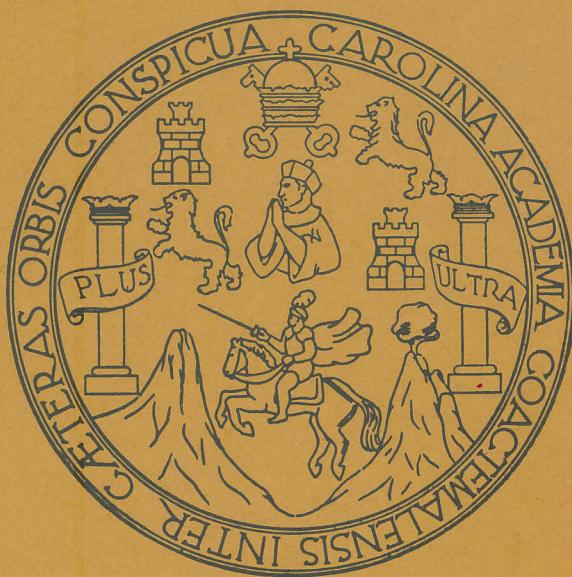


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS



"LESIONES A DISTANCIA PRODUCIDAS POR ONDA  
EXPANSIVA EN HERIDAS PRODUCIDAS POR PRO--  
YECTILES EN EL TORAX"

(Trabajo Experimental en Perros)

JULIO LUIS POZUELOS WILLAWICENCIO

Guatemala, Junio de 1970.

PLAN DE TESIS

I. INTRODUCCION

II. DATOS HISTORICOS

III. NOCIONES DE BALISTICA EN LAS HERIDAS

IV. MATERIAL Y METODOS

V. RESULTADOS

VI. CONCLUSIONES

VII. BIBLIOGRAFIA.

### I N T R O D U C C I O N

El hallazgo cada vez más frecuente en el Hospital Militar Central, de lesiones vecinas al torax o de órganos torácicos no directamente heridos por proyectiles, especialmente de alta velocidad, nos indujo a elaborar un plan para efectuar un estudio de las lesiones que los proyectiles de diferentes calibres y velocidades, producían en Perros previamente anestesiados, con el objeto de obtener datos macroscópicos, microscópicos, electrocardiográficos, radiológicos y de laboratorio.

Gracias a la decidida colaboración de la Dirección y Subdirección del Hospital Militar Central de Guatemala, logramos obtener perros de razas variadas, de peso y talla diferentes, así como de diversos estados nutricionales; el personal de enfermería necesario, las facilidades de electrocardiografía, radiología, laboratorio, anatomía patológica, anestesiología, Departamento de Cirugía Experimental, y polígono de tiro. El Cuartel General de la Zona Central, proporcionó tiradores expertos y las armas necesarias, de manera que el experimento es el producto de un trabajo en equipo en el que colaboraron distintos departamentos del Hospital Militar Central y dependencias del Ejército Nacional, deseosas de llevar a feliz término este estudio.

### NOTAS HISTORICAS

A través de los siglos antes y después de Jesucristo, la Medicina y Cirugía Militar, ha ocupado un lugar especial en la Historia de la Medicina, sabias enseñanzas y experiencias nos han dejado las observaciones que en los campos de batalla tuvieron los Médicos, Cirujanos y barberos de aquel entonces.

Se han estudiado las heridas producidas con masas, piedras, lanzas etc., hasta las poderosas armas de fuego utilizadas actualmente, quedando en los anales médicos y militares cada una de éstas; se han integrado cuerpos Sanitarios, Médicos y Quirúrgicos de combate, se ha llegado a cientos de guerras y sin embargo nos queda mucho que aprender en lo que a Balística Médica se refiere.

Buscamos notas históricas en lo que a nuestro punto de tesis involucra, conscientes que al desarrollar el trabajo muy poco encontrariamos. Sin embargo, nuestro primer personaje lo situamos:

En 1552 al servicio de Carlos V, un ilustre Cirujano llamado Daza Chacón, - que con sus originales puntos de vista describió dos hechos importantes en balística totalmente nuevos: Las molestias causadas por el viento provocadas por las balas de cañón y el debilitamiento de la fatiga (6) las observaciones de este cirujano, son muy importantes porque es el primero que pone énfasis en los hechos antes mencionados, reconocía la importancia y cautela del Cirujano Militar, enseñando que cuando se presentaba un herido con una bala en el cuerpo, se le hacía más daño extrayéndosela que dejándole el proyectil en el mismo; Daza Cha-

Chacón ya ponía en esa oportunidad, detenida observación del porqué habían -- fragmentos de ropa incrustados en los tejidos del combatiente; que estaba próximo al sitio donde estallaban proyectiles de artillería; es así que de acuerdo con esas observaciones se le considera como el primer Cirujano Castrense que estudió los efectos relacionados con la onda expansiva de los proyectiles.

En 1891, Gossot (7) creó sabiamente para medir la velocidad de proyectiles, indicadores de choque de aire, adaptando micrófonos en el circuito de una corriente, que a su vez actuaban sobre un cronómetro, al ser alcanzados por la onda de cabeza de proyectil. Basados en éstas experiencias, Angeres y Wolff (1) diseñaron el Balógrafo, que actualmente lleva su nombre, midiendo velocidad de proyectiles con un error del 2 x mil.

En el siglo presente, en el que han sucedido conflagraciones mundiales -- que causaron y aún causan gran cantidad de heridas y muertos por lesiones producidas por una enorme cantidad de proyectiles disparados por las armas más diversas, encontramos nombres como el Dr. William E. de Muth Jr. quién se ha preocupado del estudio de las heridas causadas especialmente por proyectiles de altas velocidades.

Sin embargo los trabajos elaborados y escritos por el Dr. De Muth, no ha sido más que las experiencias personales y de muchos investigadores y asociados. El mayor impulso al estudio de Onda Expansiva de proyectiles, a tomado auge en las 2 últimas décadas, por medio de trabajos experimentales y observaciones clínicas.

co-quirúrgicas de los pacientes heridos en combate.

#### NOCIONES DE BALISTICA EN LAS HERIDAS

Las heridas por arma de fuego pueden clasificarse en tres tipos de acuerdo con las armas que las producen.

1. - Armas ligeras: Ametralladoras ligeras, fusiles y pistolas, que varían en su alcance, velocidad del proyectil y la rapidez del disparo.
2. - Armas que utilizan proyectiles explosivos: utilizados en artillería: Morteros, cañones, bombas, granadas y minas.
3. - Armas atómicas y termonucleares: Estas armas producen heridas debidas a explosión, radiación, destrucción, quemaduras.

#### BALISTICA DE LAS HERIDAS:

El estudio de la trayectoria y de los efectos de los proyectiles primarios y secundarios, sobre el cuerpo humano, durante el proceso dinámico de trayectoria, llamamos balística de las heridas. (2)

El conocimiento de estos procesos balísticos ha hecho progresar, el porqué se producen las heridas de combate, así como de conocer las heridas por la cantidad de energía transmitida por un proyectil sobre su objetivo y en este caso en especial sobre el organismo humano en centímetros de tejido destruido. Para esto se han utilizado balas de peso conocido, midiendo la velocidad en el momento de choque sobre el animal de investigación y al salir de él, lográndose con lo anterior medir la perdida de energía del proyectil y hacer el cálculo de lo que fué transmitido al animal; sobre la base de energía transmitida, es posible calcular las distin-

tas lesiones mecánicas eléctricas y de radiación, o bien por la observación -- clínica del objetivo. (2)

Cuando un proyectil de alta velocidad choca sobre un cuerpo, la resistencia que oponen los tejidos, tiene por consecuencia el peso de energía hacia éstos, en esta forma, cada célula que existe de la trayectoria del proyectil, se transforma en proyectil secundario, que se desplaza en ángulo recto con respecto a la trayectoria inicial; a esto se debe la amplitud y el tamaño de las heridas. En estudios radiológicos efectuados, se puede apreciar la producción momentánea de una cavidad de tamaño muy superior a la del agente lesivo, siendo esta la causa de las lesiones a distancia sobre diferentes órganos vecinos a la trayectoria de la bala, por ejemplo: una herida que interese tejido blando, no tendrá más importancia que cuando el proyectil choca contra hueso, porque aquí se produciría mayor número de proyectiles secundarios sólidos, sin embargo, en el tejido blando la onda expansiva produce lesiones de mayor interés clínico y que -- serán consideradas en el transcurso del trabajo.

El proyectil produce un daño y la herida ejerce sobre el organismo un efecto perjudicial, la lesión es un proceso dinámico o regresivo que produce la muerte o curación. Por lo tanto se trata de una lesión continua, que no solo interesa el trayecto del proyectil sino a todo el cuerpo y no dura solo unos instantes, sino -- días y semanas, lo que significa que cada tejido, cada órgano y cada célula responde en diferente forma de acuerdo a la importancia de la herida producida (3).

En el tratamiento de las lesiones traumáticas agudas, es altamente deseable entender el mecanismo de producción de la lesión, la cual será así tratada. Primero debemos observar algunos tipos de instrumentos que pueden producir la lesión: Cuando el instrumento es de baja velocidad tales como un cuchillo o una balloneta es relativamente simple; cuando un instrumento punzante es forzado -- dentro del cuerpo; es medianamente severo el contacto que tiene con los tejidos y esta simple acción de cortar del arma principia entre los planos de los tejidos, -- con las heridas producidas por proyectiles de alta velocidad, tales como un rifle, -- escuadra, es considerablemente más complicado.

Un proyectil de alta velocidad daña con más severidad el tejido con el cual se pone en contacto, pensando en estos términos, transmite una energía cinética a ellos; por ejemplo: el efecto de un proyectil por si mismo, (3) es aumentado, porque proyectiles secundarios son creados dentro de los tejidos corporales.

Los proyectiles usados por las armas de fuego reglamentarias moderadas, tienen un amplio margen de velocidad inicial.

Las pistolas tienen usualmente un bajo índice de velocidad media que varía de ochocientos pies por segundo hasta mil cuatrocientos pies por segundo. Los rifles y ametralladoras de muchas naciones, tienen velocidades medias de dos mil cuatrocientos a 3,200 pies por segundo. (3).

Algunos de los proyectiles han sido seleccionados para que al inmediato contacto con el aire la resistencia del mismo baje. El proyectil de rifle, pistola calibre 30 el cual tiene una excelente línea aerodinámica: Pierde cerca de la mitad de su velocidad, después de haber recorrido 700 yardas

En contraste a esta baja velocidad, consecutiva a la resistencia del aire, la experiencia práctica demuestra que: Muchos proyectiles llegan con suficiente velocidad a penetrar en la piel. Hace 50 años (7) fué sabido por los militares franceses, que los proyectiles esféricos que pesaban 8.5 gramos viajaban a velocidades arriba de 200 pies por segundo podían penetrar en la piel produciendo herida, sin embargo, proyectiles con velocidad menor, producían pequeñas laceraciones en el punto de choque. En algunas ocasiones la piel ha sido penetrada, el mecanismo de producción de las heridas por proyectiles de alta velocidad es más complicado que una de baja velocidad.

Cuando un proyectil es expelido por un arma de fuego, se mueve a velocidad superior a la del sonido, constantemente parte de su punta una onda de condensación de forma esférica que se propaga con la velocidad del sonido, estas ondas van reduciéndose conforme se aleja del proyectil hasta desaparecer. Al contrario, desde ese punto de la cabeza del proyectil, se ensanchan ondas de manera que éste parece envuelto en un cono, formado por estas ondas de condensación ya base reside en la base del proyectil, el vértice es un punto alejado de la cabeza del mismo; este cono seguirá desplazando por delante del proyectil confe-

ARMAS USADAS EN VIET-NAM, CUADRO BALISTICO DEL  
DOCTOR MUTH (1)

Rifle y Calibre:	Peso del proyectil en Gramos:	Boca de	Velocidad en pies /seg.			Boca de	Energía	en pies/libras.
		Fuego:	100 yds.	200 yds.	300 yds.	Fuego:	100 yds.	
M-16, U.S. 5.56 mm.	55	3200	2630	2120	1700	1248	873	541 330
Frances MAS --- 1936, 7.55mm.	139	2700	2446	2355	2098	2249	2049	2017 1788
Frances M. 1949. 7.55mm.	139	2690	2431	2370	2110	2208	1996	1742 1590
Chino, Tipo 56, 7.62mm.	190	2410	2006	1820	2449	2261	1891	1891 1527
Alemán Kar. 98K, 7.92mm	198	2476				2680		
Japonés Tipo 99, 7.7mm.	180	2493	2292	2101	1922	2484	2100	1765 1577
Francés M 19-24, M automático, Rifle 7.5 mm.	140	2650				2184		
M14, US. 7.62 mm. NATO	180	2610	2390	2170	1970	2720	2280	1870 1540
M1, Cal. 30mm. U.S.	150	2860	2570	2300	2050	2730	2200	2770 1400
Japonés Arisaka 6.55 mm.	172	2700	2500	2270	2070	2785	2385	1950 1640
Ruso 7.62mm.	150	2970	2670	2400	1230	2930	2370	1920 1510
Japonés Arisaka 7.7 mm.	136	2500	2280	2130	1990	1870	1605	1401 1223
Inglés 303 mm.	150	2810	2570	2330	2110	2635	2205	1705 1435
Mauser, Mod 98 7.92 mm.	180	2624	2415	2222	2030	2749	2326	1970 1644
Frances Lebel 8mm.	198	2493	2292	2101	1922	2484	2100	1765 1477
Carab. M1, Cal. Checo. Mod. 52 7.62 mm.	110	2560	2340	2147	1965	2579	2189	1843 1544
	174	2560	2365	2190	1988	2470	1995	1500 1261
	198	2650	2456	2294	2139	3031	2653	2314 2012
	198	2380				2300		
	170	2640	2260	1960	1700	2630	1930	1450 1090
	110	1970	1595	1300		948	622	413 290
	131	2420				1550		

ésta avanza en su trayectoria. (Ver Fotografía No. 1 (4).)

Con los métodos anteriores, se lograron identificar las ondas de condensación o expansivas, así como la velocidad del proyectil, el Dr. William E. de Muth, refiriéndose a la gravedad de las heridas de proyectiles nos enseña las siguientes teorías: (1)

TEORIA DE MOMENTUM:

Momentum - Masa por velocidad -

Hay fabricantes de armas que aducen que en el poder destructivo de un proyectil tienen igual importancia la masa que la velocidad y advocan por ello el uso de proyectiles de grueso calibre: armas que son para la caza de animales de piel gruesa: elefantes, rinocerontes, etc.. En general se usan balas de 250 gramos y velocidad inicial que no pasa de los 2,600 piés por segundo.

