SCRIPTA SCIENTIA
ISSN: 3134-5824 | Vol. 1 (2026)

Publicado por
ChauxLab Institute

REVISIÓN NARRATIVA

Traumatismo craneoencefálico en motociclistas: Síntesis de la evidencia con contextualización para Paraguay

André Luis de Carvalho Kopke[1], Alma Graciela González de Lamas[1], Karel Lourenço Oliveira[1], Rute Estéfane dos Santos Souza[1], Jean Iury Costa da Silva[1], Deividy de Araújo Eymael[1], Hillary Gonçalves Valentim Gusmão[1], Freddy Arturo Benítez Villalba[1]

[1]Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Sol, filial Ciudad del Este, Paraguay

Recibido: 2 oct 2026
Aceptado: 23 oct 2026
Publicado: 30 oct 2026

DOI: 10.66201/ss.v1.67

Licencia Creative Commons Atribución Internacional 4.0 (CC-BY)

RESUMEN

Introducción: en Paraguay, los motociclistas fueron el 58 % de las muertes viales en 2024; en una serie hospitalaria de motociclistas fallecidos, el 86,9 % presentaba lesión craneoencefálica. El objetivo fue sintetizar la evidencia sobre mecanismos, factores modificables y prevención del traumatismo craneoencefálico (TCE) en motociclistas, distinguiendo evidencia directa e indirecta, y contextualizarla para Paraguay.

Materiales y métodos: revisión narrativa (selección intencionada, no exhaustiva) con búsquedas documentadas en PubMed/MEDLINE, LILACS, SciELO y fuentes oficiales (octubre de 2026). Tasas con numeradores comparables e intervalos de confianza (IC) al 95 %.

Resultados: la mortalidad vial nacional fue 18,2 por 100 000 habitantes en 2024 (estadísticas vitales) y en el lugar del siniestro, 18,3 en 2025 (Policía); en el Alto Paraná, la mortalidad en el lugar del siniestro no difirió significativamente de la del resto del país (razón de tasas 1,06; IC 95 %: 0,90-1,26), lo que no demuestra equivalencia. En motociclistas, el uso de casco se asoció con menores odds de lesión en la cabeza (OR 0,31) y de muerte (OR 0,58 y 0,48), y el integral, frente a otros tipos, con menores odds de TCE (OR 0,40). En el TCE de cualquier mecanismo (evidencia indirecta), la hipoxia y la hipotensión se asociaron con cerca del doble de mortalidad; la evidencia sobre demoras quirúrgicas fue inconsistente. No se identificaron series paraguayas sobre gravedad, tiempos ni desenlace funcional del TCE.

Conclusiones: la evidencia en motociclistas respalda el uso del casco correctamente abrochado y su fiscalización; para Paraguay se propone un registro estandarizado de neurotrauma.

Palabras clave: traumatismos craneocerebrales, motocicletas, accidentes de tránsito, dispositivos de protección de la cabeza, servicios médicos de urgencia, Paraguay.

Correspondencia: André Luis de Carvalho Kopke. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Sol, filial Ciudad del Este, Paraguay.
✉ elitemed.py@gmail.com.

Financiación: Este estudio no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o sin fines de lucro.
Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

INTRODUCCIÓN

El traumatismo craneoencefálico (TCE) es una alteración de la función cerebral, u otra evidencia de patología encefálica, causada por una fuerza externa (1). En 2016 se estimaron 27 millones de casos nuevos en el mundo (2); en América Latina y el Caribe la incidencia es elevada y se atribuye sobre todo a los siniestros viales (3), que causan cerca de 1,19 millones de muertes anuales (4).

En 2019 la región ocupó el primer lugar mundial en mortalidad y años de vida ajustados por discapacidad de motociclistas varones de 15 a 49 años, y entre 2010 y 2019 la subregión América Latina tropical (Brasil y Paraguay) registró las tasas más altas en esa población, aunque fue la única con un descenso significativo (5).

En Paraguay, según las estadísticas vitales del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) compiladas por la Agencia Nacional de Tránsito y Seguridad Vial (ANTSV), en 2024 fallecieron 1161 personas por siniestros viales (cifras provisorias), de las cuales 673 (58,0 %) eran motociclistas; de estos, el 88 % eran varones y el 75 % tenía entre 15 y 44 años (6).

Las muertes de motociclistas fueron 614 en 2018, 820 en 2021 y 673 en 2024 (6).

En una serie de 84 motociclistas fallecidos en un centro de trauma de referencia, el 86,9 % presentaba lesión craneoencefálica (7). Entre 700 menores de 19 años ingresados por siniestros en motocicleta en el Hospital de Trauma en 2016, solo 54 de los 695 con dato (7,8 %) usaban casco, el 5,4 % falleció y el 25,1 % presentó secuelas (8).

La producción científica regional no acompaña esa magnitud: una revisión identificó solo 17 estudios latinoamericanos sobre TCE por tránsito entre 2000 y 2018, en los que predominaban los ocupantes de vehículos y los peatones, y recomendó desarrollar registros (9). Una revisión sistemática sobre lesiones por motocicleta en la región, centrada en el trauma musculoesquelético, incluyó 37 estudios, 33 de Brasil y ninguno de Paraguay (10).

