



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN
CENTRO MÉDICO "LIC. ARTURO MONTIEL ROJAS" DEL ISSEMYM**

**PRONÓSTICO DE MORTALIDAD EN LA EVALUACIÓN INICIAL DE PACIENTES
CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO: EXPERIENCIA DE UNA SOLA
INSTITUCIÓN Y PROPUESTA DE UN MODELO PRONÓSTICO PARA PAÍSES EN
VÍAS DE DESARROLLO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

NEUROCIRUGÍA

PRESENTA

RICARDO SANTIAGO VILLAGRANA SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. PABLO DAVID GUERRERO SUÁREZ

TUTOR DE TESIS

DR. JAIME JESÚS MARTÍNEZ ANDA

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, AGOSTO 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

OFICIO DE ACEPTACIÓN Y LIBERACIÓN DE TESIS



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

ISSEMyM

EDOMEX
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

"2023. Año del Septuagésimo Aniversario del Reconocimiento del Derecho al Voto de las Mujeres en México"

CENTRO MÉDICO ISSEMyM
207C040101020015/JIC/106/2023
Metepec, México 26 de julio 2023

DR. RICARDO SANTIAGO VILLAGRANA SÁNCHEZ
INVESTIGADOR
CENTRO MÉDICO ISSEMYM

Por este medio informo a usted que el protocolo de investigación que tiene por título:
"PRONÓSTICO DE MORTALIDAD EN LA EVALUACIÓN INICIAL DE PACIENTES CON
TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO: EXPERIENCIA DE UNA SOLA INSTITUCIÓN Y
PROPUESTA DE UN MODELO PRONÓSTICO PARA PAÍSES EN VIAS DE DESARROLLO".

Con número de registro 046/23 en la Unidad de Educación e Investigación Médica del Centro
Médico ISSEMyM, ha sido aprobado, por el Comité de Investigación en Salud y Ética en
Investigación de este hospital en la sesión número 253, celebrada el 13 de julio de 2023.

Sin más por el momento, reciba cordiales saludo.

ATENTAMENTE

DR. JORGE MUÑOZ INFANTE
JEFE DE LA UNIDAD DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉDICA
CENTRO MÉDICO ISSEMyM LIC. ARTURO MONTIEL ROJAS, ISSEMYM

c.c.p. expediente

INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL DEL ESTADO DE MÉXICO Y MUNICIPIOS

Av. Miguel Hidalgo pte. núm. 600, col. La Merced, C.P. 50080, Toluca, Estado de México.
Tel.: (01 722) 226 19 00.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos.

Le agradezco muy profundamente a mi maestro el Dr. Pablo David Guerrero Suárez y a mi tutor el Dr. Jaime Jesús Martínez Anda por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Agradecerles a todos mis compañeros los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos, cómplices y hermanos. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas.

Por último agradecer a la universidad que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| PORTADA | 1 |
| OFICIO DE ACEPTACIÓN Y LIBERACIÓN DE TESIS | 2 |
| AGRADECIMIENTOS | 3 |
| ÍNDICE | 4 |
| ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| ÍNDICE DE GRÁFICAS | 7 |
| 1. RESUMEN | 8 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 10 |
| 2.1. Introducción | 10 |
| 2.2. Abordaje del paciente con TCE | 12 |
| 2.3. Intervenciones médicas para TCE | 13 |
| 2.3.1. Elevación de la cabeza | 13 |
| 2.3.2. Hiperventilación..... | 14 |
| 2.3.3. Profilaxis de convulsiones..... | 14 |
| 2.3.4. Terapia hiperosmolar | 14 |
| 2.3.5. Estado comatoso inducido médicamente | 15 |
| 2.3.6. Enfriamiento terapéutico | 16 |
| 2.3.7. Monitoreo de PIC..... | 16 |
| 2.4. Intervención quirúrgica | 17 |
| 2.4.1. Craneotomía, Evacuación de Hematoma Extraaxial..... | 17 |
| 2.5. Funcionalidad | 21 |
| 2.6. Desenlace clínico | 25 |
| 2.7. Antecedentes epidemiológicos | 26 |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 29 |
| 4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 31 |
| 5. JUSTIFICACIÓN | 32 |
| 6. OBJETIVOS | 34 |
| 6.1. Objetivo general | 34 |
| 6.2. Objetivos específicos | 34 |
| 7. HIPÓTESIS | 35 |
| 8. MATERIALES Y MÉTODOS | 36 |
| 8.1. Tipo y diseño general de investigación | 36 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 8.2. | Población estudiada, lugar y tiempo..... | 36 |
| 8.3. | Tipo de muestreo y tamaño de la muestra | 37 |
| 8.4. | Criterios de selección..... | 38 |
| 8.4.1. | Criterios de inclusión | 38 |
| 8.4.2. | Criterios de exclusión..... | 38 |
| 8.4.3. | Criterios de eliminación | 39 |
| 8.5. | Definición operacional de las variables de estudio..... | 39 |
| 8.6. | Procedimiento de análisis | 42 |
| 8.7. | Plan de análisis estadístico..... | 43 |
| 9. | <i>RESULTADOS</i>..... | 45 |
| 9.1. | Modelo Score Predictor de Mortalidad Propuesto | 50 |
| 10. | <i>DISCUSIÓN</i>..... | 52 |
| 10.1. | Limitaciones del estudio..... | 55 |
| 11. | <i>CONCLUSIONES</i>..... | 56 |
| 12. | <i>REFERENCIAS</i>..... | 57 |

ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

| <i>Siglas</i> | <i>Descripción</i> |
|---------------|---|
| CDC | Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades |
| TCE | Traumatismo Craneoencefálico |
| FSC | Flujo Sanguíneo Cerebral |
| PIC | Presión Intracraneal |
| LCR | Líquido Cefalorraquídeo |
| AUC | Área bajo la curva |
| TC | Tomografía Computarizada |
| EMA | Expediente Médico Avanzado |
| GCS | Escala de Coma de Glasgow |
| UCI | Unidad de Cuidados Intensivos |
| INR | International Normalized Ratio |
| OR | Odds Ratio |
| ROC | Curva operacional receptora |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |

ÍNDICE DE TABLAS

| <i>Tabla</i> | <i>Descripción</i> | <i>Página</i> |
|----------------|--|---------------|
| Tabla 1 | Análisis de los factores demográficos, clínicos y radiológicos relacionados con la mortalidad en pacientes con Traumatismo Encéfalo Craneano en el hospital ISSEMYM. | 47-48 |
| Tabla 2 | Estructura del SCORE en base a porcentaje entre fallecidos y sobrevivientes | 51 |
| Tabla 3 | Puntuación de mortalidad | 51 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| <i>Gráfica</i> | <i>Descripción</i> | <i>Página</i> |
|------------------|---|---------------|
| Gráfica 1 | Curva ROC para modelo pronostico propuesto (GROM Score) | 49 |

1. RESUMEN

“PRONÓSTICO DE MORTALIDAD EN LA EVALUACIÓN INICIAL DE PACIENTES CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO: EXPERIENCIA DE UNA SOLA INSTITUCIÓN Y PROPUESTA DE UN MODELO DE PRONÓSTICO PARA PAÍSES EN VIAS DE DESARROLLO”

Introducción. El traumatismo craneoencefálico (TCE) es una de las principales causas de muerte y discapacidad a nivel mundial. Se define como el daño que sufre el cráneo y su contenido como consecuencia de fuerzas externas. La lesión puede ser ocasionada de manera directa o indirecta y puede existir pérdida o no de la continuidad estructural, lo que conduce a un deterioro de las funciones cognitivas y físicas. En México, el TCE es la tercera causa de muerte, (antes por los problemas cardiovasculares y el cáncer) que corresponde a muertes violentas y accidentes, con 35 567 defunciones, con mortalidad de 38.8 por 100 mil habitantes).

El TCE afecta a la población económicamente activa, esto representa un impacto importante en la economía nacional por los gastos de hospitalización, tratamiento y rehabilitación, por lo cual es considerado un problema de salud pública.

