TRABAJO ORIGINAL

SEGUNDOS QUE CUENTAN, ESCALAS QUE SALVAN. VALIDACIÓN DE LA ESCALA SPIN PARA MANEJO DEL TRAUMA DE CRÁNEO POR PROYECTIL

SECONDS THAT COUNT, SCALES THAT SAVE. VALIDATION OF THE SPIN SCALE FOR THE MANAGEMENT OF CRANIAL TRAUMA CAUSED BY PROJECTILES

Autores: Paula Andrea Villecco[1], M. Eugenia Blessio[2], Perla Blanca Pahnke[3]

RESUMEN

El traumatismo craneoencefálico penetrante (pTBI) por arma de fuego constituye una de las formas más graves de lesión neurológica, caracterizada por una alta complejidad, elevada letalidad y frecuente asociación con secuelas permanentes. A nivel global, representa un importante problema de salud pública, con más de 250.000 muertes anuales. La mortalidad alcanza hasta el 90% en el ámbito prehospitalario, y entre los pacientes que llegan al hospital, aproximadamente la mitad fallece.

A pesar de su gravedad, existe evidencia que sugiere que los pacientes que sobreviven a la fase inicial pueden alcanzar resultados funcionales comparables a los traumatismos cerrados si reciben un manejo adecuado. Sin embargo, persiste un "nihilismo terapéutico" que puede llevar a limitar tratamientos de forma precoz. En este contexto, surge el score SPIN como una herramienta pronóstica validada internacionalmente para estimar la supervivencia en pTBI.

El objetivo principal de este trabajo fue validar la capacidad predictiva del score SPIN en pacientes con pTBI por arma de fuego atendidos en el Hospital de Urgencias de Córdoba entre 2020 y 2025, así como describir sus características epidemiológicas y evaluar posibles mejoras del modelo.

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y analítico que incluyó 37 pacientes. La muestra estuvo compuesta mayoritariamente por hombres (89%), predominando el grupo de 15 a 24 años. La mayoría de los casos correspondió a eventos no autoliticos (60%), aunque las lesiones autolíticas presentaron mayor mortalidad. Los pacientes ingresaron con alta severidad, evidenciada por un ISS promedio de 25 y un Glasgow medio de 7.

El análisis de los predictores mostró que la reactividad pupilar fue la variable más precisa para predecir supervivencia. El trayecto del proyectil y autolíticos también se asociaron con mayor mortalidad. En cuanto al score SPIN, demostró una excelente capacidad discriminativa (AUC 0,869), con correlación directa entre el puntaje y el desenlace: supervivencia del 100% en puntajes altos y mortalidad total en los más bajos.

Un hallazgo relevante fue la optimización del modelo mediante la re-estratificación del componente motor del Glasgow en tres niveles, lo que mejoró su rendimiento (AUC 0,878) y aumentó la sensibilidad sin perder especificidad. Esto permitió identificar mejor a los pacientes con pronóstico intermedio, considerados una "zona gris" donde las decisiones terapéuticas son determinantes.

En cuanto al tratamiento, los pacientes intervenidos quirúrgicamente presentaron menor mortalidad (40%) en comparación con aquellos sin cirugía (64,7%). La mortalidad global fue del 54%, y entre los supervivientes, más de la mitad logró una recuperación funcional aceptable.

En conclusión, el score SPIN demostró ser una herramienta válida y útil para la estratificación pronóstica en pTBI en este contexto. Su implementación podría mejorar la toma de decisiones clínicas y optimizar recursos.

Palabras clave: traumatismo, cráneo, escala Spin, validación.

SUMMARY

Penetrating traumatic brain injury (pTBI) caused by firearms is one of the most severe forms of neurological injury, characterized by high complexity, elevated lethality, and a frequent association with permanent sequelae. Globally, it represents a major public health problem, with more than 250,000 deaths annually. Mortality reaches up to 90% in the prehospital setting, and among patients who arrive at the hospital, approximately half die.

Despite its severity, there is evidence suggesting that patients who survive the initial phase may achieve functional outcomes comparable to those of closed head injuries if they receive appropriate management. However, a degree of "therapeutic nihilism" persists, which may lead to premature limitation of treatment. In this context, the SPIN score emerges as an internationally validated prognostic tool for estimating survival in pTBI.

1. Residente de Medicina de Emergencias, Depto. De Clínica Médica. Área de Emergencias. Hospital Municipal de Urgencias. Córdoba, Argentina
2. Médica especialista en Medicina de Emergencias, Depto. De Clínica Médica. Área de Emergencias. Hospital Municipal de Urgencias
3. Jefa de Depto. Clínica Médica. Área de Emergencias. Hospital Municipal de Urgencias. Córdoba. Argentina.

Hospital Municipal de Urgencias, Córdoba, Argentina. Depto. de Clínica Médica. Área de Emergencias
Hospital Municipal de Urgencias, Córdoba, Argentina. Catamarca 441. C.P.5000. Argentina
Te: (0351-4276200) - perlapahnke@gmasil.com

The primary objective of this study was to validate the predictive capacity of the SPIN score in patients with firearm-related pTBI treated at the Hospital de Urgencias de Córdoba between 2020 and 2025, as well as to describe their epidemiological characteristics and evaluate potential improvements to the model.
An observational, retrospective, and analytical study was conducted, including 37 patients. The sample consisted predominantly of males (89%), with the 15–24 age group being the most represented. Most cases were related to unintentional events (60%), although self-inflicted injuries showed higher mortality. Patients were admitted with high severity, reflected by a mean Injury Severity Score (ISS) of 25 and an average Glasgow Coma Scale score of 7.
Analysis of predictors showed that pupillary reactivity was the most accurate variable for predicting survival. Projectile trajectory and intent were also associated with higher mortality. Regarding the SPIN score, it demonstrated excellent discriminative ability (AUC 0.869), with a direct correlation between score and outcome: 100% survival in high scores and complete mortality in the lowest scores.
A relevant finding was the optimization of the model through re-stratification of the Glasgow motor component into three levels, which improved its performance (AUC 0.878) and increased sensitivity without loss of specificity. This allowed for better identification of patients with intermediate prognosis, considered a “gray zone” where therapeutic decisions are critical.
Regarding treatment, surgically treated patients had lower mortality (40%) compared to those who did not undergo surgery (64.7%). Overall mortality was 54%, and among survivors, more than half achieved an acceptable functional recovery.
In conclusion, the SPIN score proved to be a valid and useful tool for prognostic stratification in pTBI in this context. Its implementation could improve clinical decision-making and optimize resource allocation.
Keywords: trauma, skull, Spin scale, validation.

