



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SUBSISTEMA DE POSGRADO

ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

TEMA:

**Factores asociados con la mortalidad y desenlaces funcionales de los pacientes
pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego en el Hospital
Francisco Icaza Bustamante durante el período 2023-2025.**

AUTOR:

Silva Hidalgo Gabriela Estefanía

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE ESPECIALISTA EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS**

TUTOR:

Sánchez Piedrahita Kira Evelyn

Guayaquil, Ecuador

20 de marzo 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SUBSISTEMA DE POSGRADO

ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Silva Hidalgo Gabriela Estefanía**, como requerimiento para la obtención del título de **Especialista en Cuidados Intensivos Pediátricos**

TUTOR (A)

f. _____

DRA. KIRA EVELYN SÁNCHEZ PIEDRAHITA

DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. _____

DRA. KIRA EVELYN SÁNCHEZ PIEDRAHITA

Guayaquil, a los 20 días del mes de marzo 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SUBSISTEMA DE POSGRADO

ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **SILVA HIDALGO GABRIELA ESTEFANÍA**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**FACTORES ASOCIADOS CON LA MORTALIDAD Y DESENLACES FUNCIONALES DE LOS PACIENTES PEDIÁTRICOS CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO POR ARMA DE FUEGO EN EL HOSPITAL FRANCISCO ICAZA BUSTAMANTE DURANTE EL PERÍODO 2023-2025**”, previo a la obtención del título de **Especialista en Cuidados Intensivos Pediátricos**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 20 días del mes de marzo del 2026

EL AUTOR (A)

f. _____

SILVA HIDALGO GABRIELA ESTEFANÍA



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SUBSISTEMA DE POSGRADO

ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

AUTORIZACIÓN

Yo, **SILVA HIDALGO GABRIELA ESTEFANÍA**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “**FACTORES ASOCIADOS CON LA MORTALIDAD Y DESENLACES FUNCIONALES DE LOS PACIENTES PEDIÁTRICOS CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO POR ARMA DE FUEGO EN EL HOSPITAL FRANCISCO ICAZA BUSTAMANTE DURANTE EL PERÍODO 2023-2025**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 20 días de mes de marzo del 2026

EL (LA) AUTOR(A):

f. _____

SILVA HIDALGO GABRIELA ESTEFANÍA



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

REVISION DE COINCIDENCIAS TESIS DRA. GABRIELA SILVA

ID : 2453bc608b133054478f4f3fa10a31965fa84282



<1%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : REVISION DE COINCIDENCIAS

TESIS DRA. GABRIELA SILVA.txt

Tamaño del archivo original : 114,61 kB

Número de palabras : 10.315

Número de caracteres : 67191

Depositante : Kira Evelyn Sanchez Piedrahita

Fecha de depósito : 20 de marzo de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 20 de marzo de 2026

AGRADECIMIENTO

A Dios, por colocarme en el lugar y momento preciso para mi formación, por guiar cada decisión y cada paso que doy, por recordarme muchas veces que los milagros en las salas críticas, existen, y que siempre recurrimos a su presencia cuando la ciencia no basta.

A mis padres, Victoria y César, por jamás soltarme de la mano, por seguirme a cualquier parte del mundo donde decida crecer, por inculcar en mí la sed de superación y acompañarme en mi largo camino de formación. Todo lo que soy es por su esfuerzo y su amor incondicional.

A mi esposo, Douglas, por sostenerme y apoyarme en mis días más oscuros, por todos estos años juntos en donde hemos crecido como personas y profesionales con una meta afín de dar lo mejor a nuestra pequeña familia, por creer en mi capacidad, por ser mi fan número uno, quien más me impulsa a cumplir mis sueños.

A mis hijas, Camila y María Emilia, por ser mi luz y mi alegría, por brindarme su amor y comprensión en este proceso. Son el sentido de mi vida.

A Andrés, Ana Paula y Bernardita, por darme los ánimos y el coraje de seguir.

A mis docentes y tratantes intensivistas pediatras del Hospital Francisco Icaza Bustamante, quienes me acompañaron en mi formación, sembraron en mi mente y mi corazón, la fuerza necesaria para enfrentarme a los escenarios más duros de la salud de los niños.

A la Dra. Kira Sánchez, por su guía experta, orientación constante y rigurosidad académica, por creer en las dos mujeres que formamos esta subespecialidad, por acompañarnos fielmente en este camino y no escatimar esfuerzos en apoyarnos.

Finalmente quiero agradecer al Hospital Francisco Icaza Bustamante, a quien puedo llamar “mi hospital”, por haber sido el escenario de mi aprendizaje, crecimiento y consolidación profesional. Gracias por brindarme las herramientas académicas, la experiencia clínica y el compromiso ético que hoy respaldan este trabajo.

DEDICATORIA

A las niñas y niños de mi país, quienes merecen crecer en un entorno seguro, lejos de la violencia. Que este trabajo sea un pequeño aporte para proteger su vida y su futuro.

Al personal de salud en las unidades de cuidados intensivos y salas de emergencia, que enfrentan con firmeza y valentía el peor momento en la vida los padres, el riesgo de muerte de un hijo.

A mis hijas, Camila y María Emilia, mis mayores motivos, cada página de este trabajo lleva el amor que siento por ustedes y el deseo profundo de construir un mundo más seguro para su generación. Gracias por su paciencia y su dulce espera en casa, por su amor infinito en los días difíciles y por recordarme cada día, el por qué vale la pena luchar por la vida de cada niño grave que llega a mis manos.

Gabriela Estefanía Silva Hidalgo

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4 OBJETIVO GENERAL	5
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO (TCE)	6
2.1.1. DEFINICIÓN DE TCE	6
2.1.2. CLASIFICACIÓN DEL TCE	7
2.1.3. EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO	9
2.1.4. ETIOLOGÍA DEL TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO EN PEDIATRÍA	10
2.2 LESIONES POR ARMA DE FUEGO EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA	11
2.2.1. DEFINICIÓN	11
2.2.2. TIPOS DE ARMAS	13
2.2.3. MECANISMO FISIOPATOLÓGICO DE LA LESIÓN BALÍSTICA	13
2.3. TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO POR ARMA DE FUEGO EN PEDIATRÍA	16
2.3.1 DEFINICIÓN	16
2.3.2 EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMA DE CRÁNEO POR ARMA DE FUEGO EN PEDIATRÍA	17
2.3.3. FISIOPATOLOGÍA DEL DAÑO CEREBROVASCULAR TRAS UN TCE POR ARMA DE FUEGO	18
2.3.4 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DEL TCE POR ARMA DE FUEGO	20
2.4 MANEJO INICIAL DEL TCE PEDIÁTRICO POR ARMA DE FUEGO EN EMERGENCIA	21
2.4.1 CONDUCTA NEUROQUIRÚRGICA DEL TCE PEDIÁTRICO POR ARMA DE FUEGO	23

2.4.2	MANEJO DEL TCE PEDIÁTRICO POR ARMA DE FUEGO EN UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS	25
2.4.3	MONITOREO NEUROLÓGICO.....	26
2.4.4	OXIGENACIÓN Y ESTRATEGIAS VENTILATORIAS	26
2.4.5	PRESIÓN INTRACRANEAL.....	27
2.4.6	ADECUADO VOLUMEN INTRAVASCULAR Y PERFUSIÓN CEREBRAL ..	27
2.4.7	PREVENCIÓN DE CRISIS CONVULSIVAS	28
2.4.8	HEMOSTASIA	28
2.4.9	ANTIBIÓTICOTERAPIA.....	29
2.4.10	MORTALIDAD EN TRAUMATISMO POR ARMA DE FUEGO EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA Y SUS FACTORES ASOCIADOS	29
2.4.11	FACTORES ASOCIADOS A DESENLACES FUNCIONALES EN PACIENTES PEDIÁTRICOS.....	30
2.5	CONTEXTO DEL TCE POR ARMA DE FUEGO EN ECUADOR.....	33
2.5.1	DATOS DE DEFUNCION EN ECUADOR SEGÚN INEC 2021-2024	33
2.5.2	TASA DE HOMICIDIO EN ECUADOR.....	33
3.	METODOLOGÍA	35
3.1	DISEÑO	35
3.2	UNIVERSO Y MUESTRA	36
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	37
3.4	RECOLECCIÓN DE MUESTRA	42
3.5	ASPECTOS ÉTICOS	42
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
4.	RESULTADOS	43
5.	DISCUSIÓN	59
6.	CONCLUSIONES.....	64
7.	RECOMENDACIONES	65
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Causas de traumatismo craneoencefálico en pediatría según grupo etario ..	11
Tabla 2: Zonas de la lesión balística	14
Tabla 3: Operacionalización de variables	42
Tabla 4: variables analizadas	48
Tabla 5: Variables asociadas a mortalidad.....	56
Tabla 6: Variables asociadas a desenlace funcional	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Escala de Glasgow en menores de 5 años <i>Fuente: Adaptado de Revilla et.al</i> (7).....	7
Figura 2: Nuevo enfoque de la escala de Glasgow 2014 <i>Fuente: Adaptado de NHS- Scotlant</i> (8).....	8

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribución de la población según el sexo	48
Gráfico 2: Lugar de procedencia de los traumatismos de cráneo por arma de fuego	49
Gráfico 3: Lugar del evento balístico.....	49
Gráfico 4: Comparación del Glasgow al ingreso con las variables de intubación, transfusión de glóbulos rojos e ingreso a UCIP	50
Gráfico 5: Valoración pupilar	50
Gráfico 6: Complicaciones intrahospitalarias de los pacientes con traumatismo de cráneo por arma de fuego.....	51
Gráfico 7: Lesiones cerebrales de los pacientes con traumatismo de cráneo por arma de fuego.....	51
Gráfico 8: Área cerebral y fracturas craneales por arma de fuego.....	52
Gráfico 9: Lesiones extracraneales	52
Gráfico 10: Valoración GOS.....	53
Gráfico 11: Secuelas de los sobrevivientes al traumatismo de cráneo por arma de fuego.....	54

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El traumatismo de cráneo por arma de fuego en niños representa una catástrofe a nivel cerebral y funcional. Se ha descrito que existen varios factores que se asocian con la mortalidad y el desenlace funcional tras él, variables que han sido sujeto de estudio en este presenta trabajo.

PALABRAS CLAVE: traumatismo, craneoencefálico, armas, mortalidad, desenlace, pediátrico.

MÉTODOS: Se tomaron 28 pacientes de 0 a 14 años 11 meses y 29 días con diagnóstico de traumatismo cráneo encefálico por arma de fuego que ingresaron al servicio de emergencia del Hospital Francisco Icaza Bustamante, se analizaron factores clínicos, radiológicos y de laboratorio, en busca de asociación con la mortalidad y el desenlace funcional el cual fue estratificado con la escala Glasgow Output Score. Las variables categóricas se compararon mediante la prueba de chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher cuando fue necesario, mientras que las variables numéricas se analizaron mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

RESULTADOS: Se obtuvo una tasa de mortalidad del 21.4% (6 de 28 pacientes), con predominio del sexo masculino y una edad media de 10 años, todos ellos como víctimas colaterales y provenientes en su mayoría de las provincias del Guayas y los Ríos. Se Identificaron 5 factores asociados a la mortalidad: la midriasis y anisocoria ($p = 0.002$), la hipertensión endocraneal ($p = 0.041$), el arresto ($p < 0.001$), mayor déficit de base al ingreso ($p = 0.041$) y la estancia hospitalaria en otras áreas ($p = 0.047$). El desenlace funcional fue categorizado mediante el GOS, 6 variables se asociaron a peor desenlace: la transfusión de glóbulos rojos ($p = 0.024$), la hemorragia intraparenquimatosa ($p = 0.021$), el edema cerebral ($p = 0.013$), la hipertensión endocraneal ($p = 0.019$), el arresto cardiaco ($p = 0.009$) y los días de ventilación mecánica ($p = 0.044$).

CONCLUSIONES: Existen factores asociados a la mortalidad y desenlace funcional en los pacientes pediátricos con trauma craneoencefálico por arma de fuego, hallazgos compatibles con varios autores a nivel mundial.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Head gunshot wounds in children represent a catastrophe at the cerebral and functional levels. Several factors have been described as being associated with mortality and functional outcome following such injuries; these variables were the subject of study in this work.

KEYWORDS: trauma, traumatic brain injury, firearms, mortality, outcome, pediatric.

METHODS: Twenty-eight patients, aged 0 to 14 years, 11 months, and 29 days, were diagnosed with head gunshot wounds and admitted to the emergency department of Francisco Icaza Bustamante Hospital, which were included in the study. Clinical, radiological, and laboratory factors were analyzed to determine their association with mortality and functional outcome, which was stratified using the Glasgow Outcome Score. Categorical variables were compared using the chi-square test or Fisher's exact test when necessary, while numerical variables were analyzed using the non-parametric Mann-Whitney U test.

RESULTS: A mortality rate of 21.4% (6 of 28 patients) was obtained, with a predominance of males and a mean age of 10 years. All were collateral victims and came mostly from the provinces of Guayas and Los Ríos. Five factors associated with mortality were identified: mydriasis and anisocoria ($p = 0.002$), intracranial hypertension ($p = 0.041$), cardiac arrest ($p < 0.001$), greater base deficit on admission ($p = 0.041$), and hospital stay in other areas ($p = 0.047$). Functional outcome was categorized using the GOS score. Six variables were associated with a worse outcome: red blood cell transfusion ($p=0.024$), intraparenchymal hemorrhage ($p=0.021$), cerebral edema ($p=0.013$), intracranial hypertension ($p=0.019$), cardiac arrest ($p=0.009$), and days of mechanical ventilation ($p=0.044$).

CONCLUSIONS: There are factors associated with mortality and functional outcome in pediatric patients with gunshot wounds, findings consistent with those of several authors worldwide.

1. INTRODUCCIÓN

El trauma cráneo encefálico constituye una de las principales causas de morbimortalidad en la población infantil a nivel mundial. Existen diferentes mecanismos, sin embargo, las lesiones ocasionadas por armas de fuego representan las formas más graves y discapacitantes, con altos costos en la salud pública de los países que presentan tasas de violencias elevada como el nuestro. Estas lesiones causan daños estructurales severos en todo el sistema nervioso en desarrollo, debido a la alta carga de energía transferida por los objetos balísticos.

La violencia armada ha experimentado un incremento significativo en estos últimos años a nivel nacional. Las provincias de zona costanera han sido las más afectadas. La expansión del narcotráfico ha traído consigo cientos de vidas, entre ellas la de los pacientes pediátricos que llegan hasta el Hospital Francisco Icaza Bustamante como víctimas colaterales en su mayoría.

El traumatismo de cráneo por arma de fuego se caracteriza por un daño cerebral extenso, con compromiso de múltiples vasos sanguíneos, parénquima cerebral y destrucción neuronal, así como también su evolución posterior depende de varios factores estudiados en este proyecto de tesis que son comparables con series a nivel internacional.

En este contexto, la identificación de los factores y variables mencionadas para estratificar la mortalidad o el desenlace funcional de los pacientes afectados por este tipo de traumatismo, resulta fundamental estudiar y describir la asociación de los mismos con la situación crítica que enfrentan los pacientes que llegan hasta el Hospital Francisco Icaza Bustamante y así optimizar el tiempo y tipo de atención que se brinda a este sector vulnerable de nuestra provincia, recordando fielmente que “el tiempo es cerebro”.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El traumatismo craneoencefálico (TCE) se ha definido como el intercambio de energía dentro de la bóveda craneana por un agente externo que resulta en alteraciones anatómicas o funcionales este puede generar lesiones tanto primarias en cuanto al daño mecánico, como secundarias de acuerdo al daño celular posterior. Las heridas por arma de fuego suponen una carga asistencial para los sistemas de atención en salud, y determinan morbilidad y mortalidad en todas las edades. Estas lesiones devastadoras representan un desafío para los médicos intensivistas, neurocirujanos y cirujanos de trauma, quienes deben seleccionar estrategias de tratamiento adecuadas y proporcionar a la familia información pronóstica precisa y relevante.

Para comprender mejor los factores pronósticos y los resultados asociados con las heridas de bala intracraneales pediátricas, es necesario analizar bases de datos más amplias y completas de los diferentes países que en la actualidad tienen tasas altas de violencia social como el nuestro.

La falta de evidencia científica dificulta crear y optimizar protocolos de atención del trauma pediátrico por arma de fuego, además de establecer circuitos de respuesta temprana, identificar grupos de mayor riesgo y mejorar las oportunidades de supervivencia y recuperación funcional de los pacientes pediátricos afectados por las lesiones intracraneales. Por ello, es necesario investigar los factores pronósticos que influyen en la mortalidad y en los diferentes desenlaces funcionales de los pacientes pediátricos que acuden a las unidades de tercer y cuarto nivel por traumatismo craneoencefálico por arma de fuego.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los factores asociados a la mortalidad y a los desenlaces clínicos en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego atendidos en el Hospital Francisco Icaza Bustamante durante el periodo 2023-2025?

¿Cuáles son las características epidemiológicas de los pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego atendidos en el Hospital Francisco Icaza Bustamante durante el periodo 2023-2025?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El incremento de la violencia armada en el Ecuador en estos últimos 4 años, en especial en las provincias del Guayas y Los Ríos, ha permitido que las víctimas no solo sean pacientes adultos, sino también los pacientes pediátricos, en su mayoría, como víctimas colaterales y pocos casos puntuales como ataque directo armado. No existe a nivel nacional, un estudio descriptivo o analítico que permita analizar los factores de riesgo sociales, ambientales, secuelas posteriores y mortalidad en este grupo poblacional afectado por la violencia civil actual de nuestro país.

El Hospital Francisco de Icaza Bustamante (HFIB) es una unidad de referencia nacional de pacientes pediátricos con patologías graves entre ellas los traumas por arma de fuego, por estas razones, se vuelve necesario realizar un estudio que permita comprender la dinámica clínica y epidemiológica del trauma de cráneo por arma de fuego en la población pediátrica atendida en el HFIB, identificando los factores que se relacionan con la supervivencia, la aparición de secuelas y la evolución hospitalaria. La generación de esta evidencia contribuirá de manera significativa al desarrollo de políticas institucionales, protocolos de manejo y estrategias de prevención que respondan a la realidad actual del país.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Analizar los factores asociados a la mortalidad y a los desenlaces clínicos en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego atendidos en el Hospital Francisco Icaza Bustamante durante el periodo 2023-2025

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características epidemiológicas, clínicas, radiológicas y de laboratorio de los pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego.
- Identificar los factores clínicos, radiológicos y de laboratorio asociados a mortalidad intrahospitalaria de los pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego.
- Clasificar el desenlace funcional mediante la escala de Glasgow Outcome Scale de los pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego.
- Establecer los factores asociados al desenlace funcional desfavorable al egreso de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de los pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego

2. MARCO TEÓRICO

2.1 TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO (TCE)

2.1.1. DEFINICIÓN DE TCE

El traumatismo craneoencefálico (TCE) se considera un tipo de lesión física o alteración funcional del contenido de la bóveda craneal por un impacto brusco de energía. Esta condición puede causar manifestaciones clínicas como conmoción, contusión, hemorragias y lesiones cerebrales como cerebelosas, incluso podrían extenderse hasta tallo encefálico y médula espinal.(1). Las lesiones cerebrales traumáticas afectan a personas de todas las edades siendo esta una causa importante de muerte y discapacidad, con una incidencia de 10 millones de personas en todo el mundo por año.(2)

El daño en las estructuras intracraneales, fisiopatológicamente pueden obedecer a que el traumatismo en sí libera energía de impacto, y esta energía puede presentarse de forma mecánica, química, térmica o radiante, incluso una combinación entre ellas (3). Dichas fuerzas implicadas pueden ser rotacionales (angulares) y/o lineales (traslacionales), o por desaceleración. Estas fuerzas van a generar gradientes de presión intracraneal debido a la inercia del cerebro, produciendo fuerzas de cizallamiento y tensión que estiran y dañan los axones (2).

