

## Heridas por proyectiles de armas de fuego portátiles (armas de fuego, cartuchos, balística, aporte experimental y clínico)<sup>#</sup>

Dr. GUILLERMO ALEJANDRO VADRA\*

### RESUMEN

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.

### SUMMARY

This is the experience acquired in the land of Emergency's Medicine and Militar Healthiness, taking in count 280 lesions (271 clinical cases) produced by high and low speed shooting guns in limbs. We have experimental studied the effects produced by shooting guns of different bore and speed in different structures (including bones of cow). We have made a deep description and classification of shooting guns, cartridges and bullets and we also described the new concepts about ballistic. We have done research about general and local effects produced by cartridges as well as general and local treatment needed to cure them.

### INTRODUCCIÓN

Las armas de fuego significan muerte, o por lo menos intencionalidad de muerte. Mientras el concepto de la paz no se introduzca y se confunda con la mente y el alma del hombre, el peligro permanecerá en ciernes, seguirá ocultándose silenciosamente y atacará estruendosamente en cualquier momento.

Las armas de fuego son los elementos que producen una de las enfermedades más agu-

das. En un solo instante una persona, en el esplendor de su vida, puede sumergirse incomprensiblemente en las voraces garras de la invalidez. Mientras las armas existan el médico deberá enfrentar sus consecuencias.

La intención fundamental de este aporte es precisamente arrebatarse a la muerte y ponerlos nuevamente en el ansiado camino de la vida. Muchas veces la lucha es titánica y venturosa y otras mortalmente inefectiva.

Es mi opinión que en primer lugar es necesario conocer al "enemigo" en forma integral. Sólo si lo conocemos bien, seremos capaces de intuir sus efectos y contrarrestar sus consecuencias. Por tal razón hemos desarrollado un profundo estudio de las armas de fuego, cartuchos y proyectiles. A su vez hemos descripto en la

---

<sup>#</sup> Para optar a Miembro Titular de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología.

\* Remedios de Escalada de San Martín 4842, (1407) Buenos Aires.

forma más completa posible los conceptos actuales sobre balística. Hemos desarrollado temáticamente los efectos generales y locales producidos por los proyectiles de arma de fuego. Tanto los efectos generales como locales fueron analizados desde el punto de vista fisiopatológico, clínico, terapéutico y experimental. Desde el último punto de vista hemos querido investigar en los distintos tejidos de animales (incluidos los huesos) los efectos de cada uno de los proyectiles según sus características (calibre, velocidad, etc.). Desde el punto de vista clínico fue nuestra intención aportar la experiencia recogida en el terreno de la Medicina de Urgencia y de la Sanidad Militar.

Si con esta comunicación lográramos ser útiles o despertar alguna inquietud, consideráramos cumplido el objetivo.

*Sirva este aporte como homenaje a todos los seres humanos que fueron víctimas de este flagelo.*

## MATERIAL Y MÉTODO

Se describirán sucesivamente el **aporte experimental** y el **aporte clínico**.

### • Aporte experimental

En este trabajo se efectuarán experiencias sobre órganos de animales (pulmones, corazón, hígado, bazo, intestino delgado, rectosigma y riñones) y huesos. Los mismos fueron sometidos a disparos de proyectiles de alta y baja velocidad de distinto calibre. Dicha experiencia fue realizada en la Escuela del Cuerpo Profesional Femenino de Campo de Mayo. Sólo referiré el aporte experimental óseo.

### *Aporte experimental óseo*

Para llevar a cabo esta experiencia se utilizaron 14 huesos (fémures y tibia) de vaca. Estos fueron rodeados con carne para simular la anatomía normal. A 7 de ellos se les efectuaron disparos con proyectiles de baja velocidad (calibres 22, 32, 38, 9 y 45) a 7 metros de distancia. Otros 7 recibieron impacto de proyectiles de alta velocidad (calibre 7.62 - Fusil automático liviano - FAL) a 25 metros de distancia.

### • Aporte clínico

Se trataron, desde enero de 1989 a diciembre de 1996, 280 lesiones (271 casos clínicos) en los miembros producidas por proyectiles de armas de fuego portátiles de alta y baja velocidad. La procedencia del material fue: a) del Departamento de Urgencias

**CUADRO 1**  
**DISTRIBUCIÓN TOPOGRÁFICA DE LAS LESIONES**

Topografía	Lesiones	Porcentaje
Axila	4	1,42
Hombro	16	5,71
Brazo	13	4,64
Antebrazo	14	5,00
Mano	24	8,57
Pelvis	16	5,71
Muslo	86	30,71
Rodilla	8	2,85
Pierna	58	20,71
Tobillo	8	2,85
Pie	33	11,78
Total	280*	

\* Las 280 lesiones mencionadas en el Cuadro corresponden a 271 casos clínicos, ya que algunos de ellos tuvieron lesiones combinadas. Ninguno presentó lesión vascular. Sólo 4 tuvieron lesión neurológica periférica asociada.

del Hospital General de Agudos Francisco Santojanni (jefe: Dr. Camilo A. Giani); b) del Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Militar Central (jefes: Dr. Enrique Mariano Ceballos y Dr. Carlos Manuel Osvaldo Vilariño); c) del Departamento de Urgencias del Hospital General de Agudos Teodoro Alvarez (jefe: Dr. Anselmo Lubieniecki), y d) de la práctica privada. Prácticamente todos los heridos pertenecían al sexo masculino. Las eda-

**CUADRO 2**  
**FRACTURAS EXISTENTES**

Huesos	Fracturas	Porcentajes
Cuello humeral	8	5,40
Húmero	9	6,08
Cubito	7	4,72
Radio	3	2,02
Metacarpianos	11	7,43
Pelvis	10	6,75
Fémur	40	27,02
Rótula	3	2,02
Tibia	24	16,21
Peroné	8	5,40
Maléolo tibial	2	1,35
Maléolo peroneo	1	0,67
Astrágalo Metatarsianos	2	1,35
Total	148	13,51

*Comentarios del Cuadro 2:* Sobre 280 lesiones producidas por proyectiles de armas de fuego portátiles de alta y baja velocidad, 148 (52,85%) presentaron compromiso óseo. Anatomopatológicamente correspondieron: a fracturas incompletas, 5 (3,37%) (Foto 1), y a fracturas completas 143 (96,62%) (Foto 2 y Cuadro 3).

des oscilaron entre 15 y 70 años, con un predominio lesional en la tercera década de la vida. La distribución topográfica se describe en el Cuadro 1.

### Lesión de los vasos periféricos

Sobre 280 lesiones (271 casos clínicos) producidas por proyectiles de armas de fuego portátiles de

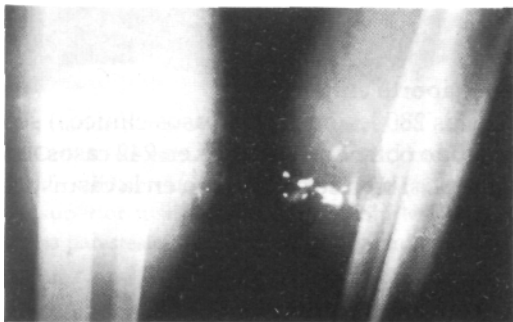


Foto 1. Radiografía de perfil de tibia y peroné izquierdo mostrando surco localizado en tercio medio de peroné producido por un proyectil de baja velocidad calibre 22 largo. Obsérvese la fragmentación del proyectil.



Foto 2. Radiografía de pie derecho frente mostrando fractura conminuta de la base de: I, falange; II, dedo. Disparo de proyectil de alta velocidad (fusil Fal calibre 7,62 milímetros) con punta del caño apoyado en el calzado.

CUADRO 3  
FRACTURAS INCOMPLETAS Y COMPLETAS

Fracturas incompletas	Calibre del proyectil	Hueso
Surco	22 largo (baja velocidad)	Peroné
Surco	9 mm (baja velocidad)	Fémur
Fisura	22 largo (baja velocidad)	Metacarpiano
Muesca	9 mm (baja velocidad)	Cuello humeral
Fisura	22 largo (baja velocidad)	TAT

Fracturas completas	Fracturas	Porcentaje
Conminuta por proyectil de		
alta velocidad	10	6,99
Conminuta por proyectil de		
baja velocidad	60	41,95
Ala de mariposa por proyectil de baja velocidad	40	27,97
Oblicuo-espiroidea por proyectil de baja velocidad	33	23,07
Total	143	

CUADRO 4  
LESIÓN DE PARTES BLANDAS

Topografía	Lesión de partes blandas	Porcentaje
Axila	4	3,03
Hombro	8	6,06
Brazo	4	3,03
Antebrazo	4	3,03
Mano	13	9,84
Pelvis	6	4,54
Muslo	46	34,84
Rodilla	5	3,78
Pierna	26	19,69
Tobillo	3	2,27
Pie	13	9,84
Total	132	

*Comentarios del Cuadro 4:* Sobre un total de 280 lesiones (271 casos clínicos) producidas por proyectiles de armas de fuego portátiles de baja y alta velocidad, 132 (47,14%) presentaron solamente lesiones en partes blandas; 124 (93,93%) correspondieron a proyectiles de baja velocidad y 8 (6,06%) a alta velocidad. La Foto 3 ejemplifica un caso clínico de alta velocidad y las Fotos 4 y 5 de baja velocidad.

alta y baja velocidad no se ha tenido ninguna lesión vascular (arterial o venosa) de importancia.

## RESULTADOS

### a) Del aporte experimental

Los huesos de vaca que recibieron disparos



Foto 3. Herida por proyectil de alta velocidad (fusil Fal, calibre 7,62 mm) en muslo izquierdo (orificio de salida). Sin lesión ósea. Lesión del nervio ciático mayor definitiva.

de proyectiles de baja velocidad respondieron con fracturas incompletas: perforación o sedal; sedal-araña (Foto 8) y surco. Los proyectiles de alta velocidad produjeron fracturas conminutas o estallido óseo. La Foto 9 ejemplifica un disparo de fusil FAL. Obsérvese el estallido y pérdida de sustancia ósea.

Es necesario remarcar que los huesos de vaca son más resistentes que los de los humanos.

#### b) Del aporte clínico

De las 280 lesiones (271 casos clínicos) sólo he podido obtener resultados en 242 casos. Los restantes, si bien se incluyeron en la casuística,

**CUADRO 5**  
**LESIÓN DE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS**

Nervio	Caso	Calibre del proyectil	Orificio de entrada	Orificio de salida	Compromiso óseo
Femorocutáneo (meralgia parestésica)	1	9 mm (baja velocidad)	Región glútea derecha	Cercanías de EIAS ipsilateral	No
Ciático mayor (parálisis total)	1	7,62 mm (alta velocidad)	Cara anterior de muslo izquierdo	Cara posterior de muslo izquierdo	No
Radial (parálisis)	1	22 largo (baja velocidad)	Cara externa de brazo izquierdo	Cara interna de brazo izquierdo	Sí (fractura mediodiaf. húmero izq.)
Filetes sacros (parálisis total del ciático mayor)	1	7,62 mm (alta velocidad)	Fosa ilíaca derecha (sin lesión visceral)	Doble, En región sacra	Sí (fractura conminuta hemisacro derecho)

*Comentarios del Cuadro 5:* Sobre un total de 280 lesiones (271 casos clínicos) producidas por proyectiles de armas de fuego portátiles de alta y baja velocidad hubo 4 complicaciones neurológicas periféricas (1,42%). Las Fotos 6 y 7 ilustran el caso clínico que presentó la meralgia parestésica del femorocutáneo.



Foto 4. Herida por proyectil de baja velocidad (calibre 22 largo). Orificio de entrada (zona deltoidea anterior izquierda) (flecha).



Foto 5. El mismo caso de la Foto 4 Orificio de salida (zona deltoidea posterior izquierda) (flecha). Sin lesión ósea.



Foto 6. Herida por proyectil de baja velocidad (calibre 9 mm). Orificio de entrada en región glútea derecha (flecha) y de salida en las inmediaciones de la espina ilíaca anterosuperior ipsilateral (flecha 1). Sin lesión ósea. Meralgia parestésica del femorocutáneo transitoria.



Foto 7, El mismo caso de la Foto 6.

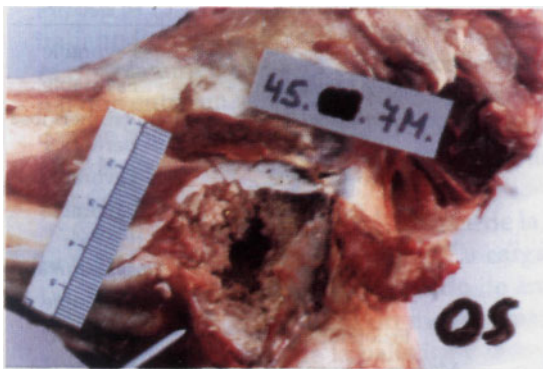


Foto 8. Aporte experimental. Hueso de vaca. Distancia del disparo: 7 metros. "Sedal-araña" (orificio de salida) producido por un proyectil calibre 45 (baja velocidad).

no permitieron arrojar resultados, ya que por diferentes motivos no pudieron ser seguidos.

## COMENTARIOS Y DISCUSIÓN

### • Sobre las armas de fuego

Definición: 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<sup>30,31</sup>.

Historia: A mediados del siglo XIV nacen las primitivas armas de fuego, las que cambiaron el triste arte de la guerra<sup>24,66-68,102,117,191192,220</sup>.

Las armas portátiles fueron progresando con el avance del tiempo: a mediados del siglo XV apareció la culebrina de mano. La misma fue sustituida primero por el arcabuz (arma de fuego que se disparaba prendiendo la pólvora del tiro mediante una mecha) y luego por el mosquete (arma de fuego más larga y de mayor calibre que la culebrina, la cual se disparaba apoyándola sobre una horquilla).

En la segunda mitad del siglo XVII apareció el primer fusil propiamente dicho (arma de fuego de cañón largo destinado al uso de los soldados de infantería). Fue el de chispa. Como sus precursores pueden considerarse el arcabuz y el mosquete. Más adelante, el de chispa dio paso al fusil de pistón (el pistón o fulminante producía la chispa que originaba el disparo al ser golpeado por el percutor del arma). Con el correr del tiempo se fueron realizando las si-



Foto 9. Aporte experimental. Hueso de vaca (fémur). Distancia del disparo: 25 metros. Estallido óseo con pérdida de sustancia producido por un proyectil calibre 7,62 mm (fusil Fal) (Alta velocidad).