Introducción

El traumatismo craneoencefálico penetrante (pTBI) se define como una lesión craneal en la que un cuerpo extraño atraviesa el cráneo, la duramadre y el parénquima cerebral, distinguiéndose de otras lesiones por su extrema gravedad, complejidad técnica y carácter de emergencia médica (1). Existen múltiples clasificaciones para las pTBI: según la trayectoria del objeto, se dividen en lesiones penetrantes (el objeto permanece en el cráneo), perforantes (atraviesa completamente la cavidad) y tangenciales (el impacto superficial impulsa fragmentos óseos al interior del cerebro) (2). Según la causa, se clasifican en heridas por arma de fuego (HAF), objetos punzocortantes o lesiones secundarias por fragmentos óseos. El presente trabajo abordará exclusivamente las lesiones producidas por armas de fuego.
Estas lesiones constituyen un grave problema de salud pública global debido al aumento de la violencia armada en regiones históricamente estables y a su elevada tasa de letalidad y secuelas (3). A nivel mundial, se estima que ocurren más de 250,000 muertes anuales por armas de fuego fuera de contextos de guerra (4). En este tipo de trauma, la letalidad alcanza el 90% en el ámbito prehospitalario, y de quienes sobreviven al traslado, aproximadamente el 50% fallece en el departamento de emergencias (5). En cuanto a los autoliticos, los suicidios son la causa predominante en países de altos ingresos con una letalidad del 94%, mientras que los homicidios, aunque menos letales (25-50%), aportan el mayor volumen de heridos en centros de trauma urbanos (6).
En Argentina, no existe un registro centralizado exclusivo de HAF en cráneo, pero estudios locales estiman que representan el 12% de la totalidad de los TEC, afectando en un 90-95% a varones de entre 20 y 35 años (7). La mayoría de los ingresos hospitalarios corresponden a violencia urbana, y los intentos de suicidio tienen una incidencia menor en las salas de emergencia debido a su altísima mortalidad prehospitalaria. Según datos aportados por el Congreso Argentino de Neurocirugía, la mortalidad hospitalaria oscila entre el 20% y 35%, mientras que el 80% de los supervivientes presenta secuelas neurológicas irreversibles, y entre el 10-15% se ven afectados por complicaciones infecciosas del SNC durante la internación (8).
A nivel nacional, Córdoba se posiciona como la tercera provincia con mayor reporte de incidentes por arma de fuego, precedida por Buenos Aires y Santa Fe (9). El Hospital de Urgencias de Córdoba destaca como uno de los centros con mayor casuística del interior del país. Durante 2025, la provincia registró 682 heridos por HAF de los cuales el 92% de los heridos fueron varones de entre 15 a 29 años. El 70% de los incidentes se produjo en contexto de violencia urbana, destacando conflictos territoriales o familiares por sobre los asaltos (10).
A pesar de esta letalidad, la evidencia señala que si se excluye a los pacientes que fallecen antes de recibir atención, los supervivientes con gravedad neurológica comparable al traumatismo de craneo cerrado pueden alcanzar resultados funcionales similares (11). No obstante, persiste un “nihilismo terapéutico” considerando las heridas por arma de fuego como fatalidades inevitables, que puede llevar a la retirada prematura de soportes vitales antes de las 72 horas recomendadas para poder arribar a un pronóstico adecuado (12).
Para combatir esta perspectiva, se desarrolló la puntuación SPIN (Surviving Penetrating Injury to the Brain), validada en centros de alta complejidad de EE. UU. y Europa como el primer modelo multivariable para predecir la supervivencia en pTBI civil (13). Este modelo integra variables como la respuesta motora (mGCS), reactividad pupilar, coagulopatía (RIN), sexo, autolitico, trayectoria del proyectil y gravedad global (ISS). De ellos, los primeros tres fueron mejores predictores que la trayectoria del proyectil en la tomografía para determinar la supervivencia a corto plazo. Finalmente, los estudios de validación

demostraron que una puntuación > 35 alcanza una precisión predictiva de supervivencia del 98%, mientras que ningún paciente con un puntaje menor a 16 logró sobrevivir (14).
La importancia de realizar este estudio radica en la necesidad de validar herramientas de alta capacidad discriminativa, como el score SPIN (AUROC 0.962) (13), que permitan fundamentar las decisiones en el tratamiento médico y quirúrgico oportuno de forma objetiva, representando un avance significativo para la medicina de trauma regional. Documentar rigurosamente los parámetros clínicos, tomográficos e intervenciones permitirá establecer una base científica sólida, optimizar recursos limitados y proporcionar una guía precisa que garantice a cada paciente una oportunidad terapéutica basada en datos validados a fin de optimizar la supervivencia y recuperación de los mismos, minimizando las secuelas.

Objetivos

Primario

- Validar la capacidad predictiva del score SPIN para la supervivencia intrahospitalaria en pacientes con traumatismo craneoencefálico penetrante por arma de fuego, ingresados en el Shockroom del Hospital Municipal de Urgencias de Córdoba durante el periodo 2020-2025 a fin de proponer su implementación como herramienta protocolizada de triaje y pronóstico inicial.