Al ser el TCE, una lesión cerebral adquirida, puede ser abierta (penetrante) o cerrada (no penetrante) menciona Blazer et al. lo que provoca un deterioro temporal o permanente de la función cognitiva, física o psicosocial (4).

En el contexto pediátrico, se han analizado estadísticas a nivel mundial, con un reporte de hasta 5,4 millones de niños que consultan a los servicios de urgencia por traumatismos craneoencefálicos de variables tipos y magnitud. De acuerdo al grado de severidad, las lesiones provocadas en las estructuras intracraneales causan morbimortalidad y generan secuelas postraumáticas. (5,6)

2.1.2. CLASIFICACIÓN DEL TCE

La herramienta clínica mundialmente utilizada y de alta fidelidad en la valoración del sistema nervioso central, es la Escala de Glasgow, la cual fue creada en 1974 por Graham Teasdale y Bryan Jennett, neurocirujanos de la Universidad de Glasgow. El objetivo de esta escala fue determinar de manera precisa el estado de conciencia de los pacientes tras lesiones cerebrales o afecciones del sistema nervioso central y así estandarizar los manejos clínicos de esta entidad. En los años 80 se empezaron los primeros estudios piloto para poder validar esta escala en los pacientes pediátricos, sin embargo, no es hasta el año 2005 que se la valida para los menores de 5 años en base a las diferencias madurativas de su desarrollo como se observa en la figura 1. Revilla et.al describen que en el año 2014 se establece un nuevo enfoque, basado en el proceso: comprueba, observa, estimula y valora. Los estímulos descritos son la presión sobre las puntas del dedo, trapecio y el arco supraorbitario como se muestra en la figura 2 (7).

	> 5 años	< 2-5 años	
Apertura ocular	Espontánea	Espontánea	4
	Al hablarle	Al hablarle	3
	Al dolor	Al dolor	2
	No responde	No responde	1
Respuesta verbal	Orientada	Sonríe, llora	5
	Desorientada	Llora continuamente	4
	Palabras inapropiadas	Llanto exagerado	3
	Sonidos incomprensibles	Gruñido	2
	No responde	No responde	1
Respuesta motora	Obedece órdenes	Movimientos espontáneos	6
	Localiza dolor	Localiza dolor	5
	Retirada al dolor	Retirada al dolor	4
	Decorticación (flexión)	Decorticación (flexión)	3
	Descerebración (extensión)	Descerebración (extensión)	2
	No responde	No responde	1

FIGURA 1: ESCALA DE GLASGOW EN MENORES DE 5 AÑOS

FUENTE: ADAPTADO DE REVILLA ET.AL (7)

La escala consiste básicamente en la valoración de dos aspectos básicos de la conciencia: el estado de alerta y el estado cognoscitivo. El estado de alerta consiste en estar consciente del entorno que nos rodea y el estado cognoscitivo es la comprensión de lo que ha dicho el evaluador obedeciendo órdenes. Así la escala de Glasgow mide la integridad de las funciones corticales evaluando tres aspectos: apertura ocular, respuesta verbal y respuesta motora (7,8).

ESCALA DE COMA DE GLASGOW : hazlo así

Institute of Neurological Sciences NHS Greater Glasgow and Clyde



COMPRUEBA

Factores que interfieran en la comunicación, capacidad de respuesta y otras lesiones



OBSERVA

La apertura de los ojos, el contenido del discurso y los movimientos del lado derecho e izquierdo



ESTIMULA

Verbal: diciendo o gritando una orden
Física: presión en la punta del dedo, el trapecio o el arco supraorbitario



VALORA

Asignar de acuerdo a la mejor respuesta observada

Apertura de Ojos

Criterio	Observado	Clasificación	Puntuación
Abre antes del estímulo	✓	Espontánea	4
Tras decir o gritar la orden	✓	Al sonido	3
Tras estímulo en la punta del dedo	✓	A la presión	2
No abre los ojos, no hay factor que interfiera	✓	Ninguna	1
Cerrados por un factor a nivel local	✓	No valorable	NV

Respuesta Verbal

Criterio	Observado	Clasificación	Puntuación
Da correctamente el nombre, lugar y fecha	✓	Orientado	5
No está orientado pero se comunica coherentemente	✓	Confuso	4
Palabras sueltas inteligibles	✓	Palabras	3
Solo gemidos, quejidos	✓	Sonidos	2
No se oye respuesta, no hay factor que interfiera	✓	Ninguna	1
Existe factor que interfiere en la comunicación	✓	No valorable	NV

Mejor respuesta motora

Criterio	Observado	Clasificación	Puntuación
Obedece la orden con ambos lados	✓	Obedece comandos	6
Lleva la mano por encima de la clavícula al estimularle el cuello	✓	Localiza	5
Dobla brazo sobre codo rápidamente, pero las características no son anormales	✓	Flexión normal	4
Dobla el brazo sobre el codo, características predominantemente anormales	✓	Flexión anormal	3
Extiende el brazo	✓	Extensión	2
No hay movimiento en brazos ni piernas. No hay factor que interfiera	✓	Ninguna	1
Parálisis u otro factor limitante	✓	No valorable	NV

Lugares Para Estimulación Física

Presión en la punta del dedo Pellizco en trapecio Arco supraorbitario



Características de las Respuestas Flexoras

Modificado con el permiso de Van Der Naalt 2004
Ned Tijdschr Geneesk

Flexión anormal

Estereotipo lento
Brazo sobre el pecho
Antebrazo rotado
Pulgar apretado
Pierna extendida



Flexión Normal

Rápida
Variable
Brazo lejos del cuerpo

Para información adicional y demostración en vídeo visite www.glasgowcomascale.org

Graphic design by Margaret Frej based on layout and illustrations from Medical Illustration M I - 258093

FIGURA 2: NUEVO ENFOQUE DE LA ESCALA DE GLASGOW 2014

FUENTE: ADAPTADO DE NHS-SCOTLAND (8)

Debido a la gran cantidad de estudios que validan la escala tanto en pacientes adultos y pediátricos, se usa de manera universal para clasificar la severidad del traumatismo craneoencefálico en: TCE leve si presenta Glasgow 13-15 puntos ; TCE moderado con Glasgow 9-12 puntos; y TCE grave si presenta Glasgow 3-8 puntos (3). Varios autores además añaden el tiempo de pérdida de conciencia y la presencia o no de lesiones intracraneales.

2.1.3. EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO

El trauma craneoencefálico se considera como un problema de salud pública a nivel mundial, y una de las mayores causas de discapacidad. El costo social de la discapacidad después de un traumatismo craneoencefálico puede ser sustancial debido a la pérdida de años de vida productiva y la necesidad de servicios a largo plazo o de por vida.(9) Los costos totales asociados con el TCE son comparables a los costos totales de abordar las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la diabetes.(9)

El informe mundial del Global Burden Diseases en el 2021 reportó que existieron aproximadamente 20 millones de casos de TCE a nivel mundial y una tasa de incidencia de 448 casos por cada 100 mil habitantes (9).

Los países con las tasas de incidencia más altas que presentan tasas superiores a 600 casos por cada 100.000 personas fueron Arabia Saudita, Afganistán y Eslovenia esto en relación a los conflictos armados de estas regiones. Las tasas de incidencia relativamente bajas se ubicaron predominantemente en África y Asia Oriental en donde se relacionaron con accidentes de tránsito. En este mismo estudio, durante el 2021, tomando en cuenta todo el continente americano, America del Norte registró 1.100.572 casos, de los cuales el 29.23% fueron moderados a severos. America Central presentó menos casos en mismo año con 810.783 de los cuales 63% fueron moderados a severos, y finalmente America del Sur tiene la incidencia más baja de TCE en el 2021 de 238.178 casos, de los cuales el 15.89% fueron TCE moderados a severos. (9)

Si hablamos del traumatismo de cráneo en niños, Baticulon et al. realizó una revisión sistemática para identificar estudios sobre pacientes pediátricos con TCE publicados a partir del año 2000. La incidencia fue de 226,4 por 100 000 niños anualmente a

nivel mundial . Se estima que 1,9 por 100 000 niños mueren por TCE cada año, las lesiones por accidentes de tránsito fueron la causa más común de TCE entre los niños en África y en países de bajos ingresos y las caídas fueron más comunes en otras regiones.(6)

En Ecuador según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el traumatismo craneoencefálico en 2017 se posicionó como la novena causa de morbilidad, en 2018 paso a ser la décima, con la particularidad que esta incidencia se presentó únicamente en el sexo masculino. (10). Para el 2024 el TCE deja de estar dentro de las 10 primeras causas de mortalidad a nivel nacional, sin embargo, la agresión con disparo de arma corta es el segundo motivo de defunciones en este año, tomando en cuenta que esta, es una de las causas de TCE a nivel nacional y mundial.

2.1.4. ETIOLOGÍA DEL TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO EN PEDIATRÍA

En la Tabla 1 se citan las principales causas de trauma cráneo encefálico en pediatría con su respectivo mecanismo de lesión:

GRUPO ETARIO	PRINCIPALES CAUSAS	MECANISMO FRECUENTE
NEONATOS	<ul style="list-style-type: none"> - Trauma obstétrico - Caídas accidentales - Maltrato infantil 	<ul style="list-style-type: none"> - Parto instrumentado - Caídas desde brazos/cunas - Síndrome del bebé sacudido
LACTANTES	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas (camas, cambiadores, brazos) - Maltrato infantil (TCE no accidental) - Accidentes domésticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas de baja altura - Sacudidas violentas - Golpes contra superficies duras
PREESCOLARES	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas (escaleras, muebles) - Accidentes de tránsito 	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas desde altura moderada

	(atropellamiento) - Golpes durante el juego	- Impacto vehicular - Colisiones durante actividad física
ESCOLARES	- Accidentes de tránsito (ocupantes o peatones) - Deportes y recreación - Caídas en bicicleta	- Colisiones vehiculares - Traumatismos deportivos - Caídas sin casco
PREADOLESCENTES	- Deportes de contacto - Accidentes en bicicleta/motocicleta - Accidentes de tránsito- Violencia interpersonal	- Conmociones deportivas - Colisiones de alta energía - Agresiones físicas
ADOLESCENTES	- Accidentes de tránsito (conductores, motociclistas) - Violencia interpersonal (incluye arma de fuego) - Deportes de alto impacto- Caídas desde altura	- Colisiones vehiculares de alta velocidad - Lesiones penetrantes (arma de fuego) -Traumatismos deportivos severos

TABLA 1: CAUSAS DE TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO EN PEDIATRÍA SEGÚN GRUPO ETARIO

2.2 LESIONES POR ARMA DE FUEGO EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA

2.2.1. DEFINICIÓN

Las lesiones por arma de fuego en pediatría se definen como el conjunto de daños físicos, químicos, dinámicos, producidos por proyectiles disparados desde armas de fuego corta o larga distancia, que afectan a personas en edad pediátrica,

comprometiendo tejidos blandos, huesos y órganos vitales. Estas lesiones pueden variar desde heridas superficiales hasta traumatismos graves y potencialmente mortales, altamente discapacitantes, considerándose una causa importante de morbimortalidad infantil debido a la alta energía del impacto y al daño multisistémico que producen. El aumento de la violencia civil y la legalidad el porte de armas ha permitido el crecimiento en gran escala a nivel mundial, cobrando millones de vidas incluidas las de los pacientes pediátricos.

Erro et.al refieren que heridas por arma de fuego representan un problema presente y en potencial aumento en la población infantil a nivel internacional, en Estados Unidos se debate entre la primera y la tercera causa de muerte en niños (11). Realidad que no se aleja de nuestro país quien en estos últimos 3 años ha tenido un incremento desenfrenado de la violencia civil por grupos delictivos quienes han cobrado la muerte de niñas, niños y adolescente como víctimas colaterales en su mayoría, llegando a consumarse para el 2024 la agresión con disparo de onda corta como segunda causa de muerte en nuestro país según el INEC.

Los traumatismos secundarios a heridas por arma de fuego se observan con mayor frecuencia en varones, adolescentes, entornos al aire libre y comunidades de bajos ingresos, constituyendo una de las principales causas de ingreso a los servicios de urgencias de los hospitales pediátricos, mismas que pueden presentar diversos desenlaces como: la muerte, complicaciones graves y/o secuelas como discapacidad. (12,13)

Estas lesiones en la población infantil, se caracterizan por una distribución anatómica variable según el evento (accidental, interpersonal o autoinfligido). Varios autores recalcan que las extremidades son el sitio más afectado, en un 40% a 50% de los casos, lesiones torácicas y abdominales representan del 20–30%, mientras que las lesiones en cabeza y cuello, menos frecuentes, pero más letales, se encuentran entre un 15 a 25%. Las heridas en tórax comprometen pulmón, grandes vasos y corazón, disponiendo una hemorragia masiva, mientras que las lesiones abdominales involucran órganos como hígado y bazo, lesiones intestinales perforantes con riesgo de sepsis (14).

2.2.2. TIPOS DE ARMAS

Un arma de fuego es un arma diseñada para expulsar un proyectil mediante la acción de pólvora altamente combustible que genera gas. Son dispositivos que comparten la misma anatomía básica, compuesta por la culata, la recámara (donde se aloja la bala y desde donde se desencadena la reacción de combustión) y el cañón, que actúa como guía del proyectil. (15).

Las armas de fuego deben estar sujetas a regulación y control. En el 2017 se estimó que circularon mil millones de armas en todo el mundo. De todas ellas, 857 millones (85%) se encuentran en manos de civiles, 133 millones (13%) están en arsenales militares, y 23 millones (2%) son propiedad de los organismos encargados de hacer cumplir la ley, y la mayoría de las armas de fuego pertenecen al sector privado. (16)

Así tenemos que, según el Grupo de Expertos de Naciones Unidas en su consenso de 1997, clasifica las armas de fuego de forma general en:

- Pequeñas: revólveres y pistolas con carga automática, carabinas, fusiles de asalto, subfusiles y ametralladoras ligeras.
- Ligeras: escopetas, ametralladoras, lanzagranadas, carabinas.

Sin embargo, el documento de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNDOC) del 2020, presenta otras clasificaciones en base al nivel de daño, transportabilidad, características físicas, y mecanismo de acción (16).

2.2.3. MECANISMO FISIOPATOLÓGICO DE LA LESIÓN BALÍSTICA

Debe ser indispensable para el personal de salud, el conocimiento del mecanismo de lesión que dejan los objetos balísticos en el cuerpo del paciente, así como los efectos tempranos y tardíos de las mismas, las cuales contribuirían en mayor medida al daño causado. Así lo menciona Alzahrani et.al, las características y la gravedad de estas heridas pueden variar significativamente en función de diversas variables, como el tipo de arma de fuego, el calibre de la munición, la distancia desde la que se disparó y la parte específica del cuerpo impactada.(17)

Las balas pueden ser de punta roma, y de punta hueca para aumentar la deformidad y asegurar un mayor daño al tejido del objetivo. Cuanto más afilada sea la punta de una bala, menor será la disminución de su velocidad por la resistencia del aire. Cuanto más redondeada sea la punta de una bala o más irregular su forma (como en la metralla), más rápidamente se reduce la velocidad y disminuye la energía cinética.(18)

Hay tres principios relevantes para apreciar la magnitud del mecanismo de lesión: transferencia de energía, zonas de lesión y lesión secundaria. Cuando una bala impacta la piel, comienza el proceso de transferencia de energía. La capacidad del proyectil para transferir su energía cinética es el principal determinante del daño tisular. Bruner et al habla sobre las zonas de lesión clasificadas en la tabla 2 (15):

ZONA DE LESIÓN	DESCRIPCIÓN
Tracto de la herida primaria	cavidad primaria de la herida que consiste en tejido muerto y aplastado.
Zona de contusión	compuesta por el tejido adyacente a la cavidad permanente y que la rodea. Este tejido se encuentra en estado inflamatorio.
Cavidad temporal	el daño tisular se produce por estiramiento, cizallamiento y compresión. Los tejidos inelásticos (hígado, hueso, cerebro) son los más susceptibles debido a su escasa capacidad intrínseca para disipar la energía transferida, incluso si se encuentran lejos de la zona de la lesión.

TABLA 2: ZONAS DE LA LESIÓN BALÍSTICA

ADAPTADO DE: BRUNER D. BALLISTIC INJURIES IN THE EMERGENCY DEPARTMENT (15)

El músculo esquelético parece ser especialmente susceptible a la cavitación permanente, causando coagulación citoplasmática, extravasación intersticial de sangre, daño por estrías e hinchazón de las fibras musculares hasta cinco veces su tamaño normal lo que contribuiría al síndrome compartimental .(19)

Si hablamos de las lesiones secundarias cabe recalcar que se deben a los efectos secundarios inflamatorios e infecciosos de las balas, ya que a pesar de que estos objetos produzcan energía y por tanto calor, no se convierten en objetos estériles por este mecanismo. Así mismo los espacios de las cavidades primarias y temporales se habitan por flora bacteriana, los casquillos de las balas llevan restos de suciedad y carbón y la confluencia de células y fragmentos óseos desvitalizados, forman inóculos.

Con respecto al tipo de heridas, estas se clasifican en heridas de entrada y salida. Las heridas de entrada suelen ser más pequeñas, con márgenes bien definidos e invaginación tisular. Los bordes de estas heridas suelen estar invertidos como resultado de un traumatismo externo en la capa dérmica elástica. Se podría observar un anillo equimótico único con un borde hemorrágico violáceo alrededor de la lesión como resultado de la rotura de un vaso sanguíneo en la dermis. Sin embargo, las heridas de salida generalmente se caracterizan por un bisel externo del tejido blando con sangrado y márgenes rugosos e irregulares. Además, estas heridas suelen tener diámetros mayores que las heridas de entrada. (17). Las heridas de salida tienden a ocurrir cuando los proyectiles no se deforman, son excesivamente potentes o se disparan a corta distancia, o si la bala impacta en tejido con un grosor o densidad mínimos. (19)

Las balas retenidas transfieren el total de la energía cinética al tejido que impactan y queda alojado. Baum et al., menciona que dichas balas pueden reposar intactas, si permanecen en el tejido blando, o podrían golpear el hueso, lo que resulta en fragmentación. Depende también del ángulo en que se posicione la bala para causar mayor o menor lesión así por ejemplo la mayoría se mantienen en 0° o 180° causando lesión no mayor al diámetro de la bala, pero si esta se encuentra a 90° el daño tisular se triplica por el contacto más íntimo de los tejidos y por consecuencia mayor inflamación (19).