Establecer un pronóstico fiable poco después de la lesión es notoriamente difícil, así como la tasa de mortalidad que se tiene en cuestión institucional, pero es importante el denotar que características al ingreso del paciente determinan un mal pronóstico y alta tasa de mortalidad.

Objetivo. Predecir la mortalidad de pacientes con TCE después de su evaluación inicial para determinar el enfoque terapéutico a seguir mediante un modelo de puntuación predictor de mortalidad desarrollado en el Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas.

Material y métodos. Se efectuará un estudio analítico, observacional, retrospectivo y transversal, donde se recaba información del expediente clínico de los pacientes con ingreso al servicio de Neurocirugía a causa de traumatismo craneoencefálico en el Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas de Marzo de 2018 a Octubre de 2021. Se llevará a cabo el análisis estadístico de tipo descriptivo y explicatorio con uso de la paquetería IBM SPSS statistics 25 en su versión en español.

Recursos e infraestructura. El presente estudio de investigación se considera autofinanciable. El Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas, en el que se desarrollará la investigación cuenta con los recursos, material, espacio y equipo necesario para la atención médica y desarrollo del estudio.

Experiencia del grupo. El investigador principal, cuenta con experiencia en investigación médica y asesoría de trabajos de investigación de médicos residentes de Neurocirugía, por su parte, el tesista, médico residente de la especialidad neurocirugía.

Palabras clave. Mortalidad, *traumatismo craneoencefálico, pronóstico, predictor.*

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

Según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), un traumatismo craneoencefálico (TCE) es causada por un golpe, un golpe o una sacudida en la cabeza, o una herida penetrante en la cabeza que interrumpe la función normal del cerebro. Las lesiones por impacto traumático se pueden definir como cerradas (no penetrantes) o abiertas (penetrantes).

En 2014, los CDC documentaron 2,53 millones de visitas al departamento de emergencias (ED, por sus siglas en inglés) relacionadas con TCE. Hubo aproximadamente 288,000 hospitalizaciones relacionadas con TCE y 56,800 muertes relacionadas con TCE. Estos datos incluyen tanto a adultos como a niños. Los adultos mayores de 75 años o más tuvieron la tasa más alta de visitas a urgencias asociadas a TCE (1682 por 100 000 personas), seguidos por niños pequeños de 0 a 4 años (1618,6 por 100 000 personas), y por último, seguidos por adolescentes y adultos jóvenes de 15 a 24 años (1010,1 por cada 100.000 habitantes)(1).

Se conoce como la causa más importante que contribuye a la mortalidad y morbilidad traumática con una mortalidad aproximada de 50,000 a causa de TCE (2). Se espera que las lesiones en general, y las TCE en particular, se conviertan en una de las principales causas de morbilidad y mortalidad mundial para el año 2020. En los LMIC, donde se estima que ocurren el 90% de todas las muertes relacionadas con de toda la mortalidad relacionada con traumatismos puede atribuirse a lesiones en el sistema nervioso central (3). Incluso, La asimetría en la carga de

la enfermedad se extiende a los resultados, ya que las TCE graves tienen el doble de probabilidades de provocar la muerte en LMIC que sus contrapartes de países de altos ingresos (HIC)(4).

Actualmente, con una incidencia creciente de colisiones de vehículos motorizados, la TCE sigue siendo un importante problema de salud pública y representa una gran carga económica no solo para el paciente y la familia, sino también para el estado en general. Se estima que más de 60 millones de personas se ven afectadas por TCE en todo el mundo y atribuyen un costo estimado de 60 mil millones solo en los Estados Unidos (5).

En cuanto a su patogénesis, se trata de un proceso complejo que resulta de lesiones primarias y secundarias que conducen a déficits neurológicos temporales o permanentes. El déficit primario está directamente relacionado con el impacto externo primario del cerebro. La lesión secundaria puede ocurrir de minutos a días desde el impacto primario y consiste en una cascada molecular, química e inflamatoria responsable de daño cerebral adicional. Esta cascada implica la despolarización de las neuronas con la liberación de neurotransmisores excitatorios como el glutamato y el aspartato que conducen a un aumento del calcio intracelular. El calcio intracelular activa una serie de mecanismos con la activación de enzimas caspasas, calpasas y radicales libres que resultan en la degradación de las células, ya sea directa o indirectamente a través de un proceso apoptótico. Esta degradación de las células neuronales está asociada con una respuesta inflamatoria que daña aún más las células neuronales e incita a una brecha en la barrera hematoencefálica (BBB) y más edema cerebral. Todo este proceso está regulado al alza y también a la baja a través de varios mediadores. Después de la segunda fase de lesión sigue el período de recuperación, que consiste en la reorganización a nivel anatómico, molecular y funcional (6).

2.2. Abordaje del paciente con TCE

En la evaluación del paciente con TCE, se debe completar un examen neurológico detallado después de que el personal de la sala de urgencias o de trauma haya completado las evaluaciones primaria y secundaria. Una comprensión adecuada de la escala de coma de Glasgow (GCS) es primordial en este entorno, ya que a menudo dicta el manejo basado en las pautas actuales. En el paciente no intubado ni sedado, se debe realizar una evaluación básica de la simetría neurológica una vez que se establece una puntuación de GCS. Debe compararse el tamaño de la pupila, al igual que la fuerza motora y la sensibilidad. Otros matices del examen neurológico, aunque importantes, no juegan un papel significativo en la toma de decisiones inmediatas de los pacientes con TCE. Aunque la apertura de los ojos es un componente individual de la calificación de la GCS, los médicos tienden a dar más peso a este hallazgo, ya que a menudo sugiere un estado neurológico más tranquilizador en nuestra experiencia si un paciente abre los ojos espontáneamente.

Por su parte, la evaluación del paciente intubado con una puntuación GCS mucho más baja puede ser más desafiante. Un método rápido para examinar al paciente con lesión cerebral intubado y potencialmente sedado implica establecer una puntuación GCS lo antes posible. También es importante verificar la reactividad de la pupila, la simetría, así como los reflejos de tos/náuseas y la córnea. Los pacientes intubados suelen estar sedados hasta cierto punto y paralizados farmacológicamente para la colocación del tubo endotraqueal. Este también es el caso de pacientes intoxicados con alcohol y/o drogas recreativas. Estos factores farmacológicos juegan un papel importante en el examen neurológico a primera vista, pero generalmente no se tienen en cuenta en las escalas de calificación básicas como la GCS. En estas circunstancias, es de suma importancia

recopilar datos rápidamente, como los medicamentos sedantes/paralizantes utilizados, el momento de la administración, sus vidas medias y cualquier otro posible factor de confusión en el examen neurológico. Sin estos detalles, se pueden tomar decisiones adversas basadas únicamente en una puntuación de GCS, lo que puede no ser lo mejor para el paciente. Un examen neurológico completo de sedantes debe ser el objetivo principal del neurocirujano una vez que se hayan abordado las vías respiratorias, la respiración y la circulación (6).

El manejo agudo de pacientes después de una TCE se enfoca en parámetros fisiológicos para minimizar la lesión cerebral secundaria (7). Las terapias conservadoras y médicas se encuentran en un enfoque escalonado en el manejo de pacientes con TCE (8). Sin embargo, si estas herramientas de manejo fallan (9).

2.3.Intervenciones médicas para TCE

2.3.1. Elevación de la cabeza

Levantar la cabeza de un individuo con TCE generalmente tiene efectos rápidos. La PIC se reduce por el desplazamiento del LCR del compartimento intracraneal, así como por la promoción del flujo venoso.⁵ Aunque la presión carotídea media se reduce durante la elevación de la cabecera de la cama, la PIC se reduce y el flujo sanguíneo cerebral (FSC) no se ve afectado.

