

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Medicina

Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez N.

Título:

**Factores asociados al traumatismo Cráneo encefálico Grave
por accidente en motocicleta en niños y adolescentes: Estudio
Descriptivo y analítico**

Tesis para Obtener el Diploma de Especialidad en:

:: Pediatría ::

Presenta:

Dr. Alfonso Aldave Hernández

Asesor experto:

Dr. Sergio González Pérez

Asesor metodológico:

Dr. Rubén Peña Vélez

ENERO 2025



Información General

Unidad Médica:

Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro”

Enero 2024 a Enero 2025

Contacto (teléfono y correo electrónico):

2761156794

alfonso.aldave@hotmail.com

Investigador responsable

Alfonso Aldave Hernández

Residente de tercer año de la especialidad médica en Pediatría

Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro”

Dirección postal completa de investigador responsable:

2 poniente 1149, edificio “Real de San Joaquín”, interior 11, Baerrio de San Pablo,
Libres, Puebla, código postal 73785.

Asesor experto

Dr. Sergio González Pérez

Intensivista Pediatra, médico adscrito al servicio de Urgencias pediátricas en el
Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro”

Asesor metodológico

Dr. Rubén Peña Vélez

Gastroenterólogo pediatra, médico adscrito a servicio de Gastroenterología
pediátrica, y hospitalización de pediatría en el Hospital General de Puebla “Dr.
Eduardo Vázquez Navarro”

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE

Parte	Página
Título	1
Agradecimientos	3
Índice	4
Abreviaturas, siglas y acrónimos	5
Lista de tablas	6
Lista de figuras	7
Resumen	8
Antecedentes	10
Planteamiento del problema	16
Objetivos	18
Metodología de la investigación	19
Esquema de selección	20
Tipo de muestreo	21
Descripción de variables	22
Procesamiento y análisis estadístico	24
Aspectos éticos	25
Cronograma de actividades	30
Resultados esperados y productos entregables	31
Resultados	32
Discusión	39
Conclusiones	43
Referencias	44

ABREVIATURAS, SIGLAS, Y ACRÓNIMOS

<i>Siglas</i>	<i>Descripción</i>
CHALICE	Children's Head injury Algorithm for the prediction of Important Clinical Events
LIC	lesiones intracraneales
MMM	monitorización neurológica multimodal
NMDA	N- metil D- aspartato
PIC	presión intracraneal
RCP	reanimación cardiopulmonar

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
Tabla 1	Mecanismos de lesión en niños y adolescentes con trauma craneoencefálico	33
Tabla 2	Comparación del perfil demográfico por severidad del TCE (n=130).	36
Tabla 3	Comparación del mecanismo de lesión y factor de riesgo desencadenante de trauma craneoencefálico por severidad del TCE (n=130).	36
Tabla 4	Comparación de los desenlaces por severidad del TCE (n=130).	38

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura</i>	<i>Descripción</i>	<i>Página</i>
Figura 1	Etapas de la vida de los pacientes incluidos (n=130).	32
Figura 2	Sexo de los pacientes incluidos (n=130).	33
Figura 3	Factor de riesgo desencadenante del TCE (n=130).	34
Figura 4	Severidad del TCE (n=130).	35
Figura 5	Comparación del Glasgow por severidad del TCE (p<0.001).	37

1. RESUMEN

Título: Factores asociados al traumatismo Cráneo encefálico Grave por accidente en motocicleta en niños y adolescentes: Estudio Descriptivo

Antecedentes:

Objetivo. Determinación de factores asociados al traumatismo cráneo encefálico grave por accidente en motocicleta en niños y adolescentes atendidos en el Hospital General de Puebla

Material y métodos: Se desarrollará un estudio de carácter observacional, retrospectivo, que investigará los factores que se encuentran asociados al desarrollo de traumatismo cráneo encefálico por accidente automovilístico de los pacientes atendidos durante el periodo de enero a diciembre de 2024, se realizará a través de la investigación de expedientes y los datos obtenidos se analizarán con medidas de tendencia central y dispersión a través del programa Excel, así como se valorará la correlación de Pearson con el programa SPSS versión 21.0

Resultados: Se incluyeron 130 pacientes con traumatismo craneoencefálico (TCE) por accidentes de motocicleta, donde 76.2% fueron adolescentes y el restante niños; el 62.3% fueron masculinos. El mecanismo de lesión más frecuente fue el frontal (60.0%), seguido de volcadura (24.6%). El principal factor de riesgo para TCE fue el no uso de casco (86.2%), seguido por ingesta de alcohol (8.5%) y exceso de velocidad (5.4%). La severidad del TCE se distribuyó en: leve 35.4%, moderado 42.3% y grave 22.3%. El TCE grave se asoció significativamente con trauma frontal, con alta velocidad e ingesta de alcohol ($p < 0.01$). El 82.8% de casos severos fallecieron, y el 100% de casos leves no presentaron secuelas ($p < 0.001$).

Conclusión: El no uso de casco es el principal factor de riesgo para TCE de cualquier severidad en accidentes de motocicleta pediátricos. Los factores asociados con TCE grave fueron trauma frontal, alta velocidad e ingesta de alcohol. Se requieren estrategias para reducir la morbilidad y mortalidad.

Palabras claves: Traumatismo cráneo encefálico grave, niños, adolescentes, factores de riesgo.

2. ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes generales

El trauma grave pediátrico se define como la situación de daño corporal resultante de un accidente y cuyas lesiones involucran dos o más órganos o uno o más sistemas, incluida la esfera psíquica. Los accidentes son la causa de muerte más frecuente en niños mayores de 1 año y, por tanto, es posible tener que realizar maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) durante la asistencia inicial al trauma pediátrico.¹

El trauma craneoencefálico se define como toda lesión de compromiso central que puede ser responsable de una o más de las siguientes características; pérdida o disminución del estado de conciencia, amnesia, fractura de cráneo, alteraciones neurológicas y neuropsicológicas, desarrollo de lesiones intracraneales y/o muerte.² Muchos estudios han descrito los efectos duraderos del TCE a una edad temprana, incluido el retraso en los hitos motores y verbales, la capacidad deteriorada para alcanzar objetivos educativos y comorbilidades psicológicas como la ansiedad y la depresión.³

Tradicionalmente, el tratamiento clínico hospitalario de los pacientes se pensaba que era el factor clave de los resultados; sin embargo, cada vez hay más pruebas que respaldan el importante papel de los factores pre y poshospitalarios en la determinación de los resultados clínicos.⁴

Los accidentes de tránsito en calidad de pasajero o peatón conforman la primera causa de TCE en niños mayores principalmente adolescentes.⁵

En cuanto a los accidentes automovilísticos ante frenadas bruscas o colisión, los niños que van sueltos o en la falda chocan contra el tablero o el parabrisas, y pueden ser expulsados del habitáculo; el riesgo de muerte se multiplica por seis por pasar

al exterior del vehículo y, asimismo, por la posibilidad de ser aplastados por la madre; son aún peores resultados los que se producen por las mismas frenadas o derrapamientos en vehículos automotores como motocicletas de un eje o motocicletas de dos ejes (cuatrimotos).⁶

En Colombia, se estudiaron los factores de riesgo para accidentes en 1.185 niños que consultaron al Policlínico Infantil de Medellín; encontrando que los factores de mayor riesgo son: edad escolar (6 a 10 años), sexo masculino, bajo nivel socioeconómico, desempleo, características de la vivienda como ausencia de protección en escalas y terrazas, y escasa supervisión de los adultos.⁷

En Bolivia, se identificaron los factores de riesgo para accidentes en 600 niños atendidos en un Hospital Pediátrico de La Paz; encontrando que los principales factores de riesgo están relacionados con el trabajo materno fuera del domicilio, y con características de la vivienda como: ausencia de elementos de seguridad (rejas, barandas, protecciones) y presencia de productos peligrosos al alcance de los niños (productos calientes, productos volátiles, objetos cortopunzantes, juegos artificiales, bolsas plásticas, cosméticos, productos de limpieza y medicamentos).⁸