**CUADRO 6  
TÉCNICA QUIRÚRGICA**

Técnica quirúrgica	Proyectil	Lesiones	Total
Pequeña operación	De baja velocidad con compromiso óseo	5 fracturas incompletas y 133 fracturas completas	138
Pequeña operación	De baja velocidad sin compromiso óseo	124 lesiones de partes blandas	124
Gran operación	De alta velocidad con compromiso óseo	10 fracturas conminutas	10
Gran operación	De alta velocidad sin compromiso óseo	8 lesiones de partes blandas	8
			280

guientes innovaciones: a) rayado del ánima (cara interna del cañón, con lo que se consiguió mayor alcance de fuego y mejor estabilización del proyectil; b) reemplazo de las balas esféricas por las cilindro-cónicas y luego cilindro-ojivales o en punta, para reducir la resistencia del aire; c) adopción de la carga por la culata, y d) aplicación del fulminante al cartucho.

Los prusianos lograron el **fusil de aguja y retrocarga Dreyse**, que ensayaron con éxito en la batalla de Sadowa (1866), mediante el cual consagraron su primacía en Alemania. En este fusil, adoptado por todas las naciones con nombres distintos después de Sadowa, la aguja produce el disparo al golpear el fulminante situado en el centro del culote cuando es impulsada por el percutor, volviendo después automáticamente a su punto de reposo. Posteriormente se ideó el **fusil de repetición**, consistiendo la innovación con respecto al anterior en un depósito para los cartuchos detrás de la recámara. El cerrojo expulsaba la vaina vacía

del cartucho usado y permitía la sustitución de la misma por un nuevo cartucho tomado de la recámara, repitiéndose la operación después de cada disparo hasta agotar la reserva de municiones. Este es el tipo de fusil que se utilizó en las dos guerras mundiales.

Durante los últimos años de la segunda guerra mundial y en la postguerra, la mejora del armamento ha sido muy importante. En efecto, se han ideado múltiples **fusiles automáticos de asalto** tales como el M-16 norteamericano<sup>24,220</sup>; el Kalashnikov AK-47 soviético<sup>24,33</sup>; el G3 alemán<sup>33</sup>; el Steyl suizo<sup>24</sup>; el FNC belga<sup>220</sup>; el Galil israelita<sup>24</sup>; el MAS francés<sup>24,220</sup>; el AR 70 italiano<sup>220</sup>; el FFV 890C sueco<sup>220</sup>; el CETME español<sup>24,33</sup>; el SETYR AUG austríaco<sup>220</sup> y el FARA argentino<sup>192</sup>. Todos derivados directamente del original MP-44<sup>33,191</sup> o STG-44 (Sturm Truppen Gewehr)<sup>220</sup> alemán (el primero de la actual generación de fusiles de asalto).

El calibre de estos fusiles está en vías de reducirse. Hasta hace 15 años, el diámetro del

**CUADRO 7  
COMPLICACIONES DE LAS LESIONES**

Complicación	N	Porcentaje	Tratamiento	Evolución
Infección de partes blandas (superficial)	5	2,06	Médico	Favorable
Infección de partes blandas (profunda)	1	0,41	Médico + Quirúrgico	Favorable
Secuela nerviosa periférica	2	0,82	Ortésico	Parálisis nerviosa periférica
Miasis	1	0,41	Médico + <i>Toilette</i>	Favorable
Osteítis	2	0,82	Médico + Extracción de tutor externo	Favorable
Seudoartrosis	1	0,41	Quirúrgico	En tratamiento
Metatarsalgia	2	0,82	Ortésico	Favorable
Rigidez articular	5	2,06	Fisioterápico	Secuelar
Gangrena gaseosa	1	0,41	Médico + Quirúrgico + Cámara hiperbárica	Amputación
Shock séptico	1	0,41	Médico + Quirúrgico + Cámara hiperbárica	Favorable

cañón había oscilado entre 6,5 mm (Italia) y 1,43 mm (Estados Unidos). La mayoría de los países occidentales han adoptado actualmente el 5,56 mm (0,223 pulgadas), Rusia se ha decidido por el 5,45 mm<sup>220</sup> y Gran Bretaña prueba modelos de apenas 4,85 mm.

Los nuevos calibres disparan proyectiles que no sólo son más livianos, sino que alcanzan una velocidad inicial mayor a 900-1.000 metros por segundo<sup>24,102,220</sup> (proyectiles de alta velocidad), con el consiguiente aumento de su alcance, precisión y poder mortífero.

Los primeros **revólveres** con cilindro giratorio fueron patentados por primera vez en Inglaterra alrededor del año 1660. El norteamericano Elisha Collier patentó su primer revólver en 1818, siendo su característica más importante el cierre y alineación del cilindro con el tambor en el momento de efectuarse el disparo. Samuel Colt, también norteamericano, fabricó el primer revólver en 1836. El modelo presentado era calibre 40, de percusión, la bala y la pólvora se cargaban por la boca y disparaba 5 tiros. El sistema Colt se basó en la multiplicidad de cámaras, cargadas con pólvora y balas. El giro se debía a la acción del percutor, a diferencia de la presión del gatillo, tal cual lo ideara el armero inglés Adams. Horace Smith y Daniel Wesson, dos armeros norteamericanos, trabajando en colaboración, idearon en 1857 el revólver de retrocarga o recámara, que lleva el nombre de ambos.

La **pistola** etimológicamente se relaciona con la ciudad italiana de Pistoia, donde fue inventada en el año 1540 por Carminello Vitelli.

A principios de la primera guerra mundial aparece la primera pistola ametralladora en Italia, conocida como Mitragliatrice Leggera Villar Perosa M15, calibre 9 mm, creada por el oficial italiano Bethel A. Revelli en 1915<sup>117</sup>. La primera pistola ametralladora de fabricación nacional que entró en servicio en las Fuerzas Armadas de Seguridad fue la Alcón AM 43 (calibre 45), desarrollada a partir de 1942 y patentada por Gildo Marcad<sup>17</sup>.

Como podemos apreciar, el avance de la tecnología ha sido muy importante. La carga de las armas por la recámara, el rayado de ánima que le confiere al proyectil un movimiento de rotación, el progreso de la balística y la invención de distintos proyectiles, han permitido construir modernas armas que se caracterizan por su precisión, alcance de los proyectiles y

mecanismo automático que permiten disparar hasta 1.000 proyectiles por minuto. Estas armas cada vez más rápidas, exactas y poderosas constituyen hoy en día un renglón fundamental en el arsenal, no sólo en las grandes potencias sino en casi todos los ejércitos del mundo.

**Clasificación:** Analizando la bibliografía podemos observar que la mayoría de los autores<sup>4,29-31,143</sup> clasifica a las armas de fuego 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). Estas últimas incluyen los cañones, los obuses, etc. En esta comunicación me referiré solamente a las primeras.

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<sup>4,27</sup> o las que se transportan y se disparan con una sola mano<sup>181</sup>. 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<sup>4,31</sup>. 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<sup>4,31</sup>.

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<sup>4,31</sup>.

Son **armas largas** aquellas cuyo caño sobrepasa los 30 cm<sup>4,27</sup>. Incluyen el fusil, subfusil, ametralladora, carabina, escopeta, etc.<sup>143</sup>.

#### • Sobre los cartuchos

**Definición:** Se entiende por tal a la unidad de munición integrada por todos los elementos necesarios para efectuar el disparo.

**Constitución:** El cartucho ensalariado, sertizado o fijo (aquel cuyos componentes se encuentran unidos desde fábrica formando un conjunto listo para ser usado) está formado por 4 partes reunidas en un solo conjunto. Ellas son: 1) proyectil o bala; 2) vaina, cápsula o casquillo; 3) carga de proyección o propulsora y 4) cápsula fulminante, fulminante o detonante<sup>10</sup> (Figura 1).

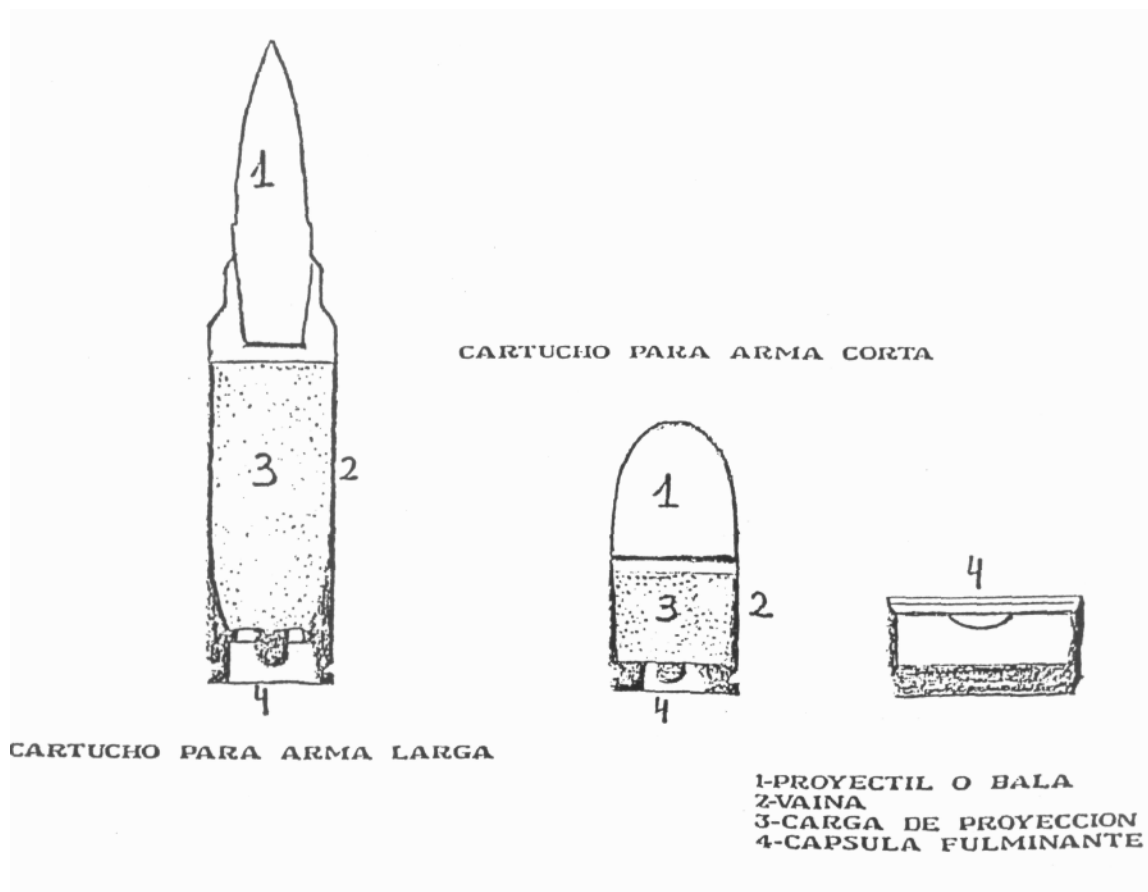


Figura 1

**1) Proyectoil o bala** (número 1 de la Figura 1)

Es la parte del cartucho destinada a ser lanzada por el arma que se encuentra colocado a presión en la parte anterior de la vaina. Debe satisfacer las condiciones generales y de empleo del arma, para lo cual tiene que reunir ciertas características en lo referente a: calibre, longitud, forma, peso, núcleo y camisa exterior.

**Calibre:** Según Bonnet<sup>30,31</sup> por "calibre" (del árabe, *calib*, que significa molde, y del latín, *qualibra* (*aequilibrium*, equivalente a igual) se entiende el diámetro interior del ánima (cara interna del caño) tomada entre dos estrías (si el ánima es rayada) de toda arma de fuego, corta o larga, de guerra o civil.

Las estrías están destinadas a imprimir un movimiento giratorio al proyectil en el momento de efectuarse el disparo (movimiento giroscópico), con lo que se consigue su trayectoria en línea recta.

Los calibres se expresan en milímetros para las armas francesas y alemanas, en centésimas

de pulgadas para las armas norteamericanas y en milésimas de pulgadas para las armas inglesas<sup>29,30</sup>. El calibre del proyectil debe ser algo superior al diámetro del ánima<sup>143</sup>, con lo que se consigue una buena conducción de la bala y mayor obturación del ánima durante el avance de aquél, con menor posibilidad de escape de gases. Lo contrario ocasionaría una pérdida de la velocidad inicial, con disminución del alcance y precisión del proyectil (ver más adelante balística interior).

**Longitud:** Se considera que para los cartuchos de armas portátiles la longitud de la ojiva (parte delantera de un proyectil) no debe superar los 3,2 calibres. Es conveniente que el cuerpo del proyectil sea de poca longitud pero lo suficiente como para permitir ser guiado en el ánima. Es aceptable una longitud entre 1,2 y 1,5 calibres. El incremento de la longitud suministra, en principio, un aumento de la densidad de sección ( $p/c^2$  = relación entre el peso del proyectil y el cuadrado del calibre), pero



tiende a comprometer la estabilidad siempre que no se pueda aumentar adecuadamente la velocidad de rotación.