2.3.2. Hiperventilación

La hiperventilación reduce la PIC al reducir la presión parcial de dióxido de carbono intraarterial (PaCO₂), lo que posteriormente da como resultado una vasoconstricción. Este patrón de eventos finalmente da como resultado la reducción del volumen sanguíneo cerebral. Por lo general, no se recomienda la hiperventilación profiláctica, ya que la vasoconstricción reduce el FSC. En áreas de autorregulación preservada, pueden ocurrir áreas focales de isquemia. El uso de la hiperventilación en el contexto de una TCE grave generalmente solo se usa durante períodos breves durante el deterioro neurológico agudo.

2.3.3. Profilaxis de convulsiones

Las pautas actuales de TCE establecen que 1 semana de antiepilépticos profilácticos es aceptable para ayudar a prevenir las convulsiones tempranas. Sin embargo, no ha habido ningún beneficio comprobado en la prevención de convulsiones tardías después de un TCE y, por lo tanto, el antiepiléptico generalmente se suspende después de 7 días(6).

2.3.4. Terapia hiperosmolar

La terapia hiperosmolar en el contexto de una TCE se puede administrar en forma de bolo o infusión. Se ha demostrado que los efectos inmediatos del manitol en realidad se deben a alteraciones en la reología de la sangre. A medida que mejora la reología sanguínea y la sangre se

vuelve menos viscosa, se produce un aumento del FSC.²¹ La respuesta de autorregulación del cuerpo a esto es una vasoconstricción transitoria, que finalmente limita el grado de FSC. El manitol también tiene propiedades diuréticas osmóticas, pero no se cree que este mecanismo de disminución de la PIC tenga lugar hasta después del efecto primario.

2.3.5. Estado comatoso inducido médicamente

Uno de los últimos pasos del tratamiento máximo es colocar al paciente en un estado comatoso inducido médicamente, por lo general mediante la infusión de una benzodiazepina, como midazolam, o la infusión de un barbitúrico, como pentobarbital. Estos medicamentos se titulan para la supresión del estallido en el electroencefalograma continuo. Funcionan al disminuir significativamente la demanda metabólica en el cerebro. Actualmente no se recomienda el uso profiláctico de barbitúricos para la supresión de la explosión.

Sin embargo, se recomienda para la hipertensión intracraneal refractaria grave después de que se haya agotado el tratamiento médico y quirúrgico máximo para reducir la PIC. A menudo, los estados comatosos inducidos médicamente se utilizan una vez que se ha llevado a cabo una forma de control invasivo de la presión intracraneal. Los medicamentos como el midazolam y el pentobarbital presentan un riesgo potencial de alterar la presión arterial de los pacientes(6).

2.3.6. Enfriamiento terapéutico

Se cree que el estrés oxidativo es un efecto secundario de TCE. Se ha demostrado que la hipotermia terapéutica en bebés y niños disminuye la lesión oxidativa. A medida que la temperatura del cuerpo se enfría, la demanda metabólica cerebral disminuye. Este tipo de terapia también conlleva riesgos como alteraciones en el azúcar en la sangre, el recuento de plaquetas y los factores de coagulación. El conteo de plaquetas y los factores de coagulación deben verificarse antes de cualquier procedimiento invasivo cuando se lleva a una persona a un estado de hipotermia. El enfriamiento terapéutico en el contexto de TCE grave ha tenido resultados mixtos y actualmente es una modalidad terapéutica de segundo nivel.

2.3.7. Monitoreo de PIC

Ciertas indicaciones se han presentado como pautas con respecto a la monitorización de la PIC en pacientes con lesiones cerebrales. Algunos pacientes se presentan clínicamente con signos de compromiso neurológico significativo pero sin indicaciones claras para una intervención quirúrgica urgente. Existe evidencia de nivel II para colocar un monitor de PIC en pacientes con una TCE grave, una GCS entre 3 y 8 y una tomografía computarizada anormal de la cabeza. La evidencia de nivel III también sugiere colocar un monitor de PIC en pacientes con una TCE grave y una tomografía computarizada de la cabeza normal, si se observan 2 o más de los siguientes al ingreso: edad mayor de 40 años, postura unilateral o bilateral o presión arterial sistólica. <90 mm

Hg. La justificación detrás de la colocación de un monitor de PIC existe, porque ahora se sabe que las lesiones secundarias en el cerebro tienen la capacidad de potenciar un mayor deterioro (6).

Si el impacto primario, como un hematoma subdural, no justifica una intervención quirúrgica inmediata, puede sobrevenir edema citotóxico y vasogénico, así como hipoperfusión cerebral resultante. Estos impactos secundarios pueden causar la muerte abrupta de un paciente, si la PIC no se controla de cerca. Ahora también se pueden monitorear otros parámetros, como la tensión de oxígeno en el cerebro, lo que brinda a los médicos otro medio para monitorear el cerebro lesionado. El pilar de la monitorización de la PIC sigue siendo el drenaje ventricular externo, que puede utilizarse tanto con fines terapéuticos como diagnósticos. Si los ventrículos del paciente son demasiado pequeños y no admiten un drenaje ventricular, otra opción es colocar un monitor de PIC de fibra óptica de diagnóstico. Ahora se están utilizando nuevos modelos de manera más rutinaria para monitorear la tensión de oxígeno en el cerebro, ya que existe evidencia de que este parámetro cae en casos de TCE grave. Estas diferentes modalidades ayudan a los neurocirujanos a decidir qué pacientes pueden manejarse de manera segura solo con tratamiento médico y qué pacientes necesitarán finalmente una intervención neuroquirúrgica.

2.4. Intervención quirúrgica

2.4.1. Craneotomía, Evacuación de Hematoma Extraaxial

La intervención quirúrgica generalmente está justificada cuando hay un efecto de masa significativo por un hematoma epidural o subdural o una contusión con un volumen significativo

de sangre.²⁸ La lesión cerebral subyacente asociada con un EDH suele ser bastante menor; puede expandirse a menudo hace que esto sea una emergencia neuroquirúrgica. El pilar del tratamiento de un EDH es una craneotomía sobre la región deseada, con evacuación del hematoma y cauterización del vaso sangrante, a menudo la arteria meníngea media. Los SDH agudos generalmente se asocian con una lesión cerebral subyacente mucho más significativa. La sangre extraaxial no solo causa un efecto de masa en el cerebro, sino que el edema cerebral subyacente es a menudo lo que lleva a los pacientes al borde del deterioro clínico. Como resultado de la lesión cerebral a menudo grave asociada con un SDH agudo, se realiza una craniectomía descompresiva (DC).

La evacuación independiente del hematoma subdural sin la remoción temporal del colgajo óseo en un paciente con edema cerebral subyacente asociado significativo puede resultar en un deterioro posterior a la cirugía inicial. Sin embargo, si la lesión cerebral subyacente es mínima y el efecto de masa se debe principalmente al propio hematoma, puede ser razonable realizar una craneotomía, con evacuación del hematoma y duroplastía.

Los SDH varían en edad, desde agudos (la forma más grave) hasta subagudos, crónicos y mixtos. Después de varios días, los SDH agudos generalmente entran en un proceso de licuefacción, lo que los hace susceptibles de evacuación quirúrgica mínimamente invasiva. Mientras que los SDH agudos son sangre coagulada real, los SDH subagudos y crónicos tienen un componente licuado. Se puede colocar un sistema de evacuación de pernos subdurales junto a la cama una vez que la sangre está fuera de la fase aguda y se ha licuado en un grado significativo. se hace una incisión muy pequeña sobre el área del SDH, luego se usa un taladro helicoidal de

mano para hacer un agujero de trepanación, se abre la dura y se asegura el perno de metal en el agujero de trepanación. Luego, se conecta al perno un tubo conectado a un pequeño dispositivo de succión y se permite que se drene a través de la aspiración **(6)**.

La evacuación quirúrgica es el pilar del tratamiento en pacientes con efecto de masa; además, el control de la hipertensión intracraneal postraumática puede superar la importancia de la evacuación del hematoma per se **(10)**.

Con la luz de muchas actividades de investigación en paralelo a los avances tecnológicos, la gestión de TCE ha evolucionado mucho en las últimas décadas. Las estrategias para minimizar la lesión cerebral secundaria han contribuido a mejorar la mortalidad después de una LCT. La mejor prueba de ello es la reducción de la mortalidad tras un TCE grave en las últimas tres décadas del 50% al 25%. No obstante, el manejo de TCE grave sigue siendo un desafío inmenso en el campo neuroquirúrgico **(11)**.