Las fracturas también son causadas por estos elementos balísticos, los cuales, dependiendo de la energía del objeto, causen mayores o menores fracturas, debido a la consistencia dura del hueso, y como ya fue mencionado previamente por Baum et al, el contacto de la bala podría causar ruptura de la misma y “crear” proyectiles secundarios que salen de la cavidad temporal y dañar tejidos u órganos colaterales. Los fragmentos de menos de un gramo pueden penetrar una profundidad de hasta 10-15 cm dentro del tejido blando. (19)

La energía cinética se define mediante la relación $E = 1/2 mv^2$, donde la velocidad se puede representar como $E = 1/2 m (Vi^2 - Vr^2)$, donde m es la masa del proyectil, Vi es la velocidad de impacto y Vr es la velocidad residual en caso de herida perforante. Cuando la velocidad supera los 700 m/s, la energía dañina del proyectil aumenta significativamente, causando daño cerebral más severo y más fragmentación ósea. El misil deposita su energía cinética en el cráneo, fragmentando y fracturando el hueso, generando pequeños trozos de hueso (misiles secundarios) en el tejido cerebral que aumentan el daño. Además, se produce una onda de baja presión y larga duración (milisegundos) que desplaza y aplasta el tejido cerebral radialmente debido al movimiento del proyectil en el cerebro, comprimiéndolo rápidamente, lo que provoca cavitación temporal y succión de aire, piel, pelos y residuos hacia el parénquima cerebral. Este fenómeno produce una gran herida de salida con una lesión perforante (18).

Finalmente se puede mencionar que las lesiones por arma de fuego resultan en daño difuso de tejidos blandos, pérdida muscular volumétrica, hemorragia, fractura y dolor intenso. Todo dependerá de la estructura del tejido afecto con la mecánica de la balística.

2.3. TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO POR ARMA DE FUEGO EN PEDIATRÍA

2.3.1 DEFINICIÓN

Las lesiones craneoencefálicas por armas de fuego en niños se definen como una lesión penetrante del cráneo y del encéfalo producida por el impacto de un proyectil proveniente de un arma de fuego, desencadenando daño estructural cerebral directo,

con compromiso importante de las funciones neurológicas. Este tipo de trauma se caracteriza por una transferencia alta de energía cinética contra la masa encefálica estática, que provoca daño tisular, hemorragias extensas, edema cerebral e hipertensión endocraneal.

La carga que supone una lesión cerebral traumática es evidente no sólo en términos de tasas de mortalidad, sino también a través de las discapacidades a largo plazo que experimentan los sobrevivientes (9).

2.3.2 EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMA DE CRÁNEO POR ARMA DE FUEGO EN PEDIATRÍA

Şen et.al menciona que las lesiones por armas de fuego representan una causa importante de mortalidad traumática en la población infantil de todo el mundo y que además se han convertido a rápida escala, en un problema de salud pública preocupante principalmente en regiones con bajo nivel socioeconómico y altos niveles de violencia relacionada con armas de fuego. Este fenómeno no sólo produce profundas tragedias individuales, sino que también se convierte en una sobrecarga a los sistemas de atención sanitaria (13).

El documento de la UNDOC del 2023 menciona que para el 2021, a nivel mundial, las lesiones por arma de fuego ocasionan aproximadamente 250.000–280.000 muertes anuales. Entre 30.000 y 40.000 de estas muertes ocurren en población menor de 20 años, con mayor carga en países de ingresos bajos y medianos, particularmente en América Latina. Con respecto al traumatismo craneoencefálico representa una de las formas más graves de lesión por proyectil, con tasas de mortalidad reportadas entre 40% y 70% en población pediátrica. (20)

Existen estudios de revisión escasos a nivel de América Latina sobre el trauma de cráneo por arma de fuego. Entre ellos destaca el estudio colombiano realizado por Sánchez et. al, en un Hospital en Cali, en donde reportaron 32 pacientes con estas lesiones en una cohorte de 5 años. (21)

Erro et al, describen en su estudio sobre las heridas por arma de fuego en un departamento de emergencia pediátrica en Uruguay que en una cohorte de 4 años

ingresaron 66 pacientes, de los cuales 13 sufrieron traumatismo craneoencefálico por dicho mecanismo.(11)

En Ecuador no se dispone de un estudio epidemiológico sobre las lesiones craneoencefálicas por armas de fuego en pacientes pediátricos. Sin embargo, Guillen et.al reporta que, dentro del Hospital Francisco Icaza Bustamante de la ciudad de Guayaquil, en el período 2022-2024, de las 137 heridas por arma de fuego, 17 fueron en cabeza.(12)

2.3.3. FISIOPATOLOGÍA DEL DAÑO CEREBROVASCULAR TRAS UN TCE POR ARMA DE FUEGO

La capacidad de cualquier objeto penetrante para perpetrar el cerebro, causa una lesión cerebral grave, esta depende de las propiedades balísticas, la energía suministrada y la ubicación lesionada del cerebro. Dentro del tipo de lesiones estudiadas se pueden clasificar en hipóxicas, vasculares, e infartos, todas ellas causan alteración en la autorregulación cerebral.

Con respecto a las lesiones vasculares, Serban et.al ha definido que existen dos tipos: una lesión primaria y otra secundaria. La lesión vascular primaria ocurre en el momento del trauma y es resultado de fuerzas mecánicas como la aceleración-desaceleración, la tensión rotacional y el impacto directo. Estas fuerzas pueden provocar la disrupción inmediata de los vasos cerebrales, incluyendo el cizallamiento de capilares y pequeñas arteriolas, lo que provoca microhemorragias, hemorragias petequiales y la disrupción de la unidad neurovascular. Particularmente en los eventos por arma de fuego, la lesión directa es a los principales vasos arteriales o venosos cerebrales. La laceración arterial producirá lesiones hemorrágicas locales que se extienden según el calibre del vaso y la velocidad del cuerpo extraño, pero inmediatamente después, se desarrollará una cascada isquémica en el territorio de distribución de la arteria dañada. El trauma microvascular suele ser paralelo a la distribución de la lesión axonal difusa, especialmente en zonas como el cuerpo calloso y la sustancia blanca profunda.(22)

La lesión vascular secundaria, por otro lado, se desarrolla en cuestión de horas o días e implica una compleja interacción de neuro inflamación, estrés oxidativo,

desregulación vascular y degradación de la barrera hematoencefálica. La importancia clínica de distinguir entre lesión vascular primaria y secundaria reside en la ventana terapéutica: si bien el daño primario es irreversible, los mecanismos secundarios pueden ser abordados.(22,23)

Dentro de los efectos perjudiciales del TCE penetrante existen factores como la lesión hipóxico isquémica debida a una disminución de la presión de perfusión cerebral (PPC), alteración de las barreras microvascular y de la autorregulación cerebral, siendo este un determinante clave del deterioro neurológico y la discapacidad a largo plazo tras un TCE. Además, la activación de las metaloproteinasas de matriz (MMP-2 y MMP-9) pueden degradar la lámina basal y las proteínas de unión , lo que destruye a los componentes de la barrera hematoencefálica (22,24).

La autorregulación cerebral se refiere a la capacidad intrínseca de los vasos sanguíneos cerebrales para mantener un flujo sanguíneo cerebral, este mecanismo garantiza un aporte estable de oxígeno y nutrientes a pesar de las fluctuaciones en la presión arterial media. En el contexto de un TCE, la autorregulación suele verse afectada, lo que deja al cerebro vulnerable a la hipoperfusión y la hiperemia, que pueden exacerbar la lesión tisular y la hipertensión intracraneal.(25)

El infarto cerebral postraumático representa una complicación grave y a menudo, pueden ocurrir en la fase aguda o subaguda tras un TCE y se asocian con un aumento significativo de la morbilidad y la mortalidad. La activación inflamatoria del endotelio también puede promover la trombosis microvascular, contribuyendo a fenómenos de micro infartos. El papel de la insuficiencia autorreguladora en la PTCI es cada vez más reconocido. Cuando los vasos cerebrales pierden su capacidad de ajustarse a los cambios en la PAM, se produce una hipoperfusión lo cual puede desencadenar infartos y áreas de isquemia territorial profunda (22). La compresión mecánica de los vasos cerebrales durante una herniación podría ser una causa directa de infarto cerebral. El vasoespasmo post trauma, en el contexto de una hemorragia subaracnoidea, disminuye la perfusión en los territorios distales, que pueden imitar patrones de accidentes cerebrovasculares aneurismáticos. Los infartos cerebrales resultan de una combinación de baja perfusión en las zonas cerebrales, hernias con

compresión vascular, el vasoespasmo, los micro trombos y el fallo de la autorregulación. (23,25,26)

Serban et al., finalmente denotan que el desequilibrio óxido-reducción (REDOX), provoca daño a las células endoteliales, disfunción mitocondrial en neuronas y glía, y alteración de las proteínas de unión estrecha, lo que agrava aún más el edema vasogénico y la lesión neuronal. El estrés oxidativo y la neuro inflamación son procesos estrechamente relacionados que desempeñan un papel clave en el desarrollo de una lesión cerebral secundaria tras un TCE. Junto con la disfunción endotelial y la pérdida de autorregulación, contribuyen a la formación de micro trombos, que deterioran la perfusión microvascular y provocan hipoxia tisular e infarto. (22)

A pesar de toda esta fisiopatología, es importante recordar que el cráneo infantil posee características anatómicas distintivas que modifican tanto el patrón de lesión como la respuesta fisiopatológica al traumatismo. Los lactantes, tienen los huesos de la bóveda craneana, más finos y flexibles, con suturas no fusionadas y presencia de fontanelas, que otorga mayor distensión del compartimento intracraneal. Las fontanelas permiten la expansión compensatoria ante incrementos iniciales del volumen intracraneal, retrasando la aparición de signos clásicos de hipertensión intracraneal. Sin embargo, esta misma elasticidad facilita la transmisión de fuerzas al parénquima cerebral, especialmente en mecanismos de aceleración-desaceleración. El cerebro infantil contiene mayor proporción de agua y menor mielinización, lo que incrementa la susceptibilidad a lesiones difusas y edema cerebral (27).

2.3.4 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DEL TCE POR ARMA DE FUEGO

El traumatismo craneoencefálico por arma de fuego en la edad infantil representa una de las formas más graves de lesión neurológica, caracterizándose por un espectro amplio de manifestaciones clínicas que dependen de la trayectoria del proyectil, la magnitud del daño cerebral y la atención médica oportuna.

Clínicamente, los pacientes pueden presentar alteración del estado de conciencia que varía desde somnolencia hasta coma profundo, siendo la Escala de Coma de Glasgow el principal parámetro para valorar la severidad inicial (8,27,28). Son frecuentes los

signos neurológicos focales como hemiparesia, anisocoria, ausencia de reflejos protectores y crisis convulsivas, asociados a lesión cerebral estructural grave.(29)

Entre las manifestaciones generales más comunes se describen pérdida de la conciencia inmediata, vómitos, cefalea intensa y sangrado activo por la herida; en los casos más severos puede evidenciarse exposición o salida de tejido encefálico(30). Desde el punto de vista neuropatológico, las lesiones por proyectil pueden producir contusiones y hemorragias cerebrales, edema e hipertensión intracraneal, condiciones muy relacionadas con mayor mortalidad y peor pronóstico funcional (28,29,31).

En el ámbito pediátrico, las manifestaciones clínicas pueden ser algo impredecibles debido a las características propias de su grupo etario, como menor grosor de los huesos del cráneo y mayor transmisión de energía sobre el cerebro infantil, que podrían generar lesiones extensas así sea con trayectorias cortas. Por lo que la gravedad del trauma de cráneo va a estar determinada por el Glasgow al ingreso, alteraciones pupilares, evidencia de lesiones intracraneales y complicaciones sistémicas (27,29,31).

2.4 MANEJO INICIAL DEL TCE PEDIÁTRICO POR ARMA DE FUEGO EN EMERGENCIA

En nuestro país y a nivel regional, no se dispone de una guía estandarizada sobre el manejo exclusivo del trauma de cráneo por arma de fuego, sin embargo, el manejo inicial se lo realiza de manera global como cualquier tipo de trauma severo de cráneo.

Varios autores refieren que pronóstico del paciente depende del estado clínico al ingreso y del grado en que el objeto penetrante haya afectado las estructuras cerebrales nobles.(29)

Gonzales propone la valoración sistemática del “ABCDE” y la posterior estabilización del paciente. Debe realizarse una historia clínica completa, exploración física y las pruebas complementarias necesarias. El servicio de urgencias tiene como meta principal reconocer a aquellos pacientes con sospecha de lesión traumática potencialmente grave que merezca una pronta intervención clínica o neuroquirúrgica (5).

Los objetivos del tratamiento deben centrarse en la reanimación temprana, agresiva y enérgica, para compensar la hipovolemia y el estado de choque, corrección de la coagulopatía por consumo; uso temprano de hemoderivados, protección de la vía aérea y región cervical, luego aquellos con signos vitales estables se someten a una tomografía computarizada cerebral.(30,32)

Alvis et al. indican que el tratamiento se puede resumir en salvamento vital inmediato, mediante el control del sangrado persistente y la descompresión cerebral. Prevención de infecciones mediante un desbridamiento exhaustivo de todos los tejidos contaminados, macerados o isquémicos. Preservación del tejido nervioso mediante la prevención de cicatrices meningo cerebrales y la restauración de las estructuras anatómicas mediante el sellado hermético de la duramadre y el cuero cabelludo.(30)

Una vez realizado la correspondiente estabilización del paciente, hay que buscar las heridas de manera minuciosa, especialmente en el cuero cabelludo, para identificar las heridas de entrada y salida, reportar su ubicación y además de las quemaduras por pólvora si se tratan de heridas por armas a corta distancia.

Registrar cualquier líquido cefalorraquídeo, hemorragia o parénquima cerebral que supure de la herida; también se debe documentar la magnitud del déficit. El hemo tímpano podría sugerir una fractura de la base del cráneo. Las características clínicas que sugieran presión intracraneal (PIC) elevada deben observarse cuidadosamente por lo que se recomienda un examen neurológico, seguido de un examen completo de otros sistemas, se debe obtener una historia clínica detallada de familiares o amigos con la cronología del accidente. Dentro de los estudios de laboratorio se debe incluir gasometría arterial, electrolitos, hemograma completo, coagulación, tipo y pruebas cruzadas, una prueba de alcoholemia y drogas. Una vez realizada la evaluación inicial, el paciente debe ser trasladado a radiología para un estudio de neuroimagen.(23,32)

Con respecto a las imágenes adecuadas para magnificar y estratificar el daño intracraneal se han descrito diversas modalidades de neuroimagen, estas influyen en la toma de decisiones terapéuticas y en sus implicaciones pronósticas. La neuroimagen es vital para fines quirúrgicos, especialmente para determinar el tipo de

cirugía, el tamaño y la ubicación del abordaje, y la vía de extracción del cuerpo extraño. (30)

Los hallazgos básicos que deben determinarse incluyen: sitios de entrada y salida; fragmentos intracraneales; trayectoria de proyectil y su relación con los vasos sanguíneos y las estructuras de la base del cráneo que contienen aire; lesión ventricular; trayectoria de proyectil que cruza la línea media; lesión multilobar; borramiento de la cisterna basal; herniación del parénquima cerebral, efecto de masa asociado, edema cerebral. En caso de supervivencia, la tomografía computarizada y la resonancia magnética pueden utilizarse para monitorizar la evolución y cualquier posible complicación, en particular las complicaciones vasculares o infecciosas específicas de este tipo de lesión.(30,33)

Varios autores, entre ellos, Şen et al. han considerado que la severidad del trauma de cráneo por arma de fuego puede ser estimada tanto por la escala de Glasgow y por el Índice de trauma pediátrico (ITP). La escala de Glasgow ya fue previamente descrita en este documento.

El Índice de Trauma Pediátrico es una herramienta de evaluación clínica de uso frecuente para predecir la mortalidad en casos de trauma pediátrico. Gracias a la incorporación de componentes fisiológicos y anatómicos, el ITP se considera un sistema de apoyo a la toma de decisiones de gran aplicabilidad y rapidez. Varios estudios han demostrado que los valores bajos de ITP se asocian con politraumatismos severos que incluyen lesiones craneales.(13)

2.4.1 CONDUCTA NEUROQUIRÚRGICA DEL TCE PEDIÁTRICO POR ARMA DE FUEGO

El manejo quirúrgico de estos pacientes es controvertido, en especial en los pacientes pediátricos. Sin embargo, cualquier tratamiento quirúrgico debe realizarse dentro de las 12 horas posteriores a la lesión para disminuir el riesgo de complicaciones infecciosas. El papel que desempeña la neurocirugía es importante, ya que en un TCE grave el 25-45 % de los pacientes tienen hematoma intracraneal, lo que aumenta la PIC y conlleva hipertensión intracraneana (3,32).

Algunos neurocirujanos prefieren un abordaje quirúrgico que consiste en un desbridamiento local mínimo, preservando la mayor cantidad posible de tejido cerebral. Al tomar una decisión terapéutica, el neurocirujano debe tener en cuenta el tipo de arma utilizada y la distancia desde la que se disparó, la edad y el estado clínico del paciente, y los hallazgos de la tomografía computarizada. Es razonable que el neurocirujano decida no administrar terapia activa a pacientes en mal estado con múltiples variables de mal pronóstico o con signos de disfunción multiorgánica (30).

Por otra parte, Kazim et al. menciona que, según varias guías de manejo neuroquirúrgico, el tratamiento de heridas pequeñas por bala en la cabeza debe realizarse mediante el cuidado local de la herida y su cierre en pacientes cuyo cuero cabelludo no esté desvitalizado ni presenten hallazgos patológicos intracraneales significativos, pero las heridas más extensas con cuero cabelludo, hueso o duramadre no viables deben desbridarse más exhaustivamente antes del cierre primario. Cuando existe un efecto de masa significativo, se debe desbridar el tejido cerebral necrótico y extirpar los fragmentos óseos accesibles de forma segura y cuando los hematomas intracraneales generan un efecto de masa significativo deben evacuarse (32).

Tanto Kazim y Alvis coinciden en sus artículos que no se recomienda la extirpación quirúrgica rutinaria de fragmentos óseos o de proyectiles alojados lejos del sitio de entrada, especialmente en las áreas elocuentes del cerebro, ya que se han asociado a más infecciones y epilepsia secundaria. (30,32)

Se ha demostrado ampliamente que la monitorización de la presión intracraneal (PIC) es un predictor importante del pronóstico en el TCE grave penetrante o no penetrante, en el caso de que la hipertensión endocraneal no pueda ser controlada mediante las diferentes opciones clínicas, se debería optar por medidas neuroquirúrgicas.

Kochaneck et al. indica que, en caso de hipertensión intracraneal, o niveles inadecuados de perfusión cerebral sean refractarios a las intervenciones clínicas, se deben considerar terapias de segundo nivel en los pacientes pediátricos. En cuanto a la neurocirugía, la craneotomía descompresiva incluye varias opciones para la elección del abordaje quirúrgico, por ejemplo, la hemicraniectomía sea esta unilateral

o frontotemporal bilateral, con o sin duraplastia y con o sin evacuación del hematoma subdural o intraparenquimatoso. El momento y las indicaciones de la craneotomía descompresiva para la hipertensión intracraneal varían según los protocolos descritos en la literatura. Podría estar indicada en caso de una lesión en expansión con elevación de la presión intracraneal refractaria o la descompresión quirúrgica podría estar indicada en caso de inflamación difusa cuando la presión intracraneal es refractaria(27).

