

Concentración de Pólvora para Determinar la Distancia de un Disparo de Arma de Fuego

ROSA CARRERA¹, JOSÉ RAEZ², MARCO VILLACORTA², ANDRÉS CHAVIERI³ y JUDITH MAGUIÑA¹.

¹Instituto de Medicina Legal, Ministerio Público. ²Departamento Académico de Patología, UNMSM.

³Departamento de Ingeniería Forense, División de Criminalística de la PNP

RESUMEN

OBJETIVO: Ensayar un método de diagnóstico adecuado con la medición de la concentración de partículas de pólvora incrustadas en los tejidos periféricos al orificio de entrada (OE) para precisar la probable distancia de disparo. **METODOLOGÍA:** Usando un revólver calibre 38 con munición FAME se realizó cinco series de disparos contra fragmentos de piel de cerdo con cobertura de tela desde distancias conocidas, verificándose la presencia del tatuaje sobre la piel y la tela. Las muestras fueron microfotografiadas para cuantificar los gránulos de pólvora presentes sobre la piel. **RESULTADOS:** Para todas las distancias de disparo se establece un espacio claro periférico al OE, un inicio del tatuaje, una extensión del tatuaje y un final del tatuaje o zona clara posttatuaje, variando esta relación de modo directamente proporcional a la distancia del disparo e inversamente a la concentración de restos de pólvora. **CONCLUSIÓN:** Puede determinarse con mayor precisión la distancia aproximada de disparo, en un rango de 30 a 100 cm, midiendo la concentración de partículas de pólvora incrustadas en la superficie cutánea por medio del método de microfotografía estereoscópica. Se propone el término "Tatuaje en Escarapela" para referirse a este tipo de distribución.

Palabras claves: Medicina Legal; Heridas por Arma de Fuego; Heridas Perforantes.

DETERMINATION OF FIRING DISTANCE BY GUNPOWDER RESIDUE CONCENTRATION ANALYSIS

SUMMARY

OBJECTIVE: To assess an appropriate diagnostic method by measurements of the gunpowder amount around the entrance hole on the skin. **METHODOLOGY:** Using a caliber-38 revolver with FAME bullets, and from pre-established distances, five series of gunshots were performed on clothed fragments of pigskin. Then, we verified the presence of gunpowder tattoos, both, over the skin and clothes. To determine the amount of gunpowder particles present on the skin, microphotographies of the specimens were taken. All firing distances drew a clean zone (peripheral to the bullet entrance hole); followed by the gunpowder tattoo, which were divided into three concentric areas. These areas are closely related to the firing distance and inversely related to the concentration of gunpowder particles. **CONCLUSION:** It's possible to make an accurate assessment of firing distance (range: 30 to 100 cm), through the measurement of gunpowder residues around the entrance hole on the skin, as showed in microphotographies. We propose the term "target-like tattoo" for these skin images.

Key words: Forensic Medicine; Wounds, Gunshot; Wounds, Stab.

Correspondencia:

Dra. Rosa E. Carrera Palao
Morgue Central de Lima
Jr. Cangallo 818. Lima 1, Perú.
E-mail: ecarrera@diceta.mpfj.gob.pe

INTRODUCCIÓN

Las heridas ocasionadas por proyectiles de arma de fuego son debidas a un triple mecanismo: un efecto contuso, un efecto explosivo y un efecto perforante, dejando impreso caracteres particulares en la superficie cutánea a causa del impacto, la quemadura, las partículas de pólvora y los gases producto de la combustión (1) (Figura N° 1).

Los signos que evidencian la distancia del disparo establecen únicamente cuatro variedades de disparo sin poder precisar la distancia a la cual éste fue realizado debido a los muchos y diversos criterios sugeridos por cada autor (2).

En la actualidad, las armas de fuego y cartuchos son variados y las pólvoras numerosas, lo cual implica una amplia gama de probabilidades de distribución y concentración de los granos de pólvora en la piel, siendo una necesidad su identificación y correlación con los diferentes elementos del tatuaje según la distancia del disparo (3).

Es importante, en la valoración de las heridas producidas por arma de fuego, que constituyen un número significativo dentro de las muertes violentas, mejorar el procedimiento de diagnóstico con la implementación de un método de estudio que permita definir la distancia del disparo exigido en la práctica forense de interés en la administración de Justicia (Figura N° 2).