En España, se analizaron los factores relacionados con la severidad del trauma en 79 niños politraumatizados que ingresaron a un Hospital Universitario en Madrid; encontrando que los factores asociados a mayor severidad del trauma son: los accidentes de tránsito (automovilístico y atropello), y la no utilización de dispositivos de retención en el automóvil.⁹

En México la mortalidad para ciclistas, peatones y motociclistas llega al 60% del total de defunciones por accidentes viales, se denotan intereses sobre el tipo de lesiones fatales y no fatales entre motociclistas; de entre 1999 a 2009 los decesos por tal motivo crecieron 332.2%, y con número similar en cuanto al número creciente de existencia de motocicletas a 312%; los motociclistas fueron 23% de los 1.4

millones de personas que sufrieron accidentes viales sin consecuencias fatales, según datos de la encuesta nacional de salud y nutrición de 2012.¹⁰

La OMS identifica cinco principales factores que aumentan el riesgo de las lesiones causadas por el tránsito:

1. El exceso de velocidad
2. La conducción bajo los efectos del alcohol
3. No usar de casco por los motociclistas
4. No usar los cinturones de seguridad y
5. No emplear medios de sujeción para los niños

En el caso de los motociclistas, utilizar correctamente un casco certificado (por las normas DOT y ECE) reduce 40% el riesgo de morir durante un accidente y puede disminuir alrededor del 70% de una lesión severa. De ahí la importancia no sólo de usar el casco, sino de asegurarse que su calidad se encuentra certificada.¹¹

Es posible que en el futuro los motociclistas se conviertan en un grupo de mayor peso relativo en términos de morbi-mortalidad. De ahí que la OMS ha llamado la atención sobre las necesidades particulares de los usuarios de la vía pública más vulnerables: peatones, ciclistas, motociclistas; pues representan en el ámbito mundial 50% de todas las personas que fallecen por el tránsito en el mundo. En México, cerca de 60% de los fallecidos podrían pertenecer a estos usuarios vulnerables.¹²

2.2 Antecedentes específicos

Traumatismo cráneo encefálico

Actualmente, no existen directrices constituidas y adoptadas internacionalmente para la atención de Traumatismos Cráneo Encefálicos pediátricos. La más citadas son las directrices respaldadas por la Brain Trauma Foundation para el tratamiento

de la lesión cerebral traumática grave pediátrica, que tienen algunas limitaciones en cuanto a generalización y practicidad basadas en la constitución de autoría regional y un enfoque estricto basado en la evidencia, pero siguen siendo una contribución importante a las orientaciones existentes sobre el tema.¹³

Se define como una lesión de las estructuras de la cabeza debida a una fuerza externa de origen mecánico. La magnitud del TCE es muy variable. La mayoría de los TCE que se atienden en los SUP son leves, pero en ocasiones pueden producir lesiones intracraneales (LIC) con alta mortalidad y morbilidad asociada, con aparición de secuelas a largo plazo en algunos casos.¹⁴

En el TCE se han definido dos entidades: Daño cerebral primario: ocurre en el mismo momento del traumatismo. Si el traumatismo ocurre en el eje laterolateral, son más frecuentes las lesiones extra axiales (hematoma epidural, subdural y hemorragia subaracnoidea) y las lesiones golpe/contragolpe. Si es en el eje centroaxial medial o paramedial, es más frecuente el denominado daño axonal difuso por lesión de las estructuras profundas. Este último es más frecuente en niños.¹⁵

Daño cerebral secundario: se puede tratar y anticipar. Secundario a la isquemia, hipoxia o presión intracraneal (PIC) elevada y sus consecuencias. La alteración más frecuente y grave es la hipoperfusión secundaria al vasoespasmo que conduce a la isquemia cerebral.

Las fracturas craneales y las lesiones intracraneales (LIC) secundarias a un TCE, son más frecuentes cuanto menor es la edad del paciente.

El niño presenta una superficie craneal proporcionalmente mayor, un plano óseo más fino y deformable, una musculatura cervical relativamente débil y un mayor contenido de agua y menor de mielina.¹⁶

Debido al tamaño del niño, el accidente y como consecuencia el trauma resultante, causa un mayor efecto y se produce lesión multiorgánica con mayor frecuencia que en el adulto. Estos niños presentan un rápido deterioro y, por esa razón, y tras la estabilización inicial, deben ser trasladados precozmente a un hospital terciario que disponga de un equipo multidisciplinario integrado por cirujanos pediátricos, pediatras intensivistas/reanimadores y enfermeras intensivistas que aseguren los mejores cuidados y terapias para el niño críticamente accidentado.¹⁷

En el contexto del TCE, a nivel bioquímico podemos observar un aumento significativo de la afluencia de calcio a nivel intracelular a expensas de una mayor unión de los aminoácidos excitatorios (glutamato y aspartato) con receptores específicos de tipo N- metil D- aspartato (NMDA) y no-NMDA, este aumento en los niveles de este catión, está relacionado con diversos procesos como la activación de fosfolipasas principalmente fosfolipasa A2 y fosfolipasa C, alteraciones en la velocidad de conducción de membrana, regulación a la baja de genes que controlan los mecanismos de supervivencia y apoptosis celular, alteraciones mitocondriales, generación de radicales libres intracelulares (óxido nítrico, superóxido y peróxido de hidrógeno) que favorecen la lesión del ADN y membranas celulares, todo esto conlleva a una interrupción del flujo sanguíneo cerebral y favorece el desarrollo de edema cerebral progresivo, debido a la migración a través de la barrera hematoencefálica y hacia el sistema nervioso central de células sanguíneas proinflamatorias del tipo neutrófilos y macrófagos, que aumentan la liberación de diversas citoquinas endógenas agudizando y perpetuando dicho fenómeno, lo cual en última instancia favorece la lesión y muerte neuronal y la disfunción multiorgánica.¹⁸

La disrupción del flujo sanguíneo cerebral y el aumento de la presión intracerebral secundario a la serie de reacciones bioquímicas posterior al traumatismo conforman el llamado síndrome de hipertensión endocraneana caracterizado por la tríada clásica de cefalea intensa generalizada, vómito en proyectil y papiledema, otras manifestaciones que pueden asociarse a dicha condición son las alteraciones

comporta-mentales, deterioro del estado de conciencia, compromiso de pares craneales, anormalidades del patrón respiratorio, la presencia de la tríada de Cushing clásica, es sugestiva de una herniación cerebral inminente.¹⁹

La monitorización neurológica multimodal (MMM) es una técnica emergente que permite la integración de datos de múltiples dispositivos de la unidad de cuidados intensivos para monitorear los cambios fisiológicos dinámicos que ocurren después de una lesión cerebral aguda.²⁰

En TCE leve, en la valoración inicial, uno de los dilemas para el clínico es determinar si es necesario realizar una TAC para descartar lesiones intracraneales. Las reglas de predicción clínica con mayor validez en la actualidad son: Children's Head injury Algorithm for the prediction of Important Clinical Events (CHALICE), CATCH y PECARN, puesto que tienen una sensibilidad de 84, 91 y 95%, respectivamente, para la identificación de lesiones cerebrales clínicamente importantes.²¹

En un estudio realizado en un Hospital Pediátrico de Sinaloa se observó que el traumatismo craneoencefálico fue la lesión más común, pues ocurrió en 81% de los pacientes, seguida de lesiones músculo-esqueléticas que reportan las fracturas con una frecuencia de 61.9%, en tercer lugar, las lesiones torácicas en 46% y por último, lesiones abdominales en 36.5%, siendo ésta la región corporal menos lesionada en los accidentes de motocicleta en pacientes pediátricos.²²

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los accidentes son un problema importante en salud pública y en su mayoría prevenibles. No son eventos fortuitos y están asociados a factores predictores que deberían ser considerados en la práctica clínica cotidiana.