Nugroho y Charry coinciden que los lactantes y niños con traumatismos craneoencefálicos severos pueden beneficiarse de la craneotomía descompresiva como primer y último recurso. Además, Hawryluk et al. en la Guía de manejo del trauma severo de cráneo pediátrico del 2020, concluye que los pacientes pediátricos con evidencia de una función cerebral "buena" que se deterioran como consecuencia directa de la elevación de la PIC son probablemente los mejores candidatos para la descompresión.(34–36).

2.4.2 MANEJO DEL TCE PEDIÁTRICO POR ARMA DE FUEGO EN UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

El tiempo es cerebro, refieren todos los autores de protocolos de manejo de trauma de cráneo, esto implica que debemos actuar con rapidez en todos los niños y adolescentes que acuden por traumatismos de cráneo penetrantes, siendo lo óptimo, que puedan ser atendidos en centros que garanticen el manejo de politrauma y la reanimación hídrica guiada por protocolos (37)

La Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos realizará el neuro monitoreo, administración de terapias neuro protectoras y la detección temprana de complicaciones mortales como edema cerebral, herniación, hemorragias, infecciones y crisis convulsivas. La UCIP constituye un pilar esencial en el abordaje integral del paciente influyendo directamente en la supervivencia y en los desenlaces funcionales.

Al no disponer de una guía de manejo nacional ni regional del manejo del trauma de cráneo por arma de fuego en pediatría, el manejo neuro crítico en una UCIP no diferiría de los protocolos de TCE grave en pediatría.

2.4.3 MONITOREO NEUROLÓGICO

La tecnología actual de neuro monitorización ofrece oportunidades para analizar los mecanismos fisiopatológicos con el fin de definir objetivos terapéuticos individualizados y personalizar el manejo del TCE en la UCIP. Las técnicas disponibles incluyen la monitorización de $P_{\text{bro}2}$, electroencefalograma, evaluaciones de la velocidad del flujo sanguíneo cerebral mediante ecografía Doppler transcraneal y la autorregulación de la presión arterial en las evaluaciones del flujo sanguíneo cerebral, basada en el coeficiente de correlación cruzada entre la presión intracraneal y presión arterial (27). El uso de un monitor de presión intracraneal está indicado en pacientes con una puntuación baja en la escala de coma de Glasgow (GCS) ≤ 7 o signos de presión intracraneal elevada.(38)

Este tipo de neuro monitoreo permite la detección temprana de hipoperfusión e hipoxia antes de que se produzcan daños irreversibles, lo que promueve intervenciones neuro protectoras que se alinean con la fisiopatología subyacente.(22)

2.4.4 OXIGENACIÓN Y ESTRATEGIAS VENTILATORIAS

Serban et al. menciona que la oxigenación cerebral inadecuada es un factor de riesgo significativo de lesión isquémica secundaria. Es indispensable mantener la normoxemia ($\text{PaO}_2 > 80$ mmHg) y la normocapnia (PaCO_2 alrededor de 35-40 mmHg). Otros autores como Kochanek indican que la PO_2 óptima debe mantenerse entre 90 y 100mmHG, y coinciden en la normocapnia. La hiperventilación puede disminuir temporalmente la PIC mediante vasoconstricción, pero la hipocapnia sostenida puede causar hipoperfusión cerebral, especialmente en pacientes con alteración de la autorregulación. Kasper hace énfasis en evitar un protocolo excesivo y no hiperventile a una $\text{PaCO}_2 < 25$ mmHg durante las primeras 24 h después de un TCE, cuando el flujo sanguíneo cerebral suele estar gravemente reducido. Por lo tanto, la ventilación debe ajustarse cuidadosamente en función de la monitorización de la PbtO_2 y el CO_2 al final de la espiración (22,27,37).

2.4.5 PRESIÓN INTRACRANEAL

La hipertensión intracraneal (HTIC) es el aumento continuo de la presión dentro del cráneo sobre 20mmHg con o sin signos clínicos, de etiología muy variada y frecuente, lo que constituye una verdadera urgencia neurológica (39). La presión intracraneal elevada altera el flujo venoso cerebral, baja la perfusión y favorece a la isquemia secundaria. Las intervenciones para controlar la PIC incluyen:

- Elevación de la cabeza y sedación adecuada con benzodiazepinas y opioides.
- Terapia hiperosmolar (p. ej., manitol, solución salina hipertónica)
- Ventilación controlada (para prevenir la vasodilatación inducida por hipercapnia)
- Craniectomía descompresiva en casos refractarios. (37)

La elevación de la presión intracraneal es una verdadera emergencia neurológica y con alta posibilidad neuroquirúrgica si no remite a las medidas clínicas.

2.4.6 ADECUADO VOLUMEN INTRAVASCULAR Y PERFUSIÓN CEREBRAL

Una presión de perfusión cerebral (PPC) adecuada es fundamental para mantener vivo el tejido cerebral. Cuanto mayor sea, mejor. El umbral crítico de la presión de perfusión cerebral (PPC) para la isquemia se sitúa en torno a 50-60 mmHg menciona Kochanek et al. por lo que sugiere no sobre resucitar con líquidos intravenosos ni utilice líquidos con concentraciones de la mitad de la solución salina normal (0,45 %), que actúan como expansores del volumen hipoosmolar y pueden provocar un edema cerebral significativo. La hipotensión sistémica tiene un pronóstico desfavorable, así que mantener la PIC baja y la PAM lo suficientemente adecuada para evitar el choque, por lo que, a parte del manejo adecuado de la volemia sin sobrecargas, debe usarse vasopresores temprano como norepinefrina y no bajar la presión arterial sistólica (27).

Dentro de los protocolos se resalta mantener como objetivo la euvolemia o normovolemia, lograr un balance neutro de líquidos con un flujo urinario mayor a 1

mL/kg/h, uso de solución salina normal y el uso de dextrosa en las primeras 48 horas de atención en la UCIP. Con respecto al objetivo de glucosa, los protocolos han descrito como objetivo la normoglucemia o una concentración de hasta 180 mg/dL y en cuanto al objetivo basal de sodio, muchos protocolos utilizan rangos de 135 a 145 mEq/L (37).

2.4.7 PREVENCIÓN DE CRISIS CONVULSIVAS

Kasper y varios autores recomiendan el uso de antiepilépticos durante al menos los primeros 7 días tras la lesión, esto reduce claramente la incidencia de convulsiones postraumáticas tempranas y la morbilidad asociada. Refiere que, en los traumas penetrantes de cráneo, el desarrollo de las crisis convulsivas tempranas es frecuente pero no empeoran el pronóstico a largo plazo.

Por otro lado, Serrano et al. menciona que las convulsiones postraumáticas pueden ser clínicas o subclínicas y las clasifica en precoces, si ocurren en los primeros 7 días posteriores al traumatismo, y tardías si la aparición es posterior, recalca que los niños tienen mayor riesgo de presentar crisis que los adultos y que estas se asocian con TCE más graves, alteraciones en la TC craneal y con peor pronóstico neurológico. Las tardías se producen en un 20- 30%, siendo más frecuente en los que tienen fracturas óseas craneales con hundimiento y en los menores de 1 año. Las convulsiones aumentan la PIC, la hipoxia y la liberación de neurotransmisores ya que aumentan la demanda metabólica cerebral. Dentro del tratamiento anticonvulsivo profiláctico se recomienda fenitoína y levetiracetam, este último no ha sido reportado como superior a la fenitoína y aplicado dentro de los 7 días post trauma (40).

2.4.8 HEMOSTASIA

Se considera un valor mínimo de hemoglobina de 7,0 g/dL en el paciente pediátrico con TCE grave con lo cual se garantizaría una oxigenación cerebral adecuada. Con respecto a la coagulopatía se recomienda el tratamiento de las variables de coagulación anormales antes de la inserción de monitores de PIC o Pbro2 o craniectomía descompresiva.(27)

2.4.9 ANTIBIÓTICOTERAPIA

El uso rutinario de antibióticos empíricos de amplio espectro tras un traumatismo craneoencefálico penetrante es común, pero no cuenta con consenso universal. Las complicaciones de las heridas gravemente contaminadas incluyen cerebritis, absceso intracerebral, ventriculitis y meningitis. Los patógenos más comunes son Staphylococcus, las bacterias gramnegativas, y anaerobias en casos pediátricos. La terapia antibiótica empírica debe cubrir estos patógenos. Las series pediátricas de traumatismo craneoencefálico penetrante reportan una tasa de infección más alta que la de los adultos, hasta un 50%. Existen ciertos factores de riesgo de infección como un cuerpo extraño de material poroso, la madera, la fragmentación del objeto, la fuga de líquido cefalorraquídeo, la afectación de los senos nasales o mastoideos y la contaminación del orificio de entrada o salida (22).

2.4.10 MORTALIDAD EN TRAUMATISMO POR ARMA DE FUEGO EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA Y SUS FACTORES ASOCIADOS

La identificación de estos factores resulta fundamental para comprender el comportamiento de esta patología, toma de decisiones terapéuticas oportunas y considerar estrategias de prevención y atención temprana.

En el artículo Pediatric intracranial gunshot wounds realizado en un hospital de Memphis-Tennessee del 2016, el autor analiza los posibles factores asociados estadísticamente significativos con la muerte en aquellos niños que presentan TCE por arma de fuego, dentro de los cuales cita al Glasgow bajo al ingreso, alteración en el hematocrito y déficit de base, alteraciones pupilares, lesiones multilobulares, lesiones profundas de ventrículos y nucleares, además de la trayectoria del proyectil siendo esta transventricular o bihemisférica (41).

Por otra parte, Guillén et.al, hace un análisis importante sobre estas variables asociadas estadísticamente significativas con la mortalidad infantil, entre ellas, puntuaciones de escala de Glasgow al ingreso ≤ 8 , pupilas bilaterales fijas no reactivas, afectación nuclear profunda/del tercer ventrículo, trayectoria transventricular, afectación del lóbulo parietal, lesión bihemisférica, INR al ingreso $>$

1,5 y déficit de bases $< -5,0$ mEq/L, variables que concuerdan con el estudio de DeCuypere. Con respecto al procedimiento quirúrgico la proporción de pacientes que se sometieron a cirugía descompresiva fue mayor en el grupo de supervivientes. Dos de los pacientes craneotomizados fallecieron con meningitis. Las lesiones extracraneales no se asociaron a mayor mortalidad en este estudio, ni tampoco la asociación entre edad y mortalidad, y mediciones de PIC mayores a 30mmHg.(42)

Sames et al., manifiesta que dentro de sus variables estudiadas recalca que aquellos sobrevivientes presentaron una puntuación GCS al ingreso significativamente más alta, un índice internacional normalizado (INR) más bajo, niveles más altos de sodio sérico, y niveles más bajos de glucosa sérica. La edad, frecuencia cardíaca al ingreso y la estancia en UCIP, no mostró significancia estadística. El valor de INR, el exceso de base menos de 5 y alteración en la hemoglobina no tuvo significancia estadística. Con respecto a la necesidad de procedimientos quirúrgicos, no se encontraron diferencias significativas en las tasas de intervención neuroquirúrgica entre sobrevivientes y fallecidos. La hiperglucemia se asocia con mayores tasas de mortalidad y gravedad en el traumatismo craneoencefálico pediátrico, tanto en el período temprano como en el tardío (23).

Todas estas variables descritas en estas publicaciones, serán consideradas en el desarrollo del presente proyecto de investigación. Esto se fundamenta en la evidencia existente que sugiere que diversos factores clínicos, radiológicos y de laboratorio podrían actuar como predictores de mortalidad en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego, lo que permitiría orientar la toma de decisiones terapéuticas encaminadas a reducir la mortalidad.

2.4.11 FACTORES ASOCIADOS A DESENLACES FUNCIONALES EN PACIENTES PEDIÁTRICOS

Una vez superada la fase crítica y lograda la supervivencia inicial al traumatismo craneoencefálico grave por arma de fuego, es fundamental evaluar los desenlaces funcionales a mediano y largo plazo en estos pacientes, con el fin de determinar el grado de recuperación neurológica, las secuelas persistentes y su impacto en la calidad de vida al momento del alta.

Existe poca literatura sobre los resultados funcionales tras un TCE grave por arma de fuego en pediatría, en la literatura sobre los resultados funcionales de TCE en adultos destaca un patrón de lesión particular que incluye afectación bihemisférica, lesión a ≥ 3 lóbulos y afectación del lóbulo parietal con un resultado funcional malo. Es posible que este patrón de lesión sea demasiado grave para ser rehabilitado adecuadamente. Guillén et al., en su análisis en una población pediátrica, encontraron que la reactividad pupilar se asoció independientemente con la mortalidad y el resultado funcional, la ausencia de lesiones multilobulares (≥ 3 lóbulos) se asociaron independientemente con un resultado funcional favorable. Estos resultados son consistentes y demuestran el mal pronóstico asociado con la reactividad pupilar ausente y el trauma grave. Además, en su estudio, los pacientes con mejor pronóstico tendían a ser mayores con una edad media de 17,5 años y con una puntuación media de admisión en la GCS de 4,5 (42).

La escala de St. Louis es una herramienta pronóstica desarrollada específicamente para población pediátrica con traumatismo craneoencefálico penetrante por arma de fuego, la cual se calcula al ingreso hospitalario utilizando variables clínicas y hallazgos tomográficos iniciales. Un valor de ≤ 4 indica mayor probabilidad de supervivencia y mejores desenlaces funcionales pero un valor de ≥ 5 indica mayor mortalidad y lesiones más severas. Esta escala permite estimar en las fases tempranas del trauma, la posibilidad de sobrevivir.

DeCuypere et al., analiza la posibilidad de supervivencia en base a esta escala, en la cohorte analizada por los autores del estudio, los pacientes no sobrevivientes presentaron una puntuación media de 10, lo que respalda la utilidad de la escala como herramienta pronóstica. Estas puntuaciones elevadas se relacionaron principalmente con lesiones nucleares profundas, compromiso de ambos hemisferios, hipotensión al ingreso, y desvío de la línea media. Los autores encontraron en su estudio que esta escala en su población presentó alta sensibilidad (94,12%), pero menor especificidad para predecir muerte (75,68%). Por otra parte, evidenció que algunos pacientes con puntuaciones ≥ 5 lograron sobrevivir e incluso presentar desenlaces funcionales aceptables. En conjunto, estos hallazgos sugieren que la escala de St. Louis resulta más útil para identificar a los pacientes con mayor probabilidad de sobrevivir que para predecir con certeza la muerte (41).

Así mismo Guillén et al., hace uso de esta escala como predictor de supervivencia, en este estudio se observó que la puntuación de la escala de St. Louis fue significativamente diferente entre los pacientes que sobrevivieron y los que fallecieron por heridas de bala intracraneales en edad pediátrica, los pacientes con desenlaces funcionales favorables presentaron puntuaciones SLS más bajas en comparación con aquellos con resultados desfavorables. Una puntuación ≥ 5 se asoció significativamente con mayor riesgo de mortalidad con una sensibilidad del 66,67%, especificidad del 80%.(42)

Otra escala destacada como pronóstica utilizada por ambos autores el Glasgow Outcome Scale (GOS) es una escala ampliamente utilizada para evaluar el desenlace funcional de pacientes que han sufrido un traumatismo craneoencefálico, incluyendo lesiones por arma de fuego. DeCuyper et al., en su estudio que incluyó 71 pacientes pediátricos, reportó que murieron 34 y 39 fueron intervenidos quirúrgicamente. De estos 30 pacientes operados tuvieron buen resultado funcional, definido como GOS 4–5 (independencia funcional o buena recuperación). Es así que encontraron una relación lineal entre la escala de Glasgow al ingreso y el GOS en el seguimiento definiendo que, a mejor estado neurológico inicial, mejor desenlace funcional posterior y viceversa (41). Guillén et al., por su parte, enfocado en la escala GOS, que los pacientes con compromiso cerebral más extenso, como lesiones bi hemisféricas o afectación de múltiples lóbulos, tendieron a presentar puntuaciones GOS más bajas, incluso si sobrevivían, indicando discapacidad grave.(42) . En conjunto, estos hallazgos respaldan el uso de la escala GOS como una herramienta útil para evaluar el desenlace funcional a largo plazo en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego.

En este proyecto no se considera la escala de St. Louis ya que no ha sido cuantificada en ninguno de nuestros pacientes sea por falta de evaluación o por algún dato faltante. Sin embargo, se analizará el GOS del paciente que consta en las historias clínicas correspondientes.

2.5 CONTEXTO DEL TCE POR ARMA DE FUEGO EN ECUADOR

La violencia armada constituye actualmente uno de los principales problemas de seguridad y salud pública en América Latina. Ecuador ha experimentado un incremento sostenido de la violencia armada reflejado en el aumento significativo de la tasa de homicidios, que pasó de cifras históricamente bajas a situarse entre las más altas de la región.

2.5.1 DATOS DE DEFUNCION EN ECUADOR SEGÚN INEC 2021-2024

Si se revisan las estadísticas del INEC de manera retrospectiva, se puede observar que en su reporte de las principales causas de muerte para el 2021, los homicidios no entran dentro de las principales causas, pero en la población infantil entra en el octavo lugar con 34 eventos, para el período 2022, en el mismo reporte, los homicidios ya se encuentran ocupando la cuarta causa de defunción general y en la población infantil ocupa la tercera causa de mortalidad con 162 casos. En el periodo 2023 los homicidios suben a la segunda causa de mortalidad general y en los niños ocupa la primera causa de muerte con 335 eventos. Finalmente, para el 2024, los homicidios se mantienen como la segunda causa de muerte general y ocupan nuevamente el primer lugar en la población infantil con 372 casos. (43–46)

Este fenómeno podría estar vinculado con el crimen organizado, el narcotráfico y la expansión de economías ilícitas, afectando de manera desproporcionada a poblaciones vulnerables, incluidos niños y adolescentes, que en su mayoría son víctimas colaterales.

2.5.2 TASA DE HOMICIDIO EN ECUADOR

La tasa de homicidio es un indicador epidemiológico que mide el número de homicidios ocurridos en una población determinada durante un período específico (generalmente un año), expresado por cada 100.000 habitantes. Se usa para poder comparar niveles de violencia entre países, ciudades o años distintos, independientemente del tamaño de la población.

La evolución de la violencia en nuestro país muestra una consolidación territorial desde 2020 en la zona costera del país, con los incrementos porcentuales en la tasa de homicidios por cada 100.000 habitantes más acentuadas en Santa Elena, Esmeraldas, Los Ríos, El Oro y Guayas. Para el 2023, Ecuador registró su número más alto de homicidios intencionales, con un total de 8004 eventos, lo que resultan en una tasa de homicidios por cada 100 000 habitantes de 47.25, convirtiéndose el país en el más violento de América Latina, sin contar el Caribe. Además, la cifra de homicidios de víctimas jóvenes de 0 a 19 años se incrementa en un 640,38%. La zona 8 presentó la mayor tasa de homicidios con 89.11 por cada cien mil habitantes. La provincia de los Ríos obtuvo el primer lugar dentro de esta lista, seguida de la provincia del Guayas y en tercer lugar, la provincia de Esmeraldas (47).

