

11245  
2478



**Universidad Nacional Autónoma de México**

Facultad de Medicina

División de Estudios de Posgrado

Hospital de Traumatología y Ortopedia

Magdalena de las Salinas

I. M. S. S.



**“CRITERIOS DE MANEJO PARA LAS  
FRACTURAS EXPUESTAS POR BALA  
DE BAJA VELOCIDAD.”**

**T E S I S**

para obtener el grado de

**ESPECIALISTA EN TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA**

P r e s e n t a :

**Dr. José Jesús Pérez Correa**

Asesor: Dr. Alejandro A. Reyes Sánchez



**IMSS**

México, D. F.

**TEJIS CON  
BALA DE ORIGEN**

1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
ANTECEDENTES CIENTIFICOS	4
CONCEPTOS GENERALES SOBRE	
FRACTURAS EXPUESTAS	6
FISIOPATOLOGIA DE LAS LESIONES	11
HIPOTESIS	21
MATERIAL	22
METODOS	23
RESULTADOS	26
DISCUSION	30
CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFIA	34

## INTRODUCCION

Existen múltiples razones para coleccionar información científica respecto a los mecanismos de lesión y los efectos biológicos, en las heridas por los proyectiles de arma de fuego. Se han hecho extensos reportes acerca del incremento de la violencia en el mundo. La mala voluntad no es factor privativo de la acción de guerra, en la actualidad, día a día, se incrementa el número de lesiones balísticas en la población civil, se arguyen factores tales como: hacinamiento de la población y el incremento de la criminalidad, aunados a la sofisticación y especialización de la industria de las armas, misma que ha tenido un auge importante a partir de 1960 con el advenimiento de las armas cortas de alta velocidad.

De lo anterior se aprecia la importancia de que el cirujano en Traumatología y Ortopedia sea educado en los cuidados especiales que requieren el manejo temprano y tardío de las lesiones óseas producidas por balas.

Es imperativo que conozca la clase de lesión que producen los diferentes proyectiles, así como los efectos tisulares, circulatorios e histoquímicos de las diversas lesiones balísticas a través del estudio de la patología y anatomía patológica de las lesiones.

El Dr. Billoth mencionó acerca de las fracturas expuestas: "puedo asegurar que, en mi propia experiencia, ninguna de mis curaciones quirúrgicas más acertadas, me han dejado tan satisfecho como la curación de una fractura abierta grave."

Y tomando en cuenta el vertiginoso cambio de la civilización hacia un medio ambiente cada vez más peligroso para el hombre con un habitat de constante acecho, para los accidentes, ya sea, en tránsito, laborales, o en el mismo hogar por descuido, accidentes imprudenciales ó bien por agresión la presencia de las lesiones óseas cada vez más graves, con exposiciones importantes de hueso, nos hacen pensar en el mejor manejo para este tipo de lesiones, tratandose de unificar los criterios para el diagnóstico y terapéutica de las mismas.

Es por tanto un objetivo del presente trabajo el expresar una modificación de la clasificación de las fracturas abiertas en relación a unificar criterios clínicos y terapéuticos en el manejo de las fracturas por bala.

## OBJETIVOS

- A) Proponer un esquema general de manejo para las fracturas expuestas por bala. Realizado en el servicio de traumatología B del conjunto hospitalario "Magdalena de las Salinas".
  
- B) Proponer una nueva clasificación con orientación etiológica-terapéutica.
  
- C) Mostrar los resultados del servicio con la aplicación de estos criterios para el manejo de las fracturas expuestas por bala.

## ANTECEDENTES CIENTIFICOS

Las primeras referencias sobre el manejo de heridas por bala, se remontan al siglo XVI, cuando Ambrosio Paré expuso sus conceptos acerca de la cauterización de las heridas con aceite hirviendo. Joseph Desault fue el primero en definir el desbridamiento como una incisión profunda en la herida para explorar ésta y proporcionar drenaje. Posteriormente Jean Pierre Larrey popularizó el desbridamiento de la herida y expuso la importancia del manejo precoz de la lesión e incluso instituyó por primera vez el uso de ambulancias móviles para el traslado de heridos (1), de los campos de batalla a los puestos de socorro.

Joseph Lister en 1867 refirió el uso de compresas embebidas en ácido fénico, y posteriormente aparecieron múltiples reportes acerca del uso de soluciones antisépticas. (2)

En la primera guerra mundial Dankin utiliza solución antiséptica de hipoclorito de sodio con regulares resultados (3); posteriormente Orr diseña su método caracterizado por desbridamiento, reducción e inmovilización. En 1935 a 1938 Trueta realiza su trabajo sobre la cura biológica de las fracturas expuestas en heridas de bala en la guerra civil española (4). En 1939 Hampin y colaboradores publican un estudio sobre el uso local de sulfamidas, complementándose posteriormente con los estudios de Cambell y Smith sobre el uso de este medicamento en forma local. Durante la segunda guerra mundial Hampton indica el manejo de estas lesiones aplicando los principios básicos de Orr y Trueta aunados al uso de sulfamidas

por vía oral y con la aplicación de fijación interna diferida. En 1944 agrega penicilina a su manejo (2).

Cleveland y Brove agregaron el cierre primario diferido para el manejo de estas lesiones. Posteriormente los trabajos publicados se refieren al uso de los principios básicos ya enunciados con diversas variantes.

