

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

## EMBOLISMO DE PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO POR LA CIRCULACION SISTEMICA

Estudio retroactivo del embolismo de proyectil de arma de fuego  
por el sistema vascular, en el Hospital Roosevelt,  
durante el periodo de marzo de 1986 a febrero de 1995.

TESIS

*Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Ciencias Médicas de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala.*

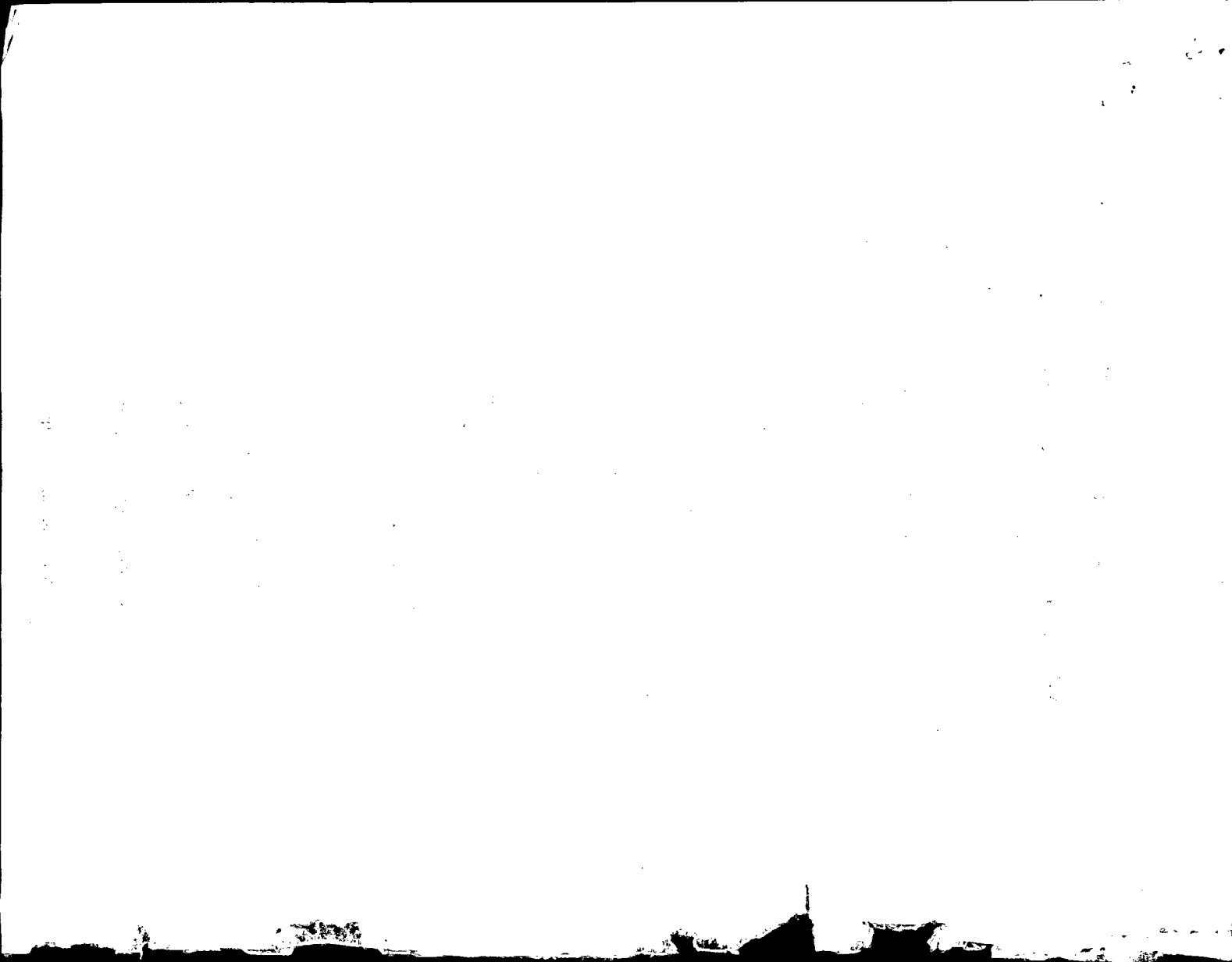
POR

**ELSA FELIPA SEM ROYAN**

*En el acto de investidura de:*

**MEDICO Y CIRUJANO**

Guatemala, julio de 1995



DC  
OS

T(7993)

03 de julio de 1,995

Doctor

Edgar Rodolfo De León Barillas  
Director Unidad de Tesis  
Centro de Investigaciones de las Ciencias de la Salud  
Facultad de Ciencias Médicas  
Universidad de San Carlos  
Guatemala, Guatemala.

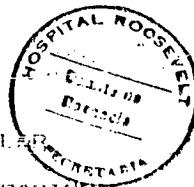
Estimado Doctor De León:

Por medio de la presente certificamos que el INFORME FINAL del Tema de Investigación "EMBOLISMO DE PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO POR LA CIRCULACION SISTEMICA", por la Br. ELSA F. SEM ROYAN, con número de Carnet 88-12857, fue aprobado por los Departamentos de CIRUGIA y DOCENCIA E INVESTIGACION del Hospital, el cual reúne todos los requisitos exigidos para su divulgación.