**Forma:** El radio de la ojiva debe ser directamente proporcional a la velocidad, especialmente cuando ésta sobrepasa los 500 metros por segundo. El chaflán, disminución progre-

siva del diámetro o calibre del proyectil en la parte posterior, tiene por finalidad hacer disminuir el movimiento de nutación (rotación hacia adelante a lo largo del eje longitudinal del proyectil, en forma de roseta, de pequeños círculos alrededor de un círculo mayor)<sup>43</sup> y la aceleración negativa del proyectil en aquellos

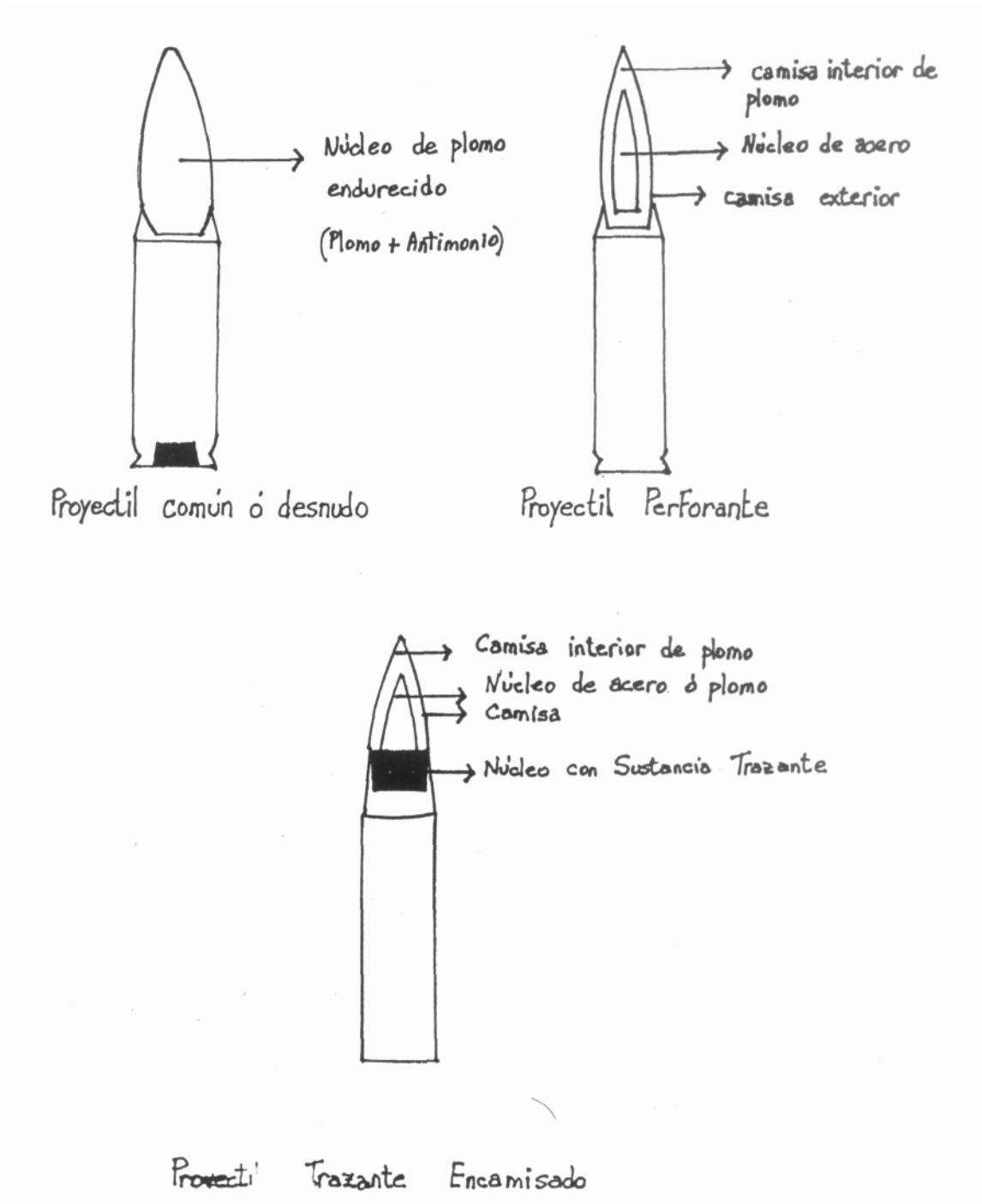


Figura 2

casos en que la velocidad es inferior a 400 metros por segundo. La inclinación de la generatriz (ángulo del chaflán) varía con la longitud de la ojiva y depende de la velocidad del proyectil. En general es de 5 y 10 grados. Cuanto mayor sea la velocidad, tanto menor será la inclinación y viceversa.

**Peso:** El incremento del peso del proyectil tiene como consecuencia una disminución de la velocidad inicial; hay que tener en cuenta que, a partir de cierto alcance, el proyectil más pesado conserva mejor su velocidad remanente. El peso está directamente relacionado con el calibre, forma, longitud, constitución y po-

tencia de la carga de proyección del proyectil. Influye considerablemente en la velocidad inicial, trayectoria, fuerza viva de choque (fuerza de penetración) y en la fuerza viva de unidad de sección (fuerza mortífera).

**Núcleo** (Figura 2): Es la parte central de un proyectil o bala. Debe reunir ciertas condiciones: 1) resistencia y dureza para soportar las grandes potencias; 2) escasa conductibilidad para que no se funda por la elevación de la temperatura en el cañón en el momento de efectuarse el disparo; 3) gran densidad para obtener un mayor peso con iguales dimensiones; 4) ductilidad para facilitar el proceso de fabri-

CALIBRE	PROYECTIL	VELOCIDAD (METROS/SEGUNDO)
5.56 milímetros (fusiles de asalto) (*)	COMÚN	900-965 (220) 900-1000 (210) 920-1000 (24) 975 (102) (198)
7.65 milímetros (fusil Máuser) (*)	COMÚN	850 (102)
7.62 milímetros (fusil automático liviano) (*)	COMÚN	715(116) 720(198) 750(102) 750-800 (210)
22 (largo) (#)	COMÚN	308 (103) 345(102) 350-450 (178) 400 (3)
32 (#)	COMÚN	240 (102) 294 (103) 350 (178)
38(#)	COMÚN	225 (102) 291 (198) 349.5 (103) 450(178)
9 milímetros (#)	COMÚN	345 (102)
45(#)	COMÚN	158 (102) 266 (198) 277.5 (103) 300(178)
(*) = Alta velocidad (#) = Baja velocidad		

Figura 3

cación con márgenes de tolerancia insignificantes. El cumplimiento de estos requisitos se logra fundamentalmente en la fabricación de proyectiles comunes o desnudos. En ellos el núcleo está formado por una aleación de plomo más antimonio (plomo endurecido)<sup>143</sup>. Dicha mezcla es necesaria, ya que el plomo puro es blando y su punto de fusión es de 325 grados centígrados<sup>143</sup>. En los proyectiles especiales se tiene en cuenta en forma primordial la producción del efecto buscado. Por ejemplo, los proyectiles perforantes presentan un núcleo de acero precedido por una camisa interior (envoltura metálica del núcleo) de plomo y los proyectiles trazantes tienen un núcleo especial constituido por una sustancia química además del núcleo de plomo o de acero. Dicha sustancia química permite visualizar la trayectoria del proyectil. Estos proyectiles generalmente son encamisados (ver punto siguiente).

**Camisa:** Es la envoltura metálica externa de un proyectil. No es constante. Los que la tienen reciben el nombre de proyectiles encamisados o acorazados (*jacket*). La camisa debe tener dureza y resistencia suficiente como para impedir que el núcleo quede al descubierto al entrar en el cañón del arma y para evitar su fragmentación en el momento de efectuarse el impacto. La mayoría de las camisas están construidas con material plaqueado de cupro-níquel (80/20). Como sucedáneo se utiliza al latón (aleación de cobre-zinc de 85/15). Dicha mezcla no suministra la suficiente rigidez al proyectil, además de encobrar rápidamente los cañones de las armas, haciéndolos perder precisión (ver más adelante balística interior).

#### *Clasificación de los proyectiles o balas*

Hay muchas clasificaciones propuestas. Sólo mencionaré las de interés práctico: 1) por su velocidad; 2) por su punta; 3) por su forma y 4) por sus efectos.

**Por su velocidad:** La mayoría de los autores consultados<sup>32,36,37,40,43-45,52,57,70,82,102,116,123,124,162,165,167,174,178,184,185,198,203,205,208,211,225,228,233,235,255</sup> concuerdan en clasificarlos en proyectiles de baja y alta velocidad. Los de baja velocidad son aquellos que recorren menos de 650/750 metros por segundo y los de alta los que recorren más de 650/750 metros por segundo. Los calibres 22, 32, 38, 9 y 11,25 son considerados proyectiles de baja velocidad. En cambio, los calibres 5,56 (fusiles de asalto), 7,65 (Máuser), 7,62 (FAL),

entre otros, son proyectiles de alta velocidad (Figura 3). En dicha figura puede observarse que no hay un acuerdo general con respecto a la velocidad que desarrollan los proyectiles. Hay que hacer notar que estas velocidades son con proyectiles comunes, ya que con proyectiles especiales las mismas se modifican sustancialmente. Es decir, un proyectil calibre 22 largo común desarrolla una velocidad de 400 metros por segundo<sup>3</sup>, mientras que un proyectil del mismo calibre pero especial alcanza 800 metros por segundo si es Hornet<sup>3</sup> o 960 metros por segundo si es Remington<sup>3</sup>. En base a lo expresado se deduce que un proyectil calibre 22 largo común es un proyectil de baja velocidad mientras que un proyectil del mismo calibre pero especial se convierte en un peligroso proyectil de alta velocidad.

**Por su punta:** Según Arina, Arreggi, Nally y Vottola<sup>11</sup> existen:

a) *Proyectiles de punta dura:* Son encamisados. La misma presenta el mismo espesor tanto en la punta como en la base del proyectil.

b) *Proyectiles de punta blanda:* Generalmente son sin encamisar. En éstos predomina el efecto de penetración.

c) *Proyectiles de punta expansiva:* Presentan una camisa cuyo espesor es menor en la punta que en la cola del proyectil. El efecto de expansión o fragmentación predomina sobre el de penetración. A su vez pueden ser: 1) con cuerpo de material de una misma densidad; 2) con cuerpo dividido con metales de distinta densidad y 3) con cuerpo con orificio o cámara expansiva.

Personalmente creo que hay que agregar a esta clasificación a los proyectiles de punta taco (*wad-cutter*)<sup>m</sup>. Son proyectiles no deformables, de forma achatada que carecen de la clásica ojiva. Fueron ideales para las prácticas de tiro al blanco, ya que provocan en el cartón de prueba orificios circulares netos, sin rasgaduras, lo que facilita en las prácticas deportivas la verificación de la exactitud de los disparos. Este tipo de proyectil fue adoptado en las armas cortas para defensa individual, ya que cumple la condición, ampliamente conocida en balística, que cuanto menor sea la punta del proyectil, mayor será el efecto lesivo.

**Por su forma**<sup>143,228</sup>. Se pueden distinguir:

a) *Proyectiles oblongos:*

\* Cilindro-cónicos.

\* Cilindro-ojivales.

b) *Proyectiles esféricos.*

Los proyectiles actuales son oblongos, con cuerpo cilíndrico, pudiendo terminar hacia adelante en forma cónica (cilindro-cónicos) o en forma ojival o en punta (cilindro-ojivales). Hay que tener en cuenta que la forma de la punta de un proyectil está en relación con el coeficiente balístico, es decir, a puntas más agudas conserva más la trayectoria y la velocidad<sup>11</sup>. Los proyectiles esféricos se utilizan en los cartuchos de escopeta. Están representados por los perdigones y las postas.

Por sus efectos:

*En relación a la velocidad:* Cevidalli, citado por Acháva<sup>12</sup>, hace referencia que a:

Más de 700 metros/segundo: efectos explosivos.

Más de 400 metros/segundo: heridas nítidas.

Más de 150 metros/segundo: heridas contusas.

*En relación a la punta*<sup>143</sup>:

A los fines prácticos hay que hacer notar que el efecto de "choque" es inverso al efecto de "penetración", hecho notable entre el gran choque producido por el proyectil calibre 11,25 mm y la gran penetración producida por el proyectil calibre 9 mm.

Como conclusión creo que es necesario aclarar que de la densidad de sección dependen la penetración y el alcance, de su estructura la estabilidad y precisión y de las características especiales de su construcción el poder mortífero.

2) *Vaina, cápsula o casquillo* (número 2 de la Figura 1)

Cuerpo cilíndrico o tronco-cónico que permite reunir en una sola pieza las partes constitutivas del cartucho. En la parte posterior y cerrándola se encuentra el fondo circular o culote donde va colocada la cápsula fulminante (ver luego). Se comunica con la carga de proyección (ver más adelante) por dos orificios llamados oídos. El extremo anterior, abierto y denominado boca, es obturado por el proyectil o bala. En su interior se encuentra la carga de proyección (número 3 de la Figura 1). Es de cartón, bronce, latón (72% cobre, 28% zinc), etc. Las vainas de las armas portátiles pueden ser de dos tipos (Figura 4):

a) **Vaina para arma larga:** su cuerpo es ligeramente tronco-cónico. En la parte anterior presenta una sección cilíndrica de menor diámetro denominada gollete (zona de menor diámetro donde se aprisiona el proyectil). El gollete se une al cuerpo por medio del espaldón.

b) **Vaina para arma larga:** El cuerpo es de forma cilíndrica y no presenta gollete ni espaldón.

3) *Carga de proyección o propulsora* (número 3 de la Figura 1)

Está constituida por granos de pólvora sin humo a base de nitrocelulosa. Se expresa en "granos o *grains*". Un *grain* equivale a 0,0648 gramos. Su función es la de producir por combustión un volumen de gases cuya presión impulsa el proyectil a través del ánima del cañón. En muchos cartuchos la carga de pólvora no es constante para un mismo calibre, variando según el efecto buscado. Cuando la potencia es superior a lo normal se agrega el vocablo *magnum*. La carga de proyección debe reunir ciertas condiciones: a) estabilidad frente a humedad, temperatura y presión; b) la temperatura de combustión no debe ser muy elevada para evitar el sobrecalentamiento del cañón, hecho de suma importancia en las armas automáticas; c) combustión completa (su transformación en gases debe ser total para no dejar residuos que afecten el cañón del arma, además de permitir una mayor precisión con el mínimo de carga).

4) *Cápsula fulminante, fulminante o detonante* (número 4 de la Figura 1)

Su función es la de producir, por efecto del percutor, un chorro de fuego que inicia la combustión de la carga de proyección. Está constituida por: a) la cápsula, que es un receptáculo metálico colocado en la parte posterior de la vaina que contiene a la sustancia fulminante, y b) la sustancia fulminante o detonante (carga explosiva que inicia la combustión de la carga de proyección al recibir el impacto del percutor debido a su alta sensibilidad al choque).