El objetivo de la presente investigación es ensayar un método de diagnóstico adecuado con la medición de la concentración de partículas de pólvora incrustadas en los tejidos periféricos al orificio de entrada para precisar la probable distancia a la cual se ha ejecutado el disparo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó disparos con arma de fuego sobre fragmentos de tejido de piel de cerdo (*Sus scrofa*) de aproximadamente 30 x 15 x 4 cm. El arma utilizada fue un revólver Taurus especial cañón corto de 5 tiros calibre 38 con munición FAME.

Los disparos se ejecutaron a distancias conocidas; es decir, 0 cm o "a cañón aplicado", 30, 60, 80 y 100 cm, medidos desde la superficie de la piel hasta la boca del cañón del arma. Se realizó dos repeticiones en cada uno de los tratamientos.

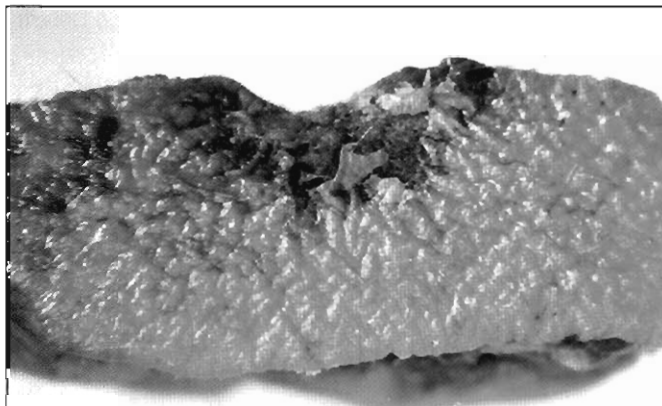


Fig. N° 1.- Orificio cutáneo de impacto de proyectil con borde erosivo, contusivo e incrustación de partículas de pólvora.

Se acondicionó previamente una "cama de arena", libre de piedras, a fin de albergar al proyectil disparado y minimizar los riesgos de algún accidente.

Los fragmentos de piel se sujetaron sobre una plancha de polietileno expandible (Teknopor®) *ad hoc* cubiertas con un trozo de tela de algodón (Polypima®) a fin de simular las condiciones reales dadas para aquellos casos en los cuales los cadáveres llevan prendas de vestir. Las muestras así acondicionadas se colocaron sobre la "cama de disparos" antes descrita. El arma de fuego firmemente sujeta a un soporte de un solo pie se colocó a la distancia requerida usando una cinta métrica graduada y realizándose luego un único disparo central sobre cada segmento de piel.



Fig. N° 2.- Orificio de entrada de proyectil con tatuaje concéntrico de corta diferencia.

Las muestras de piel, así como las telas que las cubrían, fueron colocadas dentro de bolsas de polietileno, rotuladas y almacenadas en refrigeración para su posterior procesamiento.

Obtención de fotografías y microfotografías

Se registraron las impresiones fotográficas de los fragmentos de piel de cerdo en el Laboratorio de Anatomía de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria - La Molina, utilizando un microscopio estereoscópico (Wild MPS 51) con su respectivo equipo de microfotografía y películas fotográficas (Kodak Gold Plus 135 ASA 100, Kodak Inc.)

Se tomó de modo secuencial varias fotografías con aumentos de 36X y 186X desde el orificio de entrada del proyectil hasta el borde del tejido a fin de realizar el fotomontaje respectivo.

En cada caso se tomó vistas usando una regla graduada adyacente la cual también fue fotografiada a los mismos aumentos para su utilización como referencia. Dicha escala sirvió para elaborar un retículo graduado con áreas de 41 x 27 mm aumentados, correspondientes a 2 x 3 mm reales, que sirvió de plantilla para la cuantificación de las partículas de pólvora dispersas.

Las muestras de tela se fotografiaron a menor aumento a fin de captar los detalles panorámicos de la pólvora combustionada y no combustionada que permaneciera en la tela, así como las huellas que deja el proyectil en su paso a través de la misma (4).