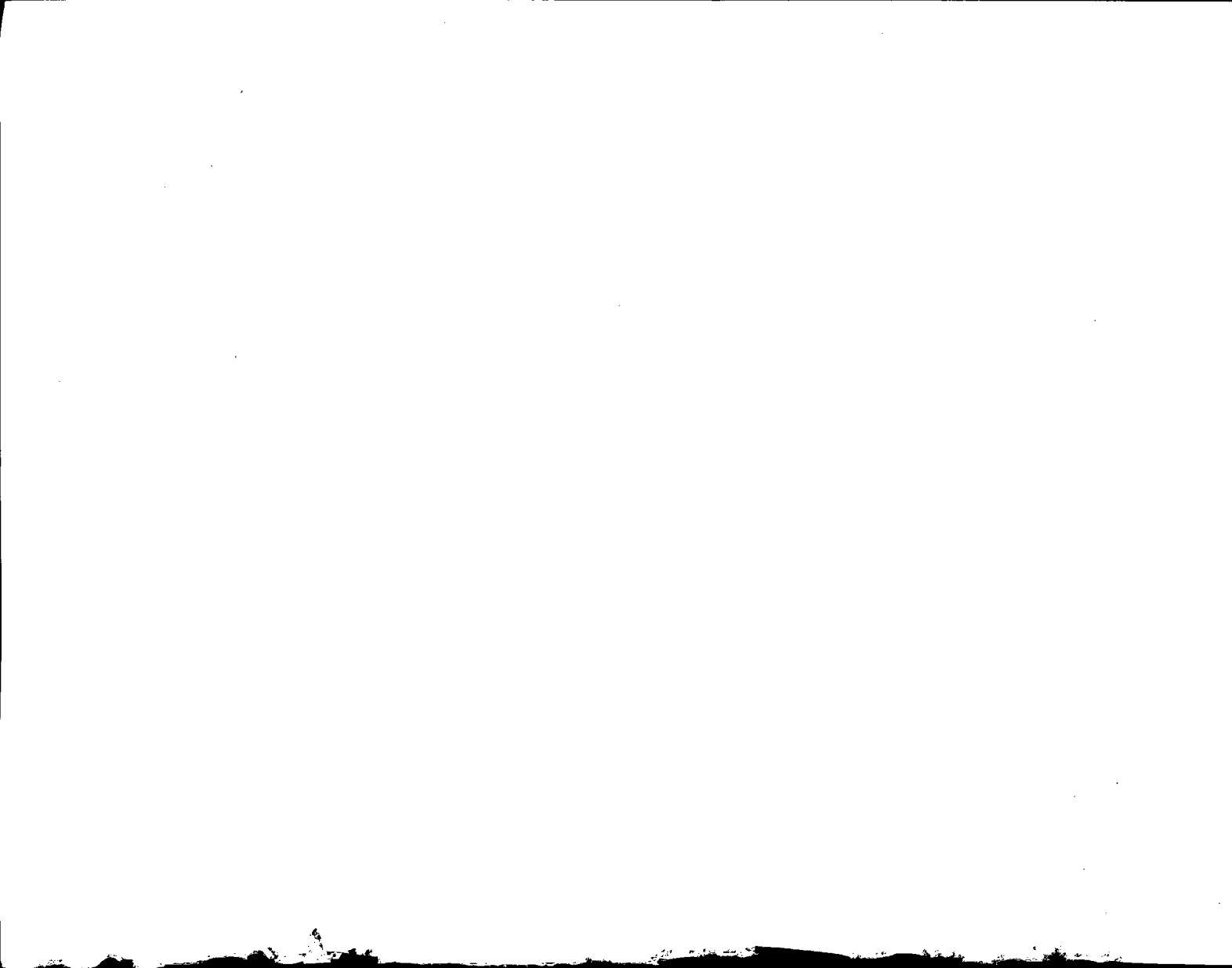
En base al Artículo 11o. del Reglamento de Investigaciones del Hospital, se extiende la presente constancia.

Atentamente,

DR. OCTAVIO FIGUEROA AGUILAR  
PRESIDENTE  
COMITE DE DOCENCIA E INVESTIGACION



OFA/srj.-  
c.c. archivo



# HOSPITAL ROOSEVELT

AREA DE SALUD GUATEMALA SUR

TELEFONOS 713384 - 713387

Guatemala, C. A.

DIRECCION CABLEGRAFICA

"HOSPVELT"

Al contestar el presente oficio sirvase  
hacer referencia al

No. \_\_\_\_\_

Guatemala 28 de junio de 1,995

Doctor  
Octavio Figueroa  
Subdirector de Servicios Médicos  
Hospital Roosevelt  
Edificio

Estimado Doctor Figueroa:

Por este medio me dirijo a usted para informarle que he revisado el Informe Final de Tesis titulado "EMBOLISMO DE PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO POR LA CIRCULACION SISTEMICA" elaborado por la Br. Elsa F. Sem Ryan, carnet No. 8812857, el cual cumple con los requisitos exigidos esta Unidad académica, por lo que doy mi aprobación para su impresión.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente,



*Juan de Dios Maldonado*  
Dr. Juan de Dios Maldonado  
Jefe del Depto. de Cirugía

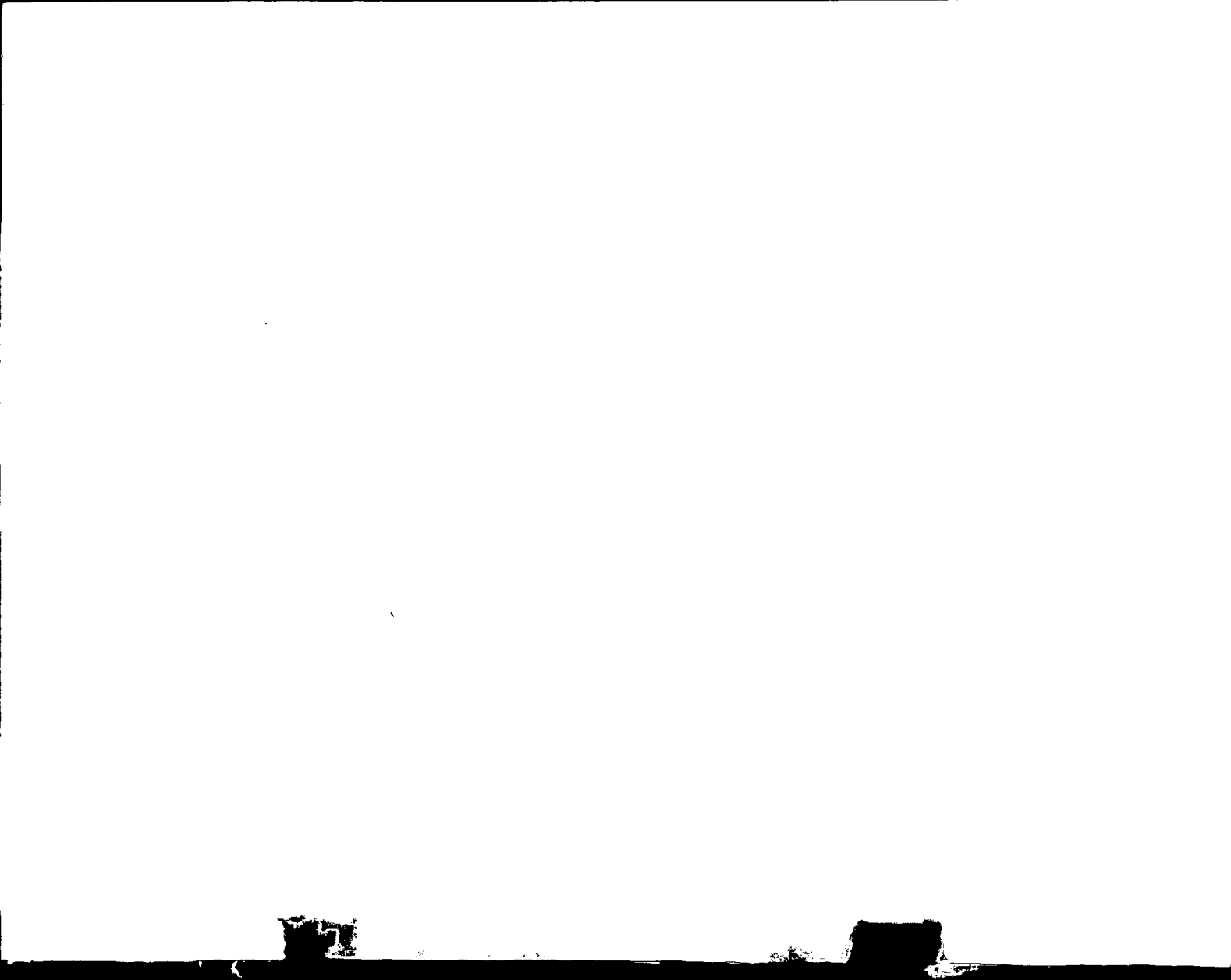
JDDM/gm.

