

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
SANTA FE, ARGENTINA

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

ALUMNO: FRUTOS ROLANDO JAVIER

MEDICINA LEGAL 7 COHORTE

AÑO 2021

TEMA:

Comparar la frecuencia de los Heridos por proyectil de armas de fuego en cráneo evaluados por el Servicio de Neurocirugía del Hospital Clemente Álvarez (HECA) de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, ocurridos en hechos violentos no autoinflingidos pre aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO) vs aislamiento social y preventivo por SAR COV 2.

TÍTULO:

“Análisis comparativo de la Prevalencia de heridos por proyectiles de arma de fuego en cráneo (HAF) evaluados en un Servicio de Neurocirugía HECA entre los periodos de marzo 2019 a febrero 2020 vs marzo 2020 a febrero 2021)”

Índice

<i>Introducción</i>	2
<i>Pregunta</i>	3
<i>Marco teorico</i>	3
<i>Objetivos</i>	22
<i>General</i>	22
<i>Específicos</i>	22
<i>Metodología</i>	23
<i>Diseño</i>	23
<i>Procedimientos del estudio</i>	23
<i>Análisis estadísticos</i>	24
<i>Resultados</i>	24
<i>Discusión</i>	31
<i>Conclusión</i>	33
<i>Referencias</i>	34

INTRODUCCIÓN

Las heridas por proyectiles de arma de fuego en cráneo son una causa importante de morbimortalidad en la población civil, generalmente de sexo masculino menor de 45 años económicamente activos. (1)

Representan el 35% de las causas de muerte por daño cerebral determinando traumatismos graves con un 90% de mortalidad y discapacidad en la población laboralmente activa repercutiendo directamente en la situación económico- social tanto del estado como del grupo familiar. (1)

Hasta en un 65% estas lesiones en cráneo se hallan asociadas a otras en tórax, abdomen y pelvis lo que determina la necesidad de procedimientos quirúrgicos de urgencia. (1)

En nuestro medio la lesión cerebral ocurre principalmente por armas de fuego de baja densidad en la población civil (no armas de guerra). Las características de la lesión están determinadas no sólo por la velocidad del proyectil sino también por las propiedades físicas del mismo, el diseño, la fragmentación y los mecanismos de daño tisular. (2)

El objetivo de este trabajo de investigación se centra en la recolección y procesamiento de los datos surgidos a partir de los pacientes con heridos por proyectil de arma de fuego evaluados por el Servicio de Neurocirugía del Hospital de trauma y emergencias Clemente Álvarez, de la ciudad de Rosario durante el período comprendido entre el 1 de Marzo de 2019 y el 1 de Marzo de 2021, si bien se dividen 2 periodos desde el 1 de Marzo de 2019 al 28 de Febrero de 2020 (Periodo previo al aislamiento social obligatorio por virus SAR COV 2) y desde el 1 de Marzo de 2020 al 28 de febrero de 2021 para comparar si hay alguna variación del número de pacientes evaluados en un periodo con respecto a otro.

Además del análisis consignado previamente se realizara la evaluación de datos epidemiológicos como el sexo y rango de edad más afectado, la cantidad de heridas que normalmente presentan estos heridos y el número de deceso que las mismas provocan. Desde el punto de vista legal se identificar los aspectos médico-legales y

clínico-quirúrgicos del Traumatismo Cráneo Encefálico por proyectiles de arma de fuego.

Es importante conocer las características de este tipo de lesiones y sus implicancias médico legales, ya que además del valor criminalístico y forense, es imprescindible reconocer algunas características de estas lesiones para anticipar que lesiones encontraremos en la autopsia y siendo los proyectiles radiopacos, el rol de la radiología es indiscutido. Por tal motivo se analizarán también las lesiones tomográficas más relevantes en cráneo.

El presente trabajo presenta las limitaciones propias de un análisis cuantitativo, motivo por el cual se excluye el estudio y valoración de las dimensiones relacionales de los procesos socio-culturales existentes en los ingresos al Servicio de Neurocirugía del Hospital Clemente Álvarez.

Pregunta

¿Ha sufrido alguna variación la frecuencia de los pacientes por HAF en cráneo ocurridos en hechos violentos no autoinflingidos, evaluados por el servicio de Neurocirugía del HECA comparando los periodos marzo 2019 a Febrero 2020 (correspondientes a la etapa pre aislamiento social preventivo y obligatorio (pre ASPO) con respecto del periodo Marzo 2020 a Febrero 2021 (correspondiente a la etapa de aislamiento social y preventivo (ASPO) por virus SAR COV 2?

MARCO TEORICO

Según reportes actuales, en los últimos años los homicidios por lesiones de armas de fuego han sido responsables de casi una tercera parte de las muertes violentas a nivel mundial; siendo más de 500 personas que mueren cada día a causa de la violencia con armas de fuego. (3) Entre 2012 y 2016, se produjeron en el mundo **1.400.000 muertes relacionadas con armas de fuego**. En función de esto, existe una elevada demanda de los cirujanos en los servicios de urgencias producto de estas lesiones producidas por las armas de fuego. (4)

Las lesiones por arma de fuego (HAF) se definen como el conjunto de alteraciones producidas en el organismo por el efecto de los elementos que integran el disparo en las armas de fuego. En general un arma es todo elemento que permite aumentar el poder ofensivo o defensivo de la persona. Según el decreto reglamentario de la ley nro. 20.429 de “Armas y explosivos” se denomina arma de fuego a...” todo instrumento, aparato o ingenio mecánico que utilizando la fuerza expansiva de los gases producidos por la deflagración de la pólvora, resulta apto para el lanzamiento de proyectiles a distancia...” (5)

El conocimiento de características tales como el tipo de arma, distancia a la que se hizo el disparo, el sitio del impacto con el orificio de entrada y la posición de la víctima al recibir el impacto así como el número de disparos y la posibilidad de lesiones concomitantes por gases, son los factores que un cirujano debe considerar para evaluar el posible daño tisular potencial y determinar la severidad del mismo conociendo las características físicas de los diferentes tejidos y su resistencia al daño.

Bases mecánicas asociadas a las lesiones por arma de fuego.

La balística es la disciplina que se encarga del estudio del cálculo del alcance y dirección de los proyectiles en sus diferentes trayectos por lo que se divide en: balística Interna: trayecto dentro del arma; Balística Externa: recorrido del proyectil desde que abandona el arma hasta que impacta en el blanco; y balística Terminal: es la que interesa a la Medicina Legal ya que describe los efectos del proyectil en el organismo humano. (6)

Al momento de ser disparados, los proyectiles adquieren una gran energía cinética o fuerza remanente que les permite alcanzar largas distancias con gran capacidad de penetración 3. (9) A mayor tamaño del proyectil, es mayor la energía liberada (un proyectil con el doble de masa que otro libera el doble de energía) y a mayor velocidad, mayor energía (el doble de velocidad, aumenta 4 veces la energía liberada). (7)

$$E.C = p.v / 2g$$

donde, p= peso del proyectil, v= velocidad, g= gravedad

De acuerdo a la siguiente fórmula, se deduce que la velocidad tiene un papel preponderante en la determinación de la energía cinética por sobre el peso del proyectil.

Como aproximación, podría mencionarse que los proyectiles de armas cortas poseen velocidades de alrededor de 350 metros por segundo (m/s) y las armas largas, de alrededor de 1.000 m/s. Estos valores aproximados de las velocidades alcanzadas por los proyectiles tendrían una influencia directa en el daño y la severidad de las lesiones provocadas.

Efectos de entrada de proyectiles de arma de fuego.

A. EFECTOS DEL PROYECTIL SOBRE LA ROPA:

Se describen tres signos que corresponden a disparos efectuados con pólvora negra:

- ***Signo del Deshilachamiento crucial de Nerio Rojas:*** Se observa cuando el disparo se ha realizado a muy corta distancia (a Boca de jarro o a quemarropa) o es de contacto. El desgarrar de la prenda presenta una forma de cruz y en los bordes se encuentran signos de ahumamiento y depósitos de la deflagración de la pólvora.
- ***Signo de la escarapela:*** se forma sobre la cara interna de la ropa alrededor de la pérdida de sustancias originada por el disparo, debido al negro de humo distribuido en círculos negruzcos y grisáceos alternativamente
- ***Signo del calcado de la trama o signo de Bonnet:*** se origina cuando el humo del disparo atraviesa el primer plano determinando En el segundo plano de ropa una imagen idéntica.