En 1984 Gustilo y col. (2) hacen un reporte acerca del manejo de las fracturas expuestas en general, y, establece un apartado especial acerca del manejo de las fracturas expuestas por bala; sin embargo no aporta conocimientos nuevos acerca de la patogenia ó de la anatomía patológica de las lesiones, ni mucho menos acerca de los cambios histológicos e histoquímicos que suceden a nivel local después de una lesión por bala en una extremidad.

Se cuenta con múltiples reportes acerca de estudios experimentales sobre simulantes de tejido vivo así como experimentos en animales y extremidades humanas amputadas; sin que ninguno de estos muestre con claridad los criterios de manejo para estas lesiones de acuerdo al tipo de proyectil que le dió origen (5-12).

## CONCEPTOS GENERALES SOBRE FRACTURAS EXPUESTAS

Se considera como fractura expuesta, a toda solución de continuidad en un hueso que ha tenido o tuvo comunicación con el medio externo. Lleva consigo un riesgo considerable de infección ósea con toda la gamma de complicaciones que esta implica.

El objetivo del manejo inicial de una fractura expuesta es el de convertir una herida contaminada en una herida limpia y sin infección, dejando en segundo término, al menos inicialmente el concepto de consolidación.

Para hablar un mismo idioma en relación al tema, usaremos la clasificación de Anderson y Gustilo, modificada en el servicio de traumatología B del Hospital Magdalena de las Salinas, misma que consideramos como suficientemente estricta y que además es muy completa, y que permite englobar conceptos etiológicos y fisiopatológicos, de forma tal que la modificación que proponemos para las fracturas expuestas por bala es perfectamente compatible con ella. Cabe aclarar que esta clasificación las divide en tipos y no como el mal uso de la misma que las agrupa en grados, ya que usar graduación implica un valor pronóstico, mismo que no es una premisa de la clasificación de los autores mencionados. Hecha la aclaración es conveniente la descripción de cada uno de los tipos:

**TIPO I:** Se conoce como fractura tipo I aquella que se realiza de dentro a fuera, con traumatismo de baja energía, con un componente de lesión de tejidos blandos mínimo, casi siempre

puntiforme y menor de un centímetro, que para su perfecta definición debe ser menor de la mitad del diámetro del hueso fracturado y que casi siempre presenta un trazo transversal u oblicuo corto, habitualmente solo con leve o nula conminución.

TIPO II: Es provocada por un mecanismo de fuera-adentro con mediana absorción de energía, hay contusión importante de los tejidos blandos pero la desvitalización de estos no es severa. La extensión de la herida es habitualmente mayor de 1 cm y, el trazo de fractura también es simple. No hay desprendimiento de pedículos o colgajos y el tejido óseo se halla siempre cubierto.

TIPO III: Lesión muy severa con alta absorción de energía, existe severa lesión de tejidos blandos, trazos de fractura compuestos con severa conminución y gran inestabilidad, existen áreas de diversa magnitud desprovistas de cubierta y con exposición de tejido óseo. El compromiso vascular es muy importante y en ocasiones muy grave. Se les ha clasificado en tres subgrupos de acuerdo con Gustilo, esta vez sí con valor pronóstico

TIPO III A: Fracturas tipo I y II con más de 8 hs de evolución. Traumatismos de alta energía con severa contusión de tejidos blandos, independientemente del tamaño de la herida y componente óseo con fracturas multifragmentadas o conminutas.

TIPO III B: Extensa lesión de tejidos blandos con periostio abierto y exposición ósea. Esta usualmente asociada a severa contaminación (denudación o Amputación traumática, fractura en terreno agrícola, causada por maquinaria o en desastres naturales). Es evidente la mayor posibilidad de infección.

TIPO III C: Fracturas expuestas de cualquier grado con lesión neurológica o vascular, que amerita desbridamiento y estabilización inmediata.

Nosotros hemos realizado una modificación agregando un tipo cuatro, que considera las fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego dividiendolo en dos subgrupos:

TIPO IV A: Fractura provocada por proyectil de alta velocidad o bien de baja velocidad y corto recorrido, (1m) Y estas son lesiones con trayecto en forma de trompeta, orificio de salida de tres a cuatro veces mayor que el de entrada o aún más, con severa contusión de tejidos blandos, arrancamiento de tejido y extensa lesión ósea, denudación extensa, trastornos vasculares severos con severa repercusión sistémica, hemodinámica y metabólica. A nivel óseo extensa destrucción en el sitio de impacto, presencia de trazos espiroidales secundarios y terciarios hasta 4 a 6 cm hacia distal-proximal al sitio del impacto, conminución y pérdida de hueso; todo ello producto de la intensa absorción de energía por los tejidos, así como de la onda de choque y de la cavitación

temporal. La contaminación de la herida es extensa dado las fuerzas de succión que condiciona la cavitación temporal y la aceleración de los tejidos en derredor del trayecto del misil.

TIPO IV B: Heridas provocadas por balas de baja velocidad y por proyectiles de alta velocidad con recorrido muy largo(100 m)

Se caracterizan por la presencia de trayecto cilíndrico, escasa contusión de los tejidos, fracturas múltiples sin pérdida ósea, hay impacto con el hueso el proyectil queda alojado en el interior del cuerpo, la contaminación no es extensa y su manejo no implica una urgencia quirúrgica. Los efectos de cavitación temporal y de onda de choque no son importantes y por tanto el tejido absorbe poca energía.

Estos conceptos se ampliarán con detalle en el siguiente capítulo relacionado con la fisiopatología de las lesiones por misiles haciendo énfasis en el comportamiento de los mismos de acuerdo a la velocidad y por tanto la energía potencialmente transmisible a los tejidos.