Secundarios:

- Describir el perfil epidemiológico de los pacientes con heridas de arma de fuego en cráneo, analizando variables de sexo, rango etario predominante e intencionalidad del trauma.
- Categorizar los hallazgos anatómicos mediante tomografía computada (TC), analizando la trayectoria del proyectil y su relación con la mortalidad
- Determinar la precisión diagnóstica del score SPIN mediante el cálculo del área bajo la curva ROC (AUROC) y la identificación de puntos de corte de supervivencia en la muestra local.
- Identificar posibles optimizaciones del modelo original del score de SPIN para incrementar su sensibilidad en la muestra local.
- Evaluar la relación entre los predictores individuales del score y los resultados de supervivencia al egreso hospitalario.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, analítico y retrospectivo de corte transversal, que incluyó a la totalidad de los pacientes ingresados al Shock Room del Hospital Municipal de Urgencias de la ciudad de Córdoba, con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico penetrante, en el periodo comprendido entre los años 2020 y 2025.

Criterios de inclusión:

- Pacientes de ambos sexos, mayores de 14 años
- Ingreso al Shock Room con diagnóstico confirmado de traumatismo craneoencefálico penetrante (pTBI) por proyectil de arma de fuego.
- Disponibilidad de Tomografía Computada (TC) de cráneo inicial para determinar la trayectoria.
- Disponibilidad de laboratorio inicial para determinar RIN al ingreso
- Registro en historia clínica de las variables basales al ingreso: GCS, reactividad pupilar, ISS y autolitico

Criterios de exclusión

- Pacientes óbitos al ingreso hospitalario.
- Pacientes que ingresaron vivos pero fallecieron antes de completar la evaluación diagnóstica inicial, impidiendo la obtención de Tomografía Computada (TC) de cráneo o los valores de laboratorio (RIN)
- Pacientes que ingresaron derivados desde otras instituciones donde ya hubieran recibido atención inicial avanzada
- Heridas penetrantes por objetos diferentes a proyectiles de arma de fuego
- Historias clínicas con omisión de al menos una de las variables requeridas para el cálculo del score SPINE

Variables analizadas:
Sexo, edad, rango etario, autolitico, ISS, RIN, GCS, hallazgos tomográficos, toxicológico positivo (alcohol, marihuana y/o cocaina), cirugía al ingreso, colocación de captor de PIC, administración de Acido Tranexamico, dias de internacion, secuelas al alta, supervivencia.

Métodos de la recolección de información:
La recolección de datos se llevó a cabo mediante la revisión sistemática de historias clínicas, utilizando como fuentes primarias los registros médicos de ingreso, los informes de laboratorio y las planillas de enfermería del servicio de emergencias.
La evaluación imagenológica se realizó mediante la visualización y el análisis de las Tomografías Computadas (TC) de cráneo sin contraste obtenidas al ingreso hospitalario.

Procedimiento de categorización de datos:
Para la estratificación de los pacientes y la predicción de supervivencia, se utilizó el Score SPIN (Survival After Penetrating Brain Injury). Este sistema asigna puntajes basados en variables clínicas (GCS motor, reactividad pupilar), demográficas (sexo, autolitico) y paraclínicas (ISS, RIN y hallazgos en TC), con un rango total de 0 a 52 puntos. (Tabla 1)

Para la evaluación Imagenológica se analizó la trayectoria del proyectil: transfixiante o no transfixiante

Procesamiento y Análisis Estadístico:
Los datos recolectados se clasificaron inicialmente en una matriz de datos digital (Microsoft Excel), donde se codificaron las variables cualitativas y se registraron los valores cuantitativos de cada paciente. Para la caracterización epidemiológica de la muestra, se utilizaron medidas de tendencia central, frecuencias absolutas y porcentajes. La visualización de estos resultados se realizó mediante gráficos. El análisis de la capacidad predictiva se llevó a cabo mediante la construcción de una curva ROC (Receiver Operating Characteristic). Se calculó el Área Bajo la Curva (AUROC) para determinar la exactitud global del score en la discriminación entre supervivencia y mortalidad intrahospitalaria.

Tabla 1: Procedimiento de categorización de datos.

Componente	Hallazgo / Categoría	Puntos
GCS motor	6 puntos (Obedece órdenes)	9
	1 - 5 puntos (No obedece / Posturas / Ninguna)	0
* GCS motor re-estructurado	6 puntos (Obedece órdenes)	9
	4 - 5 puntos (al dolor retira / localiza)	5
	1 - 2 - 3 puntos (No obedece / Extensión / Flexión)	3
Reactividad pupilar	Iguales y reactivas bilateralmente	9
	Ruptura de globo ocular / No visualizable	6
	Desiguales (Anisocoria)	4
	No reactivas bilateralmente	0
Intencionalidad	Autoinfligida	4
	No autoinfligida	0
Lesión transfixiante (TC)	No (Unihemisférica)	4
	Sí (Bihemisférica)	0
Sexo	Femenino	4
	Masculino	0
Injury Severity Score (ISS)	≤ 24	10
	25 - 40	5
	51 - 55	1
	≥ 56	0
RIN	≤ 1.3	12
	1.4 - 2.0	6
	≥ 2.1	0
Puntaje	Rango total SPIN	0-52
* GCS motor re-estructurado: se utilizó en lugar de el GCS motor propuesto por SPINE, para optimizar resultados		

*Puntos de Corte: A través de la curva ROC, se identificaron los puntos de corte óptimos de sensibilidad y especificidad adaptados a la casuística local, permitiendo validar los umbrales internacionales de supervivencia (35 puntos) y futilidad (16 puntos) en la población de Córdoba

Resultados

Este estudio incluyó inicialmente un total de 42 pacientes, de los cuales se excluyeron 5, ya que no cumplían con los criterios de inclusión requeridos, conformándose una muestra final 37 pacientes (n=37). El 89% (n=33) fueron masculinos con una media de edad de 33 años, destacándose el grupo de 15 a 24 años (41%; n=15) como el más afectado (Figura 1). El 60% (n=22) de los eventos fueron de origen no autolítico, mientras que el 40% (n=15) corresponden a causas autolíticas.