Se demuestra ello haciendo pasar un proyectil de pequeño calibre y otro de calibre mayor disparados con la misma velocidad, haciéndoles pasar a través de un bloque de gelatina que simula una gravedad específica semejante a la de un pulmón. Después de haber efectuado los disparos en las condiciones antes mencionadas, y a la misma distancia, al cortar los bloques de gelatina perpendicularmente al paso del proyectil se puede observar:

- a) En el proyectil de calibre pequeño y baja velocidad la cavitación producida por el paso del proyectil es proporcional a su calibre, las ondas de

condensación no son muy manifiestas y amplias, es decir, que los efectos laterales no son considerables. (Ver fotografía No. 2.)

b) Cuando un proyectil es de calibre mayor y es disparado a la misma velocidad, se verá al corte del bloque de la gelatina, perpendicular a su paso que la cavitación producida, es lógicamente mayor y proporcional al calibre. En esta caso las ondas de expansión son mayores y los efectos laterales por consiguiente con singular importancia (Ver fotografía No. 3).

#### TEORIA DE LA ENERGIA CINETICA:

$$\frac{MxV^2}{2g}$$

El efecto destructivo producido, depende en gran parte de la energía cinética producida por el proyectil: duplicando el peso del proyectil se duplica la energía, si a esto aumentamos el movimiento de rotación que el ánima de arma produce al proyectil, su velocidad aumenta aún más.

Actualmente no puede movilizarse a un soldado cuyo equipo pesa mucho, basándose en la segunda teoría, ahora se usan armas que los proyectiles pesan 150 gramos y viajan a velocidad inicial de 2,800 pies por segundo y tienen 200,000 revoluciones por minuto.

La energía cinética puede expresarse en los siguientes términos:

E.C.	$\frac{MxV^2}{2g}$	M- masa en libras V- velocidad en pies por segundo G- Aceleración de la gravedad en pies por segundo.
------	--------------------	---

#### BALOGRAFO DE ANGRES Y WOLFF

Indicar de Choque de Aire

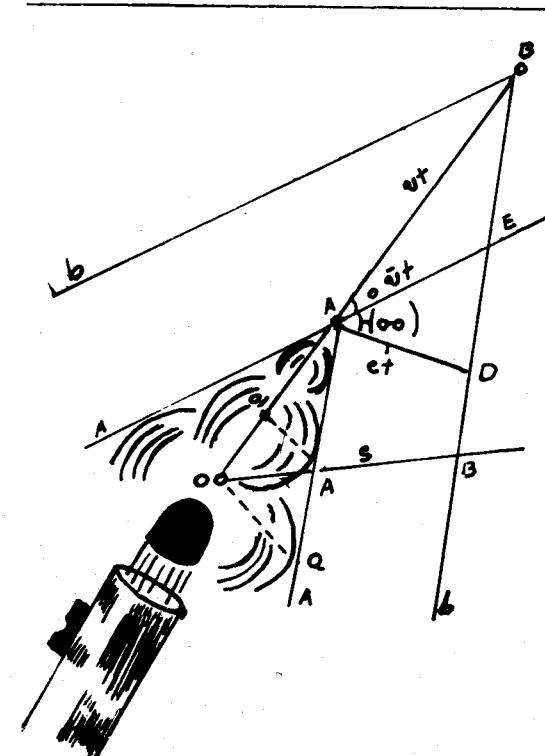


FOTO # 1. (4)



FOTO No. 2. (4)

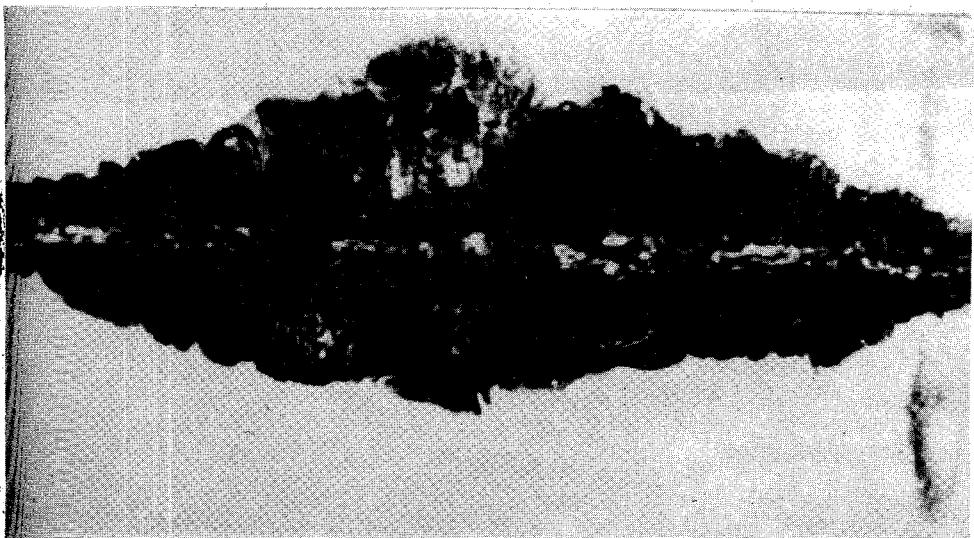


FOTO No. 3. (4)

El proceso de la herida es un impacto rápido localizado en los tejidos, durando menos de 0.01 de segundo, el proyectil imparte energía cinética a los tejidos.

La gran cantidad de E.C. del proyectil, más la E. impartida a los tejidos circunvecinos y el gran poder penetrante, por la rotación del mismo aumenta la creación de proyectiles secundarios en el tejido corporal.

Los tejidos son lesionados a partir del centro de la herida en forma radial, inicialmente ellos tienen una V. que es una apreciable fracción del proyectil primario. Esto crea una cavidad temporal o virtual, alrededor del sitio de la herida, el tamaño de la cual es determinada por dos fuerzas opuestas: la energía y el poder del proyectil (fuerza de disrupción) y las propiedades elásticas del tejido (fuerza retentiva). (3)

En general para un proyectil dado la alta velocidad y el tiempo de impacto determina el volumen de la cantidad temporal de la herida.

El volumen de la cavidad producida por un proyectil de alta velocidad, es usualmente mucho más grande que un proyectil simple, la secuencia de eventos que ocurre en la formación de esta cavidad es gráficamente demostrado por una serie de radiografías. En estas series el tejido animal ha sido reemplazado en una mezcla de 20% de gelatina en  $H_2O$ , esto cualitativamente algo parecido a los tejidos y tiene la ventaja de ser homogénea midiendo el cilindro de gelatina 12, 4x 12.0 el número de fracción de tiempo está dado en microsegundos (millonési-

simas de segundo) y T. de exposición es tomado después del disparo (ver Fotografía No. 4.).

La cantidad de tejido destruido por el proyectil es directamente proporcional a la cantidad de energía que puede transmitir a los tejidos. (4)

Si un proyectil penetra en el cuerpo y es retenido, se encuentra una herida de entrada pero no de salida, esto quiere decir que toda la energía fué gastada en producir la herida.

Si un proyectil perfora el cuerpo, esto quiere decir que tiene una herida de entrada y una de salida.

Así que la cantidad de energía, la cual es empleada en hacer la herida y aún queda una cantidad de energía menor que posee después de la salida, sin embargo es la cantidad de energía perdida por el proyectil en el cuerpo, la que determina el tamaño de la herida, más que la energía en el momento del impacto, cuando un proyectil se mueve a través de los tejidos, las estructuras que atraviesa ejerce resistencia la cual baja lentamente. El proyectil tiene la habilidad de sobreponer esta resistencia y mantener moviéndose, porque su energía es determinada por su masa; pequeños fragmentos pueden sin embargo tener una alta velocidad inicial, pero no tienen el poder de mantenerla y muy pronto la pierden cuando penetra a los tejidos, sin embargo la herida es potencialmente menor que un proyectil que posee una alta incercia. El cual está mejor capa-

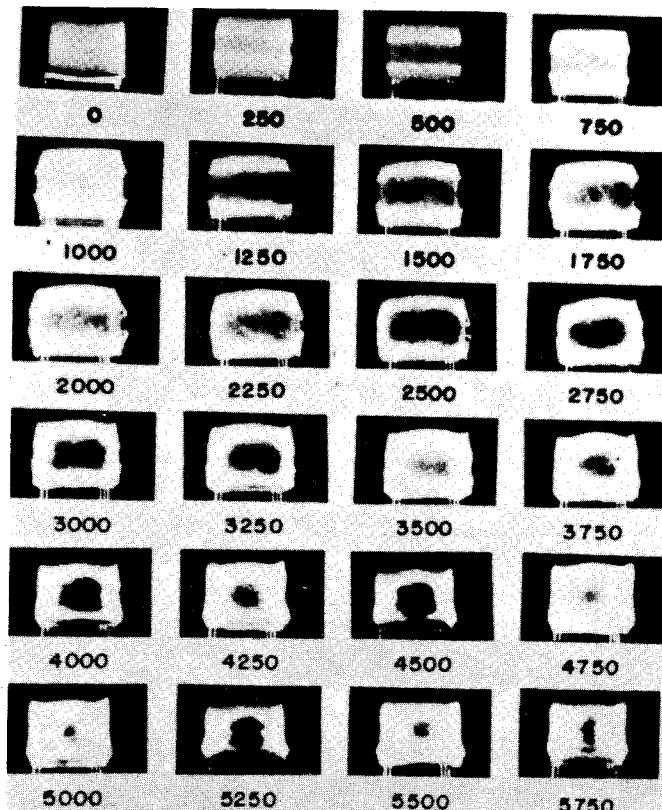


FOTO No. 4.-

Serie de exposiciones radiológicas en microsegundo, en modelo de gelatina, producida por proyectil calibre 30 mm. (1)

citada para mantener una velocidad y así producir daño a través de su recorrido por el tejido corporal; de dos fragmentos los cuales son idénticos en todos sus aspectos, excepto por su peso, el primero tendrá más capacidad para viajar más distancia, con más destrucción antes de que sea detenido, produciendo más daño al tejido corporal.

Un fenómeno interesante es la capacidad de energía de un proyectil -- impartida a los tejidos, depende del área de sección que está en contacto con el tejido, la punta de un proyectil viajando, en un área igual a su sección es más pequeña que el área de tejido en contacto con el cual el proyectil choca, este es el efecto de la capacidad instantánea del proyectil de transferir energía a través de más superficie y creará una cavidad más grande durante la posición en la cual viaja,riendo de un lado a otro. (Ver fotografía No. 5)

Adicionalmente a esto. El contacto se hace con mucho más tejido, -- por lo que es importante considerar el efecto del proyectil por su propia cohesividad mecánica. (3)

La fragmentación produce más heridas, consecutivo al mayor número - de fragmentos, lógicamente hacen contacto con más tejido, convierten una substancia corporal en proyectiles secundarios.

En los experimentos de gelatina (4), queda un espacio ocupado por -- aire de lado a lado en la trayectoria donde pasó el proyectil; por lo tanto depen-

de las propiedades elásticas del tejido, las diferencias entre un músculo firme y el tejido pulmonar esponjoso, es probablemente la más usualmente encontrada en el cuerpo.

En el pulmón, la cavidad temporal es más pequeña que en el músculo sólido, cuando una estructura sólida como un hueso, tiende más a romperse que a mostrar una cavidad de herida temporal; piel fascia y otras estructuras similares permiten el paso del proyectil, sin mostrar una gruesa disrupción, esto tiene considerable valor en la aparición del tracto de la herida. Anteriormente mencionábamos que actualmente las armas usan proyectiles que pesan 150 gramos y viajan a velocidad inicial de 2,800 pies por segundo; experimentalmente (4) se usó un arma con un proyectil de las características anteriores, disparando a través de un bloque de gelatina que estaba situado sobre una superficie de cuero, fijo en sus extremos, uno anterior y otro posterior, luego se colocaron cámaras fotográficas de alta precisión, lográndose tomar primero el proyectil antes de entrar en la gelatina, observándose el trozo de gelatina formando un cuadrado perfecto, la segunda fotografía evidenció deformidad tremenda transformando el cuadro en ovoide, se observó que la parte más estrecha, la constituyó el sitio de penetración, la parte media adquirió mayor espesor desplazándose hacia arriba y hacia abajo el diámetro supero-inferior, habiendo desplazado la superficie de cuero que la sostenía y expulsando fragmentos de gelatina el proyectil a su paso. Como el estudio es experimental, faltó la caja torácica que conten-

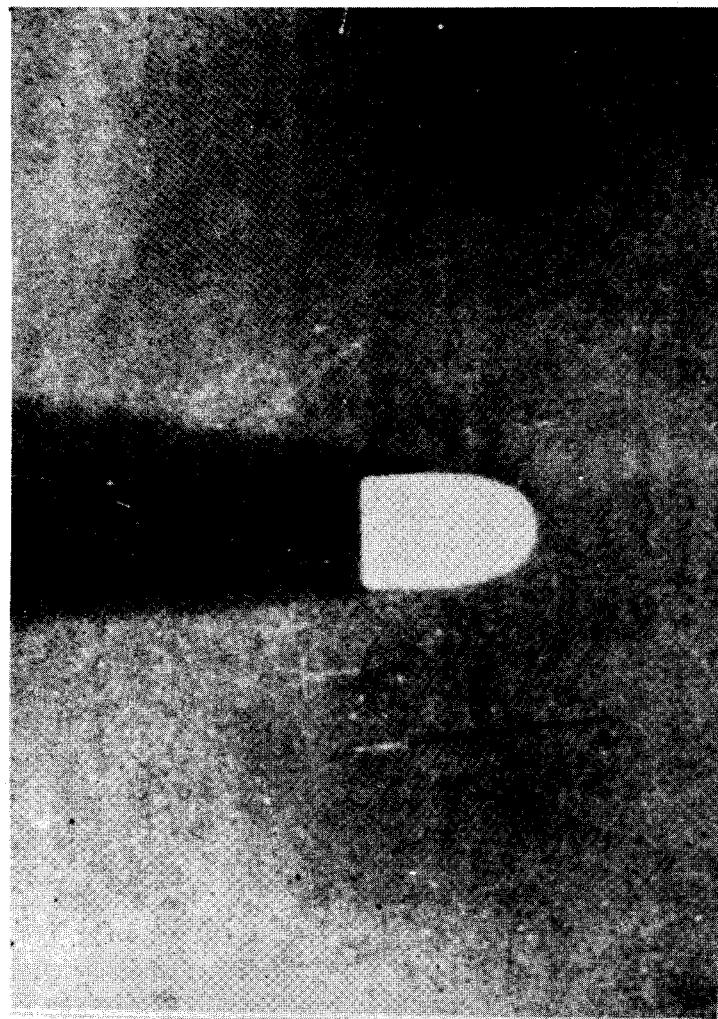


FOTO No. 5.-

Formación de cavidad temporal en un modelo de gelatina, con pistola calibre 45, en radiografía tomada en microsegundo. (7)

dría el pulmón evitándole que se deforme para adelante y para atrás como ocurre con la gelatina, pero al no poder desplazarse en estas direcciones, lo hará sobre - paredes que tengan menor fijesa que sería el mediastino y el diafragma especial- mente que se compara con el cuero que tenía la gelatina, esto será en todo caso el que sufre el mayor efecto de la onda expansiva por su constitución anatómica flácido y fácil de desplazar. (Ver fotografía No. 6)

TEORIA DEL PODER Y FUERZA: -Poder y fuerza= masa por velocidad<sup>3</sup> -

Este concepto vuelve a dar importancia primordial a la velocidad la - que: siguiendo la teoría de la energía cinética, dando pequeño incremento a la - velocidad, resulta en un enorme potencial para producir heridas. Se logró con- firmar lo anterior haciendo estudios en cadáveres (4) que sufrieron heridas graves y que les causaron la muerte, ocurridas éstas heridas en personal que fué herido - en circunstancias análogas como ocurre en los campos de batalla; se logró hacer una tabla en la que, por la gravedad específica del tejido herido, así era de se- vera la lesión, es decir, mientras más gravedad específica tenga un tejido, me- nos daño causa un proyectil de alta velocidad, y al contrario mientras más gra- vedad tenga más severa será la lesión.