El tratamiento de las fracturas expuestas esta basado en las siguientes premisas:

1.- Todas las fracturas expuestas deben ser tratadas como urgencia, previa valoración integral del paciente y siendo prioritario la atención a cualquier lesión que ponga en peligro la vida.

**2.- Tratamiento preventivo de la infección mediante:**

- A) Antibioterapia apropiada y suficiente.
- B) Profilaxis antitetánica.
- C) Desbridamiento por cura descontaminadora lo más pronto posible, de acuerdo a los postulados de Trueta (4).  
Excepto en las tipo IV B.
- D) Estabilización adecuada de la fractura.
- E) Cierre apropiado de la herida (Primario o secundario).
- F) Rehabilitación de la extremidad afectada y rehabilitación integral del paciente.

Nunca será redundante el expresar que el secreto de éxito consistirá en la prevención de la infección, removiendo todo tipo de material necrótico, cuerpos extraños y tejido avascular, este tipo de manejo ha demostrado su benevolencia desde su introducción a la práctica médica por Trueta a principios de siglo. (4,16). El tratamiento antibiótico será complementario y solo en casos específicos, substituirá al desbridamiento.

## FISIOPATOLOGIA DE LAS LESIONES

Para realizar el análisis de una herida ocasionada por un proyectil de arma de fuego deben considerarse las propiedades del mismo, en relación a las tres áreas de la balística, a saber: balística interior, de tiro y balística de efectos.

Haciendo referencia a la balística de los proyectiles, esta se refiere a las propiedades de los mismos antes de ser disparados de manera más simple a las características físicas de estos como son: Tamaño, peso del proyectil, tipo de pólvora empleada para la eyección de la ojiva, forma de el proyectil, localización del centro de gravedad y el calibre de la bala. También se denomina interior ya que analiza el proyectil desde su posición estática en el interior del cañón, el movimiento que le imprimen al misil las estrias del cañón, el efecto de aceleración de los gases, y las variaciones de la trayectoria condicionadas por el efecto de ráfaga.

La balística de tiro analiza el comportamiento del proyectil desde el momento en que sale de la boca del cañón del arma, hasta hacer impacto en su objetivo o blanco. Este periodo incluye el análisis de la trayectoria de tiro, misma que esta representada por una línea parabólica de convexidad superior que inicia en la boca del cañón y termina en el punto en que el proyectil hace impacto con blanco; en esta línea el proyectil se mantiene en forma tangencial a ella, tocandola únicamente en el punto de su centro de gravedad, durante su trayecto el proyectil también realiza un movimiento de giro sobre su eje longitudinal semejante

al realizado por un tornillo que avanza y gira al mismo tiempo, este giro es inducido por la acción de las estrias en el interior del cañón del arma. Durante el vuelo del proyectil se irá consumiendo de manera progresiva la energía potencial que le imprimió la deflagración de la pólvora, y sufrirá el efecto de las siguientes fuerzas, la atracción de la gravedad, la resistencia del medio fluido que atravieza (atmósfera generalmente), y la interposición de elementos diferentes a su blanco final. Todas estas fuerzas condicionan factores de retraso o desaceleración y consumo de energía potencial, estos factores han sido calculados y tabulados, sin embargo su descripción sale de los objetivos del presente trabajo.

La balística de efectos es de primordial importancia para los fines que motivan el desarrollo de la investigación, todas las descripciones que se realicen serán con referencia a proyectiles fusiformes y su efecto sobre sistemas orgánicos, en su momento se hará énfasis en relación a si se trata de proyectiles de baja o de alta velocidad.

Se ha visto que las heridas en el cuerpo humano causadas por balas están condicionadas por tres factores:

- A) El tránsito físico del proyectil.
- B) La onda de choque.
- C) La cavitación temporal.

La destrucción histica causada por el solo tránsito físico del proyectil no es importante a menos que afecte vasos importantes u órganos vitales; siendo este el mecanismo primordial de lesión causada por los proyectiles de baja velocidad. En este tipo de

lesiones la onda de choque es poco importante y por tanto la cavitación temporal será mínima, solo en caso de que el recorrido del proyectil de baja velocidad sea muy corto, estos factores cobran una relevancia muy grande, dado que en estas condiciones se comportan como proyectiles de alta velocidad.

Harvey y col (1962) demostraron que cuando un proyectil golpea un medio fluido, tal como la superficie del agua, gelatina o bien materia orgánica, un músculo o el hígado, el impacto comprime el medio y las regiones de compresión se mueven como una onda de choque de forma esférica; y en ciertas circunstancias es muy complicado analizar la suma de estas, pero sus valores críticos llegan a alcanzar niveles de más de mil libras por pulgada. A medida que el proyectil penetra, acelera el medio a su alrededor tanto hacia adelante como hacia los lados, el cual por inercia sigue moviéndose durante un tiempo considerable después del paso del proyectil, expandiendo la estela del misil, en una cavidad denominada temporal, debido a que se colapsa rápidamente.

La sucesión de los efectos enunciados anteriormente ocurre con los proyectiles de alta velocidad en un promedio de veinte milisegundos, sin embargo los experimentos realizados indican que las cavidades temporales se mantienen abiertas hasta por 30 milisegundos, tiempo en el cual el proyectil ha viajado ya varios pies fuera de su blanco. Cuando se examina una herida de bala solo es apreciable el trayecto de la cavidad definitiva. La evidencia de los violentos cambios causados por la onda de choque y la cavitación temporal será el arrancamiento de tejido, las magulladuras y necrosis tisular alrededor del trayecto de la

bala. Citaremos como ejemplo el experimento realizado por Hopkinson en Irlanda con balas de alta velocidad disparadas hacia el muslo de una oveja, tomó una fotografía un microsegundo después del disparo y cuando la cavidad temporal se encontraba aún abierta, apreciándose una fractura simple de fémur. sin embargo el examen quirúrgico mostró una fractura conminuta de la diafisis femoral.