El objetivo fue sintetizar la evidencia sobre los mecanismos, los factores modificables y la prevención del TCE en motociclistas, distinguiendo la evidencia obtenida en motociclistas de la extrapolada del TCE de cualquier mecanismo. Se contextualizó para Paraguay mediante indicadores oficiales comparables, incluido el Alto Paraná donde existen datos equivalentes, y se identificaron los vacíos de información del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Revisión narrativa con selección intencionada de la literatura, sin cribado exhaustivo, metaanálisis propio ni evaluación formal del riesgo de sesgo. Los autores autoevaluaron el manuscrito con la escala SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles) (11) (11 de 12 puntos; Material suplementario S2), puntuación que no constituye una validación metodológica independiente. Se eligió este diseño porque la pregunta integra mecanismos, prevención y sistemas de información, y porque una revisión sistemática restringida a estudios clínicos paraguayos sobre TCE en motociclistas no habría encontrado estudios elegibles.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Las búsquedas se ejecutaron el 8 de octubre de 2026. En PubMed/MEDLINE (2000-2026; las ecuaciones E1 a E3 y E5 se limitaron a español, portugués e inglés), la ecuación principal (E1) fue:

```
("Craniocerebral Trauma"[MeSH] OR "Brain Injuries,
Traumatic"[MeSH] OR "traumatic brain injury"[tiab]
OR "head injury"[tiab]) AND ("Motorcycles"[MeSH] OR
motorcycl*[tiab])
```

Se recuperaron 878 registros. A E1 se aplicaron dos restricciones independientes, cuyos resultados son subconjuntos de E1 y no etapas sucesivas: revisiones sistemáticas, metaanálisis o guías (E2: 19 registros) y América Latina, Brasil o Paraguay (E3: 58). Una ecuación amplia para Paraguay (E4) recuperó 2 registros (5,12), y un bloque sobre atención prehospitalaria (E5; 2015-2026), 147. En LILACS se recuperaron 20 registros (ninguno del Paraguay) y en SciELO, con una ecuación más amplia y sin límite de fecha, 241 (6 de la colección Paraguay). Las ecuaciones, las fechas y un diagrama que documenta las búsquedas, sin implicar un procedimiento de revisión sistemática, se presentan en el Material suplementario S1.

La serie nacional de motociclistas fallecidos (7) no está indizada en PubMed, lo que muestra la baja sensibilidad de las bases internacionales para la literatura paraguaya. Por ello se consultaron además el informe anual de la ANTSV, el portal del Instituto Nacional de Estadística (INE), la colección SciELO Paraguay y el portal de revistas de la Universidad Nacional de Asunción, y se revisaron las referencias de los documentos citados.

Selección y clasificación de la evidencia

La selección fue intencionada y priorizó revisiones sistemáticas, guías, cohortes multicéntricas, estudios latinoamericanos con datos de TCE en motociclistas y

todas las fuentes paraguayas identificables; se excluyeron reportes de caso, editoriales y documentos sin datos verificables, y los duplicados se identificaron por DOI y título. Los estudios anteriores a 2000 se incluyeron solo cuando constituyen la evidencia original de un mecanismo o la base de las guías vigentes, y se complementaron con literatura reciente. Cada fuente se clasificó como evidencia directa (motociclistas) o indirecta (TCE de cualquier mecanismo o laboratorio).

Datos nacionales y análisis

Las fuentes primarias fueron tres informes oficiales de la ANTSV: el informe estadístico anual 2024 (13), el informe de estadísticas de 2025 (14) y el informe sobre siniestralidad de motociclistas (6). Estos compilan tres sistemas con definiciones distintas: estadísticas vitales del MSPBS (todas las defunciones; último año disponible, 2024, provisorio), Policía Nacional (fallecidos en el momento del siniestro; 2025) y Hospital de Trauma «Manuel Giagni» (pacientes atendidos; 2025). No se utilizaron fuentes periodísticas; los informes institucionales se valoraron con la lista AACODS (Authority, Accuracy, Coverage, Objectivity, Date, Significance) (15). Las tasas se calcularon con las proyecciones oficiales de población del INE para cada año, que también emplea la ANTSV (16), y, como análisis de sensibilidad, con el Censo 2022 (17), con intervalos de confianza (IC) exactos de Poisson al 95 %, y las razones de tasas, frente al resto del país excluida el área comparada, con IC por aproximación logarítmica; el código figura en el Material suplementario S3.

Uso de inteligencia artificial

Se utilizó Claude Opus 5.5 (Anthropic) como apoyo en la organización y edición del texto, en la verificación cruzada de referencias y en la redacción del código de cálculo (Python 3, SciPy 1.17) y de las figuras (Matplotlib 3.10). Las figuras no son imágenes generadas por inteligencia artificial: se construyeron con código a partir de los valores numéricos publicados en las fuentes originales, que los autores cotejaron uno a uno. Ninguna herramienta figura como autora; los autores revisaron todo el contenido y asumen la responsabilidad plena por él.

RESULTADOS

Indicadores nacionales y departamentales

Los tres sistemas miden universos distintos y no constituyen una serie homogénea (Tabla 1). En 2024, la mortalidad vial fue de 18,2 por 100 000 habitantes, y la de motociclistas, de 10,6 por 100 000 habitantes y de 5,7 por 10 000 motocicletas registradas (6,13). Se usaron los datos de 2024, los más recientes; las defunciones de 2023, preliminares en el informe anual (1210) (13), fueron actualizadas a 1319 (6). En 2025, la Policía registró 1175 fallecidos en el lugar del siniestro, y el Hospital de Trauma, un único hospital de Asunción, atendió a 11 550 lesionados, el 79 % de ellos motociclistas o acompañantes (14).

Para el Alto Paraná, el numerador oficial comparable con su referencia nacional fue el de fallecidos en el lugar del siniestro registrados por la Policía en 2025: 153 (13,0 % del total nacional), con una tasa de 19,3 por 100 000 habitantes y una razón de tasas frente al resto del país de 1,06 (IC 95 %: 0,90-1,26) (14), concordante con la proporción de defunciones por lugar de ocurrencia de 2023 (12,7 %) (13). La diferencia no fue significativa, lo que no demuestra equivalencia entre territorios. No se identificaron datos departamentales sobre mortalidad de motociclistas, TCE, uso de casco, tiempos de traslado ni capacidad neuroquirúrgica, por lo que la proporción nacional de motociclistas no puede extrapolarse al departamento.