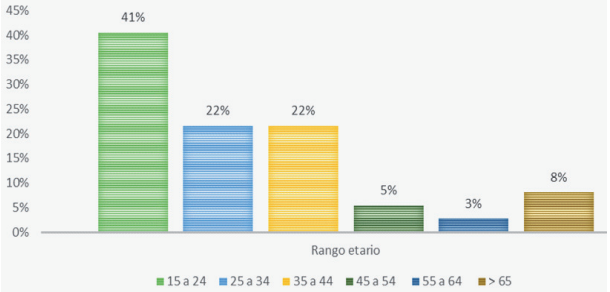


Figura 1. rango etario

La muestra analizada presentó una elevada severidad traumática inicial, con un Injury Severity Score (ISS) medio de 25 puntos, predominando cuadros severos (ISS 25-49) en el 92% de los casos (Figura 2). El puntaje medio en la escala de coma de Glasgow (GCS) fue de 7 (componente motor medio de 3,6), destacándose que más de la mitad de la muestra 59%; (n=22) ingresó con un traumatismo craneoencefálico grave (Figura 3)

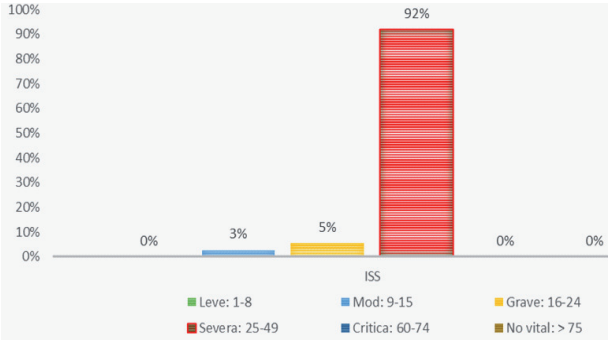


Figura 2: distribución según ISS.

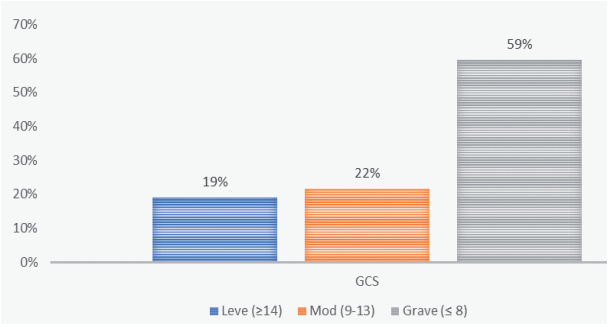


Figura 3: distribución según GCS.

El perfil hemodinámico y metabólico de la muestra se analizó de forma integrada según el Grado de Hemorragia (GH), clasificando a los pacientes en categorías (I-IV) de acuerdo con los resultados del Índice de Shock (IS), Ácido Láctico y Exceso de Base (EB) al ingreso. La media del IS fue de 0,79, predominando el GH II en el 46% (n=17) de los casos. En cuanto al perfil metabólico, los promedios de Ácido Láctico y EB fueron de 2,62 mmol/L y -4,6 respectivamente; en estos parámetros predominó el GH I para el lactato (51,4%) y el GH II para el exceso de

bases (43,2%) (Figura 4). El RIN medio fue de 1,8, aunque el 54% (n=20) ingresó con valores normales (Figura 5). Asimismo, el screening toxicológico fue positivo en el 76% de los casos (Figura 6).

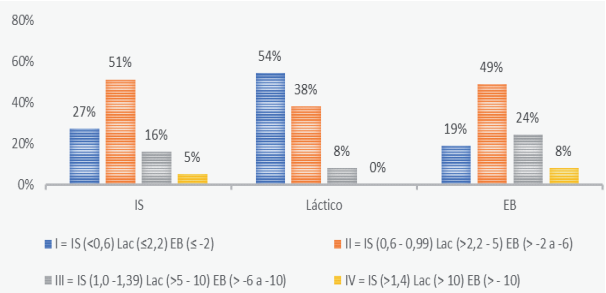


Figura 4: distribución según grado de hemorragia.

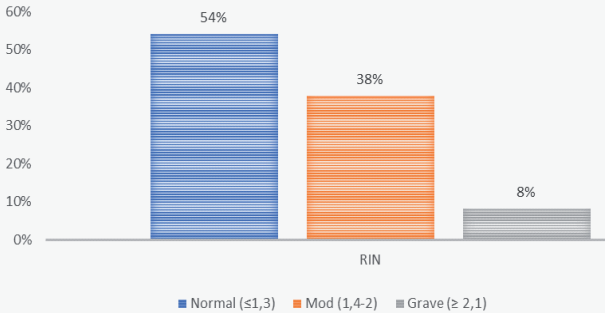


Figura 5: distribución según RIN.

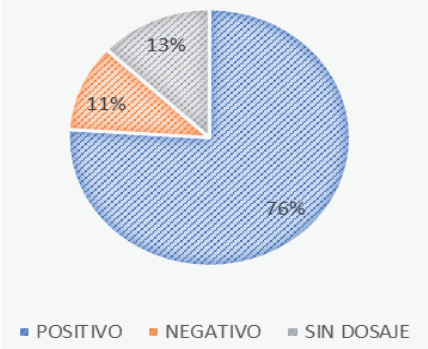


Figura 6: distribución según screening toxicológico.

Para el cálculo del score, se integraron los siete parámetros pronósticos. La respuesta pupilar evidenció alteraciones en el 54,1% (n=20) de los ingresos, siendo la anisocoria el hallazgo más frecuente (29,7%; n=11) (Figura 7).