Al estudiar los efectos de los misiles de alta velocidad, se han utilizado diferentes tipos de simulantes de tejido vivo, sin embargo el comportamiento real del tejido en relación con la energía absorbida es diferente y depende no solamente de las propiedades del tejido como elasticidad y densidad, también es de capital importancia la anatomía del órgano y la circulación del mismo. Por tanto es evidente que el efecto mecánico del trauma y la destrucción causada por la onda de presión se sumará al efecto de isquemia condicionado por desvitalización de tejido no alcanzado por la acción mecánica del proyectil. Estos efectos secundarios pueden ser tan severos que los tejidos no sobreviven y pueden convertirse en sitios de implantación bacteriana. Estos cambios circulatorios fueron estudiados por Halmestronn (10).

Es necesario aclarar que la energía cinética que el proyectil transmite a los tejidos es directamente proporcional a la desaceleración que sufre el proyectil a su paso por los tejidos, la expresión matemática de este fenómeno esta dada por la ecuación de Drag la cual se resume como el producto de la constante de desaceleración del blanco, multiplicada por la masa del proyectil en relación a su diametro transversal al cuadrado y

la velocidad del proyectil al cuadrado, se podrá incluir una constante relacionada con los factores de bamboleo o spin durante el vuelo del proyectil, mismos que alteran la superficie de contacto entre el proyectil y el blanco en el momento del impacto, algebraicamente se expone como:

$$D = K_d d^2 v^2 e$$

En dónde:

$K_d$  = Factor de desaceleración del blanco.

$d^2$  = Masa y diámetro del proyectil.

$v^2$  = velocidad del proyectil.

$e$  = Constante de los desvios durante el vuelo.

Para mayor información sobre estos conceptos matemáticos, se sugiere la lectura de Matoo y col (5,7).

De una forma genérica se ha expuesto los conceptos teóricos de la acción de los proyectiles sobre los tejidos a continuación se describirá de manera concisa los eventos orgánicos que se suceden a nivel local, hemodinámico y hormonal después de que se ha producido una herida por bala. Se incluirá en región aparte los tipos de fractura producidos en los huesos humanos por la acción de proyectiles de alta velocidad.

Cambios locales: Una vez que el proyectil ha hecho impacto sobre el tejido. Su orificio de entrada es oval o esférico de trayecto cilíndrico para los proyectiles de baja velocidad y en forma de trompeta para los de alta velocidad, lo que origina que

los orificios de salida sean muy diferentes pequeños en los de baja velocidad y hasta 3 a 5 veces mayores en los de alta velocidad. Durante el tránsito del proyectil, el tejido acelerado por la onda de choque se desplaza de acuerdo a los enunciados de párrafos anteriores, provocando desvitalización de los tejidos y necrosis tisular, así como una corriente de aire succionado a partir del orificio de entrada y salida por el punto de afloramiento del proyectil, esta fuerza de succión arrastrará todo tipo de elementos extraños cercanos al orificio de entrada del misil con lo que facilita el acceso de bacterias a la cavidad de la herida y aunado este hecho a la hemorragia, isquemia y el tejido necrótico producido, facilitarán la nidación en un medio ideal para su reproducción, especialmente los clostridium, tales infecciones generalmente pueden ser prevenidas por REMOCION QUIRURGICA del tejido desvitalizado y cuerpos extraños de la herida. (2,4,14,16,17,18).

La acción de la onda de choque se manifiesta por una violenta disrupción de tejidos, como lo demostró Orlewsky (5,7,10) al disparar sobre el muslo de una oveja a nivel de los tejidos blandos a 7 cm de distancia del hueso, lo que provocó fracturas de la diafisis, la acción directa del proyectil sobre el tejido óseo implicó pérdida del mismo y expulsión de fragmentos por el orificio de salida, lo cual se explica por la gran densidad del hueso y por tanto, una gran absorción de energía cinética.

Respecto a las alteraciones hemodinámicas estas se presentan de manera más rápida e importante en las heridas por proyectil de alta velocidad, pudiendo ser causa de un incremento del ritmo

cardiaco de hasta 20%; cuando la herida se asocia a shock hipovolémico este factor se incrementa en un 200% en los primeros diez minutos y alcanza valores máximos hasta de 250%. La presión aórtica sufre un brusco descenso que puede llegar a ser mayor del 20% en los primeros diez minutos y posteriormente mayor en relación al posible shock asociado. La presión venosa central disminuye un 65% durante los primeros diez minutos terminando por estabilizarse en un déficit del 50%, si no hay shock agregado. En las heridas por proyectil de baja velocidad se detectó un déficit del 70% en los primeros diez minutos y posterior recuperación sólo con cambios leves.

Alteraciones hormonales y metabólicas: A este respecto diremos que el pH sanguíneo no sufre alteraciones importantes. Sin embargo la glucosa y los ácidos grasos libres, incrementaron sus valores hasta en un 140% en los primeros treinta minutos, especialmente en caso de haber shock o hemorragia importante. Las catecolaminas sufrieron incrementos substanciales que llegaron a ser de hasta doscientas veces su valor inicial, en heridas por proyectiles de alta velocidad, asociadas a shock. Es conveniente anotar que los niveles sanguíneos de glucosa y ácidos grasos determinados experimentalmente después de una herida por un proyectil de alta velocidad muestran un incremento de hasta 260% y en caso de hemorragia severa asociada, hasta del 400%.

