

Determinación en manos, base de las balas e interior de los cartuchos, de los productos residuales de disparo utilizando cartuchos sin pólvora calibre 0.22", modelo Colibrí, marca Águila, empleando una pistola Colt, modelo Huntsman, calibre 0.22"

Mayor M.C. Luis Enrique **Rodríguez-Anaya***

Escuela Militar de Graduados de Sanidad. Ciudad de México

RESUMEN

Introducción. Las diversas técnicas de la investigación criminalística en los hechos relacionados con disparo de arma de fuego tienen la finalidad de confirmar la presencia de plomo, bario y antimonio, elementos constitutivos de los productos residuales de los disparos con arma de fuego, en efecto de lograr la identificación del individuo que ha realizado un disparo con arma de fuego. Estos productos residuales provienen de la deflagración de la carga de propulsión del cartucho, misma que puede ser constituida tanto por la pólvora como por la mezcla detonante o ambas.

Los cartuchos calibre 0.22", modelo Colibrí, marca Águila, no contienen pólvora como carga propulsora, siendo la mezcla detonante (Eley prime) la encargada de proporcionar la mezcla de gases propulsores al ser percutida.

Material y métodos. Se utilizó una pistola Colt, modelo Huntsman, calibre 0.22", para realizar una serie de disparos sobre superficie de tela de algodón, tanto con cartuchos calibre 0.22", modelo Colibrí, como con cartuchos normales. Antes y después de realizarlos se tomaron muestras de las regiones dorsal y palmar de la mano que realizó los disparos así como del interior de los cartuchos percutidos, estudiándose dichas muestras posteriormente mediante espectrofotometría de absorción atómica y microscopía electrónica de barrido con difracción de rayos X para la búsqueda de los elementos constitutivos de los productos residuales de disparo. La tela que recibió los disparos fue sometida a la prueba de Walker para búsqueda de residuos nitrados.

Resultados. Las pruebas de control (antes del disparo) resultaron negativas. La prueba de espectrofotometría de

Determination in hands, bullet base and inside cartridge of residual shooting products using non-gunpowder cartridges caliber 0.22 Colibrí Model (Aguila trademark) with a Colt caliber 0.22 Huntsman Model Gun

SUMMARY

Introduction. Several techniques of crime research in facts related with shooting fire arms have the objective to confirm presence of lead, barium and antimony, which are presents in residual products of fire shooting arm to identify the subject who has done the shooting arm. Those products come from deflagration for the propulsion charge of the cartridge, which can be constituted by gunpowder and detonate mix or both. Cartridges caliber 0.22 Colibrí Model (Aguila trademark) does not have gunpowder as propulsive charge being the detonate mix (Eley prime) which deliver gas propulsion mix when percutted.

Method. A Colt caliber 0.22 Huntsman Model was used to do a shooting set over cotton cloth using 0.22 cartridges Colibrí trademark as well as regular cartridges. Before and after samples from dorsal and palmar region were taken from the trigger hand, and also from the inside of the percutted cartridges. Both samples were studied trough an atomic absorption spectrophotometry (AAS) and sweeping electronic microscopy with X ray diffraction (SEM XD) as a form to locate residual shooting products. A Walker test was performed over the shot cloth looking for nitrate residuales.

Results. Control testing before shooting were negative. ASS was negative to the presence of lead, barium and antimony in hand samples, and it was positive to lead and ba-

* Maestro en Medicina Forense. Jefe de la Subsección de Medicina Forense. Sección de Medicina Legal. Hospital Central Militar.

Correspondencia:

Dr. Luis Enrique Rodríguez Anaya
Av. Manuel Ávila Camacho e Ildelfonso Vázquez
Col. Lomas de Sotelo

Delegación Miguel Hidalgo
México, D.F., C.P. 11641

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio Científico y de Investigaciones de la Procuraduría General de Justicia Militar, Laboratorio de Balística de la Dirección General de Servicios Periciales de la Procuraduría General de la República y Laboratorio de Química y Balística de la Coordinación General de Servicios Periciales de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.