Los tejidos cutáneos de cerdo fueron estudiados macroscópicamente previamente al corte, y posteriormente fueron sometidos a procesamiento de inclusión en parafina y tinción respectiva para la apreciación histológica macroscópica.

Montaje fotográfico para la detección y cuantificación de los restos de pólvora en piel de cerdo

Se construyó la plantilla matriz usando la escala fotografiada de un centímetro con retículos a intervalos de 0,2 cm de largo y con una altura de 0,3 cm (5).

Dicha cuadrícula se colocó sobre el juego de fotografías ya acopladas de modo secuencial en montaje y haciendo coincidir la línea vertical correspondiente al punto 0 de la misma con el borde del agujero de entrada del proyectil, se extendió la lámina de acetato hasta

el extremo final de la fotografía, procediendo de esta manera a detectar con ayuda de una lente de aumento de 10X, la presencia de restos de pólvora dentro de dos cuadrículas adyacentes y obteniendo la media aritmética para cada uno de los intervalos de muestreo.

RESULTADOS

Examen macroscópico

La observación macroscópica de los tejidos de piel de cerdo (2) luego del disparo reveló en todos los casos, con excepción de aquella a boca tocante o distancia cero, un espacio claro entre el borde del orificio y el inicio del tatuaje cutáneo que varió proporcional a la distancia. Así, a 30 cm el espacio inicial fue 0,5 cm; a 60 cm de distancia, el espacio inicial fue 3 cm; a 80 cm de distancia fue 3,5 a 4 cm; y a los 100 cm de distancia el espacio inicial fue 4 a 4,5 cm (Tabla N° 1).

Tabla N° 1.- Distancia del espacio entre el borde del orificio y el inicio y final del tatuaje cutáneo según la distancia del disparo.

N°	Distancia de disparo (cm)	Tatuaje	
		Inicio (cm)	Final (cm)
01	0	0,0	1,8
	0	0,0	2,5
02	30	0,5	3,5
	30	0,5	3,0
03	60	3,0	5,5
	60	3,0	5,0
04	80	4,0	8,0
	80	3,5	6,5
05	100	4,0	5,0
	100	4,5	7,0

Inmediatamente al espacio en blanco se aprecia el tatuaje en franja circular concéntrica alrededor del orificio, cuyo ancho osciló entre 2,0 y 3,5 cm, conservando una cierta regularidad en todas las distancias. Se objetivó variación en el espacio claro inicial y en la diferente concentración de la pólvora, evidenciada por la intensidad de la coloración negra u oscura, que fue

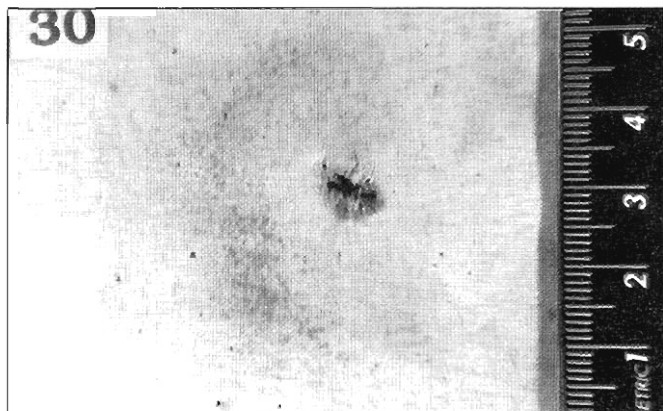


Fig. N° 3.- Distribución de partículas de pólvora y combustión impregnados en tela con distribución excéntrica en escarapela.

mayor a 0 cm, disminuyendo conforme aumentaba la distancia.

En las telas, la mancha con impregnación de pigmento oscuro periférica al orificio de entrada fue siempre excéntrica y en media luna hacia uno de los lados. A la distancia de 30 cm, que correspondió a 3,5 mm en su mayor dimensión y 2 mm en la menor, el espacio inicial claro fue 5 a 7 mm y la imagen del tatuaje concentrado osciló entre 2,5 y 1,5 cm, en media luna solamente hacia uno de los lados. A la distancia de 60 cm, la media luna del orificio fue 5 mm a 2,5 mm en su variación. A la distancia de 80 cm la media luna alcanzó 8 mm, disminuyendo hacia los lados; y a los 100 cm la media luna fue de hasta 5 mm (Figura N° 3).