B. EFECTOS SOBRE EL PLANO CORPORAL:

Las lesiones provocadas por el choque del proyectil sobre la piel venciendo la resistencia elástica de la misma produce una solución de continuidad característica dicho de otra manera son heridas contusas.

Para inferir el calibre de la bala a partir del tamaño del orificio de entrada es necesario tener en cuenta la elasticidad de la piel y la región topográfica afectada. Ya que una herida De entrada en la piel que está sobre un plano óseo (como el cráneo),

presenta un diámetro diferente a una herida en zona de piel flácida y debe tenerse presente que las heridas de proyectiles en áreas con pliegues o arrugas puede tener un aspecto punzante. Por lo tanto, el tamaño de un orificio de entrada en el hueso no puede ser empleado para determinar el calibre específico de un proyectil.

Según la distancia a la cual se realiza el disparo tenemos diferentes denominaciones: (8)

a- **Disparo a Boca de jarro:** disparo efectuado con la boca de fuego del arma aplicada contra el cuerpo de la víctima en forma firme o laxa directamente sobre la piel o con ropa interpuesta

b- **Disparo a quemarropa:** disparos que originan quemaduras sobre la piel o bien en la ropa que la cubre.

c- **Disparo a corta distancia:** hay un depósito de negro de humo dependiendo del tipo de arma y de la pólvora

d- **Disparo a larga distancia** no produce quemadura y depósito de pólvora y de negro de humo.

Clasificación de las diferentes modalidades de orificio de entrada: (9)

a- Lesiones por contacto:

1- **Lesiones por contacto firme:** la boca de fuego es presionada con fuerza contra la piel provocando una imitación de la misma por lo que los materiales que emergen de la boca de fuego ingresan dentro de la lesión observándose ahumamiento y depósito de negro de humo y partículas de pólvora sin quemar en el borde de la lesión punto en el músculo adyacente Se observa una coloración rojo cereza debido a la carboxihemoglobina formada del monóxido de carbono proveniente de los gases de disparo. La presencia de partículas de pólvora así como de monóxido de carbono determinan de qué se trata de un orificio de entrada. te vas a caerte mal

2- **Lesiones por contacto laxo:** la boca de fuego se aplica suavemente sobre la piel al momento del disparo, Por lo que la piel no se imita. se crea un espacio temporal entre la piel y la boca de fuego producto del gas y el proyectil. El negro de humo se

deposita en banda alrededor del orificio de entrada y el **lavado** puede hacerlo desaparecer.

3- Herida por contacto anguloso: al momento del disparo el cañón está sostenido de manera que forma un ángulo agudo con la piel por lo que la circunferencia completa de la boca de fuego no está en contacto completamente con la misma. el gas y el negro de humo se disponen en forma excéntrica, este último se dispone en dos zonas diferentes:

- Una zona más notable representada por un área ennegrecida de piel de configuración oval
- Otra zona de color grisáceo donde se depositan pequeñas cantidades de grano de pólvora que no entraron en combustión en ambas zonas

Es posible inferir la dirección en que apuntaba alarma dado dada la presencia de una zona ennegrecida que corresponde a la lesión de entrada.

4- Lesiones por contacto incompleto: La boca de fuego se sostiene contra la piel pero al no ser totalmente plana una parte de la lesión no entra en contacto con la piel. Se debe por lo general a una interrupción momentánea en el contacto entre la boca de fuego y la piel a lo largo del margen inferior del cañón. Los gases y negro de humo producen una zona elongada y ennegrecida en la piel donde pueden depositarse granos de pólvora.

Como regla se encuentran depositados por dentro y a lo largo de la lesión el negro de humo, pólvora, monóxido de carbono y y metales vaporizados del proyectil, fulminante y vaina.

b- Lesiones por contacto cercano: En dichas lesiones la boca de fuego no está en contacto con la piel sino más bien a una corta distancia de la misma en general no más de un centímetro. Los granos de pólvora no pueden dispersarse debido a esta corta distancia y junto con la llama producen en la piel el denominado tatuaje, característico de este tipo de lesiones y que varía de acuerdo al tipo de pólvora, calibre y longitud del cañón del arma.

c- Lesiones producidas a una distancia intermedia: la boca de fuego se halla lejos del cuerpo al momento de la descarga, pero lo suficientemente cerca para que los

granos de pólvora expulsados por la boca de fuego junto con el proyectil se incrustan en la piel originando lesiones de aspecto puntiforme rojiza o Rojo anaranjado circundantes al orificio de entrada siendo de forma simétrica o excéntrica de acuerdo al ángulo constituido entre el arma y el blanco siendo característica fundamental que ***no desaparecen con el lavado.***

Cuanto mayor sea la distancia menos denso será el tatuaje. El aumento del tamaño del tatuaje se debe a la dispersión de los granos y la disminución de la intensidad se debe a la disminución de la velocidad de los granos porque de esta manera no pueden incrustarse en la piel. con respecto al negro de humo debe tenerse en cuenta que cuando se dispara un arma salen además de la pólvora negro de humo que contiene carbono y metales vaporizados del fulminante del proyectil y de la vaina si la boca de fuego está cerca del cuerpo el negro de humo puede depositarse en la piel punta a medida que aumenta la distancia entre la boca de fuego y el blanco, el tamaño del negro de humo aumentará mientras que decrece su intensidad.

La distancia máxima hasta la cual puede encontrarse depósito de negro de humo en la mayoría de armas de Puño es de 20 a 30 cm. (9)

Y la boca de fuego se encuentra en forma perpendicular a la piel el negro de humo se impone en forma circular con el orificio de entrada en el centro además se depositan materiales como bario y plomo el fulminante cobre y zinc y níquel vaporizado de la vaina del aumento de la temperatura, cobre aluminio y grasa proveniente del ánima.

El aspecto del tatuaje alrededor del orificio de entrada puede ser usado para determinar la distancia a la que fue aceptado el disparo a través de la reproducción del mismo sobre materiales de prueba.

d- **Lesiones por disparo a distancia:** no se observan tatuaje verdadero ni falso ya que se estima que la distancia es superior a los 60 cm. La distancia precisa depende del arma utilizada y de la munición y se determina con disparos de prueba. La ropa interpuesta retiene el negro de humo y la pólvora haciendo que lesiones provocadas con disparos cercanos parezcan distantes en el caso de examinar solamente el cuerpo con abstracción de las ropas. presencia de de necesaria no ya que también en estos pueden observarse dichas partículas.

C. LESIONES EN EL PLANO CUTÁNEO

El proyectil al mismo tiempo que produce un efecto contusivo directo arrastra consigo partículas de grasa aceite y suciedad del ánima del cañón del arma, por lo que quedan dos zonas que en parte se superponen:

- **el Halo de construcción o zona apergaminada por la equimótica o Halo constructivo o anillo de contusión:** resulta de la acción constructiva del proyectil al impactar en la piel vencer la elasticidad y atravesar determinando la destrucción de la epidermis y el denudamiento de la dermis denota la característica de vitalidad de la lesión ya que no se produce en caso de disparos efectuados sobre un cadáver. según la incidencia de proyectil puede tener las siguientes características:
 - completo o concéntrico: el Halo rodea completa y totalmente el orificio de entrada siendo la incidencia del proyectil perpendicular
 - excéntrico completo: el Halo no tiene en todo el perímetro del mismo ancho ya que la incidencia del proyectil ha sido en ángulo agudo
 - excéntrico incompleto: el Halo tiene forma semilunar por lo que la incidencia ha sido aguda.
- **Halo de enjugamiento o anillo de enjugamiento:** resulta del depósito de impureza que arrastra el proyectil situado por dentro y por encima. su ausencia puede deberse a la retención de dichas sustancias por la ropa o cabeza. Es de destacar que no es posible determinar la distancia de disparo a partir de las características del Halo de contusión.
- **Golpe o boca de mina de Hoffman** se produce cuando el disparo se efectúa sobre una zona de piel con un plano óseo subyacente y con la boca del cañón del arma apoyada contra la piel de manera firme o a muy corta distancia. Al salir el disparo, la pólvora y la llama se depositan en las en los planos blandos. Los gases que penetraron violentamente en la lesión chocan o rebotan contra el hueso y refluyen hacia atrás originando un extenso estallido de la piel desgarrándola en varios puntos de contacto con el orificio primitivo. La herida aparece internamente ennegrecida por el depósito de negro de humo y granos de pólvora presentando una forma estrellada con desgarros radiados sobre la

tabla externa Se observa alrededor de la solución de continuidad un anillo negruzco que desaparece con el lavado denominado **signo de Benassi**.