Al hacer la recomendación de tratamiento, los neurocirujanos, los proveedores de atención de emergencias y neurocríticos se enfrentan a una compensación crítica: por un lado, realizar una craneotomía puede aliviar la presión del hematoma subdural y, por lo tanto, aumentar las posibilidades de recuperación y minimizar el riesgo de deterioro neurológico; por otro lado, existe un riesgo no despreciable, especialmente en pacientes de edad avanzada, de que el procedimiento invasivo pueda prolongar el sufrimiento sin beneficio. Lo que hace que esta decisión sea aún más difícil, existe una gran incertidumbre sobre qué pacientes se beneficiarán de la craneotomía en el contexto de una LCT grave e incertidumbre sobre los resultados de la LCT. Según una declaración

de posición de la Neurocritical Care Society, existe la preocupación de que el pronóstico neurológico incierto limite las decisiones de tratamiento. De hecho, un estudio anterior encontró que los neurocirujanos tienden a sobreestimar los malos resultados y subestimar los resultados positivos en el contexto de una TCE grave **(12)**.

Sin embargo, persiste la preocupación clínica sobre los efectos nocivos de la hiperoxia, porque el resultado funcional puede ser más sensible que la mortalidad bruta a cualquier lesión potencial relacionada con la exposición **(13)**. Actualmente, hay escasez de datos que exploren la asociación entre la hiperoxia y el resultado funcional en TCE, un punto final que tiene implicaciones críticas para los pacientes, los cuidadores y la comunidad.

El manejo médico-rehabilitador intensivo es esencial para permitirle al paciente la mayor posibilidad de recuperación durante la fase de rehabilitación post-aguda. Es durante este período que deben iniciarse los esfuerzos para restaurar las capacidades comprometidas, con el objetivo final de restablecer la independencia del paciente **(14)**. Cada proyecto de rehabilitación individual debe incluir una evaluación exhaustiva de todos los posibles resultados de discapacidad

Los ensayos clínicos adaptativos de respuesta y otros avances en la metodología de los ensayos clínicos pueden ayudar a los estudios futuros (a) aleatorizando a los participantes a tratamientos más prometedores, aumentando así el poder en los estudios de múltiples brazos, y (b) posiblemente eliminando los brazos de tratamiento ineficaces **(15)**. Sin embargo, estos tipos de estudios se basan en tener un marcador temprano preciso del resultado a largo plazo que podría capturar la efectividad del tratamiento y el pronóstico del resultado a largo plazo o aún no han sido

probados en gran medida o son insatisfactorios. Los pacientes sufren las consecuencias médicas de la TCE, que van desde cefalea y fatiga hasta discapacidades graves e incluso la muerte (16). Lo que genera discrepancia significativa en la literatura disponible con respecto a los resultados y sus determinantes de este procedimiento y, sin embargo, no se ha publicado ningún estudio sobre este tema en el contexto local. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar los resultados y los determinantes de los resultados de este procedimiento quirúrgico altamente exigente.

2.5.Funcionalidad

La TCE grave es una de las principales causas de discapacidad neurológica, y aproximadamente el 50% de los pacientes tienen resultados a largo plazo de muerte o discapacidad grave. Los costos económicos y sociales de la TCE grave son altos (7). Dadas las implicaciones psicológicas y financieras de la TCE, es importante abordar la predicción y la mejora de los resultados después de una lesión cerebral.

El resultado funcional se refiere a la capacidad de una persona para vivir de forma independiente y participar en relaciones sociales, actividades de ocio, estudio o empleo. El resultado funcional se puede medir de varias maneras, incluido el regreso al trabajo, la participación de la comunidad, el nivel de discapacidad que percibe una persona después de una lesión cerebral o una combinación de estas facetas. Los estudios que han intentado predecir el resultado funcional después de una TCE han demostrado que la gravedad de la lesión más leve, la edad más joven, el sexo femenino y los niveles más altos de educación y empleo previos a la lesión son predictores importantes del resultado funcional (17).

Ha habido un interés creciente en identificar factores relacionados con los resultados funcionales después de una LCT con la evolución de un enfoque de atención de biología de sistemas centrado en el paciente, donde la función fisiológica, cognitiva, emocional y física del individuo se capturan simultáneamente en la evaluación **(18)**. Si bien se ha demostrado que la rehabilitación hospitalaria aguda promueve los resultados funcionales y la tasa de recuperación, los estudios que evalúan los resultados en conjunto concluyen que los sobrevivientes de mayor edad y con una discapacidad más grave no se benefician tanto de la terapia, tienen deficiencias funcionales más persistentes y es menos probable que sean dados de alta para la comunidad al finalizar la rehabilitación aguda **(19)**.

Aunque la mayoría de los pacientes con TCE se recuperan bien del trastorno motor, mantienen problemas neuropsicológicos y conductuales graves meses o años después del traumatismo craneal original, a menudo llamado discapacidad invisible. Todos esos síntomas pueden afectar todos los aspectos de la vida del individuo, las relaciones sociales, familiares, la rehabilitación profesional e incluso la calidad de vida. Su diagnóstico es relativamente sencillo en las formas graves, especialmente en pacientes con déficits cognitivos masivos **(20)**. Sin embargo, la efectividad de muchos tratamientos disponibles es cuestionable. Por ejemplo, a pesar de la evidencia sustancial de la rehabilitación cognitiva después de una TCE, hay evidencia limitada de que esto conduce a mejoras en el funcionamiento diario, la participación y la satisfacción con la vida **(21)**.

Dado que el estado funcional ha recibido una atención cada vez mayor en la literatura, un área de énfasis ha sido la identificación de métodos de medición efectivos. La escala de resultados de Glasgow y su versión extendida se han utilizado con mayor frecuencia en la investigación de TCE, junto con otras medidas como la escala de calificación de discapacidad, la medida de independencia funcional, el cuestionario de integración comunitaria y el perfil de impacto de la enfermedad. Sin embargo, las limitaciones de estas medidas, como los efectos techo, la confiabilidad y la validez, la falta de detalles al examinar dominios específicos del funcionamiento, la dificultad de administración y la dificultad de uso con pacientes que no pueden responder por sí mismos, han planteado desafíos para muchos estudios de funcionalidad. estado a la fecha. Además, estas medidas se desarrollaron en gran medida para su uso con poblaciones con LCT de moderadas a graves, sin una exploración detallada de su utilidad después de una TCE leve (mTBI) (22).

El Glasgow Outcome Score (GOS) es un punto final fallido o una lectura debido a un enigma clásico de señal: ruido impulsado por el viejo problema de la heterogeneidad de los fenotipos de TCE dentro de los esquemas de clasificación que se presentan (23). Dicho de otro modo, no podemos distinguir las trayectorias clínicas verdaderamente malas de las verdaderamente buenas en el momento de la presentación con suficiente fidelidad para realizar un ensayo clínico. Esto plantea la pregunta secundaria de "¿Cuál debería ser un criterio de valoración relevante y aprobable para los ensayos clínicos de neurotrauma que definan un pronóstico favorable?"

La Escala de resultados de Glasgow (GOS) se desarrolló para aproximar la gravedad de la lesión TCE para respaldar las comunicaciones entre médicos e investigadores. El GOS original

tenía cinco categorías ordenadas: Muerte, Estado Vegetativo, Incapacidad Severa, Incapacidad Moderada y Buena Recuperación. Sin embargo, se argumentó que estas cinco categorías de resultados no capturaban la amplia gama de discapacidades mentales y físicas que un paciente puede tener después de una TCE. La Escala Extendida de la Escala de Resultados de Glasgow (GOSE) tenía como objetivo salvar estos focos de ambigüedad dividiendo cada una de las Discapacidades Severa, Discapacidad Moderada y Buena Recuperación en categorías superiores e inferiores. Aún así, el GOSE es una escala ordinal de ocho puntos que se utiliza para cuantificar la complejidad de la disfunción después de un TCE (24).