El día que, a través de la prevención primaria (por la palabra del médico) y de la prevención con videos, carteleras y folletos, logremos que los padres reciban todos estos consejos útiles, disminuirá sin duda el número de accidentes en la niñez.

Se establece que los accidentes automovilísticos pueden ser prevenibles por lo que se pretende indagar sobre los factores que condicionan el accidente automovilístico en motocicleta que involucre a los infantes atendidos en nuestro hospital.

Una vez que se obtengan los resultados, se pretenderá presentar infografía así como trípticos con el fin de crear estrategias de prevención desde el primer nivel de atención de los Centros de Salud y Centros de Salud de Servicios Ampliados que

Por lo que se hace la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los factores de riesgo que se asocian al desarrollo de Traumatismo Cráneo Encefálico por accidente en motocicleta en pacientes pediátricos atendidos en el Hospital General de Puebla?

El traumatismo craneoencefálico ocurre comúnmente en la infancia. La mayoría de los traumatismos craneales en niños son leves y no están asociados con lesiones cerebrales o secuelas a largo plazo. Sin embargo, un pequeño número de niños que parecen estar en bajo riesgo puede tener una lesión cerebral traumática clínicamente importante.

Los pediatras están en una posición única para utilizar sus conocimientos en la prevención de accidentes. Tienen una comprensión del desarrollo del niño que les permite entender los riesgos que enfrentarán en cada etapa. Son aceptados socialmente como expertos en prevención de accidentes y, además, tienen acceso a la familia y conocen sus formas de crianza.

Hay muchas razones por las que un enfoque global beneficiaría la investigación de TCE pediátricos. En primer lugar, la mayoría de los centros tratan a un volumen relativamente pequeño de pacientes; Por lo general, se necesitan grandes cohortes de pacientes para potenciar adecuadamente los estudios.

En segundo lugar, no todos los centros son iguales: el mecanismo de la enfermedad, la combinación de casos, las políticas de admisión, los protocolos de tratamiento agudo y la capacidad de rehabilitación varían entre los centros.

En México, se ha incrementado de una forma exponencial la compra de motocicletas, pues en el año 2011 se tenían registradas 280,806 y para 2016 se reportaron un total de 2,987,057, siendo este un factor importante para conocerlos factores de riesgo para su desarrollo, así como gestionar medidas de prevención a posteriori.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinación de factores asociados al traumatismo Cráneo encefálico Grave por accidente en motocicleta en niños y adolescentes en el Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro” durante el periodo de junio 2023 a junio 2024.

4.2 Objetivos específicos

- Categorizar las edades más frecuentes de pacientes pediátricos que sufren Traumatismo Cráneo Encefálico por accidente en motocicleta que fueron atendidos en el Hospital General de Puebla;
- Clasificar las etiologías más comunes accidente en motocicleta en pacientes pediátricos atendidos en el Hospital General de Puebla;
- Conocer los mecanismos de lesión del traumatismo craneoencefálico por accidente en motocicleta de pacientes pediátricos atendidos en el Hospital General de Puebla;
- Identificar los tipos y grados de Traumatismo Craneoencefálico por accidente en motocicleta de pacientes pediátricos atendidos en el Hospital General de Puebla
- Conocer la modalidad de mortalidad de pacientes pediátricos por accidente automovilístico que sufren Traumatismo Craneoencefálico atendidos en el Hospital General de Puebla.

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño y tipo de estudio:

- Por el objetivo general: Descriptivo.
- Por maniobra que realizará el investigador: Retrolectivo
- Por el número de veces que se medirán las variables: Transversal.
- Por la temporalidad: Retrospectivo.
- Por número de centros a participar: Unicéntrico.

Población de estudio:

Pacientes menores de 18 años de edad que lleguen al área de urgencias por accidente automotor en motocicleta y resultando en Traumatismo Craneoencefálico de cualquier grado y que hayan sido atendidos en el periodo de junio 2023 a junio 2024

Universo de trabajo:

ÁREA DE URGENCIAS DE HOSPITAL GENERAL DE PUEBLA "DR. EDUARDO VÁZQUEZ NAVARRO"

Tiempo de ejecución:

El periodo a estudiar fue el que involucre a los pacientes atendidos durante Junio de 2023 a Junio de 2024, en el cual no se realizó intervención en el manejo, diagnóstico o tratamiento.

6. ESQUEMA DE SELECCIÓN

Definición del grupo control:

No aplica por ser un estudio observacional

Definición del grupo a intervenir:

Todos los pacientes menores de 18 años de cualquier sexo que fueron sido víctimas de accidente automotor (automovilístico) en motocicleta con traumatismo cráneo encefálico de cualquier grado de los cuales se obtuvieron las variables a estudiar.

Criterios de inclusión:

-Pacientes menores de 18 años que sufrieron accidente automovilístico en motocicleta

Pacientes que contaron con diagnóstico de traumatismo

-Pacientes de cualquier sexo

Criterios de exclusión:

-Pacientes mayores de 18 años de edad

-Pacientes en área de urgencia que no cuenten con trauma cráneo encefálico grave

-Pacientes que por condición de gravedad mueran a su ingreso al área de urgencias

-Pacientes que sean referidos a otra unidad o centro hospitalario

Criterios de eliminación:

-Pacientes que fallecieron al ingresar al área de urgencias

7. TIPOS DE MUESTREO

Muestreo no probabilístico:

Al no ser una población que atiende pacientes pediátricos de trauma, la muestra será a conveniencia con todos los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión

Metodología para el cálculo del tamaño de la muestra y tamaño de la muestra:

Muestra a conveniencia obtenida de los censos diario de los pacientes, que se validará con los reportes y avisos a fiscalía, así como la hoja de lesiones.

Técnicas y procedimientos a emplear:

Para la recolección inicial de los datos, se realizará la hoja de recolección de datos empleando el programa Google Forms.

8. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala	Medición
Edad	Lapso de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia	La plasmada en el expediente clínico al momento de la atención	Cuantitativa	Nominal Continua limitada	0 a 18 años
Sexo	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas.	La plasmada en el expediente clínico al momento de la atención	Cualitativa	Dicotómica	1= hombre 2= mujer
Mecanismo de lesión	Aquellas fuerzas que producen deformaciones mecánicas y respuestas fisiológicas que causan una lesión anatómica o un cambio funcional en el organismo del paciente traumatizado	El plasmado en el expediente clínico al momento de la atención corroborado con la hoja de lesiones	Cualitativa	Politémica	1. Impacto frontal 2. Impacto lateral 3. Fenómeno de volcadura 4. Arrastre 5. Derrape
Factor de riesgo desencadenante	Cualquier característica o circunstancia detectable de una persona o grupo de personas que se sabe asociada con	El plasmado en el expediente clínico al momento de la atención corroborado con la hoja de lesiones	Cualitativa	Politémica	1. El exceso de velocidad 2. La conducción bajo los efectos del alcohol 3. No usar de casco por los motociclistas

	un aumento en la probabilidad de desarrollar un efecto				4. No usar los cinturones de seguridad y 5. No emplear medios de sujeción para los niños
Traumatismo o cráneo encefálico	Implica una afectación en encéfalo a causa de un traumatismo en el cráneo	El plasmado en el expediente clínico al momento de la atención	Cualitativa	Politémica	1= leve 2= moderado 3= severo 4= sin TCE
Glasgow inicial	Herramienta para evaluar el nivel de conciencia en pacientes neurológicos	El plasmado en el expediente clínico al momento de la atención	Cuantitativa	Nominal cerrada	3 a 15
Desenlace	Final de una acción o de un suceso	El plasmado en el expediente clínico al momento de la atención corroborado con la hoja de egreso	Cualitativa	Politémica	1= vivo sin secuelas 2= vivo con secuelas 3= defunción