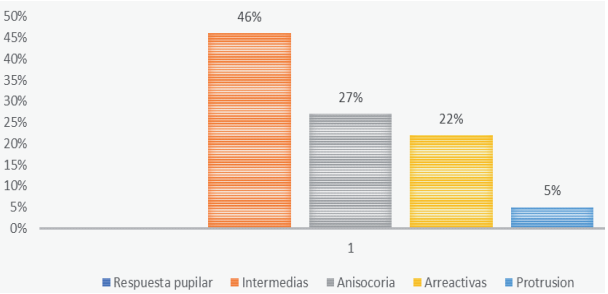


Figura 7: distribución según reactividad pupilar.

El trayecto del proyectil fue mayoritariamente transfixiante (73%; n=27). El GCS motor mostró una distribución bimodal: un 32,4% (n=12) ingresó con respuesta conservada (M6) y otro 32,4% (n=12) con compromiso máximo (M1) (Figura 8).

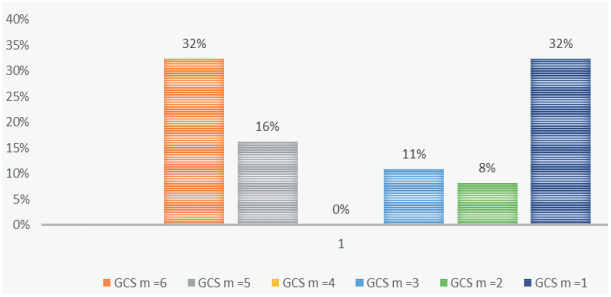


Figura 8: distribución según GCS motor.

Al analizar la capacidad predictiva individual de los componentes, se observó que la respuesta pupilar fue el parámetro clínico más sólido (AUC 0,880) (Figura 9).

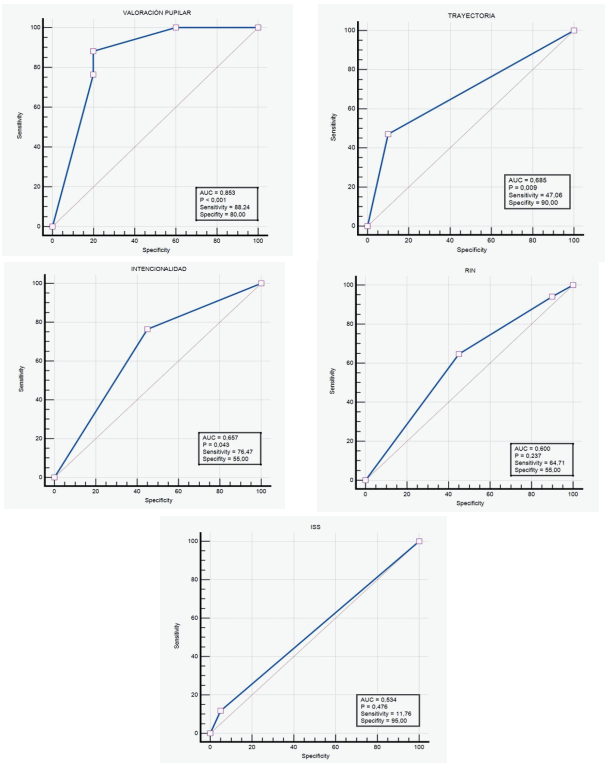


Figura 9.

Respecto al GCS motor, su categorización Spine dicotómica (0 o 9 puntos) mostró una capacidad discriminativa moderada (AUC 0,779); sin embargo, al evaluar el GCS motor original (escala 1 a 6), la precisión aumentó a un AUC de 0,830 (p<0,001), identificando un punto de corte óptimo de >3 puntos para la supervivencia. A partir de este hallazgo, se re-estratifico esta variable en 3 niveles (0-5-9), lo que permitió alcanzar una AUC de 0,819 incrementando la capacidad discriminativa del modelo. (Figura 10)

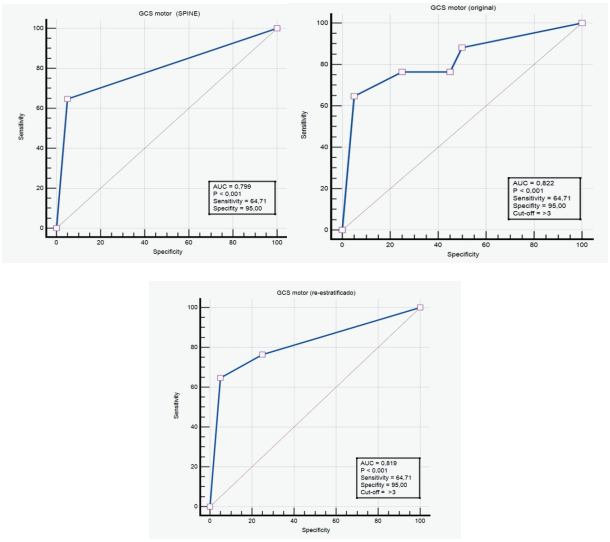


Figura 10

Las variables de trayecto del proyectil e intencionalidad del evento mostraron una capacidad discriminativa individual moderada (AUC 0,670 y 0,678 respectivamente). No obstante, el análisis de frecuencias reveló una asociación crítica con la mortalidad, la cual se elevó al 86,7% en los eventos autolíticos y al 66,7% en las trayectorias transfixiantes. Finalmente, variables como el ISS (AUC 0,529) y el RIN (AUC 0,624) mostraron una baja correlación con el desenlace final en esta muestra. (Figura 9)
El puntaje final SPINE permitió categorizar en 4 grupos a los 37 pacientes según su probabilidad de supervivencia al ingreso. La muestra presento una distribucion con predominio de la probabilidad Intermedia (21-34 puntos), representando al 40,5% (n=15) , seguida por la de probabilidad alta en un 29,7% (n=11) (Figura 11).