Los niveles funcionales de los pacientes con TCE se evaluaron mediante GOSE, que mostró mejoras entre 3 y 6 meses después de la lesión. Hubo una "estabilización" durante el proceso de recuperación. Además, hay dos predictores importantes de los resultados funcionales, que son LOS en la UCI y la duración en un ventilador. Un aumento en estos parámetros conducirá a una recuperación deficiente de los pacientes con TCE grave, según lo medido por los puntajes GOSE. Es bien sabido que el proceso de recuperación de TCE toma mucho tiempo y puede estar influenciado por diferentes factores (25).

Entre siete dominios del funcionamiento diario, los participantes generalmente experimentaron la mayor interrupción en su actividad principal (trabajo o escuela) y en el ocio y la recreación. El estado funcional general de los sujetos tendió a mejorar con el tiempo, y los aumentos más pronunciados en la funcionalidad se produjeron en los primeros 3 meses posteriores a la lesión. Sin embargo, algunos sujetos continuaron informando limitaciones funcionales incluso 12 meses después de la lesión. El estado funcional no estaba relacionado en gran medida con el

funcionamiento neurocognitivo, pero estaba fuertemente relacionado con los síntomas postraumáticos, la satisfacción con la vida y el bienestar emocional, particularmente a los 3 meses posteriores a la lesión y más allá (22).

Sin embargo, una TCE afecta múltiples sistemas biológicos que son difíciles de cuantificar utilizando una métrica unidimensional. Hay otras medidas que intentan capturar esta complejidad al observar la función cognitiva o el estado psicológico, como la velocidad de procesamiento o los síntomas de depresión y ansiedad; sin embargo, como medidas univariadas, solo están capturando una dimensión de esta patología.

2.6.Desenlace clínico

La TCE es una de las principales causas de discapacidad física y cognitiva en todo el mundo. Las modulaciones de los neurotransmisores y la actividad neuroendocrina posteriores a la TCE se han relacionado con cambios de comportamiento y anomalías en la cognición. El deterioro cognitivo se define como una limitación en la capacidad para realizar tareas mentales y se asocia frecuentemente con déficit en la función ejecutiva. La TCE puede causar numerosas deficiencias cognitivas, generalmente en los aspectos de resolución de problemas, función ejecutiva, memoria y atención. La recuperación cognitiva tras un TCE es lenta y difícil en la mayoría de los casos (26).

A pesar de estos estudios, todavía hay escasez de investigación sobre los mecanismos neuronales reales que subyacen a la recuperación después de TCE (27). Es bien sabido que el

resultado después de una TCE está influenciado por muchos factores, incluida la gravedad de la lesión, la edad, el nivel educativo y la motivación para participar en la rehabilitación (28).

Mientras tanto, la recuperación temprana de una TCE de moderada a grave suele ser dramática, pero la tradición clínica sugiere que la mejoría no continúa después del primer o segundo año. La investigación durante la última década ha revelado una imagen más dinámica, con cambios funcionales que continúan muchos años después de la lesión. Aunque algunos cambios posteriores pueden ser positivos, existe evidencia acumulada de que la TCE también puede desencadenar procesos neurodegenerativos progresivos con efectos nocivos sobre la función cognitiva y/o motora (29).

2.7. Antecedentes epidemiológicos

Dentro de los antecedentes encontramos diversos estudios relacionados. Por ejemplo, el de Abouhashem y cols., en el cual de los 92 pacientes de este estudio, el 89.1% eran varones y la edad media fue de 30.2 ± 14.4 años. Al ingreso, la GCS media fue de 5.8 ± 2 y la puntuación de Marshall media fue de 4.7 ± 0.7 , mientras que el desplazamiento medio de la línea media fue de 8.8 ± 3.5 mm. Se realizó craniectomía descompresiva derecha en 46 (50%) pacientes, mientras que en 2 (2.1%) casos se realizó craniectomía bi frontal y craniectomía descompresiva izquierda en 44 (47,8%) pacientes. Se informó mortalidad en 38 pacientes (41.3%) y mala evolución en 24 pacientes (26.1%), mientras que 30 pacientes (32.6%) mostraron buena evolución. Durante el período de seguimiento, se completó la craneoplastia para la restauración del defecto óseo en 52 pacientes (10).

Otro estudio, a cargo de Capizzi y cols., observó que del 88% al 100% de las personas que recuperaron el seguimiento de órdenes dentro de los 28 días posteriores a la lesión y del 50% al 75% de los pacientes que no lo hicieron fueron independientes en las puntuaciones de las medidas de independencia funcional cognitiva, de movilidad y de autocuidado a los 10 años. Estos hallazgos sugieren que las personas con DOC pueden continuar beneficiándose de la supervisión funcional continua y los planes de atención durante años después de la lesión (1).

Por su parte, Eaton y cols., describieron que los accidentes de tránsito constituyeron el mecanismo de lesión más común (60.7%), el 52.3%, de los pacientes recibieron una tomografía computarizada, siendo los hallazgos más comunes las contusiones (26.1%). 88 (33.0%) de los pacientes presentaron TCE grave, definido como GCS<8, de los cuales el 27.6% fueron intubados, mientras que el 10.3% recibieron traqueostomía. La mortalidad global fue del 30.9%. De los pacientes que sobrevivieron, el 80.1% tuvo una buena recuperación. El sexo femenino fue protector, y el único predictor significativo de mal resultado funcional fue la presencia de TCE grave (HR=2.98, IC 95%=1.79-4.95)(3).

Rankothkumbura y cols, en 2021, incluyeron en el análisis 89 (75.42%) pacientes contactables. La mayoría (86.4%) eran hombres y la mediana de edad fue de 45 años. Había 56 DC primarios y 33 DC secundarios. Se observaron resultados favorables (GOS-E 5-8) en el 20.2% y en el 24.7% al final de un año y tres años respectivamente. Una edad más joven, una buena reacción pupilar y una GCS más alta al ingreso se asociaron con resultados favorables estadísticamente significativos ($p<0.05$). La simetría pupilar, el momento de la DC (primaria o

secundaria), el tiempo transcurrido desde el momento de la lesión hasta la realización de la DC primaria, el tipo de DC, si la TC muestra una lesión aislada o lesiones múltiples, la presentación a la traqueotomía, tener comorbilidades médicas e infecciones posoperatorias no fueron predictivos del resultado **(11)**.

En 2020, Schroepel y cols, evaluaron los resultados 211 pacientes. En general, la mediana de edad fue de 54 años y la mayoría eran hombres (74%). La mediana de tiempo de seguimiento fue de 80 meses. La población estaba gravemente lesionada, con una mediana de la puntuación de la gravedad de las lesiones (ISS) de 25 y una mediana de la puntuación abreviada de las lesiones en la cabeza (AIS) de 4. La mortalidad global fue del 57%. El grupo que sobrevivió en el momento de la encuesta era más joven, más lesionado, con menos probabilidades de haber recibido betabloqueantes (BB) durante el ingreso inicial y tuvo más tiempo de seguimiento. Tras ajustar por ISS, edad, déficit de base y BB, la edad fue la única variable predictora de mortalidad (HR 1,03; HL 1,02-1,04) **(30)**.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El TCE es un problema de salud enorme y creciente para el Reino Unido. En Inglaterra, la TCE es responsable de alrededor de 900 000 visitas al departamento de emergencias (ED) y más de 200 000 ingresos hospitalarios al año, intervención quirúrgica o crítica o ser dado de alta directamente del servicio de urgencias. Sin embargo, la TCE es la principal causa individual de muerte y discapacidad para los menores de 40 años, y se agrupa particularmente en poblaciones socioeconómicamente desfavorecidas, así como en pacientes con problemas de salud preexistentes, caídas frecuentes y conductas de riesgo. Hay enormes costos asociados con TCE, con un costo anual total estimado en Europa de 33 mil millones de euros.