La insulina sufre bruscos decrementos de 30% en las heridas por proyectiles de baja velocidad y 50 al 70% para los de alta velocidad y hemorragia asociada.

Se concluye por lo anterior que la extensión y el grado de daño

tisular así como los efectos metabólicos son de mayor severidad y persistencia cuando la herida es producida por proyectiles de alta velocidad; lo cual está en relación a los bruscos cambios tisulares y a la acción de la onda de choque con importante absorción de energía cinética. Es necesario entonces prevenir el shock severo e irreversible en este tipo de lesiones.

En experimentos realizados con extremidades humanas amputadas a las cuales se les realizaron disparos simulando condiciones metabólicas comunes pusieron de manifiesto que: Las fracturas por misiles de alta velocidad fueron masivas y se asocian a explosiones de tejido, con un grado variable de lesión que cuantitativamente se evaluó pesando el tejido desvitalizado hallando 10 a 12 gramos de este para lesiones por proyectiles de baja velocidad y hasta 40 gramos en los de alta velocidad.

RADIOGRAFICAMENTE los misiles de alta velocidad se mostrarán como fracturas primarias en el sitio de impacto con pérdida ósea asociada en ambas corticales y hueso esponjoso. En área de 3 a 15 cm, en las zonas alrededor de la fractura primaria, se hallarán defectos secundarios con desorganización ósea de 2.5 a 3 cm hacia proximal y distal, que correspondían a fracturas reales corroboradas por inspección clínica, en todos los especímenes se encontraron zonas de fractura terciaria que se iniciaban en la zona de fractura secundaria, emergiendo en forma espiroidal y dirigiéndose hacia distal y proximal, esto se muestra en la fig 1 Se sugiere leer a Kusswetter (9).

Histopatología: Los cambios microscópicos son comunes a ambos

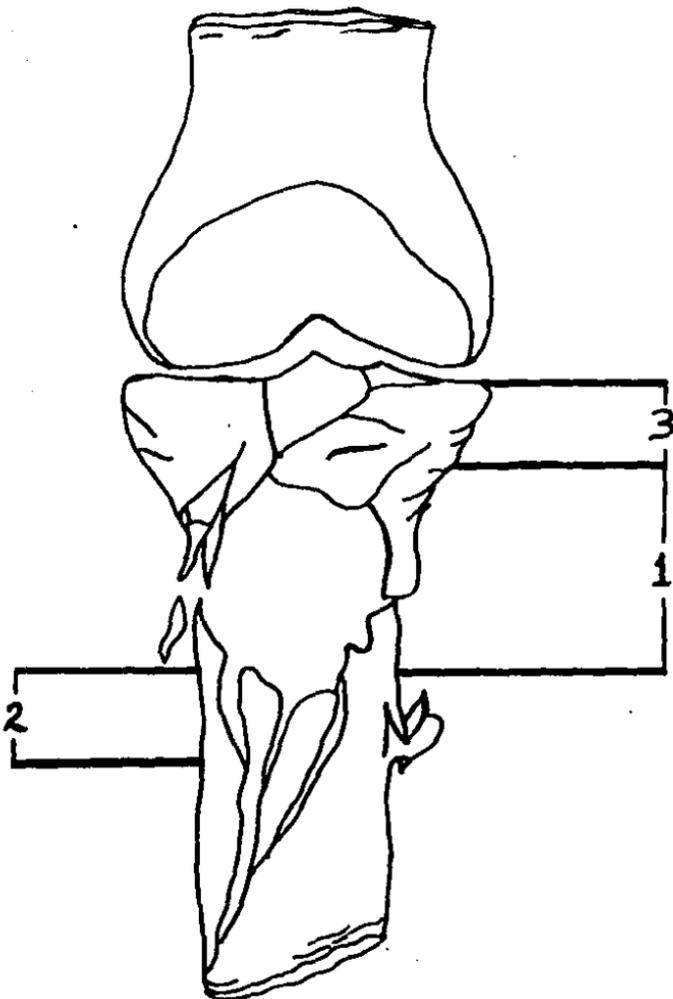


FIGURA 1.- Fractura primaria (1), fractura secundaria (2), Fractura terciaria (3)

tipos de lesión, las diferencias están en relación a el área afectada, en los casos en que la lesión fue originada por balas de baja velocidad la extensión del daño fue siempre menor a los 10 mm y en aquellas lesiones por balas de alta velocidad el área afecta llegó a ser hasta de 40 o más mm. Los cambios más evidentes fueron disrupción tisular, fragmentación celular, coagulación proteínica, fragmentación de células musculares, tinción acidófila del sarcoplasma y vacuolas, los núcleos celulares están ausentes de igual forma que las fibras estriadas, la infiltración linfocitaria y monocítica se halla en las áreas limítrofes.

La pérdida de la epidermis, ruptura de fibras colágenas con cavitación dérmica y la hiperhemia con destrucción dérmica y sangrado subcutáneo es más aparente en lesiones por alta velocidad.

Histoquímica: No se encontraron diferencias significativas en relación a la actividad enzimática en las lesiones experimentales realizadas con cerdos, en ambos tipos de lesión, se observó aumento de la actividad de la fosfatasa alcalina en la piel cercana al orificio de entrada y valores variables de la actividad de la fosforilasa muscular. Para mayor información sugerimos al lector consultar a Scepanovic y col. (15)

## HIPOTESIS

"Las fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego no ameritan manejo quirúrgico con cura descontaminadora."