En la zona adyacente al orificio de entrada se observan signos dependientes del arma del disparo y de la pólvora:

- Dependientes del arma:
 - **Signo de Puppe Werk Gartner:** Cuando el disparo se realiza con el arma aplicada contra la piel en contacto firme aparece una impronta contuso excoriativa apergaminada.
- Dependientes del disparo y de la pólvora:
 - **Quemadura:** reducida por la llama y los gases incandescentes que salen de la boca de fuego del arma dando origen a una zona negruzca y desecada que no desaparece con el lavado.
 - **Tatuaje por incrustación de granos:** al producirse el disparo salen de la boca de fuego gránulos de pólvora los cuales pueden estar total o parcialmente quemados, hallarse en combustión o no se alojan en la epidermis y no desaparecen con el lavado.
 - **Ahumamiento:** Se produce por la salida de negro de humo que se depositan en la superficie de la piel con una tonalidad gris y sarra negruzca que desaparece con el lavado

D. EFECTOS DEL PROYECTIL SOBRE EL PLANO ÓSEO.

A- **Signo de Benassi:** Es el ahumamiento de la tabla externa ósea ya sea en la entrada como en la salida de un hueso plano a nivel macroscópico que observa un depósito y micropartículas de carbón provenientes de la suspensión en el humo del disparo a nivel perióstico y subperióstico. Se observa en disparos realizados a muy corta distancia o cuando la boca de fuego es aplicada contra el plano cutáneo. El lavado suave lo atenúa pero la fricción energética lo hace desaparecer..

B- **Signo del Schusskanal:** Es el ahumamiento de las paredes del conducto labrado por el proyectil entre las tablas interna y externa de un hueso plano, por lo general el cráneo, en un mecanismo similar al descrito anteriormente.

C- **Biselado**: Es un orificio de entrada en el plano óseo de la calota producido porque el proyectil contunde el hueso, lo empuja, penetra y perfora la tabla externa y el espesor del diploe. Luego atraviesa el tejido óseo y finalmente fractura la tabla interna desprendiendo sus fragmentos óseos e ingresando al interior del cráneo. Si tiene suficiente energía impacta sobre la tabla interna contralateral pudiendo o no salir al exterior dando origen al **signo del orificio de salida o biselado**. Presenta una conformación en forma de cono truncado o de embudo ya que los orificios de entrada y salida óseos progresan como las secciones de un cono truncado.

D- **Keyhole o Signo de la cerradura**: Provoca un bisel interno con un orificio de entrada redondeado sobre la tabla externa pero luego al penetrar el proyectil al cráneo genera un efecto de astillamiento a la tabla externa de forma triangular e irregular con bisel externo lo que determina la dirección del disparo.

E- **Signo de Chavigny**: cuándo dos disparos impactan en el cráneo en zonas vecinas los trayectos radiados fracturarios del segundo disparo son interrumpidos por los proyectos del primer disparo.

DIRECCIÓN DE UN DISPARO

El conocimiento de la dirección de los disparos permite, a menudo, establecer la etiología del disparo y facilitar la reconstrucción del hecho. El reparto de la incrustación de los granos de pólvora y del depósito de humo permiten, por lo general, diferenciar los disparos perpendiculares al blanco de aquellos oblicuos en los disparos a corta distancia.

Los disparos perpendiculares dibujan un tatuaje circular en cuyo centro se encuentra el orificio de entrada. En los disparos oblicuos el orificio es excéntrico, y su forma es ovalada o irregular. La situación del orificio dentro del tatuaje depende, no solo de la inclinación, sino también de la distancia.

Otro punto a tener en cuenta es la densidad relativa de los elementos del tatuaje en sus distintas zonas, ya que en la zona más cercana al arma están más apretados entre sí, a diferencia que en la zona opuesta.

La cintilla de contusión en los disparos perpendiculares tienen la forma de anillo completo, mientras que en los oblicuos adopta la forma semilunar, estando la semiluna en el lado por el que vino la bala, por ser éste el que ha contundido.

TRAYECTO

El sentido del trayecto marca el recorrido del proyectil en el organismo. Se debe tener en cuenta:

- **Número:** en general cada proyectil determina un solo trayecto pero cuando se fragmenta excepcionalmente se pueden ver más de un proyectil.
- **Trayecto propiamente dicho:** Puede ser rectilíneo o presentar desviación, mientras que el diámetro no suele ser uniforme. El recorrido tiene aspecto necrótico hemorrágico con infiltración hemática y en los órganos con importantes vascularización, como el corazón, pulmón, riñones da origen al denominado **Halo hemorrágico visceral**. Por la contusión y pasaje de proyectil se encuentra una imagen de Halo hemorrágico la que se considera como lesión vital. Cuando los disparos se realizan a una corta distancia en el cráneo, la duramadre presenta una coloración gris pizarra o negruzca resultado de la impregnación de negro de humo y polvo.
- **Desviaciones:** cuando el proyectil toma contacto con elementos óseos o atraviesa órganos o tejidos de diferente densidad o bien sigue la forma de huesos curvos como la calota o costilla, recibe el nombre de “**proyectil circungirante**”.
- **Migraciones:** son aquellos que penetran algún vaso sanguíneo arterial o venoso y son arrastrados por la corriente sanguínea hasta un sitio distante del punto de ingreso.

E. ORIFICIO DE SALIDA.

- **Número:** por lo general generan un solo orificio de salida, no obstante puede generar múltiples. Por otro lado, algunas veces dos proyectiles pueden generar un solo orificio de salida.
- **Forma:** el orificio de salida tiene aspecto irregular con los bordes evertidos y sin halo de contusión. La irregularidad de los bordes se relaciona con la

deformación que sufre el proyectil en su trayecto al impactar en los planos óseos y por sus propias características como punta hueca y blanda.

- **Borde:** los bordes se encuentran evertidos y desgarrados. Hay un halo contuso excoriativo o **signo de Romanese**. Cuando el proyectil encuentra en la salida un plano de resistencia, por ejemplo cuando la víctima se haya apoyada sobre una pared o sobre el piso, este halo se produce por el impacto del proyectil al chocar sobre dichos planos quedando la piel interpuesta entre ellos y determinando un efecto conductivo de adentro hacia afuera.

MÉTODO DE ANÁLISIS EN CASOS DE DISPARO DE PROYECTILES DE ARMA DE FUEGO

En todos aquellos casos en los que intervienen armas de fuego es necesario conocer quién ha disparado el arma, y qué tipo de arma se ha disparado, así sea para corroborar una hipótesis de suicidio, o bien para confirmar la implicación de un sospechoso en los hechos. Cuando se produce un disparo se suceden una serie de reacciones fisicoquímicas que determinan la producción de residuos de la pólvora (nitritos y nitratos), restos de plomo, de cobre, ya sea del detonador o de la carga iniciadora, así como como bario y antimonio, que se denominan genéricamente **residuos de disparo**. Estas partículas quedan depositadas sobre las manos de la persona que acciona el arma, en las prendas y en el arma de fuego, y su presencia, por tanto, es indicativa de que se ha producido la descarga de la misma. (10)

Los residuos de disparo están bien caracterizados, y básicamente consisten en una combinación de plomo, antimonio, bario, y otros elementos (9)

Las principales fuentes donde se encuentran los residuos orgánicos son el proyectil (plomo y antimonio), el fulminante (estifnato de plomo, nitrato de bario y sulfuro de antimonio). La acción de dichas sustancias químicas impulsa el proyectil fuera del arma de fuego para dirigirse al objetivo, permitiendo que se escapen vapores y finas partículas de pólvora que se depositan en áreas que se encuentran alrededor, incluyendo manos, rostro y prendas de vestir de la persona que dispara (10)

Determinación de Residuos de Disparo por Arma de Fuego.