En 2025, el 42,7 % de los motociclistas lesionados atendidos en el Hospital de Trauma no usaba casco, el 45,2 % sí lo usaba y en el 12,1 % el dato no fue registrado (Tabla 1) (6,14). Sin denominadores de exposición, estos datos no permiten estimar la eficacia del casco.

Tabla 1. Indicadores de siniestralidad vial en Paraguay y en el Alto Paraná según sistema de información

Indicador (año)	Numerador y definición	Denominador	Valor (IC 95 %)	Fuente
Estadísticas vitales (MSPBS)				
Mortalidad vial, país (2024)	1161 defunciones por siniestro vial, todas las circunstancias (cifras provisorias)	6 372 623 hab.	18,2 (IC 17,2-19,3) por 100 000	ANTSV, motociclistas (6)
Mortalidad de motociclistas, país (2024)	673 defunciones de motociclistas (58,0 % del total)	6 372 623 hab.	10,6 (IC 9,8-11,4) por 100 000	ANTSV, motociclistas (6)
Mortalidad de motociclistas por parque (2024)	673 defunciones de motociclistas	1 171 005 motocicletas registradas (acumulado)	5,7 por 10 000 motocicletas	ANTSV (6); 2024, fig. 3 (13)
Registros policiales				
Mortalidad en el lugar	1175 fallecidos en el momento	6 417 076 hab.	18,3 (IC 17,3-19,4) por 100	ANTSV 2025, fig. 21

Indicador (año)	Numerador y definición	Denominador	Valor (IC 95 %)	Fuente
del siniestro, país (2025)	del siniestro		000	(14)
Mortalidad en el lugar del siniestro, Alto Paraná (2025)	153 fallecidos en el momento del siniestro (13,0 % del total)	793 181 hab.	19,3 (IC 16,4-22,6) por 100 000; RT 1,06 (IC 0,90-1,26)	ANTSV 2025, fig. 26 (14)
Registro hospitalario (Hospital de Trauma)				
Lesionados atendidos (2025)	11 550 pacientes; 9134 (79 %) motociclistas o acompañantes	No poblacional (un hospital de Asunción)	No aplica	ANTSV 2025, fig. 16 (14)
Motociclistas lesionados según uso de casco (2025)	Sin casco 3904 (42,7 %); con casco 4128 (45,2 %); sin dato 1102 (12,1 %)	No aplica	No aplica	ANTSV (6); 2025, fig. 17 (14)

Nota: Denominadores: proyecciones de población del INE para cada año (16); con el Censo 2022 (17) (6 109 903 y 763 702 hab.), las tasas serían 19,0; 11,0; 19,2 y 20,0, y la RT, 1,05 (0,88-1,24). Porcentajes calculados con los números absolutos del informe más reciente (6); con datos provisorios previos, el informe de 2025 indica 59 % (14). RT: razón de tasas frente al resto del país (IC 95 % logarítmico); tasas con IC exactos de Poisson. Cálculos en el Material suplementario S3.

Mecanismos de lesión

La lesión encefálica depende de la magnitud, la duración y el componente rotacional de la aceleración transmitida a la cabeza, no solo de la velocidad del impacto. En primates, la aceleración angular reprodujo el coma traumático y la lesión axonal difusa (18). En reconstrucciones de impactos deportivos, las probabilidades de conmoción del 25 %, 50 % y 80 % correspondieron a picos de 66, 82 y 106 g de aceleración lineal y de 4600, 5900 y 7900 rad/s² de aceleración rotacional (19), que son probabilidades poblacionales y no umbrales individuales. En un único estudio de laboratorio (364 impactos con cabeza instrumentada a 6-18 m/s), los cascos certificados redujeron en promedio un 92 % el criterio de lesión craneal frente a la cabeza sin protección, y los no certificados protegieron de forma inadecuada frente a la lesión focal; el mismo estudio estimó que los cascos estándar aumentan alrededor de un 30 % el riesgo de lesión rotacional por su mayor inercia (20). Son estimaciones de laboratorio, sin desenlaces clínicos: no indican que circular sin casco sea más seguro ni contradicen el beneficio neto observado en motociclistas. La lesión primaria ocurre en milisegundos y solo puede evitarse mediante prevención (Figura 1).