## MATERIAL

Ingresaron al Hospital de Traumatología de "Magdalena de las Salinas" con diagnóstico de fractura expuesta de julio de 1986 a julio de 1987, 1432 pacientes.

Se incluyen en el presente estudio, 25 pacientes que cumplen con los siguientes criterios:

- a) Pacientes con fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego de baja velocidad.
- b) Únicamente fracturas en huesos de las extremidades.
- c) Pacientes de ambos sexos.
- d) Pacientes adultos de 15 a 60 años.

Se eliminaron del estudio a pacientes bajo los siguientes criterios de exclusión:

- a) Pacientes con patología concomitante, (Diabetes, Artritis reumatoidea etc.)
- b) Lesiones traumáticas cavitarias asociadas. Cuyo manejo alterase el plan terapéutico de la fractura.

Tenemos al grupo de pacientes bajo criterio de no inclusión, que salen del estudio por:

a) Abandono del tratamiento.

c) Muerte.

Así mismo se utilizó el material bibliográfico necesario haciendo una selección de aquel con mayor utilidad y desde luego el que proporcionase información actualizada.

#### MÉTODOS

Los pacientes incluidos en el estudio, a su ingreso al servicio y asignados al asesor del trabajo se someten a cuidadosa valoración con Historia Clínica, perfil de laboratorio que incluye: Biometría hemática completa, tiempo de protrombina, tiempo parcial de tromboplastina, glucosa, urea y creatinina, grupo y Rh así como exámen general de orina. Desde el punto de vista radiográfico se solicitan placas simples en proyección anteroposterior y lateral del segmento afectado.

Una vez que se cuenta con los estudios clínicos de laboratorio y gabinete se realiza la clasificación del paciente de acuerdo a los diferentes criterios de inclusión ya mencionados en el inciso correspondiente.

Se inicia manejo con antióticoterapia endovenosa con Penicilina sódica cristalina a dosis de 30 000 000 de unidades por 24 hs. Gentamicina a dosis de 240 mg por 24 hs, manteniendo el manejo endovenoso por un mínimo de 5 días posteriormente se continúa el manejo con gentamicina intramuscular a dosis de 160 mg por día y dicloxacilina a dosis habituales por vía oral.

Al completar 10 días de manejo antibiótico se procede a realizar osteosíntesis con clavo Colchero en las fracturas diafisarias y el empleo de material de osteosíntesis adecuado en aquellos huesos no susceptibles de manejo con este implante.

A continuación se suspende el manejo antibiótico con gentamicina y se continúa únicamente con dicloxacilina hasta completar esquema. En caso de haber datos de infección se realiza desbridamiento y escarificación de acuerdo a los postulados de Colchero para el manejo de las infecciones óseas(13),diferiendo la osteosíntesis hasta controlar la infección.

En caso de no existir proceso infeccioso se egresa al paciente después de tres días de impregnación antibiótica siendo citado a la consulta externa al 14 día de postoperatorio para el retiro de material de sutura y realizar la primera evaluación clínica de acuerdo a la tabla que se incluye en el final del el texto y que valora función o marcha, infección, movilidad articular y consolidación radiográfica.

Se cita al paciente cada cuatro semanas para valorar la evolución de los factores mencionados, hasta su alta al obtener consolidación adecuada de la fractura sin datos de infección.

Factor Evaluado	C a l i f i c a c i ó n		
	0	1	2
INFECCION	Ausente	Tejidos blandos	Osteitis
FUNCION D MARCHA	Normal	Limitada	Incapacitante
MOVILIDAD ARTICULAR	Completa	Mayor o igual 50%	Menor del 50%
CONSOLIDACION RADIOGRAFICA	Completa	Retardo de la consolidación	No unión
RESULTADOS	BUENOS 0-2	REGULARES 3-5	MALOS 6-8

## RESULTADOS

De los múltiples ingresos por fractura expuesta, admitidos en el Hospital de Traumatología de Magdalena De Las Salinas durante el periodo de julio de 86 a julio de 1987, solo se incluyeron en el presente estudio 25 pacientes, en relación a los estrictos criterios de inclusión, usados para estandarizar el manejo de los pacientes, limitando en lo posible factores agregados que pudiesen alterar el resultado final de el manejo propuesto; de estos 25 pacientes, veinticuatro son hombres y una sola mujer. El promedio de edad fue de 32 años con limite inferior en 18 años y el paciente de mayor edad fue de 46 años.

Mencionando el lado afectado la frecuencia en el lado derecho del cuerpo en estos 25 pacientes fue 16, correspondiendo el restante al lado izquierdo. Los huesos afectados se enumeran en orden de frecuencia en la tabla 1. Apreciandose una mayor frecuencia de lesión para las extremidades inferiores, así mismo llama la atención que comparativamente, las lesiones se presentan de manera más común en los huesos cercanos al eje axial del cuerpo como son el húmero y más frecuentemente el fémur. Existe una tendencia a que las lesiones se localicen más frecuentemente en la diáfisis de estos huesos encontrando 21 lesiones diafisarias y solo cuatro metafisarias.

Todos los pacientes fueron manejados a su ingreso por el equipo de trabajo de esta investigación, cumpliendo estrictamente con los puntos enunciados en el capítulo de métodos.