Con el paso del tiempo se han utilizado diversas técnicas para realizar el análisis de los residuos, como por ejemplo la prueba de activación de neutrones, la prueba de Harrison-Gilroy, la técnica del rodizonato de sodio, la prueba de la parafina o guantelete, la prueba de Walker y la prueba de Lunge. (11) Recientemente se ha incorporado una prueba denominada espectrofotetría de absorción atómica, que es un test utilizado con mucha frecuencia en países como Estados Unidos, Canadá y en países de la Unión Europea.

El primer test fue denominado **prueba de parafina o de la fenilamina**. En dicha prueba se cubren las manos con una capa de parafina que, posteriormente a enfriarse, es removida para conformar un molde. Estos moldes son tratados por una solución ácida y fenilalanina, el cual es un reactivo utilizado para investigar nitratos y nitritos que se originan por el uso de pólvora y que pueden depositarse en la piel luego de disparar un arma de fuego. La prueba da positiva por la presencia de un puntillado azul en la parafina. Es una prueba no específica

En 1959 Harrison y Roy idearon una **prueba cualitativa colorimétrica** para detectar restos de antimonio y plomo en las manos de personas que utilizaron un arma de fuego. Dichas sustancias se desprenden del fulminante del cartucho y se depositan en el dorso de la mano de quien dispara. En esta prueba se utiliza un trozo de algodón humedecido en ácido clorhídrico que se pone en contacto con la zona de piel a investigar, para luego taparlo con yoduro de metano y detectar antimonio y rodizonato de sodio para el barrio y el plomo prueba que después de usarse por su limitada sensibilidad.

La **espectrofotometría de absorción atómica** es una técnica que se usa con mucha frecuencia en el mundo, principalmente en países europeos, Estados Unidos y Canadá, en donde sus valores se han estandarizado y validado en numerosos contextos. Es una técnica analítica para la determinación de elementos basada en la absorción de energía radiante por átomos libres en su estado basal. (10)

DISTANCIA DE UN DISPARO:

Heridas de bala:

-Disparo a boca de jarro: esta situación se da cuando la boca del arma se encuentra en contacto con la piel. Hay estallido y arrancamiento cutáneo producido por los gases y una herida en boca de mina por la pólvora quemada.

-Disparo a quemarropa: el orificio está rodeado por la cintilla de contusión y el tatuaje ennegrecido denso, sobre lo que se encuentra la quemadura por la llama.

-Disparo a corta distancia: son disparos realizados a distancias inferiores al alcance de los elementos integrantes del tatuaje. Presenta un tatuaje alrededor del orificio de entrada.

-Disparo a larga distancia: son disparos realizados a distancias superiores al alcance de los elementos integrantes del tatuaje. Hay ausencia de tatuaje. El orificio se encuentra solamente rodeado por la cintilla contusivo-erosiva.

Heridas de perdigones: en este tipo de disparos existe mayor posibilidad de precisar tipos intermedios de disparos, aunque sin demasiada exactitud. Los elementos del disparo sirven para diferenciar los disparos realizados a corta distancia, pero en los disparos a larga distancia, el grado de dispersión de los perdigones proporciona indicadores acerca de la cuantía de aquélla.

CORRELACIÓN TOMOGRÁFICA DE LAS LESIONES:

Se debe realizar un análisis pormenorizado de la tomografía de cráneo de ingreso, elementos imagenológicos tales como localización de las lesiones, el estado de cisternas peritroncales y línea media, presencia de hemorragia ventricular, hemorragia subaracnoidea, lesiones hemorrágicas evacuables, lesión de ganglios de la base, y clasificación de la injuria en heridas tangenciales, penetrantes o perforantes. Para ello, se utiliza la clasificación de Matson para HAF (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de Matson para HPAF en cráneo (II Guerra Mundial)	
Grado	Descripción
I	Laceración de cuero cabelludo
II	Fractura de cráneo, Duramadre intacta
III	Fractura de cráneo con penetración dural / cerebral. A. Tangenciales: En cráneo sin fragmentos del proyectil B. Penetrantes: Fragmentos del proyectil en el cerebro C. Perforantes: Transfixiantes (de lado a lado)
IV	Con factores agravantes: A. Penetración ventricular B. Fractura de órbitas o senos aéreos C. Injuria de senos duros D. Hematoma intracerebral.

Las siguientes figuras adquiridas en tomografía computarizada describen los orificios de entrada (orificio externo -OE) y salida (OS) en las HAF en craneo, el valor pronóstico de los tejidos afectados y las afecciones tisulares posibles:

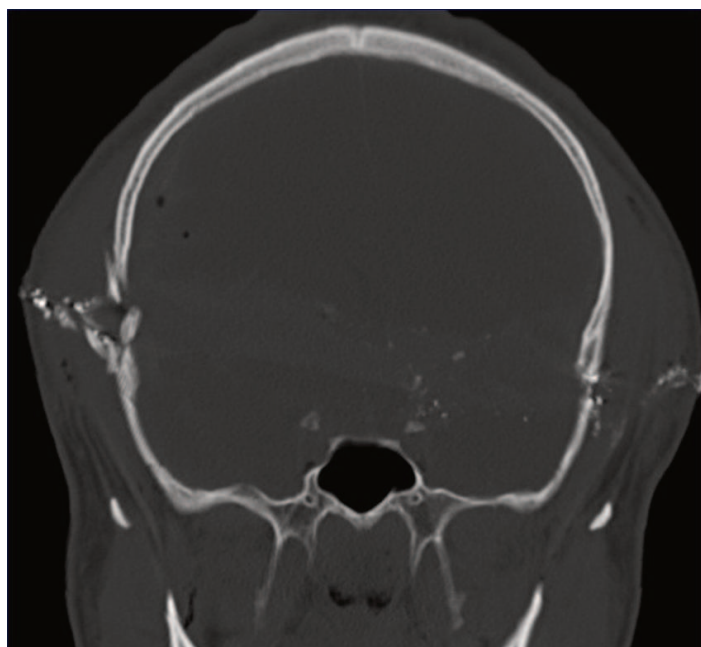


Figura 1. Orificio externo de bordes regulares, en región temporal izquierda, fragmentos intracraneales y orificio de salida temporal derecha. OS: puede ser único

o múltiple de diámetro mayor al orificio de entrada. Generalmente presenta bordes irregulares y evertidos y fragmentos óseos asociados.

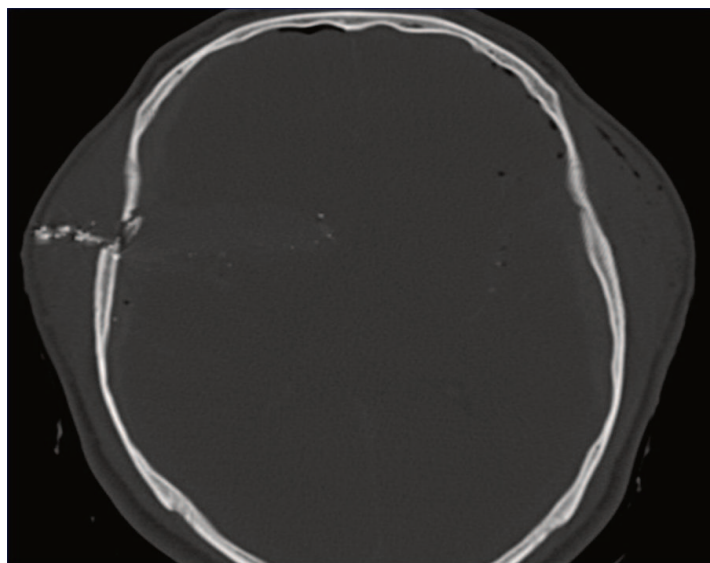


Figura 2. Serie Ósea: Fractura Temporal derecha con hundimiento de fragmento óseo y esquirlas de densidad metálica subcutánea. A nivel intraparenquimatoso se observa un halo levemente hiperdenso con imágenes múltiples puntiformes que puede corresponder a trayecto intracerebral del proyectil.

Valor pronóstico del trayecto

- Compromiso de territorio vascular: hemorragia aguda - complicaciones vasculares.
- Compromiso Trans-ventricular: casi 100% mortalidad.
- Si afecta los dos hemisferios o varios lóbulos, muy mal pronóstico.
- En fosa posterior el edema del tronco encefálico puede ser letal.

