden utilizarse, se detallan los expuestos por Cambras en su tratado de cirugía ortopédica y traumatología (2012):

Puede usarse uno o varios alambres finos tipos Kirschner para cruzar el foco de fractura, pero debe reconocerse que la estabilidad brindada por estos es pobre. Con alambre de acero monofilamentoso rodeando el hueso, pueden ser fijadas las fracturas que presenten algún fragmento libre y también las fracturas transversales de la rótula. [...]

Una forma especial de fijación circunferencial del hueso lo constituye el uso de la banda de Parham que se cierra sobre sí misma.

Los tornillos son usados generalmente para mantener fijo algún fragmento libre, como ocurre en las fracturas por avulsión, y para unir las placas al hueso. Existen tornillos para la cortical y para la esponjosa, los cuales se diferencian por la disposición y el tamaño de la rosca.

En cuanto a las placas para fijación de las fracturas, se utilizan mayormente para hacer compresión del foco de fractura antes de terminar la fijación de la placa al hueso, lo cual se conoce con el nombre de sistema AO. (p.120)

La fijación externa suele ser un tutor externo. El mismo se coloca para neutralizar las fuerzas que atraviesan el hueso y las articulaciones. Se utilizan mayormente para lesiones de alta energía con daño extenso de partes blandas.

Como fue mencionado en el capítulo anterior, el hueso de miembro inferior que mayormente se fractura es el fémur. Estas fracturas deben ser cuidadosamente evaluadas incluyendo en la evaluación la presencia de sangrado, disminución de pulsos arteriales y posibilidad de isquemia, y la evaluación de las estructuras adyacentes al hueso lesionado, a saber: músculo, tendón, articulaciones, estructuras vasculares y nerviosas, piel, etc. Para estabilizar la fractura es preferentemente utilizado el clavo centromedular bloqueado, reportado con resultados satisfactorios de acuerdo a varios autores.

A su vez en las fracturas de la diáfisis femoral en el adulto, los métodos de elección son el clavo intramedular tipo Kuntscher, el sistema de placas de compresión AO y los fijadores externos. Éstos últimos indicados en caso de fracturas abiertas tipo III B o

quemaduras de la región ya que permiten el tratamiento de las partes blandas, movilizand las articulaciones vecinas.

Otra técnica para el tratamiento de fracturas diafisarias femorales puede ser el uso del enclavado retrógrado, especialmente en las fracturas cercanas a rodilla.

Siguiendo con los huesos que más frecuentemente se fracturan a causa de una HAF, hallamos a la tibia. Se encontró que se utiliza para tratar dicha fractura un yeso, siendo el tratamiento en este caso de tipo ambulatorio. En el caso de que la fractura sea de grado III suelen ser tratadas con un clavo intramedular, o en última instancia con tutor externo, dependiendo del daño ocasionado en tejidos adyacentes y la estabilidad de la fractura.

Cap 5. Secuelas más frecuentes en las fracturas por herida de arma de fuego en miembro inferior

Antes de comenzar con este capítulo, se procederá a definir “secuela” según la Real Academia Española. Una secuela es una consecuencia o resulta de algo, un trastorno o lesión que queda tras la curación de una enfermedad o un traumatismo, y que es consecuencia de ellos.

Muchos de los autores consultados emplean la palabra secuela y complicación tardía como sinónimos, por lo que se procederá a detallar la clasificación de la misma.

En cuanto a complicaciones, las mismas se dividen en generales y locales. En las generales se distinguen el shock, la embolia grasa, y el tromboembolismo pulmonar. En las complicaciones locales se incluyen las complicaciones óseas (pseudoartrosis, retardo de la consolidación, necrosis aséptica y consolidación viciosa), las complicaciones nerviosas y vasculares.

Según el Dr. Walterio Palma Villegas (2011), las complicaciones reportadas en las fracturas por HAF a corto plazo son: la infección de las partes blandas y la lesión vascular que incluso puede requerir la amputación. Las complicaciones de mediano y largo plazo que son consideradas secuelas son: la osteomielitis, la pseudoartrosis, la lesión neurológica con pérdida de función permanente y las deformidades angulares o desproporciones de longitud. Al igual que en toda lesión que afecte una articulación, se puede esperar una restricción en los arcos de movilidad de la misma.