9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se llevó a cabo gracias a la aplicación Google Forms donde se aplicará Check List de factores de riesgo que condicionen el traumatismo craneoencefálico, una vez recolectados los datos, se obtuvieron y vaciaron en una base de datos de Excel para el análisis de las medidas de tendencia central (media, mediana y moda), posteriormente y las pruebas de correlación fueron a través del programa SPSS versión 21.0 con correlación de Person y valuados con χ^2

10. ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio observa los principios enunciados en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) adoptada por la 18ª Asamblea General de la AMM, Helsinki, Finlandia, junio 1964 y enmendada por la 29ª Asamblea de la AMM, Tokio, Japón, octubre 1975, 35ª Asamblea de la AMM, Venecia, Italia, octubre 1983, 41ª Asamblea general de la AMM, Hong Kong, septiembre 1989, 48ª Asamblea Somerset West, África, octubre 1996, 52ª asamblea de la AMM, Edimburgo, Escocia, octubre 2000; 53ª asamblea general de la WMA, Washington 2002 (nota aclaratoria agregada en el párrafo 29); 55ª asamblea General de la AMM, Tokio, Japón 2004 (nota aclaratoria agregada en el párrafo 30), 59ª Asamblea General de la AMM, Seúl, octubre 2008. La cual es una propuesta de principios éticos que sirven para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos y establece que el deber del médico es promover y velar por la salud de las personas y los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber. Así mismo, se apega a las normas éticas propuestas en el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en su Título primero (Disposiciones Generales) artículo 3º, apartado II, al conocimiento de los vínculos entre las causas de enfermedad, la práctica médica y la estructura social, Título Segundo (de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos), Capítulo I, artículo 13º (en toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberán prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar); considerando también el artículo 16, donde dice que en las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y este lo autorice.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN PARA LA SALUD: De acuerdo con este Reglamento, títulos del primero al sexto y noveno de 1987. Norma Técnica No. 313 para la presentación de

proyectos e informes técnicos de investigación en las Instituciones de Atención a la Salud. En el Artículo 17: Se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. El presente protocolo de estudio se considera que es una investigación con riesgo mayor que el mínimo: Son aquellas en que las probabilidades de afectar al sujeto son significativas, entre las que se consideran: estudios radiológicos y con microondas, ensayos con los medicamentos y modalidades que se definen en el artículo 65 de este Reglamento. En el Artículo 18: El investigador principal suspenderá la investigación de inmediato, al advertir algún riesgo o daño a la salud del sujeto en quien se realice la investigación. Asimismo, será suspendida de inmediato cuando el sujeto de investigación así lo manifieste.

DECLARACIÓN DE HELSINKI: Con base en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre los principios éticos para la investigación en salud en seres humanos con última revisión en Escocia, octubre 2000. En su Artículo 100: La investigación en seres humanos se desarrollará conforme a las siguientes bases:

- I. Deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica, especialmente en lo que se refiere a su posible contribución a la solución de problemas de salud y al desarrollo de nuevos campos de la ciencia médica;
- II. Podrá realizarse sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro método idóneo;
- III. Podrá efectuarse sólo cuando exista una razonable seguridad de que no expone a riesgos ni daños innecesarios al sujeto en experimentación;
- IV. Se deberá contar con el consentimiento informado por escrito del sujeto en quien se realizará la investigación o de su representante legal en caso de incapacidad legal de aquel, una vez enterado de los objetivos de la experimentación y de las posibles consecuencias positivas o negativas para su salud;
- V. Sólo podrá realizarse por profesionales de la salud en instituciones médicas que actúen bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias competentes. La realización de estudios genómicos poblacionales deberá formar parte de un proyecto de investigación;

VI. El profesional responsable suspenderá la investigación en cualquier momento si sobreviene el riesgo de lesiones graves, discapacidad o muerte del sujeto en quien se realice la investigación;

VII. Es responsabilidad de la institución de atención a la salud proporcionar atención médica al sujeto que sufra algún daño, si estuviere relacionado directamente con la investigación, sin perjuicio de la indemnización que legalmente corresponda.

CÓDIGO DE NÜREMBERG: El experimento debe realizarse con la finalidad de obtener resultados fructíferos para el bien de la sociedad que no sean asequibles mediante otros métodos o medios de estudio y no debe ser de naturaleza aleatoria o innecesaria.

INFORME DE BELMONT: Es importante distinguir entre investigación biomédica y del comportamiento, por una parte y, por la otra, la práctica de una terapia aceptada; ella para saber qué actividades deben sufrir revisión para protección de los sujetos humanos de investigación. La distinción entre investigación y práctica se desdibuja en parte porque a menudo ambas se dan juntas (como en la investigación diseñada para evaluar una terapia) y también, porque con frecuencia se llama "experimental" a un alejamiento notable de la práctica estándar, sin haber definido cuidadosamente los términos "experimental" e "investigación".

Finalmente, en esta investigación todos los individuos serán tratados como personas autónomas, se les detallarán las características del estudio informándoles que ha sido registrado y aprobado ante el CLIS y que su decisión de participar será libre y voluntaria, señalando que pueden retirarse del estudio en el momento que lo deseen, pudiendo informar o no las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad; en caso de aceptar participar en este estudio, se manejarán sus datos con estricta confidencialidad, exponiéndoles que su participación permitirá la obtención de nuevo conocimiento en beneficio de ellos mismos y de otros pacientes y que, en el transcurso del estudio, podrán solicitar información actualizada sobre el mismo. Cumpliendo así con los principios contenidos en la Declaración de Helsinki, la enmienda de Tokio, el Informe Belmont y Códigos y Normas Nacionales e Internacionales vigentes para las buenas prácticas de la investigación clínica.

MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo “Determinación de factores de riesgo que se asocian al desarrollo de Traumatismo Cráneo Encefálico por accidente automovilístico en pacientes pediátricos atendidos en el Hospital General de Puebla” cuyo propósito es tesis de grado.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

11. Conflicto de interés

Los participantes del presente protocolo de investigación declararon no poseer conflicto de intereses

12. Consideraciones de Bioseguridad

No aplica, ya que al ser un estudio observacional no se realizaron pruebas de laboratorio.

13. Recursos

Recursos humanos:

-Asesor Experto:

Dr. Sergio González Pérez

-Asesor Metodológico:

Dr. Rubén Peña Vélez

-Investigador principal:

Médico Residente de Pediatría Alfonso Aldave Hernández

Recursos financieros:

-Recursos propios que la secretaría de salud brinda para la atención de sus derechohabientes

-Recursos propios de los investigadores para material de papelería

Recursos materiales:

-Laptop

-Excel

-SPSS versión 21.0

-Word

-Hojas, pluma o lapicero, etcétera.

14. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES						
<i>Actividades</i>	<i>Primer bimestre</i>	<i>Segundo bimestre</i>	<i>Tercer bimestre</i>	<i>Cuarto bimestre</i>	<i>Quinto bimestre</i>	<i>Sexto bimestre</i>
Búsqueda bibliográfica	X	X	X	X	X	X
Redacción del protocolo	X	X				
Aprobación del protocolo			X			
Recolección de información			X	X	X	
Análisis de datos					X	
Escrito final y publicación						X

15. RESULTADOS ESPERADOS Y PRODUCTOS ENTREGABLES

Una vez realizado el análisis de datos se realizó la discusión del presente protocolo, pudiendo presentarlo en cartel como primera instancia y posteriormente redactar el manuscrito final para tesis.

16. RESULTADOS

1. Edades más frecuentes de presentación del trauma craneoencefálico y distribución por sexo

En este estudio se incluyó a un total de 130 pacientes con TCE, de los cuales, 31 (23.8%) eran niños y 99 (76.2%) eran adolescentes, como se muestra en la Figura 1.