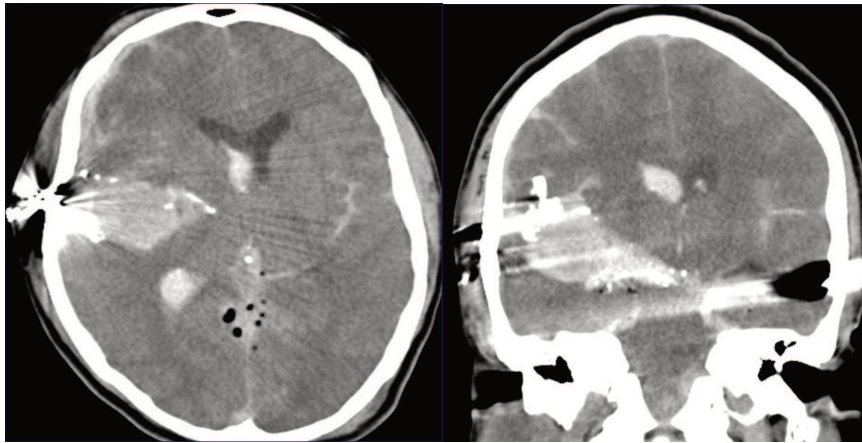


Figura 3. TAC axial y coronal, se observa trayecto bihemisférico con vuelco hemático ventricular con afectación del tronco y neumocéfalo inter hemisférico lo que determina un pronóstico ominoso.

Fragmentos intracraneanos

- Puede ser el proyectil 1º (bala) y proyectiles 2º (fragmentos de la bala y óseos)
- Pueden generar artefactos en la imagen en casos de ser metálicos lo que dificulta la evaluación imagenológica.
- La cantidad de proyectiles tiene importancia médico-legal.

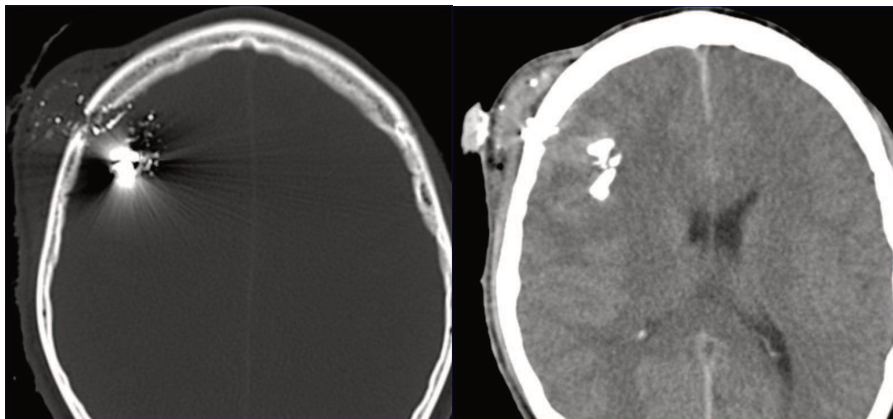


Figura 4. Presencia de orificio de entrada con hematoma subgaleal asociado. Fragmento de densidad metálica intracerebral con esquirlas metálicas satélites.

Neumoencéfalo

Es una complicación/lesión presente en la mayoría de los casos debido a la presencia de aire intracraneal, ya sea subdural (más frecuente), subaracnoideo, intraparenquimatoso o intraventricular. Se correlaciona con complicaciones infecciosas (meningitis bacteriana) principalmente debido a fracturas de cráneo que suele cursar además con fistulas de líquido cefalorraquídeo.

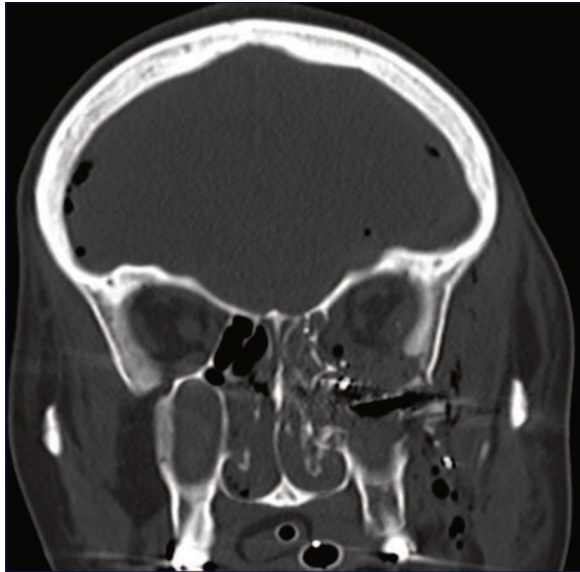


Figura 5. Imagen Coronal de TC de cráneo donde se visualiza múltiples niveles de neumoencéfalo a nivel intracraneal y de partes blandas a nivel facial.

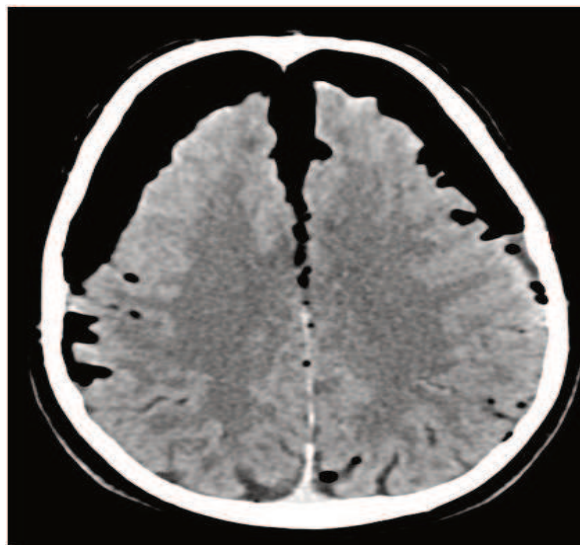


Figura 6. Imagen axial de TC de cráneo en el que se observa la presencia de gas atípico intracraneal que diseca ambos lóbulos frontales con aumento del espacio interhemisférico.

Lesiones hemorrágicas

Las lesiones hemorrágicas constituyen una de las principales causas de muerte en los primeros minutos. Por lo general, estas suelen ser múltiples. Si causan efecto de masa compresiva sobre estructuras encefálicas y desvío de línea media tienen indicación neuroquirúrgica de urgencia.

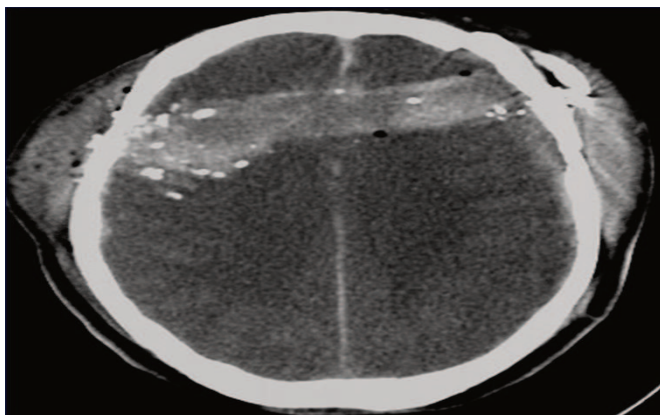


Figura 7. Imagen TAC axial de cráneo: Lesión Transfixiante Frontal de derecha a izquierda asociado a componente hemático.

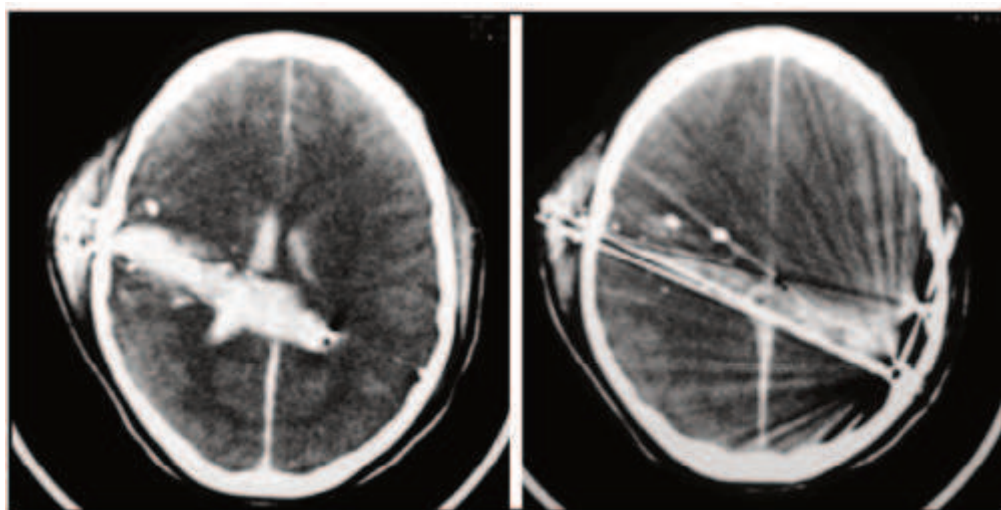


Figura 8. Imagen de TAC de cráneo axial donde se visualiza hematoma intraparenquimatoso y presencia de componente hemático en ventrículos laterales.