### MATERIAL Y METODOS

El estudio fué planificado de la siguiente manera: de acuerdo con los pasos a seguir en el experimento, y con el fin de tener un trabajo práctico ordenado, dividimos el estudio en tres fases. Pre-disparo, Disparo y Estudios inmediato y Quirúrgicos:

**PRIMERA FASE**  
Pre-disparo:

Premedicación del Perro  
Electrocardiograma pre-disparo  
Estudio de transaminasas, inducción de anestesia y traslado al polígono de tiro.

**SEGUNDA FASE**  
**DISPARO**  
Estudios Inmed.

Disparo en condiciones especiales  
Estudio radiológico  
Electrocardiograma post-disparo  
Estudio de transaminasas

**TERCERA FASE**  
Quirúrgica.

Toracotomía  
Estudio de lesiones macroscópicas  
Estudio de lesiones microscópicas (biopsias)  
Cuidados post-operatorios

**PRIMERA FASE:**

a) Premedicación del perro: de acuerdo con le peso del animal se le premedicó 30 minutos antes de efectuar el experimento, usandose indistintivamente: Drioperiol, Atropina, Fentanyl.

b) Electrocardiograma pre-disparo: Una vez sedado el animal, es posible hacerle el primer estudio electrocargiográfico con dos objetos: el primero para tener la certeza de que no hay anomalías previas en el animal de experimentación y segundo lugar para tener listo el personal para el segundo estudio electrocardio

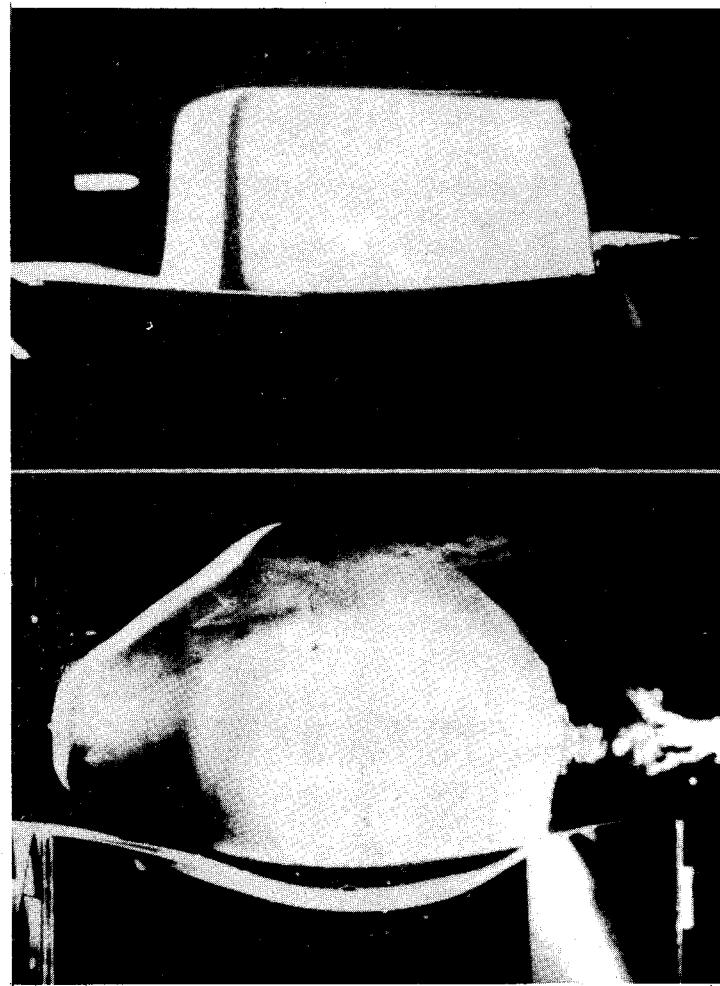


FOTO No. 6. (4).

TEJIDO:	GRAVEDAD ESPECIFICA:	SEVERIDAD DE HERIDA
Grasa:	0.8	Moderada
Hígado	1.01-1.02	Marcada
Piel	1.05	Marcada
Músculo	1.02-1.04	Marcada
Pulmón	0.4-0.5	Mínima
Hueso (Costilla)	1.11	Extrema

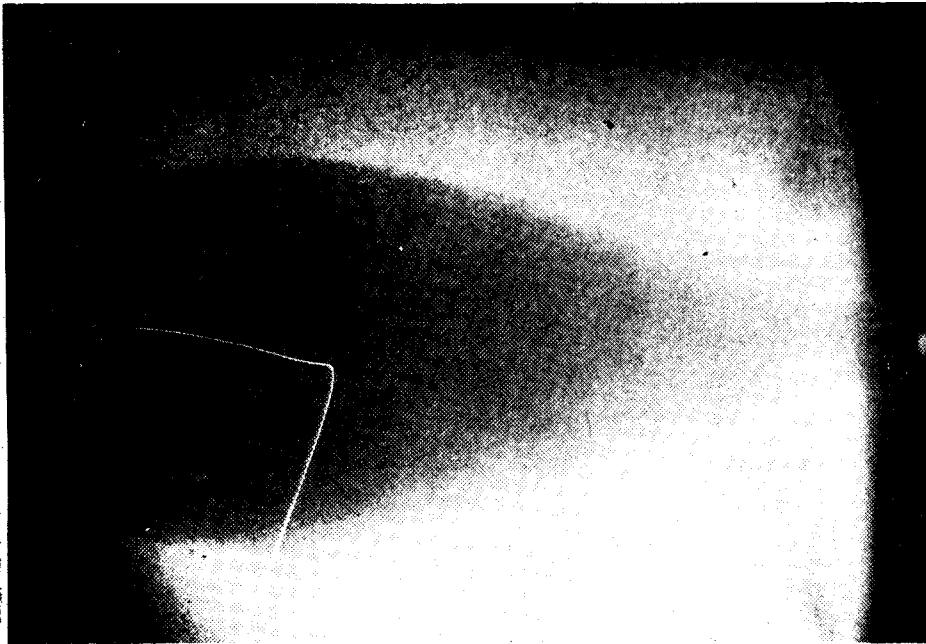


FOTO No. 7.

Radiografía tomada con exposición de un microsegundo que muestra la fase inicial en la producción de una cavidad temporal, en un modelo de gelatina, proyectil a 1620 pies por segundo. (1)

gráfico, que habrá de hacerse inmediatamente después del disparo.

c) Estudio de Transaminasas: Despues de lo anterior se procede a extraer sangre - del animal, muestra que nos servirá para tener un dato comparativo en variación de cantidad de transaminasas entre en pre- y post-disparo.

d) Inducción de Anestesia: se anestesia el perro de acuerdo con el cálculo efectuado por el anestesiólogo, lo que permite intubar al animal y asisténdole sus respiraciones se le traslada al polígono de tiro.

SEGUNDA FASE:

a) Es imprescindible su traslado al polígono de tiro adyacente al Hospital Militar por razones obvias. Ya aquí el animal se coloca en decúbito lateral derecho, desplazamos ligeramente hacia adelante el miembro superior izquierdo, vigilamos vena ventilación y estado de funcionamiento cardíaco, en este momento en donde se instruye al tirador referente al sitio de impacto y trayecto que deseamos recorra el proyectil, es nuestro deseo que el disparo no penetre el tórax, de ser posible, que recorra desde su sitio de entrada en el 5º espacio intercostal izquierdo a 4 traveses de dedo más o menos de la columna dorsal, un trayecto oblícuo de afuera adentro de atrás adelante ligeramente de abajo arriba, para salir paralelo - al borde external izquierdo, en un espacio intercostal más alto. Tenemos siempre la precaución de examinar cuidadosamente el terreno que recibirá el proyectil antes de herir el animal, para evitar accidentes por rebote o desintegración de la bala

la. Recibido el impacto, el animal se le vuelve a examinar, se le oxigena y si amerita más anestesia se le proporciona.

b) Estudio Radiológico: Llenados los requisitos anteriores se le traslada al departamento de radiología, donde se le toma una radiografía de torax y a continuación se le lleva al departamento de Cirugía Experimental.

c) Estudio Electrocardiográfico Post-disparo: Preparado el equipo, se procede inmediato a tomar un nuevo electrocardiograma, para tener un medio de comparación con el anterior.

d) Estudio de Transaminasas: Se toma una muestra de sangre para una nueva discriminación de transaminasas, en el período inmediato post-disparo.

#### TERCERA FASE, QUIRÚRGICA:

a) Toracotomía: Controlado el estado del animal se profundiza anestesia, se le proporciona líquidos intravenosos y se le procede a efectuar una toracotomía, - siguiendo la técnica de la supra costal remodificada, llevando una anotación - escrupulosa de los hallazgos que se encuentran en todos los planos, es decir: Pared torácica, pulmones, pericardio, corazón y en algunos casos hoja diafragmática. Tratamos de fotografiar las lesiones más características y aprovechamos para tomar biopsias de distintos órganos torácicos, las que se mandan al Departamento de Anatomía Patológica para su estudio.

b) Cuidados Post-operatorios: Los perros reciben atención post-operatoria, bajo la supervigilancia nuestra, en perreras destinadas con éste objeto, para efectuar

los estudios operatorios que estimamos necesarios. En aquellos casos en que los animales mueren antes o durante el experimento por cualquier circunstancia, se le procede a efectuar una autopsia con igual cuidado y escrupuloso, como el empleado en la toracotomía, llevándose a cabo los estudios que en casos operados efectuamos.

REPORTE DEL PERRO No. 1.

Fecha: 13-8-69

Nombre: Mysterious

Color: Café

Peso 33 libras

Dirujano: Dr. M. A. Peñalondo y J. L. Pozuelos V.

Anestesiólogo: A. Irungaray.

PROCEDIMIENTO: A las 13:30 horas se procedió a inducir anestesia con: Atropina 0.5 mgs. I. M. Droperiol 8cc (25 mgs. por cc) Thalomidal 3cc. 14 horas: se traslada el perro al polígono para efectuarle disparo con Carabina M1 Cal. 22, a un metro de distancia del torax, sobre el 5o. EII. 14:30 horas: Toma de Rayos X. se traslada el perro a sala de operaciones y se profundiza anestesia con: Buritato de Sodio 0.3 grs. Fentanyl 3 cc. Bonedictina 50 mgs., su respiración es controlada, se pasan soluciones I. V. y se hace nueva toma de Electrocardiograma.

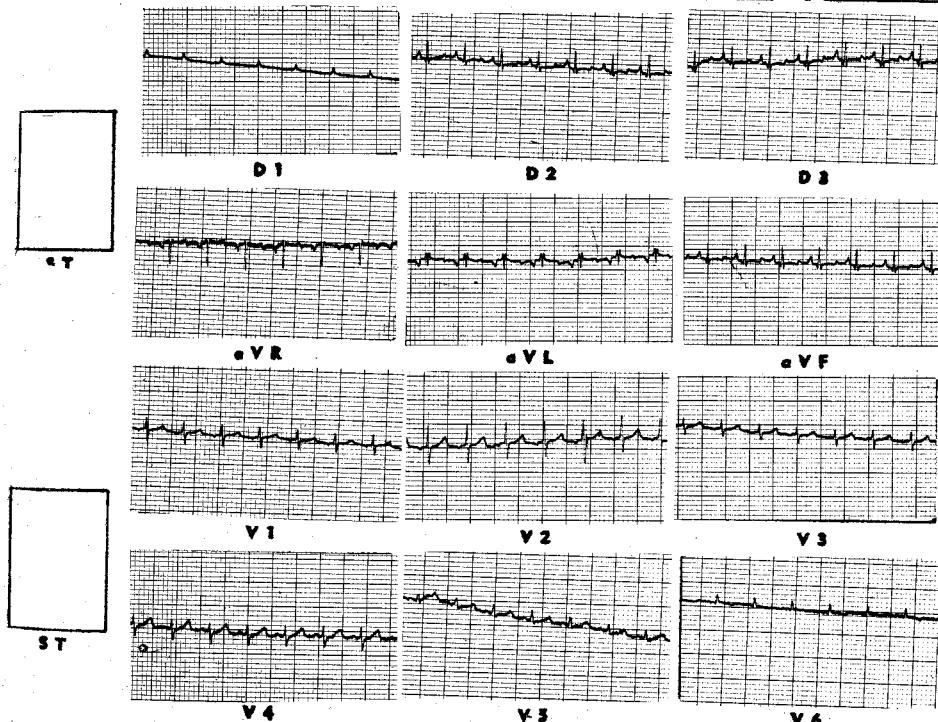
OPERACION:

Antisepsia y colocación de campos; incisión a la altura del 5o. EII - siguiendo la trayectoria de la bala; se explora habriendo torax, encontrando -- que la bala penetra en el 5o. EII a tres traveses de dedo de la columna dorsal - que interesa abdomen. Penetrando hacia abajo y adelante, hirió segmento basal

HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

Reg. Núm. PERRO N° 1 Trazo Núm. \_\_\_\_\_ Fecha 13 AGOSTO 69

Nombre EL MISTERIOSO Edad \_\_\_\_\_



Interpretación: ISQUEMIA MIOCARDIA POSTERO LATERAL.