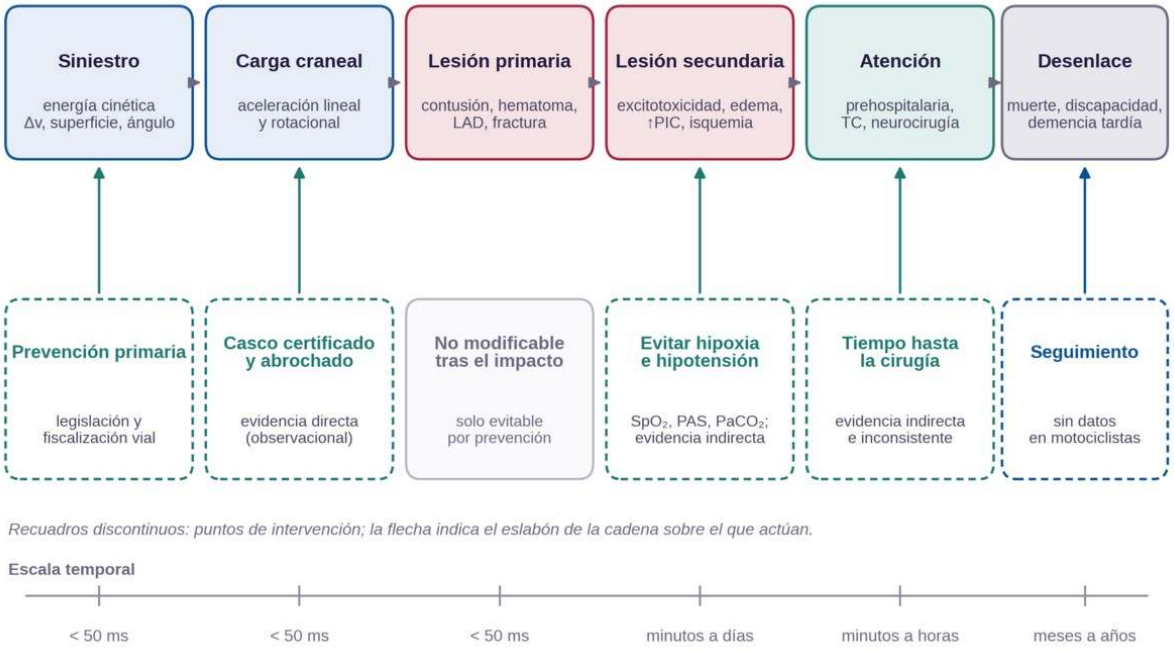

Figura 1. Modelo integrado del traumatismo craneoencefálico en el motociclista y solidez de la evidencia por punto de intervención. LAD: lesión axonal difusa. PIC: presión intracraneal. PAS: presión arterial sistólica. SpO_2: saturación de oxígeno. $PaCO_2$: presión arterial de CO_2. TC: tomografía. Elaboración propia (Python/Matplotlib).

El casco: evidencia directa en motociclistas

Las principales fuentes se resumen en la Tabla 2. La revisión Cochrane incluyó 61 estudios observacionales; en los de mayor calidad, el uso de casco se asoció con menores odds de lesión en la cabeza (odds ratio [OR] 0,31; IC 95 %: 0,25-0,38; 6 estudios) y de muerte (OR 0,58; IC 95 %: 0,50-0,68; 4 estudios) (21). Un metaanálisis de 28 estudios con metodología GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) confirmó menores odds de muerte (OR 0,48; IC 95 %: 0,41-0,56), con certeza baja, y recomendó con fuerza el uso y la legislación universal (22). La obligatoriedad legal se asoció con menores odds de muerte (OR 0,71; IC 95 %: 0,61-0,83), sin diferencias por nivel de ingreso del país; en cambio, en los países de ingresos bajos y medios la reducción de las odds de TCE fue menor (OR 0,79 frente a 0,61) y el aumento del uso tras la ley, mucho menor (OR 4,82 frente a 53,5) (23), lo que destaca el papel de la fiscalización.

Tabla 2. Principales fuentes empíricas según tipo de evidencia

Fuente	Diseño y población	Comparación	Hallazgo principal
Evidencia directa			
Liu et al., 2008 (21)	Revisión Cochrane, 61 estudios observacionales	Casco vs. no uso	Estudios de mayor calidad: lesión en la cabeza OR 0,31 (0,25-0,38); muerte OR 0,58 (0,50-0,68)
Ratnasekera et al., 2025 (22)	Metaanálisis y guía, 28 estudios (GRADE)	Casco vs. no uso	Muerte OR 0,48 (0,41-0,56); certeza baja
Lepard et al., 2021 (23)	Metaanálisis, 25 estudios	Ley de casco obligatorio	Muerte OR 0,71 (0,61-0,83)
Urréchaga et al., 2022 (24)	Metaanálisis y guía, 37 estudios	Integral vs. otros tipos	TCE OR 0,40 (0,23-0,70)
Baffour Appiah et al., 2023 (25)	Casos y controles, Ghana (349/363)	Tipo de casco vs. no uso	Integral y abierto ORa 0,07; media cobertura ORa 0,41 (0,18-0,92)
Reddy et al., 2019 (26)	Transversal, República Dominicana (117 víctimas)	Casco; sistema 911	Sin casco y TCE moderado-grave ORa 1,22 (1,01-1,61); 911 (todas las víctimas) ORa 0,78 (0,65-0,93)
Evidencia indirecta			
Maiga et al., 2025 (27)	Cohorte multicéntrica, EE. UU. (14 994)	Hipoxia, hipotensión, hipocarbia	Muerte en urgencias RRa 2,24; 2,05; 7,99 (hipocarbia: n = 1068)
Lee et al., 2024 (28)	Metaanálisis, 51 estudios (384 329)	Hipotensión	Mortalidad ORa 2,22 (1,96-2,51); I^2 = 92 %
Spaite et al., 2019 (29)	Antes-después, Arizona (21 852)	Guías prehospitalarias	Supervivencia al alta ORa 1,06 (0,93-1,21); TCE grave 2,03 (1,52-2,72)
Jabłoński et al., 2026 (30)	Metaanálisis, 6 estudios (926)	Tiempo hasta la cirugía	Mortalidad RR 1,01 (0,69-1,48); I^2 = 80 %
Lloyd, 2025 (20)	Laboratorio, 364 impactos	Certificado, no certificado, sin casco	Criterio de lesión craneal −92 % con casco certificado; riesgo rotacional estimado +30 %

Nota: Evidencia directa: motociclistas. Evidencia indirecta: TCE de cualquier mecanismo o laboratorio. OR: odds ratio. ORa: odds ratio ajustado. RR(a): riesgo relativo (ajustado). Entre paréntesis, IC 95 %. Salvo el de laboratorio, todos los estudios son observacionales; los OR expresan asociación.

El casco integral se asoció, frente a otros tipos, con menores odds de TCE (OR 0,40; IC 95 %: 0,23-0,70) (24). En un estudio de casos y controles de Ghana, los cascos integral y abierto mostraron menores odds de lesión en la cabeza frente al no uso (ORa 0,07), y el de media cobertura, una asociación más débil (ORa 0,41; IC 95 %: 0,18-0,92) (25). Para las fracturas faciales la evidencia es inconsistente: un metaanálisis no halló diferencias entre cascos abiertos y cerrados (31), mientras que en una serie prospectiva de Recife, Brasil, el uso de casco se asoció con menos fracturas faciales (32). El abrochado correcto es decisivo para evitar la eyección del casco (33); en Bogotá, con un uso del 99 % entre los ocupantes de 77 932 motocicletas observadas, el uso correcto fue del 88 % y se asoció con la presencia de fiscalización (34).