absorción atómica reportó negatividad a la presencia de plomo, bario y antimonio en las muestras provenientes de las manos y positividad a plomo y bario en el interior del cartucho modelo Colibrí percutido; al utilizar cartuchos normales, demostró positividad a plomo, bario y antimonio en la totalidad de las muestras. El reporte de la microscopia de barrido con difracción de rayos X mostró positividad a plomo, bario y silicio en las muestras provenientes de las manos y a plomo, bario, silicio y cobre en el interior del cartucho modelo Colibrí percutido; al utilizar cartuchos normales se reportó positividad a plomo, bario, antimonio, cobre, níquel y cobalto en las muestras provenientes de las manos, agregándose partículas de acero en el interior del cartucho percutido. La prueba de Walker mostró positividad a la presencia de nitratos en todos los casos exceptuando el disparo realizado con cartucho modelo Colibrí en su modalidad de contacto.

Conclusiones. Los productos residuales de los disparos realizados con cartuchos calibre 0.22", modelo Colibrí, son: el plomo, el bario y el silicio, destacando la ausencia de antimonio en comparación con los productos provenientes de disparos realizados con cartuchos normales.

Palabras clave: deflagración, pólvora, detonante, percusión, investigación criminal.

Introducción

Se debe conocer la utilidad que brindan los elementos constantes que se desprenden al disparar un arma de fuego portátil para solucionar las interrogantes técnicas que se presentan en la comisión de hechos con un arma de fuego.¹⁻⁶

Un arma de fuego es todo instrumento de dimensiones y formas variadas destinado a lanzar violentamente ciertos proyectiles, aprovechando la fuerza expansiva de los gases que se desprenden al inflamarse de forma instantánea sustancias explosivas en un espacio confinado. Conservan el nombre genérico de armas de fuego porque en los modelos primitivos los disparos iban acompañados de la salida de una llamarada en la boca del arma.^{2-4,7-9}

Cuando un arma de fuego es disparada, gran cantidad de vapores y partículas son expelidas alrededor de la misma. Estos productos son llamados en forma general "productos residuales del disparo de un arma de fuego", o "productos residuales del disparo de un cartucho".^{2,11,12}

Los productos residuales del disparo de un arma de fuego han sido ampliamente utilizados en criminalística para estimar la distancia a la que se realizó un disparo, identificación de orificios de bala y, lo más importante, determinar si una persona ha disparado o no un arma de fuego.^{1-5,9,11-13}

Al disparar un arma de fuego, los productos resultantes pueden provenir del iniciador o detonante, de la carga de propulsión, de lubricantes y de metales que se encuentran en el proyectil, el casco del cartucho y en el cañón del arma. El fenómeno inicial en el disparo de un proyectil es la ignición del iniciador

o detonante contenido en el cápsul o en la base del cartucho, provocado por el golpe del percutor del arma, originando que los gases y las partículas calientes inicien la ignición de la carga de propulsión, transformándose esta última en una gran cantidad de productos gaseosos calientes. La gran presión ejercida por estos gases ocasiona el movimiento del proyectil fuera del cartucho, ejerciendo presión para que inicie su movimiento dentro del cañón del arma y lo abandone, siendo estos mismos gases los responsables de la eyección del casco fuera del arma (en el caso de las armas automáticas o semiautomáticas).^{11,12,14}

Conclusions. Residual products of shooting with a Colt caliber 0.22 Huntsman Model was using 0.22 cartridges Colibrí trademark are: lead, barium, and silicon. It is marked the absence of antimony as compared with products from regular cartridges.

Key words: Deflagration, lead, detonate, percussion, crime research.

El calor generado por la ignición del detonante y de la carga de propulsión provoca que los componentes inorgánicos de sus mezclas se vaporicen y se sobrecalienten y, al enfriarse, se condensan en pequeñas gotas. Estos residuos generalmente están compuestos de plomo, antimonio y bario; aunque también se pueden encontrar otros elementos inespecíficos como el aluminio, níquel, cobre, silicio, azufre, potasio y calcio; proviniendo estos últimos del proyectil, del casco del cartucho o del cañón del arma.^{1,8,9,11-14}