*REGISTRO DE TRAZOS  
HOSPITAL MILITAR  
GUATEMALA*

eral del lóbulo inferior izquierdo, saliendo en el segmento basal anterior, perforó la cúpula diafragmática izquierda en su parte media y superior. Hirió por razones adu- la cara superior del lóbulo izquierdo del hígado, cruzó la línea media y volvió a perforar el ángulo costofrénico anterior derecho, habiendo salido fracturado el apendice Xifoides.

Contusión única: Herida por onda expansiva de vecindad en Lingula, se --  
muestra a patología.

ELECTROCARDIOGRAMA: Isquemia miocárdica postero lateral.

ANATOMIA PATOLOGICA:

Macroscópico: Fragmento de pulmón que mide 2,8 X 2,5 X 1,3 cms., superficie exterior congestionada, al corte: color rojizo de aspecto homogéneo.

Microscópico: Descubrimiento histológico: fragmento de pulmón con severa hemorragia intra alveolar, vasos dentro de límites normales.

DX: Hemorragia intra alveolar del pulmón (traumática).

DX RADIOLOGICO: Hemoneumotorax izquierdo moderado. (Ver Foto No. 8)

TRANSAMINASAS: Oxalacética: Pre-disparo 12 unidades, post-disparo 20 unidades.

COMENTARIO: El perro salió en buenas condiciones de sala de operaciones donde se le practicó toracotomía; a las 16:16 horas falleció por no haber sido asistido por anestesiólogo (Por emergencia presentada en el Hospital) el perro no estaba respirando solo aún hubo necesidad de dejarlo de oxigenar, todo el personal se tuvo -

que presentar a la emergencia.

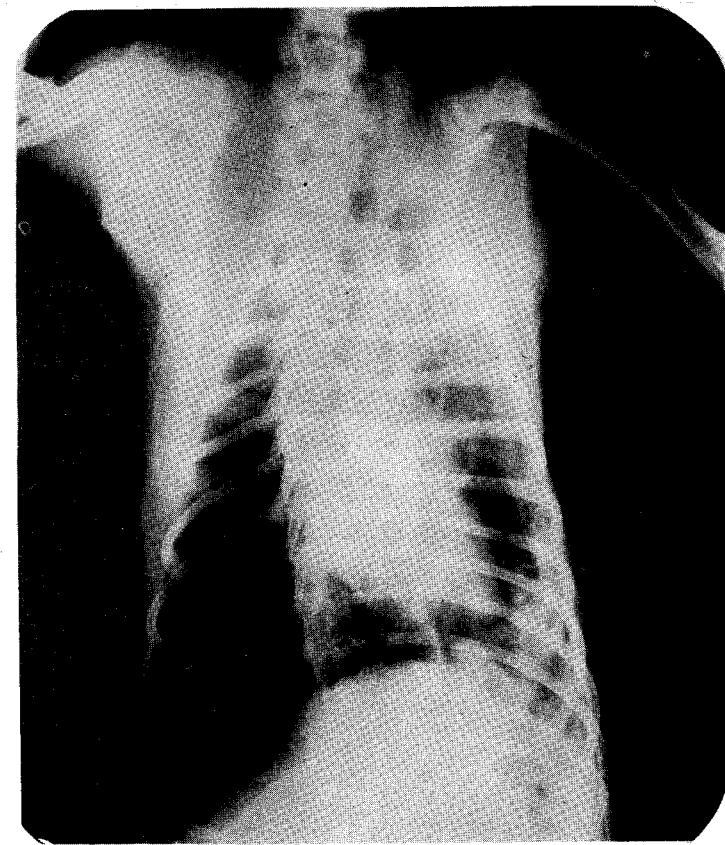


FOTO No. 8 - (4)

REPORTE DEL PERRO No. 2.

Fecha: 20-8-69

Nombre: El Rebelde

Color: Café y Blanco.

Peso: 32 Libras

Cirujano: Dr. M. A. Peñalondo F. J. L. Pozuelos V.

Anestesiólogo: A. Irungaray

**PROCEDIMIENTO:**

13.30 horas: Se induce anestesia con Atropina 0.5 mgs, Thalamonal 3 cc. 14 -  
horas se toma ECG. y de inmediato se traslada al poligo, durante el traslado del  
animal al poligo hace paro cardíaco, habiéndosele efectuado masaje cardíaco --  
externo y se oxigena, el animal se recupera. 14.15 horas: Se le efectúa disparo  
con carabina M1. Cal. 30 mm. habiendo sido trasladado a la sala de operacio--  
nes, por las malas condiciones del perro. Ya en ésta nuevamente hace paro car--  
díaco efectuándole masaje externo y oxigenación, pero ya no se recupera y mu--  
re.

15:20 horas: Se procede a efectuarle autopsia encontrando: Herida del proyectil  
de entrada en el 4º. EII a 8 traveses de dedo de la columna dorsal, habiéndole  
fracturado la 5a. costilla izquierda siguiendo dirección oblicua hacia adentro a--  
delante y hacia abajo, saliendo en el 6º. espacio región external. Al abrir la

herida se encuentra: Un setón en la lingula con lesión de onda expansiva en sus alrededores, así mismo en el segmento basal del lóbulo inferior. El pericardio se encuentra intácto, pero a travez de él se observa un infiltrado hemorrágico de la cara anterior del corazón, al haber el pericardio se nota la lesión de 6X2 cms. dejando en su parte media a la coronaria descendente anterior, que se encuentra intacta, hay pequeña área de desgarradura en el borde izquierdo paralelo a la coronaria.

ELECTROCARDIOGRAMA: Pre-disparo N1.

ANATOMIA PATOLOGICA: Macroscópico: el especimen consiste en un corazón de perro que pesa 220 grs. después de fijación externamente hay área de color pardo, en cara anterior, sobre 1/3 superior de coronaria anterior descendente, de 6X2 cms. que al corte abarca 2/3 del grosor del ventrículo izquierdo Resto de la viscera de aspecto N1. MICROSCOPICO: En el corte examinado no hay infarto. (Ver fotografía No. 9)

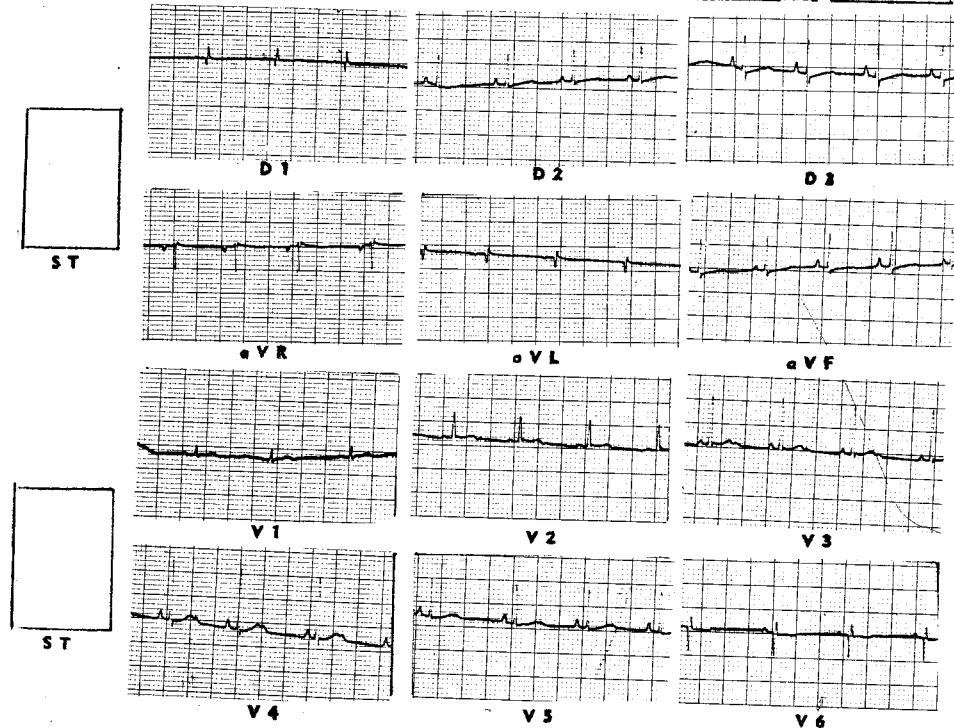
DIAGNOSTICO RADIOLOGICO: No fué posible hacer el estudio por la mala situación del perro.

TRANSAMINASAS: Oxalacética: Pre-disparo 12 unidades, Post-disparo 15 unidades.

COMENTARIO: El perro murió por sobre dosis de anestesia en el trayecto del polígono a Cirugía Experimental, además por las lesiones y falta de oxigenación intubada.

HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

Reg. Núm. PERRO #2 - Trazo Núm. \_\_\_\_\_ Fecha 20 AGOSTO 69 -  
Nombre REBELDE Edad \_\_\_\_\_



Interpretación. ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL.



FOTO No. 9.

Corazón: Hemorragia traumática post-disparo de 6 x 2 cms.

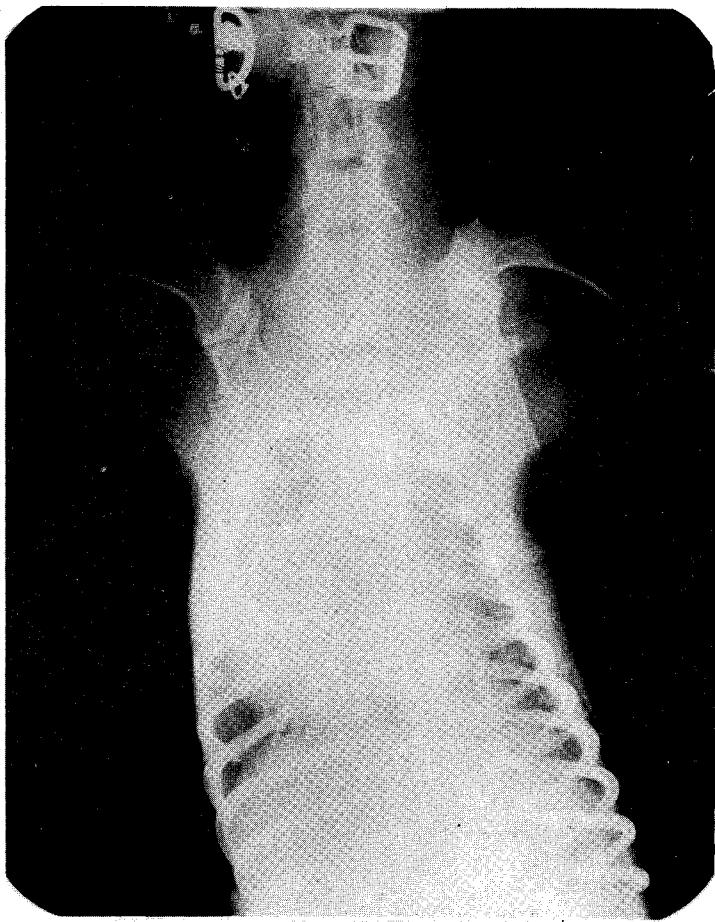


FOTO No. 10.-

Rx. Post Disparo Hemoneumotorax Izquierdo

REPORTE DEL PERRO No. 3.

Fecha: 3-9-69

Nombre: Dinámico

Color Blanco

Peso: 30 lbs.

Cirujano: Dr. M. A. Peñalonzo F. y J. L. Pozuelos V.

Anestesiólogo: A. Irungaray

PROCEDIMIENTO:

13.35: se induce anestesia con: Droperidol 8 cc, Thalamonal 3 cc. Atropina ---  
0.25 mgs. 14.00 horas: se toma ECG, muestra para transaminasa, se traslada al  
Polígono de tiro y se le dispara con fusil M1 Cal. 30mm. La bala entró sin pene  
trar torax, fracturando 1 costilla, entra en la piel a 4 traveses de dedo a la altu  
ra de la 7a. costilla, la que fractura en su parte media, sin penetrar sigue direc  
ción oblicua hacia abajo y adelante, haciendo un orificio de salida para-exter--  
nal izquierdo, más o menos 3 veces más grande que el de entrada.

TORACOTOMIA: Al abrir el torax se encuentra la pleura intacta lo que verifi  
ca no penetración del proyectil, al abrir el torax se confirma; en el segmento  
basal anterior hacia el lóbulo anterior hay una forma de equimosis de 5X3 cms.  
en la cara diafragmática del pulmón hay estallido, al igual que en la lingula --  
ruptura de la cara inferior de la misma. Hay una proyección contralateral del -  
pulmón, en el cual se ve lesión semejante a la ya descrita. Pericardio intacto, -

se habre paralelamente al frénico y se encuentra en la cara anterior de miocardio, zona equimótica en forma de raqueta cuyo mango es posterior y parte ancha al apex del corazón de 3X3 cms, se toma biopsia de pulmón, y se sutura el perro, saliendo bien a 17 horas de sala de operaciones.

ELECTROCARDIOGRAMA:

Pre-disparo: Trazo del balazo es normal.

Post-disparo: El trazo sugiere: isquemia miocárdica antero lateral.

ANATOMIA PATOLOGICA: Macroscópico: el especimen consiste en un fragmento de tejido pulmonar, que mide entre 0.5 y 2 cms. de diámetro, pleura lisa, - al corte aspecto congestionado.

Microscópico: No hay tejido pulmonar, se observa un coágulo sanguíneo en vías de organización.