SECRETARIA DEL DEPARTAMENTO DE  
DOCENCIA E INVESTIGACION  
HOSPITAL ROOSEVELT

RECIBIDO \_\_\_\_\_

A LAS \_\_\_\_\_

*JDD*  
15:00  
26/6/95





FORMA C

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS  
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 15 de junio de 1995

Director Unidad de Tesis  
Centro de Investigaciones de las  
Ciencias de la Salud - Unidad de Tesis


Se informa que el: (a) BACHILLER EN CIENCIAS Y LETRAS. ELSA FELIPA  
Título o diploma de diversificado, Nombres y ape-

SEM ROYAN Carnet No. 8812857  
llidos completos

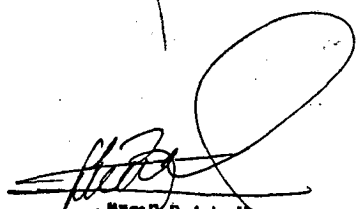
Ha presentado el Informe Final del trabajo de tesis titulado:


EMBOLISMO DE PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO POR LA CIRCULACION SISTEMICA

y cuyo autor, asesor(es) y revisor nos responsabilizamos de los conceptos metodología, confiabilidad y validez de los resultados, pertinencia de las conclusiones y recomendaciones, así como la calidad técnica y científica del mismo, por lo que firmamos conformes:

  
Firma del estudiante

  
Asesor  
Firma y sello personal

  
Dr. Carlos Arriaga Escobar  
Médico y Cirujano  
Col. No. 7307

  
Revisor  
Firma y sello  
Registro Personal 3101  
Dr. Carlos Arriaga Escobar  
MEDICO Y CIRUJANO  
COL. No. 1313  
GUATEMALA C A

1955

1955

1955

1955

1955

1955

1955

1955

1955

1955

1955



EL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FORMA D

H A C E   C O N S T A R   Q U E :

El (La) Bachiller: ELSA FELIPA SEM ROYAN

Carnet Universitario No. 88-12857

Ha presentado para su Examen General Público, previo a optar al  
Titulo de Médico y Cirujano, el trabajo de Tesis titulado:

EMBOLISMO DE PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO POR LA CIRCULACION

SISTEMICA

Trabajo asesorado por: DR. JOSE FERNANDO LOPEZ   DR. HUGO BARBALES

DR. CARLOS ARRIAGA ESCOBAR

y revisado por:  
quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite,  
firma y sella la presente

O R D E N   D E   I M P R E S I O N :