Para un mayor entendimiento de las complicaciones, se procederá a desarrollar cada una de ellas.

El retardo de consolidación ocurre en aquellas fracturas cuya cicatrización no progresa en el lapso de tiempo que se estima normal a pesar de que existan evidencias clínicas y radiológicas de que el proceso de consolidación o reparación ósea no ha cesado. Radiográficamente existe ensanchamiento de la línea de fractura, límites borrosos, descalcificación de los fragmentos y cavidades en los extremos óseos o fragmentos. Clínicamente en el retardo de consolidación existe dolor en el foco de fractura, movilidad anormal y en algunos casos crepitación.

Se considera que existe pseudoartrosis en el proceso evolutivo de una fractura, cuando la misma no consolida en el tiempo previsto, y es demostrable tanto clínica como

radiológicamente (a diferencia del retardo en la consolidación) que ha cesado toda evidencia de consolidación o reparación óseas.

Algunos motivos por lo que puede producirse la pseudoartrosis son: irrigación sanguínea defectuosa de los componentes óseos de una fractura, inmovilización de la fractura con gran desviación de los fragmentos e interposición de partes blandas. Por último, la pérdida de sustancia ósea interfragmentaria por sepsis u otras causas, es también motivo de esta complicación.

Clínicamente en el foco existe movilidad anormal y permanente, generalmente indolora a consecuencia de la falta de unión.

La osteomielitis aguda secundaria es producida por la implantación directa del germen en el hueso. En cuanto a su etiología se distinguen las fracturas expuestas, heridas penetrantes por arma blanca o de fuego, intervenciones quirúrgicas osteoarticulares, entre otras.

Es bien conocido que el aseo quirúrgico adecuado de las fracturas abiertas y heridas anfractuosas, previenen la infección ósea secundaria.

La sintomatología está dada por el proceso inflamatorio local en el que se distinguen aumento de temperatura local, dolor, edema con infiltración de partes blandas, exudado y supuración de la herida, fiebre de importancia variable, etc.

En la mayoría de los casos se deja la herida abierta, para obtener la cicatrización por segunda intención.

Por otro lado, la osteomielitis crónica es consecuencia de secuelas de osteomielitis aguda hematógena, infecciones osteoarticulares post operatorias o fracturas expuestas mal tratadas.

El proceso se mantiene por la presencia de secuestros y tejido fibrótico que rodea el foco. Debido a esta falta de vascularización, la penetración de los antibióticos se ve impedida como así también la reparación del tejido óseo.

Los síntomas pueden ser leves o insidiosos, con fiebre recurrente, discreta impotencia funcional, fistulas persistentes con reactivación periódica y secreción purulenta.

En este caso, el tratamiento es esencialmente quirúrgico. Resulta útil complementar con antibióticos cuando se conoce el germen causal y su sensibilidad.

Los acortamientos suelen ser secuela de una consolidación viciosa (fractura consolida con deformidad y afecta la funcionalidad). Aparece en las fracturas transversales

y con frecuencia en las oblicuas o espiroideas. También se produce por una angulación excesiva de una fractura. Cuando el acortamiento se debe a una angulación grave y permanente de una fractura puede estar indicada una osteotomía, no solo para corregir el acortamiento, sino también para limitar la sobrecarga anormal de las articulaciones implicadas.

En el caso de fracturas de tibia, la ausencia de inserciones musculares en la cara anteromedial de este hueso, determinan una menor vascularización, siendo comunes los retardos de consolidación.

Las dificultades mayores del tratamiento enyesado en este caso son el control de las rotaciones y angulaciones del foco fractura, sin que el pie quede en equino.