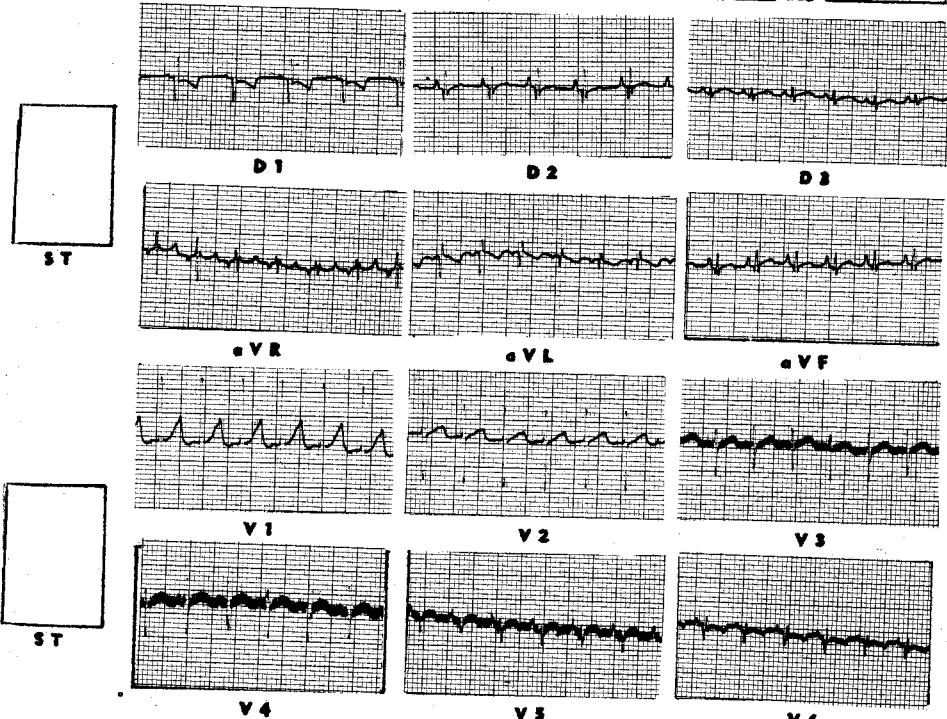
TRANSAMINASAS: Pre-disparo: 10 unidades. Post disparo 20 unidades  
OXALACETICA

EVOLUCION: 3.9.69 21 horas, el perro se encuentra deambulando se le pone -- 800.000 U de Penicilina Procaína, 1 ampolla de darrón.

4.9.69. 11 horas: Perro decaido, disneico en buenas condiciones, evolucionando satisfactoriamente, herida en buenas condiciones, camina aunque despacio, a pesar de que se le ponen sus alimentos el perro no los ingiere. Se le administra nueva dosis de Penicilina y una ampolla de darrón. 13 hrs.: Perro ingiere sus alimentos que consistieron en  $\frac{1}{2}$  libra de carne, arroz, tortillas, caldo y agua.

HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

Reg. Núm. PERRO #3.- Trazo Núm. \_\_\_\_\_ Fecha 3 de Sept. 69  
Nombre EL DINAMICO Edad ?



Interpretación... TRAZO DEMUESTRA UNA T NEGATIVA EN D1, V1, V2, V4, V5 Y V6. ESTE TRAZO SUGIERE ISQUEMIA MIOCARDICA ANTERO LATERAL.

*[Handwritten signature or mark over the interpretation text]*

HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

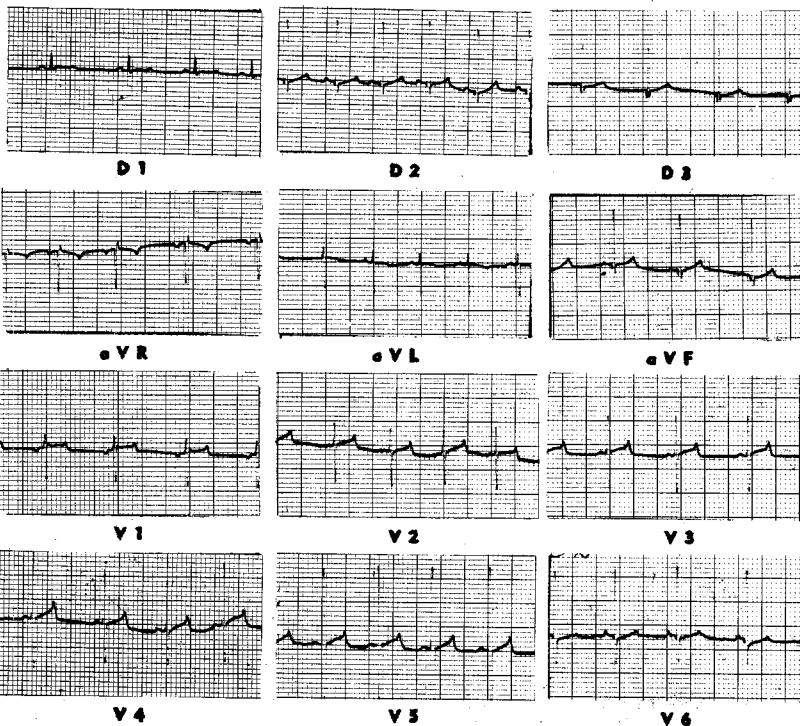
Reg. Núm. PERSO # 3.-

Trazo Núm. ....

Fecha 3 SEPT. 69.-

Nombre EL DINAMICO

Edad \_\_\_\_\_



Interpretación. EL TRAZO ANTES DEL BALAZO ES NORMAL.-



130

5-9-69. El perro amaneció más tranquilo, no disneico, irritable, en buenas -- condiciones; se le pone nueva dosis de penicilina. 11.50 horas, perro tranquilo, sin dolor, 40 respiraciones x', profundas simétricas, mantiene apetito, deambula y hay buena cicatrización evidente mejoría clínica, se sugiere la conveniencia de nuevo ECG. Rx. Transaminasas y dehidrogenasa láctica. 6.9.69. 8 horas el perro se pone muy irritable, muerde a dos enfermeros y se huyó, se captura nuevamente. 7.9.69: 8 horas el perro se encuentra en buenas condiciones, - muy irritable, lo que hace imposible efectuarle nuevas técnicas, se vuelve a esca par, deambulando en los alrededores del hospital. 17.9.69: se localiza nuevamente al animal, encontrándolo recuperado en su totalidad, no se logra examinarlo, continúa irritable.

REPORTE DE PERRO No. 4.

Fecha: 24-9-69

Nombre Palomo

Peso: 50 libras

Color: Pinto.

Cirujano: Dr. M. A. Peñalondo F. y J.L. Pozuelos V.

Anestesiólogo: A. Irungaray

PROCEDIMIENTO:

14 horas: se induce anestesia con Atropina 0.2 mgs. Droperidol 8cc. Thalamonal

4 cc Fentanil 3 cc. se le pasa solución Hartman. IV. 14.15 horas: toma de - ECG y muestra de sangre para transaminasas. 14.30 horas: se traslada el perro al polígono de tiro, donde se le hace disparo con fusil Mauser 7.92mm. TORACOTOMIAS: Se encuentra a nivel de 6a costilla a 4 traveses de dedo de la columna vertebral izquierda, herida oblicua hacia abajo y adelante, salió en el 4o. espacio intercostal anterior, encontrando que en pulmón entró proyectil en lingula segmento inferior y salió en el segmento anterior del lóbulo. Coronaria se encuentra: descendente anterior en 1/3 superior lesión de:  $1 \times \frac{1}{2}$  cms. a nivel del borde derecho.

DIAGNOSTICO RADIOLOGICO: No se logró tomar radiografías de torax por las malas condiciones del animal, por lo que se trasladó de inmediato de polígono a sala de operaciones.

ELECTROCARDIOGRAMA: Pre-disparo: N1. Post-disparo: El trazo sugiere isquemia miocárdica antero posterior, extra-sistoles auriculares.

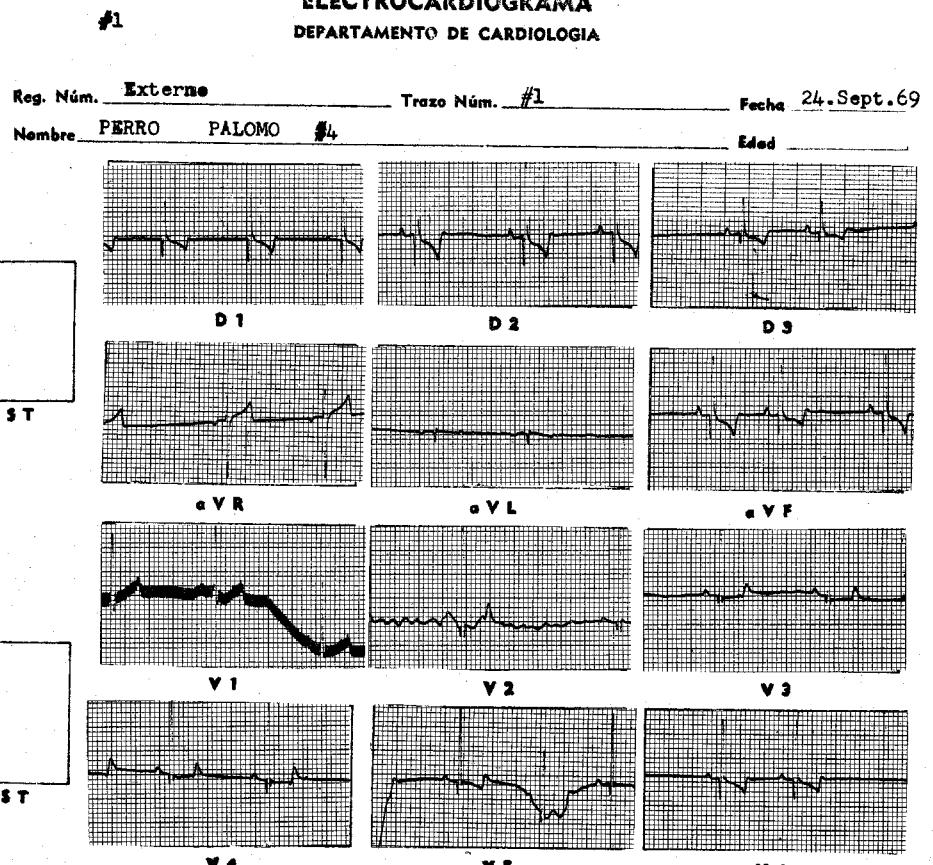
ANATOMIA PATOLOGICA: Macroscópicamente: El especímen consiste en un fragmento de corazón, que mide  $3 \times 2 \times 2.3$  cms. externamente normal, al corte coágulos en miocardio entre 0.2 y 0.3 cms. de diámetro, próximos a epicardio.

Microscópico: Miocardio y vasos normales.

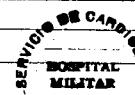
TRANSAMINASAS: Pre-disparo 15 unidades

COMENTARIO: El perro presentó post-disparo, paro respiratorio en sala de o--

HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA



Interpretación. TRAZO sugiere esquema miocárdica Antero posterior  
Extra-sistoles Auricular.-



operaciones, al iniciar anestesia.

REPORTE DEL PERRO No. 5.

Fecha: 4-X-69

Nombre: Petenero

Color Blanco

Peso: 40 libras

Cirujano: Dr. M. A. Peñalonzo y J.L. Pozuelos V.

Anestesiólogo: A. Irungaray.

PROCEDIMIENTO: A las 13.30 horas se induce anestesia con Fentanil 3cc., --

Atropina 0.25 mgs. 14:20 horas: se toma Electro cardiógrafo y muestra para transaminasas. De inmediato es trasladado el animal al polígono de tiro donde se le dispara con Sub-ametralladora 9mm. se traslada a Rayos X tomándole radiografía, luego pasa a Cirugía Experimental, donde nuevamente se le toma ECG y muestra para transaminasas. Se profundiza anestesia utilizando: Butirato 400----mgs, narcotal, 250 mgs. se inicia técnica operatoria con el perro intubado y -- con anestesia controlada con eter.

OPERACIÓN: El proyectil entró en el 4o. espacio intercostal izquierdo hacia a-- delante, habiendo herido la cuarta costilla, saliendo a dos traveses de dedo del esternón. En su trayecto intratorácico, hirió el segmento inferior de la lingula, hay hematoma en segmento basal. 15:45 horas, se abre el pericardio, vemos

que en la orejuela de la aurícula izquierda hay enrojecimiento anormal, por lo que se hace biopsia de orejuela de aurícula izquierda, se procede a cierre de toracotomía, cuando son las 16.45 horas.

ELECTROCARDIOGRAMA: Pre-disparo: Normal, Post-disparo: Normal.

ANATOMIA PATOLOGICA: Macroscópico: Pulmón herida de língula y segmento basal anterior, infiltrado hemorágico de orejuela. El espécimen No. 1, fragmento de orejuela auricular que mide 1.2x0.2 cms. externamente con restos sanguinolentos, al corte macroscopicamente normal. No. 2, fragmento de costilla de 1 cm. de longitud, no diagnosticable macroscópicamente.

Microscópico: Orejuela; hemorragia sub-epicondica focal.

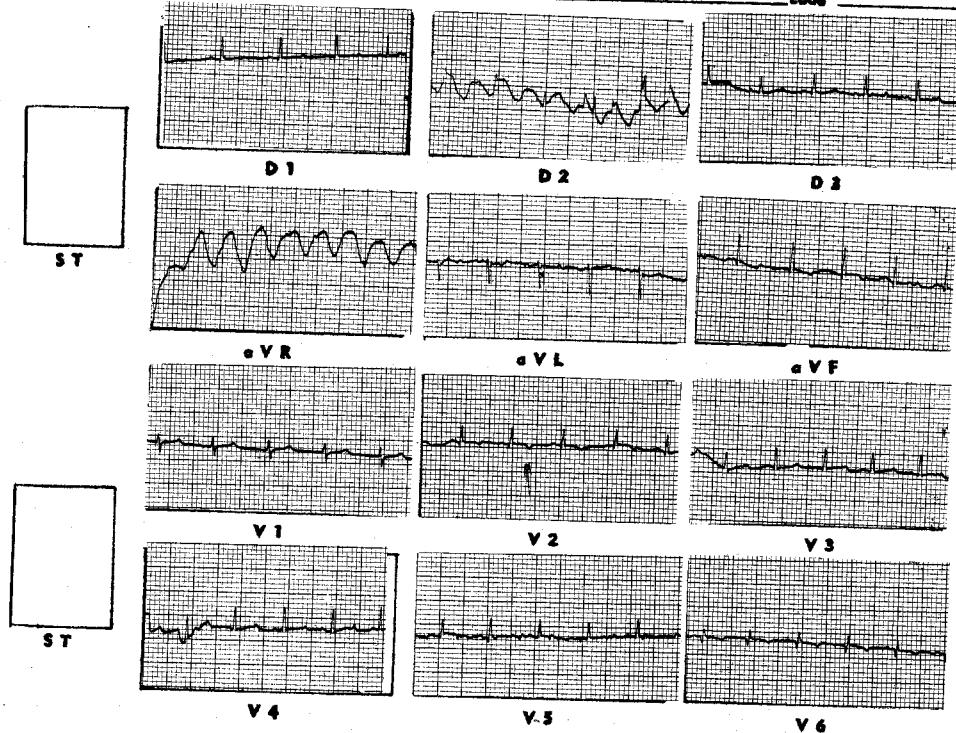
TRANSAMINASAS: Oxalacética: Pre-disparo 12 unidades, Post-disparo 20 unidades.