La pólvora original o negra se compone fundamentalmente de nitrato de potasio (75%), azufre (15%) y carbón (10%); sin embargo, debido al exceso de productos residuales, sus efectos corrosivos y su baja potencia (en comparación con las pólvoras piroxiladas o sin humo), su empleo como carga propulsora en los cartuchos de armas de fuego ha sido discontinuada.^{8,9,11,13}

Las pólvoras piroxiladas o sin humo en la actualidad son las más comúnmente utilizadas como carga de propulsión en los cartuchos para armas de fuego, ya que reúnen

condiciones que ofrecen mayores ventajas tanto para la efectividad en el tiro como para la conservación de las armas.^{9,11,13,14}

Se denominan pólvoras piroxiladas porque se obtienen mediante la reacción del ácido nítrico al actuar sobre sustancias que contienen celulosa, siendo la base de las mismas la nitrocelulosa y la nitroglicerina. Las pólvoras piroxiladas de base sencilla están compuestas principalmente de nitrocelulosa, mientras que en las de doble base se encuentra una mezcla de nitrocelulosa y nitroglicerina o nitroguanidina.^{8,9,11}

Generalmente, la pólvora de base sencilla (mezcla de nitrocelulosa) se encuentra conformando la carga de propulsión de los cartuchos para armas largas; mientras que la de doble base (mezcla de nitrocelulosa y nitroglicerina o nitroguanidina) se emplea en la fabricación de los cartuchos de armas cortas y de escopetas.^{8,9,11,14}

Todas las pólvoras piroxiladas, además de los ingredientes explosivos, tienen una serie de compuestos agregados que cumplen funciones de estabilizadores, plastificantes, inhibidores del fogonazo, refrigerantes, moderadores, lubricantes y aditivos antihumectantes.^{11,14}

La mezcla detonante de los cartuchos está formada por cuatro componentes básicos: el explosivo iniciador, un agente oxidante, el combustible y el estabilizador, por lo que cada componente contribuye a la formación de los productos residuales de los disparos de un arma de fuego.^{11,14}

Otras fuentes de producción de residuos en los disparos con un arma de fuego son: el casco o vaina del cartucho utilizado, el cañón del arma y el propio proyectil. Estas fuentes pueden contribuir con elementos de cobre, plomo, níquel, acero, aluminio, silicio, calcio, potasio y zinc.^{1,9,11,14}

Al disparar un arma de fuego se manifiestan dos conos de deflagración: uno anterior y uno posterior, mismos que maculan o contaminan la o las manos de la persona que la ha disparado y el blanco (si éste se encuentra a la distancia de influencia de los gases y partículas residuales).^{1-4,9-11}

Los elementos constantes del cono anterior de deflagración son: el proyectil, humo y gases, fogonazo o flama, derivados nitrados y elementos de plomo, bario, antimonio, cobre y acero. Mientras que los elementos del cono posterior lo constituyen los derivados nitrados y elementos de plomo, bario, antimonio, cobre y acero.^{1-4,9-11,13,14}

En las ciencias forenses se han aplicado una gran variedad de técnicas para determinar si en las manos de un individuo existen residuos procedentes del disparo de un arma de fuego.¹

Algunos indicios recogidos de la víctima, del victimario o del lugar de los hechos, para llegar al conocimiento de su participación en estos hechos presuntamente delictuosos, así como para conocer su estructura para identificación, cuantificación y comparación, tendrán que ser sometidos a estudios y análisis científicos con el uso de aparatos e instrumentos cuyas técnicas aplicables son contemporáneas y han sido desde años atrás utilizadas en la investigación criminal.

En general, las técnicas de laboratorio persiguen la confirmación de la presencia de residuos nitrados, carbonosos y metálicos. Se realizan en vestimenta y en elementos inter-

puestos o en el cuerpo de la víctima y/o autor del o los disparos.^{1,2,4,5,8,10,12,15}

El fundamento para la realización de investigaciones en hechos presuntamente delictivos relacionados con disparos de armas de fuego es que la mano que dispara un arma de fuego, al igual que el blanco, si el disparo es próximo, casi siempre resulta maculado con derivados nitrados, al igual que con elementos metálicos (bario, plomo, antimonio, cobre, etc.).^{1,10,11,15}

Entre las técnicas de investigación que más se han empleado para tal fin se encuentran:

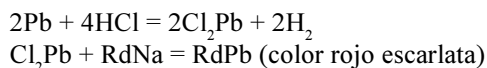
La técnica y prueba parafinoscópica: es una técnica colorimétrica de origen químico, actualmente en desuso por el gran inconveniente de que los reactivos químicos que en ella se utilizan reaccionan genéricamente con los compuestos nitrados e inclusive con sustancias que sin ser nitradas son eminentemente oxidantes. Por lo tanto, no es una prueba específica, ya que un resultado positivo puede estar relacionado tanto con un disparo de arma de fuego como con el manejo de materiales de uso común (cosméticos, fertilizantes, pinturas y solventes, entre otros).^{1,9,11,13}

Técnica del rodizonato de sodio: es una técnica colorimétrica de origen químico basada fundamentalmente en la reacción del plomo (proveniente del proyectil) y del bario (proveniente del detonante) con el rodizonato de sodio (RdNa).

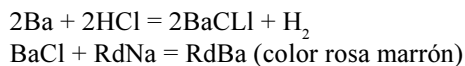
La positividad de esta prueba se observa por la presencia de una coloración rosa marrón que indica la presencia de bario, una coloración rojo escarlata que indica la presencia de plomo, o la mezcla de estos colores que traduce la presencia de ambos elementos. Mientras que la prueba negativa se observa cuando la coloración de la solución de rodizonato de sodio desaparece al cabo de unos minutos.

Las reacciones químicas y el fundamento de la prueba es el siguiente:

Plomo:



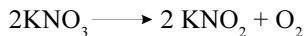
Bario:



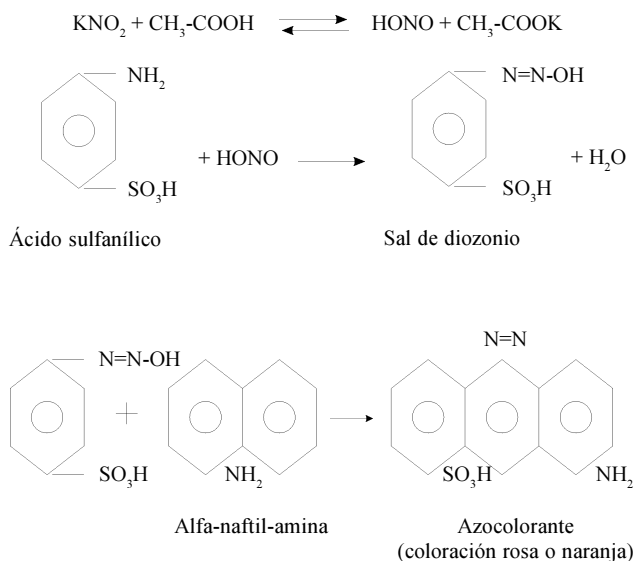
Sus resultados son medianamente confiables, ya que da resultados falsos positivos en personas que mantienen contacto con sustancias que contienen plomo (gasolineros, plomeros, torneros, mecánicos y hojalateros, entre otros), por lo que en la actualidad se utiliza únicamente como prueba orientadora.^{1,9,11,13}

Técnica de Walker: es una técnica colorimétrica de origen químico en la cual los nitritos sirven de objetivo material. Se basa en una reacción de diazoación primero y enlace o acoplamiento después, utilizando como reactivos al ácido sulfanílico y alfa-naftilamina.

Al producirse un disparo con arma de fuego se desprenden, como resultado de la deflagración de la pólvora, derivados nitrogenados (nitrito de potasio) provenientes del nitrato de potasio, según la siguiente reacción química:



El nitrito de potasio es identificado mediante la reacción química que se desarrolla sobre una hoja de papel fotográfico, el cual fue previamente tratado con una solución de alfa-naftilamina y ácido sulfanílico y posteriormente sometido a la acción del ácido acético para formar el ácido nitroso y la sal de potasio correspondiente, según la siguiente reacción:



El nitrito de potasio se transforma en ácido nitroso, formando un diazo compuesto de color anaranjado. La reacción química que se efectúa entre la alfa-naftilamina y el ácido sulfanílico con el nitrito es altamente específica, en virtud de que ningún otro radical produce esta reacción, por lo que no es posible obtener resultados falsamente positivos.^{1,8,9,11,13}