En nuestro medio la patogenia de TCE es muy heterogénea y puede interactuar con condiciones preexistentes, lo que lleva a un amplio espectro de posibles problemas. Por ejemplo, una persona mayor que sufre un hematoma subdural agudo sobre crónico que ocurre después de una caída puede experimentar debilidad focal que surge de la compresión cortical local. Esto puede combinarse, por ejemplo, con una neuropatía periférica subyacente secundaria a la diabetes para crear una movilidad deficiente. La confusión y la mala memoria a corto plazo pueden surgir del delirio asociado a una lesión o de un deterioro cognitivo preexistente no diagnosticado. Por otro lado, una persona joven cuyo cerebro ha soportado las fuerzas de cizallamiento de una desaceleración rápida en una colisión de tráfico es menos probable que experimente déficits neurológicos focales.

Además, la falta de una vía formal de atención de TCE significa que la mayoría de los pacientes con TCE aguda que no requieren atención crítica o neuroquirúrgica son atendidos inicialmente por médicos que no están capacitados en el diagnóstico y manejo de las consecuencias a nivel de patología y deterioro neurológico.

Finalmente, los supervivientes de una lesión cerebral traumática, especialmente después de una lesión más grave, se enfrentan con frecuencia a múltiples problemas físicos, cognitivos, emocionales y neuroconductuales. Es por ello que establecer un pronóstico fiable poco después de la lesión es notoriamente difícil; sin embargo, es importante denotar qué características al ingreso del paciente determinan un mal pronóstico y una alta tasa de mortalidad, ya que la coexistencia de datos estadísticamente significativos puede evidenciar el pronóstico del paciente y a base de ello normar la conducta a seguir. Es importante el mencionar que la gravedad del traumatismo craneoencefálico es el principal determinante del pronóstico final. Generando así nuestra pregunta de investigación.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

“¿Cuál es el beneficio de identificar el pronóstico de mortalidad en la evaluación inicial de pacientes con traumatismo craneoencefálico con base en la experiencia de una sola institución mediante un modelo pronóstico para países en vías de desarrollo?”

5. JUSTIFICACIÓN

El manejo oportuno de la TCE puede alterar significativamente las secuelas de la lesión y el resultado del paciente, por lo que las técnicas de neuroimagen juegan un papel indispensable para determinar la presencia y extensión de la lesión. Esto finalmente guía la planificación quirúrgica y las intervenciones esenciales en el manejo de pacientes con TCE.

Las acciones realizadas en el entorno pre hospitalario se centran principalmente en la prevención de lesiones secundarias, como la hipotensión, la hipotermia y la hipoxia, que han demostrado ser perjudiciales para los pacientes con TCE, ya que pueden agravar el desarrollo de lesiones cerebrales secundarias. Si bien es posible iniciar la reanimación en la escena del accidente, es de vital importancia llegar a un hospital para el diagnóstico y la intervención. Además, se ha demostrado que el tiempo pre hospitalario prolongado, así como las largas distancias hasta el hospital, se asocian con un resultado desfavorable. El destino del transporte a menudo se basa en las pautas locales, donde los pacientes inconscientes con parámetros fisiológicos alterados generalmente se transferirán directamente a los centros de trauma (TC) de nivel 1, mientras que los pacientes con lesiones menos graves se llevarán a hospitales terciarios para el diagnóstico.

Incluso, los estudios han demostrado que los pacientes con TCE con cirugía tardía tienen peores resultados en comparación con aquellos con intervenciones tempranas. Además, en pacientes en los que está justificada la hemicraniectomía descompresiva, el tiempo hasta la cirugía puede ser importante. En comparación con los pacientes que se someten a una cirugía rápida, un paciente no operado podría tener un efecto de masa intracraneal en curso y, por lo tanto, una carga

más prolongada de aumento de la PIC y presión de perfusión cerebral (PPC) más baja, que se ha demostrado que afectan el resultado. Por lo tanto, los pacientes afectados que sufren lesiones traumáticas que ocupan masas deben beneficiarse del transporte directo a un TC designado donde se pueden realizar diagnósticos rápidos y una posible intervención neuroquirúrgica.

Ante la revisión bibliográfica exhaustiva, actualmente no se cuenta con una correlación de variables pronósticas clínicas, tomográficas y bioquímicas en una sola escala que permitan identificar y predecir a la brevedad la mortalidad de los pacientes con traumatismo craneoencefálico Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas y debido a ello, la propuesta del desarrollo de este score predictor de mortalidad; ya que al unificar las variables estadísticamente significativas puede cambiar el manejo que requiere el paciente al ingreso de la unidad.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Predecir la mortalidad de pacientes con TCE después de su evaluación neurológica inicial para determinar el enfoque terapéutico a seguir mediante un modelo de puntuación predictor de mortalidad desarrollado en el Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas.

6.2. Objetivos específicos

Conocer las características demográficas de los pacientes con traumatismo craneoencefálico del centro médico ISSEMyM Toluca Lic. Arturo Montiel Rojas.

Describir la mortalidad de los pacientes con traumatismo craneoencefálico del centro médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas en base a la relación existente de análisis demográfico, datos clínicos y factores radiológicos por tomografía computarizada de la muestra.

Correlacionar las variables significativas de los de los pacientes con traumatismo craneoencefálico y unificarlas para obtener mediante una curva de recepción operativa (curva ROC) un modelo pronóstico de mortalidad en el centro médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas que pueda ser generalizable y validado internamente.

Desarrollar el score del modelo predictor de mortalidad propuesto para ser aplicado en cada pacientes con traumatismo craneoencefálico del Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas.

7. HIPÓTESIS

Pronóstico de mortalidad en la evaluación inicial de pacientes con traumatismo craneoencefálico: Propuesta de un modelo pronóstico para países en vías de desarrollo

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Tipo y diseño general de investigación

Observacional, retrospectivo y transversal.

8.2. Población estudiada, lugar y tiempo

Este estudio se realizó en el Centro Medico ISSEMyM “Lic. Arturo Montiel Rojas”, un centro de referencia de tercer nivel para el manejo de pacientes con patologías neurológicas y neuroquirúrgicas. Los pacientes con Traumatismo craneoencefálico son evaluados por residentes de neurocirugía y por neurocirujanos certificados al ingreso del paciente en el servicio de urgencias. Los datos del paciente son recolectados e introducidos en una base de datos de pacientes con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico por el servicio de Neurocirugía, estructurada en variables acorde a lo evaluado a nivel nacional e internacional, compuesta por datos demográficos, así como factores causales, datos clínicos neurológicos ante admisión y de tomografía computarizada (TC). Un neurocirujano calificado de guardia verifica estos datos. Se analizaron retrospectivamente los datos de todos los pacientes consecutivos ingresados a cargo de nuestro servicio que requirieron manejo avanzado en UCI y aquellos que requerían de hospitalización a complementar con vigilancia neurológica y el manejo del TCE desde leve, moderado y severo durante un período de 43 meses, desde marzo de 2018 hasta octubre 2021.

8.3. Tipo de muestreo y tamaño de la muestra

Se efectuará muestreo de tipo no probabilístico, por conveniencia. El tamaño muestral se realizará con una fórmula para establecer diferencias de proporciones en población infinita y sin reemplazo, considerando un valor $Z_{\alpha}=95\%$, una precisión deseada del 5%, con base en una proporción del 90% de acuerdo. Se hará uso de la siguiente fórmula:

$$N = \frac{Z_{\alpha}^2(p*q)}{\delta^2}$$

En donde:

N = es el número de sujetos necesarios en la muestra.

Z_{α} = es el valor z correspondiente al riesgo α (95%).

p = es la proporción esperada es del 90%

q = es el valor que se obtiene de $1-p$

δ = es la precisión deseada, en este caso es de 5%.

$$q = 1 - 0.90 = 0.10$$

$$n = [(1.96)^2 (0.90) (0.10)] / (.05)^2$$

$$n = [(3.8416) (0.0900)] / .0025$$

$$n = 0.3457 / .0025$$

$$n = 138.29$$

Tomando en cuenta un estimado del 10% de pérdidas, se contempla una muestra de 200 casos de pacientes con TCE.