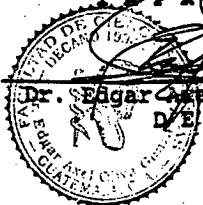
Guatemala, 28 de junio de 1995

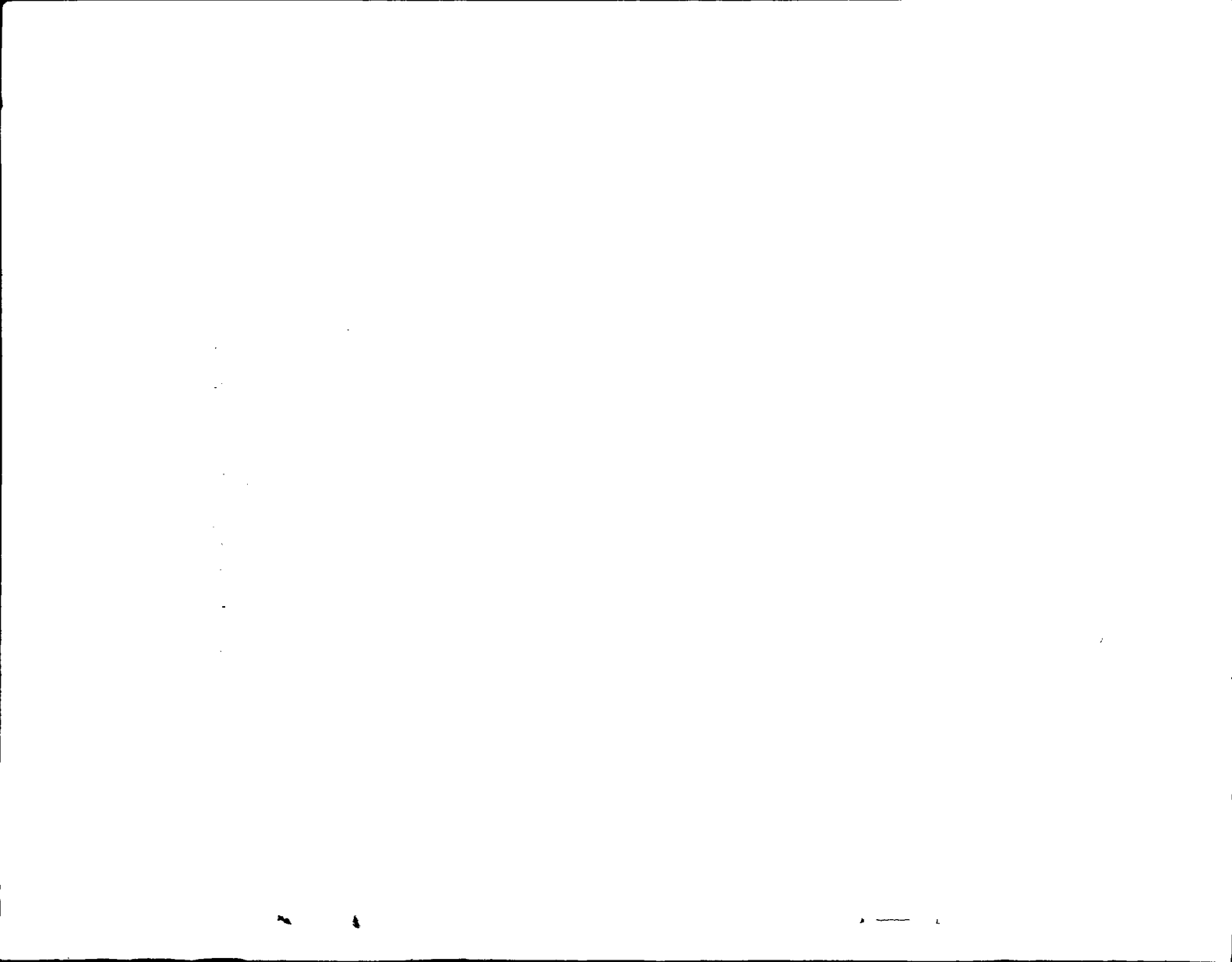
DR. EDGAR DE LEON BARILLAS  
Por Unidad de Tesis

DR. RAUL CASTILLO RODAS  
DIRECTOR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES  
DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD

I M P R I M E :

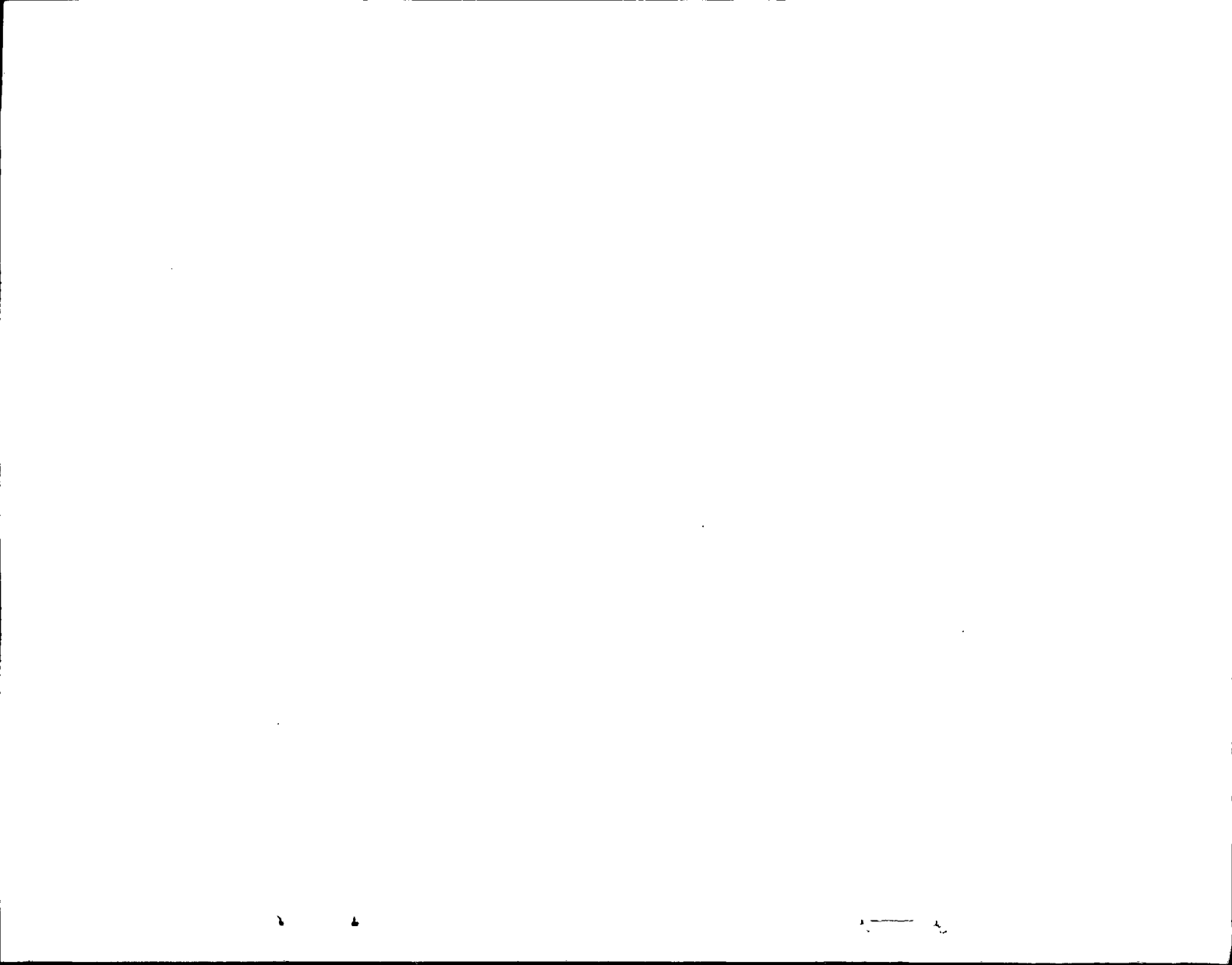
Dr. Edgar Oliva Gonzalez  
D E C A N O





## INDICE

I	Introducción	1
II	Definición del problema	2
III	Justificación	3
IV	Ojetivos	4
V	Revisión Bibliográfica	5
	Sistema Vascolar	5
	Arterias	7
	Venas	9
	Fisiología de la Circulación	13
	Balística aplicable al tratamiento de las heridas por proyectil de arma de fuego	14
	Embolia por proyectil de arma de fuego en la circulación sistémica	21
VI	Metodología	23
VII	Resumen de Casos	27
VIII	Presentación de resultados	38
IX	Análisis de Resultados	45
X	Conclusiones	47
XI	Recomendaciones	48
XII	Resumen	49
XIII	Bibliografía	51
XIV	Anexos	53