La concentración inicial circundante al orificio de entrada fue 3 mm, 5 mm, 8 mm para las distancias de 30, 60 y 80 cm respectivamente, para luego disminuir en la distancia de 100 cm a 5mm (Figura N° 4).

Examen microscópico

El examen microscópico de los tejidos para todos los casos muestra pequeñas formaciones globulares grasas múltiples parcialmente sanguinolentas cubriendo la superficie del tejido. En la mayoría de los casos se apreció depósito de pigmento bruno, oscuro y negro disperso en la superficie a manera de cúmulos de diferentes tamaños, y de distribución irregular sin guardar simetría. No fue posible definir el pigmento a pesar de

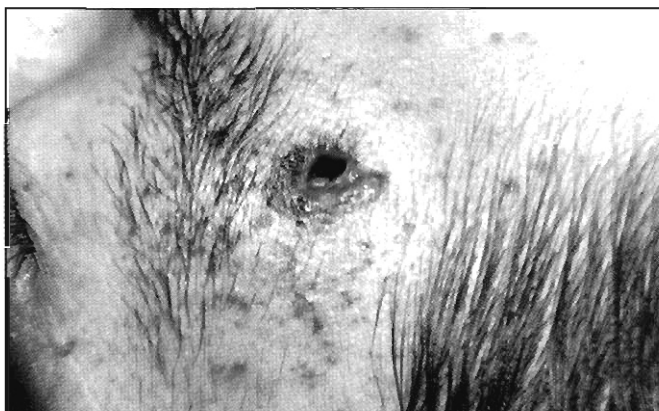


Fig. N° 4.- Concentración de partículas de pólvora incrustadas en anillos de dispersión.

haber practicado en algunos de los casos la prueba de detección de pólvora en pequeños fragmentos de la muestra (6).

Examen histopatológico

Como punto de referencia se realizaron exámenes histopatológicos de muestras de orificio de entrada de heridas producidas por un proyectil de arma de fuego en 25 cadáveres cuya necropsia fue dispuesta por la División de Exámenes Tanatológicos del Instituto de Medicina Legal del Ministerio Público (Morgue Central de Lima). Dicho examen con tinción de rutina Hematoxilina-Eosina reveló distribución superficial de los gránulos de pólvora incrustados, limitados a la capa epidérmica y de ningún modo en la dermis, ocupando principalmente la capa córnea epidérmica, y en casos aislados ubicación intraepidérmica. En cuanto a la distribución de los gránulos en la superficie cutánea, ésta fue irregular, conformando grumos de diferentes tamaños o partículas aisladas sin guardar una distancia regular entre ellos. Fue posible apreciar el tipo de lesión tisular intradérmica descrita por Bonnet (1980) como signos de Okros (4).

Se apreció en algunos casos áreas circunscritas de grasa a nivel del tejido subcutáneo profundo, formadas por pequeños glóbulos grasos con pigmento de depósito adherido a la capa interna limitante del glóbulo. Estas áreas rodeadas de tejido conectivo estaban infiltradas por elementos sanguíneos extravasculares.

En el tejido conectivo de la dermis profunda se observó hialinización de los tejidos que parecía corresponder a lesión colicuativa por quemadura con separación de los tejidos.

Fue difícil precisar los anillos descritos como de infiltración grasosa, el anillo fibroso elástico y anillo de infiltración sanguíneo intermedio entre los antes descritos, que corresponden a la imagen observada y descrita previamente.

Los cortes de tejidos de piel de cerdo con heridas producidas por proyectiles de arma de fuego presentaron dificultades para su inclusión en parafina, condicionando su desprendimiento de las láminas durante su montaje.

A la observación microscópica, se apreció ausencia del epitelio de la epidermis donde debieron quedar incrustadas las partículas de pólvora, no pudiendo ello ser apreciadas. El tejido de superficie estaba conformado por tejido conectivo de aspecto quemado en capa delgada, una gruesa capa de grasa dérmica empaquetada y por debajo una capa de tejido muscular estriado y otra capa de tejido adiposo profundo. El extremo proximal con el borde del orificio de entrada mostró aspecto quemado en los casos en los que se pudo conservar.