Fotografía infrarroja: se utiliza en los casos en que el color de la ropa o la presencia de sangre impiden identificar las partículas resultantes de la deflagración. La más importante objeción que se hace a esta técnica consiste fundamentalmente en que no detecta en forma específica partículas derivadas de la deflagración de la carga de propulsión.^{1,9}

Técnica de los rayos Grenz: los rayos X suaves son de gran utilidad para detectar partículas provenientes de la deflagración de la carga de propulsión, especialmente en aquellos casos en que el color y la textura de la ropa impiden a simple vista su visualización. Sin embargo, esta técnica tampoco detecta en forma específica partículas derivadas de la deflagración de la carga de propulsión.^{1,9}

Prueba de Harrison-Gilroy: es una técnica colorimétrica de origen químico para la detección de bario y antimonio

procedentes del detonante, así como de plomo, elemento constitutivo del proyectil. Sin embargo, es poco sensible, ya que es necesario contar con microgramos de cada uno de estos elementos. Se basa en la detección química de bario y plomo mediante rodizonato de sodio y de antimonio mediante trifeníl-arsonio.^{1,9,11,13}

Espectrofotometría de absorción atómica: es una técnica de naturaleza física que permite identificar y cuantificar bario, antimonio, cobre y plomo que hubieran maculado la mano de quien hizo el disparo, con la enorme ventaja de que puede detectar pequeñísimas cantidades de estos elementos (partes por millón). Posee una elevada sensibilidad y muy baja incidencia de falsos positivos.

Sin embargo, la incidencia de falsos negativos se incrementa si la prueba se aplica horas después de haber disparado el arma de fuego, llegando al máximo después de las ocho horas.

Los elementos de una muestra se colocan en un conveniente estado a vapor para que el análisis se realice a través de una llama, donde los elementos absorben frecuencias, características de radiación, generadas por lámparas de cátodo ahuecado que emiten el espectro de luz del elemento sujeto al análisis. La cantidad de absorción es proporcional a la concentración del elemento en la muestra. Esta técnica exacta y sensible es útil para determinar una concentración simple de elementos, especialmente donde algunas muestras están mezcladas y cuando dicha mezcla puede ser fácilmente colocada en solución.

Las concentraciones estándar para calificar una prueba como positiva se encuentran dentro de los siguientes límites:

	Límite mínimo	Límite máximo
Bario	0.3 p.p.m.	3.35 p.p.m.
Antimonio	0.2 p.p.m.	3.86 p.p.m.
Plomo	0.7 p.p.m.	4.34 p.p.m.

Considerando que una prueba es negativa si las concentraciones de bario, antimonio y plomo no alcanzan el límite mínimo. Asimismo, se considera que una prueba es falsa positiva si la concentración de las partículas de estos metales sobrepasan el límite máximo, atribuyéndose a contaminación por causas ajenas al disparo. Del mismo modo se debe considerar que una prueba es falsa negativa si las muestras son tomadas ocho horas o más después de haber realizado el disparo.^{1,8-11,13,16}

Análisis por activación de neutrones: esta prueba se basa en la detección de bario y antimonio que pudieran haber maculado la mano de quien disparó un arma de fuego. Estos elementos son sometidos al bombardeo de neutrones en un reactor nuclear que, al transformarse en radioisótopos, emiten rayos gamma de longitudes de onda perfectamente definidas, lo que permite su identificación y cuantificación basándose en las características del espectro. Aunque ofrece mayor sensibilidad, su elevado costo de operación y difícil acceso, así como el hecho de que requiera de varios días para realizar un análisis completo, ha originado el abandono de su práctica común.^{1,8,9,11,13}

Microscopia electrónica de barrido con difracción de rayos X: consiste en la aplicación conjunta de estas técnicas para identificar en la mano de quien ha disparado un arma de fuego las partículas de los residuos que a consecuencia de tal hecho pudieran haberla maculado. Identifica el elemento químico conformante de las citadas partículas porque su apariencia las hace únicas.