Leonardo Rojas, médico cirujano, describió en su artículo “Experiencia multicéntrica en reconstrucción nerviosa del miembro inferior”, las lesiones nerviosas que ocurren con mayor frecuencia ante las fracturas traumáticas de miembro inferior, especificando las que ocurren por HAF y en accidentes de tránsito. Así precisa que:

“Los nervios que con mayor frecuencia se ven comprometidos cuando ocurre un trauma de los miembros inferiores son el nervio peroneo y el ciático, seguidos por los nervios femoral y tibial que presentan el mismo porcentaje de lesión; esto se atribuye a su distribución anatómica a través del miembro inferior, que lo hace especialmente susceptible de sufrir traumatismos.” (p.413)

En un estudio realizado por Rodríguez-Flores (2011) en México, se reportó que 58 pacientes con fractura de tibia por HAF fueron tratados con moldes de yeso. De este número de pacientes, 48 han presentado como secuela más de 1cm de acortamiento en el miembro afectado y osteomielitis en 7 pacientes, lo cual llevó a la prolongación en el tiempo de consolidación. En este mismo estudio reportaron que al utilizar tutor externo para dichas fracturas, encontraron complicaciones como acortamientos, infecciones y deformidades angulares.

La pseudoartrosis como complicación a largo plazo se reporta en 3 casos, uno de ellos asociado a fractura diafisaria de fémur y que curso inicialmente con infección de herida quirúrgica.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

El siguiente trabajo de investigación, fue llevado a cabo en el Complejo Penitenciario II de Marcos Paz, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

El mismo se realizó entre los meses de Abril y Diciembre del año 2020. El estudio es exploratorio, en donde se utilizó una técnica mixta, tanto cualitativa como cuantitativa. Desde el enfoque cuantitativo se recogieron datos para probar la hipótesis y se realizó un análisis estadístico de los mismos.

Desde el enfoque cualitativo, se desarrollaron antes de comenzar las preguntas e hipótesis de la investigación, para luego poder responderlas en orden de relevancia.

La información para confeccionar el marco teórico fue recolectada de la biblioteca online de la Universidad Abierta Interamericana, bibliografía externa y artículos de revista de páginas web. Se utilizaron para encontrar dichos artículos buscadores web sugeridos por el profesor de la Cátedra Taller de Tesis Final. De los mismos se destacan PubMed, SciELO, Google académico, Cochrane Library, entre otros.

El trabajo se construyó en base al problema a resolver, guiada por las preguntas y objetivos a los que se querían llegar.

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue la historia clínica de 20 internos-pacientes alojados en el Complejo Penitenciario Federal II de Marcos Paz. Se eligió este instrumento ya que es un documento legal en el que consta todo el historial médico y asistencial del paciente, información relevante de su salud, junto con radiografías y diversos estudios, y se encuentra permanentemente actualizada.

Se delimitó una población de género masculino de entre 20 y 40 años que hayan sufrido una fractura por herida traumática de arma de fuego. Se delimitó un período de 5 años hacia atrás para recolectar los datos, es decir fracturas traumáticas que hayan ocurrido desde Enero 2015 hasta Marzo de 2020 inclusive.

Los criterios de inclusión fueron:

- Hombres de entre 20 y 40 años
- Que hayan sufrido una fractura traumática por HAF
- Que la fractura se encuentre en miembro inferior
- Fracturas durante el período 2015 a 2020.

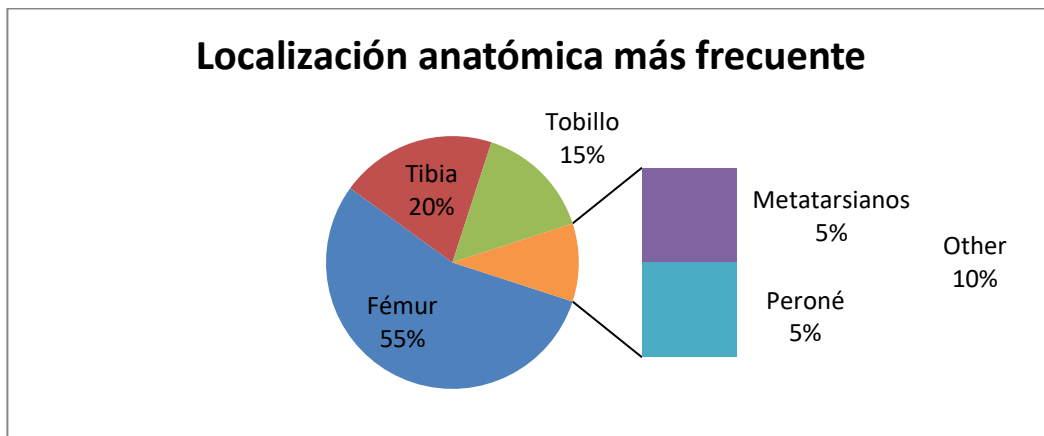
Criterios de exclusión:

- Hombres menores de 20 años o mayores de 40
- Que la fractura haya sido por otros motivos que no sea por HAF
- Fracturas localizadas en otro sector de su cuerpo que no sea miembro inferior
- Fracturas previas al 2015 o posteriores a Marzo 2020.