En el 2024, se registró un descenso de los homicidios en comparación con el 2023 en un 15%, así si mismo su tasa de homicidios pasó a 39.14%. Sin embargo, a pesar de este declive, Ecuador continuó siendo el país más violento de la región. Con respecto a la población de 0 a 4 años, hubo una leve disminución del 0,83 % con 248 homicidios de niños y niñas. En este mismo año, Los Ríos mantiene el índice más alto de violencia nacional, con una cifra alarmante tasa de 84,14 homicidios por cada 100.000 habitantes (48).

El último informe que recoge el Observatorio Ecuatoriano de Crimen Organizado (OECO) corresponde al periodo del 1 de enero de 2025 al 30 de junio de 2025, en el cual nuestro país registró 4619 homicidios, un incremento del 10% comparado al 2024, y una tasa de 25,51 por cada 100.000 habitantes. Llama la atención las cifras de homicidios en los adolescentes de 15 a 19 años, en los cuales hubo un incremento de 76,3 %. Los Ríos, por tercer año consecutivo, mantiene su tasa de homicidios más alta, con en 61,32% (49).

Al realizar una comparación del año 2023 y 2024 de las cuatro ciudades con las tasas más altas de homicidios de los Estados Unidos, se puede encontrar con algunas de las ciudades que han sido motivo de estudio en varios artículos citados en este documento, así se puede observar que New Orleans presentó una tasa de 46 por cada 100 mil habitantes, seguida de Memphis con 41, St. Louis con 38 y finalmente Baltimore con 36 casos cada 100 mil (50). Si realizamos un balance con las

provincias costeras analizadas previamente, se observa que superan a las tasas de homicidios de países del primer mundo como Estados Unidos.

El impacto de la violencia armada en nuestro país, refleja la importancia de estudiar la morbi mortalidad que esta conlleva. El análisis clínico y epidemiológico de las lesiones por arma de fuego en población infantil resulta fundamental para evaluar su magnitud, buscar estrategias de prevención y fortalecer la respuesta hospitalaria ante el trauma grave por estos mecanismos de violencia.

3. METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO

3.1.1 Lugar de investigación.

Hospital Francisco Icaza Bustamante, situado en Av. Quito y Gómez Rendón,
Guayaquil – Ecuador

3.1.2 Periodo de investigación.

Enero de 2023 a diciembre de 2025

3.1.3 Recursos empleados.

Estadística del Hospital Francisco Icaza Bustamante

Historias clínicas del sistema Hosvital del Hospital Francisco Icaza Bustamante

1.1.4 **Tipo de Investigación:** Estudio de prevalencia o de corte transversal

Según la intervención del investigador: Observacional

Según la planificación de la toma de los datos: Retrospectivo

Según el número de ocasiones que se mide la variable de estudio:

Transversal

Según número de variables analíticas: Analítico

Nivel de Investigación: Descriptivo

3.2 UNIVERSO Y MUESTRA

Se tomará en cuenta a todos los pacientes pediátricos que hayan ingresado al Hospital Francisco Icaza Bustamante con trauma de cráneo por arma de fuego en el periodo 2023-2025.

3.2.1. Criterios de inclusión

- Pacientes pediátricos con edad comprendida entre 0 y 14 años 11 meses.
- Pacientes atendidos en el Hospital Francisco Icaza Bustamante durante el período enero de 2023 y diciembre de 2025.
- Pacientes con diagnóstico confirmado de trauma craneoencefálico causado por arma de fuego, establecido mediante evaluación clínica y/o estudios de imagen (tomografía computarizada, resonancia magnética).
- Pacientes que hayan sido hospitalizados (emergencia, UCI o salas de hospitalización) a consecuencia del trauma.

3.2.2. Criterios de exclusión

- Pacientes mayores de 15 años al momento del evento traumático.
- Pacientes con traumatismo craneoencefálico de etiología distinta al arma de fuego (caídas, accidentes de tránsito, arma blanca, etc.).
- Historias clínicas incompletas que no permitan evaluar mortalidad o desenlaces funcionales.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
Edad	Tiempo de vida del paciente	Años cumplidos al ingreso hospitalario	Años	Independiente	Cuantitativa continua
Sexo	Característica biológica que diferencia individuos según su sexo	Sexo registrado en el expediente clínico al ingreso	Masculino / Femenino	Independiente	Dicótoma
Raza	Grupo poblacional al que pertenece el paciente	Registro consignado en la historia clínica	Mestiza / Afrodescendiente / Indígena / Otra	Independiente	Cualitativa nominal
Lugar de procedencia	Ubicación geográfica de origen del paciente	Lugar de residencia consignado en el expediente	Provincias	Independiente	Cualitativa nominal
Lugar del evento	Ubicación geográfica donde fue el trauma	Registro consignado en la historia clínica	Casa/Calle/Escuela/Parque	Independiente	Cualitativa nominal
Tipo de víctima	Clasificación del paciente según el contexto en el que ocurrió el evento	Se categorizará según lo registrado en la historia clínica o parte policial.	Víctima/Colateral	Independiente	Cualitativa dicotómica

	por arma de fuego				
Transferido	Traslado del paciente desde otra unidad de salud hacia el hospital de estudio.	Registro en historia clínica de referencia desde otra casa de salud.	Sí / No	Independiente	Cualitativa dicotómica
Intubación	Necesidad de asegurar la vía aérea mediante intubación endotraqueal.	Registro de intubación en emergencia o hospitalización.	Sí / No	Independiente	Cualitativa dicotómica
Glasgow inicial	Nivel de conciencia al ingreso	Puntaje de Glasgow registrado al ingreso	3–15 puntos	Independiente	Ordinal
Reactividad pupilar	Respuesta neurológica pupilar	Evaluación pupilar al ingreso	Reactivas / No reactivas / Anisocóricas	Independiente	Cualitativa nominal
Sobrevive al ingreso	Conservación de la vida tras el evento traumático	Paciente vivo al ingreso hospitalario	Sí / No	Dependiente	Dicótoma
Déficit de base	Alteración metabólica	Valor de base déficit en gasometría Arterial	mmol/L	Independiente	Cuantitativa continua
Convulsiones al ingreso	Actividad eléctrica cerebral anormal	Registro de crisis convulsivas durante el	Sí / No	Independiente	Dicótoma

		Traslado			
Transfusión de glóbulos rojos al ingreso	Administración de paquete globular durante el manejo hospitalario.	Registro documentado de transfusión en historia clínica.	Si/No	Independiente	Cualitativa nominal
Área cerebral afectada	Región anatómica del encéfalo comprometido	Área lesionada identificada por tomografía	Frontal / Temporal / Parietal / Occipital /Cerebelo/Tallo/Ve ntrículos Múltiples	Independiente	Cualitativa Nominal
Fractura de cráneo	Discontinuidad ósea del cráneo secundaria al trauma	Evidencia de fractura craneal en TC	Frontal / Temporal / Parietal / Occipital / Base de cráneo/ Facial/Múltiples	Independiente	Cualitativa Nominal
Hipertensión endocraneal	Elevación patológica de la presión intracraneal	Diagnóstico clínico y mediante monitor de PIC	Si/No	Independiente	Dicótoma
Edema cerebral	Aumento del contenido de agua en el parénquima cerebral secundario a trauma.	Presencia reportada en tomografía o resonancia.	Sí / No	Independiente	Cualitativa Dicotómica

Daño extra craneal	Lesiones asociadas fuera del cráneo	Presencia de lesiones en otros órganos	Sí / No	Independiente	Dicótoma
Estudios imagenológicos	Evaluación imagenológica del trauma	TAC y/o RM cerebral realizadas	Tipo de imagen	Independiente	Cualitativa nominal
Intervención neuroquirúrgica	Tratamiento quirúrgico cerebral	Cirugía neuroquirúrgica realizada	Tipos de cirugías de sistema nervioso centra	Independiente	Dicótoma
Monitor de PIC	Medición invasiva de la presión intracraneal	Uso documentado de monitor de presión intracraneal	Sí / No	Independiente	Dicótoma
Arresto cardiaco	Cese súbito de actividad mecánica cardíaca con necesidad de RCP.	Registro médico de paro cardiorrespiratorio.	Si/No	Independiente	Cualitativa dicotómica
Ingreso a UCIP	Admisión a la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.	Registro formal de ingreso a UCIP.	Si/No	Independiente	Cualitativa dicotómica
Ingreso a otra área	Hospitalización en área que reemplace la estancia en UCIP	Registro de ingreso en emergencia, hospitalización general, quirófano u otra área.	Choque/Box quirúrgico/Observación/Cuarto Clínico	Independiente	Cualitativa politómica
Días de estancia en UCI	Duración de hospitalización en cuidados	Número total de días en UCI pediátrica	Días	Dependiente	Cuantitativa continua

	intensivos				
Días de estancia en otras áreas	Permanencia hospitalaria fuera de UCI	Número de días en emergencia y/o hospitalización	Días	Dependiente	Cuantitativa continua
Convulsiones en la hospitalización	Actividad eléctrica cerebral anormal	Registro de crisis convulsivas durante hospitalización	Sí / No	Independiente	Dicótoma
Infecciones asociadas	Infecciones relacionadas con la atención en salud	Diagnóstico de IAAS durante hospitalización	Sí / No	Independiente	Dicótoma
Días de ventilación mecánica	Duración del soporte ventilatorio invasivo	Número de días con ventilación mecánica	Días	Dependiente	Cuantitativa continua
Secuelas al egreso de UCIP	Déficits neurológicos persistentes al finalizar la hospitalización en UCIP	Evaluación clínica neurológica documentada al alta hospitalaria de UCIP	Tipos de secuelas	Dependiente	Ordinal
Secuelas al egreso de otra área	Déficits neurológicos persistentes al finalizar la hospitalización en otra área que no sean UCIP	Evaluación clínica neurológica documentada al alta hospitalaria	Tipos de secuelas	Dependiente	Ordinal

GOS	Escala que evalúa el desenlace funcional posterior a lesión cerebral.	Clasificación al egreso o seguimiento según GOS.	Muerte/ Estado vegetativo/Discapacidad severa/ Discapacidad moderada/Buena recuperación	Dependiente	Cualitativa Ordinal
------------	---	--	---	-------------	------------------------

TABLA 3: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4 RECOLECCIÓN DE MUESTRA

Se procedió con la solicitud de las historias clínicas en el servicio de estadística del Hospital Francisco Icaza Bustamante y posteriormente se revisó el historial electrónico en el sistema HOSVITAL de donde se obtuvo los datos ameritados para el estudio. La información fue revisada, se realizó la selección de los pacientes pediátricos que cumplieron todos los criterios de inclusión. Los datos fueron analizados en Microsoft Excel para su análisis y descripción.

3.5 ASPECTOS ÉTICOS

En el proceso y desarrollo del presente estudio no se va a tener contacto con los pacientes y solo se va a acceder a la información recogida en las historias clínicas. Dichas historias clínicas serán utilizadas única y exclusivamente para los fines del estudio. El estudio aquí presentado seguirá las normas de Buena Práctica Clínica, los principios de la Declaración de Helsinki (Seúl 2013), y el Convenio de Oviedo (1997). No se facilitarán datos identificativos ni clínicos de los pacientes y se trabajará sobre un fichero anonimizado y protegido por contraseña que no permitirá trazabilidad de las personas incluidas en el registro. Asimismo, el manejo de datos se realizará de acuerdo con lo estipulado en la Ley orgánica de protección de datos y la Ley de derechos y amparo del paciente.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis estadístico descriptivo y analítico de los datos en el programa estadístico JAMOVI. Las variables cualitativas fueron descritas con frecuencias absolutas y respectivos porcentajes, las variables cuantitativas se analizaron con medidas de tendencia central y dispersión, expresadas como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, según la distribución de los datos. El desenlace funcional fue estimado con la escala GOS, clasificando el desenlace desfavorable al puntaje de 1 a 4 y como desenlace favorable al puntaje de 5. Para el análisis bivariado, se realizó la asociación de la mortalidad y el desenlace funcional, con las variables epidemiológicas, clínicas, radiológicas y paraclínicos. Las variables categóricas se compararon con la prueba de chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher, las variables numéricas se analizaron con la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney. Se tomó un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo.

4. RESULTADOS

En el período comprendido entre los años 2023 y 2025 se recibieron 190 pacientes con heridas por arma de fuego en el Hospital Francisco Icaza Bustamante, de los cuales se identificaron 31 niños con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico por arma de fuego, y 28 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión para este estudio (Tabla 4)

Variable	Frecuencia (n)	(%)
Características epidemiológicas		
Edad, años, mediana, RIC	10 (0 – 14)	
Sexo		
Femenino	10	35.7
Masculino	18	64.3

Raza		
Mestizo	24	85.7
Afroecuatoriano	3	10.7
Indígena	1	3.6
Lugar de procedencia		
Guayas	18	64.3
Los Ríos	8	28.6
El Oro	1	3.6
Manabí	1	3.6
Lugar del evento		
Casa	13	46.4
Escuela	1	3.6
Calle	14	50.0
Transferido	25	89.3
Características clínicas al ingreso		
Glasgow		
Leve	2	7.1
Moderado	6	21.4
Grave	20	71.4
Intubado	20	71.4
Reactividad pupilar		
Isocoria	12	42.9

Anisocoria	6	21.4
Midriasis	7	25.0
Mióticas	3	10.7
Transfusión GR al ingreso	22	78.6
Convulsiones (al ingreso)	3	11.1
Ingreso a UCIP	18	72.0
Días de estancia en UCIP	12 (1 - 330)	
Días de ventilación mecánica	6 (0 – 330)	
Días de estancia en otras áreas	5.40 ± 3.44	
Complicaciones intrahospitalarias		
Convulsiones luego del ingreso	4	14.3
NAV	5	17.9
IVU	6	21.4
Meningitis	1	3.6
Abscesos cerebrales	1	3.6
Fístula LCR infectada	2	7.1
Heridas quirúrgicas	2	7.1
Arresto cardiaco	10	35.7
Características radiológicas		
Hallazgos		
Hemorragia intraparenquimatosa	16	57.1
Hemorragia subaracnoidea	6	21.4

Hemorragia epidural	1	3.6
Contusión	5	17.9
Área cerebral afectada		
Frontal	6	21.4
Parietal	8	28.6
Temporal	3	10.7
Occipital	5	17.9
Tronco	2	7.1
Múltiples	4	14.3
Fracturas		
Frontal	6	21.4
Parietal	8	28.6
Temporal	3	10.7
Occipital	4	14.3
Base de cráneo	1	3.6
Múltiples	6	21.4
Lesión extracraneal		
Cara	8	28.6%
Tórax	4	14.3%
Extremidades superiores	6	21.4%
Columna dorsal	1	3.6%
Múltiples	1	3.6%

Ninguno	8	28.6%
Edema cerebral	24	85.7
Hipertensión endocraneal	9	32.1
Intervención quirúrgica		
Craniectomía descompresiva	18	64.3
Limpieza quirúrgica y retiro de bala	1	3.6
Laboratorio		
Déficit de base	6.15 (3.40 – 24.5)	
GOS		
Muerte	6	21.4%
Vegetativo	1	3.6%
Discapacidad Severa	0	0%
Discapacidad Moderada	9	32.1%
Buena recuperación	11	42.9%
Secuelas al Egreso		
Hemiplejía	7	25%
Parálisis cerebral	1	3.5%
Ceguera	1	3.5%
Alteraciones del lenguaje	1	3.5%
Ninguna	12	54.5%

RIC: rango intercuartílico; **GR:** glóbulos rojos; **UCIP:** Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos; **NAV:** neumonía asociada a ventilación mecánica; **IVU:** infección de vías urinarias; **LCR:** líquido cefalorraquídeo.

TABLA 4: VARIABLES ANALIZADAS

Con respecto a las características epidemiológicas de los pacientes de este estudio, la mediana de edad fue de 10 años (RIC 0–14), con preponderancia del sexo masculino (64,3%) y de la raza mestiza (85,7%).

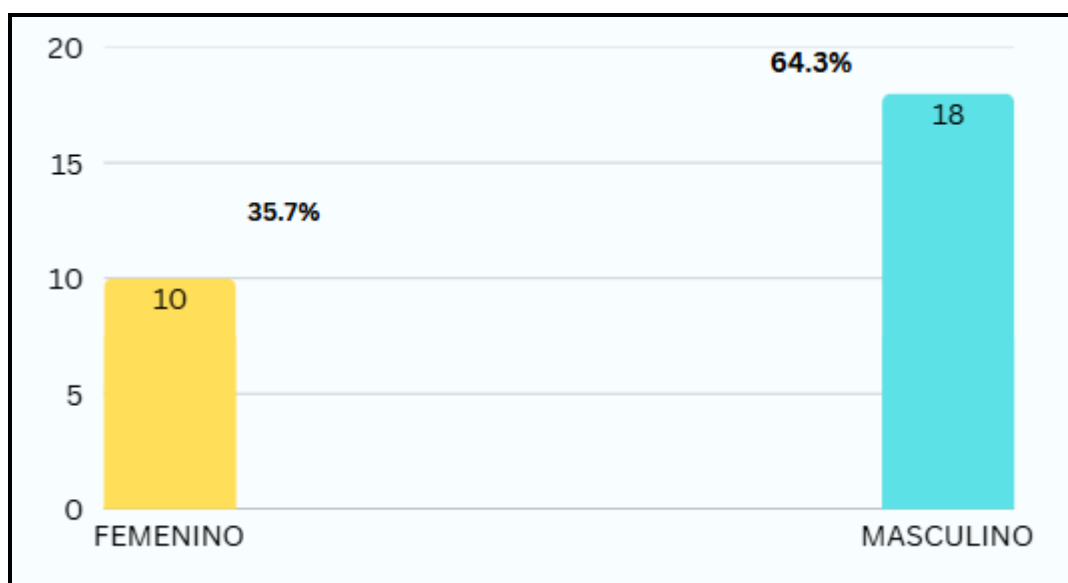


GRÁFICO 1: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN EL SEXO

La mayor parte de los pacientes fueron oriundos de la provincia del Guayas (64,3%), y el accidente violento ocurrió principalmente en la calle (50,0%) o en el hogar (46,4%).