---

HUESO AFECTADO	No. DE PACIENTES
----------------	------------------

---

FEMUR	16
-------	----

HUMERO	4
--------	---

TIBIA	3
-------	---

CUBITO	1
--------	---

RADIO	1
-------	---

---

Tabla 1. Muestra en orden de frecuencia los huesos en donde se asentarón las lesiones en los pacientes incluidos en el estudio.

Una vez que los pacientes fueron manejados y egresados del hospital, se les dió citas subsecuentes para evaluar los resultados en relación a la tabla de calificación diseñada para tal fin, a continuación se incluye la tabla 2, en donde se resumen, los resultados obtenidos:

PARAMETRO	0	1	2
INFECCION	23	2	0
MARCHA O FUNCION	17	7	1
MOVILIDAD ARTICULAR	20	4	1
CONSOLIDACION	20	4	1

**TABLA 2. SE agrupa aqui a los pacientes en relación a las calificaciones obtenidas.**

Es apreciable que la mayoría de los pacientes quedarón dentro del grupo de buenos resultados, con un total de 20 pacientes. En el grupo de resultados regulares fue un total de cuatro y solo un paciente con malos resultados. Este paciente fue un masculino con fractura metafisaria de cadera, la cual evolucionó a la pseudoartrosis, con importante limitación para la marcha, dolor residual y movilidad articular con marcada limitación, sin

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

embargo, no se documentaron datos de infección en este paciente.

Se cuenta con dos pacientes que desarrollaron infección de tejidos blandos, la cual fue controlada de manera satisfactoria con el método de escarificación y tratamiento antibiótico, ninguno de estos pacientes amerito nuevo ingreso al hospital ni cirugía extra.

La consolidación radiografica se logró en un mínimo de 2 meses y un máximo de 5 meses, con promedio de 3.5 meses, sin embargo solo 4 pacientes llegaron a requerir de cinco meses para que se llevara a cabo la consolidación, el resto requirió un promedio de 2.5 meses.

El uso de implantes rígidos permitió lograr una buena movilidad en todos los pacientes y solo el paciente que desarrollo pseudoartrosis, presento limitación para la movilidad de las articulaciones.

Respecto a la función o marcha, nos fue satisfactorio encontrar 17 pacientes que pudieron reintegrarse a la función normal de la extremidad despues del manejo. Siete pacientes con mínima limitación y solo un paciente con imposibilidad para llevar a cabo la función de la extremidad.

El análisis de los resultados mencionados, permite apreciar un alto porcentaje de pacientes con buenos resultados, así mismo se aprecia nula infección ósea, solo 2 infecciones superficiales. La consolidación se logro en 24 pacientes y funcionalmente los resultados fueron de buenos a regulares.

## DISCUSION

La revisión bibliográfica usada en el presente trabajo como marco teórico, pone de manifiesto, que, para realizar una adecuada evaluación de una herida por bala, es imperativo conocer los elementos esenciales de la balística, puesto que solo de esta manera podrán ser entendidos los múltiples fenómenos patológicos que se desarrollan cuando un misil produce una lesión en el cuerpo humano.

La interpretación de una herida por bala requiere de conocer el comportamiento del proyectil desde que se encuentra en la recámara de combustión del arma, teniendo en cuenta su forma, masa, velocidad potencial; es también de interés conocer el efecto de las diferentes fuerzas que actúan sobre ella desde el momento de ser descargada hasta hacer blanco y sus efectos al pasar por los tejidos, desde este punto de vista se le analizan: la energía transmitida por los gases de descarga, la presencia de las marcas realizadas por las estrias del cañón, la distancia que recorre, así como el medio por el que pasa. (Hopinkson y Marshall 1982).

Hasta el momento actual, la evaluación de las fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego, se hacía sin tomar en cuenta los elementos de juicio de la balística y solo de manera muy somera se había intentado realizar una clasificación que diferenciara a estas de otros tipos de fracturas abiertas tal como lo expresa Gustilo en 1984 (4), sin embargo no provee

conocimientos nuevos acerca de los cambios orgánicos que se suceden en el cuerpo humano cuando sufre este tipo de lesiones.

Los conceptos de manejo de las fracturas expuestas, tal como las usamos actualmente fueron inicialmente postulados por Trueta en lo que denomino "cura biológica", misma que desarrollo para el manejo de fracturas abiertas ocasionadas por balas de alta velocidad,(5,13).Sin embargo no provee elementos fisiopatológicos o bien histopatológicos sobre los cuales base su experiencia, la aplicación empirica del desbridamiento amplio, dió excelentes resultados en el control de las infecciones óseas producidas por las fracturas expuestas, este conocimiento motivo a múltiples investigadores a realizar experimentos con la ayuda de cinematografía de alta velocidad, radiografía de alta velocidad, simulantes de tejido vivo, así como modelos experimentales en animales y miembros humanos amputados(5-12) todo ello permitió fundamentar el manejo definitivo de las fracturas expuestas por bala, lo que nos motiva a realizar un estudio tendiente a sintetizar y agrupar estos conocimientos, logrando así una clasificación útil para realizar el análisis crítico de las lesiones por bala, con una orientación etiológica y terapéutica, con base a los postulados teóricos de los autores de nuestro marco de referencia.

Nuestro modelo experimental se diseño a partir de la premisa de que la lesión provocada por proyectiles de baja velocidad esta supeditada al tránsito físico del misil, siendo poco relevantes las acciones de la onda de choque y la cavitación temporal, lo que supone un mínimo de contaminación.