En el tejido conectivo de superficie donde quedaron las partículas de pólvora concentradas se observó una capa de depósito bastante homogéneo de pigmento oscuro negruzco en la muestra correspondiente a la distancia cero o boca tocante.

Examen fotográfico

El recuento de las partículas se realizó en el fotomontaje (7) con toma de estereofotografía, a 186 aumentos, de las distancias conocidas de disparo a 60, 80 y 100 cm, no así en aquellas más próximas a 0 y 30 cm en donde la concentración fue tal que no permitió la individualización de las partículas, siendo éstas consideradas como innumerables (Figura N° 5).

Los resultados de la medición en fotomontaje del disparo efectuado a 60 cm de distancia muestra la ausencia de partículas en el primer intervalo de 2 mm desde el borde del orificio de entrada. Se aprecia un pico próximo al orificio de entrada en el segundo intervalo de medida de 2 a 4 mm con una concentración de 23 partículas por 6 mm^2 , *i.e.* 38 partículas/cm²; lue-

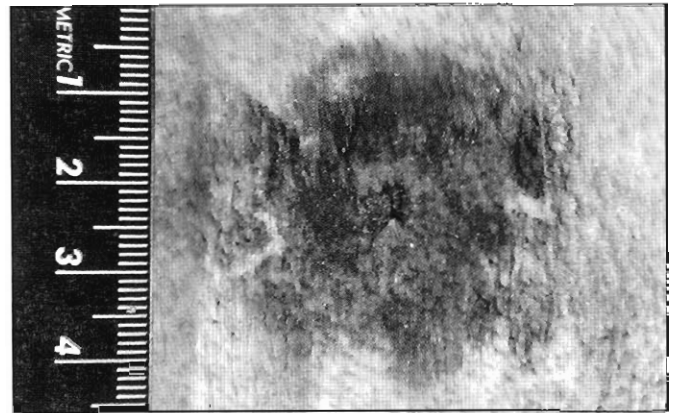


Fig. N° 5.- Impregnación de restos de pólvora en un disparo a muy corta distancia con aplicación parcial del cañón.

go un ligero incremento en el número de partículas de 4 a 20 mm desde el borde del orificio con una concentración promedio de 15 partículas por cm^2 equivalente a 3 partículas por área de muestreo de 6 mm^2 ; una concentración incrementada de partículas desde los 20 a los 34 mm, correspondientes a 70 partículas por cm^2 (14 partículas por área de muestreo). La mayor concentración se encontró en el intervalo N° 17 de 32 a 34 mm, comenzando a disminuir a partir de los 34 mm (Tabla N° 2).

En el caso del disparo efectuado a 80 cm de distancia no se apreció partículas de pólvora en un área de 0 a 4 mm inmediata al borde del orificio, sino desde los 4 a 6 mm desde el borde del orificio de entrada; se apreció un pico de 14 a 16 mm con una concentración de 82 partículas por área de muestreo (equivalente a 132 partículas por cm^2), con incremento leve que precedió a este primer pico desde los 16 hasta 26 mm, con una concentración de 33 partículas por cm^2 entre los 10 a 20 mm y de 55 partículas por cm^2 entre los 20 a 30 mm de distancia del borde del orificio. Se apreció inmediatamente un considerable incremento entre los 26 mm a 50 mm, con una concentración de 100 partículas por cm^2 para los 30 - 40 mm de distancia y de 140 partículas por cm^2 para los 40 - 50 mm de distancia, con la mayor concentración en el intervalo 25, *i.e.* de 48 a 50 mm, comenzando a disminuir desde los 52 a 58 mm a una concentración de 60 partículas por cm^2 (Tabla N° 3).

A los 100 cm de distancia se encuentra ausencia de partículas en un área de 0 a 10 mm de distancia o inter-

Tabla N° 2.- Resultados de medición en fotomontaje: disparo efectuado a 60 cm de distancia.