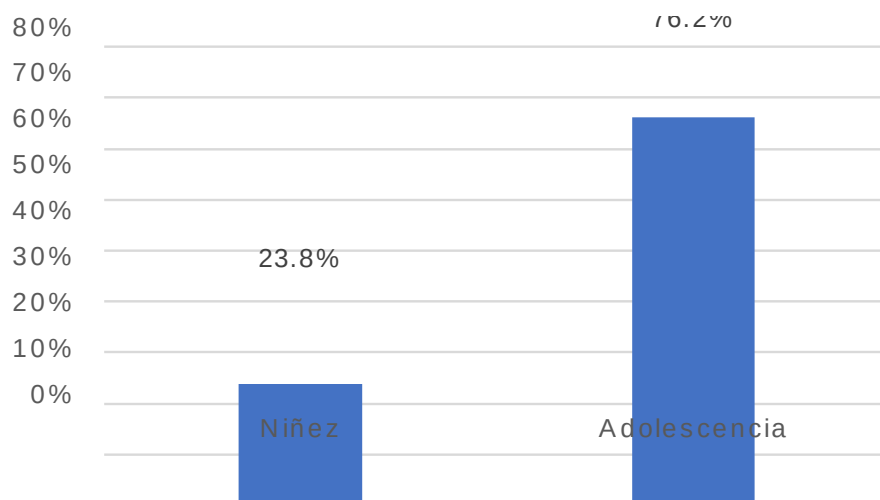


Figura 1. Etapa de la vida de los pacientes incluidos (n=130).

Con respecto al sexo de los pacientes incluidos, 49 (37.7%) eran mujeres y 81 (62.3%) eran hombres, como se observa en la Figura 2.

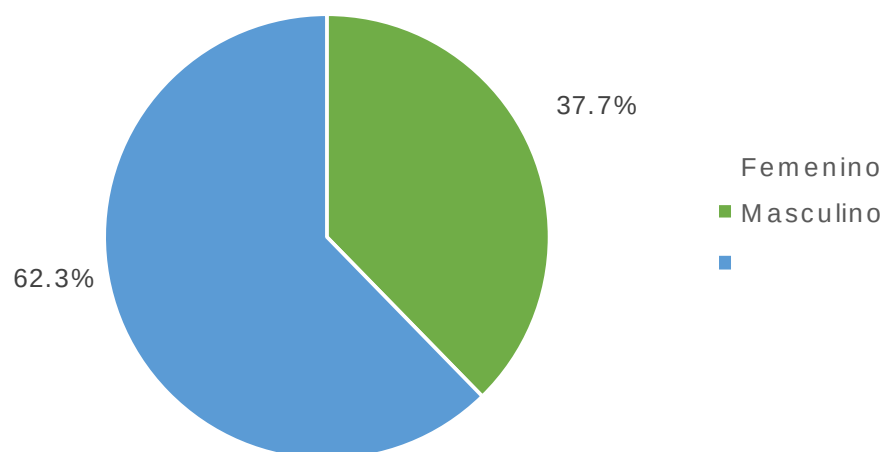


Figura 2. Sexo de los pacientes incluidos (n=130).

2. Mecanismos de lesión en niños y adolescentes con trauma craneoencefálico

El mecanismo de lesión en niños y adolescentes con TCE fue frontal en el 60.0%, volcadura en el 24.6%, derrape en el 10.0%, arrastre en el 3.1% y lateral en el 2.3% [Tabla 1].

Tabla 1. Mecanismos de lesión en niños y adolescentes con trauma craneoencefálico

	Valores
Mecanismo de lesión, n(%)	
Frontal	78(60.0)
Volcadura	32(24.6)
Derrape	13(10.0)
Arrastre	4(3.1)
Lateral	3(2.3)

3. Factor de riesgo desencadenante de trauma craneoencefálico

Entre los factores de riesgo desencadenantes del TCE, se encontraron el no usar casco en el 86.2%, la ingesta de alcohol en el 8.5% y el exceso de velocidad en el 5.4% [Figura 3].

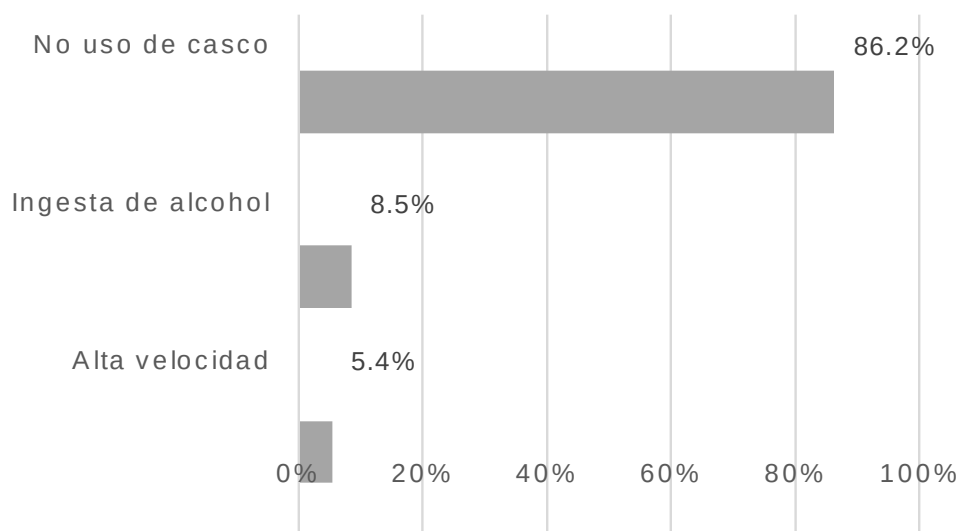


Figura 3. Factor de riesgo desencadenante del TCE (n=130).

4. Severidad del trauma

La severidad del TCE fue leve en el 35.4% (n=46), moderado en el 42.3% (n=55) y severo en el 22.3% (n=29), como se observa en la Figura 4.

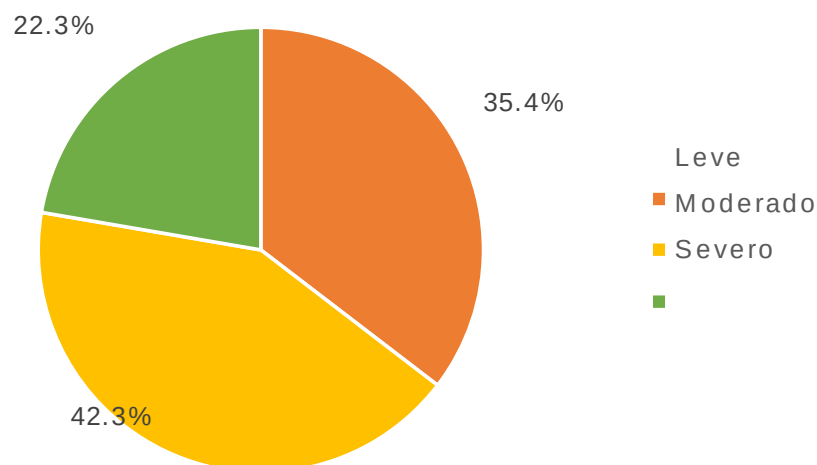


Figura 4. Severidad del TCE (n=130).

5. Comparación del perfil demográfico por severidad del trauma

En el análisis, se comparó el perfil demográfico por severidad del TCE. El 28.3% en TCE leve, 29.1% en TCE moderado y 6.9% en TCE severo, eran niños; mientras que el 71.7%, 70.9% y 93.1% eran adolescentes, respectivamente ($p=0.052$). El 43.5%, 19.1% y 44.8% eran mujeres, mientras que el 56.5%, 70.9% y 55.2% eran hombres ($p=0.221$). Esto se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Comparación del perfil demográfico por severidad del TCE (n=130).