ANÁLISIS DE LOS DATOS RECOGIDOS

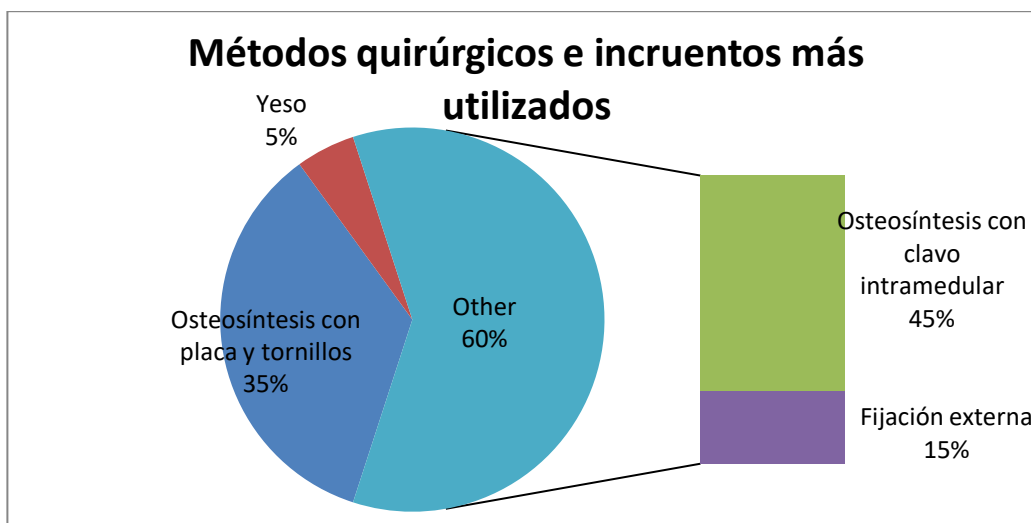
El análisis de datos en el marco del diseño seleccionado, se realizó mediante el análisis descriptivo de gráficos circulares y se plasman en porcentajes, teniendo en cuenta que la información se recogió de las historias clínicas de los 20 internos-pacientes seleccionados, que cumplían con los criterios de inclusión.

Como se observa a continuación, de los 20 internos-pacientes, el 55% presentó fractura por herida traumática por arma de fuego en fémur, siguiendo con un 20% en tibia, 15% en tobillo y un menor porcentaje se reparte entre fracturas por HAF en metatarsianos y en peroné.



Elaboración propia

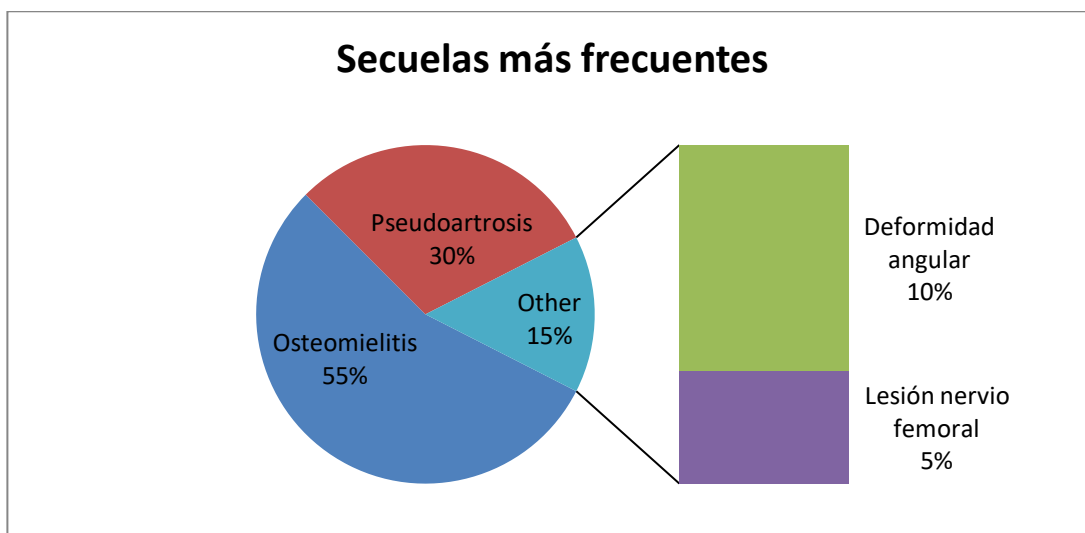
Según lo recogido en las 20 historias clínicas y siguiendo con el análisis descriptivo, el tratamiento utilizado de preferencia fue la realización de una osteosíntesis con clavo intramedular, seguido en un 35% por osteosíntesis con placa y tornillos, un 15% del total de pacientes fueron tratados con fijación externa y un menor porcentaje (5%) con tratamiento conservador, es decir, uso de yeso.