## INTRODUCCION

La embolia por proyectil de arma de fuego en el sistema vascular es un evento poco frecuente, generalmente producido por la violencia civil que afecta principalmente a adultos jóvenes y un rápido diagnóstico facilita el manejo de la embolia y mejora la evolución del paciente.

El presente trabajo, se efectuó en el período comprendido de marzo de 1986 a febrero de 1995, en el Departamento de Cirugía del Hospital Roosevelt. Se revisaron cuatro casos de pacientes heridos por proyectil de arma de fuego de pequeño calibre, que cursaron con embolia del proyectil por el sistema vascular, pudiéndose determinar que la prevalencia de morbi - mortalidad es baja, encontrándose que tres de los casos eran de sexo masculino y uno de sexo femenino. El grupo de edad osciló entre los 20 - 30 años de edad.

El tratamiento se dirigió hacia la atención de las lesiones asociadas, producidas por el proyectil y a la embolectomía arterial o venosa.

En dos de los casos se presentó como complicación, trombosis arterial la cual fué resuelta adecuadamente. En ninguno de los casos se produjo mortalidad.

## II DEFINICION DEL PROBLEMA

La embolización del proyectil de arma de fuego por la circulación sistémica es un evento poco frecuente, que se produce a consecuencia de violencia civil. (6)

Según reportes de la Literatura, el lugar de entrada más frecuente del proyectil, es el tórax en primer lugar, luego el abdomen, produciéndose la embolia principalmente a extremidades tanto superiores como inferiores, siendo proyectiles de pequeño calibre como, .22, .32, .38, los principalmente embolizados. (12) (15)

El 80% de los casos de embolia de proyectil por la circulación sistémica arterial es sintomática, produciéndose isquemia periférica con ausencia de pulsos, y sólo una tercera parte de la embolia venosa es sintomática.

Los estudios diagnósticos más frecuentemente utilizados son radiografías, realizando embolectomía en la mayoría de los casos como tratamiento definitivo. (12) (6)

El presente trabajo consistió en revisar, la presentación de este tipo de casos y el manejo, que se le dió a los pacientes con embolia de proyectil de arma de fuego por la circulación sistémica, en un periodo de 10 años en el Departamento de Cirugía del Hospital Roosevelt.

### III JUSTIFICACION

El embolismo de proyectil de arma de fuego es un evento poco frecuente que generalmente afecta a pacientes de sexo masculino, comprendidos entre las edades de 20 - 30 años. (6)

La rareza de la embolia por proyectil de arma de fuego dificulta en gran parte un diagnóstico temprano, con lo cual el manejo también es retrasado. Debido a la poca frecuencia de casos reportados de este tipo, no se han realizado recientemente estudios en nuestro medio; por lo que se justifica el presente trabajo pretendiendo dar a conocer, la forma en que se presentan estos casos y el adecuado manejo de estas lesiones, para que el personal médico a cargo de estos casos, pueda tomar decisiones en un momento de urgencia, esto en base a experiencia de reportes de la literatura y casos manejados en este hospital, con el propósito de obtener resultados satisfactorios para el paciente.

#### IV OBJETIVOS

##### GENERAL

Determinar la prevalencia, de morbi - mortalidad y las complicaciones más frecuentes, de embolismo de proyectil de arma de fuego por la circulación sistémica, en el Departamento de Cirugía del Hospital Roosevelt en un período de 10 años.

##### ESPECÍFICOS

1. Determinar la sintomatología asociada al embolismo de proyectil de arma de fuego en la circulación sistémica.
2. Determinar el lugar de entrada más frecuente del proyectil de arma de fuego a la circulación sistémica.
3. Identificar los métodos diagnósticos más utilizados en el embolismo por proyectil de arma de fuego.
4. Determinar el tratamiento elegido en el embolismo de proyectil de arma de fuego por la circulación sistémica.
5. Sugerir un protocolo de manejo, para pacientes con embolia de proyectil de arma de fuego por la circulación sistémica en el Departamento de Cirugía del Hospital Roosevelt.



## V REVISION BIBLIOGRAFICA

### SISTEMA VASCULAR

El sistema vascular está formado por una serie continua de tubos que se ramifican en todo el organismo, por los que circula constantemente una corriente de sangre, la cual lleva alimentos y oxígeno a los tejidos y recibe de estos los productos de desecho.

En este circuito tubular se halla interpuesta la bomba hueca y muscular de un órgano vital, el corazón, que late durante toda la vida y expulsa alrededor de 5 litros por minuto durante el ejercicio. Los tubos por los que vuelve al corazón la sangre con los productos de desechos tisulares sin oxígeno y con anhídrido carbónico, reciben el nombre de venas y terminan en dos grandes venas, las venas cavas superior e inferior, que desembocan en la cámara derecha de recepción del corazón, la aurícula derecha. En seguida la sangre es expulsada a la cámara derecha de distribución, el ventrículo derecho, desde el cual pasará por la arteria pulmonar y sus ramas izquierda y derecha a los pulmones en los cuales cursa por capilares muy delgados que se hallan en contacto con el revestimiento fino de los alveolos pulmonares, donde vuelve a adquirir oxígeno y elimina en parte el anhídrido carbónico. Estos vasos capilares delicados drenan en las venas de calibre progresivamente mayor que vuelven la sangre purificada por la vena pulmonares hasta la cámara izquierda

de recepción del corazón, la aurícula izquierda.

La circulación del corazón a los pulmones y de éstos al corazón recibe el nombre de circuito pulmonar o menor.