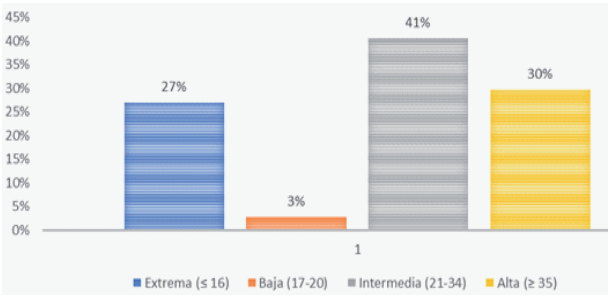


Figura 11

Al contrastar la estratificación con el desenlace final, se observó una correlación directa y precisa. En la categoría de Supervivencia alta, la precisión fue absoluta: el 100% (n=11) de los pacientes sobrevivió. Inversamente, en el grupo de supervivencia extrema, se registró una tasa de mortalidad del 100% (n=10). La categoría Intermedia mostró la mayor heterogeneidad pronóstica, con una mortalidad del 60% (n=9) frente a un 40% (n=6) de sobrevivientes (Figura 12).

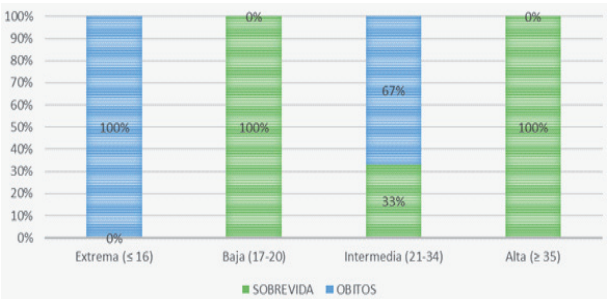


Figura 12

La validación del modelo original mediante el análisis de la curva ROC arrojó un Área Bajo la Curva (AUC) de 0,869, demostrando una excelente capacidad discriminativa con un punto de corte óptimo de >30 puntos para supervivencia (Sensibilidad: 70,59%; Especificidad: 100%).
Como hallazgo principal de este estudio, se procedió a una optimización del modelo ajustando el peso del componente del GCS motor. Al re-estratificar la respuesta M4-M5 con un valor ponderado de 5 puntos (reflejando la supervivencia del 50% observada en este grupo) el rendimiento de la escala se incrementó a un AUC de 0,878. Este ajuste permitió elevar la sensibilidad al 76,47% (identificando mayor número de sobrevivientes reales) manteniendo una especificidad alta del 90%, y el mismo punto de corte (Figura 13).

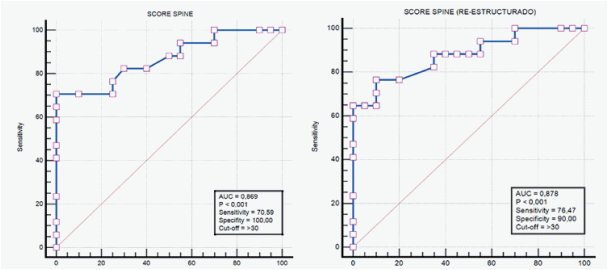


Figura 13

En relación con la conducta terapéutica, el 54,1% (n=20) de la muestra fue sometido a intervención quirúrgica. Dentro de este subgrupo, el procedimiento predominante fue la toilette quirúrgica (n=14), mientras que en el 30% (n=6) de los casos se requirió una craniectomía descompresiva.
Al evaluar la mortalidad según la conducta adoptada, se observó que en el grupo quirúrgico (n=20) la tasa de óbito fue del 40% (n=8). Por el contrario, en el grupo que no recibió tratamiento quirúrgico (n=17), la mortalidad fue significativamente superior alcanzando el 64,7% (n=11)
La mortalidad global de la serie fue del 54% (n=20). Respecto a la morbilidad de los 17 supervivientes, el 41,2% (n=7) presentó secuelas neurológicas permanentes al momento del seguimiento, mientras que el 58,8% (n=10) restante mantuvo una recuperación funcional sin déficit severo aparente.

Discusión

La caracterización demográfica de nuestra muestra, con un 89% de predominio masculino y una media de edad de 33 años, presenta una concordancia absoluta con la epidemiología global del trauma craneoencefálico por proyectil de arma de fuego reportada por el Global Burden of Disease (3) y el Small Arms Survey (4). El hecho de que el grupo de 15 a 24 años sea el más afectado (41%) coincide con los reportes locales del Ministerio de Seguridad de la Nación (7) y de la provincia de Córdoba (9), donde la violencia urbana y el uso de armas de fuego impactan desproporcionadamente en adultos jóvenes. Asimismo, la alta tasa de causas autolíticas (40%) es un hallazgo crítico que se alinea con las estadísticas internacionales sobre mortalidad por armas (6).

En términos de severidad, la muestra presentó una carga traumática extrema, con un ISS medio de 25 y un GCS medio de 7. Estos valores son consistentes con la descripción de la American Association of Neurological Surgeons (1) sobre la naturaleza devastadora de las lesiones penetrantes. Es destacable que el 59% de los pacientes ingresan con un TCE grave, lo cual resalta la particular agresividad de los eventos analizados en nuestro centro y subraya la necesidad de contar con herramientas de triaje clínico-radiológicas precisas, como la escala SPIN, para el manejo de cuadros de tal complejidad.

El perfil metabólico al ingreso, analizado a través del ácido láctico, el exceso de bases y el índice de shock, reveló una predominancia de Grado de Hemorragia I y II, lo que demuestra que el traumatismo craneoencefálico por proyectil, de forma aislada, no suele ser la causa de un shock hemorrágico. Lamentablemente, en la práctica clínica se tiende a atribuir erróneamente cuadros de inestabilidad hemodinámica grave exclusivamente a la injuria cerebral. No obstante, en concordancia con los protocolos de la American Association of Neurological Surgeons (1) la presencia de un shock grado III o IV en estos pacientes debe obligar al equipo quirúrgico a una búsqueda activa de focos hemorrágicos extracraneales.