Debido a que las partículas pueden ser absolutamente identificadas como productos residuales de un disparo de arma de fuego, el análisis no depende del tiempo, como sucede con la absorción atómica o el análisis de activación de neutrones y como es un análisis cualitativo, no son necesarias grandes cantidades de residuos metálicos para una determinación positiva. Así pues, el análisis de las manos por este método ha llegado a ser positivo hasta doce horas después de haberse disparado el arma.^{1,11,13,16-19}

Los cartuchos calibre 0.22", modelo Colibrí, marca Águila, no contienen pólvora como carga de propulsión, de ahí la interrogante de determinar los productos residuales encontrados en las manos, base de las balas e interior de los casquillos, de los disparos realizados utilizando cartuchos sin pólvora calibre 0.22", modelo Colibrí, marca Águila, empleando una pistola Colt, modelo Huntsman, calibre 0.22".

De lo anterior se establece la hipótesis de que los productos residuales de los disparos realizados con cartuchos sin pólvora calibre 0.22", modelo Colibrí, marca Águila, al emplear una pistola Colt, modelo Huntsman, calibre 0.22", deben ser diferentes a los encontrados en los disparos realizados con cartuchos normales.

La meta fue conocer los productos residuales de los disparos realizados con cartuchos calibre 0.22", modelo Colibrí, marca Águila, a efecto de relacionarlos con los productos encontrados en la mano que los ha disparado, así como en las superficies afectadas por el disparo, mediante las siguientes técnicas y pruebas:

- a) Espectrofotometría de absorción atómica.
- b) Prueba de Walker.
- c) Microscopia electrónica de barrido con difracción de rayos X.

Material y métodos

Para el cumplimiento de la meta fijada, inicialmente se tomaron muestras de control de la superficie dorsal y palmar de la mano que iba a realizar los disparos. Posteriormente se realizaron disparos sobre tela de algodón a distancias de 0 (contacto), 5, 10 y 15 cm (desde la superficie del blanco hasta la boca del cañón del arma).

Después del primer disparo se tomaron muestras problema de la superficie dorsal y palmar de la mano que realizó el disparo.

Las muestras tomadas y los lienzos de tela, así como los cascos y proyectiles de los cartuchos utilizados, se embalaron de acuerdo con lo establecido en la bibliografía consultada.^{1,9,13}

Para la realización de este experimento se utilizaron cartuchos calibre 0.22", modelo Colibrí, marca Águila y, para com-

paración de los datos obtenidos, cartuchos del mismo calibre, bala normal, marca Remington (fabricados por la misma casa comercial).

Las muestras tomadas se procesaron para determinación de residuos y de sus componentes mediante espectrofotometría de absorción atómica (Espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito, Perkin Elmer, modelo SIMAA-6000) y de microscopia electrónica de barrido con espectrofotometría de rayos X (microscopio electrónico de barrido con difracción de rayos X ETEC Ominiscan/ARI Corp Auto SEM I). Los lienzos de tela se procesaron para la realización de la prueba de Walker.

También se tomaron muestras de control y problemas de las mismas superficies de la mano, así como de los cascos y de la base de las balas de los cartuchos utilizados para realizar las pruebas de espectrofotometría de absorción atómica y de microscopia electrónica de barrido con difracción de rayos X.

Los resultados obtenidos fueron de tipo cualitativo y se compararon con los datos obtenidos en la bibliografía consultada.

Resultados

Prueba de espectrofotometría de absorción atómica

A) Utilizando cartuchos modelo Colibrí.

1. Superficie dorsal y palmar de la mano que iba a disparar el arma (control): Negativa a la presencia de Pb, Ba y Sb.
2. Superficie dorsal y palmar de la mano que disparó el arma (problema): Negativa a la presencia de Pb, Ba y Sb.
3. Muestra tomada de la base de la bala disparada y del interior del casco percutido:

Positiva a la presencia de Pb y Ba.

B) Utilizando cartuchos normales.

1. Superficie dorsal y palmar de la mano que iba a realizar el disparo (control): Negativa a la presencia de Pb, Ba y Sb.
2. Superficie dorsal y palmar de la mano que disparó el arma (problema): Positiva a la presencia de Pb, Ba y Sb.
3. Muestra tomada de la base de la bala disparada y del interior del casco percutido:

Positiva a la presencia de Pb, Ba y Sb.