Al contraerse la aurícula izquierda pasa la sangre al ventrículo izquierdo cuya contracción es visible y palpable a través de la pared torácica, al contraerse expulsa la sangre a la arteria de mayor calibre, la aorta, de las que se desprenden ramas de grueso calibre que van a cabeza, extremidades y vísceras. (4)

## ARTERIAS

Las arterias son conductos musculomembranosos de ramificaciones divergentes que llevan la sangre del corazón a los tejidos, se caracterizan por poseer tres capas o túnicas, íntima, media y adventicia, y se dividen en tres categorías según su tamaño y ciertas características histológicas.

- a) arterias de grueso calibre y elásticas, entre las que se incluyen la aorta,
- b) arterias de mediano calibre o musculares, también llamadas arterias distribuidoras,
- c) arterias y arteriolas de pequeño calibre que se encuentran en su mayor parte en los tejidos y órganos.

De cada ventrículo nace una arteria. La que parte del ventrículo derecho se llama arteria pulmonar y conduce la sangre a los pulmones. La arteria aorta sale del ventrículo izquierdo y se encarga de distribuir la sangre por todo el resto del organismo.

Las arterias, en su trayecto originan ramas colaterales, en su extremidad terminal se dividen en dos o más ramos terminales. Entre las colaterales que nacen del tronco arterial, algunas se dirigen más o menos opuesto al tronco

principal y por eso se llaman arterias recurrentes.

La forma de las arterias es cilíndrica y su calibre no disminuye en tanto que no se ramifiquen. A medida que va emitiendo ramas, el diámetro de una arteria y va disminuyendo progresivamente. Por consiguiente, y hablando en términos generales, una arteria en tanto más delgada, cuanto más lejos se encuentra de su lugar de origen.

La dirección que tienen las arterias en el organismo es rectilínea, pues tienden a seguir el camino más corto para llegar al órgano que tienen que irrigar. Sin embargo, su recorrido lo hacen pasando por regiones que se hallan sujetas a desplazamientos amplios y presentan flexuosidades más o menos numerosos, cuyo objeto es poder adaptarse a las distintas posiciones de los órganos cercanos.

Las arterias caminan en el espesor de las partes blandas o dentro de las cavidades del cuerpo. Muy pocas son superficiales, y que en cambio presentan con frecuencia en su trayecto relaciones óseas, bien directamente o por intermedio de alguna capa muscular. Cuando tienen que pasar al nivel de una articulación ocupan generalmente el lado por donde se produce la flexión. Si caminan en los intersticios musculares, con frecuencia las arterias se ponen en más íntima relación con uno de los músculos, el que por esta razón recibe el nombre de músculo satélite. Al pasar las

arterias de una región muscular a otra, no lo hacen en contacto directo con las fibras musculares, sino a través de un anillo fibroso y osteofibroso que impide la compresión del vaso cuando se contrae al músculo.

Las arterias de primer orden van acompañadas por un tronco venoso; pero cuando las arterias son de menor calibre, las venas acompañantes son dos. En casos estas venas que caminan al lado de las arterias reciben el nombre de venas satélites. A veces también un ramo nervioso marcha al lado del haz vascular, formando un paquete vasculonervioso, que de una manera general, va envuelto por una vaina fibrosa.(8) (9)

#### VENAS

Las venas son conductos musculomembranosos de ramificaciones convergentes, que conducen la sangre de los tejidos al corazón. Se originan mediante pequeños ramos en las redes capilares y siguen dirección contraria a la de las arterias. Los ramos venosos convergen unos con otros para construir vasos de mayor calibre, los cuales a su vez se reúnen entre sí formando los vasos más voluminosos, cuya convergencia origina los gruesos troncos venosos que desembocan en las aurículas del corazón. El conjunto de los vasos venosos constituyen el sistema venoso.

Existen en realidad dos sistemas venosos paralelos a los

dos sistemas arteriales; en primer lugar el sistema venoso se extiende de los pulmones al corazón, y cuyos troncos principales son las venas pulmonares que conducen la sangre roja a la aurícula izquierda; en segundo lugar, el sistema venoso general, que corresponde a la circulación aórtica y mediante el cual la sangre negra o no oxigenada de las diversas redes capilares del organismo es transportada a la aurícula derecha. Este sistema venoso de la gran circulación comprende el sistema de venas del corazón; el sistema de la vena cava superior, que recoge la sangre de la cabeza y de los miembros superiores, y finalmente, el sistema de la vena cava inferior, que transporta hacia el corazón la sangre de los miembros inferiores y del tronco. Este sistema incluye, a su vez, el sistema de la vena porta que recoge la sangre del intestino y de sus glándulas anexas para llevarla al hígado, donde después de sufrir algunas transformaciones, se vierte nuevamente en la vena cava inferior por medio de las venas suprehepáticas.

Las venas son más numerosas que las arterias, pues en muchas regiones, como en los miembros, cada arteria va acompañada de dos venas; solamente los gruesos troncos arteriales poseen un solo tronco venoso acompañante. Además existen debajo de los tegumentos intrincadas redes venosas que constituyen el sistema venoso superficial, el cual se anastomosa ampliamente con sistema venoso profundo.

Las venas son de mayor volumen que las arterias. Así, se observa que las venas subclavias, axilares, femorales, etc., son mucho más voluminosas que las arterias correspondientes y que llevan el mismo nombre. El volumen de las venas varían con la constitución individual, siendo más gruesas en los individuos delgados que en los gordos, y varía también con ciertos estados fisiológicos, como el esfuerzo, la agitación, etc.

Las anastomosis entre venas son más frecuentes que entre arterias, y pueden hacerse uniendo venas distintas, profundas o superficiales, o bien estas últimas con aquellas; pero también pueden unir trayectos directos de la misma vena. Estas anastomosis desempeñan un papel muy importante, pues son vías derivativas o suplementarias, gracias a los cuales la presión sanguínea se equilibra y se restablece la circulación, cuando por cualquier causa uno de los troncos es obstruido.

Las válvulas venosas no se oponen a la circulación de la sangre hacia el corazón, pero en cambio cerrándose, impiden el reflujo sanguíneo. Algunas se cierran tan perfectamente que se rompen antes de que las venas en que se encuentran pueden ser inyectadas en sentido retrógrado.