Elaboración propia

Por último, se analizan los datos obtenidos acerca de las secuelas más frecuentes por HAF en miembro inferior.

De las 20 historias clínicas analizadas, podemos observar que la osteomielitis se manifestó en el 55% de los casos. En orden de aparición sigue la pseudoartrosis en un 30%, la deformidad angular en un 10% y por último pero no menos importante, se reportó un caso de lesión del nervio femoral (5%).



Elaboración propia

CONCLUSION

El objetivo fundamental de este trabajo era mostrar las secuelas más frecuentes de las fracturas de miembro inferior por herida traumática con arma de fuego en pacientes del Complejo Penitenciario II de Marcos Paz.

Las fracturas producidas por proyectil de arma de fuego son definidas según Welner Figueroa como lesiones óseas de alta energía con destrucción de tejidos blandos y alto grado de contaminación, según clasificación de fracturas expuestas; pueden llegar a provocar complicaciones como discapacidades temporales o permanentes. Resulta importante como Kinesiólogos conocer los daños que pueden ocasionar las mismas y su clasificación, ya que no se comportan por lo general como el resto de las fracturas.

En el presente trabajo se realizó un recorrido teórico dentro de los diferentes capítulos, con el fin de definir conceptos, palabras claves y objetivos específicos. Tras el análisis de datos obtenidos de las historias clínicas de los internos-pacientes alojados en el Complejo Penitenciario Federal II, se determinó que el hueso que con mayor frecuencia se fractura por herida traumática de arma de fuego es el fémur, información que se condice con los artículos encontrados. A su vez se halló que dichas fracturas son tratadas preferentemente con tratamiento quirúrgico, aplicando osteosíntesis con clavo intramedular. Por último, y no menos importante, se identificó que las secuelas que mayormente ocurren en las fracturas por herida de arma de fuego es la osteomielitis, seguida por la pseudoartrosis. La osteomielitis se trata de una infección súbita o de larga data del hueso o médula ósea, normalmente causada por una bacteria, micobacteria u hongos. Los síntomas se caracterizan por el proceso inflamatorio local en el que se distinguen aumento de temperatura local, dolor, edema con infiltración de partes blandas, exudado y supuración de la herida, fiebre de importancia variable, etc. Esto retrasa los tiempos de curación y por ende, el abordaje kinésico se ve comprometido, disminuyendo la calidad en la atención y duplicando el trabajo.

Sin embargo, si bien parte de la hipótesis de este trabajo se basó en lograr identificar las secuelas más frecuentes ocurridas en las fracturas por herida de arma de fuego, no se logró llevar a cabo la investigación para poder vincular ambas variables en la que se plantea que la identificación de estas secuelas mejoraría el abordaje kinésico, por lo que queda un abanico de posibilidades para futuras investigaciones en el campo de la Kinesiología en

contextos de encierro, siendo que falta muchísima información del desempeño del Kinesiólogo en este ámbito tan particular.