Prueba de Walker

A) Utilizando cartuchos modelo Colibrí.

1. Disparo realizado a 0 cm (contacto). Negativa.
2. Disparo realizado a 5, 10 y 15 cm. Positiva.

B) Utilizando cartuchos normales.

1. Disparo realizado a 0 cm (contacto) a 5, 10 y 15 cm. Positiva.

Microscopia de barrido con difracción de rayos X

A) Utilizando cartuchos modelo Colibrí.

1. Superficie dorsal y palmar de la mano que iba a disparar el arma (control): Negativa a elementos residuales producto de un disparo.
2. Superficie dorsal y palmar de la mano que disparó el arma (problema): Positiva a elementos de Pb, Ba y Si.
3. Muestra tomada de la base de la bala disparada: Positiva a elementos de Pb, Ba, Cu, Si y acero.

4. Muestra tomada del interior del casco percutido: Positiva a elementos de Pb, Ba, Cu y Si.

B) Utilizando cartuchos normales.

1. Superficie dorsal y palmar de la mano que iba a realizar el disparo (control): Negativa a elementos residuales producto de un disparo.

2. Superficie dorsal y palmar de la mano que disparó el arma (problema): Positiva a elementos de Pb, Ba, Sb, Cu, Ni y Co.

3. Muestra tomada de la base de la bala disparada y del interior del casco percutido:

Positiva a elementos de Pb, Ba, Sb, Cu, Ni, Co y acero.

Discusión

Prueba de espectrofotometría de absorción atómica

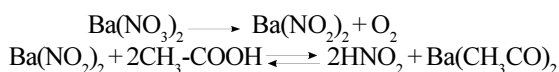
La negatividad de la prueba en la mano que disparó el arma, indica que la presión ejercida por la carga de propulsión es suficiente para que el arma cumpla su cometido, es decir, que dispare la bala. Sin embargo, esta presión ejercida no es lo suficientemente potente como para activar el mecanismo de eyección del casco, por lo que también impide la formación del cono posterior del disparo, ocasionando que el resultado de esta prueba sea considerado como falsamente negativo.

La detección de Pb, Ba y Sb de esta prueba al utilizar cartuchos normales indica que la mano de donde se tomó la muestra ha disparado un arma de fuego.

Prueba de Walker

La positividad de esta prueba para las distancias de 5, 10 y 15 cm al utilizar los cartuchos modelo Colibrí, indica que en su mezcla detonante se encuentra presente algún compuesto nitrado que origina nitrito al combustionarse. El agente oxidante más utilizado de la mezcla detonante es el nitrato de bario.

En este tipo de cartuchos el agente propulsor no es la pólvora, por lo que se elimina la posibilidad de encontrar residuos nitrados provenientes de la misma, por lo que la positividad de esta prueba indica que el residuo nitrado que estuvo incluido en esa reacción química fue el nitrato de bario presente en la mezcla detonante y que actuó como agente oxidante, según las siguientes reacciones:



La negatividad de la prueba en el disparo realizado a 0 cm (contacto) indica que los productos residuales acompañaron al proyectil sin macular el área periorificiaria de la tela en cuestión, no ocurriendo así con los disparos realizados con un cartucho normal, en donde la prueba resultó positiva para todos los disparos realizados, en los que los gases producidos por la deflagración de la carga de propulsión son suficientes para lograr una mayor maculación periorificiaria de la tela investigada.

Prueba de microscopía electrónica de barrido con difracción de rayos X

Al utilizar el cartucho modelo Colibrí, esta prueba presentó positividad a elementos de Pb, Ba y Si. Aunque este tipo de cartucho no acciona el mecanismo de eyección del arma utilizada en este experimento, sí hubo escape de estos elementos, mismos que se dispararon por las ranuras de los mecanismos de eyección y del disparador y fueron suficientes para macular la mano que realizó el disparo. Este método también detectó la presencia de acero, Ni, Cu y Co, atribuibles a los elementos constitutivos del arma y del casco.