N°*	Distancia (mm)	\bar{X}^{\S}	$\Sigma\bar{X}^{\dagger}$	Y^{\ddagger}
1	0 - 2	0		
2	2 - 4	23		
3	4 - 6	5		
4	6 - 8	5		
5	8 - 10	2	12	2,4
6	10 - 12	3		
7	12 - 14	6		
8	14 - 16	2		
9	16 - 18	3		
10	18 - 20	5	19	3,8
11	20 - 22	8		
12	22 - 24	12		
13	24 - 26	12		
14	26 - 28	15		
15	28 - 30	22	69	13,8
16	30 - 32	23		
17	32 - 34	48	71	35,0
18	34 - 36	13	84	28,0

* Dieciocho intervalos de distancia de 2 mm desde 0 a 36 mm.

§ Promedio de dos áreas muestreadas por intervalo de distancia.

† Suma parcial del promedio para cada centímetro. Áreas muestreadas de 06 mm² en cada una en cada intervalo.

‡ Promedio de partículas por 2 áreas de muestreo adyacentes por intervalo para cada centímetro.

valos del 1 al 5. Aparecen las partículas en el intervalo 6 al 9, correspondientes a 10 a 20 mm. Muestran un leve incremento en una franja de 20 a 44 mm de distancia, acentuándose de 44 a 70 mm para luego comenzar a disminuir gradualmente de 70 a 78 mm sin llegar a desaparecer. La mayor concentración se encuentra de 60 a 70 mm de distancia con 66 partículas por cm², correspondiendo la mayor concentración al intervalo

Tabla N° 3.- Resultados de medición en fotomontaje: disparo efectuado a 80 cm de distancia.

N°*	Distancia (mm)	\bar{X}^{\S}	$\Sigma\bar{X}^{\dagger}$	Y^{\ddagger}
1	0 - 2	0		
2	2 - 4	0		
3	4 - 6	1		
4	6 - 8	7		
5	8 - 10	5	13	2,6
6	10 - 12	6		
7	12 - 14	15		
8	14 - 16	82		
9	16 - 18	7		
10	18 - 20	5	115	23,0
11	20 - 22	11		
12	22 - 24	6		
13	24 - 26	6		
14	26 - 28	14		
15	28 - 30	18	55	11,0
16	30 - 32	28		
17	32 - 34	29		
18	34 - 36	21		
19	36 - 38	16		
20	38 - 40	15	109	21,8
21	40 - 42	24		
22	42 - 44	38		
23	44 - 46	20		
24	46 - 48	30		
25	48 - 50	27	139	27,8
26	50 - 52	18		
27	52 - 54	15		
28	54 - 56	16		
29	56 - 58	13	62	15,5

* Veintinueve intervalos de distancia de 2 mm desde 0 a 58 mm.

§ Promedio de dos áreas muestreadas por intervalo de distancia.

† Suma parcial del promedio para cada centímetro. Áreas muestreadas de 06 mm² en cada intervalo de distancia.

‡ Promedio de partículas por 2 áreas de muestreo adyacentes por intervalo para cada centímetro.

31 con 20 partículas por 6 mm² y a una distancia de 60 a 62 mm del borde del orificio (Tabla N° 4).

DISCUSIÓN

El tipo de arma y munición usada en la parte experimental del presente trabajo son consideradas las más

Tabla N° 4.- Resultados de medición en fotomontaje: disparo efectuado a 100 cm de distancia.

N°*	Distancia (mm)	\bar{X}^{\S}	$\Sigma\bar{X}^{\ddagger}$	Υ^{\dagger}
1	0 - 2	0		
2	2 - 4	0		
3	4 - 6	0		
4	6 - 8	0		
5	8 - 10	0	0	0,0
6	10 - 12	3		
7	12 - 14	1		
8	14 - 16	2		
9	16 - 18	1		
10	18 - 20	3	10	2,0
11	20 - 22	2		
12	22 - 24	4		
13	24 - 26	3		
14	26 - 28	2		
15	28 - 30	3	14	2,8
16	30 - 32	2		
17	32 - 34	6		
18	34 - 36	6		
19	36 - 38	4		
20	38 - 40	6	24	4,8
21	40 - 42	7		
22	42 - 44	5		
23	44 - 46	11		
24	46 - 48	6		
25	48 - 50	11	40	10,0
26	50 - 52	13		
27	52 - 54	12		
28	54 - 56	13		
29	56 - 58	7		
30	58 - 60	13	58	11,6
31	60 - 62	20		
32	62 - 64	14		
33	64 - 66	9		
34	66 - 68	14		
35	68 - 70	9	66	13,2
36	70 - 72	15		
37	72 - 74	15		
38	74 - 76	10		
39	76 - 78	7	47	11,75

* Treinta y nueve intervalos de distancia de 2 mm desde 0 a 78 mm.