• **Sobre la balística**

La balística<sup>1,43,65,100,101,143,162,189,228,242</sup> es la ciencia que estudia el alcance y dirección de los proyectiles. Proviene de la palabra griega *ballein*, que significa lanzar o echar. Para su estudio se divide en:

a) **Balística interior:** Abarca el período desde que el proyectil se encuentra en reposo en la recámara del arma hasta que sale por la boca de la misma. Múltiples factores intervienen en esta primera fase de lanzamiento del proyectil: a) características de la pólvora (composición química, temperatura y humedad); b) volumen

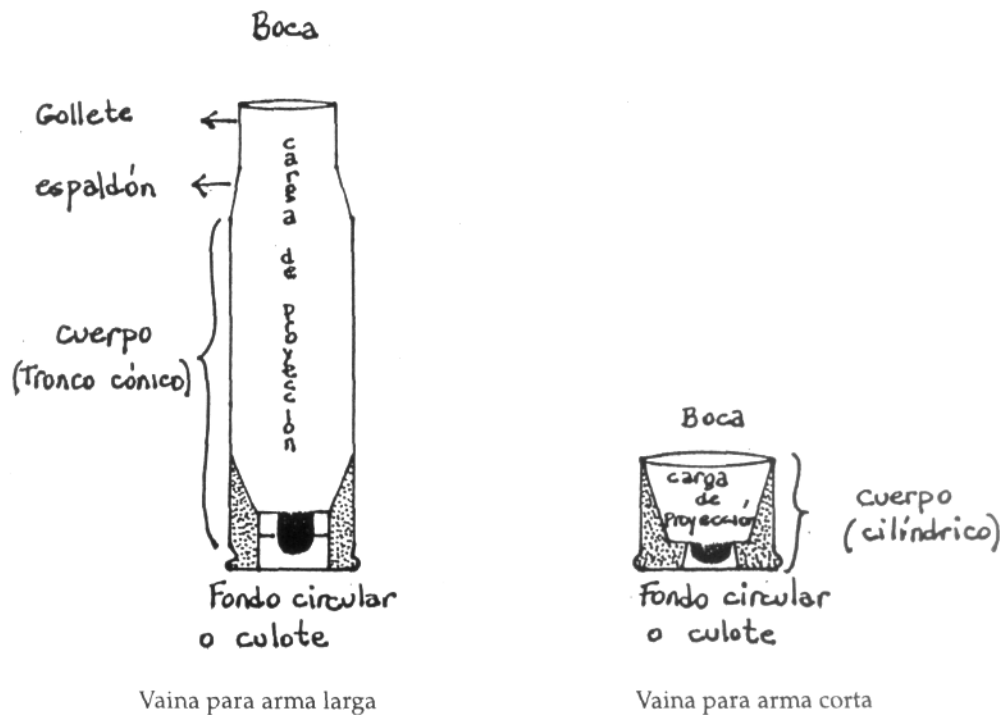


Figura 4

de carga; c) desgaste del ánima; d) encobrado y presencia de aceite en el cañón; e) peso del proyectil, etc.

b) **Balística exterior:** Se encarga de estudiar el movimiento de desaceleración del proyectil desde el momento en que el mismo sale por la boca del arma hasta que hace impacto en el blanco. Es decir, estudia todos los fenómenos que se producen desde que el proyectil abandona la boca del arma y se lanza a lo largo de la trayectoria. Luego que el proyectil abandona la boca del cañón se debe enfrentar a dos fuerzas que se oponen a su movimiento (fuerza de gravedad y resistencia del aire). Existen muchos agentes perturbadores de la trayectoria, lo que explica que dos disparos consecutivos realizados por una misma arma no lleguen a un mismo punto de impacto:

-**Densidad del aire:** Todo incremento de la densidad del aire aumentará la resistencia y disminuirá el alcance del proyectil.

-**Temperatura del aire:** Influirá sobre su densidad y al variar modificará el alcance del proyectil. Este será mayor cuanto más alta sea la temperatura.

-**Pulido de la superficie del proyectil:** Cuando la superficie del mismo es rugosa

aumenta la resistencia del aire, llevando a una reducción del alcance del proyectil.

-**Viento:** Si la dirección del mismo es paralela a la del proyectil (viento longitudinal) aumenta o disminuye el alcance según su sentido sea el mismo o contrario al del proyectil. Cuando la dirección del viento es perpendicular al proyectil (viento transversal) lo desvía del plano de proyección, produciéndose un desplazamiento lateral del punto de caída.

-**Coficiente balístico:** Es la medida de la capacidad de un proyectil para superar la resistencia del aire. Es variable, ya que depende de la forma, pulido, diámetro y peso del proyectil.

-**Peso del proyectil:** Un proyectil más pesado, con la misma velocidad inicial, tenderá a recorrer una distancia mayor que otro más liviano de la misma forma y dimensión (como analogía, una persona podrá arrojar más lejos una pelota de golf que otra de ping pong).

-**Velocidad inicial.**

c) **Balística terminal, de efectos o médico forense:** Incluye el instante en que el proyectil hace impacto en el blanco hasta que, agotada su energía cinética, vuelve al reposo nuevamente. Es decir, estudia las **consecuencias** que

provoca el proyectil en el blanco. Es esta última etapa de la balística la que tiene interés médico, ya que comprende las alteraciones generales y locales producidas por el proyectil en el organismo. No hay que olvidar que las tres fases son inseparables, ya que de las dos primeras depende la energía con que es alcanzado el blanco. Las variaciones a considerar al tratar los efectos del proyectil sobre los tejidos son:

*-Penetración:* Incluye las siguientes características: tipo de punta; 2) calibre; 3) peso (masa); 4) velocidad, y 5) energía cinética. Las 4 primeras ya fueron tratadas. Con respecto a la última es necesario destacar que todo proyectil al ser impulsado de un arma está dotado de una energía cinética, energía de movimiento, empuje o fuerza viva. Esta resulta del producto de la masa (peso) por el cuadrado de la velocidad dividido 2 veces la fuerza de gravedad (9,81 m/seg)<sup>141,203</sup>. La velocidad del proyectil es el factor esencial<sup>11,43,45,53,55,57,82,85,91,102,103,120,123,147,163,166,203,254</sup>

ya que al ir aumentando en proporción geométrica, los pequeños aumentos de la misma determinan mayor posibilidad de liberación de energía cinética, al chocar, que los aumentos de la masa (peso del proyectil) y en consecuencia mayor será el daño ocasionado.

*-Velocidad remanente.*

*-Coeficiente balístico del proyectil.*

*-Deformaciones del proyectil al chocar.*

*-Esquirlas óseas y cartilaginosa que se comportan como proyectiles secundarios.*

*-Resistencia y elasticidad de los tejidos atravesados.*

Los precedentemente citados son otros factores que influyen considerablemente.

#### • **Sobre las alteraciones generales**

Todo herido por proyectil de arma de fuego habitualmente presenta un shock mixto<sup>234,236,239</sup> debido a: hemorragia y edema (shock hipovolémico o hemogénico), fracturas o lesión de partes blandas que condicionan dolor (shock neurogénico o vasovagal), atrición muscular con pasaje a la circulación general de quininas vasoactivas<sup>119,239</sup> (shock vasogénico o por quininas vasoactivas). No hay que olvidar que si el paciente se infecta puede complicarse con un shock séptico<sup>95</sup>, si tiene una cardiopatía crónica con un shock cardiogénico y si el proyectil interesó también el tórax, la presencia de un hemotórax o de un

neumotorax hipertensivo condiciona un **shock por hipoflujo**.

• **Sobre las alteraciones locales**<sup>5,11,12,20,29,30,36,37,39,45,52,57,59,62,75,79,82,83,88,92,94,98,102,105,111,123,134,142,145,146,162,164,166,169,171,176,178,181,182,184,185,188,193,198,203-205,209,216,225,245,247,249,254</sup>

Analizando la distribución regional de las heridas producidas por proyectiles de armas de fuego en la guerra de Corea y en la de Malvinas vemos que el 52%<sup>45</sup> y el 91,6%<sup>43,44</sup> ocurren en los miembros respectivamente. Su causa obedece a que los miembros representan el 61% de la superficie corporal o las dos terceras partes del cuerpo.

Las alteraciones locales producidas por un proyectil serán analizadas en base al siguiente orden: **a) orificio de entrada; b) trayectoria del proyectil, y c) orificio de salida.**

**a) Orificio de entrada**<sup>5,11,14,29,30,50,53,55,57,105,181,203,205,247</sup>

Habitualmente es único, regular, redondeado, con labios invertidos, más pequeño que el de salida y debido a la elasticidad de la piel es de menor calibre que el proyectil. Puede presentar anillo de Fish, signo de Puppe-Wekgartner y tatuaje.

Antes de continuar es necesario aclarar que se entiende por disparo a "boca de jarro" y a "quemarropa". El primero es aquel que se efectúa aplicando la boca del arma sobre el cuerpo con o sin vestimenta y el segundo 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 anillo de Fish<sup>29,30</sup> comprende al "anillo de enjugamiento de Thoinot", proveniente 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 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.

El signo de Puppe-Wekgartner es una impronta erosiva-excoriativa cutánea superficial que resulta de la acción quemante del cañón o de la bagueta que presentan algunas armas destinada a extraer las vainas o de ambos en el mismo momento de efectuarse el disparo a "boca de jarro".

El tatuaje verdadero o propiamente dicho es el rastro dejado sobre la piel por la pólvora en combustión o no, que sale por la boca del arma conjuntamente con la bala. No desaparece con el lavado. Se halla representado por: a) la quemadura, chamuscamiento o fognazo, y b) por los granos de pólvora que al no entrar

en combustión se han depositado en la piel. El tatuaje falso o seudotatuaje, que desaparece con el lavado, está formado por el ahumamiento o *stompaje*, es decir, por el negro del humo alrededor del orificio de entrada. Está en discusión a qué distancia debe efectuarse el disparo para que aparezca el tatuaje (verdadero o falso), ya que *es* variable para cada tipo de arma.

b) **Trayecto, trayectoria o recorrido del proyectil:** Arina y colaboradores<sup>11</sup> hacen referencia a que, en teoría, la línea que une el orificio de entrada y el lugar donde está alojado el proyectil o el orificio de salida correspondería a la trayectoria de aquél. Pero en la práctica esto generalmente no es así, pues con frecuencia en el espesor del organismo no sigue lo que cumpliría en su trayectoria aérea. La resistencia que encuentra, dado que el organismo es una aposición de tejidos de distinta textura, resistencia, elasticidad y densidad, le imprimen desviaciones que hacen que el trayecto no se cumpla en el plano teóricamente calculado. Basándome en reiteradas observaciones de este hecho creo que es necesario remarcar que el trayecto, trayectoria o recorrido de un proyectil en el organismo es imprevisible.

Luego de atravesar la piel el proyectil encuentra sucesivamente:

1) *Tejido celular subcutáneo:* Las alteraciones que presenta este tejido habitualmente son banales, tales como 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. Generalmente presenta heridas orificiales o incisas que ocultan la real magnitud de las lesiones subyacentes.

3) *Tendones:* Son lacerados o seccionados total o parcialmente en forma irregular.

4) *Músculos:* La fuerza de penetración de un proyectil va a depender de dos variables: a) de la velocidad del proyectil (ya explicada) y b) de la consistencia de la masa que atraviesa. El músculo, al ser un tejido de alta densidad y escasa elasticidad reacciona ante el impacto del proyectil con papilla o atricción muscular. El concepto de "cavidad temporaria o temporal" fue introducido por Woodruff en 1898 (citado por Roca<sup>198</sup>). Cuando un proyectil llega a las masas musculares, por acción de las ondas de choque (efecto expansivo), las expande produciendo una cavidad de duración temporaria que es directamente proporcional a

la energía cinética que presenta el proyectil. Esta cavidad tiene presión negativa con respecto a la atmosférica, lo que facilita la aspiración de elementos del medio ambiente, principalmente bacterias<sup>43</sup>. Alcanza su diámetro máximo a los 1.800 microsegundos del impacto<sup>178</sup>, colapsándose posteriormente y determinando la formación de una cavidad permanente residual de menor diámetro que la anterior<sup>53,54,76,77,91,102,178,198,225</sup>. Si bien es cierto que todas las heridas por proyectiles van acompañadas de cavidad temporaria, aquellas producidas por proyectiles de baja velocidad son pequeñas (escasa atricción muscular - destrucción en sedal). En cambio la cavidad originada por proyectiles de alta velocidad es grande (habitualmente 30 o 40 veces mayor que el diámetro del proyectil<sup>15,43,45,63,102,203</sup>) (gran atricción muscular). La cavidad temporal producida por proyectiles de alta velocidad presenta 3 zonas que de adentro afuera son<sup>243</sup>:

-*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. Los primeros liberan la exotoxina tetanígena<sup>7,8,17,25,35,48,108,130,139,213</sup> y los segundos las exotoxinas (toxígenas y proteolíticas) clostridias<sup>9,16,34,90,96,97,109,112,126,131,132,136,138,148,152,153,155,159,160,177,195,213,214,222,224,227,231,232,251</sup>

-*Conmoción molecular.* Los tejidos no están muertos pero su vitalidad está comprometida. De esta zona se pasa gradualmente al tejido normal.

5) *Huesos:* Anatomopatológicamente las lesiones se pueden clasificar 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. Los proyectiles de alta velocidad pueden producir fracturas sin interesar directamente al hueso<sup>45,52,53,55,57,104,123,124,166,205,235</sup>.

La conminución fracturaría, la desperiostización traumática, la falta de contacto o pérdida de las esquirlas óseas favorecen el retardo de consolidación y la pseudoartrosis.

6) Vasos y nervios: Las lesiones vasculo-nerviosas pueden resultar de la acción directa del proyectil (balas de baja velocidad) o indirecta (proyectiles de alta velocidad por su efecto expansivo y esquirlas óseas que se comportan como proyectiles secundarios). Las lesiones arteriales incluyen espasmos, contusiones, rupturas o secciones, aneurismas y fístulas arteriovenosas traumáticas<sup>19,59,135,149,157,196,197,202</sup>, etc., y las nerviosas neuropaxia, axonotmesis y neurotmesis.

c) **Orificio de salida**<sup>5,11,14,29,30,50,53,55,57,105,181,203,205,247</sup>.

Puede faltar (proyectil alojado). En caso contrario, habitualmente es único, irregular, desgarrado, con labios evertidos y más grande que el de entrada. No presenta anillo de Fish, signo de Puppe-Werkgartner y tatuaje. Puede ser múltiple en aquellos casos en que el proyectil se fragmenta u origine esquirlas óseas o cartilaginosas que se comportan como proyectiles secundarios.

#### • Sobre el tratamiento

1) Tratamiento general: Incluirá el mantenimiento de la vía aérea permeable; la realización de la reanimación cardíaca; el control del estado de shock y la supresión de la hemorragia. Me referiré solamente a los dos últimos.

El tratamiento de shock mixto que habitualmente presentan los heridos por proyectiles de armas de fuego adquiere importancia capital y perentoria prioridad. Dicho tratamiento debe comenzar en el lugar del hecho continuar durante el traslado y en el centro asistencial. Sólo actuando de esta forma se evita el conocido aforismo "se recoge un herido, se traslada un moribundo y se llega al hospital con un muerto",

a) *En el lugar del hecho*: Dado que en este lugar no contamos con los elementos necesarios

para compensar el estado de shock, debemos limitarnos a no empeorarlo mediante:

—*Posición*: La correcta posición de un herido shockado es una medida de gran importancia. En los primeros momentos puede ser una "solución heroica". La posición a adoptar debe ser aquella que condicione una adecuada perfusión sanguínea a los órganos más sensibles a la hipoxia (cerebro y miocardio). En términos generales la *posición horizontal* asegura una mejor oferta a los ventrículos, lo que en definitiva es lo que se busca. A la mencionada posición se le puede agregar una maniobra muy útil, capaz de mejorar significativamente el retorno sanguíneo al corazón. Me refiero a la *elevación de los miembros superiores y/o inferiores*. Se recuerda que aproximadamente el 60% de la volemia se encuentra en las venas y que a los miembros les corresponde un amplio sector de este sistema<sup>212</sup>. La clásica posición de Trendelenburg, según se ha demostrado<sup>87,212,223,241,246</sup>, ofrece más riesgos que beneficios, ya que produce: a) a nivel encefálico, congestión y edema por la importante disminución del flujo carotídeo; b) disminución del volumen minuto, la presión arterial (sistólica y diastólica) y el tiempo circulatorio; c) congestión pulmonar en los lóbulos superiores como consecuencia de la disminución de la circulación en los sectores basales; d) desplazamiento del diafragma hacia el tórax empujado por las vísceras abdominales con compresión de los lóbulos basales pulmonares, y e) desprendimiento de retina.