DIAGNOSTICO RADIOLOGICO: Hemotorax moderado izquierdo (Foto # 11)

EVOLUCION: El perro bajo observación constante sobrevive y evoluciona satisfactoriamente en los primeros 5 días post operatorios, administrándole Penicilina Procaina 800.000 Unidades IM. analgésicos, su ingesta alimenticia es buena, se deja en recuperación en perrera a los 12 días el perro se encuentra recuperado totalmente, no siendo posible tomarse nuevo estudio por fallas técnicas del electrocardiógrafo. El perro es soltado.

HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

Reg. Nám. #5 Trazo Núm. \_\_\_\_\_ Fecha 10. Oct. 69  
Nombre PETENERO Edad \_\_\_\_\_



Interpretación. TOMADO ANTES DEL DISPARO ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL.-

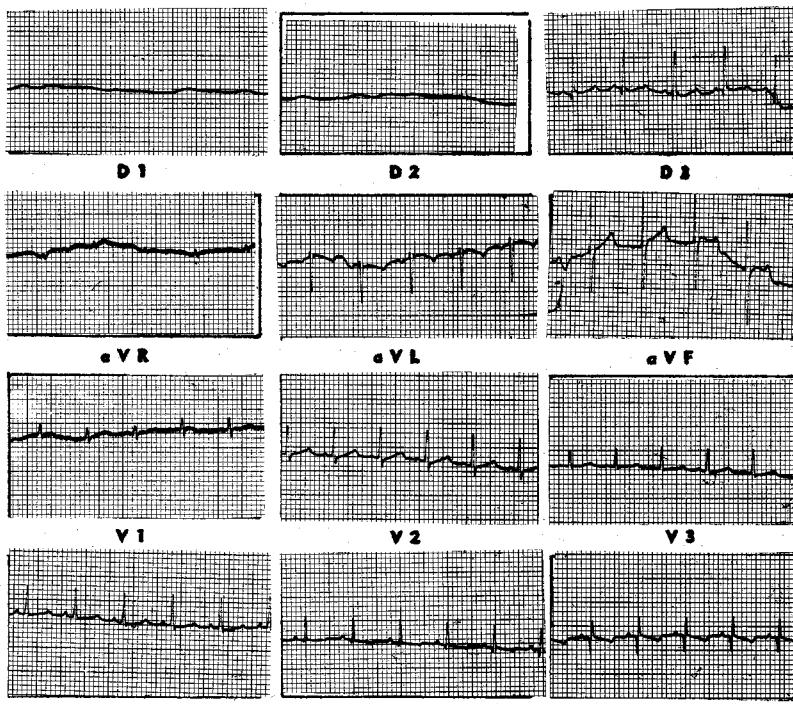
HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

Reg. Núm. #5 Trazo Núm. \_\_\_\_\_ Fecha 10.Oct.69

Nombre PETENERO Edad \_\_\_\_\_



ST



V4

V5

V6

Interpretación TOMADO DESPUES DEL DISPARO COMPARADO CON EL TRAZO ANTERIOR  
NO HAY CAMBIO.-

*[Handwritten signature]*

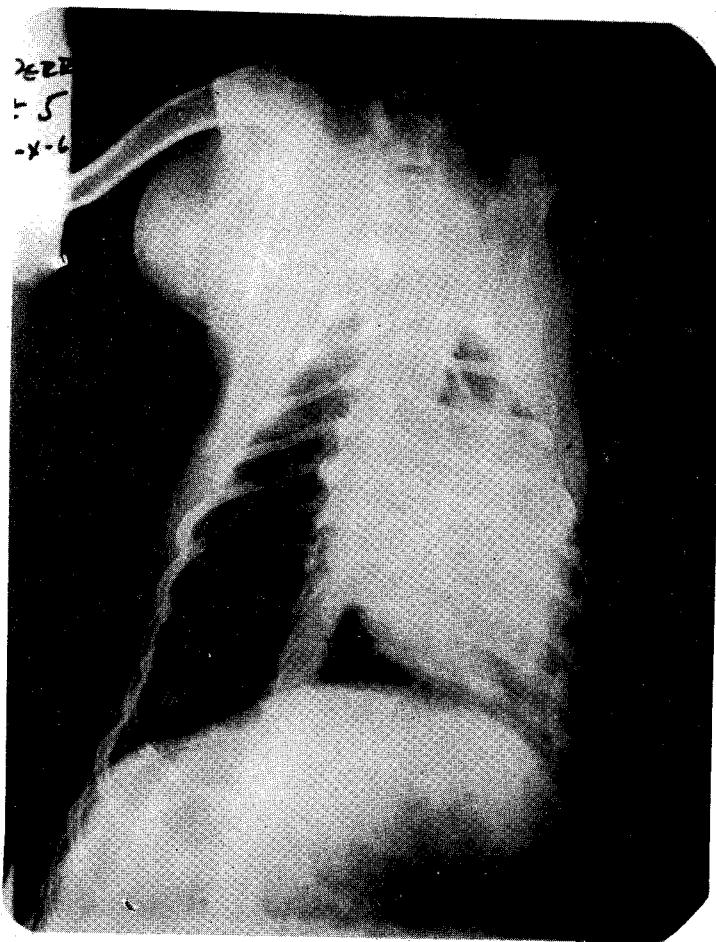


FOTO No. 11.

Rx Post-disparo. Hemotorax izquierdo  
Moderado.

REPORTE DEL PERRO No. 6.

Fecha: 22-X-69

Arma Empleada: Fusil Mauser Cal. 7.92 mm.

Nombre: Desdichado

Color: Café oscuro

Peso 28 Libras

Cirujano: Dr. Peñalonzo y Pozuelos.

Anestesista: Irungaray

PROCEDIMIENTO:

A las 13,30 horas de procedió a inducir la anestesia con Atropina 0.5mgs. IM. -

Droperidol 8cc. se procede de inmediato a tomar ECG. y muestra para estudio de transaminasas. A las 14 horas, se traslada el perro intubado al polígono de tiro - del hospital. 14.10, se coloca al perro en posición acostumbrada y se procede a efectuarle disparo a 20 cms. de distancia. Haciendo herida masiva de más o -- menos 20 cms. de diámetro, que expone visceras torácicas. El perro hace paro - Cardio-respiratorio y muere.

Se pasa de inmediato al departamento de cirugía experimental para efectuarle - autopsia.

ECG. Pre-disparo: Normal.

Rayos X: No se logró tomar.

Anatomía Patológica: Macroscópico: Corazón que pesa 20 gramos, presentando en la cara anterior 2 equimosis de 0.3 y 0.4 cms. de diámetro. Al corte las equimosis están localizadas en el epicardio, siendo el resto del organo normal.

Microscópico: Secciones de corazón muestran focos de necrosis coagulativas de las fibras miocárdicas; Reacciones inflamatorias agudas o crónicas no están presentes.

Dx. Corazón: Necrosis coagulativa focal.

Transaminasas: Se pierden pre-disparo, pre-disparo, post-disparo no se tomó.

Comentario: Perro no resintió la severidad de la herida producida por el proyectil, siendo esta muy grande.

#### REPORTE DEL PERRO No. 7.

Fecha: 23-I-70

Nombre: Cariñoso

Color Café.

Peso: 20 libras

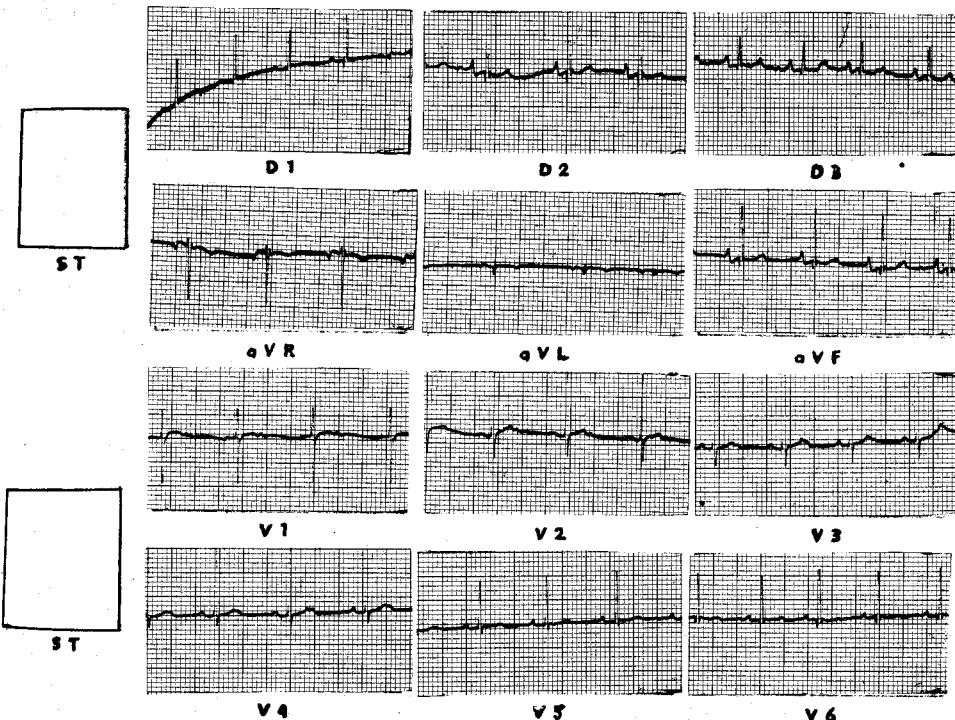
Cirujano: Dr. M. A. Peñalozzo F. y J.G. Villacorta C.

Anestesiólogo: A. Irungaray

PROCEDIMIENTO: A las 13:30 horas se indujo anestesia con: Atropina 0.5 mgs. I.M. Dehidrobenzoperidol 5 cc., y Thalamonal 2 cc. Se procedió a efectuarle electrocardiograma por captación de interferencia del aparato no fué posible obtener buen trazo. Se traslada al polígono de tiro. 14:00 horas: Se disparó al --

HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

Reg. Núm. #1  
Nombre DESDICHADO (PERRO) 6  
Trazo Núm. \_\_\_\_\_  
Fecha 22 oct. 69.  
Edad \_\_\_\_\_



Interpretación: ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL.

perro con sub-ametralladora MP-40 calibre 45 auto. a 15 cms. de la piel, orientándolo tangencialmente al torax del animal a la altura del 5o. EII, oblicuamente hacia 9a.-10a. costilla. Efectuando este se observó que: había sangramiento, haciendo para cardio-respiratorio en el trayecto al Departamento de Radiología.

PROCEDIMIENTO: Se procedió a efectuarle toractomía de urgencia, encontrando que el disparo penetró a la parrilla costal a la altura del 5o. EII, a 4 traveses de dedo de la columna dorsal, saliendo a la altura de la 9a. costilla a 2 traveses de dedo del borde esternal. Al abrir tórax se encuentra hemATOMA gigante que ocupa todo el tórax, no se encontró penetración del proyectil al parenquima pulmonar ni corazón, observándose: moteado equimótico siguiendo la trayectoria del proyectil de pléura, parenquima pulmonar y pericardio, en este último se observa rasgadura de 0.4 cms. se hizo diagnóstico de: Herida por arma de fuego, con lesiones contusas equimóticas del pulmón y miocardio, fractura de la 4a y 5a costilla izquierda sección de venas y arterias intercostales y ácigos.

ELECTROCARDIOGRAMA: Pre-disparo: No se logró efectuar. Post-disparo se -- logró efectuar.

TRANSAMINASAS: No se tomaron muestras.

DIAGNOSTICO RADIOLOGICO: No se tomaron estudios por las malas condiciones del animal.

ANATOMIA PATOLOGICA: Macroscópico: Fragmento de pulmón de 10x10x4 --- cms. muestra: equimosis, atelectasia, al corte: hemorragia pulmonar directamente

te relacionado con las zonas de equimosis. Corazón Pericardio: En la cara anterior del ventrículo izquierdo cerca del surco aurículo ventricular, hay zona irregular de equimosis que mide 2 cms. de diámetro, al corte se observa moteado pardo rojizo, que se extiende 0.3 cms. dentro del miocardio y en relación directa con el área equimótica descrita. Microscópico: Corazón: Hemorragia intersticial y subepicárdica del miocardio, necrosis de coagulación. Pulmón:

muestra edema y hemorragia severos.

EVOLUCION: El perro murió por hipovolemia aguda causada por la gran hemorragia intratorácica, sección de intercostales y ácigos, hemopneumotorax masivo.

#### REPORTE DEL PERRO No. 8.

Fecha: 15.I-70

Nombre : Hermoso:

Color: Blanco con Negro.

Peso: 50 Lbs.

Cirujano: Dr. M.A. Peñalonzo y G. Villacorta.

Anestesiólogo: No se presentó por causa de fuerza mayor.

PROCEDIMIENTO: A las 13:30 horas, empíricamente se procedió por enferme-  
ro a anestesiar al perro. con 0.5 mgs. de Atropina I.M. y Narcotal 1 ampolla  
I.V., ya anestesiado el perro se procedió a intubarlo, habiendo perdido tiempo  
en la intubación por desconocimiento y fallas técnicas de la máquina y equipo

#### REPORTE DEL PERRO No. 9

Fecha: 4-2-70

Peso 48 Lbs.