§ Promedio de dos áreas muestreadas por intervalo de distancia.

† Suma parcial del promedio para cada centímetro. Áreas muestreadas de 06 mm² en cada una en cada intervalo.

‡ Promedio de partículas por 2 áreas de muestreo adyacentes por intervalo para cada centímetro.

frecuentes, comunes y modernas entre las múltiples variedades que existen en nuestro medio (8).

Las características observadas en su variación corresponden a las distribución visual macroscópica efectuada en este estudio y a las establecidas por los diferentes autores, pudiendo establecerse una correlación entre ambas con la ventaja de una mayor y mejor precisión (9-11).

Se pudo establecer, por medición, la imagen alternativa de distribución concéntrica (Figura N° 6) periférica al orificio de entrada del proyectil que los autores denominan como signo de la "escarpela", atribuido a las telas de acuerdo a Simonin (1973), mencionado por Bonnet (1980) y que Derobert atribuye a la "equimosis en escarpela" en tejidos cutáneos de instalación progresiva posterior al tiempo de la muerte (12).

Los caracteres de observación fueron similares en todas las distancias medidas mayores a 0 cm: una ausencia inicial de partículas, una aparición de partículas, una concentración inicial acentuada manifiesta como picos en un intervalo de distancia estrecho, un aumento progresivo leve, un incremento en la concentración de partículas acentuado y en intervalo de distancia mayor, una concentración máxima de partículas y una disminución del número de partículas (13).

Similarmente, en la observación macroscópica visual se estableció un espacio claro periférico al orificio de entrada, un inicio del tatuaje, una extensión del tatuaje y un final del tatuaje o zona clara postatuaje. En este tipo de observación el espacio inicial claro fue variable y en incremento de menor a mayor distancia de disparo (0; 0,5; 3; 3,5 y 4 cm aproximadamente), manteniéndose una cierta regularidad en la extensión del tatuaje el cual osciló entre los 2 y 3 cm como se aprecia en la Tabla N° 1 (14).

CONCLUSIONES

Es posible determinar con mayor precisión la distancia aproximada de disparo en centímetros, en un rango de 30 a 100 cm de acuerdo al ensayo realizado de distancias conocidas, midiendo la concentración de partículas de pólvora incrustadas en la superficie cutánea por medio del método de microfotografía estereoscópica. Además, existe una correlación directamente proporcional entre la distancia de disparo, el incremento progresivo del espacio claro existente en-

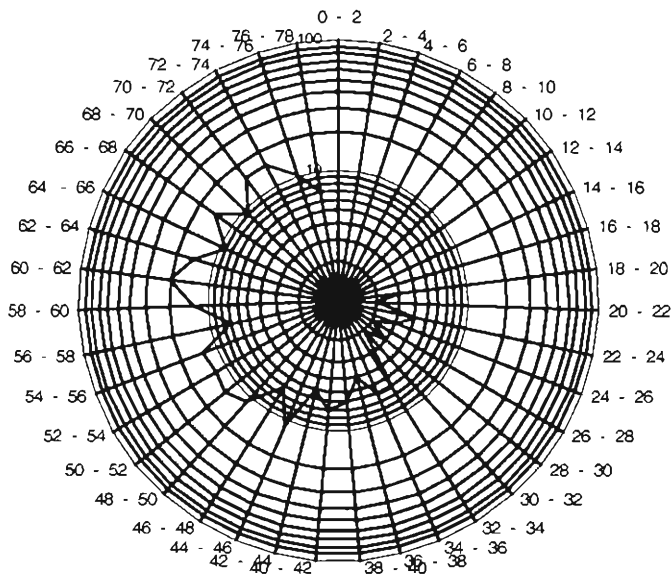


Fig. N° 6.- Concentración concéntrica de "tatuaje en escarapela" a 100 cm de distancia.