El artículo 76 de la Ley N.º 5016/2014, vigente según la Biblioteca y Archivo Central del Congreso Nacional, exige un casco «reglamentario y normalizado» que cubra toda la cabeza excepto el rostro, con material reflectivo y número de matrícula, «debidamente sujeto por la cinta de retención o barbijo abrochado» (35). En el plano normativo, la ley exige, por tanto, la sujeción; su redacción admitiría los cascos abiertos y no los de media cobertura, aunque la conformidad de cada modelo depende de la norma técnica. Desde 2022, los cascos importados y comercializados requieren certificación de conformidad con la norma PNA 21 043 09 y etiqueta holográfica (36). No se identificaron datos nacionales sobre uso correcto, abrochado ni certificación de los cascos en circulación: la brecha documentada está en el cumplimiento y la fiscalización, no en la exigencia legal.

Lesión secundaria y atención prehospitalaria: evidencia indirecta

La evidencia de este apartado procede de poblaciones con TCE de cualquier mecanismo y no constituye evidencia directa sobre motociclistas paraguayos. Las guías recomiendan tratar la presión intracraneal superior a 22 mmHg y mantener la presión de perfusión cerebral entre 60 y 70 mmHg (37), y en la fase prehospitalaria, saturación de oxígeno superior al 90 %, presión arterial sistólica de al menos 110 mmHg en adultos y CO_2 espirado de 35 a 45 mmHg (38). En el Traumatic Coma Data Bank (717 pacientes), la hipotensión se asoció de forma independiente con mayor mortalidad (39). En una cohorte multicéntrica de 14 994 adultos, la hipoxia (12 %) y la hipotensión (10 %) se asociaron con un riesgo ajustado de muerte en urgencias aproximadamente doble (Tabla 2); la hipocarbia, con un riesgo relativo ajustado de 7,99, pero con un intervalo amplio (IC 95 %: 2,47-25,85) y solo en 1068 pacientes con vía aérea avanzada (27). Un metaanálisis de 51 estudios estimó para la hipotensión un OR ajustado de mortalidad de 2,22 con heterogeneidad elevada (I^2 = 92 %): la dirección de la asociación se repite, pero su magnitud varía (28). En Arizona, la implementación estatal de guías prehospitalarias se asoció con mayor supervivencia al ingreso hospitalario (ORa 1,70; IC 95 %: 1,38-2,09), pero no con la supervivencia global al alta (ORa 1,06; IC 95 %: 0,93-1,21), salvo en el TCE grave (ORa 2,03; IC 95 %: 1,52-2,72) (29).

Tiempo hasta la cirugía: evidencia limitada

En el hematoma subdural agudo, la evacuación se indica con espesor superior a 10 mm o desviación de la línea media superior a 5 mm (40). La asociación entre demora y mortalidad procede de una serie histórica de 82 pacientes comatosos (mortalidad del 30 % con cirugía antes de cuatro horas frente a 90 % después) (41). Un metaanálisis reciente de 6 estudios y 926 pacientes no halló asociación entre el tiempo hasta la cirugía y la mortalidad (RR 1,01; IC 95 %: 0,69-1,48; I^2 = 80 %), resultado observacional, expuesto a confusión por gravedad y triaje, que no demuestra que demorar sea inocuo (30). En Recife, de 131 craniectomías descompresivas, 57 (43,5 %) se debieron a siniestros en motocicleta, y la cirugía más precoz tuvo resultados similares pese a un peor estado al ingreso (42). En Indonesia, un intervalo lesión-admisión mayor de cuatro horas mostró una asociación imprecisa con la mortalidad (OR ajustado por Glasgow al ingreso 5,44; IC 95 %: 1,00-30,34) (43).

Consecuencias a largo plazo

El antecedente de TCE de cualquier mecanismo se asoció con mayor riesgo de demencia (hazard ratio [HR] ajustado 1,24; IC 95 %: 1,21-1,27) (44), y la encefalopatía traumática crónica se vincula con impactos repetitivos (45); no hay datos específicos de motociclistas.

Evidencia regional y vacíos de información en Paraguay

Los estudios regionales se seleccionaron por informar variables de TCE en motociclistas en contextos de ingresos medios. Brasil, origen de la mayoría de ellos (10), aporta datos de neurocirugía (42) y de tipo de casco (32). En la República Dominicana, de 117 víctimas de tránsito hospitalizadas, tres de cada cuatro eran motociclistas y solo el 22,4 % de ellos usaba casco; el no uso de casco se asoció con mayores odds de TCE moderado-grave (ORa 1,22; IC 95 %: 1,01-1,61), y en el conjunto de las víctimas, el uso del sistema 911, con menores odds (ORa 0,78; IC 95 %: 0,65-0,93) (26). El estudio NOMADEN, en el único centro neuroquirúrgico de una provincia rural de Indonesia, registró 324 TCE por motocicleta, con un 91,2 % de los conductores sin casco y una mortalidad del 9,3 % (43); se incluyó como modelo de registro factible con recursos limitados. En un centro terciario de trauma de Asunción, una serie pediátrica de fracturas de fémur por tránsito (2022-2025), principalmente en motocicleta, identificó el TCE como la lesión asociada más frecuente, sin informar su gravedad (12). En esta búsqueda no se identificaron series paraguayas que informen, para el TCE en motociclistas, la escala de Glasgow, los hallazgos tomográficos, los tiempos de atención ni el desenlace funcional; el conjunto mínimo de datos propuesto figura en el Material suplementario S4.