Nombre: Kimby

Cirujano: Dr. M. A. Peñalonzo

Anestesiólogo: A. Irungaray

#### PROCEDIMIENTO:

13:35 horas: se induce anestesia con 0.2 mgs. de Atropina y Droperidol. se procede de inmediato a tomarse ECG y muestra para transaminasas, 14 horas el perro anestesiado se traslada al polígono de tiro donde colocándole en la posición acostumbrada, se le hace disparo con pistola Cal. 45. inmediatamente el perro efectúa paro Cardio-respiratorio irreversible. 14.15 horas se traslada el perro al Departamento de Cirugía Experimental para efectuarle autopsia, encontrando que el disparo penetró en el 40. EII a 11 traveses de dedo de la columna dorsal, produciendo herida del lóbulo inferior izquierdo, borde de la língula, hirió el pericardio detrás del frénico; luego perforó el ventrículo izquierdo en 1/3 superior, con orificio de salida en el mismo ventrículo. Se extrae el corazón y se manda a patología. Luego se extraen ganglios mediastínicos para estudio que se está llevando a cabo en Facultad de Farmacia. Se cierra el animal muerto.

ELECTROCARDIOGRAMA: Pre-Disparo: Normal. Post-disparo: no se tomó.

DIAGNOSTICO RADIOLOGICO: No se tomó.

TRANSAMINASAS: No se tomó.

ANATOMIA PATOLOGICA: Macroscópico: Herida de 3 cms. de longitud en cara anterior de ventrículo izquierdo. Microscópico: Necrosis coagulativa y hemorragia intersticial.

EVOLUCION: Después del disparo hay paro Cardio-Respiratorio, por herida perforante del corazón por mal disparo.

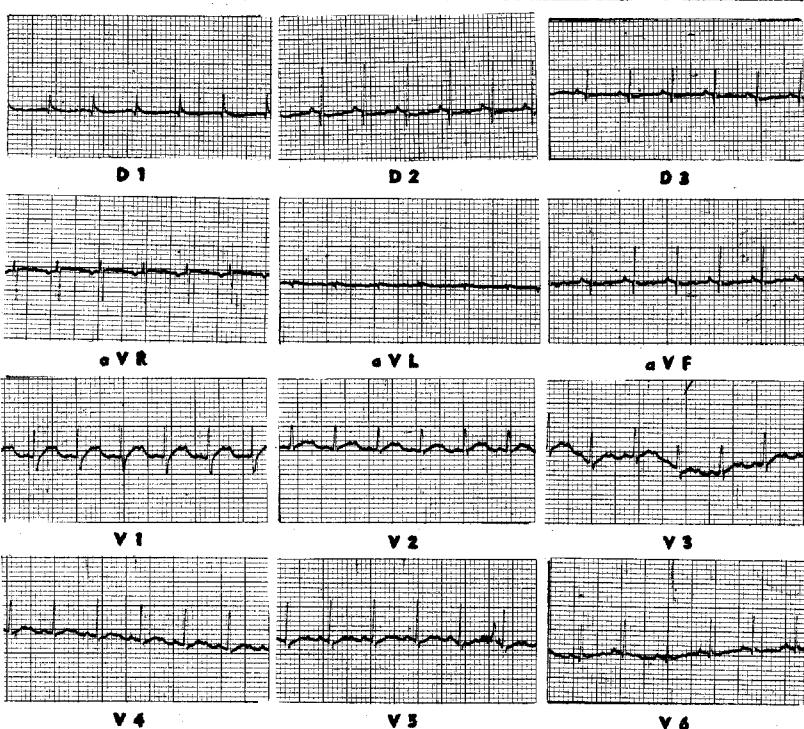
HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

Reg. Núm. PERRO "9" Trazo Núm. \_\_\_\_\_ Fecha 4 FEB. 70

Nombre KIMBY Edad \_\_\_\_\_



ST



Interpretación. ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL.-

*PB*

de anestesia, llegando el perro al paro cardio-respiratorio y no respondió al masaje cardíaco externo ni interno. Diagnósticándose muerte por falta de oxigenación.

Se procedió a efectuar autopsia, encontrándose los tejidos cianóticos, se envian muestras a patología para descartar enfermedad.

ELECTROCARDIOGRAMA: Pre-disparo. NL.

Transaminasas: no se tomó muestra.

DIAGNOSTICO RADIOLOGICO: No se tomó estudio

ANATOMIA PATOLOGICA: Macroscópico: Muestras de tejidos son normales.

Microscópico: Miocardio no muestra anormalidad de importancia.

EVOLUCION: La dificultad de intubar al perro al inducir anestesia, produce anoxia y paro cardio-respiratorio.

OBSERVACIONES: El animal de experimentación muere por fallas técnicas de anestesia.

PERRO No. 10.

Fecha: 18-II-70.

Nombre: Simbad

Peso: 27 libras

Color: Blanco y Negro

Cirujano: Dr. Peñalondo y Pazuelos.

Anestesista: Irungaray.

PROCEDIMIENTO:

A las 14:15 horas se procedió a inducir anestesia con: Atropina 0.5 mgs. IM, Droperidol 8cc. (25 mgs. por cc.), a las 14:00 horas, se canaliza vena con solución Hartman, se toma la primera muestra para transaminasas a las 14:30 horas se traslada el perro al proligono de tiro del Hospital, donde se le efectúa disparo colocándolo en la posición acostumbrada, con arma Fúsil M1. Cal. 30 mm. a 75 cms. de distancia. A las 14:35, horas el perro se traslada a Rx, asistido intubado con bolsa de Ambrú, tomándosele radiografías AP. y PA. a las 14.45 nuevamente se le toma ECG muestra de sangre para transaminasas. Profundizándosele anestesia con Butiraro de Sodio 0.3. Grs., Bonedictína 50 mgs. su respiración es controlada.

TORACOTOMIA: Antisepsia y colocación de campos. Siguiendo la trayectoria del proyectil, que no penetró el tórax, se encuentra que hay orificio de más o menoos 2 cms. de diámetro a 4 traveses de dedo de la columna vertebral, formando puente de piel en sedal con orificio de salida a tres travezess de dedo del borde external izquierdo, todo esto a la altura del 5o. espacio intercostal izquierdo, se abre tórax, siguiendo este espacio, y se encuentra: contusión de la lingula en ángulo de vértice interno y base periférica de 6x4 cms. Pericardio se encuentra intacto. La orejuela izquierda, se encuentra hemorrágica, motivo por el cual se hace biopsia, así mismo de lingula en su extremo distal, con jeringa se extrae puncionando el ventrículo izquierdo, muestra sanguínea para estudio de transami-

HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

18

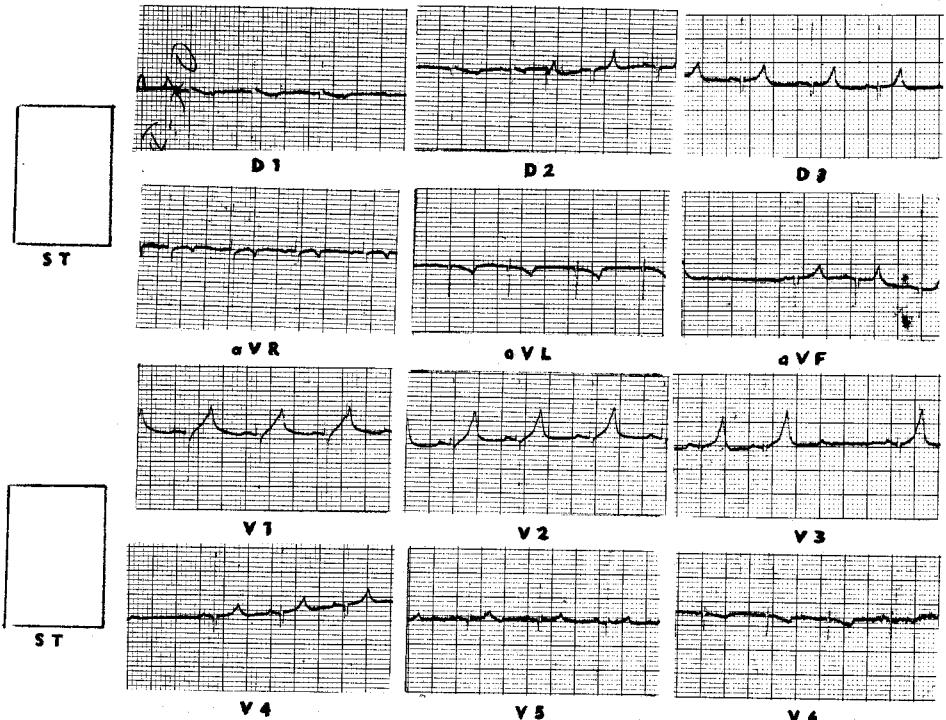
Reg. Núm. PERRO #10

Trazo Núm.

Fecha 18 FEB. 70

Nombre SIMBAB

Edad 27 Libras



Interpretación. EXTRASISTOLES AURICULARES.-

Segundo Electro.-

HOSPITAL MILITAR  
ELECTROCARDIOGRAMA  
DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGIA

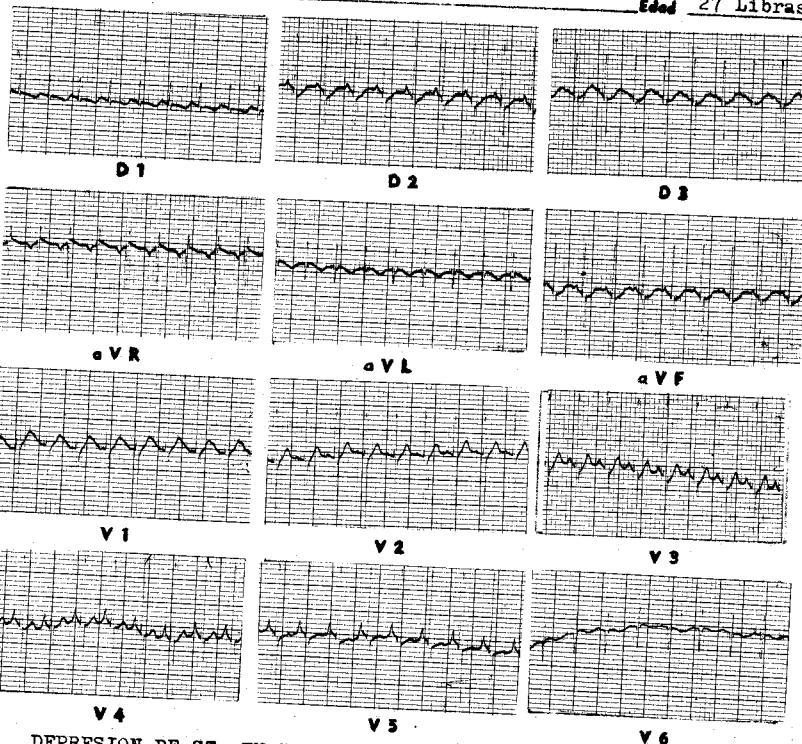
Reg. Núm. PERRO # 1D

Trazo Núm.

Fecha 18 FEB. 70

Nombre SIMBAB

Edad 27 Libras



Interpretación...  
DEPRESION DE ST EN D1 D2 V5 CON T NEGATIVA EN V6.-  
ISQUEMIA MIOCARDICA ANTERO LATERAL.-

masas, luego se procede a extraer 2 ganglios mediastínicos para estudio que se ejecuta en la Facultad de Farmacia.

on la técnica habitual se cierra al perro por planos.

ECG: Pre-disparo: Extrasistoles auriculares.

Post-disparo: Isquemia miocárdica antero lateral.

ANATOMIA PATOLOGICA: Macroscópico: Recibí y fijado en formalina el fragmento que consiste en orejuela macroscópicamente normal; fragmento de pulmón de 2x1 cms., pleura violácea, al corte aspecto hemorrágica. MICROSCOPICO: Secciones de orejuela revelan necrosis coagulativa de una que otra fibra muscular. Secciones de pulmón revela hemorragia intra alveolar e intersticial.

Dx: Orejuela Cardíaca: necrosis coagulativa focal.

Pulmón, Língula hemorragia.

el mismo día a las 22 horas se recupera el perro favorablemente, su respiración es preferentemente abdominal, se le pone Penicilina Procaína 800,000 Unidades M., y una ampolla de Darvón.

El día siguiente 20-II-70, el perro deambula, buena respiración, se inicia alimentación libre. Se continúa con medicamentos antes descritos. Día 21, segundo día post-operatorio, el perro es trasladado para su recuperación a perrera. No reporta cambio, herida operatoria, presenta 2 puntos infectados, se cura, su ingesta es buena. Día 22 Perro deambula, buena ingesta de sus alimentos; herida operatoria en mejores condiciones. se continúa medicamentos ordenados.

Día 23. Durante se procedía a curar y examinar al perro, este se fuga del Hospital, no siendo posible su captura. (Ver fotografías Nos: 12 y 13).

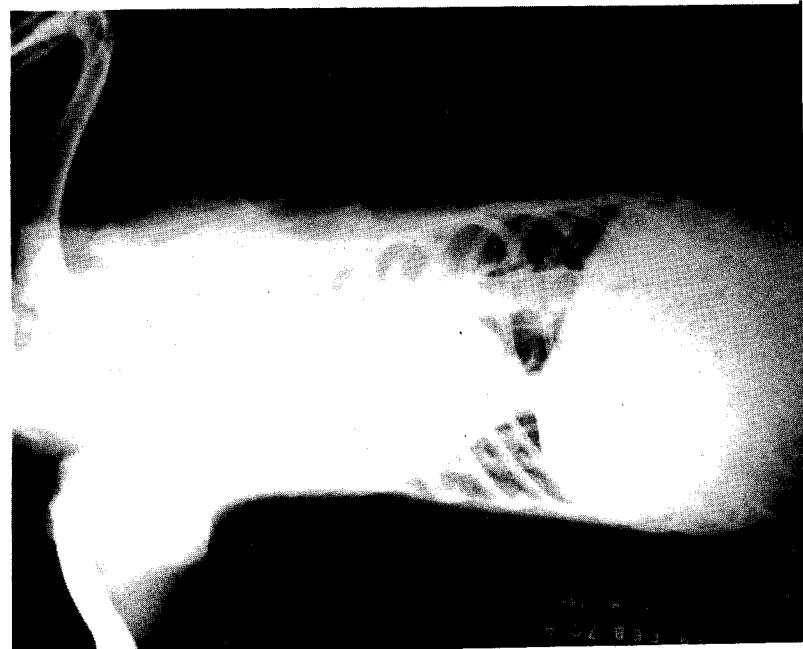


FOTO No. 13.