	Leve (n=46)	Moderado (n=55)	Severo (n=29)	Valor de p
Etapa de la vida, n(%)				
Niñez	13(28.3)	16(29.1)	2(6.9)	0.052
Adolescencia	33(71.7)	39(70.9)	27(93.1)	
Sexo, n(%)				
Femenino	20(43.5)	16(29.1)	13(44.8)	0.221
Masculino	26(56.5)	39(70.9)	16(55.2)	

6. Comparación del mecanismo de lesión y factor de riesgo desencadenante de trauma craneoencefálico por severidad

Posteriormente, se comparó el mecanismo de lesión y factor de riesgo desencadenante del TCE por severidad. Con respecto al mecanismo de lesión, estos fueron frontal en el 47.8% de TCE leve, 60.0% de TCE moderado y 79.3% de TCE severo; volcadura en el 21.7%, 32.7% y 13.8%; derrape en el 23.9%, 1.8% y 3.4%; arrastre en el 4.3%, 1.8% y 3.4%, y lateral en el 2.2%, 3.6% y 0.0%, respectivamente; lo cual tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p=0.006$). El factor de riesgo desencadenante fue el no uso de casco en el 97.8% de TCE leve, 92.7% de TCE moderado y 55.2% de TCE severo; el exceso de velocidad en el 0.0%, 3.6% y 17.2%, y la ingesta de alcohol en el 2.2%, 3.6% y 27.6%, respectivamente; lo cual también fue estadísticamente significativo ($p<0.001$) [Tabla 3].

Tabla 3. Comparación del mecanismo de lesión y factor de riesgo desencadenante de trauma craneoencefálico por severidad del TCE (n=130).

	Leve (n=46)	Moderado (n=55)	Severo (n=29)	Valor de p
Mecanismo de lesión, n(%)				
Frontal	22(47.8)	33(60.0)	23(79.3)	0.006
Volcadura	10(21.7)	18(32.7)	4(13.8)	
Derrape	11(23.9)	1(1.8)	1(3.4)	
Arrastre	2(4.3)	1(1.8)	1(3.4)	
Lateral	1(2.2)	2(3.6)	0(0.0)	
Factor de riesgo desencadenante, n(%)				
No uso de casco	45(97.8)	51(92.7)	16(55.2)	<0.001
Alta velocidad	0(0.0)	2(3.6)	5(17.2)	
Ingesta de alcohol	1(2.2)	2(3.6)	8(27.6)	

7. Comparación del Glasgow por severidad del trauma craneoencefálico

Por otro lado, se comparó la escala Glasgow por severidad del TCE y se encontró que en los pacientes con TCE leve, la puntuación fue de 14.65 ± 0.64 puntos, con TCE moderado fue de 11.38 ± 0.913 puntos y con TCE severo fue de 6.76 ± 1.902 puntos, lo cual tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), como se observa en la Figura 5.

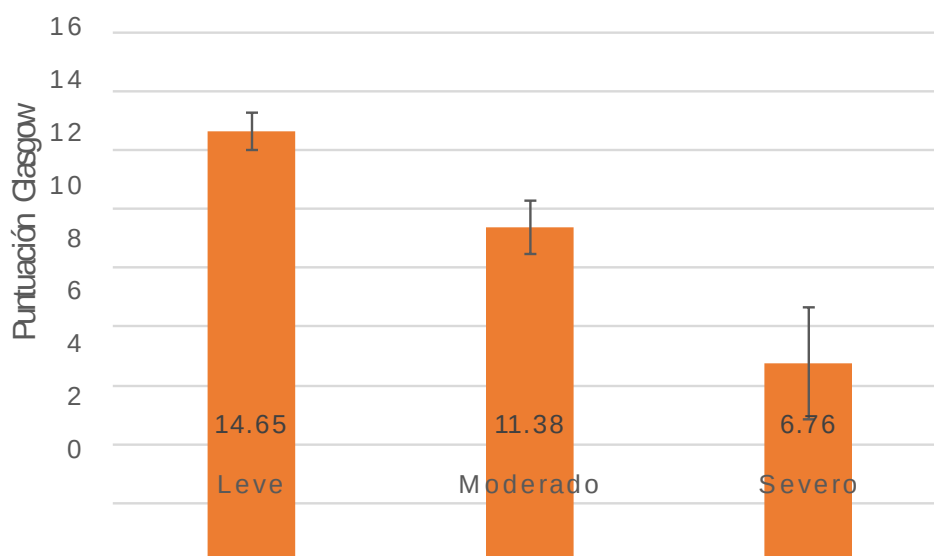


Figura 5. Comparación del Glasgow por severidad del TCE ($p < 0.001$).

8. Comparación de los desenlaces por severidad del trauma craneoencefálico

Finalmente se compararon los desenlaces por severidad del TCE. El 100.0% de los casos de TCE leve, el 90.9% de TCE moderado y el 3.4% de TCE severo no tuvieron secuelas; el 0.0%, 9.1% y 13.8% tuvieron secuelas, y el 0.0%, 0.0% y 82.8%, respectivamente, fallecieron; lo cual tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) [Tabla 4].

Tabla 4. Comparación de los desenlaces por severidad del TCE (n=130).

	Leve (n=46)	Moderado (n=55)	Severo (n=29)	Valor de p
Desenlaces, n(%)				
Sin secuelas	46(100.0)	50(90.9)	1(3.4)	<0.001
Con secuelas	0(0.0)	5(9.1)	4(13.8)	
Defunción	0(0.0)	0(0.0)	24(82.8)	

17. DISCUSIÓN

El traumatismo craneoencefálico pediátrico causa más de 500.000 visitas a servicios de urgencias y aproximadamente 60.000 hospitalizaciones, tan solo en Estados Unidos²³. Por ello, es importante su estudio y en este estudio se identificaron los factores asociados al traumatismo craneoencefálico grave por accidentes de motocicleta en población pediátrica. Enseguida, se analizan los hallazgos de este estudio.

Primero, predominaron los traumatismos craneoencefálicos en adolescentes (76.2%) en comparación con niños (23.8%), lo que indica un patrón diferencial de riesgo según la edad. Esta distribución coincide con estudios internacionales que identifican la adolescencia como período de mayor vulnerabilidad debido a factores conductuales, incluyendo mayor independencia, búsqueda de sensaciones y menor percepción del riesgo^{24,25}. La proporción de adolescentes aumenta progresivamente con la severidad del trauma (71.7% en leve, 70.9% en moderado, 93.1% en severo), sugiriendo que este grupo de edad no solo tiene mayor exposición sino también mayor riesgo de lesiones graves²⁶.

El predominio masculino (62.3%) es consistente con la literatura mundial sobre traumatismo craneoencefálico, reflejando patrones culturales de uso de motocicletas y comportamientos de riesgo diferenciados por género. De hecho, reportes del Gobierno Mexicano indican que, el uso de motocicleta se ha incrementado en todos los grupos de edad, y que es mas frecuente en masculinos²⁷. Sin embargo, la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en la distribución por sexo según severidad ($p=0.221$) sugiere que, una vez ocurrido el accidente, ambos sexos tienen vulnerabilidad similar a lesiones graves^{28,29}.

El mecanismo de trauma frontal fue el predominante (60.0%), lo que tiene implicaciones biomecánicas de daño importantes. Los impactos frontales generalmente involucran desaceleración súbita, resultando en lesiones por contragolpe y lesión axonal difusa, mecanismos asociados con mayor severidad

neurológica³⁰. La asociación estadísticamente significativa entre mecanismo frontal y severidad (47.8% en leve vs 79.3% en severo, $p=0.006$) confirma esta relación fisiopatológica.

La volcadura, que fue el segundo mecanismo más frecuente (24.6%) fue mas frecuente en el TCE moderado (32.7%) que en el severo (13.8%), posiblemente indicando que, aunque traumática, permite cierta distribución del impacto que puede limitar la severidad comparada con impactos frontales directos³¹.