tre el borde del orificio y el inicio del tatuaje visible, e inversamente proporcional a la concentración de la pólvora (Figura N° 7).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a CONCYTEC por el auspicio al proyecto y su ejecución. (Contrato de Subvenciones-CONCYTEC 878-12-94-OAI). Al Dr. Shérmány Aronés Guevara y al QF Raúl Albuja Cayetano.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) **Simonin C.** Medicina Legal Judicial. Cap. II. 2ª edición. Editorial JIMS. Madrid, España, 1963. pág. 123-150.
- 2) **Lemoyné Snider.** Investigación de Homicidios. Cap. VII- VIII. Editorial Limusa S.A. Mexico; 1984. pág. 121-198.
- 3) **Burnett BR.** Detection of bone and bone-plus-bullet particles in backscatter from cose-range shots to head [resumen]. J Forensic Sci 1991; 36: 1745-52.
- 4) **Bonnet EFP.** Medicina Legal. Tomo I, Cap. XV. 2ª edición. Lopez Libreros Editores. Buenos Aires, Argentina; 1980. pág. 624-737.
- 5) **Knudsen PJ.** Cytology in ballistic. An experimental investigation of tissue fragments on full metal jacketed bullets using routine

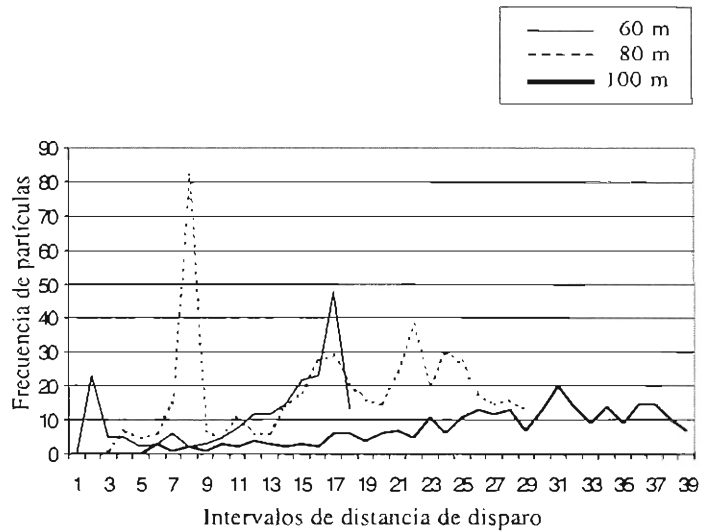


Fig. N° 7.- Comparación de concentraciones a distancias de 60, 80 y 100 cm.

cytological techniques [resumen]. Int J Legal Med 1993; 106: 15-8.

- 6) **Andrasko J, Pettersson S.** A simple method for collection of gunshot residues from clothing [resumen]. Forensic Sci Soc 1991; 31: 321-30.
- 7) **Vanderbosch CG.** Investigación de Delitos. Cap VI. Editorial Limusa - Wiley S.A. Mexico; 1971. pág. 75-82.
- 8) **Ruiz P.** Lecciones de Patología Forense. Tomo I. 2ª edición. Ediciones Eyes. Lima, Perú; 1988. 191 pp.
- 9) **Gisbert JA.** Medicina Legal y Toxicología. Parte IV. Cap. XXXII. 4ª edición. Ediciones Científicas y Técnicas S.A. Masson-Salvat Medicina. 1992. pág. 321-31.
- 10) **Kin J, Tennant LK.** Effects of visualization and Danjeon breathing on target shooting with an air pistol [resumen]. Percept Mot Skills 1993; 77: 1083-7.
- 11) **Vargas E.** Medicina Legal. Compendio de Ciencias Forenses para médicos y abogados. Cap. XVIII. 3ª edición. Lehmann Editores. San José, Costa Rica; 1983. pág. 176-91.
- 12) **Reimann W, Prokop O.** Vademecum de Medicina Legal Ministerio de Cultura, Ciudad de La Habana. 4ª edición. Editorial Científica Técnica. La Habana, Cuba; 1987.
- 13) **Zeichner A, Levin N, Dvorachek M.** Gunshot residue particles formed by using ammunitions that have mercury fulminate based primers [resumen]. J Forensic Sci 1992; 37: 1567-73.
- 14) **Amador González-Angulo.** Microscopía Electrónica de Barrido en Patología Forense. Gac Med Mex 1983 Feb; 119(2) 69-71.