Las venas poseen una capa endotelial interna envuelta por una capa conjuntiva en la que se hallan formaciones

musculares muy variables, según el volumen de la vena. Así, en las venas de mediano calibre se pueden distinguir tres capas; una túnica interna de células endoteliales tapizadas por fuera por una delgada capa conjuntiva; una túnica media formada por fibras musculares lisas distribuidas en una trama conjuntiva, finalmente, una túnica externa o adventicia donde predomina el tejido conjuntivo y elástico. (8)



## FISIOLOGIA DE LA CIRCULACION

La sangre fluye por su sistema de vasos cerrados a causa de las diferencias de presión en las diversas partes de tal sistema. Siempre lo hace de regiones de presión mayor a otras en que ésta es menor. La presión promedio en la aorta es de unos 100 mmHg, que disminuye de manera rápida y continúa por las arterias de la circulación general y más lentamente en el sistema venoso. A causa de tal reducción, la sangre fluye en el orden siguiente: aorta (100 mmHg), arterias restantes (100 - 40 mmHg), arteriolas (40 - 25 mmHg), capilares (25 - 12 mmHg), vénulas (12 - 8 mmHg), venas (10 - 5 mmHg), y venas Cavas (2 mmHg), la presión en el atrio (aurícula) derecha es de 0 mm Hg.

Otros mecanismos también facilitan el flujo sanguíneo. Cuando la sangre sale de los capilares, entra en vénulas y venas, cuyo diámetro es mayor y que por lo tanto, ofrecen menos resistencia a la circulación. Además la contracción de los músculos esqueléticos se circundan a las venas también facilita la circulación de la sangre hacia el corazón. (14)

## BALISTICA APLICABLE LA TRATAMIENTO DE LAS HERIDAS POR PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO

La balística es la ciencia que estudia el desplazamiento de los proyectiles, desde el interior del cañón de un arma de fuego (balística interna), durante el desplazamiento por el aire o el espacio (balística externa), y durante su desplazamiento final, complicando despues de chocar contra el blanco. (balística terminal).

La balística de las heridas es un aspecto especial de la balística terminal, en el cual el blanco es el tejido.

### La Balística Terminal (de la herida)

La herida de tejidos blandos, producida por un proyectil de baja velocidad (305 m/seg) calibre .22, pondrá de manifiesto heridas de entrada y de salida más pequeñas que el diámetro del proyectil, y una trayectoria de la lesión tisular de diámetro no mucho mayor, por lo general esta herida no requerirá desbridación.

Cuanto mayor es la velocidad del proyectil, mayor es la probabilidad de lesiones en órganos múltiples. Esto es secundario a una zona más amplia de lesión producida, por la cavitación dentro del blanco, la fragmentación del proyectil y la producción de proyectiles secundarios, por lo general de hueso.

De los principios básicos para comprender la forma y la extensión de las lesiones causadas por proyectil de arma de fuego, el primero es la disipación de la energía cínica del proyectil hacia los tejidos. Un segundo principio se relaciona con la producción de proyectiles secundarios y un tercero se relaciona con el fenómeno de cavitación.

#### Disipación de la Energía Cínica.

La extensión y el grado de lesión en las heridas son proporcionales a la cantidad de energía cínica del proyectil que se disipa hacia ellas.

El proyectil giratorio disparado a baja velocidad y que gira sobre su eje mayor en paralelo con la trayectoria puede pasar con bastante limpieza por los tejidos y salir reteniendo gran parte de la energía cínica que tenía en el momento del impacto. El proyectil de alta velocidad del mismo calibre chocará, más probablemente, con su eje mayor en un ángulo ligero en relación con su trayectoria y como consecuencia de esto y de su mayor velocidad, se deformará e incluso desintegrará en los tejidos. La resistencia tisular mucho mayor a este proyectil de alta velocidad e inclinado y sus fragmentos producirá degradación de una cantidad enorme de energía cínica. La lesión tisular, es en estos casos, proporcionalmente mayor.

La energía cinética de un proyectil es proporcional a la masa del mismo multiplicado por el cuadrado de su velocidad ( $KE = MV^2$ ). La lesión es proporcional a la diferencia entre la energía cinética que posee el proyectil en el momento de salir del cuerpo.

#### Proyectiles Secundarios.

Un segundo principio de la balística de la heridas consiste en que el proyectil o sus fragmentos pueden impartir energía cinética suficiente al tejido denso como el hueso y, en ocasiones, al metal (de botones y hebillas de la ropa) para convertirse en proyectiles secundarios. Estos pueden volverse muy destructivos, no sólo pueden ser más destructivos que el proyectil primario, sino que adoptan trayectorias erráticas, impredecibles e inesperadas. El reconocimiento de la lesión potencial de los tejidos por proyectiles secundarios se aplica en particular a las heridas de la cara, en las cuales los dientes pueden encontrarse en la trayectoria del proyectil primario. Como proyectiles secundarios, estas estructuras suelen producir mayor lesión cerebral y ocular que el proyectil primario. A velocidades elevadas los proyectiles tienden a experimentar desviaciones o trayectorias erráticas por los tejidos con lo que incrementará sus perfiles, es decir, sus áreas transversas proyectadas de manera perpendicular en relación con la trayectoria del proyectil, lo que tenderá a incrementar la magnitud de disipación de la energía cinética y por lo tanto

a incrementar la probabilidad de fragmentación del proyectil primario y la formación de proyectiles secundarios.

#### Cavitación.

Un tercer principio de la balística de las heridas es el fenómeno de cavitación, reconocido por primera vez por Woodruff en 1898. Los proyectiles de baja velocidad tienden a empujar a los tejidos hacia los lados, y a producir una trayectoria de destrucción sólo un poco mayor que el diámetro del proyectil. A mayores velocidades, la energía cintica del proyectil se disipa en parte por aceleración tisular hacia adelante y en sentido lateral, apartándose del proyectil y su trayectoria, con lo que se genera en milisegundos una cavidad llena de vapor de agua y a presión subatmosférica. A gran velocidad esta cavidad sigue aumentando de tamaño, incluso después de haber pasado el proyectil. El estiramiento, compresión y cizallamiento tisular resultantes pueden producir una lesión que se extiende a varios centímetros en sentido lateral respecto del proyectil y su trayectoria. En estos casos se lesionan con frecuencia vasos, nervios y otros tejidos que nunca estuvieron en contacto directo con el proyectil. La cavidad entra en colapso en plazo de milisegundos a causa del rebote circular y de la presión atmosférica, sólo para formarse de nuevo y entrar en colapso de manera repetida con amplitudes en disminución rápida después que ha pasado el proyectil. Este fenómeno puede hacer que se aspire material extraño contaminante, como fragmentos

de ropa, por la herida de entrada lo mismo que por la de salida.