DISCUSIÓN

La solidez de la evidencia difiere según el eslabón de la cadena causal (Figura 1). Para el casco, la evidencia directa procede de revisiones sistemáticas concordantes en la dirección del efecto, aunque basadas en estudios observacionales con certeza baja (21,22). Para la lesión secundaria es indirecta y no específica de motociclistas: la hipoxia y la hipotensión se asocian con mayor mortalidad en el TCE de cualquier mecanismo (27,28), y la implementación de guías prehospitalarias se asoció con mayor supervivencia al ingreso, pero al alta solo en el TCE grave (29). Para las demoras quirúrgicas es inconsistente (30,41).

La contextualización nacional exige separar los sistemas de información: con numeradores comparables, la mortalidad en el lugar del siniestro del Alto Paraná no difirió significativamente de la del resto del país, lo que

no demuestra equivalencia, y faltan datos departamentales de motociclistas. El problema prioritario es nacional: los motociclistas representan el 58 % de los fallecidos (6) y la información clínica sobre su TCE es prácticamente inexistente.

Dado que la legislación ya exige la sujeción y la certificación del casco (35,36), la prioridad es verificar el cumplimiento: la fiscalización debería comprobar el abrochado y la etiqueta de certificación, no solo la presencia del casco (23,34). Respecto del tipo de casco, la exigencia normativa debe distinguirse de la evidencia epidemiológica: la ley admitiría los cascos abiertos (35); los estudios observacionales asocian el integral con menos TCE que otros tipos (24) y, frente al no uso, el integral y el abierto con menores odds de lesión en la cabeza (25), pero no aíslan la comparación entre ambos. Los protocolos prehospitalarios con objetivos de oxigenación, presión arterial y ventilación son coherentes con las guías (38), basadas en el TCE de cualquier mecanismo, aunque faltan datos locales de tiempos, recursos y costos para priorizar intervenciones.

Los vacíos identificados definen una agenda: un estudio retrospectivo de historias clínicas, un registro prospectivo con un conjunto mínimo de datos y un estudio multicéntrico nacional, como recomienda la literatura regional (9). Esta revisión constituye la primera fase de una línea de investigación cuya segunda fase, sujeta a aprobación ética, será un estudio multicéntrico en los hospitales de trauma del Alto Paraná basado en el conjunto mínimo de datos del Material suplementario S4.

Esta revisión tiene limitaciones. La selección fue intencionada y, sin cribado exhaustivo ni evaluación del riesgo de sesgo, puede haber favorecido estudios con resultados positivos o más citados; el sesgo de publicación de los estudios primarios tampoco pudo evaluarse. Para mitigarlo se priorizaron revisiones sistemáticas y se informaron resultados nulos o discordantes. Los indicadores combinan años y sistemas distintos y dependen de proyecciones de población (con el censo, las tasas aumentan alrededor de un 4-5 %), y las defunciones del MSPBS de 2024 son provisorias. El parque de motocicletas acumulado sobrestima la flota activa, y los datos de uso de casco carecen de denominadores de exposición. La evidencia sobre lesión secundaria y tiempos procede del TCE de cualquier mecanismo, y los umbrales biomecánicos, de deportistas y ensayos de laboratorio. Como fortalezas, se separan la evidencia directa e indirecta, se documentan las búsquedas y se presentan indicadores reproducibles.

En conclusión, la evidencia directa en motociclistas, aunque observacional, respalda el uso del casco correctamente abrochado y la legislación de uso obligatorio con fiscalización; la evidencia indirecta del TCE de cualquier mecanismo, no específica de motociclistas paraguayos, asocia la hipoxia y la hipotensión con mayor mortalidad, y la evidencia sobre demoras quirúrgicas es inconsistente. En Paraguay, los motociclistas concentran el 58 % de las muertes viales, y la mortalidad en el lugar del siniestro del Alto Paraná no difirió significativamente de la del resto del país. Las prioridades son verificar el uso correcto de cascos certificados, protocolizar la atención prehospitalaria del TCE y generar datos clínicos mediante un registro estandarizado de neurotrauma.

Material suplementario

Estrategias de búsqueda (S1), autoevaluación SANRA (S2), cálculo de indicadores (S3) y conjunto mínimo de datos (S4). Disponible en https://doi.org/10.5281/zenodo.23808804

REFERENCIAS

1. Menon DK, Schwab K, Wright DW, Maas AI. Position statement: definition of traumatic brain injury. Arch Phys Med Rehabil. 2010;91(11):1637-40. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.05.017
2. GBD 2016 Traumatic Brain Injury and Spinal Cord Injury Collaborators. Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. Lancet Neurol. 2019;18(1):56-87. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30415-0
3. Rivera-Lara L, Videtta W, Calvillo E, Mejia-Mantilla J, March K, Ortega-Gutierrez S, et al. Reducing the incidence and mortality of traumatic brain injury in Latin America. Eur J Trauma Emerg Surg. 2023;49(6):2381-8. https://doi.org/10.1007/s00068-022-02214-4
4. World Health Organization. Global status report on road safety 2023. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023 [citado 8 oct 2026]. Disponible en: https://www.who.int/publications/i/item/9789240086517
5. Santiago MLO, Nunes RAL, de Oliveira FVA, Beserra MKM, Sena FTC, Gomes LES, et al. [Mortality and disability-adjusted life years in motorcyclists in Latin America and the Caribbean during the first decade of action for road safety]. Rev Panam Salud Publica. 2023;47:e68. https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.68