—*Inmovilización* (de la mejor forma posible con lo que se tenga a mano): Por las siguientes razones: a) disminuye el dolor (shock neurogénico); b) disminuye la hemorragia (shock hipovolémico); c) tranquiliza al paciente, y d) evita incrementos lesionales. Ejemplos: a) miembro superior: colocarlo junto al tronco con el codo en flexión de 90 grados y el antebrazo apoyado sobre el tórax y efectuarle un vendaje tipo Velpeau o similar; b) miembro inferior: solidarizarlo con el miembro contralateral sin lesiones para que sirva de tutor mediante cinturones, cuerdas, etc.

—*Cohibir la hemorragia*: Es importante recordar que la presión digital de la arteria femoral contra la rama superior del pubis y de la arteria subclavia contra la primera costilla<sup>244</sup>, asociada a la elevación del miembro correspondiente (siempre que sea factible), controlan o atenúan cualquier hemorragia distal a esas localizaciones. Habitualmente se



puede controlar la hemorragia mediante un vendaje compresivo sin tener que recurrir al tan discutido y peligroso torniquete.

b) *Durante el traslado*: Hay que tener en cuenta que durante esta segunda etapa de la conducción escalonada del herido se pueden mantener o agravar situaciones patológicas ya existentes u originarse otras nuevas. El vehículo evacuador (ambulancia, helicóptero, avión sanitario) deberá estar equipado para poder contrarrestar la tetrada "asfixia, paro, shock y hemorragia". Durante el mismo se deberá perfeccionar lo realizado en el lugar del hecho (ventilar, oxigenar, defibrilar, perfundir, hemostasiar, analgesiar, inmovilizar, etc.).

c) *En el centro asistencial*: Se procederá a realizar en forma definitiva la asistencia respiratoria<sup>22,238,248,250</sup> y/o circulatoria<sup>238,239</sup> y del shock<sup>237-239</sup>.

## 2) Tratamiento local:

• *Herida producida por proyectil de alta velocidad con o sin compromiso óseo*. Ya se ha dicho que estos proyectiles, al estar dotados de gran energía cinética, provocan habitualmente importantes lesiones óseas (fracturas conminutas o estallidos óseos) y/o de partes blandas (gran cavidad temporal) con importante atricción muscular (papilla muscular). Este tejido muscular desvitalizado, contundido y necrótico es terreno propicio para el desarrollo de los gérmenes anaerobios (peligro de tétanos y gangrena gaseosa). Debido a lo expresado, este tipo de heridas deberán tratarse del mismo modo que las heridas graves de los miembros con gran daño tisular (*gran operación*)<sup>41,43,44,178</sup>, remarcando la necesidad de efectuar amplia apertura del foco, importante debridamiento y remoción de todo tejido necrótico o contundido. Si el proyectil produjo lesión vascular de importancia se reparará, con intervención del cirujano vascular, mediante sutura, injerto, *bypass*, etc. Si originó una fractura, ésta se inmovilizará preferentemente con el uso de un tutor externo<sup>36,41,44,49,72,123,146,180,183,186,187,201,205,235</sup>.

• *Herida producida por proyectil de baja velocidad con o sin compromiso óseo*. Son factibles de ser tratadas mediante lo que ha sido reglado, descripto y presentado en la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología por Porcelli y Sanguinetti<sup>178</sup> como *pequeña operación, operación orificial o mínima operación*. Esta, según los autores, consiste en efectuar una incisión en *losange* de la piel en cuyo centro se encuentra el orificio de entrada o de salida. A continuación se extirpa

el tejido celular subcutáneo que presente color rojo vinoso. En aquellos casos en que la aponeurosis esté desflecada se procederá a realizar aponeurectomía del sector involucrado, completada o no con aponeurotomía de longitud necesaria para observar el tejido muscular subyacente. Como las masas musculares habitualmente presentan lesiones mínimas (destrucción en sedal), se deberá realizar limpieza por barrido del trayecto con una gasa húmeda montada o lavando con una jeringa a presión. Si el proyectil produjo una fractura y está localizada en la profundidad, como en el muslo, se llegará al foco fracturario. Si ésta es más superficial, se efectuará la limpieza del mismo mediante el lavado con suero, tratando de debridar lo menos posible y extirpar sólo las esquirlas óseas desvascularizadas. Dichos autores efectúan sistemáticamente el cierre en un plano de piel y celular. Inmovilizan la fractura como si fuera cerrada por medio de tracción esquelética o yeso. Estas directivas quirúrgicas fueron publicadas posteriormente por otros autores tales como Defilippi Novoa y colaboradores<sup>56,57</sup>, Pagés<sup>166,167</sup>, Lafrenz<sup>121,123</sup>, Schiantarelli<sup>205</sup>, etc. Actualmente la mayoría de los autores, si es posible, se muestran partidarios de efectuar la inmovilización de la fractura mediante tutores externos<sup>18,36,40,41,46,49,71,125,205,235,252</sup>.

Dal Lago y colaboradores<sup>54</sup> hacen referencia a que en las heridas puntiformes con índice de contusión leve, producidas por proyectiles de baja velocidad, el daño de las partes blandas es frecuentemente mínimo y el debridamiento es innecesario. El orificio de entrada y salida es pequeño, por lo que generalmente no requieren cierre, pero sí el tratamiento orificial del sedal con una gasa embebida con antiséptico, efectuado pasajes como limpieza mecánica.

Agregan que es rara la infección en este tipo de heridas.

Defilippi Novoa y Pages<sup>56</sup> han observado supuraciones crónicas por cuerpos extraños en aquellos enfermos que no fueron operados y consideran que debe realizarse la pequeña operación aún en aquellos casos en que el orificio de entrada sea puntiforme.

Siguiendo a Dal Lago, he efectuado con buenos resultados *toilettes* orificiales cuando la herida cumple con los requisitos enunciados y está localizada en zonas poco muscularizadas. No las he incluido en la casuística que se presenta en esta comunicación.

Como conclusión creo que es necesario remarcar que tanto los autores nacionales como

extranjeros concuerdan en que las heridas por proyectiles de armas de fuego de baja velocidad deben ser siempre operadas (ver punto siguiente).

¿Es estéril un proyectil? El concepto de esterilidad con que se suponía que entraba el proyectil hoy ya quedó descartado por la comprobación de que el calor que desarrolla una vez disparado es insuficiente para lograr esterilizarlo. Agregándose a este hecho otros elementos, como partículas ambientales, restos de ropa y cuerpos extraños que arrastra en su trayectoria<sup>12,15,40,53,55,61,91,92,103,118,162,171,178,200,225,226,229,253,</sup>

<sup>254</sup> Elementos que he encontrado reiteradamente en las heridas.

Paletta y colaboradores<sup>171</sup> aseveran que el cultivo del proyectil extraído, tanto en agudo como diferido e incluso con antibiotioterapia previa, arrojó un alto porcentaje de gérmenes (estafilococos, estreptococos, hongos, etc.).

### **Conducta a adoptar ante una sección nerviosa**

Algunos autores<sup>36</sup> efectúan la neurorrafia primaria. Otros<sup>40,123,175,205,225</sup>, la secundaria. Somos partidarios de realizar la neurorrafia secundaria. No hay que olvidar que el fin perseguido en los heridos por proyectiles de arma de fuego es: 1) salvar la vida; 2) salvar el miembro, y 3) salvar la función.

### **Conducta a adoptar ante un proyectil alojado o incluido**

Es forzoso referirse previamente a los proyectiles erráticos o migratrices en el cuerpo.

Se denomina de esta manera a aquellos que cambian su ubicación. Al respecto Chapman<sup>51</sup> refiere que halló un índice de embolización vascular del 1,1% de proyectiles en autopsias, y Ordog y colaboradores encontraron en la literatura<sup>92</sup> informes<sup>23,69,74,81,89,99,106,110,113,115,128,144,151,172,179,,190,194,217,219,221,229,230,240</sup>

:hacia el canal raquídeo<sup>114,221</sup> dentro del canal raquídeo<sup>13,161</sup>; hacia los riñones<sup>23,89,99,144,151</sup>; hacia los uréteres<sup>23,89,99,144,151</sup>. hacia la uretra<sup>74</sup>; hacia el aparato gastrointestinal<sup>23,89,99,144,151</sup>; hacia el hígado<sup>257</sup>; hacia los pulmones<sup>23,89,99,144,150,151,170</sup>, hacia el corazón<sup>80,154,158,170</sup>; hacia el cerebro<sup>47,93,215</sup> y hacia los miembros<sup>6,28,206</sup>.

Cuando existe solamente orificio de entrada y el o los proyectiles hayan quedado alojados en el organismo, la conducta varía según los autores. Algunos<sup>26,56,178</sup> proceden sistemáticamente a extirparlo, argumentando que el proyectil produce un granuloma inflamatorio

crónico. Otros<sup>15,54,199</sup> eluden su extracción fundamentando que el metal es habitualmente tolerado sin complicaciones, pudiendo causar más daño el intento de extracción (se excluyen los alojados en las articulaciones -ver luego-). Una tercera posición<sup>40,61,128,178</sup> es la que aconseja extirpar la bala cuando su emplazamiento se sitúa en las cercanías de estructuras nobles (vasos, nervios, etc.) (zonas de riesgo) y cuando se encuentra incluida en el hueso<sup>37,57,61,123,171,178,215</sup>.

Mi conducta ante un proyectil incluido es: si el proyectil se visualiza en el campo quirúrgico procedo a su extracción. Caso contrario, lo hago en forma diferida, bajo control de intensificador de imágenes, siempre y cuando ocasione sintomatología. Se exceptúan aquellas balas emplazadas en sitios de difícil acceso en donde el intento de extracción podría comprometer la vida del enfermo o la función. Efectúo la extracción sistemáticamente de los proyectiles alojados en cercanías de estructuras nobles (fundamentalmente los vasos por el peligro de los proyectiles errantes) y los incluidos en los huesos aunque no ocasionen sintomatología. Si hay múltiples esquirlas metálicas procedentes de la fragmentación del proyectil, extraigo las que se encuentren en el campo operatorio, despreocupándome del resto. Cuando la bala está alojada inmediatamente debajo de la piel la extraigo (en agudo) bajo anestesia local.

### **Conducta a adoptar ante una bala localizada en una articulación**

Hay acuerdo general en que debe precederse a su extracción<sup>12,15,21,40,107,123,127,133,156,205</sup>. El fundamento de tal conducta se basa en la disfunción mecánica, la sinovitis o artritis metálica y la presunta intoxicación plúmbica que puede originar dicha bala. Con respecto a este último hecho, algunos autores<sup>12,38,64,73,86,107,129,140,173,207,,218,256</sup> sostienen que los líquidos orgánicos (inclusive el líquido sinovial) son capaces de disolver el plomo provocando con el tiempo intoxicación plúmbica.

### **Condiciones necesarias para efectuar el cierre primario de la piel**

Este es uno de los puntos más discutidos en las heridas por proyectiles de armas de fuego. Algunos autores<sup>36,41,43,84,124,175</sup> siempre dejan abierta la herida y colocan algunos puntos de aproximación si su tamaño es excesivo. Watson Jones<sup>245</sup> ha dicho que "la sutura secundaria es la más grande adquisición que ha dejado la experiencia de los heridos en la última guerra".

Personalmente efectúo el cierre primario de la piel ante las siguientes circunstancias: 1) cuando el debridamiento de la herida fue total; 2) cuando el tiempo transcurrido desde la lesión a la intervención fue menor de 6 u 8 horas; 3) cuando la piel no queda a tensión, y 4) cuando hay piel de buena calidad. En caso contrario efectúo la sutura secundaria, injertos libres o pediculados.

Creo que es necesario remarcar que sólo la experiencia y criterio del cirujano determinarán la oportunidad del cierre cutáneo. Ante la menor duda es mejor dejarla abierta.

## CONCLUSIONES

1. La acción agresiva de los proyectiles tiene íntima relación con el arma de fuego que los dispara, con el calibre y composición del mismo, con la velocidad que adquiere en su trayectoria, con la distancia del disparo y con las características de los tejidos del blanco humano donde impacta.

2. Se clasifica a los proyectiles de acuerdo a distintos conceptos pero se acepta como más importante la diferenciación entre los de baja velocidad y los de alta velocidad. Los primeros actúan fundamentalmente por su acción mecánica; los segundos por su acción mecánica y expansiva. Este último hecho determina lesiones necróticas excesivas que suelen escapar a la visión directa. El mismo fenómeno permite suponer que una bala de alta velocidad puede lesionar al hueso, al vaso o al nervio aún sin interesarlo.

3. Múltiples factores modifican la balística interior (características de la pólvora, volumen de carga, desgaste del ánima, encobrado y presencia de aceite en el cañón del arma, peso del proyectil, etc.); la balística exterior (densidad y temperatura del aire, pulido de la superficie del proyectil, viento, coeficiente balístico, peso del proyectil, etc.) y la balística de efectos (penetración, velocidad remanente, coeficiente balístico, deformaciones del proyectil al chocar, proyectiles secundarios, resistencia de los tejidos atravesados, etc.). Las tres fases son inseparables, ya que de las dos primeras depende la energía con que es alcanzado el organismo.

El trayecto seguido por un proyectil en el organismo es impredecible debido a las desviaciones que sufre el mismo al atravesar tejidos de distinta contextura, resistencia, elasticidad y densidad.

4. La lesión real producida por un proyectil

dependerá no sólo de las características del mismo sino también del órgano o tejido lesionado. Los tejidos reaccionan al impacto ofreciendo resistencia. Es evidente que juegan un papel muy importante las cualidades físicas del tejido interesado (densidad, elasticidad, resistencia, dureza, estructura, etc.). Como corolario se puede decir que, a mayor densidad, mayor es el efecto cavitario, y a mayor elasticidad, mayor es la amortiguación.

5. La cavidad temporaria o temporal es directamente proporcional a la energía cinética que presente el proyectil. Los de baja velocidad provocan pequeñas cavidades (destrucción en sedal), mientras que los de alta velocidad originan grandes cavidades (efecto cavitario).