Al utilizar los cartuchos normales, esta prueba mostró positividad a Pb, Ba, Sb, Cu, Ni, Co y acero en todas las muestras problema analizadas, indicando la presencia de Sb, el cual no se encontró en el cartucho modelo Colibrí.

Conclusión

En un disparo realizado con un cartucho calibre 0.22", modelo Colibrí, marca Águila, al emplear una pistola Colt, modelo Huntsman, calibre 0.22", los elementos constitutivos de los productos residuales son:

1. Plomo, por ser el elemento constitutivo del proyectil y probablemente del explosivo iniciador del detonante (estifnato de plomo).
2. Bario, que deriva de la reacción del agente oxidante (nitrato de bario) de la mezcla detonante.
3. Nitrito de bario, producto de la oxidación del nitrato de bario, constitutivo de la mezcla detonante (agente oxidante).
4. Silicio, que deriva del silicato de calcio, agente combustible de la mezcla detonante.
5. Acero, elemento proveniente del cañón del arma de fuego.
6. Níquel, elemento proveniente del casco del cartucho.
7. Cobre, elemento proveniente del casco del cartucho.
8. Cobalto, elemento proveniente del casco del cartucho.

Referencias

1. Montiel Sosa J. Criminalística, Tomo I. 5a. ed. México: Editorial Limusa; 1997, p. 205-33.
2. Spitz Werner, Fisher Russel. Medico-legal investigation of death. 2nd Edition. Springfield, U.S.A: Thomas Publisher; 1980, p. 202-94.
3. Snyder LeMoyne. Investigación de homicidios. 2ª Ed. México: Noriega Editores; 1991, p. 121-98.
4. Simpson Keith. Medicina forense. Barcelona, España: Espaxs; 1981, p. 97-116.
5. Vargas Alvarado E. Medicina forense y deontología médica. México: Editorial Trillas; 1991, p. 391.
6. Singer Ri, Davis D, Houck MM. A survey of gunshot residue analysis methods. J Forensic Sci 1996; 41: 195-8.
7. Gisbert Calabuig JA. Medicina legal y toxicología. 5ª Ed. Barcelona: Editorial Masson; 1998, p. 360-9.
8. Teke Schicht A. Medicina legal. Santiago de Chile: Editorial Mediterráneo; 1993, p. 82-100.
9. Moreno González M. Balística forense. 8ª Edición. México: Ed. Porrúa; 1996, p. 20-113.

10. Grandini González J. Medicina Forense. Texto, Preguntas, Respuestas y Atlas. México: Distribuidora y Editora Mexicana; 1998, p. 69-74.
11. Meng HH, Caddy B. Gunshot residue analysis. A review. J Forensic Sci 1997; 42(4): 553-70.
12. Basu S. Formation of gunshot residues. J Forensic Sci 1982; 27: 72-91.
13. Manual de nociones de balística forense. Estado Mayor de la Secretaría de la Defensa Nacional. México. 1993, p. 33-48.
14. Wrobel HA, Millar JJ, Kijek M. Identification of ammunition from gunshot residues and other cartridge related materials a preliminary model using 0.22 caliber rimfire ammunition. J Forensic Sci 1998; 43(2): 324-8.
15. Wilson Charles. Protección y transporte de las evidencias relacionadas con las armas de fuego. En: Snyder LeMoyne. Investigación de Homicidios. 2ª Ed. México: Noriega Editores; 1991, p. 171-98.
16. Ravreby M. Analysis of long-range bullet entrance holes by atomic absorption spectra photometry and scanning electron microscopy. J Forensic Sci 1982; 27: 92-112.
17. Lebedzik J, Johnson DL. Rapid search and quantitative analysis of gunshot residue particles in the SEM. J Forensic Sci 2000; 45(1): 83-92.
18. White RS, Qwens AD. Automation of gunshot residue detection and analysis by scanning electron microscopy/energy dispersive X-ray analysis (SEM/EDX). J Forensic Sci 1987; 32: 1595-603.
19. Degaetano D, Siegel JA, Klomparents KL. A comparison between three techniques developed for sampling of gunshot residues by scanning electron microscopy energy dispersive X-ray analysis (SEM/EDX). J Forensic Sci 1990; 35: 1087-95.