Líneas de fractura

- “Regla de Puppe”: cuando se aplican 2 o más fuerzas, las líneas de fractura posteriores a la 1ra van a terminar en ella. (12)
- Explica cuál es el Orificio de Entrada inicial.

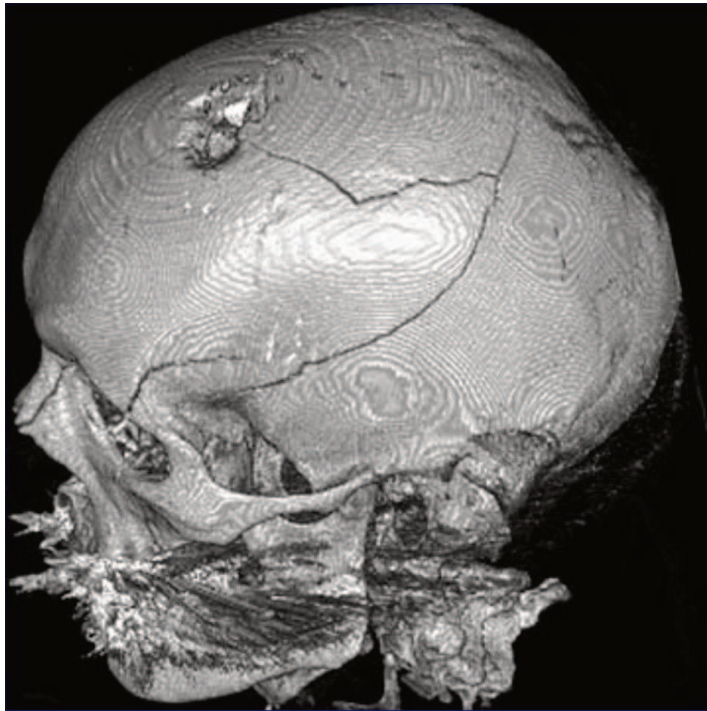


Figura 9. La línea de fractura proveniente del OE superior termina en la línea de fractura que viene desde la órbita. Por lo tanto el OE inicial se encuentra en la órbita izquierda.

La TC es el método de elección en la evaluación del trauma de cráneo penetrante y sus complicaciones.

- Los conceptos de balística lesional ayudan a comprender los hallazgos de imágenes.
- Su extrema gravedad y por ende la necesidad de diagnóstico certero y precoz, explica la importancia del conocimiento y familiarización que el Personal de Salud debería tener para garantizar tanto el manejo crítico neuroquirúrgico así como una adecuada historia clínica pormenorizada a los fines ofrecer una información fehaciente como herramienta medico legal.

- A modo de corolario, por lo general las lesiones con criterios neuroquirúrgicos requieren una Craniectomía Descompresiva , cirugía agresiva de rescate para contrarrestar la lesión cerebral por edema cerebral, Hipertension Endocraneana, hipoperfusión y herniación cerebral subyacente. Se realiza una ventana ósea que permite la expansión cerebral 2º a edema cerebral. La Craniectomía Descompresiva es el fracaso del tratamiento médico.

OBJETIVOS

Objetivo General

Relevar la data de ingreso pacientes con heridos por proyectil de arma de fuego evaluados por el Servicio de Neurocirugía del Hospital de trauma y emergencias Clemente Álvarez, de la ciudad de Rosario durante el período comprendido entre el 1 de Marzo de 2019 y el 28 de febrero de 2021, si bien se dividen 2 periodos desde el 1 de Marzo de 2019 al 28 de Febrero de 2020 (Periodo previo al aislamiento social obligatorio por virus SAR COV 2) y desde el 1 de Marzo de 2020 al 28 de Febrero de 2021

Objetivos Específicos

1. Identificar la variación en la frecuencia de pacientes evaluados en el periodo PRE ASPO con respecto al ASPO y su comparación con respecto al total de pacientes que ingresaron por heridas de arma de fuego en región espinal.
2. Analizar edad, sexo, y demás variables demográficas para conocer cuáles son condiciones predominantes en los afectados por muerte violenta.
3. Introducir nociones elementales de balística y relacionarlas con las lesiones tomográficas halladas; caracterizando las lesiones tanto en estructuras óseas como en parénquima cerebral por proyectiles de arma de fuego y su correlación con los encontrados en la autopsia.

METODOLOGIA:

Diseño:

Se desarrolló un estudio observacional descriptivo analítico transversal, retrospectivo de una serie de casos ingresados al Servicio de Neurocirugía del HECA, de la ciudad de Rosario durante el período comprendido entre el 1 de Marzo de 2019 y el 1 de Marzo de 2021, si bien se dividen 2 periodos desde el 1 de Marzo de 2019 al 1 de Marzo de 2020 (Periodo previo al aislamiento social obligatorio por virus SARS COV 2) y desde el 2 de Marzo de 2020 al 1 de marzo de 2021

Se utilizaron las bases de datos obtenidas de las Historias Clínicas de los pacientes, (previo consentimiento informado), donde se recabaron las variables, demográficas, clínicas, imagenológicas y terapéuticas elegidas en todos los casos, tanto al momento del ingreso como del egreso de los mismos.

Procedimientos de estudio

Los criterios de inclusión para el ingreso al estudio fueron, pacientes con herida por proyectil de arma de fuego en cráneo, ocurridos en hechos violentos no autoinflingidos a los cuales se logró realizar una evaluación inicial dentro de las primeras seis horas del ingreso.

Todos los pacientes recibieron los mismos protocolos de diagnóstico y tratamiento según normas ATLS, y siendo evaluados por el servicio de Neurocirugía ante los hallazgos clínicos e imagenológicas presentes.

Las lesiones se caracterizaron en base a la región craneal afectada, lesiones asociadas extra espinales, score de Glasgow, examen neurológico al ingreso y evolución clínica.

Se utilizaron las imágenes correspondientes (Tomografía Axial Computarizada de Cráneo) con sus correspondientes informes a cargo del médico especialista en diagnóstico por imágenes y se correlacionaron con las lesiones elementales desde la visión del médico Legista.

Análisis estadístico

Los datos de tipo cuantitativo se presentan como estadísticos descriptivos (promedio $\pm$ desvío estándar) o mediana y rangos intercuartílicos, según correspondiera. Mientras que los datos de tipo categórico se presentan como frecuencias porcentuales en forma tabular y gráfica. La prueba de razón de verosimilitud fue empleada para estudiar la asociación entre variables, considerándose que es significativa al nivel del 5 % ($< 0,05$). Se confeccionó una planilla de Excel con las variables a estudiar. Se procesaron los datos con el software Jamovi.

RESULTADOS

Análisis descriptivo.

Un total de 53 participantes fueron incluidos en los análisis, teniendo en cuenta que la mediana de edad corresponde a una muestra comprendida por adultos jóvenes (tabla 2) y la mayoría de las personas fueron hombres (figura 10)

Tabla 2. Datos descriptivos para la variable EDAD (n=53)	
	Edad
Mediana	27
Mínimo	12
Máximo	76

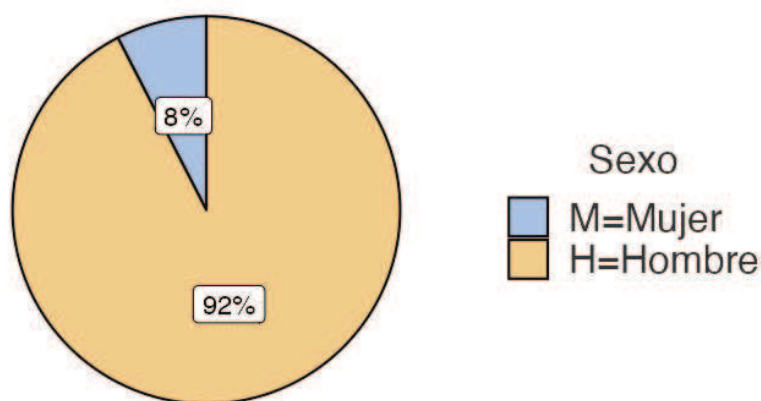


Figura 10. Gráfico de sectores para la variable SEXO (M=4, H=49).