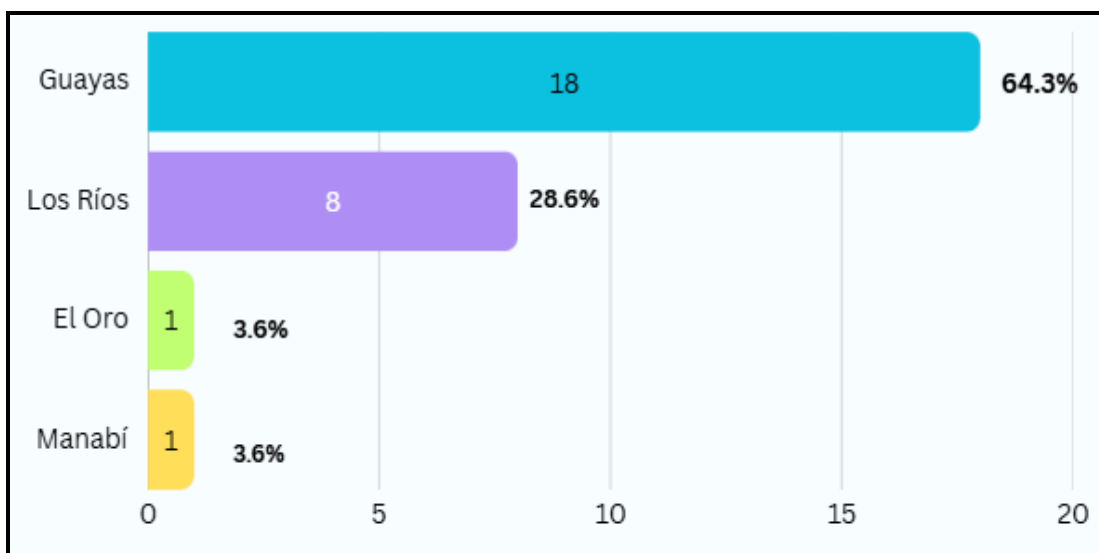


GRÁFICO 2: LUGAR DE PROCEDENCIA DE LOS TRAUMATISMOS DE CRÁNEO POR ARMA DE FUEGO

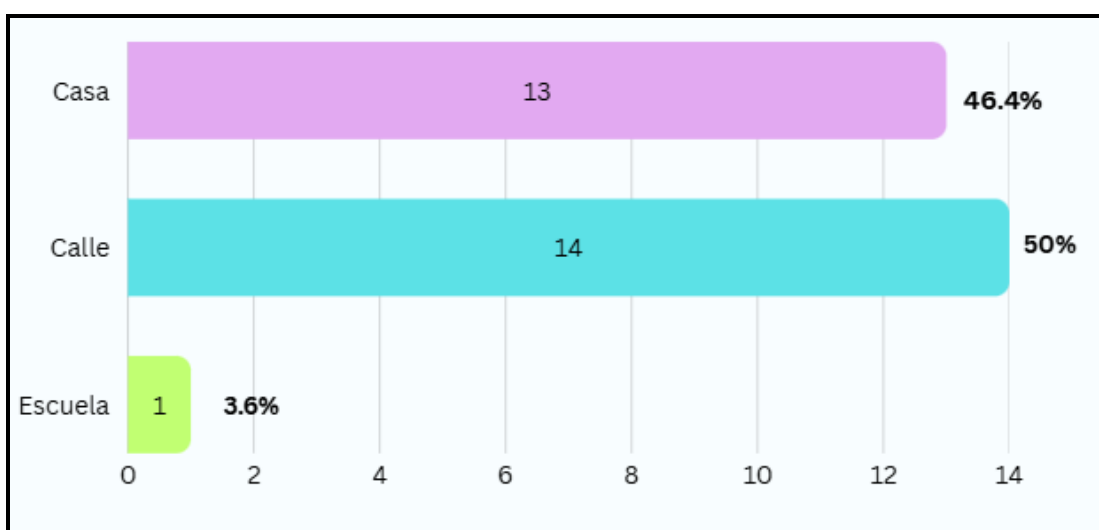


GRÁFICO 3: LUGAR DEL EVENTO BALÍSTICO

Todos los pacientes fueron víctimas colaterales y la mayor parte de los casos correspondió a pacientes transferidos desde otras unidades de salud (89,3%). En cuanto a las características clínicas al ingreso, el 71.4% de los pacientes tuvieron una clasificación de Glasgow grave, que se relaciona con el número de pacientes que requirieron intubación orotraqueal (71,4%), transfusión de glóbulos rojos (78,6%) e ingreso a la UCIP (72,0%).

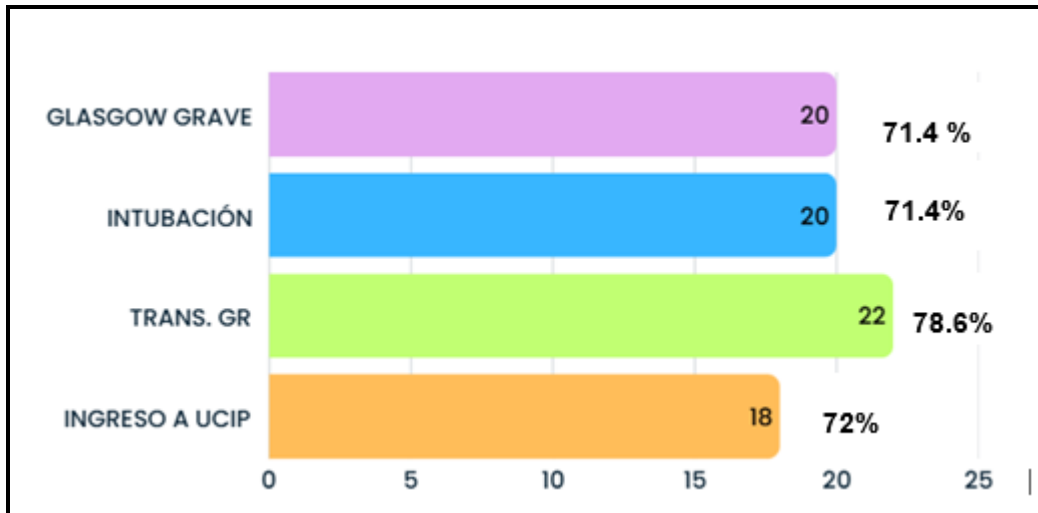


GRÁFICO 4: COMPARACIÓN DEL GLASGOW AL INGRESO CON LAS VARIABLES DE INTUBACIÓN, TRANSFUSIÓN DE GLÓBULOS ROJOS E INGRESO A UCIP

La reactividad pupilar más frecuente fue la isocoria (42,9%), mientras que las convulsiones al ingreso fueron poco frecuentes (11,1%).

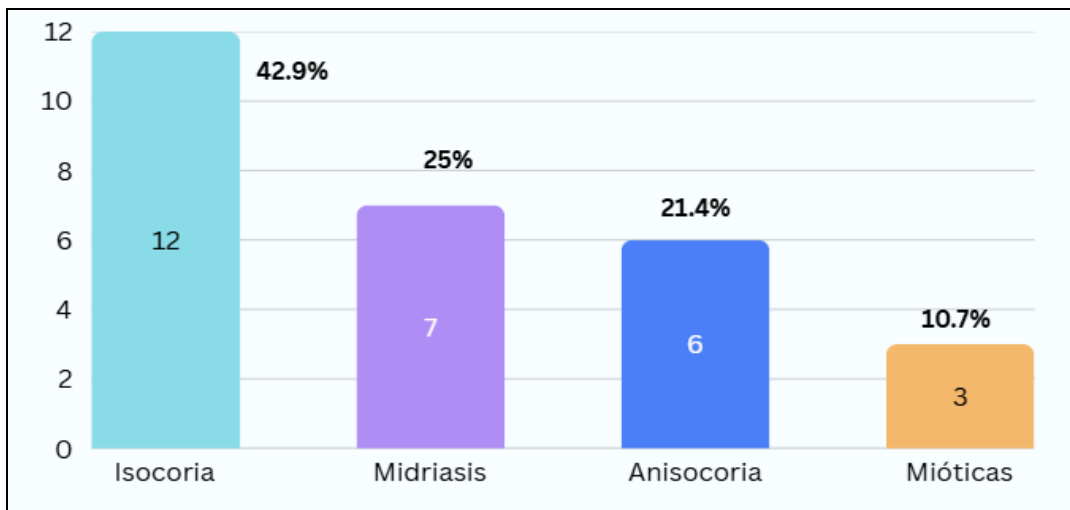


GRÁFICO 5: VALORACIÓN PUPILAR

La mediana de estancia en la UCIP fue 12 días (RIC 1–330) y la mediana de los días en ventilación mecánica fue de 6 días (RIC 0–330). Con respecto a las complicaciones intrahospitalarias, el evento más frecuente fue el arresto cardíaco (35,7%), seguido de infección urinaria (21,4%) y la neumonía asociada a ventilación

mecánica (17,9%), mientras que otras complicaciones infecciosas y neurológicas se presentaron con menos frecuencia.

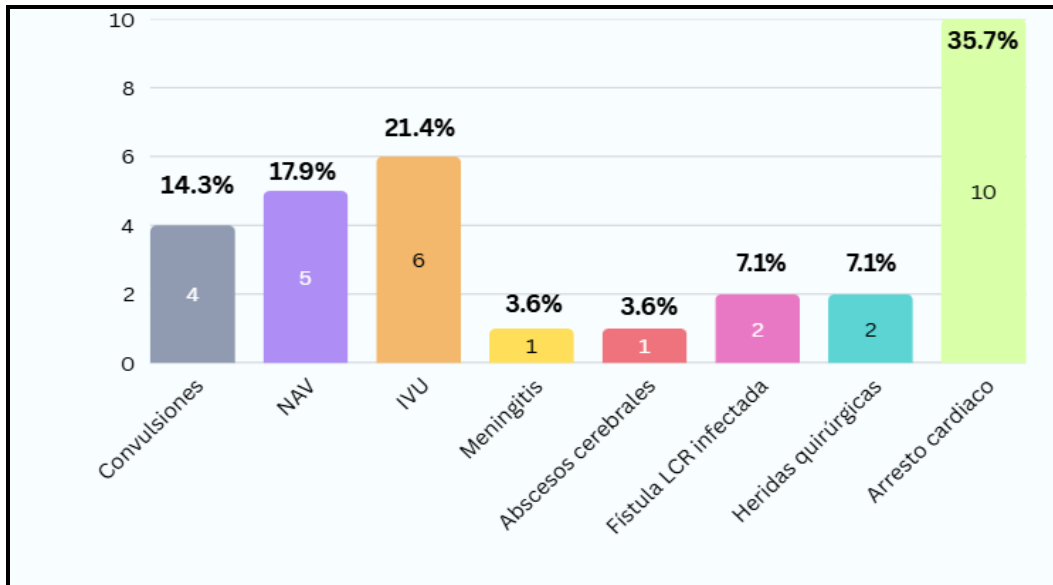


GRÁFICO 6: COMPLICACIONES INTRAHOSPITALARIAS DE LOS PACIENTES CON TRAUMATISMO DE CRÁNEO POR ARMA DE FUEGO

En relación con las características radiológicas, el hallazgo más frecuente fue la hemorragia intraparenquimatosa (57,1%), seguida de la hemorragia subaracnoidea (21,4%) y las contusiones cerebrales (17,9%).

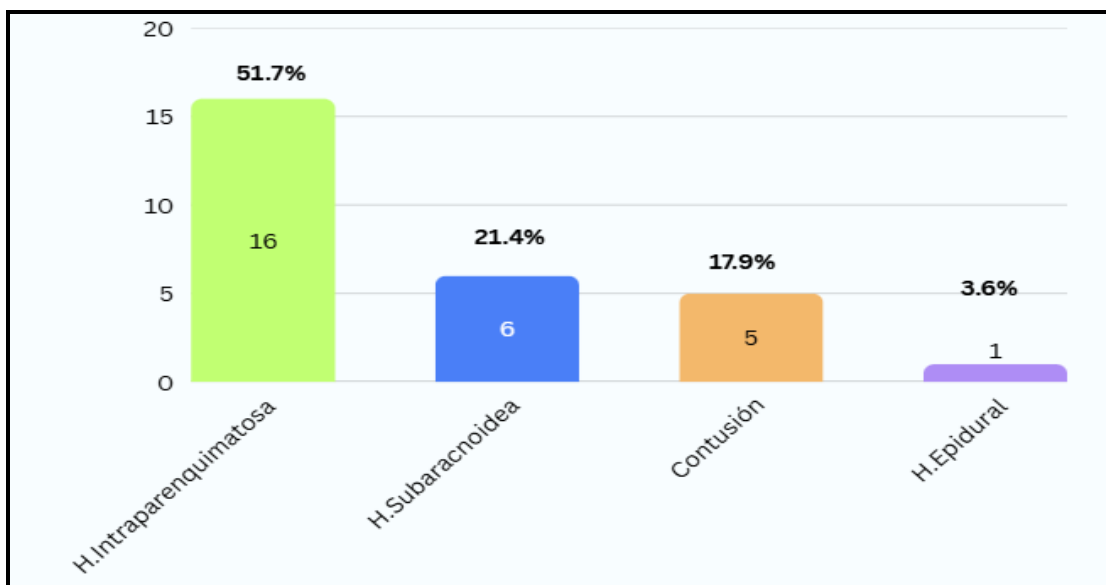


GRÁFICO 7: LESIONES CEREBRALES DE LOS PACIENTES CON TRAUMATISMO DE CRÁNEO POR ARMA DE FUEGO

Las áreas cerebrales más afectadas fueron la región parietal (28,6%) y frontal (21,4%). Entre las fracturas craneales predominaron las fracturas parietales (28,6%) y las fracturas múltiples (21,4%).

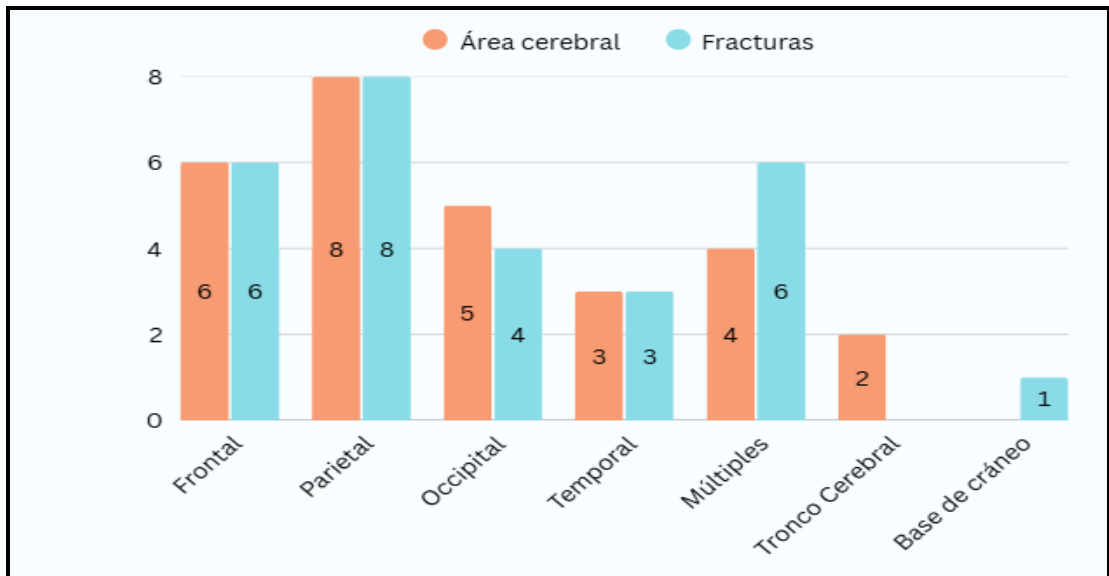


GRÁFICO 8: ÁREA CEREBRAL Y FRACTURAS CRANEALES POR ARMA DE FUEGO

El 28.6% de los pacientes no presentaron lesión extracraneal, sin embargo, el mismo porcentaje presentó lesiones en cara, seguido de las extremidades superiores con el 21.4%.

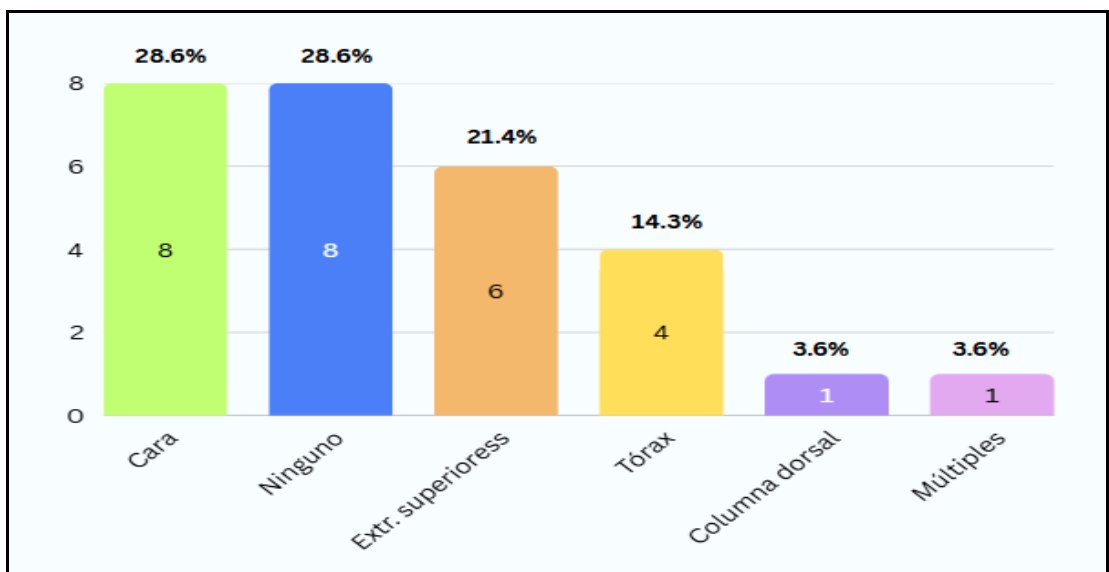


GRÁFICO 9: LESIONES EXTRACRANEALES

El edema cerebral fue un hallazgo altamente prevalente (85,7%), mientras que la hipertensión endocraneal se documentó en el 32,1% de los casos. La intervención quirúrgica más frecuente fue la craniectomía descompresiva (64,3%). En cuanto a las características de laboratorio, el déficit de base presentó una mediana de 6,15 (RIC 3,40–24,5).

Al clasificar a los pacientes a su egreso, según el Glasgow outcome score, el 42.9% tuvo una buena recuperación, el 32.1% egresó con discapacidad moderada, el 3.6% se mantiene en estado vegetativo persistente y fallecieron el 21.4% de la población estudiada. No hubo pacientes con discapacidad severa.

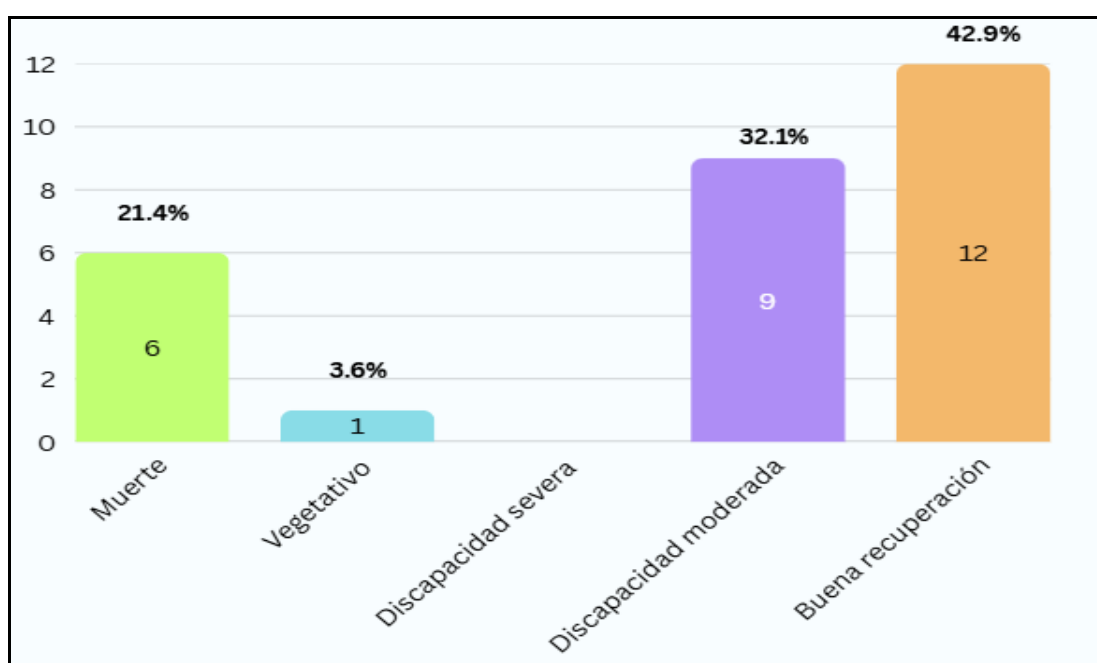


GRÁFICO 10: VALORACIÓN GOS

Se encontró que el 54.5% de los pacientes no presentó ninguna secuela al egreso de UCIP o de las diferentes salas donde permanecieron y el 31.8% egresó con hemiplejía. El 4.1% se repite en tres ocasiones dado por un paciente con alteraciones en el lenguaje, otro con ceguera unilateral y otro con parálisis cerebral infantil.