Si bien autores como Aarabi y cols. (2) describen que proyectiles de alta energía o la afectación directa de grandes senos venosos podrían generar inestabilidad masiva, en el contexto de la violencia urbana convencional, la hipotensión deberia interpretarse inicialmente como un signo de lesión asociada.

Al desglosar los componentes individuales de la escala, la respuesta pupilar se consolidó en nuestra serie como el parámetro clínico con mayor capacidad predictiva (AUC 0,880). Este hallazgo presenta una concordancia significativa con el estudio original de Bodien y Muehlschlegel (13), donde la reactividad pupilar al ingreso actúa como el indicador más fiel de la reserva neurológica del paciente. Por otro lado, la variable del trayecto del proyectil mostró una asociación crítica con el desenlace; la alta prevalencia de trayectorias transfixiantes (73%) y su vinculación con una mortalidad del 66,7% refuerza la validez de incluir variables radiológicas en los modelos de pronóstico. A diferencia de escalas clásicas, como la de Grahm et al. o criterios históricos de neurocirugía que se basaban casi exclusivamente en el GCS, la integración de la trayectoria en el modelo SPIN permite capturar la severidad anatómica de la lesión, mejorando la precisión en escenarios de violencia urbana.

Un aporte fundamental de nuestro estudio es la optimización de la variable GCS motor. Mientras que el modelo original de Bodien y Muehlschlegel utiliza una categorización dicotómica (0 o 9 puntos), nuestra propuesta de re-estratificación en tres niveles (0-5-9 puntos) permitió elevar el AUC a 0,819 individualmente y a 0,878 en el modelo global. Este hallazgo sugiere que la respuesta motora intermedia (M4-M5) posee una carga pronóstica que debe ser evaluada con mayor precisión, ya que en este subgrupo específico se observó una supervivencia del 50%. Al ajustar este puntaje, el rendimiento de la escala superó la capacidad discriminativa reportada en la validación multi-institucional de Savage et al., incrementando la sensibilidad del modelo al 76,47% sin sacrificar la especificidad.

Al contrastar la estratificación del puntaje final SPINE con el desenlace clínico, se observó una correlación directa que valida la consistencia del modelo propuesto originalmente por Bodien y cols. (13). En los extremos de la escala, la precisión de nuestra serie fue absoluta: la totalidad de los pacientes en la categoría Alta (>=35 puntos) sobrevivió, replicando los altos índices de supervivencia reportados en la cohorte de derivación original. De igual manera, en el grupo de supervivencia Extrema (<=16 puntos) se registró una mortalidad total, hallazgo que guarda una estrecha simetría con el estudio base, donde este puntaje se consolidó como el predictor más contundente de óbito precoz.

En cuanto a los grupos de riesgo moderado, la categoría Baja (17-20 puntos) presentó una supervivencia plena en nuestra muestra. Por el contrario, la categoría Intermedia (21-34 puntos), que representó el 40,5% de los casos, mostró la mayor heterogeneidad pronóstica con una tasa de óbitos del 67% (Figura 11). Este fenómeno de variabilidad en los puntajes medios es una constante descrita por Bodien y Muehlschlegel (13), quienes identificaron esta “zona gris” como el área donde el juicio clínico y la agresividad terapéutica son determinantes para inclinar la balanza hacia la supervivencia.

Estadísticamente, nuestra validación alcanzó un Área Bajo la Curva (AUC) de 0,869 para el modelo original, un valor que demuestra una fiabilidad equiparable al AUC de 0,87 reportado en el trabajo original de 2016 (13). No obstante, es imperativo destacar que nuestra re-estratificación del GCS motor permitió optimizar este rendimiento hasta un AUC de 0,878. Este ajuste sugiere que, si bien el modelo primario es altamente eficaz, una calibración en la clasificación de las variables motoras puede refinar aún más la capacidad discriminativa de la escala en poblaciones

con perfiles de trauma similares a la nuestra.
Finalmente, la mortalidad global de nuestra serie fue del 54% (n=20). Al analizar este desenlace según la conducta adoptada, se observó una diferencia crítica: en el subgrupo quirúrgico, la tasa de óbito fue del 40%, mientras que en aquellos que no recibieron tratamiento quirúrgico, la mortalidad ascendió significativamente al 64,7%. El beneficio de la cirugía, coincide con las recomendaciones de Guevara y cols. (5) y el Consenso de la Asociación Argentina de Neurocirugía (8) sobre el manejo agresivo en pacientes seleccionados. Además, el hecho de que el 58,8% de los supervivientes mantuviera una recuperación funcional sin déficit severo aparente desafía el fatalismo pronóstico que tradicionalmente ha condicionado el manejo del trauma penetrante de cráneo. Estos datos demuestran que una evaluación precisa mediante el score SPINE permite que esas "escalas que salvan" se traduzcan en decisiones neuroquirúrgicas oportunas y un abordaje clínico especializado, centrado en el neuromonitoreo y el estricto mantenimiento de las "7 N" (8,15), estrategias que en conjunto no solo generan supervivencia, sino que preservan la calidad de la misma.
Un aspecto relevante es la alta proporción de pacientes con presencia de tóxicos (76%), lo cual podría influir tanto en el mecanismo del trauma como en la evolución clínica, especialmente en los casos de etiología autolítica. Este porcentaje resulta considerable y destaca la importancia de considerar factores psicosociales en el abordaje integral del paciente traumatizado.
No obstante, es necesario reconocer las limitaciones del trabajo. La principal reside en el reducido tamaño de la muestra (n=37) y el carácter unicéntrico del estudio, lo que obliga a interpretar los resultados como una tendencia institucional que requiere validación en cohortes más amplias y multicéntricas. Además, el seguimiento limitado al egreso hospitalario impide generalizar la recuperación funcional a largo plazo, sugiriendo la necesidad de futuros estudios prospectivos que evalúen la morbilidad a los 6 y 12 meses.
La mortalidad global de la serie fue del 54% (n=20). En cuanto a la evolución de los pacientes supervivientes (n=17), la valoración funcional mediante la Glasgow Outcome Scale Extended (GOSE) evidenció una distribución heterogénea de los desenlaces clínicos al seguimiento.
La categoría GOSE 8, correspondiente a recuperación funcional favorable, fue la más frecuentemente observada, representando el 58,8% de los supervivientes (n=10). Por otra parte, el 41,2% restante (n=7) presentó distintos grados de discapacidad neurológica residual. Dentro de este subgrupo, 3 pacientes (17,6%) se clasificaron en GOSE 7, compatible con discapacidad leve; 2 pacientes (11,8%) alcanzaron un GOSE 5, asociado a discapacidad moderada; y 2 pacientes (11,8%) permanecieron en GOSE 3, reflejando discapacidad grave y dependencia funcional significativa.