8.4. Criterios de selección

8.4.1. Criterios de inclusión

- Pacientes del Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas.
- De ambos sexos, mayores de 18 años.
- Con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico que ingresen a neurocirugía en el Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas.
- Pacientes que requirieron hospitalización para vigilancia neurológica o tratamiento quirúrgico según la evaluación realizada por el equipo de Neurocirugía

8.4.2. Criterios de exclusión

- Pacientes que no requirieron monitorización neurológica intrahospitalaria según la evaluación inicial del equipo de Neurocirugía
- Pacientes con déficit neurológico previo
- Pacientes con expediente clínico incompleto o con registros insuficientes en el mismo para su integración al presente protocolo de estudio.
- Pacientes sin seguimiento

8.4.3. Criterios de eliminación

- Expedientes duplicados.

8.5. Definición operacional de las variables de estudio.

| Variable | Definición teórica | Definición operacional | I Según su naturaleza | II Según el nivel de medición | Calificación |
|-------------------------------------|---|---|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Traumatismo Craneoencefálico | Lesión resultado de una fuerza externa aplicada a la cabeza que, según la energía y el lugar del impacto, puede provocar una serie de lesiones diferentes, comúnmente denominadas lesiones primarias. | Golpe en la cabeza o una aceleración/desaceleración rápida con una GCS inicial de 9-15, pérdida de conciencia ≤ 30 minutos, amnesia postraumática ≤ 24 horas o anomalía neuropsicológica definida como transitoria, confusión, desorientación, deterioro de la conciencia o alteración del estado mental. | Cualitativa nominal | Discontinua | Leve Moderado Severo |
| Edad | Tiempo que ha transcurrido de una persona desde su nacimiento. | Se tomará en cuenta la edad como el tiempo que ha transcurrido de una persona desde su nacimiento y se comprobará con el acta de nacimiento | Cuantitativa continua | Años | De 18-100 años |
| Género | Término técnico específico en ciencias sociales que alude al «conjunto de características diferenciadas que cada sociedad <i>asigna</i> a hombres y mujeres | Se tomará en cuenta género como conjunto de características diferenciadas que cada sociedad <i>asigna</i> a hombres y mujeres y se comprobará con su acta de nacimiento | Cualitativa nominal | Dicotómica | Masculino Femenino |
| Comorbilidad | La "comorbilidad", también conocida como "morbilidad asociada", es un término utilizado para describir dos o más trastornos o enfermedades que | Todo paciente que refiera HAS, DM, EPOC, asma, HIV, enf. Cardiovasculares, obesidad, IRC, tabaquismo, cancer, TB, otros | Cualitativo nominal | Dicotómica | Si No |

| | | | | | |
|---|--|--|---------------------|------------|----------------------------|
| | ocurren en la misma persona. | | | | |
| Etilismo | Antecedente de consumo de bebidas alcohólicas o aliento etílico | Todo paciente que refiera el consumo de bebidas embriagantes o que ingrese con aliento etílico | Cualitativo nominal | Dicotómica | Si No |
| Glasgow Coma Scale | Determinación de la respuesta verbal, respuesta ocular y respuesta motora | Registro de la puntuación obtenida para la apertura ocular, respuesta verbal, nivel de conciencia | Cuantitativa | Continua | En puntos |
| Lesión Intracraeal | Presencia de hematoma epidural, subdural, contusión hemorrágica o múltiples | Registro del tipo de lesión intracraeal presente (hematoma epidural, subdural, contusión hemorrágica y/1 hemorragia subaracnoidea) | Cualitativa nominal | Dicotómica | Si No |
| Mecanismo peligroso de la lesión | Trauma de un transeúnte o ciclista por un vehículo rodado a motor; ocupante eyectado de un vehículo a motor; caída de una altura >1 m o de 5 escalones | Mecanismo por el cual el paciente presentó el trauma craneal | Cualitativa nominal | Dicotómica | Si No |
| Hemorragia Subaracnoidea traumática | Sangrado en el espacio subaracnoideo evidenciado por tomografía de Cráneo | Registro de hemorragia subaracnoidea presente o no en estudio de tomografía de cráneo | Cualitativa nominal | Dicotómica | Si No |
| Estancia hospitalaria en Terapia Intensiva | Conjunto de acciones médicas que recibe un paciente para el TCE a nivel hospitalario en una unidad de cuidados intensivos | Días que el paciente requirió de manejo en cuidados neurocríticos en la unidad de terapia intensiva | Cualitativa nominal | Días | Días |
| Intervención quirúrgica | Conjunto de acciones médicas quirúrgicas encaminadas a la resolución de la lesión intracraeal | Registro en donde se especifica si requirió intervención quirúrgica o no. | Cualitativa nominal | Dicotómica | Si No |
| Complicaciones postquirúrgicas | Complicaciones asociadas a la intervención quirúrgica | Eventos asociados al estado postquirúrgico | Cualitativa nominal | Dicotómica | Si No |
| Resultado clínico | Desenlace clínico de un paciente tras sufrir un traumatismo craneoencefálico | Paciente que posterior a manejo se egreso por mejoría o defunción | Cualitativa nominal | Nominal | Muerte Egreso hospitalario |

| | | | | | |
|---|--|--|---------------------|-------------|---------------------------------|
| | moderado y/o severo | | | | |
| Escala de Marshall | Sistema de clasificación pronóstica obtenida mediante Tomografía de Cráneo | Grados establecidos en base a hallazgos radiológicos en TAC de cráneo | Cualitativa nominal | Nominal | I II III IV V VI |
| Escala de Rotterdam | Sistema de clasificación pronóstica obtenida mediante Tomografía de cráneo | Puntaje establecidos en base a hallazgos radiológicos en TAC de cráneo | Cuantitativa | Continua | En puntos (1-6) |
| Antecedente de consumo de Anticoagulantes o antiplaquetarios | Consumo de medicamentos que favorecen el sangrado (ASA/Clopidogrel, y otros) | Medicamentos que por su mecanismo de acción condicionan un cambio en el pronóstico vital del paciente | Cualitativa nominal | Dicotómica | Si No |
| Hemoglobina | Nivel de hemoglobina al ingreso | Proteína del interior de los glóbulos rojos que transporta oxígeno desde los pulmones a los tejidos y órganos del cuerpo | Cuantitativa | Discontinua | g/dL |
| Glucosa Sérica | Nivel de glucosa al ingreso | Medida de concentración de glucosa libre en la sangre, suero o plasma sanguíneo. | Cuantitativa | Discontinua | Mg/dL |
| Plaquetas | Numero de plaquetas al ingreso | Cantidad de plaquetas dispuestas en la sangre | Cuantitativa | Discontinua | mm ³ |
| Tiempos de Coagulación | INR al ingreso | Tiempo que se requiere en el organismo para formar un trombo. | Cuantitativa | Discontinua | Relación TP/TTP |

8.6.Procedimiento de análisis

Se inició con la realización del protocolo de investigación en marzo del 2018. Posterior a la autorización del protocolo, se dio aviso a las autoridades educativas del instituto sobre éste trabajo, y se reunieron los datos ya especificados en este trabajo y confidencialidad.

Para iniciar el procedimiento se procedió a la identificación de las unidades de observación elegibles durante el periodo de estudio en el servicio de neurocirugía en el Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas

Se hizo entrega de la carta de confidencialidad y de no inconveniente por parte del director del Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas para poder hacer uso de los recursos disponibles del archivo clínico con miras a dar cumplimiento de los objetivos de la presente investigación.

De manera posterior a su redacción y diseño, el presente estudio fue evaluado y aprobado por los Comités de Investigación en Salud y Ética en Investigación del Centro Médico ISSEMyM Toluca con numero de registro UEeIM 046/23.

Se procedió a la identificación de las unidades de observación elegibles durante el periodo de estudio, eliminando aquellos que no cumplan con criterios de inclusión/exclusión.