6. Agencia Nacional de Tránsito y Seguridad Vial. Siniestralidad vial de motociclistas del Paraguay. Asunción: ANTSV; 2026 [citado 8 oct 2026]. Disponible en: https://nube.antsv.gov.py/index.php/s/NYyDbycHYozCnt2
7. Silvero Isidre A, Fernandez G, Giménez de Mestral A, Benítez A, Acosta A, Escobar M. Epidemiología de los accidentes fatales en motocicleta en un centro de trauma en Paraguay. Discov Med. 2019;3(2) [citado 8 oct 2026]. Disponible en: https://revistascientificas.una.py/index.php/DM/article/view/3143
8. Báez L, Vergara de Navarro D, Heisele L, Gómez N, Torales de Cardozo M, Martínez de Cuellar C. Costo de los accidentes de moto en menores de 19 años atendidos en un hospital de referencia. Pediatr (Asunción). 2018;45(2):135-40. https://doi.org/10.31698/ped.45022018005
9. Dunne J, Quiñones-Ossa GA, Still EG, Suarez MN, González-Soto JA, Vera DS, et al. The epidemiology of traumatic brain injury due to traffic accidents in Latin America: a narrative review. J Neurosci Rural Pract. 2020;11(2):287-90. https://doi.org/10.1055/s-0040-1709363
10. Medina Monje C, Oberlohr V, Arzuza L, MacKechnie MC, Cordero Herrera A, Molina Gándara J, et al. Traumatic injury associated with motorcycle incidents in Latin America: a systematic literature review. OTA Int. 2025;8(4):e429. https://doi.org/10.1097/OI9.0000000000000429
11. Baethge C, Goldbeck-Wood S, Mertens S. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. Res Integr Peer Rev. 2019;4:5. https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8
12. Navarro-Vergara AD, Navarro-Fretes A. Relación entre accidentes de tránsito y fracturas de fémur en la infancia en un país en desarrollo. Acta Ortop Mex. 2026;40(2):103-8 [citado 8 oct 2026]. PMID: 42229477. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42229477/
13. Agencia Nacional de Tránsito y Seguridad Vial. Informe estadístico anual de siniestralidad vial 2024. Asunción: ANTSV; 2026 [citado 8 oct 2026]. Disponible en: https://antsv.gov.py/uplmoo9eib8eefou3ooze4y/2026/02/PARAGUAY_INFORME-ANUAL-DE-SINIESTRALIDAD-VIAL_2024_26.pdf
14. Agencia Nacional de Tránsito y Seguridad Vial. Estadísticas de siniestralidad vial 2025. Asunción: ANTSV; junio de 2026 [citado 8 oct 2026]. Disponible en: https://nube.antsv.gov.py/index.php/s/eirXjcFiQTCgdsC
15. Tyndall J. AACODS checklist. Adelaide: Flinders University; 2010 [citado 8 oct 2026]. Disponible en: https://fac.flinders.edu.au/dspace/api/core/bitstreams/e94a96eb-0334-4300-8880-c836d4d9a676/content
16. Instituto Nacional de Estadística. Proyección de la población nacional por sexo y edad, 1950-2050 (revisión 2024) y Estimaciones y proyecciones de la población departamental por sexo y grupos de edad, 2000-2035 (revisión 2025). Asunción: INE; 2025 [citado 9 oct 2026]. Disponible en: https://www.ine.gov.py/publicaciones/proyecciones-de-poblacion/
17. Instituto Nacional de Estadística. Resultados finales del Censo Nacional de Población y Viviendas 2022. Asunción: INE; 2024 [citado 8 oct 2026]. Disponible en: https://www.ine.gov.py/censo2022/
18. Gennarelli TA, Thibault LE, Adams JH, Graham DI, Thompson CJ, Marcincin RP. Diffuse axonal injury and traumatic coma in the primate. Ann Neurol. 1982;12(6):564-74. https://doi.org/10.1002/ana.410120611
19. Zhang L, Yang KH, King AI. A proposed injury threshold for mild traumatic brain injury. J Biomech Eng. 2004;126(2):226-36. https://doi.org/10.1115/1.1691446
20. Lloyd J. Traumatic head and brain injuries in helmeted motorcycle crashes. Stapp Car Crash J. 2025;69(1):162-80. https://doi.org/10.4271/2025-22-0006
21. Liu BC, Ivers R, Norton R, Boufous S, Blows S, Lo SK. Helmets for preventing injury in motorcycle riders. Cochrane Database Syst Rev. 2008;(1):CD004333. https://doi.org/10.1002/14651858.CD004333.pub3
22. Ratnasekera AM, Seng SS, Gardiner SK, Butler C, Goldenberg-Sandau A, Lu N, et al. Systematic review and meta-analysis of efficacy of helmet use and helmet laws to reduce mortality and cervical spine injury in adult motorcycle riders: a practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. J Trauma Acute Care Surg. 2025;99(4):650-63. https://doi.org/10.1097/TA.0000000000004607
23. Lepard JR, Spagiari R, Corley J, Barthélemy EJ, Kim E, Patterson R, et al. Differences in outcomes of mandatory motorcycle helmet legislation by country income level: a systematic review and meta-analysis. PLoS Med. 2021;18(9):e1003795. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003795
24. Urréchaga EM, Kodadek LM, Bugaev N, Bauman ZM, Shah KH, Abdel Aziz H, et al. Full-face motorcycle helmets to reduce injury and death: a systematic review, meta-analysis, and practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. Am J Surg. 2022;224(5):1238-46. https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2022.06.018
25. Baffour Appiah A, Akweongo P, Sackey SO, Morna MT, Kenu E, Buunaaim ADB, et al. Effect of different helmet types in head injuries: a case-control study in northern Ghana. Inj Prev. 2023;29(1):50-5. https://doi.org/10.1136/ip-2022-044683
26. Reddy SP, Walsh MS, Paulino-Ramirez R, Florenzán J, Fernández J, Nwariaku FE, et al. Neurologic injuries following road traffic accidents in the Dominican Republic: examining causes and potential solutions. Traffic Inj Prev. 2019;20(7):690-5. https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1643016
27. Maiga AW, Lin HS, Wisniewski SR, Brown JB, Moore EE, Schreiber MA, et al. Adverse prehospital events and outcomes after traumatic brain injury. JAMA Netw Open. 2025;8(1):e2457506. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.57506
28. Lee JW, Wang W, Rezk A, Mohammed A, Macabudbud K, Englesakis M, et al. Hypotension and adverse outcomes in moderate to severe traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. JAMA Netw Open.