Lesiones por HAF.

De las 53 lesiones por HAF, 29 (54.7%) ocurrieron en el periodo pre ASPO y 24 (45.3%) durante el ASPO.

En la siguiente tabla se describe la frecuencia de las lesiones por HAF identificadas en la muestra analizada. Las lesiones de craneo y transfixiantes fueron las de mayor frecuencia, seguidas por aquellas que produjeron un hematoma subdural (tabla 3).

Tabla 3. Distribución de frecuencias de las HAF (n=53).

Lesión	Frecuencia absoluta (n)	Frecuencia relativa (%)
Fractura de cráneo	14	26.4
Lesión transfixiante	12	22.6
Hematoma subdural	11	20.8
Contusión cerebral	4	7.5
Contusión de tronco	3	5.7
Hematoma extradural	3	5.7
Hematoma subgaleal	2	3.8
Trombosis de seno sigmoideo	1	1.9

Hemorragia subaracnoidea	1	1.9
Disección carotídea	1	1.9
Contusión tronco cerebral	1	1.9

La tabla 4 representa la frecuencia de las lesiones por HAF según el periodo.

Tabla 4. Distribución de frecuencias de las HAF según periodo.			
Lesión	Periodo	Frecuencia absoluta (n)	Frecuencia relativa (%)
Fractura de cráneo	PreASPO	10	18.9
	ASPO	4	7.5
Lesión transfixiante	PreASPO	7	13.2
	ASPO	5	9.4
Hematoma subdural	PreASPO	6	11.3
	ASPO	5	9.4

Dentro de las lesiones que ocurrieron durante el periodo pre ASPO, la contusión cerebral tuvo una frecuencia absoluta de 4 (7.5%), hubo 1 (1.9%) caso de contusión tronco cerebral y 1 (1.9%) caso de trombosis de seno sigmoideo.

En cambio, las lesiones que únicamente ocurrieron durante el periodo ASPO fueron 3 contusiones de tronco (5.7%), 3 casos de hematoma extradural (5.7%), 2 (3.8%) casos de hematoma subgaleal, y hubo 1 (1.9%) caso de disección carotídea y hemorragia subaracnoidea.

Desenlaces.

25 pacientes fueron dados de alta durante todo el periodo analizado (47.2%). Por otro lado, 20 pacientes obitaron durante el mismo periodo (37.7%); 4 (7.5%) fueron derivados y la misma cantidad se fugaron (tabla 5).

Tabla 5. Distribución de frecuencias de desenlaces en ASPO y PreASPO.

Desenlace	Periodo	Frecuencia absoluta (n)	Frecuencia relativa (%)
ALTA	ASPO	12	22.6
	PreASPO	13	24.5
OBITO	ASPO	7	13.2
	PreASPO	13	24.5
DERIVADO	ASPO	3	5.7
	PreASPO	1	1.9
FUGA	ASPO	2	3.8
	PreASPO	2	3.8

Mortalidad.

20 pacientes obitaron durante todo el periodo analizado (37.7%). La distribución de obito según periodo se muestra en la figura 11.

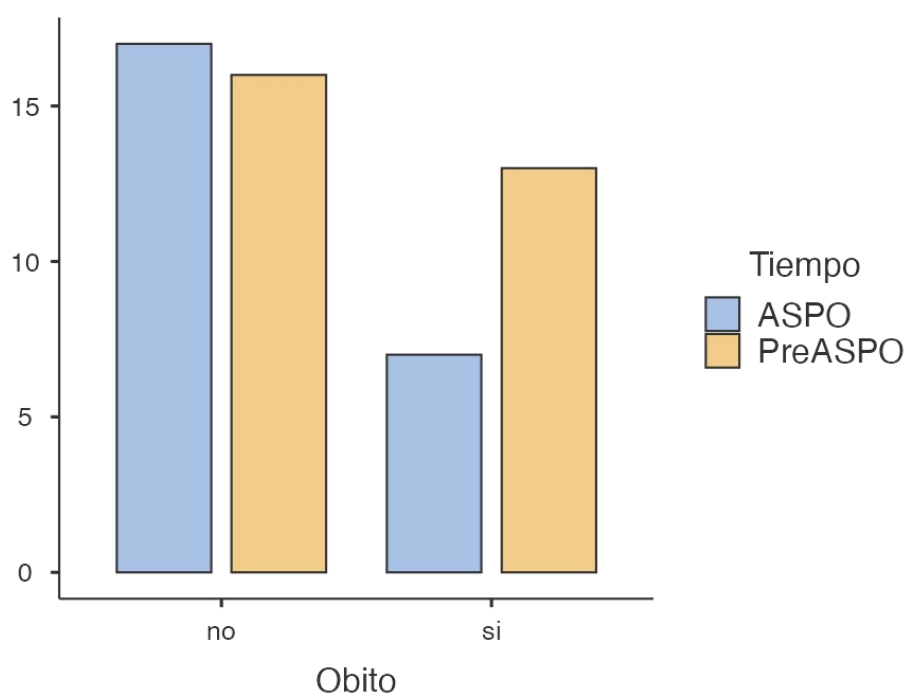


Figura 11. Gráfico de barras para la frecuencia absoluta de la mortalidad (óbito) entre los periodos ASPO y PreASPO.

No se encontraron diferencias en la supervivencia entre ambos periodos. Sin embargo, la frecuencia relativa de óbitos entre el periodo PreASPO y ASPO fue de 11 puntos porcentuales, habiendo una reducción en la mortalidad durante el periodo ASPO (tabla 6).

Óbito	Periodo	Frecuencia absoluta (n)	Frecuencia relativa (%)
No	ASPO	17	32.1
	PreASPO	16	30.2
Si	ASPO	7	13.2
	PreASPO	13	24.5

Análisis de la asociación entre la edad, el sexo y periodo con la mortalidad por HAF.

Se construyeron dos modelos: el primero tomando como referencia en el sexo al hombre y en el periodo al PreASPO; el segundo tomando como referencia a la mujer en el sexo y al periodo ASPO. En ambos modelos el desenlace primario fue el óbito.

Tabla 7. Asociación entre la edad, el sexo y periodo con la mortalidad por HAF.

				Intervalo de confianza al 95%	
Predictor	Coeficiente	<i>p</i>	Odds ratio	Inferior	Superior
Intercepto	1,10469	0,456	3,018	0,1649	55,26
Edad	-0,00950	0,672	0,991	0,9479	1,04
Sexo:					
Hombre	-0,76924	0,528	0,463	0,0425	5,06
Periodo:					
ASPO	0,76803	0,203	2,156	0,6608	7,03

No se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre la edad (odds ratio {OR} =0,99 [Intervalo de confianza al 95% {IC95%} 0,94 a 1,04]), el sexo masculino (OR = 0,46 [0,04 a 5,06]) y el periodo de analisis con la mortalidad (OR = 2,1 [0,66 a 7,03]).

Tabla 8. Asociación entre la edad, el sexo y periodo con la mortalidad por HAF.

				Intervalo de confianza al 95%	
Predictor	Coeficiente	p	Odds ratio	inferior	superior
Intercepto	1,10469	0,456	3,018	0,1649	55,26
Edad	-0,00950	0,672	0,991	0,9479	1,04
Sexo:					
Mujer	0,76924	0,528	2,158	0,198	23,55
Periodo:					
PreASPO	-0,76803	0,203	0,464	0,142	1,51

No se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre la edad (odds ratio {OR} =0,99 [Intervalo de confianza al 95% {IC95%} 0,94 a 1,04]), el sexo femenino (OR = 2,1 [0,19 a 23,55]) y el periodo de analisis con la mortalidad (OR = 0,46 [0,14 a 1,51]).

Análisis comparativo entre la cantidad de óbitos en ambos periodos.

No se encontró asociación estadísticamente significativa entre la cantidad de óbitos y el periodo de estudio ($\chi^2 = 1.37$, df = 1, p-value = 0.242) (tabla 9).