Conclusión

El presente estudio permitió validar con éxito la capacidad predictiva del score SPIN en el entorno de cuidados críticos del Hospital Municipal de Urgencias de Córdoba. Su implementación protocolizada en el Shock Room permitiría estandarizar el triaje inicial, transformando la incertidumbre del ingreso en una estratificación pronóstica basada en evidencia científica. La validación alcanzó un desempeño estadístico equiparable a los estándares internacionales.
El aporte científico más relevante de esta investigación reside en la optimización del modelo original. Mediante la re-estratificación del componente motor de la Escala de Glasgow en tres niveles, se logró incrementar el rendimiento diagnóstico de la escala (AUC 0,878). Este ajuste local permite identificar con mayor sensibilidad a potenciales sobrevivientes en el subgrupo de respuesta motora intermedia, superando la precisión de las validaciones multiinstitucionales previas y ofreciendo una guía más clara para la toma de decisiones neuroquirúrgicas.
La evaluación funcional mediante la Glasgow Outcome Scale Extended (GOSE) evidenció una evolución clínica heterogénea entre los pacientes supervivientes. Si bien predominó la recuperación funcional favorable, con más de la mitad de los pacientes alcanzando categorías compatibles con buena reintegración funcional, una proporción considerable presentó secuelas neurológicas persistentes y distintos grados de discapacidad residual al seguimiento. En este contexto, la utilización de escalas funcionales como GOSE aporta información complementaria de gran valor clínico y pronóstico, permitiendo una evaluación más integral de la evolución de los pacientes supervivientes.
Finalmente, los resultados desafían el nihilismo terapéutico que históricamente ha rodeado a estas lesiones. La supervivencia funcional observada, potenciada por una conducta quirúrgica oportuna y un estricto manejo clínico bajo protocolos de neuroprotección sistémica, demuestra que este tipo de trauma no es una sentencia de fatalidad inevitable y que se debe evitar la suspensión prematura de medidas terapéuticas en pacientes con posibilidades reales de recuperación. En la urgencia neurocrítica, hemos validado que existen "segundos que cuentan", y es la aplicación de esta escala optimizada la que permite que ese tiempo se convierta en una oportunidad real de preservar la vida y su calidad funcional.

Bibliografía

1. *American Association of Neurological Surgeons. (2023). Penetrating Head Injury. https://www.aans.org*
2. *Aarabi, B., Tovar, M. A., & Simard, J. M. (2014). Comparative study of blast-related penetrating head injury. Journal of Neurosurgery, 121(1), 154–162.*
3. *Mohsen Naghavi, Laurie B Marczak, Michael Kutz et al. Global Burden of Disease. (2018). Global mortality associated with firearms,*

1990-2016. JAMA. 2018 Aug 28;320(8):792-814. doi:

10.1001/jama.2018.10060

4. *Small Arms Survey. (2023). Global Violent Deaths Database. https://www.smallarmssurvey.org*
5. *Guevara, M., et al. (2020). Traumatismo craneoencefálico penetrante:*

Revisión de la literatura. Revista Chilena de Neurocirugía, 46, 45–52.

6. *Centers for Disease Control and Prevention. (2023). Fatal Injury Reports, National and Regional, 1999-2023. https://www.cdc.gov*
7. *Ministerio de Seguridad de la Nación. (2024). Estadísticas Criminales de la República Argentina (SNIC). Informe Anual. www.argentina.gob.ar*
8. *Asociación Argentina de Neurocirugía. (2023). Consenso sobre Traumatismo Craneoencefálico Grave. Revista Argentina de Neurocirugía.*
9. *Ministerio de Seguridad de Córdoba. (2025). Reporte de Situación de Violencia Urbana y Uso de Armas de fuego. Gobierno de la Provincia de Córdoba.*
10. *Municipalidad de Córdoba. (2025). Boletín Epidemiológico de la Ciudad de Córdoba: Trauma y Causas Externas. Secretaría de Salud.*
11. *Bodien, Y. G., et al. (2019). Functional outcome in patients with penetrating vs closed head injury. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 100(8), 1432–1439.*
12. *Muehlschlegel, S. (2018). Establishing Prognosis After Severe Traumatic Brain Injury. Continuum (Minneapolis, Minn.), 24(2), 539–563.*
13. *Bodien, Y. G., Giacino, J. T., & Muehlschlegel, S. (2016). The SPIN Score:*

Predicting survival after penetrating brain injury. Journal of Neurotrauma, 33(13), 1245–1252.

14. *Savage, S. A., et al. (2021). Validation of the SPIN score in a multi-institutional study. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 91(2), 264–270.*
15. *Hawryluk, G. W. J., et al. (2022). The MANTLE: A Standardized Approach to the Initial Management of Neurotrauma. Journal of Neurotrauma, 39(13-14), 861–872.*