Es por tanto lógico que la cantidad de tejido desvitalizado sea mínima y con ello la posibilidad de infección reducida a casi nula, por tanto el manejo de dichas lesiones deberá ser conservador de manera inicial, con antibioticoterapia sistémica que permita la impregnación en el trayecto de la herida y que limite el crecimiento bacteriano, situación fácilmente comprobable, ya que de los 25 pacientes manejados, ninguno desarrolló infección ósea. En cuanto a la lesión de los tejidos circunvecinos, también pudimos corroborar que la acción del proyectil sobre ellos es de poca relevancia, ya que solo hubo dos procesos infecciosos superficiales y la movilidad articular y la función de la extremidad afectada, son adecuadas en más del 70% de los pacientes. El efecto sobre el tejido óseo, es por el trauma directo, por tanto no hay denudación ni alteraciones vasculares que limiten la consolidación lo que se corrobora al analizar el índice de pacientes que presentaron consolidación primaria adecuada (75% del total) con cinco retardos de consolidación resultos y solo una seudoartrosis.

Con fundamento en lo anterior consideramos adecuado el manejo de los pacientes con fracturas expuestas por proyectil de arma de fuego de baja velocidad, desarrollado en la presente investigación.

Es necesaria la complementación de este trabajo con el estudio de pacientes con lesiones de alta energía a los cuales se les realiza cura descontaminadora inicial y secunecial en nuestro servicio y que serán motivo de posteriores investigaciones.

## CONCLUSIONES

- 1.- EL MANEJO DE LAS FRACTURAS EXPUESTAS POR PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO, IMPLICA EL CONOCIMIENTO DE LOS CONCEPTOS BASICOS DE BALISTICA, PARA LA CORRECTA COMPRESION DE LOS FENOMENOS FISIOPATOLOGICOS GENERADOS POR LA ACCION DEL MISIL.
- 2.- LA CANTIDAD DE TEJIDO DESVITALIZADO EN UNA HERIDA POR BALA ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA VELOCIDAD DEL PROYECTIL QUE LE DIO ORIGEN.
- 3.- EL TEJIDO DESVITALIZADO EN UNA HERIDA POR BALA DE BAJA VELOCIDAD ES MUY PEQUENA POR TANTO NO AMERITA MANEJO QUIRUBICO INICIAL CON CURA DESCONTAMINADORA.
- 4.- EL TRATAMIENTO ANTIBIOTICO SISTEMICO AUNADO AL USO DE OSTEOSINTESIS RIGIDA DIFERIDA PROPORCIONA BUEN RESULTADO EN EL MANEJO DE ESTAS LESIONES CON UN MINIMO DE MORBILIDAD POR COMPLICACIONES IMPUTABLES A LA LESION.

## B I B L I O G R A F I A

1. Mulvania RL. Johanson, J.E.: History of the treatment of compound fractures. Minn Med 1971 ;54:77-94
2. Gustilo RB. Tratamiento de las fracturas abiertas y sus complicaciones. 1a ed. México Editorial Interamericana, 1971:1-11
3. Dankin HD. On the use of certain antiseptic substances in the infected wounds. Br Med J 1915;318: 2-7
4. Trueta J. La estructura del cuerpo humano. Editorial Labor. 1971.
5. Matoo BN, Wani AK. The gunshot wound analysis. Acta Chir Scand. 1982;508: 1-8.
6. Holstromn A. Larson H. Lewis D. Microcirculatory and biomechanical studies of skeletal muscle tissue after high energy missile trauma. Acta Chir Scand 1982;508: 257-259.

7. Orłowski T. Domanteki J. and Badowski A. Effect of missile velocity on the pathophysiology of injuries. Acta Chir Scand. 1982;508: 315 - 321.
8. Wand Z. Qian E. Zhan D. et al. Pathological changes of the gunshot wounds at various intervals after wounding. Acta Chir Scand 1982;508: 197-210.
9. Robens W. Kusswetter W. Fractura typing to human bone by assault missile trauma. Acta Chir Scand 1982;508:223-227
10. Tikka S. Cedeberg A. Levanen J. Local effects of three standard assault rifle projectiles in live tissue. Acta Chir Scand. 1982;508: 61 -77.
11. Shantz B. Is the missile wound a model suitable for general trauma studies? Acta Chir Scand 1982;508: 159-166.
12. Kleinfinger M. Therapeutic aspects of the arms wounds by gunshot, Study of twenty cases. ULSA 1987.
13. Colchero F. Orst G. Vidal J. La scarification: son intérêt dans le traitement de l'infection ostéo-articulaire chronique fistulisée à pyogènes. International Orthopedics 1982;6: 263-270.

14. Colchero F. Bernal F. Osteitis. Tratamiento abierto. Ann Ortop Traumatol 1977; 13: 89-99.
15. Trueta J. Fundamentos y Práctica de cirugía de guerra y Urgencias. Editorial Zensaje. 1944. pp 27- 423.
16. Scápacnovic D. Albretch. Ceramilac A. Milivojevic V. y col. Experimental Soft tissue wounds caused por standart military rifles. Act Chir Scand 1979;489. 185-198.
17. Gustilo R. Use of antimicrobians in the magnagement of open fractures. Arch Surg. 1979;114. 805-808.
18. Gustilo R. Anderson J. Prevention of infeccion in the treatment of de one thousand and twenty five open fractures. Journal of Bone and Eoint Surgery 1976;58A. 453-458.
19. Anderson L. Treatment of open fractures. Rev. Med. Virg. 1978;105. 648-657.
20. Brown P. The open fractures. Clin Orthop. 1973;96: 254-265.