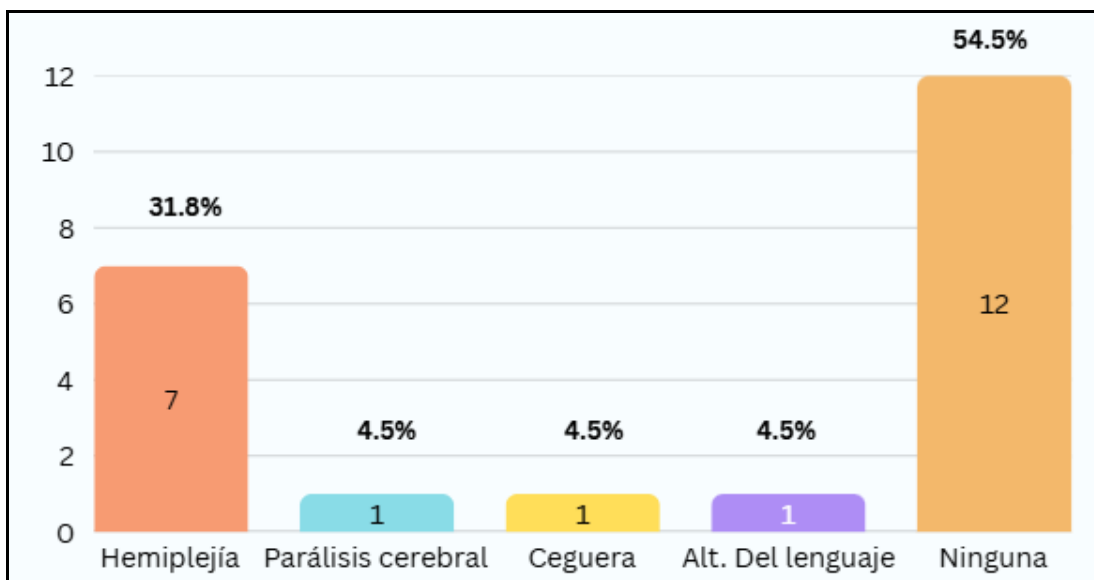


GRÁFICO 11: SECUELAS DE LOS SOBREVIVIENTES AL TRAUMATISMO DE CRÁNEO POR ARMA DE FUEGO

En la tabla 5 se describen los factores asociados a mortalidad en los pacientes con trauma de cráneo por arma de fuego. Se evidenció que el sexo masculino predominó en ambos grupos, de sobrevivientes (63.6%) y de fallecidos (66.7%), sin diferencias estadísticas ($p = 0.891$). La intubación fue frecuente en los pacientes fallecidos (100%) en comparación con los sobrevivientes (63.6%), pero sin significancia estadística ($p = 0.081$). En relación con los hallazgos clínicos al ingreso, el Glasgow severo no se asoció a la mortalidad con una significancia estadística de $p = 0.310$, la reactividad pupilar mostró asociación significativa con la mortalidad ($p = 0.002$), destacándose la midriasis en el 83.3% de los pacientes fallecidos frente al 9.1% de los sobrevivientes, mientras que la isocoria se observó únicamente en sobrevivientes (54.5%). El área cerebral más comúnmente afectada dentro del grupo de los sobrevivientes y fallecidos es el parietal, en un 27.3% y 33.3% respectivamente, sin significancia estadística, así como tampoco la afectación multilobular. La hipertensión endocraneal más frecuente en los pacientes fallecidos (66.7% vs 22.7%; $p = 0.041$). Al analizar las complicaciones intrahospitalarias, el arresto cardiaco se presentó en el 100% de los pacientes fallecidos y en un 18.2% de los sobrevivientes, exponiendo una asociación estadísticamente significativa con la mortalidad del grupo de estudio ($p < 0.001$). Las convulsiones al ingreso y las intrahospitalarias no

revelaron diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0.851$). En relación con las variables numéricas, los pacientes fallecidos presentaron un mayor déficit de base al ingreso (mediana 9.25 vs 5.55; $p = 0.041$) y menor estancia hospitalaria en otras áreas (1.50 ± 0.71 vs 6.38 ± 3.11 días; $p = 0.047$). No se encontraron diferencias significativas en la edad ($p = 0.237$), días de estancia en UCIP ($p=0.114$) ni días de ventilación mecánica ($p=0.647$).

Variable	Sobrevivientes (n=22)	Fallecidos (n=6)	Valor p
Sexo masculino n (%)	14 (63.6)	4 (66.7)	0.891
Intubación n (%)	14 (63.6)	6 (100)	0.081
Glasgow severo	16 (72.7)	6 (100)	0.310
Reactividad pupilar			0.002
Isocoria n (%)	12 (54.5)	0 (0)	
Anisocoria n (%)	5 (22.7)	1 (16.7)	
Midriasis n (%)	2 (9.1)	5 (83.3)	
Mióticas n (%)	3 (13.6)	0 (0)	
Transfusión GR n (%)	16 (72.7)	6 (100)	0.149
Convulsiones al ingreso n (%)	2 (9.1)	1 (16.7)	0.623
Monitor PIC n (%)	0 (0)	1 (16.7)	0.051
Hallazgos radiológicos			0.418
Hemorragia intraparenquimatosa n (%)	11 (50.0)	5 (83.3)	
Hemorragia subaracnoidea n (%)	6 (27.3)	0 (0)	
Contusión n (%)	4 (18.2)	1 (16.7)	

Area cerebral afectada			
Frontal n (%)	5 (22.7)	1 (16.7)	0.854
Parietal n (%)	6 (27.3)	2 (33.3)	
Temporal n (%)	3 (13.6)	0 (0.0)	
Occipital n (%)	4 (18.2)	1 (16.7)	
Tronco n (%)	1 (4.5)	1 (16.7)	
Múltiples n (%)	3 (13.6)	1 (16.7)	
Hipertensión endocraneal n (%)	5 (22.7)	4 (66.7)	0.041
Convulsiones intrahospitalarias n (%)	3 (13.6)	1 (16.7)	0.851
Arresto cardiaco n (%)	4 (18.2)	6 (100)	<0.001
Edad (años) mediana (RIC)	10 (0 -14)	6 (0 -12)	0.237
Déficit de base mediana (RIC)	5.55 (3.40 – 10.3)	9.25 (3.80 – 24.5)	0.041
Días de estancia en UCIP mediana (RIC)	12 (8 – 330)	8 (1 – 22)	0.114
Días de estancia en otras áreas media ± DE	6.38 ± 3.11	1.50 ± 0.71	0.047
Días de ventilación mecánica, mediana (RIC)	6 (0 – 330)	5 (1 - 22)	0.647

RIC: rango intercuartílico; **GR:** glóbulos rojos; **UCIP:** Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos

TABLA 5: VARIABLES ASOCIADAS A MORTALIDAD

La tabla 6 describe los factores relacionados con el desenlace funcional al egreso de la UCIP según GOS. El Glasgow severo no tubo injerencia en el desenlace desfavorable y la mayoría de los pacientes con desenlace desfavorable requirieron

intubación (81.3% frente a 58.3%), sin alcanzar significación estadística ($p=0.184$). Así mismo, no se evidenció diferencias de importancia en la reactividad pupilar ni en las convulsiones al ingreso. La variable con asociación estadísticamente significativa, fue la transfusión de glóbulos rojos, la cual fue frecuente en los pacientes con desenlace desfavorable (93.8% frente a 58.3%; $p=0.024$). Con respecto a las lesiones radiográficas, se encontró una relación significativa con el desenlace funcional ($p=0.021$), sobresaliendo la hemorragia intraparenquimatosa en los pacientes con desenlace desfavorable (81.3%), a diferencia del grupo favorable (25.0%). Asimismo, el edema cerebral estuvo presente en todos los pacientes con desenlace desfavorable y en dos tercios de los pacientes con evolución favorable ($p=0.013$). La hipertensión endocraneal también mostró una mayor frecuencia en el grupo con desenlace desfavorable (50.0% frente a 8.3%; $p=0.019$). De manera similar, el arresto cardiaco se observó con mayor frecuencia en los pacientes con desenlace desfavorable (56.3% frente a 8.3%; $p=0.009$). Los pacientes con evolución desfavorable presentaron mayor duración de ventilación mecánica (mediana de 8 días frente a 5 días; $p=0.044$), mientras que el déficit de base y los días de estancia hospitalaria no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Variable	Desfavorable (n=16)	Favorable (n=12)	Valor p
Intubación n (%)	13 (81.3)	7 (58.3)	0.184
Reactividad pupilar			0.161
Isocoria n (%)	4 (25.0)	8 (66.7)	
Anisocoria n (%)	5 (31.3)	1 (8.3)	
Midriasis n (%)	5 (31.3)	2 (16.7)	
Mióticas n (%)	2 (12.5)	1 (8.3)	
Transfusión GR n (%)	15 (93.8)	7 (58.3)	0.024
Glasgow severo	15 (98.3)	7(58.3)	0.077

Convulsiones al ingreso n (%)	3 (18.8)	0 (0)	0.128
Hallazgos radiológicos			0.021
Hemorragia intraparenquimatosa n (%)	13 (81.3)	3 (25.0)	
Hemorragia subaracnoidea n (%)	1 (6.3)	5 (41.7)	
Hemorragia epidural n (%)	0 (0)	1 (8.3)	
Contusión n (%)	2 (12.5)	3 (25.0)	
Intervención neuroquirúrgica			0.321
Craniectomía descompresiva n (%)	12 (75.0)	6 (50.0)	
Sin cirugía n (%)	4 (25.0)	4 (33.3)	
Limpieza quirúrgica n (%)	0 (0)	1 (8.3)	
Limpieza + extracción de bala n (%)	0 (0)	1 (8.3)	
Edema cerebral n (%)	16 (100)	8 (66.7)	0.013
Hipertensión endocraneal n (%)	8 (50.0)	1 (8.3)	0.019
Convulsiones intrahospitalarias n (%)	4 (25.0)	0 (0)	0.061
Arresto cardíaco n (%)	9 (56.3)	1 (8.3)	0.009
Déficit de base mediana, RIC	6.50 (3.60 – 24.5)	4.75 (3.40 – 10.3)	0.227
Días de estancia en UCIP mediana, RIC	12 (1 – 330)	9 (8 – 16)	0.285
Días de estancia en otras áreas media ± DE	5.00 ± 6.08	5.57 ± 2.30	0.487
Días de ventilación mecánica mediana, RIC	8 (1 – 330)	5 (0 – 9)	0.044

TABLA 6: VARIABLES ASOCIADAS A DESENLACE FUNCIONAL

5. DISCUSIÓN

La sensación de inseguridad que vivimos en Ecuador no es coincidencia, el escalamiento de la violencia determinado por el número de homicidios, reclutamiento juvenil al narcotráfico y el aumento de los delitos menores se debe a las condiciones sociales de desempleo y pobreza amplias en nuestra población. Carrión Mena en su artículo: La violencia en el Ecuador, una tendencia previsible, del 2022, advierte que las políticas sobre seguridad tuvieron una importante intervención durante el periodo 2007-2017, a diferencia 2017-2022 en donde se pierden estas asignaciones. El autor concluye que este episodio nefasto de violencia actual no es circunstancial ni tampoco temporal, se trata de una dinámica tendencial de mediano y largo plazo (51).

Esta violencia civil no ha sido selectiva con sus víctimas, la población infantil ecuatoriana y sobre todo del sector costanero, ha sido gravemente afectada como víctimas colaterales e incluso como víctimas directas. La motivación principal de este trabajo de tesis ha sido resaltar la magnitud del conflicto armado reflejado en las graves lesiones que afectan a los niños y niñas que llegan a nuestras áreas críticas, siendo quizá, el trauma de cráneo por arma de fuego, la lesión más mortal y discapacitante.

El Observatorio Ecuatoriano de Crimen Organizado (OECO) y el INEC en periodo 2023-2025 posicionaron a las provincias del Guayas y de Los Ríos dentro de las ciudades más violentas del país, argumento que coincide con los hallazgos demográficos de este estudio.

Se reportaron 28 pacientes con traumatismo de cráneo por arma de fuego en un período de 2 años, es decir aproximadamente 14 eventos por año, cifras realmente alarmantes si se compara con los estudios regionales como el de Parrado et al., realizado en Cali en el 2017, quienes obtuvieron 32 pacientes en 4 años (8 por año aproximadamente), o el realizado por Erro et al., del 2023 en un hospital uruguayo durante un periodo de 4 años, que contaron con 13 pacientes afectados (3 por año) y el de Bem et al., del 2021 en un hospital brasileño que reporta 43 pacientes en 9 años

(5 por año). Se puede deducir que, en un corto periodo de 2 años, nuestras cifras duplican, estos números de los países vecinos (11,52).

Al realizar la comparación con países fuera de nuestra región, como los estudios realizados en tres de las ciudades más violentas de Estados Unidos, podemos citar a DeCuypere et al., que en el 2016 realiza un análisis sobre el TCE por arma de fuego en Memphis-Teenese, durante un periodo de 17 años, quien obtuvo 57 pacientes, (3 pacientes por año aproximadamente), o el de Guillén et al., realizado en New Orleans en el 2023 por 10 años, que reportó 96 pacientes (10 pacientes por año aprox.). Sames et al., redacta el estudio estadounidense más reciente, quienes en el 2025 en un hospital de New Jersey reportó 14 pacientes en 3 años (5 pacientes por año aprox.) (23,41,42). Comparado a este estudio, nuevamente superamos estas cifras de pacientes afectados en un país de primer mundo, sin embargo la diferencia recae sobre la edad cronológica, el tipo de violencia y los lugares del evento, así tenemos que en Estados Unidos, los adolescentes masculinos entre 14 y 18 años, son los más afectados, predominando la integración a pandillas, la violencia interpersonal o el suicidio intencional dentro de los propios hogares o en las escuelas, hechos que no se comparan con nuestro estudio ya que la media de edad de nuestra población fue los 10 años de edad, y nuestros niños fueron afectados como victimas colaterales de posibles sicariatos en sus hogares o en la calle.

Con respecto a la mortalidad se encontró una tasa del 21.4% en esta serie, considerándola baja en comparación a los estudios internacionales referidos en esta tesis, en donde su tasa bordea entre el 45% y 80%, esta diferencia puede deberse a la muestra pequeña de este proyecto y a las diferencias de los criterios de inclusión de cada uno de ellos. Sin embargo, es un hallazgo importante que en un periodo de análisis corto (2 años), el número de casos por año fue superior, lo que sugiere la alta carga de trauma de cráneo por arma de fuego en nuestra institución.

En este estudio se pudo identificar cinco variables que se asociaron a mortalidad en este estudio: los cambios pupilares como midriasis y anisocoria, hipertensión endocraneal, el arresto cardíaco, un mayor déficit de base al ingreso y la estancia en otra área distinta a la UCIP. Hallazgos que son similares a los encontrados en estudios mencionados, como el de DeCuypere, Sames, Guillen y Junior et al. La hipertensión endocraneal fue solo comparativa con el descrito por la doctora Bandt et

al., recalcando que en dicho estudio se usaron sensores de presión intracraneal y la valoración en nuestra serie fue clínica, además solo un paciente de nuestra institución se benefició de colocación de captor de presión intracraneal (53).

Las lesiones multi lobulares, la afectación ventricular y nuclear profunda, el Glasgow grave inicial, fueron factores sin significancia estadística en este estudio, pero fuertemente asociadas a mortalidad en las series de los autores descritos. El trayecto de la bala que cruza la línea media fue estadísticamente significativo en todos los estudios revisados, variable que no fue tomada en cuenta debido a que no se hizo esta descripción en las historias clínicas de nuestra unidad.

La midriasis y la anisocoria son signos clave de herniación cerebral e hipertensión endocraneal, entidades relacionadas con la gravedad del TCE, peor pronóstico neurológico y mayor mortalidad. El arresto cardíaco prevalente en los pacientes que fallecieron que en los supervivientes podría explicarse por el compromiso neurológico penetrante, la hipoxia cerebral y el colapso hemodinámico de los pacientes, en donde el exceso de base juega un papel importante al ser indicador de hipoperfusión tisular y acidosis metabólica severa por el choque hipovolémico hemorrágico de las lesiones extensas cerebrales y lesión tisular severa. Así mismo podríamos decir que el área indicada para el manejo posterior de los pacientes es la UCIP, por lo que la estancia en otras áreas se asoció en este estudio como factor de mortalidad al no contar con el monitoreo hemodinámico estricto o los protocolos propios de las áreas críticas. Sin embargo, estos pacientes no tuvieron otra opción que ser manejados en estas áreas externas a la UCIP por falta de espacio físico en la misma.

El desenlace funcional de los pacientes fue analizado mediante la escala GOS, la misma que ha sido universalmente utilizada en varias series. Se compararon 13 variables de las cuales 6 fueron estadísticamente significativas, en el desenlace desfavorable entre las que destacan la transfusión de glóbulos rojos, la hemorragia intraparenquimatosa, el edema cerebral, la hipertensión endocraneal, el arresto cardíaco y los días de ventilación mecánica.

La asociación del Glasgow inicial y el GOS se han comparado en todos los estudios mencionados en esta tesis, hallándola estadísticamente significativamente y directamente proporcional, a peor puntaje de Glasgow inicial, peor desenlace funcional. Sin embargo, en este proyecto, el Glasgow y el GOS no se asociaron lo que coincide con los estudios de Bandt y Sames et.al, quienes mencionan esta posibilidad a la gran variabilidad de los datos obtenidos, pero en este caso podría deber al tamaño muestral pequeño lo que limitaría el poder estadístico del estudio.

Con respecto a las alteraciones hematológicas, asociadas, el hematocrito menos de 30% y la prolongación del INR ha sido puntualizada por varios autores como factores de mortalidad (41,42), más no de pronóstico, en este estudio no se tomó en cuenta el hematocrito debido a la poca fiabilidad del tiempo exacto de la toma de la primera biometría al ingreso del paciente y con respecto a los tiempos de coagulación, no siempre estuvieron disponibles por déficit institucional de la unidad, sin embargo se consideró para este estudio la necesidad de transfusión de componentes de glóbulos rojos al ingreso, los cuales fueron administrados según la severidad del choque hemorrágico o el sangrado intracraneal con el llegaron los pacientes, por lo que esta variable fue estadísticamente significativa en el desenlace desfavorable de esta serie, dichas pérdidas sanguíneas condicionaron mayor inestabilidad hemodinámica, mayor hipoxia tisular y daño cerebral secundario.