Uno de los hallazgos más significativos es la elevada frecuencia de no uso de casco en todos los grados de severidad del TCE. De hecho, el 97.8% de casos leves no usaba casco, y el 55.2% del TCE severo tampoco. El uso de casco, es fundamental para prevenir el TCE y una revisión sistemática y metanálisis concluyó que los cascos reducen el riesgo de traumatismo craneoencefálico en alrededor del 69% y la muerte en alrededor del 42%³². Por lo que, se debería promover ampliamente su uso en adolescentes usuarios de motocicletas, porque ello puede salvar la vida del paciente y reducir el daño en caso de accidente³³.

La ingesta de alcohol se incrementó dramáticamente con la severidad del TCE (pasando de 2.2% en el TCE leve a 27.6% en el TCE severo). Esto es preocupante y refleja el efecto sinérgico del alcohol en la patogénesis del trauma, no solo aumentando el riesgo de accidentes sino también exacerbando el daño cerebral secundario mediante mecanismos neuroinflamatorios y alteraciones de la autorregulación cerebral³⁴.

El exceso de velocidad, aunque menos frecuente globalmente (5.4%), muestra incremento sustancial en casos severos (17.2%), indicando que la energía cinética transferida en impactos de alta velocidad resulta en daño tisular más extenso, consistente con principios físicos básicos donde el daño es proporcional al cuadrado de la velocidad^{35,36}.

La correlación entre puntuación Glasgow y severidad (14.65 ± 0.64 en leve, 11.38 ± 0.913 en moderado, 6.76 ± 1.902 en severo, $p < 0.001$) valida la clasificación utilizada y confirma la utilidad clínica de esta escala en población pediátrica. La

mayor variabilidad en casos severos refleja la heterogeneidad fisiopatológica de estos casos, desde lesiones focales hasta daño axonal difuso generalizado³⁷.

En cuanto a los desenlaces en los pacientes pediátricos con TCE, se encontró un excelente pronóstico en casos leves (100% sin secuelas) contrastando dramáticamente con alta mortalidad en casos severos (82.8%). Aunque este hallazgo es consistente con lo reportado en la literatura, la mortalidad en nuestros pacientes es superior a la reportada en otros estudios. Por ejemplo, Tude Melo y cols. reportaron una mortalidad de 30% en pacientes con TCE severo, lo que contrasta con un 82.8% de mortalidad en nuestros pacientes³⁸.

La ausencia de mortalidad en casos leves y moderados sugiere que los protocolos de manejo institucional son apropiados para estos grupos, pero la alta mortalidad en casos severos indica quizá la severidad del trauma, y pone de manifiesto la necesidad de optimización en el manejo neurocrítico.

Estos hallazgos tienen implicaciones directas para políticas de salud pública. La alta frecuencia de no uso de casco (86.2%) indica fallas en la implementación y cumplimiento de normativas existentes. Estrategias exitosas internacionales incluyen: reforzamiento legal, campañas educativas dirigidas, subsidios para cascos y programas escolares de seguridad vial^{39,40}.

La presencia significativa de alcohol en casos severos (27.6%) sugiere necesidad de integrar estrategias de prevención de consumo de alcohol en menores con programas de seguridad vial, reconociendo que estos factores frecuentemente coexisten⁴¹.

Aunque los hallazgos de este estudio proporcionan información sobre asociaciones valiosas, es necesario reconocer debilidades del estudio, que no establecen causalidad definitiva. Además, la inclusión únicamente de casos que llegaron al hospital podría subestimar la verdadera incidencia de casos fatales inmediatos. Así mismo, la ausencia de datos sobre tiempo de respuesta prehospitalaria, las características de la atención prehospitalaria y comorbilidades preexistentes limita el análisis de factores pronósticos adicionales.

Los resultados sugieren líneas de investigación prioritarias: estudios prospectivos sobre efectividad de diferentes tipos de casco, análisis de factores socioeconómicos asociados al no uso de equipos protectivos, y evaluación de intervenciones educativas específicas por grupo etario.

Desde la perspectiva clínica, los hallazgos apoyan el desarrollo de scores pronósticos específicos para TCE pediátrico por accidentes de motocicleta, integrando mecanismo de lesión y factores de riesgo identificados.

18.CONCLUSIÓN

El traumatismo craneoencefálico por accidentes de motocicleta en población pediátrica presenta factores de riesgo prevenibles.

El no uso de casco fue muy frecuente en todos los tipos de traumatismo craneoencefálico, siendo esta conducta de riesgo un objetivo a modificar para reducir las atenciones por TCE en el servicio de urgencias. Además, se asociaron con mayor severidad del TCE el uso de alcohol y circular a alta velocidad.

El TCE fue mas común en adolescentes masculinos, y el trauma frontal se asoció con mayor severidad del TCE. Así mismo, se encontró una alta mortalidad en TCE severo (82.8%).

Es por tanto, necesario implementar políticas de seguridad vial enfocadas en el uso obligatorio de casco y control de factores como velocidad y alcohol podría impactar significativamente en la reducción de esta problemática de salud pública.

19. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tapia NÁ, Arquero ÁLM. M.^a Luisa Loeches Fernández. Actualización en Pediatría 2006;
2. Camacho WJM, Ortiz JEP, Ortiz SP, Celis ACM, Guerrero YC, Alarcón LXN, et al. Trauma craneoencefálico en Pediatría: La importancia del abordaje y categorización del paciente pediátrico. *Pediatría*. 2019;52(3):85-93.
3. Berger RP, Adelson PD. Evaluation and Management of Pediatric Head Trauma in the Emergency Department: Current Concepts and State-of-the-Art Research. *Clin Ped Emerg Med*. 2005; 6: 8-15
4. Gaulden AL, Trinidad S, Moody S, Kotagal M, Mangano FT, Patel SK. Utility of the material community deprivation index as a metric to identify at-risk children for severe traumatic brain injury. *Neurosurg Focus*. noviembre de 2023;55(5):E8.
5. Arango Soto D, Quevedo Vélez A, Montes Gallo A, Cornejo Ochoa W. Epidemiología del trauma encefalocraneano (TEC) en 90 lactantes mayores y preescolares atendidos en un servicio de urgencias pediátricas de tercer nivel, en Medellín, Colombia. *IATREIA*. 2008; 21(3): 271-279
6. Agote L A. Prevención de accidentes en el recién nacido y lactantes. Alta segura de la maternidad y accidentes en los primeros meses de vida. PRONEO Noveno Ciclo, Módulo 2, Editorial Panamericana; 2008. Pág.113.
7. Salazar O, et al Factores de riesgo de accidentes en niños que consultan al Policlínico Infantil de Medellín diciembre 1 de 1998- marzo 6 de 1999. *IAETRIA*. 2011 Jun; 14(2), 122-131.
8. Paulsen K, Mejía H. Factores de riesgo para accidentes en niños hospital del niño “Dr. Ovidio Aliaga Uria”. *Rev Chil Pediatr*. 2005 Jun; 76 (1), 65-74
9. De Tomás E, Navascués J, Soleto J, Sánchez R, Romero R, García-Casillas M, et al. Factores relacionados con la severidad en el niño politraumatizado. *Cir Pediatr*. 2004; 17: 40-44.
10. Pérez-Núñez R, Híjar M, Celis A, Hidalgo-Solórzano E. El estado de las lesiones causadas por el tránsito en México: evidencias para fortalecer la estrategia mexicana de seguridad vial. *Cad Saúde Pública*. mayo de 2014;30(5):911-25.