6. La vida del herido por arma de fuego se "juega" en tres tiempos distintos: a) en el lugar del hecho; b) durante el traslado, y c) en el centro asistencial. Remarcando la necesidad de efectuar en el *primer escalón* el mantenimiento de la vía aérea permeable, la reanimación cardíaca, el control de la hemorragia y el tratamiento del estado de shock mixto (hipovolémico y neurogénico) que habitualmente presentan estos pacientes. Durante el traslado (*segundo escalón*) se deberá contrarrestar la tetrada de asfixia-paro-hemorragia-shock, para luego efectuar en forma definitiva en el centro asistencial (*tercer escalón*) la asistencia respiratoria y/o circulatoria y del shock. Se hace hincapié en la cabal importancia que tiene el contar con equipos médicos y con personal técnico auxiliar altamente entrenado para la recepción y manejo de los heridos. Recogiendo la experiencia que brindaron los conflictos bélicos a nivel mundial, se puede concluir que los progresos registrados surgen como consecuencia de contar con cirujanos de excelente capacitación, nuevas técnicas quirúrgicas, modernos equipos y mejoramiento de los sistemas de evacuación.

7. El estado de shock es un círculo vicioso que tiende a la autoperpetuación pero que suele responder a una terapéutica adecuada y oportuna. La hipovolemia es su componente principal y debe revertirse perentoriamente a través de maniobras e infusiones (sangre, plasma, albúmina, expansores plasmáticos, soluciones electrolíticas, etc.). El shock séptico, si se presenta, reviste inusitada gravedad y merece una intensiva terapéutica de reposición completada con el uso de antibioticoterapia selectiva y operaciones dirigidas al foco causal.

8. El tétanos puede originarse en los heri-

dos por proyectiles de armas de fuego (fundamentalmente de alta velocidad) porque crean el *habitat* favorable para la pululación del germen responsable. Por tal razón se efectuará el tratamiento preventivo mediante inmunización (activa y pasiva), tratamiento quirúrgico adecuado y oportuno de las heridas y administración de penicilina. Cuando el tétanos se declara, deben intensificarse la inmunización pasiva mediante antitoxina humana o gamma-globulina antitetánica hiperinmune y la administración de penicilina. La extirpación quirúrgica de focos de infección mediante cirugía temprana y radical puede rendir sus beneficios.

9. La gangrena gaseosa es un perpetuo enemigo al acecho. Las bacterias responsables aprovechan la anaerobiosis de las heridas anfractuosas. Por tal razón es absolutamente indispensable tratar de impedir su aparición mediante el cumplimiento de las indicaciones quirúrgicas referidas para el tétanos. Deberán descubrirse clínicamente los anuncios de su presentación (tensión de la herida, dolor intenso y progresivo, edema local con o sin crepitación gaseosa, olor a putrefacción, hipotermia, taquicardia, rápida repercusión del estado general, etc.). La cirugía temprana y radical asociada a penicilinoterapia y cámara hiperbárica son medidas indispensables cuando se ha desarrollado la gangrena gaseosa o mionecrosis.

10. Considero que todas las heridas de bala son quirúrgicas. Las heridas producidas por proyectiles de alta velocidad con o sin lesiones óseas concomitantes, al provocar una importante cavidad temporal y lesiones más allá del impacto deberán tratarse del mismo modo que las heridas graves de los miembros con gran daño tisular (gran operación - amplia apertura del foco, importante debridamiento y resección de tejido necrótico, desvitalizado y contundido).

Las heridas originadas por proyectiles de baja velocidad con o sin lesión ósea deben ser tratadas mediante la pequeña operación, ya que éstos, al no estar dotados de gran energía cinética, no provocan importantes lesiones (pequeñas lesiones en partes blandas, escasa cavitación y lesiones óseas y vasculonerviosas por impacto directo).

11. De ser posible es preferible inmovilizar a las fracturas con fijadores externos. Nunca efectúo osteosíntesis primaria.

12. Coincido con el concepto de que actualmente el proyectil es no estéril, ya que arrastra en su trayectoria partículas ambientales, restos de ropa y cuerpos extraños; elementos encontrados reiteradamente en las heridas operadas. Por lo antedicho se debe abandonar el concepto de que una bala por el solo hecho de ser disparada no es contaminante.

13. Si el proyectil seccionó un elemento nervioso, soy partidario de efectuar la neurografía en forma diferida, ya que el objetivo de la operación en estos pacientes es: 1) salvar la vida; 2) salvar el miembro, y 3) salvar la función.

14. Cuando el proyectil se visualiza en el campo quirúrgico procedo a su extracción. Caso contrario, lo hago en forma diferida, bajo control de intensificador de imágenes, siempre y cuando ocasione sintomatología. Se exceptúan aquellas balas emplazadas en sitios de difícil acceso en donde el intento de extracción podría comprometer la vida del enfermo o la función. Extraigo sistemáticamente los proyectiles alojados en cercanías de estructuras nobles, fundamentalmente los vasos, por el peligro de los proyectiles errantes y los incluidos en los huesos aunque no ocasionen sintomatología. Si hay múltiples esquirlas metálicas, procedentes de la fragmentación del proyectil, sólo extraigo las que se encuentren en el campo operatorio, despreocupándome del resto. Cuando la bala está alojada inmediatamente debajo de la piel la extraigo (en agudo) bajo anestesia local.

Sistemáticamente efectúo la extracción de los proyectiles intraarticulares. El fundamento de tal conducta se basa en la disfunción mecánica, la sinovitis o artritis metalósica y la presunta intoxicación plúmbica. Este último hecho se debe a que el líquido sinovial puede llegar a disolver el plomo.

15. Procedo a realizar el cierre primario de la piel cuando: a) el debridamiento de la herida fue prolijo y total; b) el tiempo transcurrido desde la lesión a la intervención fue menor de 6 a 8 horas; c) la piel no quedó a tensión, y d) cuando la piel es de buena calidad. Cuando uno de estos requisitos no se cumple, dejo abierta la herida y luego efectúo la sutura diferida o injertos cutáneos (libres o pediculados).

Creo que es necesario remarcar que sólo la experiencia y criterio del cirujano determinarán la oportunidad del cierre cutáneo. Ante la menor duda es mejor dejarla abierta.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Achával A: Manual de Medicina Legal. Práctica Forense. Buenos Aires, Abeledo-Perrot, 1978; 70.
2. Achával A: Manual de Medicina Legal. Práctica Forense. Buenos Aires, Abeledo-Perrot, 1978; 72.
3. Achával A: Manual de Medicina Legal. Práctica Forense. Buenos Aires, Abeledo-Perrot, 1978; 73.
4. Achával A: Manual de Medicina Legal. Práctica Forense. Buenos Aires, Abeledo-Perrot, 1978; 79.
5. Achával A: Manual de Medicina Legal. Práctica Forense. Buenos Aires, Abeledo-Perrot, 1978; 83.
6. Adegboyega PA, Sustento-Reodica N, Adesokan A: Arterial bullet embolism resulting in delayed vascular insufficiency: a rationale for mandatory extraction. *J Trauma* 1966; 41 (3): 539.
7. Altmeier WA, Hammel RP: Treatment of tetanus. *Surgery* 1966; 60: 495.
8. Anderson WAD et al: Patología. Buenos Aires, Interamericana, 1968; 1: 291.
9. Anderson WAD et al: Patología. Buenos Aires, Interamericana, 1968; 1: 293.
10. Arias S: La munición. *Revista del Suboficial. Ejército Argentino* 1988; LXVI, 588: 43.
11. Arina O, Arregui A, Nally T et al: Heridas por armas de fuego. *XIV CAOT* 1977; 2: 145.
12. Ashby ME: Low-velocity gunshot wounds involving the knee joint: surgical management. *J Bone Jt Surg* 1974; 56-A (5): 1047.
13. Avci SB, Acikgoz B, Gundogdu S: Delayed neurological symptoms from the spontaneous migration of a bullet in the lumbosacral spinal canal. Case report. *Paraplegia* 1995; 33 (9): 541.
14. Barreras A, Castellanos I: Heridas por proyectil de armas de fuego portátiles. *Rev Técn Polic Penitenc* 1936; 278.
15. Battani D, Canale C, Rodríguez W et al: *Revista de la Sanidad Policial* 1994; 1 (2): 16.
16. Beeson PB, Me Dermott W et al: *Tratado de Medicina Interna. España, Interamericana, 1978; 1:408.*
17. Beeson PB, Me Dermott W et al: *Tratado de Medicina Interna. España, Interamericana, 1978; 1:411.*
18. Belluschi G, Blanco G, García Brunelli R et al: Fracturas en los dedos de la mano por proyectiles de arma de fuego. Su tratamiento con minifijadores externos. *XXXIII CAOT, 1996; 106.*
19. Ben-Menachem Y: Transvenous approach to salvage incomplete arterial embolization of compound traumatic arteriovenous fistulae. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1995; 18 (6): 391.
20. Bender JS, Hoekstra SM, Levison MA: Improving outcome from extremity shotgun injury. *Am Surg* 1993; 59 (6): 359.
21. Berg EE, Ciullo JV: Arthroscopic debridement after intraarticular low-velocity gunshot wounds. *Arthroscopy* 1993; 9 (5): 576.
22. Bermúdez O: Cuadros Agudos del Tórax. Montevideo, Científica, 1960.
23. Bertini JE Jr, Boileau MA, Fischer RP: Buchshot colic. *Urology* 1984; 13:167.
24. Bitti RF: Algunas armas de asalto. *Revista Infantería. Ejército Argentino* 1981; 2 (2): 34.
25. Bjornboe M, Ibsen B, Johnson S: Et tifael de AF tetanus behanbdlet med curarisering, tracheotomi of overtryksventilation med kvaelstofforílte og ilt. *Vgeskr Laeger* 1953; 115: 1535.
26. Blanco RG, Núñez A, Slullitel M: Heridas de arma de fuego en el área maxilofacial. *XIV CAOT* 1977; 2: 19.
27. Boletín Oficial: Armas de guerra a los efectos de la ley 13.945. Buenos Aires, La Prensa, 5 de abril de 1960.
28. Bongard F, Johs SM, Leighton TA et al: Peripheral arterial shotgun missile emboli: diagnostic and therapeutic. *J Trauma* 1991; 31 (10): 1426.
29. Bonnet EFP: Medicina Legal. Buenos Aires, López, 1967; 135.
30. Bonnet EFP: Medicina Legal. Buenos Aires, López, 1980; 54.
31. Bonnet EFP: Medicina Legal. Buenos Aires, López, 1980; 62.
32. Boucree JB Jr, Gabriel RA, Lezine-Hanna JT: Gunshot wounds to the foot. *Orthop Clin North Am* 1995; 26 (1): 191.
33. Braceras Haedo SA, Coto C: El Heckler y Kock HK91.A3. *Revista Armas* 1986; 55: 65.
34. Brummelkamp WJ, Hogend KJ, Boerema I: Treatment of anaerobic infections (clostridial myositis) by drenching the tissues with oxygen under high pressure. *Surgery* 1961; 49: 229.
35. Buchman MT, Weis EB: Tetanus complicating an open trimalleolar fracture. A case report. *J Bone Jt Surg* 1984; 66-A (1): 139.
36. Bugnon JM, Baldovino R, Serenelli R: Fracturas complicadas por proyectiles de armas de fuego. *XIV CAOT* 1977; 2: 131.
37. Bustos R, Capolupo MA, Deseta A et al: Lesiones por armas de fuego. *XIV CAOT* 1977; 2: 119.
38. Carey W, Roy S, Bryan W et al: Lead intoxication and traumatic arthritis of the hip secondary to retained bullet fragments. *J Bone Jt Surg* 1978; 60-A (2): 254.
39. Carr CR, Stevenson CA: The treatment of missile wounds of the extremities. In *Instructional Course Lectures. The American Academy of Orthopaedic Surgeons. Ann Arbor, JW Edwards, 1954; 2:189.*
40. Casteulani AC, Gómez J, Carnitzki T et al: Nuestra experiencia en fracturas expuestas por heridas de armas de fuego. *Rev AAOT* 1991; 56 (3): 364.
41. Ceballos EM: Fracturas expuestas por heridas de guerra en las Islas Malvinas (Correlato Oficial). *XXI CAOT* 1984; 30.
42. Ceballos EM, Buroni JR: Conflicto Malvinas. Experiencias argentinas en Sanidad Militar. *Rev San Mil Arg* 1986; 1: 22.
43. Ceballos EM, Buroni JR: La Medicina en la Guerra de Malvinas. Buenos Aires, Artes Gráficas, 1992.
44. Ceballos EM, Buroni JR, Barrera Oro AD: Patología quirúrgica de los miembros por acción de la guerra. Experiencia Malvinas. *Rev AAOT* 1987; 52 (3): 269.
45. Cirugía de emergencia en la guerra (Manual de la OTAN). Washington DC, United States Government Printing Office, 1967; 13.
46. Clement G, García E, Schiantarelli J et al: Heridas en la mano por proyectiles de arma de fuego de baja velocidad. *XXX CAOT y XV Jorn Rioplat Ortop y Traumatol*, 1993.
47. Cogbill TH, Sullivan HG: Carotid artery pseudoaneurysm and pellet embolism to the middle cerebral artery following a shotgun wound of the neck. *J Trauma* 1995; 39 (4): 763.
48. Cole L: The prognosis of tetanus. *Lancet* 1940; 1:164.
49. Coupland RM: War wounds of bones and external fixation. *Injury* 1994; 25 (4): 211.
50. Cueli LF: Heridas múltiples originadas por un disparo de revólver. *Arch Med Legal* 1931; 264.
51. Chapman AJ, McClain J: Wondering missiles: autopsy study. *J Trauma* 1984; 24: 634.
52. Dal Lago H, Mur JR, Ramallo HJ et al: Algunas consideraciones sobre traumatismo de pie por arma de fuego y explosivos. *XIV CAOT* 1977; 2: 137.
53. Dal Lago H, Mur JR, Ramallo HJ et al: Algunos aspectos anatomoclínicos de las lesiones producidas por proyectiles de alta velocidad. *XIV CAOT* 1977; 2: 133.
54. Dal Lago H, Mur JR, Ramallo HJ et al: Traumatismos