Lo expuesto anteriormente permite concluir que todos los Kinesiólogos que se desempeñen dentro de Complejos Penitenciarios, deberían poseer conocimientos acerca de las posibles secuelas de las fracturas por herida de arma de fuego y su evolución, ya que esto permitirá un abordaje de las mismas de forma eficaz brindando una excelente calidad en la atención, minimizando los tiempos de rehabilitación y mejorando la funcionalidad del miembro lesionado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alberto Enrique Durán-Arce, E. L.-F. (2016). Experiencia en el manejo de fracturas por proyectil de arma de fuego en centrohospitalario de segundo nivel de atención. *Revista Médica UAS*, 6 (2), 48-58.
2. Cambras, D. R. (1986). *Tratado de cirugía ortopédica y traumatológica*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
3. Chang, D. W. (11 de Febrero de 2018). *Caracterización clínica y epidemiológica de pacientes con fracturas producidas por proyectil de arma de fuego*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2020, de Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt>
4. Coupland, R. (1999). Clinical and legal significance of fragmentation of bullets in relation to size of wounds: retrospective analysis. *BMJ*, 319, 403-406.
5. Dr. MSc. Orestes Díaz Hernández, D. O. (2014). El efecto cavitacional en la lesión vascular penetrante fémoro-poplíteo. *Medigraphic.com*, 15 (2).
6. Dres. Daniela Pivcevic C(1), G. S. (2013). Caracterización de las lesiones vasculares por tomografía computada (TC) en heridas de arma de fuego. Experiencia de tres años en Hospital Público del sector suroriente de Santiago de Chile. *Revista chilena de radiología*, 19 (1), 12-19.
7. Durán-Arce, A. E. (2016). Experiencia en el manejo de fracturas por proyectil de arma de fuego en centro hospitalario de segundo nivel de atención. *Revista Médica UAS*, 6 (2), 48-58.
8. Emilio Luís, J. G., Luisa, U. B., & Alejandro, S. C. (s.f.). *SU TRAUMATÓLOGO EN ZARAGOZA*. Recuperado el 3 de Agosto de 2020, de CIR ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA: <http://www.traumazaragoza.com>
9. Latarjet, M. (1999). *Anatomía Humana*. Barcelona, España: Panamericana.
10. Leonardo Rojas, C. L. (2019). Experiencia multicéntrica en reconstrucción nerviosa del miembro inferior. *SECPRE*, 413-426.
11. Maria Rosa Serra Gabriel, M. L. (2003). *Fisioterapia en Traumatología, Ortopedia y Reumatología* (Segunda Edición ed.). Barcelona, España: Elsevier Masson.
12. Moye-Elizalde GA, R.-M. F.-S.-R.-G.-A. (2013). Epidemiología de las lesiones por proyectil de arma de fuego en el Hospital General de Ciudad Juárez, Chihuahua. *Medigraphic*, 27 (4), 221-235.
13. Palma-Villegas, W. (2011). Consideraciones ortopédicas en las lesiones causadas por proyectil de arma de fuego en menores de edad. *Medigraphic*, 7 (3-4), 135-141.

14. Patito, J. Á. (2000). *Medicina Legal*. San Isidro, Buenos Aires, Argentina: Centro Norte.
15. Rodríguez-Flores, J. L. (2011). Fracturas por proyectil de arma de fuego en huesos largos de la extremidad pélvica. *Medigraphic* , 7 (3-4), 147-154.
16. S., J. B., & F., C. G. (1998). Fracturas ocasionadas por armas de fuego. Clasificación y tratamiento. *Sociedad Médica- centro médico de Caracas* , 43 (1), 29-32.
17. Stanley Hoppenfeld, V. L. (2004). *Fracturas Tratamiento y Rehabilitación*. Madrid, España: Marbán Libros.
18. Vadra, D. G. (2000). Heridas por proyectiles de fuego portátiles. *Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología* , 62 (2), 213-239.
19. Vertiz, J. R. (2003). *Compendio de Traumatología y Ortopedia* (Segunda Edición ed.). Buenos Aires, Argentina: Atlante Argentimt S.R.L.
20. Welner Figueroa, E. M. (2019). Caracterización de pacientes con fracturas producidas por proyectil de arma de fuego. *Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI* , III (1), 51-56.