A velocidades mayores aun, la herida de entrada puede ser de mayor diámetro que el proyectil, puesto que la cavidad tiende a formarse con anterioridad y más cerca del punto de impacto. La extensión lateral de la lesión tisular será, desde luego, mayor. Si la trayectoria del proyectil a través de los tejidos es relativamente corta, el proyectil puede salir justamente en el momento en que se está empezando a incrementar con rapidez la degradación de su energía cintica mediante desviaciones y deformaciones. En esta situación la herida de salida será de mayor tamaño y estará desgarrada en comparación con la pequeña herida de entrada. En caso de una trayectoria más prolongada a través de los tejidos, puede ocurrir muy en la profundidad el grado máximo de degradación de la energía cintica, lo que dará como resultado una lesión sorprendentemente extensa mediante cavitación, pero dejará heridas de entrada y salida de aspecto inocuo, como las causadas por los proyectiles de baja velocidad. Si el proyectil cabecea, se inclina, se deforma y se fragmenta, la cavitación puede ser extensa y asimétrica pero la herida de entrada tenderá a ser pequeña y quizá no se produzca herida de salida.

En los tejidos de resistencia relativamente baja a la tensión, como los órganos parenquimatosos del tipo del hígado

la cavitación se desarrolla con mayor facilidad y extensión que en los tejidos que tienen mayor resistencia a la tensión como el hueso o los tendones. El músculo estriado tiene una posición intermedia en cuanto a vulnerabilidad a la lesión por cavitación. Las alteraciones tisulares por cavitación se fomentan a causa de la mezcla microscópica. Si las velocidades tisulares de los proyectiles exceden a la velocidad del sonido (cerca de m/seg), pueden generarse ondas transónicas de choque que extrañan el potencial de producir lesión tisular adicional.

La aplicación crítica de estos tres principios, o sea las relaciones entre la masa y la velocidad del proyectil y su potencial de aplicar fuerzas destructivas a los tejidos, la producción de proyectiles secundarios y el mecanismo de cavitación, guiará al cirujano en su valoración sobre la extensión de la lesión tisular, la necesidad de desbridar los tejidos y el potencial de infección lo mismo que las posibilidades de reconstruir la zona lesionada. Desde luego, el tratamiento tenderá a ser más eficaz si el cirujano logra obtener información apropiada sobre la naturaleza del arma que produjo la lesión.

#### Consideraciones Medico-legales.

Como mínimo, el equipo mdico que recibe un paciente que experimenta una herida de proyectil de arma de fuego debe:

1. Tener cuidado de no destruir la ropa del paciente y, en

particular, de cortar alrededor de los agujeros de los perdigones y no a través de los mismos,

2. Preservar con cuidado y enviar a las autoridades correspondientes toda arma y, en específico, todo cuerpo extraño metálico retirado del paciente, como proyectil o sus fragmentos,
3. Describir con mayor precisión posible e incluso fotografiar antes de la desbridación (una alternativa apropiada es un esquema del expediente personal del paciente) cualquier herida de entrada o de salida,
4. Informar a la policía y a los testigos sobre la naturaleza del arma. Aunque no se espera que el personal médico asuma la función de los policías, pero su cooperación puede ser crítica en la búsqueda de la justicia.



## EMBOLIA DE PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO EN LA CIRCULACION SISTEMICA.

La embolia por proyectil de arma de fuego es un evento poco frecuente producido principalmente por la violencia civil, siendo afectados principalmente hombres jóvenes.(6)

El diagnóstico de este problema, se dificulta por ser una complicación poco frecuente de las heridas por arma de fuego. La sintomatología asociada principalmente es isquemia periférica, puede también encontrarse déficit neurológico, cuando el proyectil ha embolizado a alguna arteria cerebral, (13, 6) pero una gran parte de estos pacientes al iniciar no presentan ninguna sintomatología, sino hasta que el proyectil ocluye el flujo sanguíneo, en alguna parte del organismo.

El diagnóstico de la embolización de un proyectil, por la circulación sistémica, puede ser determinada por simples radiografías y arteriografías (12).

El proyectil embolizado sigue algunas de las leyes físicas, como la fuerza del flujo sanguíneo, la dirección del flujo, la posición del cuerpo, el tamaño y posición del lumen arterial, y el tamaño y peso del proyectil, lo cual usualmente resulta en embolización a la pelvis y extremidades inferiores. Los proyectiles que entran al sistema venoso

comunmente migran al lado derecho del corazón y frecuentemente siguen a la arteria pulmonar. (6) (13)

El proyectil que produce embolia penetra principalmente por el tórax anterior y abdomen, y emboliza a extremidades tanto superiores como inferiores, siendo el calibre del proyectil más frecuentemente involucrado el No. 22 y 32, ya que el impacto que produce sólo logra lesionar tejidos externos y no logra traspasar los vasos. (12).

Cuando ya se ha confirmado, el diagnóstico por radiología del embolismo de un proyectil por la circulación sistémica, el tratamiento que se instala más frecuentemente es embolectomía.

## VI METODOLOGIA

### a. Sujeto de Estudio.

Casos de embolia de proyectil de arma de fuego por la circulación sistémica en el Departamento de Cirugía del Hospital Roosevelt en el periodo comprendido de marzo de 1986 a febrero de 1995.

### b. Período de Estudio.

Se tomó un periodo de 10 años debido a que el embolismo de proyectil de arma de fuego es un evento poco frecuente.

### c. Criterios de Inclusión y Exclusión.

#### Inclusión.

Se incluye a todos los pacientes tratados quirúrgicamente por embolia de proyectil de arma de fuego por la circulación sistémica, diagnosticada por radiología, durante el periodo comprendido de marzo de 1986 a febrero de 1995.