- de la pierna por armas de fuego y explosivos (sus generalidades). XIV CAOT 1977; 2:141.
55. Defilippi Novoa ECA: Heridas graves de la mano por arma de fuego y explosivos. VII CAOT 1969; 2: 511.
  56. Defilippi Novoa ECA, Pages PR: Algunos aspectos en las fracturas expuestas por heridas de bala. VIII CAOT 1971; 2: 232.
  57. Defilippi Novoa ECA, Pages PR, Capelli E: Fracturas expuestas por herida de bala. Actas 2<sup>a</sup> Reunión Conjunta SAOT y Soc Parag Ortop y Traum, 1970; 215.
  58. Defilippi Novoa ECA, Pages PR, Capelli LE et al: Fracturas de antebrazo y carpo por heridas de bala. VI Jorn Rioplat Ortop y Traumatol, 1971.
  59. Deggiannis E, Levy RD, Sofianos C et al: Arterial gunshot injuries of the extremities: a South African experience. } Traum 1995; 39 (3): 570.
  60. Deith EA, Grimes WR: Experience with 112 shotgun wounds of the extremities. J Traum 1984; 24: 600.
  61. del Sel JM: Fracturas abiertas por heridas de bala. Bol y Trab SAOT 1957; 22: 251.
  62. Demuth WE: The mechanism of shotgun wounds. J Traum 1971; 11: 219.
  63. Demuth WE, Smith JM: High velocity bullet wounds of muscle and bone: the basis of rational early treatment. J Traum 1966; 6: 744.
  64. Desani BM, Kawanishi H: The gastrointestinal manifestations of gunshot induced lead poisoning. J Clin Gastroenterol 1994; 19 (4): 296.
  65. Diccionario Enciclopédico Ilustrado Gran Omega. Bibliográfica Omega, 1966; 2.
  66. Diccionario Enciclopédico Ilustrado Gran Omega. Bibliográfica Omega 1966; 5.
  67. Diccionario Enciclopédico Ilustrado Gran Omega. Bibliográfica Omega, 1966; 9.
  68. Diccionario Enciclopédico Ilustrado Gran Omega. Bibliográfica Omega, 1966; 10.
  69. Dimaio VJ, Dimaio DJ: Bullet embolism: six cases and review of the literature. J Forens Sci 1972; 17: 394.
  70. Divito J, Eraso P, Niemetz M et al: Heridas en mano por arma de fuego. XIII CAOT, 1986; 132.
  71. Donadío E: Fracturas expuestas. Tratamiento con tutores externos. Rev AAOT 1992; 57 (4): 347.
  72. Dubravko H, Zarko R, Tomislav T et al: External fixation in war trauma, management of the extremities. Experience form the war in Croatia. J Traum 1994; 35 (5): 831.
  73. Dwornik JJ, O'Neal ML, Ganey TM et al: Metallic dissolution of a civil war bullet embedded in a sternum. Am J Forensic Med Pathol 1996; 17 (20): 130.
  74. Early JL: Urethral ballistics. The Veterinary Record 1984; 412.
  75. Elstronn JA, Pankovich A, Egwele R: Extraarticular low-velocity gunshot fractures of the radius and ulna. J Bone Jt Surg 1978; 60-A: 335.
  76. Fackler ML: Wounding patterns of military rifle bullets. Internal Defense Review 1989; 59.
  77. Fackler ML, Bellamy RF, Malinowski JA: Reconsideration of the wounding mechanism of very high velocity projectiles. Importance of projectile shape. J Traum 1988; 28 (1): 63.
  78. Fernández G: Naturaleza y mecanismo de las heridas de bala. Rev Armas y Tiro 1974; 56.
  79. Flint LM, Cryer HM, Oward DA et al: Approaches to the management of shotgun injuries. J Traum 1984; 24: 415.
  80. Gandhi SK, Marts BC, Mistry BM et al: Selective management of embolized intracardiac missiles. Ann Thorac Surg 1996; 62 (1): 290.
  81. Garzón A, Gleidman ML: Peripheral embolization of bullet following perforation of the thoracic aorta. Am surg 1964; 160: 901.
  82. Giglio HE: Fracturas expuestas. Estudio clínico. VIII CAOT 1971; 1: 107.
  83. Goldin MD, Economou GS: Study gun injuries. J Traum 1965; 5: 670.
  84. Goldner JL, Hardaker WT Jr, Mabrey JD: Open fractures of the extremities. The case for open treatment. Postgrad Med 1985; 78 (5): 199.
  85. Goller W, Castiglioni J: Heridas arteriales de los miembros producidas por proyectiles de armas de fuego. Rev del SSFFAA, Montevideo (ROU) 1973; 1 (1):3.
  86. Grogan DP, Buchholz RW: Acute lead intoxication from a bullet in an intervertebral disc space. J Bone Jt Surg 1981; 63-A (7): 1180.
  87. Guntheroth WG, Abel FL, Mullins LG: Effect of Trendelenburg is position on blood pressure and carotid flow. Surg Gynecol Obstet 1964; 119: 345.
  88. Gustilo RB, Anderson JT: Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty five open fractures of long bones. J Bone Jt Surg 1976; 58-A: 43.
  89. Gutman H, Rothenberg M, Johanson KE: Ureteral obstruction by shotgun pellet seven years after injury. Urology 1984; 13:170.
  90. Gye R, Rountree PM, Loewenthal J: Infection of surgical wounds with clostridium welchii. Australia 1961; 48: 761.
  91. Haddad JH, Margaretaz IC, Abeijón AN et al: Evolución particular de las heridas de bala en el pie. XII CAOT 1975; 3: 686.
  92. Hampton OP Jr: The indications for debridement of gunshot (bullet) wounds of the extremities in civilian practice. J Traum 1961; 1: 368.
  93. Hanimec P, Houstaval L, Klener J: Shougun pellet embolus of the middle cerebral artery treated by emergency embolectomy. Br J Neurosurg 1996; 10 (3): 311.
  94. Harto-Garofalides G, Rigopoulos CH, Papavassiliou N: Traumatismes par fusil de chasse. Rev Chir Orthop 1968; 54 (1): 61.
  95. Hayasaka H, Howard JM: Septic Shock. Springfield, Illinois, Charles C Thomas Publisher, 1964.
  96. Henderson DW, Garer PA: Treatment of certain experimental anaerobic infections with sulphapyridine and with immunesera and the problem of synergistic action. J Hyg 1940; 40: 345.
  97. Hennessy MJ, Ballon-Landa GR, Jones JW et al: Aeromona hydrophila gas gangrene: a case report of management with surgery and hyperbaric oxygenation. Orthopedics 1988; 11 (2): 289.
  98. Hennessy MJ, Banks HH, Quigley TB: Extremity gunshot wounds and gunshot fractures in civilian practice. Clin Orthop 1976; 114: 296.
  99. Hewitt RL, Sanders PN: Acute ureteral obstruction from a gunshot: report of an unusual case. Ann Surg 1965; 162: 261.
  100. Hinkle J, Betz S: Gunshot injuries. AACN Clin Issues 1995; 6 (2): 175.
  101. Holt GR, Kostohrzy G Jr: Wound ballistics of gunshot injuries to the head and neck. Arch Otolaryngol 1983; 109: 313.
  102. Horgan FG, Marincioni EN, Alvarez RA et al: Traumatismos toracoabdominales por armas de guerra: generalidades. Pren Méd Argent 1979; 66:646.
  103. Howland WS Jr, Ritchey SJ: Gunshot fractures in civilian practice. J Bone Jt Surg 1971; 53-A (1): 47.
  104. Hull JB: Management of gunshot fractures of the extremities. J Traum 1996; 40 (3): 193.
  105. Igarzábal JE: Tratado de Patología Quirúrgica. Buenos Aires, Vázquez, 1946; 1: 357.
  106. Iskecelli OK: Bullet embolus of left femoral artery: report of a case which occurred after adominal gunshot wound. Arch Surg 1962; 85: 184.
  107. Janzen DL, Tirman PF, Rabassa AE et al: Lead

- "bursogram" and focal synovitis secondary to a retained intraarticular bullet fragment. *Skeletal Radiol* 1995; 24 (2): 142.
108. Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA: Manual de Microbiología Médica. México, El Manual Moderno, 1975; 152.
  109. Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA: Manual de Microbiología Médica. México, El Manual Moderno, 1975; 222.
  110. Jones AM, Graham NJ, Looney JR: Arterial embolism of a high velocity bullet after a hunting accident. A case report and literature review. *Am J Forens Med Pathol* 1982; 4:259.
  111. Jorgenson DS, Antoine GA: Advances in treatment of lower extremity wounds applied to military casualties. *Ann Plast Surg* 1995; 34 (3): 298.
  112. Kahn MC: Anaerobic spore-bearing bacteria of the human intestinal in health and in certain diseases. *J Infect Dis* 1924; 35: 423.
  113. Kapp JP, Gielchinsky I, Jelsma R: Metallic fragment embolization to the cerebral circulation. *J Traum* 1973; 13: 256.
  114. Karim NO, Nabors MW, Golocovsky M et al: Spontaneous migration of a bullet in the spinal subarachnoid space causing delayed radicular symptoms. *Neurosurgery* 1986; 18 (1): 97.
  115. Keely JL: A bullet embolus to the left femoral artery following a thoracic gunshot wound: probable entrance through thoracic aorta: case report and resume of peripheral arterial bullet emboli. *J Thorac Surg* 1951; 21: 608.
  116. Knudsen PJ, Vignsnaes JS, Rasmussen R et al: Terminal ballistics of 7.62 mm Nato bullets: experiments in ordnance gelatin. *Int J Legal Med* 1995; 108 (2): 62.
  117. Kotelchuk P: Pistolas ametralladoras argentinas. *Rev Armas y Geoestrategia* 1983; 2 (6): 3.
  118. Krause A, Freeman R, Sisson PR et al: Infection with bacillus cereus after close-range gunshot injuries. *J Traum* 1996; 41 (3): 546.
  119. Kunitz MY: Isolation of a crystalline protein compound of trypsin and soybean trypsin inhibitor. *J Gen Pjps* 1947; 30: 311.
  120. Kurger GO: Textbook of Oral Surgery. Mosby, 1964.
  121. Lafrenz EJ: Nuestra experiencia en fracturas expuestas por herida de arma de fuego (comentador). *Rev AAOT* 1991; 56 (3): 369.
  122. Lafrenz EJ: Lesiones graves de la mano por armas de fuego y explosivos (comentador). *Rev AAOT* 1992; 57 (4): 361.
  123. Lafrenz EJ: Fracturas expuestas por armas de fuego. *XXICAOT* 1984; 1: 35.
  124. Lafrenz EJ: Manejo de los traumatismos graves de los miembros (Relato Oficial). *XXXICAOT* 1994; 7.
  125. Lafrenz EJ, Donadío A, Schiantarelli J et al: Aplicaciones de los fijadores externos en la mano. Fundamentos. Técnica de aplicación. Casuística (Primera Parte). *Rev AAOT* 1993; 58 (3): 334.
  126. Langley FH, Winkelstein LB: Gas gangrene, a study of 96 cases treated an evacuation hospital. *JAMA* 1945; 128: 783.
  127. Latosiewicz R, Murawski J, Skowronski J: Bilateral knee gunshot wounds successfully treated with arthroscopic bullet retrieval: a case report. *Arthroscopy* 1995; 11 (1): 104.
  128. Ledgerwood AM: The wandering bullet. *Surg Clin North Am* 1977; 57: 97.
  129. Leonard MH: The solution of lead by synovial fluid. *Clin Orthop* 1969; 64: 255.
  130. Libonatti EJ, Tchoulamjam A: Manual de Enfermedades Infecciosas. Clínica y Epidemiología. Buenos Aires, López, 1978; 131.
  131. Libonatti EJ, Tchoulamjam A: Manual de Enfermedades Infecciosas. Clínica y Epidemiología. Buenos Aires, López, 1978; 140.
  132. Lindsey D, Wise HM, Knecht AT et al: Influence of route of administration on effectiveness of clostridial antitoxin. *Arch Surg* 1959; 78: 328.
  133. Loe A, Battani D, Gánale C et al: Heridas por arma de fuego en la Policía Federal Argentina: complicaciones, lesiones asociadas y su tratamiento por guardia. *XXX CAOT y XV Jorn Rioplat Ortop Traumat*, 1993.
  134. Luce EA, Griffen WO: Shotgun injuries of the upper extremities. *J Traum* 1978; 18 (7): 487.
  135. Mackay Z, Shugufta Q, Din M et al: Hemodilution in complicated high velocity vascular injuries of limbs. *J Cardiovasc Surg* 1996; 37 (3): 217.
  136. MacLennan JD: Anaerobic infection of war wounds in the middle east. *Lancet* 1943; 2: 63-94-123.
  137. MacLennan JD, MacFarlane RG: Toxin and antitoxin studies of gas gangrene in man. *Lancet* 1945; 2: 301.
  138. MacNeal WJ, Latzer LL, Kerr JE: The fecal bacteria of healthy men. Quantitative culture experiments. *J Infect Dis* 1990; 6: 571.
  139. MacRae J: Tetanus. *Br Med J* 1973; 1: 730.
  140. Magos L: Lead poisoning from retained lead projectiles. A critical review of case reports. *Hum Exp Toxicol* 1994; 13 (11): 735.
  141. Maistegui NA, Blair WF, Shuck JM et al: Low velocity gunshot wounds to the extremities. *J Traum* 1980; 20: 1061.
  143. Marine RE, Mur JR, Girardi CA et al: Heridas por proyectiles de armas de fuego portátiles. *Fren Méd Argent* 1978; 65: 647.
  144. McClellan RE: Unusual case report: "buckshot colic". *Univ Mich Med Bull* 1955; 21: 107.
  145. McCormick GM, Young DB, Stewart JC: Wounding effects of the Winchester block talon bullet. *Am J Forensic Med Pathol* 1996; 17 (2): 124.
  146. Mechelany E, Karrat K: Apport du fixateur externe dans le traitement des traumatismes graves des membres par projectices de guerre. *Rev Chir Orthop* 1978; 2: 64.
  147. Meirowsky A: Neurological surgery of trauma. Washington DC, Office of the Surgeon General. Dep of Army, 1965; 103.
  148. Metchnikoff E: Etudes sur la flore intestinales. *Ann Inst Pasteur* 190; 22: 929.
  149. Miró Llort J, Hernández Suárez RM, Melgar CR: Cirugía de los pseudoaneurismas y fístulas arteriovenosas postraumáticas (20 casos). *Am J Surg* 1963; 106: 610.
  150. Miyaiishi S, Moriya F, Yamamoto Y et al: Massive pulmonary embolization with cerebral tissue due to gunshot wound to the head. *Brain Inj* 1994; 8 (6): 559.
  151. Montealegre A, Grossman HB: Acute ureteral obstruction from buckshot. *Urology* 1980; 15: 159.
  152. Morgan TH, Chiu SH: Gas gangrene of the extremities. *MD State Med J* 1973; 22: 52.
  153. Nagler FP: Treatment of experimental gas gangrene due to clostridium welchii with penicillin and antitoxin. *Brit J Exper Path* 1945; 26: 57.
  154. Nagy KK, Massad M, Fildes J et al: Missile embolization revisited: a rationale for selective management. *Ann Surg* 1994; 60 (12): 975.
  155. Newton A, Strawitz JG, Lindberg RB et al: Sensitivities of ten species of clostridia to penicillin, aureomycin, terramycin and chloramphenicol. *Surgery* 1955; 37: 392.
  156. Nikolavic D, Vulovic R: Arthroscopy of the knee in war injuries. *Injury* 1996; 27 (3): 175.
  157. Norman J, Gahtan V, Franz M et al: Occult vascular injuries following gunshot wounds resulting in long bone fractures of the extremities. *Am Surg* 1995; 61