11. Romero-Martínez M, Shamah-Levy T, Franco A, Villalpando S, Cuevas-Nasu L, Gutiérrez J, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012: diseño y cobertura. *Salud Pública Mex* 2013; 55 Suppl 2:S332-40.
12. Híjar M, Chandran A, Pérez-Núñez R, Lunnen JC, Martín Rodríguez-Hernández J, Hyder AA. Quantifying the underestimated burden of road traffic mortality in Mexico: a comparison of three approaches. *Traffic Inj Prev*. 2012;13 Suppl 1:5-10.
13. Figaji A. An update on pediatric traumatic brain injury. *Childs Nerv Syst*. noviembre de 2023;39(11):3071-81.
14. Sanz-Palau M, López-Sala A, Palacio-Navarro A, Turón M, Callejón-Póo L, Sans A, et al. [Prognostic factors and profile in traumatic brain injury in the paediatric age]. *Rev Neurol*. 1 de abril de 2020;70(7):235-45.
15. Moreno Lozada SL. Comportamiento de muertes y lesiones accidentales, Colombia, 2013.
16. Moscote-Salazar LR, Rubiano AM, Alvis-Miranda HR, Calderon-Miranda W, Alcalá-Cerra G, Blancas Rivera MA, Et al. Severe Cranioencephalic Trauma: Prehospital Care, Surgical Management and Multimodal Monitoring. *Bull Emerg Trauma*. 2016; 4(1): 8–23.
17. Loeches Fernández ML, Tapia NÁ, Arquero ÁLM. Atención inicial al niño accidentado. 2006; 155-63.
18. Farrell CA, Canadian Paediatric Society, Acute Care Committee. Management of the paediatric patient with acute head trauma. *Paediatr Child Health*. 2013;18(5):253-8.
19. TG L, CE W. Pathophysiology and management of increased intracranial pressure in children. In: AANS PR, editor. *Pediatric neurosurgical intensive care*. 2a ed: Andrews BT, Hammer GB; 1997. p. 37-57
20. Appavu B, Burrows BT, Nickoles T, Boerwinkle V, Willyerd A, Gunnala V, et al. Implementation of Multimodality Neurologic Monitoring Reporting in Pediatric Traumatic Brain Injury Management. *Neurocrit Care*. Agosto de 2021;35(1):3-15.
21. Morales-Camacho WJ, Marcela Méndez E, Ignacio Ramos N, Alfonso Aguilar-Mejía J, Pablo Contreras J, María Estrada J, e al. Utilización de reglas de

- predicción clínica en niños con trauma craneoencefálico en departamentos de urgencias en Colombia. Rev Mex Pediatr. 6 de marzo de 2020;86(6):229-33.
22. Jáuregui-González M, Jm ZT, Ch GO. Análisis de la frecuencia de pacientes politraumatizados en accidentes en motocicleta en la población pediátrica atendida en el Hospital Pediátrico de Sinaloa entre los años 2015 y 2017. Acta Ortop Mex.
23. Haydel MJ, Weisbrod LJ, Saeed W. Pediatric Head Trauma. [Updated 2024 Feb 16]. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537029/>
24. Max JE, Troyer EA, Arif H, Vaida F, Wilde EA, Bigler ED, Hesselink JR, Yang TT, Tymofiyeva O, Wade O, Paulsen JS. Traumatic Brain Injury in Children and Adolescents: Psychiatric Disorders 24 Years Later. J Neuropsychiatry Clin Neurosci. 2022 Winter;34(1):60-67.
25. Araki T, Yokota H, Morita A. Pediatric Traumatic Brain Injury: Characteristic Features, Diagnosis, and Management. Neurol Med Chir (Tokyo). 2017 Feb 15;57(2):82-93.
26. Ilie G, Trenholm M, Boak A, Mann RE, Adlaf EM, Asbridge M, Hamilton H, Rehm J, Rutledge R, Cusiman MD. Adolescent traumatic brain injuries: Onset, mechanism and links with current academic performance and physical injuries. PLoS One. 2020 Mar 12;15(3):e0229489.
27. Gobierno de la Ciudad de México. Situación y medidas de prevención y protección – Seguridad vial de motociclistas en la Ciudad de México. Reporte. 2024.
28. Arambula SE, Reinl EL, El Demerdash N, McCarthy MM, Robertson CL. Sex differences in pediatric traumatic brain injury. Exp Neurol. 2019; 317:168-179.
29. Collins NC, Molcho M, Carney P, McEvoy L, Geoghegan L, Phillips JP, Nicholson AJ. Are boys and girls that different? An analysis of traumatic brain injury in children. Emerg Med J. 2013;30(8):675-8.
30. Bruggeman GF, Haitsma IK, Dirven CMF, Volovici V. Traumatic axonal injury (TAI): definitions, pathophysiology and imaging-a narrative review. Acta Neurochir (Wien). 2021;163(1):31-44.

31. Siniša F. Head injuries, a general approach. *Iberoam J Med.* 2020; 2(1): 19-23.
32. Liu BC, Ivers R, Norton R, Boufous S, Blows S, Lo SK. Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008, Issue 1. Art. No.: CD004333. DOI: 10.1002/14651858.CD004333.pub3
33. Ganti L, Bodhit AN, Daneshvar Y, Patel PS, Pulvino C, Hatchitt K, Hoelle RM, Peters KR, Kuchibhotla S, Lottenberg L, Gabrielli A, Mazzuocolo A, Elie-Turenne MC, Falgiani T, Maerz PW, Kharod SM, Conroy LM, Khalid HM, Tyndall JA. Impact of helmet use in traumatic brain injuries associated with recreational vehicles. *Adv Prev Med.* 2013;2013:450195.
34. Weil ZM, Corrigan JD, Karelina K. Alcohol Use Disorder and Traumatic Brain Injury. *Alcohol Res.* 2018;39(2):171-180.
35. Mesfin FB, Gupta N, Hays Shapshak A, et al. Diffuse Axonal Injury. [Updated 2023 Jun 12]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
36. Young L, Rule GT, Bocchieri RT, Walilko TJ, Burns JM, Ling G. When physics meets biology: low and high-velocity penetration, blunt impact, and blast injuries to the brain. *Front Neurol.* 2015;6:89.
37. Borgialli DA, Mahajan P, Hoyle JD Jr, Powell EC, Nadel FM, Tunik MG, Foerster A, Dong L, Miskin M, Dayan PS, Holmes JF, Kuppermann N; Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN). Performance of the Pediatric Glasgow Coma Scale Score in the Evaluation of Children With Blunt Head Trauma. *Acad Emerg Med.* 2016;23(8):878-84.
38. Tude Melo JR, Di Rocco F, Blanot S, Oliveira-Filho J, Roujeau T, Sainte-Rose C, Duracher C, Vecchione A, Meyer P, Zerah M. Mortality in children with severe head trauma: predictive factors and proposal for a new predictive scale. *Neurosurgery.* 2010;67(6):1542-7.
39. Allen JH, Yengo-Kahn AM, Vittetoe KL, Greeno A, Owais Abdul Ghani M, Unni P, Lovvorn HN, Bonfield CM. The impact of helmet use on neurosurgical care and outcomes after pediatric all-terrain vehicle and dirt bike crashes: a 10-year single-center experience. *J Neurosurg Pediatr.* 2021;29(1):106-114.
40. Lee LK, Flaherty MR, Blanchard AM, Agarwal M; Council On Injury, Violence,

And Poison Prevention. Helmet Use in Preventing Head Injuries in Bicycling, Snow Sports, and Other Recreational Activities and Sports. *Pediatrics*. 2022;150(3):e2022058877.

41. Ilhan MN, Yapar D. Alcohol consumption and alcohol policy. *Turk J Med Sci*. 2020;50(5):1197-1202.

20. ANEXOS

Hoja de recolección de datos	
Nombre	
Número de Expediente	
Edad	_____ años
Sexo	1= hombre 2= mujer
Mecanismo de lesión	1. Impacto frontal 2. Impacto lateral 3. Fenómeno de volcadura 4. Arrastre 5. Derrape
Factor de riesgo desencadenante	1. El exceso de velocidad 2. La conducción bajo los efectos del alcohol 3. No usar de casco por los motociclistas 4. No usar los cinturones de seguridad y 5. No emplear medios de sujeción para los niños
Traumatismo craneoencefálico	1= leve 2= moderado 3= severo 4= sin TCE
Glasgow inicial	
Desenlace	1= vivo sin secuelas 2= vivo con secuelas 3= defunción