2024;7(11):e2444465. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.44465
29. Spaite DW, Bobrow BJ, Keim SM, Barnhart B, Chikani V, Gaither JB, et al. Association of statewide implementation of the prehospital traumatic brain injury treatment guidelines with patient survival following traumatic brain injury: the Excellence in Prehospital Injury Care (EPIC) study. JAMA Surg. 2019;154(7):e191152. https://doi.org/10.1001/jamasurg.2019.1152
30. Jabłoński B, Górecki W, Fercho J, Szypenbejl J, Niemczyk M, Chasles O, et al. The impact of time-to-intervention on mortality and functional outcome in acute subdural hematoma: a systematic review and meta-analysis. Med Sci (Basel). 2026;14(3):412. https://doi.org/10.3390/medsci14030412
31. Cavalcante DKF, Veloso SRM, Durão MA, Melo VC, Monteiro GQM, Porto GG. Do helmet use and type influence facial trauma occurrence and severity in motorcyclists? A systematic review and meta-analysis. J Oral Maxillofac Surg. 2021;79(7):1492-506. https://doi.org/10.1016/j.joms.2021.02.028
32. Aires CCG, Araújo HT, Souza RRL, Santos AJFD, Vasconcellos RJH, Vasconcelos BCDE. Relationship between the use and types of helmets with facial injuries - a prospective study. Rev Col Bras Cir. 2022;49:e20223387. https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20223387-en
33. Lucci C, Piantini S, Savino G, Pierini M. Motorcycle helmet selection and usage for improved safety: a systematic review on the protective effects of helmet type and fastening. Traffic Inj Prev. 2021;22(4):301-6. https://doi.org/10.1080/15389588.2021.1894640
34. Guzman LA, Vecino Ortiz AI, Guzman Mesa V, Camargo JP, Allen KA, Hyder AA. The relationships between correct helmet use, enforcement presence, and mortality in a Latin-America city: the case study of Bogotá, Colombia. Traffic Inj Prev. 2020;21(7):500-5. https://doi.org/10.1080/15389588.2020.1805737
35. Paraguay. Ley N.º 5016/2014, Nacional de Tránsito y Seguridad Vial. Asunción: Congreso Nacional; 2014 [citado 8 oct 2026]. Disponible en: https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/4418/ley-n-5016-nacional-de-transito-y-seguridad-vial
36. Paraguay. Ministerio de Industria y Comercio. Resolución N.º 1434/2022, por la cual se reglamenta el Decreto N.º 7621 de fecha 22 de agosto de 2017, por el cual se crea el registro de fabricantes e importadores de cascos de protección clase turismo (T) destinados a conductores y acompañantes de biciclos, triciclos, cuatriciclos motorizados sin cabina, y se establece la certificación obligatoria, el régimen de licencia previa de importación y el rotulado y etiquetado de los mismos. Asunción: MIC; 7 oct 2022 [citado 8 oct 2026]. Disponible en: https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u8/Resolucion%20MIC%20N%201434.2022%20-%20Cascos%20Clase%20Turismo%20T.pdf
37. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GW, Bell MJ, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. Neurosurgery. 2017;80(1):6-15. https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000001432
38. Lulla A, Lumba-Brown A, Totten AM, Maher PJ, Badjatia N, Bell R, et al. Prehospital guidelines for the management of traumatic brain injury – 3rd edition. Prehosp Emerg Care. 2023;27(5):507-38. https://doi.org/10.1080/10903127.2023.2187905
39. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, Blunt BA, Baldwin N, Eisenberg HM, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. J Trauma. 1993;34(2):216-22. https://doi.org/10.1097/00005373-199302000-00006
40. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, et al. Surgical management of acute subdural hematomas. Neurosurgery. 2006;58(3 Suppl):S16-24; discussion Si-iv. https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000210364.29290.C9
41. Seelig JM, Becker DP, Miller JD, Greenberg RP, Ward JD, Choi SC. Traumatic acute subdural hematoma: major mortality reduction in comatose patients treated within four hours. N Engl J Med. 1981;304(25):1511-8. https://doi.org/10.1056/NEJM198106183042503
42. Silva ACV, de Oliveira Farias MA, Bem LS, Valença MM, de Azevedo Filho HRC. Decompressive craniectomy in traumatic brain injury: an institutional experience of 131 cases in two years. Neurotrauma Rep. 2020;1(1):93-9. https://doi.org/10.1089/neur.2020.0007
43. Nugroho AW, Masrika NUE. The epidemiology of motorcycle-related acute traumatic brain injury: the NOMADEN study. Surg Neurol Int. 2025;16:27. https://doi.org/10.25259/SNI_929_2024
44. Fann JR, Ribe AR, Pedersen HS, Fenger-Grøn M, Christensen J, Benros ME, et al. Long-term risk of dementia among people with traumatic brain injury in Denmark: a population-based observational cohort study. Lancet Psychiatry. 2018;5(5):424-31. https://doi.org/10.1016/S2215-0366(18)30065-8
45. McKee AC, Cairns NJ, Dickson DW, Folkerth RD, Keene CD, Litvan I, et al. The first NINDS/NIBIB consensus meeting to define neuropathological criteria for the diagnosis of chronic traumatic encephalopathy. Acta Neuropathol. 2016;131(1):75-86. https://doi.org/10.1007/s00401-015-1515-z