- (2): 146.
158. O'Neil PJ, Feldman DR, Vujic I et al: Trans-jugular extraction of bullet embolus to the heart. *Mil Med* 1996; 161 (3): 360.
  159. Oakley CL: Gas gangrene. *Brit Med Bull* 1954; 10:52.
  160. Oakley CL, Warrack GH: Routine typing of clostridium welchii. *J Hyg* 1953; 51: 102.
  161. Oktem IS, Selcuklu A, Kurtsoy A et al: Migration of bullet in the spinal canal: a case report. *Surg Neurol* 1995; 44 (6): 548.
  162. Ordog GJ, Wasserberger J, Balasubramaniam S: Shotgun wound ballistics. *J Traum* 1988; 28 (5): 624.
  163. Oribe JA: Cirugía maxilofacial. Buenos Aires, López Libreros Editores, 1978.
  164. Oribe JM, Vidal HJ: Lesiones arteriales agudas en el medio militar. *Rev San Mil Arg* 1959; LVIII (2): 116.
  165. Owen-Smith MS: High velocity missile wounds. London, Edward Arnold, 1981.
  166. Pages PR: Lesiones neurológicas del miembro superior por heridas de armas de fuego. IX CAOT 1972; 1: 351.
  167. Pages PR: Lesiones neurológicas por heridas de armas de fuego. XIV CAOT 1977; 2: 95.
  168. Pages PR, Díaz J: Fracturas expuestas de la pierna por herida de bala. IX Congr Latinoam Ortop y Traumatol 1974; 3: 507.
  169. Paradies LH, Gregory CF: The early treatment of close-range shotgun wounds to the extremities. *J Bone Jt Surg* 1966; 48-A (3): 425.
  170. Patel KR, Cortés LE, Semel L et al: Bullet embolism. *J Cardiovasc Surg* 1989; 30 (4): 584.
  171. Pateta RE, Míguez E, Giúdice L: Infecciones en las heridas por armas de fuego en la vida civil. XIV CAOT 1977; 2: 117.
  172. Patten EL, Morales HE: Bullet emboli to the pulmonary artery: a rare occurrence. *J Traum* 1982; 22: 801.
  173. Peh WC, Reinus WR: Lead arthropathy: a cause of delayed onset lead poisoning. *Skeletal Radiol* 1995; 24 (5): 357.
  174. Phillips P, Hansraj KK, Cox EE et al: Gunshot wounds to the hand. The Martin Luther King JR, General Hospital Experience. *Orthop Clin North Am* 1995; 26 (1): 95.
  175. Piatigorsky HE: Tratamiento de las fracturas expuestas (Relato Oficial). XXI CAOT 1984; 9.
  176. Piulachs P: Lecciones de Patología Quirúrgica. Barcelona, Filograf, 1952; 2:120.
  177. Poate WJ, Macafee AL: Gas gangrene following electrical burns. *Brit J Plast Surg* 1962; 15:17.
  178. Porcelli E, Sanguinetti CM: Fracturas abiertas por heridas de bala. *Bol y Trab SAOT* 1957; 8: 239.
  179. Prean G, Aragón GE: Arterial embolism from a bullet: a case report. *Am Surg* 1976; 42: 863.
  180. Radonic V, Baric D, Petricevic A et al: War injuries of the crural arteries. *Br J Surg* 1995; 82 (6): 777.
  181. Raffoo OH: La muerte súbita. Buenos Aires, Edit Universitaria, 1987; 51.
  182. Raju S: Shotgun arterial injuries in the extremities. *Am J Surg* 1979; 138: 421.
  183. Ramez S, Strecker W, Suger G et al: Primary treatment of gunshot and explosion injuries of the extremities with the Ilizarov ring fixator. *Unfallchirurg* 1993; 96 (8): 438.
  184. Ramos Vértiz JR: Ortopedia y Traumatología (lo conceptual y urgente). Buenos Aires, Reygadas Thompson, 1981; 34.
  185. Ramos Vértiz JR, Ceballos EM, Ramos Vértiz AJ: Nociones Básicas de Traumatología. Buenos Aires, Ergón, 1984; 1: 367.
  186. Rautio J, Paavolainen P: Delayed treatment of complicated fractures in war wounded. *Injury* 1987; 18 (4): 238.
  187. Rautio J, Paavolainen P: Afghan war wounded: experience with 200 cases. *J Traum* 1988; 28 (4): 523.
  188. Rebechini A, Sánchez H: Fracturas expuestas por bala IX Congr Latinoam Ortop y Traumatol 1974; 2: 551.
  189. Reglamento RE-29-51 (tiro para artillería de campaña). Ejército Argentino. Público Militar. Balística Elemental, 1981; Cap 2, Sec 2,13.
  190. Reines HD, Dill L, Saa D et al: Neurogenic pulmonary edema and missile emboli. *J Traum* 1980; 20: 698.
  191. Revista Armamento y Poder Militar. Las Grandes Innovaciones. Madrid, Sarpe, 1983; 1:14.
  192. Fusil de Asalto República Argentina. Revista del Suboficial 1985; LXVI 588: 73.
  193. Rich NM: Missile injuries. *Am J Surg* 1980; 139 (3): 414.
  194. Rich M, Collins GJ, Anderson CA et al: Missile emboli. *J Traum* 1978; 18: 236.
  195. Rikfind D: Diagnóstico y tratamiento de la gangrena gaseosa. Clínicas Quirúrgicas de Norteamérica (Tratamiento de los Traumatismos). México, Interamericana, 1963; 511.
  196. Rivarola CH, Lamoratta H: Fístulas arteriovenosas traumáticas. *Rev San Mil Arg* 1982; 1: 64.
  197. Robbs JV, Carrim AA, Kadwa AM et al: Traumatic arteriovenous fistula: experience with 202 patients. *Br J Surg* 1994; 81 (9): 1296.
  198. Roca CA: Fisiopatología de las fracturas expuestas. VIII CAOT, 1971; 1:87.
  199. Rosemberg J, Medolla J, Fernández Candía J et al: Fracturas de antebrazo por arma de fuego. XVIII CAOT, 1981; 422.
  200. Rothschild MA, Liesenfeld O: Is the exploding powder gas of the propellant from blank cartridges sterile? *Forensic Sci Int* 1996; 83 (1): 1.
  201. Rowley DI: The management of war wounds involving bone. *J Bone Jt Surg* 1996; 78-B (5): 706.
  202. Saliva J, Cigorruga JR, Catri M et al: Fístulas arteriovenosas traumáticas. *Semana Médica* 1970; 137: 1624.
  203. Scardovi S: Biomecánica y fisiopatología de los proyectiles sobre estructuras craneomaxilofaciales. *Rev Dir Nal Sanid FFAA (Montevideo, ROU)* 1993; 16(1): 3.
  204. Scepanovic D, Albricht M, Erdeljan D et al: Evaluation of the new type of military bullet and rifling. *J Traum* 1988; 28 (1): 68.
  205. Schiantarelli J: Lesiones graves de la mano por armas de fuego y explosivos. *Rev AAOT* 1992; 57 (4): 353.
  206. Shannon JJ Jr, Yo NM, Stanton PE Jr et al: Peripheral arterial missile embolization: a case report and 22 year literature review. *J Vase Surg* 1987; 5 (5): 773.
  207. Shem RJ: Bleeding as a source of lead particulates in clothing. *Am J Forensic Med Pathol* 1995; 16 (2): 127.
  208. Shepard GH: High energy, low velocity close range shotgun wounds. *J Traum* 1980; 20: 1065.
  209. Sherman RT, Parrish RA: The management of shotgun injuries. A review of 152 cases. *J Traum* 1963; 3: 76.
  210. Shevchenko YL, Yeryukhin IA: Modern gunshot wounds: injuring factors and treatment principles. *International Review of the Armed Forces Medical Service* 1995; LXVIII: 48.
  211. Shoemaker WC, Thompson WL, Holbrook PR: Tratado de Medicina Crítica y Terapia Intensiva. Buenos Aires, Panamericana, 1985; 1111.



212. Silva C, Venturino W: Shock y otras formas de insuficiencia circulatoria aguda. Montevideo, Oficina del Libro, 1968; 104.
213. Sim FH: Infecciones anaerobias. Clínicas Quirúrgicas de Norteamérica (Infecciones). México, Interamericana, 1975; 137.
214. Smith L: Clostridia in gas gangrene. *Bact Rev* 1949; 13: 233.
215. Stein M, Mirvis SE, Wiles CE: Delayed embolization of a shotgun pellet from the chest to the middle cerebral artery. *J Traum* 1995; 39 (5): 1006.
216. Stewart MP, Kinninmonth A: Shotgun wounds of the limbs. *Injury* 1993; 24 (10): 667.
217. Stutzman RE: Ballistics and the management of ureteral injuries from high velocity missiles. *J Urol* 1977; 118: 947.
218. Switz DM, Elmorshidy ME, Deyerle WM: Bullets joints and lead intoxication. A remarkable and instructive case. *Arch Intern Med* 1976; 136: 939.
219. Symbas PM, Harlaftis N: Bullet emboli in the pulmonary and systemic arteries. *Am Surg* 1977; 185: 318.
220. Taboada J: El fusil de asalto argentino. *Rev Infancia* 1983; IV (6): 122.
221. Tanguy A, Chabannes J, Deubelle A et al: Intraspinal migration of a bullet with subsequent meningitis. *J Bone Jt Surg* 1982; 64-A: 1244.
222. Taylor WJ, Novak MV: Prophylaxis of experimental gas gangrene in mice. *J Bact* 1951; 61: 571.
223. Taylor WJ, Weil MH: Failure of the Trendelenburg position to improve circulation during clinical shock. *Surg Gynecol Obstet* 1967; 124: 1005.
224. Tchoulamjan A: Gangrenas infecciosas. *Bol y Trab SAOT* 1974; 1:305.
225. Thomas MA, Ramallo HJ: Traumatismos de la mano por armas de fuego y explosivos (sus generalidades). *XIV CAOT* 1977; 2: 149.
226. Thoresby FP, Darlow HM: The mechanisms of primary infection of bullet wounds. *Br J Surg* 1967; 54: 359.
227. Topley WW, Wilson GS: Principles of Bacteriology and Immunity. New York, William Wood Co, 1929; 536.
228. Torres RH, Longo CA, Autorino CM et al: Urgencias en la guerra (con referencia al pie de trinchera y lesiones abdominales por armas de fuego). Premio de la Sociedad Argentina de Medicina y Cirugía de Urgencia, 1982.
229. Torsby FP: The mechanism of primary infection of bullet wounds. *Br J Surg* 1967; 54: 359.
230. Trimble C: Arterial bullet embolism following thoracic gunshot wounds. *Am Surg* 1968; 168: 911.
231. Trippel OH, Ruggie AN, Staley CJ et al: Hyperbaric oxygenation in the management of gas gangrene. *Surg Clin North Am* 1967; 47: 17.
232. Turner GC, Wong MM: Intestinal excretion of heat-resistant clostridium welchii in Hong Kong. *J Path & Bact* 1961; 82: 529.
233. Urettos BC, Rochkind S, Boome RS: Low velocity gunshot wounds of the brachial plexus. *J Hand Surg* 1995; 20 (2): 212.
234. Vadra GD: Shock traumático. Aporte experimental. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina, UBA, 1990.
235. Vadra GD: Uso de tutores externos en heridas producidas por explosivos y proyectiles de armas de fuego. *XXVIII CAOT*, 1991; 135.
236. Vadra GD, Vadra JE: Traumatismo grave, su repercusión renal. Aporte experimental y clínico. Premio Carlos Enrique Ottolenghi, AAOT, 1986.
237. Vadra JE: Punción del tronco venoso braquiocefálico derecho ante emergencias médico-quirúrgicas. *Bol y Trab Soc Arg Cirug* 1966; 15: 402.
238. Vadra JE: Conducta inicial en el politraumatizado. *XXXI Jorn Quirúrg*, 1973; 121.
239. Vadra JE, Altrudi RD: Shock. Apunte para estudiantes de cirugía. UDH Francisco Santoianni, 1983.
240. Van Gilder JC, Coxe WS: Shotgun pellet embolus of the middle cerebral artery. *J Neurosurg* 1970; 32: 71.
241. Vázquez MJ, Fodaro L, Mendoza JD et al: Traumatismos de tórax. *Fren Méd Argent* 1981; 68: 904.
242. Wang Z: The post, present and future of wound ballistics research in China. *J Traum* 1996; 40 (3): 46.
243. Wang Z, Feng JX, Liu YQ: Pathomorphological observation of gunshot wounds. *Acta Chir Scand* 1982; 508:185.
244. Watson Jones R et al: Fracturas y Heridas Articulares. España, Salvat, 1980; 1: 105.
245. Watson Jones R et al: Fracturas y Heridas Articulares. España, Salvat, 1980; 1: 369.
246. Weil MH, Whigham H: Head down (Trendelenburg) position for treatment of irreversible hemorrhagic shock. *Ann Surg* 1965; 162:905.
247. White JA, Vita CA: Heridas por armas de fuego. *XIV CAOT*, 1977; 2: 111.
248. Wilson BJ: The management of acute circulatory failure. *Surg Clin North Am* 1963; 43: 469.
249. Wilson CE: The management of gunshot wounds of the extremities. *Nebraska Med J* 1966; 51:132.
250. Wilson RF, Sibbald WJ: Acute respiratory failure. *Crit Care Med* 1976; 4: 79.
251. Wilson TS: Significance of clostridium welchii perfections and their relationship to gas gangrene. *Canad J Surg* 1950; 4: 35.
252. Wisniewski TF, Radziejowski MJ: Gunshot fractures of the humeral shaft treated with external fixation. *J Orthop Trauma* 1996; 10 (4): 273.
253. Wolf AW: Autoesterilization with low-velocity bullets. *J Traum* 1979; 19:115.
254. Woloszyn JT, Uitulogt GM, Castle ME: Management of civilian gunshot fractures of the extremities. *Clin Orthop* 1988; 226: 247.
255. Wu CD: Low-velocity gunshot fractures of the radius and ulna: case report and review of the literature. *J Traum* 1995; 39 (5): 1003.
256. Wu PB, Kingery WS, Date ES: An EMG case report of lead neuropathy 19 years after a shotgun injury. *Muscle Nerve* 1995; 18 (3): 326.
257. Yates TE, Riddick L, Carter RD et al: Portal vein embolization following shotgun pellet injuries to the abdomen. *Am J Forensic Med Pathol* 1996; 17 (2): 151.