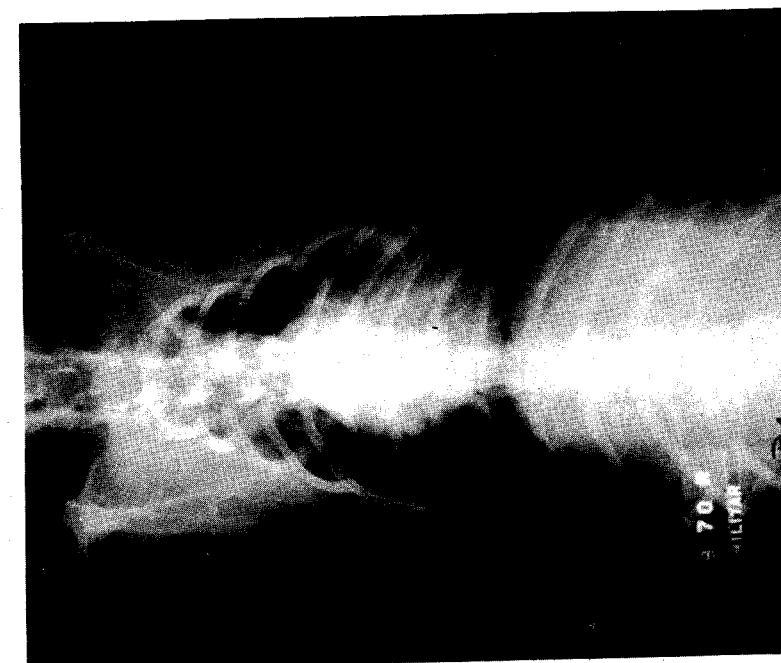


FOTO No. 12.

Post-Disparo RxP. A. y oblicua derecha  
Hemotorax izquierdo.

R E S U L T A D O S

Caso No. 1.

Arma: Carabina M1, calibre 22. Velocidad:

Electrocardiograma:

Pre-disparo: Normal

Post-disparo: Isquemia Miocardia postero lateral.

Rayos X:

Hemoneumotórax: Moderado

Transaminasas:

Oxalacética: Pre-disparo 12 unidades. Post-disparo 15 unidades.

Anatomía Patológica: Macroscópico: Severa hemorragia intraveolar traumática.

Microscópico: Hemorragia intraveolar traumática severa.

Herida:

De un metro de distancia;

Perforante toraco-abdominal penetrante

Evolución:

Perro murió por falta de oxigenación

Observaciones:

Perro murió por inasistencia en su post-anestesia

Caso No. 2.

Arma: Carabina M1, Cal. 30. Velocidad 1970 pies por segundo.

Electrocardiograma:

Pre-disparo: Normal

Post-disparo: no se logró.

-40-

**Rayos X:**

No se logró tomar radiografías.

**Transaminasas:**

Pre-disparo: Oxalacética: 12 unidades. Post-disparo: 15 unidades.

**Anatomía Patológica:** Macroscópico: Lesión en lingula y lóbulo inferior, -- pericardio íntegro, infiltrado hemorrágico de cara anterior del corazón de 6x2 cms.

Microscópico: Infiltrado de cara anterior del corazón de 6x2 cms. que abarca 2/3 del grosor del ventrículo.

**Herida:**

Herida perforante izquierda

**Evolución:**

Paro cardíaco pre-disparo y post-disparo, muere por sobre dosis de anestesia.

**Observaciones:**

Perro muere por sobre dosis de anestesia.

CASO No. 3.

Arma: Carabina M1, calibre 30. Velocidad 1970 pies por segundo.

**Electrocardiograma:**

Pre-disparo: Normal

Post-disparo: Isquemia miocárdica antero lateral

Rayos X: No hay evidencia de penetrabilidad.

**Transaminasas:**

Oxalacética: Pre-disparo 10 unidades

Post-disparo 20 unidades.

**Anatomía Patológica:**

Macroscópico: Pleura intacta, área equimótica en segmento basal anterior, estallido de lingula con igual lesión contra lateral. Corazón equimosis de cara anterior.

Microscópico: No hay tejido pulmonar. Coágulos en formación.

**Herida:**

Herida ensedal no penetrantes del torax.

**Evolución:**

Sobrevive y evoluciona satisfactoriamente.

**Observaciones:**

Perro huyó de la perrera ya recuperado.

CASO No. 4.

Arma: Fusil Mauser 7.92 velocidad: 2650 pies por segundo.

**Electrocardiograma:**

Pre-disparo: Normal

Post-disparo: Isquemia miocardíca antero-posterior, extra sistóles auriculares.

**Rayos X:**

No se logró hacer

**Transaminasas:**

Oxalacética pre-disparo: 15 Unidades.

**Anatomía Patológica:**

Macroscópico: Lesión de lingula pulmonar y lóbulo inferior izquierdo. Corazón presenta lesión en 1/3 superior de coronaria descendente anterior de 1x1.5 entre ésta y el borde derecho del corazón.

Microscópico: Coágulos en miocardio próximos a epicardio de 0.2 a 0.3 -- cms. de diámetro.

**Herida:**

Herida penetrante y perforante

**Evolución:**

Paro Cardio-respiratorio

**Observaciones:**

Perro murió por inasistencia respiratoria en el Polígono de tiro.

CASO No. 5.

Arma: Sub-Ametralladora Schmeiser 9mm.

Electrocardiograma:

Pre-disparo: Normal

Post-disparo: Normal

Rayos X:

Hemotorax moderado izquierdo

Transaminasas:

Oxalacética: pre-disparo 12 unidades. Post-disparo: 20 unidades.

Anatomía Patológica: Macroscópico:

Pulmón: Herida de língula y segmento basal anterior, infiltrado hemorrágico de orejuela.

Microscópico: Hemorragia sub-epicardica focal.

Herida:

Penetrante y perforante del torax

Evolución:

Sobre vive y evoluciona satisfactoriamente.

Observaciones:

Perro se recupera totalmente es soltado no se tomó ECG al recuperarse, - por fallas técnicas de electrocardiógrafo.

CASO No. 6.

Arma: fusil M1 Cal. 30 mm. Velocidad 2700 pies por segundo.

Electrocardiograma:

Pre-disparo Normal

Post-disparo: no se tomó

Rayos X:

No se tomó.

Transaminasas:

No se tomó muestra.

Anatomía Patológica:

Macroscópico: Herida destruye pared torácica, exponiendo visceras. Corazón con equimosis en cara anterior.

Microscópico: Corazón, Necrosis coagulativa focal de fibra miocárdica aguda.

Herida:

Herida masiva de 20 cms. de diámetro de pared toracica izquierda.

Evolución:

Paro cardio-respiratorio por herida masiva.

Observaciones:

Perro no resiste disparo.

CASO No. 7.

Arma: Sub-ametralladora MP-40, calibre 45. velocidad:

Electrocardiograma:

Pre-disparo: No se logró efectuar por interferencia del aparato

Post-disparo: no se hizo.

Rayos X:

No se hizo por las condiciones del animal.

Transaminasas:

No se efectuaron en el pre- ni post-disparo.

Anatomía Patológica:

Macroscópico: Hemotorax masivo, rasgadura de pericardio lesión contusa de pulmón y miocardio evidentes.

Microscópicos: Pulmón, edema y hemorragia severos. Corazón hemorragia intersticial sub-epicardica y necrosis de coagulación.

Herida:

Penetrante y perforante izquierda del torax

Evolución:

Perro muere en el trayecto del polígono a Rayos X.

Observaciones:

Perro muere por hemorragia masiva de vasos, ruptura de ácigos.

CASO No. 8.

Arma:

Electrocardiograma:

Rayos X:

Transaminasas:

Anatomía Patológica:

Herida:

Evolución: Dificultad en intubar el perro al inducir anestesia produce anóxia y paro cardio-respiratorio.

Observaciones: Muere por fallas técnicas de anestesia.

CASO No. 9.

Arma: Pistola calibre 45. Velocidad:

Electrocardiograma:

Pre-disparo: Normal

Post-disparo: no se tomó

Rayos X: No se tomó

Transaminasas: no se tomó

Anatomía patológica:

Macroscópico: Herida de 3 cms. de longitud en cara anterior de ventrículo izquierdo.

Microscópico: Necrosis Coagulativa y hemorragia intersticial.

Herida: Penetrante y perforante de tórax.

Evolución: Despues del disparo hay paro cardio-respiratorio.

Observaciones: Herida perforante del corazón por mal disparo.

CASO No. 10.

Arma: Fusil M1 Calibre 30. Velocidad: 2700 pies por segundo

Electrocardiograma:

Pre-disparo: Extrasístoles auriculares.

Post-disparo: Isquemia miocárdica antero lateral.

Rayos:

No hay evidencia de penetrabilidad, lesión de neuminitis traumática.

Transaminasas:

Oxalacética:

Pre-disparo: 15 unidades

Post-disparo: 15 unidades

Pirúvica:

Pre-disparo: 18 unidades

Post-disparo: 22 unidades

Anatomía Patológica:

Macroscópica: Pulmón contusión de lingula de 6x4 cms, Pericardio intacto, Corazón: orejuela izquierda con infiltrado hemorrágico.

Microscópico: Orejuela: Necrosis coagulativa focal. Pulmón lingula hemorrágica.

Herida:

Disparo a 75 cms. herida en sedal izquierdo sin penetración del torax.

Evolución:

Sobrevive después de biopsia de orejuela y lingula.

Observaciones: Perro recuperado, se fugó del Hospital.

### CONCLUSIONES.

1. - El perro es la animal ideal por su configuración anatómica torácica, para lograr el recorrido del proyectil, con el objeto de estudiar lesiones de vecindad y a distancia en el torax, sin hacer lesiones perforantes.
2. - Es importante como lo recalcamos en el trabajo, tener las facilidades, -- (polígono de tiro) y llenar los requerimientos de seguridad de los experimentadores, para evitar accidentes indeseables, especialmente en este tipo de experimentación.
3. - El elevado porcentaje de muerte de nuestros animales de experimentación, refleja lo difícil que es sistematizar estos procedimientos, tener el equipo adecuado, el personal y el tiempo necesario para llevarlos a cabo. No es de ninguna manera desalentador sino estimulante el llevar a cabo experimentación aún en estas circunstancias, cuando hay el deseo para ello.
4. - En nuestro estudio experimental demostramos que disparos efectuados con proyectiles de alta velocidad, sin herir directamente el corazón, causaron lesiones en el miocardio visibles macroscópicamente en la toracotomía o estudio en autopsia. Sólo el disparo con proyectil de baja velocidad subametralladora Schmeisser 9 mm. no hizo lesión cardíaca.
5. - Las lesiones por onda expansiva del miocardio se tradujeron inmediatamente por trazos electrocardiográficos que mostraron isquemias del corazón aún en casos en que macroscópicamente no pudimos ver lesión miocárdica co-

mo lo ocurrido en el perro número 1.

6. - Microscópicamente las lesiones se manifiestan como infiltrados hemorrágicos del miocardio próximos a epicardio, hemorragia sub-epicondica focal necrosis coagulativa y hemorragia intersticial y necrosis coagulativa focal, lo que demuestra una vez más que las ondas expansivas producidas por proyectiles de alta velocidad causaron lesiones a distancia y de vecindad de órganos no directamente afectados por el disparo.
7. - El estudio de Transaminasas es igualmente de importancia no determinante por de pronto, salvo ulteriores estudios, encontramos que en los perros se pudo establecer un aumento del índice de las mismas de inmediato, especialmente de la transaminasa oxalacética.
- Por lo tanto en el ser humano:
8. - Es importante en todo herido por arma de fuego obtener hasta donde sea posible, la distancia del disparo, el arma que la produjo, el proyectil empleado, el ángulo de incidencia, la penetrabilidad o no penetración y no concretarse al estudio y tratamiento únicamente de las heridas producidas, sino recordar que las Ondas expansivas pueden causar lesiones de vecindad o a distancia, tan o más graves que las producidas por el impacto directo.
9. - Todo médico de emergencia y en especial el Médico Militar, debe tener un concepto claro de balística, actualizado con estudios de onda expansiva

como los demostrados en el presente trabajo, para poder tratar adecuada-  
mente a sus pacientes heridos por proyectiles de arma de fuego.

10- Las heridas por armas de fuego, constituyen una variedad tan extensa que  
ameritan una reclasificación para su mejor estudio Médico Legal.

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

1. - De Muth Jr. Willian: Bullet velocity and desigras determinants of --  
wounding capability; an experimental study. Journal of --  
Trauma: March 6: 222-232. 1966.
2. - Harkins, Henry N. et al. Principios y práctica de cirugía. 2a. ed.  
México, Editorial Interamericana, 1965. pp. 397-398.
3. - Milward W. Bayliss and Colonel. M. C. Symposium on surgery in -  
actue trauma. Letterman Army Hospital. n. d.<sup>1</sup> pp. 3-7,  
(Mimeógrafo)
4. - Peñalozzo Fumagalli, Marco Antonio. Lesiones de torax por ex---  
pansión de onda a distancia. Trabajo presentado en el Con  
greso Nacional de Medicina. Guatemala Nov. 1968. (sin --  
publicar).
5. - Peñalozzo Fumagalli, Marco Antonio y Pozuelos Villavicencio, Julio  
Luis. Informe preliminar del estudio de onda expansiva en  
heridas de proyectiles en el torax. Trabajo experimental -  
en perros. Trabajo presentado en el Congreso Nacional de -  
Medicina. Guatemala, Nov. 1969. (Sin publicar)
6. - Soubiran, André y Jean de Kearney. El diario de la medicina. Bar  
celona, Luis de Caralt. Octubre de 1963. p. 117.
7. - Ziperman Co. H. Haskell. The Management of soft tissue missile -  
wound in war an peace. Journal of Trauma 1: 381-367. ---  
1961.

Vo. Bo.

  
Sra. Ruth Ramírez de Amaya  
Bibliotecaria.

<sup>1</sup> = Sin fecha.

JULIO LUIS POZUELOS VILLAVICENCIO

DR. MARCO ANTONIO PEÑALONZO  
Asesor.

DR. RODOLFO McDONALD KANTER  
Revisor

DR. JOSE QUIÑONEZ AMADO  
Director de Fase III.  
(Interino)

DR. CARLOS ALBERTO BERNHARD  
Secretario.

Vo. Bo.

DR. CESAR AUGUSTO VARGAS  
Decano.