Los días de ventilación mecánica son mencionados en el desenlace desfavorable de la serie de Sames et.at, este hallazgo probablemente refleja la gravedad del daño neurológico en los pacientes que requieren soporte ventilatorio prolongado y al riesgo de complicaciones como neumonía asociada al ventilador, lo que contribuye a la evolución clínica desfavorable.

La hipertensión endocraneal nuevamente se asocia a desenlace desfavorable, junto con el edema cerebral. Dentro de las lesiones cerebrales, los diversos autores han mencionado que la hemorragia subaracnoidea, la lesión de más de 3 lóbulos cerebrales y la lesión ventricular no solo se asocian a mortalidad, sino a desenlace negativo (53), pero en este estudio el sitio de lesión no fue estadísticamente significativo, pero sí el tipo de lesión, destacándose la hemorragia intraparenquimatosa como significativa, posiblemente debido al daño directo sobre el tejido parenquimatoso y la severa extensión de lesión.

El arresto cardiaco no ha sido estudiado como factor de mortalidad o desenlace funcional en las diferentes series mencionadas, pero en este reporte, fue tomado en cuenta y resultó estadísticamente significativo sea causando muerte, estado vegetativo o discapacidad severa, ya que sumado a la alteración de la perfusión cerebral que causa el TCE grave por arma de fuego, el paro cardiaco condiciona aún más el tiempo de hipoxia cerebral y por ende mayor noxa al tejido.

6. CONCLUSIONES

Se corroboró que existen factores asociados a la mortalidad y a los desenlaces funcionales en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego atendidos en el Hospital Francisco Icaza Bustamante que concuerdan con los estudios internacionales actuales.

La tasa de mortalidad fue del 21.4% en este estudio, baja en comparación con los estudios internacionales, pero superior en los casos por año en un corto periodo de estudio.

Se logró determinar que los cambios pupilares como la midriasis y la anisocoria, la hipertensión endocraneal, el arresto cardiaco, un mayor déficit de base al ingreso y la estancia en otra área distinta a la UCIP como factores asociados a la mortalidad de los pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego en nuestro hospital.

El desenlace funcional de nuestros pacientes pudo ser establecido mediante el Glasgow Output Scale .

La transfusión de glóbulos rojos, la hemorragia intraparenquimatosa, el edema cerebral, la hipertensión endocraneal, el arresto cardiaco y los días de ventilación mecánica se establecieron como factores asociados al desenlace funcional desfavorable al egreso de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.

7. RECOMENDACIONES

Se ha descrito de manera puntual todos los factores asociados a mortalidad y desenlace funcional de los pacientes con TCE grave por arma de fuego, dentro de este contexto y para ampliar los estudios posteriores sería importante recomendar que se insista en el correcto llenado de los códigos CIE-10, y ser precisos con el tipo de lesión cerebral y las complicaciones, esto permitiría una búsqueda más rápida y estricta, además de un mayor pesquiasaje de pacientes

Ante el número importante de casos que se presentaron en este escrito, y que se siguen recibiendo en nuestra unidad, es imprescindible que se cree un protocolo de manejo específico del trauma de cráneo por arma de fuego en pediatría y que se extienda a nivel nacional, ya que la violencia se desplaza proporcionalmente.

A futuro y subsecuente a este trabajo de tesis, se debería realizar un estudio a nivel nacional sobre la real incidencia de esta patología y así considerarla como una emergencia nacional que permitiría ampliar las medidas de manejo y minimizar las muertes y secuelas discapacitantes que implican más gasto público.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pan American Health Organization (PAHO). TCE-Traumatismo craneo encefálico [Internet]. México: Pan American Health Organization (PAHO); 2018. Report No. Disponible en: <https://www3.paho.org/relacsis/index.php/es/foros-relacsis/foro-becker-fci-oms/61-foros/consultas-becker/938-tce-traumatismo-craneoencefalico/>
2. Blennow K, Brody DL, Kochanek PM, Levin H, McKee A, Ribbers GM, et al. Traumatic brain injuries. *Nat Rev Dis Primers*. 17 de noviembre de 2016;2(1):16084. doi:10.1038/nrdp.2016.84
3. Therón León JS, Esteban Badillo LY. Abordaje del traumatismo craneoencefálico. *Med Gen Fam*. 2023;12(4):175-8. doi:10.24038/mgyf.2023.041
4. Blaise MEH, Haman NO, Renee BA, Orlane NT, Ben DO, Figuim B, et al. Characteristics, Context and Injury Mechanism of Traumatic Brain Injuries at Laquintinie Hospital in Douala: An In-Depth Analysis Over 5 Years. *Korean J Neurotrauma*. 2025;21(4):293. doi:10.13004/kjnt.2025.21.e31
5. María González Balenciaga. Traumatismo de cráneo. 2024.
6. Baticulon RE, Sy JJ, Haizel-Cobbina J, Du L, Figueredo L, Hounjet C, et al. Global Epidemiology of Pediatric Traumatic Brain Injury: Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosurgery*. 12 de diciembre de 2025. doi:10.1227/neu.0000000000003875
7. Revilla PM, Íñiguez JPG, Cajal MD, Pisón JL. Utilidad de la escala de coma de Glasgow para el pediatra de Atención Primaria. 2017.
8. Muñana-Rodríguez JE, Ramírez-Elías A. Escala de coma de Glasgow: origen, análisis y uso apropiado. *Enfermería Universitaria*. enero de 2014;11(1):24-35. doi:10.1016/S1665-7063(14)72661-2
9. Yan J, Wang C, Sun B. Global, regional, and national burdens of traumatic brain injury from 1990 to 2021. *Front Public Health*. 14 de abril de 2025;13:1556147. doi:10.3389/fpubh.2025.1556147
10. Criollo LMT. CAPÍTULO 44. TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO. 2022.
11. Erro L, Más M, Tórtora S, Núñez DP, Prego J. Heridas por arma de fuego asistidas en un Departamento de Emergencia Pediátrica en Uruguay.
12. Guillen K. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS PACIENTES HERIDOS POR ARMA DE FUEGO. Vol. 6. junio de 2024;6.
13. Şen A, Yaman M, Durgun HM, Göger Ülgüt Ş, Belek S, Tugay Günel B, et al. Pediatric Gunshot Wounds: A Decade-Long Emergency Department Experience in a High-Risk Region. *Dicle Tıp Dergisi*. 16 de septiembre de 2025;52(3):443-52. doi:10.5798/dicletip.1784789
14. Saunders NR, Moore Hepburn C, Huang A, De Oliveira C, Strauss R, Fiksenbaum L, et al. Firearm injury epidemiology in children and youth in Ontario, Canada: a population-based study. *BMJ Open*. noviembre de 2021;11(11):e053859. doi:10.1136/bmjopen-2021-053859

15. Bruner D. Ballistic Injuries In The Emergency Department. Vol. 12. diciembre de 2011;12(12).
16. UNODC. FUNDAMENTOS SOBRE ARMAS DE FUEGO Y MUNICIONES. 2020.
17. Alzahrani SA, Aldossari HM, Alessi MM, Almutairi SS, Alqadoum HA, Menezes RG. Gunshot Wound Patterns: A Narrative Review From a Forensic Medical Perspective. *Cureus*. 10 de enero de 2026. doi:10.7759/cureus.101263
18. Alvis-Miranda HR, Adie Villafañe R, Rojas A, Alcalá-Cerra G, Moscote-Salazar LR. Management of Craniocerebral Gunshot Injuries: A Review. *Korean J Neurotrauma*. 2015;11(2):35. doi:10.13004/kjnt.2015.11.2.35
19. Baum GR, Baum JT, Hayward D, MacKay BJ. Gunshot Wounds: Ballistics, Pathology, and Treatment Recommendations, with a Focus on Retained Bullets. *ORR*. septiembre de 2022;Volume 14:293-317. doi:10.2147/ORR.S378278
20. UNITED NATIONS: OFFICE ON DRUGS AND CRIME. WORLD DRUG REPORT 2023. S.I.: UNITED NATIONS; 2023.
21. Sánchez LP, Gómez C, Chaparro JAV, Osorio LDB, Ruiz MS, Marulanda AE, et al. Traumatismo craneoencefálico pediátrico secundario a heridas por arma de fuego en un Hospital General en Cali, Colombia. Vol. 30. 2017;30.
22. Serban NL, Ungureanu G, Florian IS, Ionescu D. Cerebral Vascular Disturbances Following Traumatic Brain Injury: Pathophysiology, Diagnosis, and Therapeutic Perspectives—A Narrative Review.
23. Sames AM, Sawhney A, Som T, Quinoa TR, Nimchinsky EA, Bailey JA, et al. Pediatric Intracranial Gunshot Wounds: Lessons From the Newark Experience. *Journal of Surgical Research*. enero de 2026;317:173-80. doi:10.1016/j.jss.2025.11.018
24. Shah AS, Langhnoja N. Identifying Clinical and Demographic Predictors of Post-Traumatic Cerebral Infarction in Patients with Traumatic Brain Injury. *SSR-IJLS*. noviembre de 2024;10(6):6547-54. doi:10.21276/SSR-IJLS.2024.10.6.28
25. Sandsmark DK, Bashir A, Wellington CL, Diaz-Arrastia R. Cerebral Microvascular Injury: A Potentially Treatable Endophenotype of Traumatic Brain Injury-Induced Neurodegeneration. *Neuron*. agosto de 2019;103(3):367-79. doi:10.1016/j.neuron.2019.06.002
26. Laaksonen J, Mäkinen H, Oura P. Prevalence of secondary brain injuries and association with trauma circumstances in neuropathologically examined medico-legal autopsy cases with primary head trauma. *Legal Medicine*. noviembre de 2024;71:102502. doi:10.1016/j.legalmed.2024.102502
27. Kochanek PM, Tasker RC, Bell MJ, Adelson PD, Carney N, Vavilala MS, et al. Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury: 2019 Consensus and Guidelines-Based Algorithm for First and Second Tier Therapies. *Pediatric Critical Care Medicine*. marzo de 2019;20(3):269-79. doi:10.1097/PCC.0000000000001737
28. Maas AIR, Menon DK, Adelson PD, Andelic N, Bell MJ, Belli A, et al. Traumatic brain injury: integrated approaches to improve prevention, clinical care, and research. *The Lancet Neurology*. diciembre de 2017;16(12):987-1048. doi:10.1016/S1474-4422(17)30371-X

29. Biogo W, Comboigo S, Yameogo W. Management and Outcomes of a Penetrating Traumatic Brain Injury in the North Region of Burkina Faso. 2024.
30. Alvis-Miranda HR, Adie Villafañe R, Rojas A, Alcalá-Cerra G, Moscote-Salazar LR. Management of Craniocerebral Gunshot Injuries: A Review. *Korean J Neurotrauma*. 2015;11(2):35. doi:10.13004/kjnt.2015.11.2.35
31. DeCuypere M, Muhlbauer MS, Boop FA, Klimo P. Pediatric intracranial gunshot wounds: the Memphis experience. *PED*. mayo de 2016;17(5):595-601. doi:10.3171/2015.7.PEDS15285
32. Kazim S, Shamim M, Tahir M, Enam S, Waheed S. Management of penetrating brain injury. *J Emerg Trauma Shock*. 2011;4(3):395. doi:10.4103/0974-2700.83871
33. Offiah C, Twigg S. Imaging assessment of penetrating craniocerebral and spinal trauma. *Clinical Radiology*. diciembre de 2009;64(12):1146-57. doi:10.1016/j.crad.2009.06.004
34. Hawryluk GWJ, Rubiano AM, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Bratton SL, et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury: 2020 Update of the Decompressive Craniectomy Recommendations. *Neurosurg*. septiembre de 2020;87(3):427-34. doi:10.1093/neuros/nyaa278
35. Nugroho A, Bisri D, Rachman I, Halimi R. Neuroanesthesia Management in Pediatric with Traumatic Brain Injury Due to Gunshot Wound. *OAEM*. mayo de 2025;Volume 17:195-201. doi:10.2147/OAEM.S494418
36. Charry JD, Calle-Toro JS, Serrano S, Solano JP. Gunshot wound to the head in pediatric patient. A case report and review of the literature. *Rev Navar Medica*. 15 de diciembre de 2022;8(2):35-42. doi:10.61182/rnavmed.v8n2a5
37. Kasper EM, Luedi MM, Kasper BS. Gunshot Injuries to the Head. En: Velmahos GC, Degiannis E, Doll D, editores. *Penetrating Trauma* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2012 [citado 7 de enero de 2026]. p. 179-90. Disponible en: https://link.springer.com/10.1007/978-3-642-20453-1_24 doi:10.1007/978-3-642-20453-1_24
38. Plonsker J, Brandel M, Khan U, L. Levy M. Penetrating Craniocerebral Injury in Pediatric Patients. En: Lv X, Guo Y, Mao G, editores. *Frontiers In Traumatic Brain Injury* [Internet]. IntechOpen; 2022 [citado 31 de enero de 2026]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/83018> doi:10.5772/intechopen.106549
39. Navarro MCM, Pascual AC. Síndrome hipertensivo endocraneal o de hipertensión intracraneal (HTIC).
40. González AS. Traumatismo craneoencefálico grave.
41. DeCuypere M, Muhlbauer MS, Boop FA, Klimo P. Pediatric intracranial gunshot wounds: the Memphis experience. *PED*. mayo de 2016;17(5):595-601. doi:10.3171/2015.7.PEDS15285
42. Guillen Arguello R, McCarty PJ, Volk J, Roberts O, Hastrup MO, Culicchia F. Clinical, radiological, and laboratory factors associated with mortality and functional outcomes in pediatric patients presenting with intracranial gunshot wounds. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*. 1 de julio de 2024;34(1):9-18. doi:10.3171/2024.2.PEDS23375
43. INEC. Registro de defunciones generales 2021. 2021.

44. INEC. Registro de defunciones generales 2022. 2022.
45. INEC. Registro de defunciones generales 2023. 2023.
46. Lugmaña IG. Registro Estadístico de Defunciones Generales de 2024.
47. Boletin-anual-de-homicidios-intencionales-en-Ecuador-ajustado_compressed.
48. Boletin-anual-de-homicidios-intencionales-en-Ecuador-ajustado_compressed 2024.
49. Boletin-semestral-de-homicidios-Primer-semestre-de-2025_compressed.
50. Clasificación: Las 30 ciudades con mayor tasa de homicidios en EE. UU-2023 [Internet]. Disponible en: <https://www.visualcapitalist.com/ranked-the-top-30-u-s-cities-by-homicide-rate/>
51. REXTN-ED117-02-Carrion.
52. Sánchez LP, Gómez C, Chaparro JAV, Osorio LDB, Ruiz MS, Marulanda AE, et al. Traumatismo craneoencefálico pediátrico secundario a heridas por arma de fuego en un Hospital General en Cali, Colombia. Vol. 30. 2017;30.
53. Bandt SK, Greenberg JK, Yarbrough CK, Schechtman KB, Limbrick DD, Leonard JR. Management of pediatric intracranial gunshot wounds: predictors of favorable clinical outcome and a new proposed treatment paradigm: Clinical article. PED. diciembre de 2012;10(6):511-7. doi:10.3171/2012.8.PEDS123



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Silva Hidalgo Gabriela Estefanía**, con C.C: # 1720912672 autor/a del trabajo de titulación: **“FACTORES ASOCIADOS CON LA MORTALIDAD Y DESENLACES FUNCIONALES DE LOS PACIENTES PEDIÁTRICOS CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO POR ARMA DE FUEGO EN EL HOSPITAL FRANCISCO ICAZA BUSTAMANTE DURANTE EL PERÍODO 2023-2025”**, previo a la obtención del título de **Especialista en Cuidados Intensivos Pediátricos** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 20 de marzo del 2026

f. _____

Nombre: **SILVA HIDALGO GABRIELA ESTEFANÍA**

C.C: **1720912672**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Factores asociados con la mortalidad y desenlaces funcionales de los pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico por arma de fuego en el Hospital Francisco Icaza Bustamante durante el período 2023-2025.		
AUTOR(ES)	Silva Hidalgo Gabriela Estefanía		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Sánchez Piedrahita Kira Evelyn		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Escuela de graduados de Ciencias de la Salud		
CARRERA:	Cuidados Intensivos Pediátricos		
TÍTULO OBTENIDO:	Especialista en Cuidados Intensivos Pediátricos		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	20 de marzo del 2026	No. DE PÁGINAS:	68
ÁREAS TEMÁTICAS:	Cuidado crítico pediátrico, violencia social, mortalidad infantil		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Trauma de cráneo, armas de fuego, niños, violencia social		

RESUMEN

INTRODUCCION: El traumatismo de cráneo por arma de fuego en niños representa una catástrofe a nivel cerebral y funcional. Se ha descrito que existen varios factores que se asocian con la mortalidad y el desenlace funcional tras él, variables que han sido sujeto de estudio en este presenta trabajo.

PALABRAS CLAVE: traumatismo, craneoencefálico, armas, mortalidad, desenlace, pediátrico.

METODOS: Se tomaron 28 pacientes de 0 a 14 años 11 meses y 29 días con diagnóstico de traumatismo cráneo encefálico por arma de fuego que ingresaron al servicio de emergencia del Hospital Francisco Icaza Bustamante, se analizaron factores clínicos, radiológicos y de laboratorio, en busca de asociación con la mortalidad y el desenlace funcional el cual fue estratificado con la escala Glasgow Output Score. Las variables categóricas se compararon mediante la prueba de chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher cuando fue necesario, mientras que las variables numéricas se analizaron mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

RESULTADOS: Se obtuvo una tasa de mortalidad del 21.4% (6 de 28 pacientes), con predominio del sexo masculino y una edad media de 10 años, todos ellos como víctimas colaterales y provenientes en su mayoría de las provincias del Guayas y los Ríos. Se Identificaron 5 factores asociados a la mortalidad: la midriasis y anisocoria ($p = 0.002$), la hipertensión endocraneal ($p = 0.041$), el arresto ($p < 0.001$), mayor déficit de base al ingreso ($p = 0.041$) y la estancia hospitalaria en otras áreas ($p = 0.047$). El desenlace funcional fue categorizado mediante el GOS, 6 variables se asociaron a peor desenlace: la transfusión de glóbulos rojos ($p = 0.024$), la hemorragia intraparenquimatoso ($p = 0.021$), el edema cerebral ($p = 0.013$), la hipertensión endocraneal ($p = 0.019$), el arresto cardíaco ($p = 0.009$) y los días de ventilación mecánica ($p = 0.044$).

CONCLUSIONES: Existen factores asociados a la mortalidad y desenlace funcional en los pacientes pediátricos con trauma craneoencefálico por arma de fuego, hallazgos compatibles con varios autores a nivel mundial.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-996294565	E-mail: <u>gabisilvahy@gmail.com</u>
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Chimbo Jiménez Mercedes Margarita	
	Teléfono: +593985817497	
	E-mail: mercedes.chimbo@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		