Tiempo	Obito		Total	χ^2 Tests		
	no	si		Value	df	p
ASPO	17	7	24	χ^2	1	0.242
PreASPO	16	13	29			
Total	33	20	53	N	53	

Tabla 9. A) Frecuencia absoluta de los óbitos entre cada periodo. B) Test de χ^2

para la comparación en las frecuencias de óbitos entre ambos periodos.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo fue comparar la frecuencia de los heridos por proyectil de armas de fuego en cráneo en población civil no autoinflingidos, evaluados por el Servicio de Neurocirugía del Hospital Clemente Álvarez (HECA) ocurridos en los periodos pre aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO) y aislamiento social y preventivo por SARS-COV 2. Además del conocimiento de las lesiones desde la perspectiva médico legal es importante proporcionar las nociones básicas de los elementos fisiopatológicos así como la caracterización de los mismos a través de la Tomografía Axial Computada, método de elección que permite la correcta interpretación y resolución desde la óptica neuroquirúrgica. Se relevan datos epidemiológicos que contribuyen a la mejor comprensión de un diagnóstico situacional redundando en una descripción y conservación estadística acertada desde el punto de vista forense.

De los resultados encontrados, se puede destacar que el 92% de la muestra estudiada corresponde al sexo masculino, mientras que la edad obtuvo una mediana de 27 (con rango entre 12 a 76 años). En cuanto a la distribución de frecuencias de las lesiones, el 26,4% correspondió a fractura de cráneo, seguida por Lesión Cerebral Transfixiante con 22,6% y el Hematoma Subdural con el 20,8%. De las 53 lesiones por HAF en cráneo, 29 de ellas ocurrieron en el periodo Pre ASPO (54,7%), y 24 durante el ASPO (45,3%). Se ha demostrado que la trayectoria de la bala afecta tanto a la mortalidad como a la morbilidad por lesiones cerebrales penetrantes, y las lesiones bi hemisféricas y de la fosa posterior presentan peores resultados. (13)

En relación a las diferencias halladas entre la distribución de las frecuencias en la comparación de las HAF en el periodo pre ASPO y ASPO, una posible explicación sería la restricción a la circulación dispuesta por el Poder Ejecutivo Nacional. Es importante destacar también que la temática abordada es escasa o nula teniendo en cuenta la información y literatura disponible en las bases de datos. En relación a la

distribución de desenlaces, encontramos una diferencia en la mortalidad evidenciando una mayor frecuencia de la misma en el periodo Pre ASPO.

A partir del análisis de regresión logística para evaluación la asociación entre la edad, el sexo, y el periodo con la tasa de mortalidad por HAF, se encontró que ninguno de los factores analizados representa asociación estadísticamente significativa con la tasa de mortalidad por HAF en cráneo.

Al comparar la frecuencia de la mortalidad entre el Periodo ASPO y Pre ASPO, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Posiblemente, el tamaño muestral sumado a la frecuencia absoluta de sujetos que obitaron por HAF en cráneo no sea lo suficientemente grande como para detectar diferencias estadísticamente significativas.

Limitaciones

Esta serie consistió en una revisión retrospectiva de los datos recopilados de una base de datos en breves periodos de tiempo. Por lo tanto es susceptible de sesgos relacionados a este tipo de diseños en los que puede haber errores en la carga de datos, diferencias en los criterios de carga de datos y otros factores humanos que podrían incrementar el error al momento de realizar los análisis correspondientes. Además, debido a la escasa información bibliográfica disponible en las bases de datos para contrastar con los resultados obtenidos se realizaron interpretaciones y potenciales explicaciones de los fenómenos observados.

Lineamientos para futuras investigaciones y aplicaciones clínicas

Los pacientes con heridas por proyectiles de armas de fuego en cráneo representan un desafío para el equipo de guardia en los hospitales de emergencias así como para los médicos legistas dado que es imprescindible una correcta integración de los fenómenos fisiopatológicos e imagenológicos para la toma de decisiones neuroquirúrgicas así como también para una sólida correlación con los fenómenos tanatológicos que aportan una valiosa herramienta desde la perspectiva médico legal. Es de capital importancia la caracterización imagenológica de las lesiones, principalmente a partir de la Tomografía Axial Computada, por la relevancia a la hora

de definir conductas quirúrgicas urgentes a la vez que puedan servir de método complementario auxiliar en pericias de casos complejos de violencia interpersonal.

Acorde a la bibliografía actual los pacientes que presentan este tipo de lesiones presentan altas tasas de mortalidad (cercana al 49%) y malos resultados neurológicos. Por esta razón los pacientes con pobre estado clínico neurológico no fueron intervenidos quirúrgicamente debido a que la Craniectomía Descompresiva conlleva una elevada morbimortalidad.

Específicamente en cuanto a nuestra hipótesis debido a la escasa información bibliográfica sólo se interpretó y explicó los resultados obtenidos a partir de las diferentes variables.

CONCLUSIÓN

A partir de los datos analizados, se destaca que el 26,4% de las lesiones correspondió a fractura de cráneo, seguida por Lesión Cerebral Transfixiante con 22,6% y el Hematoma Subdural con el 20,8%. De las 53 lesiones por HAF en cráneo, 29 de ellas ocurrieron en el periodo Pre ASPO (54,7%), y 24 durante el ASPO (45,3%). Además no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre el sexo, la edad y el periodo pre ASPO y ASPO con la tasa de mortalidad por HAF en cráneo.

REFERENCIAS

1. Rojas Marroquín AF, Cabeza Morales M, Alvis-Miranda HR, Alcala-Cerra G, Moscote Salazar LR. Heridas por proyectil de arma de fuego en cráneo: revisión de la literatura. Rev. Chil. Neurocirugía. 2015 Jul; 41: 21-27.
2. David-Pinilla G, Castro-Navas LM, Amaya-Mujica CJ. Trauma Craneoencefálico por Proyectil de Arma de Fuego: Revisión Temática. *Revista Criminalidad*. 2018; 60 (2), 107-126.

3. Kazim SF, Shamim MS, Tahir MZ, Enam SA, Waheed S. Management of penetrating brain injury. J Emerg Trauma Shock. 2011 Jul;4(3):395-402.
4. De Nigris Vasconcellos F, Müller Fiedler A, Biasi P, Brunet M, Frighetto L, Monaco BA, Cordeiro JG, Almeida T. Unusual Intraventricular Bullet Migration During Operation: A Case Report on Treatment Strategies. Cureus. 2023 Jul 8;15(7):e41554.
5. Patitó, JA. Tratado de medicina legal y elementos de patología forense. Buenos Aires: Quorum; 2003.
6. Dodd MJ. Terminal Ballistics. Boca raton: Taylor and Francis; 2005.
7. Magaña Sánchez Ignacio J, Torres Salazar Jesús Javier, García-Núñez Luis Manuel, Núñez-Cantú Olliver. Conceptos básicos de balística para el Cirujano General y su aplicación en la evaluación del trauma abdominal. Cir. gen [revista en la Internet]. 2011 Mar [citado 2024 Ago 10] ; 33(1): 48-53.
8. Patitó JA. Enciclopedia Medico-Legal. Vol. 2. Buenos Aires: Editorial Arkadia; 2011.
9. Di Maio V. Gunshot Wounds. 3rd edition. Boca raton: Taylor and Francis; 2015.
10. Hernández, Antonio M. Bautista and Iván W. Larico Laura. Determinación de Residuos de Disparo por Arma de Fuego mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica. Rev Mex Med Forense, 2018, 3(1):40-48.
11. Wolten, Gerard M. et al. "Particle Analysis for the Detection of Gunshot Residue. I: Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Characterization of Hand Deposits from Firing." Journal of Forensic Sciences 24 (1979): 409-422.
12. Palomo Rando J.L., Ramos Medina V., Palomo Gómez I., López Calvo A., Santos Amaya I.M.. Patología forense y neurología asociada de los traumatismos craneoencefálicos: Estudio práctico. Cuad. med. forense [Internet]. 2008 Abr [citado 2024 Ago 10] ; (52): 87-118.

13. Gressot LV, Chamoun RB, Patel AJ, Valadka AB, Suki D, Robertson CS, Gopinath SP. Predictors of outcome in civilians with gunshot wounds to the head upon presentation. J Neurosurg. 2014 Sep;121(3):645-52.