Los criterios a registrar durante el análisis de los casos que sean elegidos en base a criterio del observador proporcionarían mediante el registro obtenido de las notas iniciales del Servicio de neurocirugía en el Centro Médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas y la hoja de recolección de datos como instrumento de investigación.

Posteriormente del grupo de casos seleccionados, se procedió al conteo de las unidades de observación y de las variables registradas identificadas en cada uno de los expedientes mediante la recolección global de la información a fin de establecer la frecuencia acumulada en forma relativa de cada una de las mismas durante el periodo de estudio y en el total de los pacientes seleccionados.

Se realizó la recolección final de los datos observados y la información recolectada se integró en una base de datos estadística electrónica, realizando el análisis de datos y emitiendo las conclusiones de la presente investigación.

8.7. Plan de análisis estadístico

En este modelo de estudio incluimos datos obtenidos después del ingreso, obtenido de la revisión de expedientes en el sistema digital institucional EMA (Expediente Médico Avanzado - Versión 1.0.73-211001.5), la evaluación de imagen a través de la plataforma Carestream Vue Motion Health Inc. 2022 Versión 12.1, así mismo la recopilación de datos y determinación de variables y procesamiento estadístico se fue llevado a cabo en IBM-SPSS-Statistics Version 25 (IBM, Armonk, Nueva York, Estados Unidos). Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para el

análisis univariante continuo no paramétrico, y la prueba Chi-cuadrado para el análisis univariante categórico. Se realizó una serie de regresión logística univariante para identificar los factores asociados a la supervivencia de los pacientes. Las variables que resultaron estadísticamente significativas en el análisis univariante se incluyeron en el análisis multivariante. Muchos modelos (IMPACT Score, CRASH Trial) que ya poseen una de validación externa requirieron de un análisis estadístico multivariado, lo cual es esencial antes de poder aconsejar la aplicación generalizada de un modelo predictor de mortalidad y que este sea fiable **(31) (32) (33)**. Además, son pocos los modelos que se presentan de forma clínicamente práctica y que actualmente se ponen en marcha ante las valoraciones iniciales de los pacientes. Para los predictores continuos como edad, glucosa y hemoglobina, se encontró una buena aproximación a una relación lineal con el resultado. Las odds ratio (OR) fueron estimadas con un intervalo de confianza del 95%.

9. RESULTADOS

Se analizaron los datos de 200 pacientes (Tabla 1). El rango de edad fue de 15 a 93 años con una media de 53.6. Del total de pacientes, 149 fueron hombres (115 vivos y 34 fallecidos) y 51 mujeres (42 vivas y 9 fallecidas), con una proporción entre hombres y mujeres que fue de 2,9:1. Respecto al mecanismo de trauma, las tres principales causas de trauma craneoencefálico fueron caída de su propia altura, accidente automovilístico y accidente en motocicleta; encontrándose la mayor tasa de mortalidad en el accidente automovilístico (Con un porcentaje de fallecimiento de 47%). En cuanto al puntaje en Escala de Coma Glasgow, se encuentra una media de 11.5 para pacientes vivos y 7.3 para fallecidos. Conforme a estos puntajes, el porcentaje de pacientes de acuerdo a la clasificación de la OMS, fue: Leve (1% para paciente fallecidos y 36% para pacientes vivos), Moderado (6% en fallecidos y 22% en vivos) y Severo (14.5% fallecidos y 20.5% en vivos). Se encontró etilismo positivo en 22% de los pacientes (33 casos en pacientes vivos y 11 en fallecidos). El 41.5% de los pacientes presentó uno o varias comorbilidades, siendo la más frecuentes: Diabetes Mellitus, Hipertensión arterial sistémica o ambas. La estancia media en la UCI fue de 1,65 \pm 4,8 días con una estancia hospitalaria total promedio de 8,13 \pm 11,05 días. La mortalidad intrahospitalaria fue del 21,5% del cual el 15% fue asociado a la causa directa del trauma y el 5,5% de las defunciones fueron asociadas a una estancia hospitalaria prolongada secundaria al déficit establecido por el traumatismo craneoencefálico. El tiempo medio hasta la muerte fue de 9,12 días. En lo referente a las características imagenológicas, se valoraron los siguientes parámetros: Clasificación de Marshall, Puntaje en escala de Rotterdam, hemorragia subaracnoidea, tipo de lesión intracraneal, y la coexistencia de hematoma subdural y epidural. En cuanto a la escala de Marshall, los hallazgos más comunes fueron los de las categorías: II (32%),

III. (20%) y IV (37.5%). El puntaje en escala de Rotterdam, los puntajes más frecuentes fueron: 2 (36%), 3 (35%) y 4 (19.5%). La hemorragia subaracnoidea estuvo presente en un 29% de los casos (20% pacientes vivos y 9% correspondiente a pacientes fallecidos). La coexistencia de hematoma epidural/subdural no fue frecuente (9%), ni estadísticamente significativa. El tipo de lesión intracraneal más común fue el hematoma subdural (53.5%) seguido de la contusión hemorrágica (22%). La mayoría de los pacientes requirieron de manejo quirúrgico (126 pacientes, 63%). Del total de pacientes sometidos a intervención quirúrgica, a 67.4% se les realizó craneotomía y a 32.6% se les realizó craniectomía descompresiva, con una mortalidad de 7.5% y 46.4% respectivamente. Respecto a la realización de plastía dural durante dichos procedimientos fue de 29.3%.

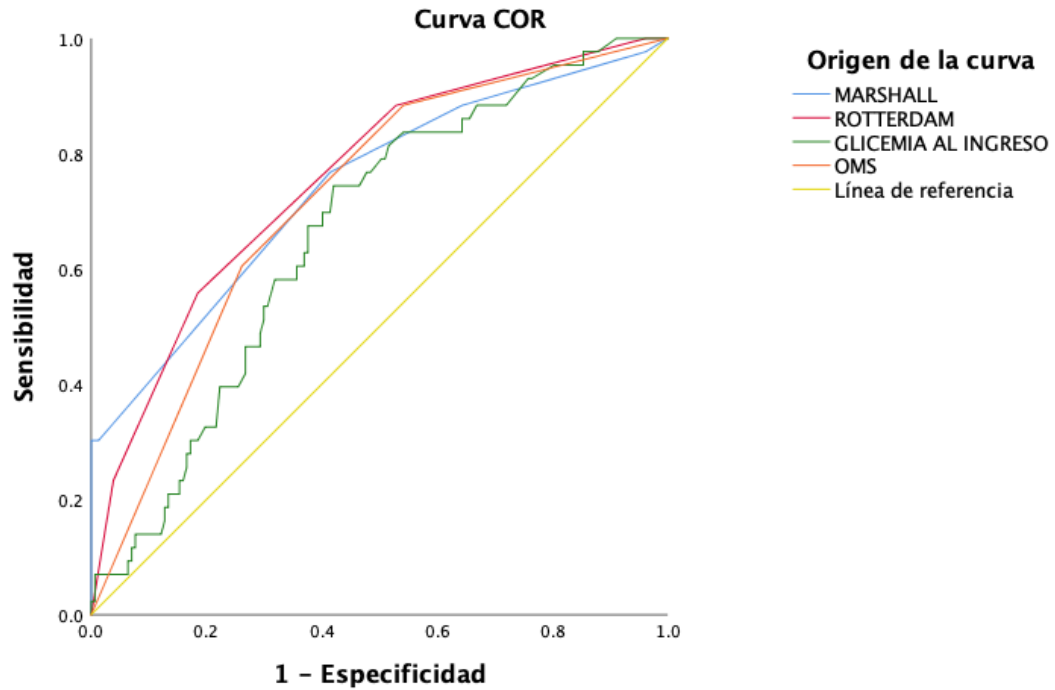
Con respecto los estudios paraclínicos se consideraron los siguientes parámetros al ingreso: Hemoglobina, plaquetas, International Normalized Ratio (INR), glucosa sérica. Dentro del análisis estadístico se encontró una diferencia significativa, a partir de una glucosa >140 mg/dL, con una mortalidad mayor en aquellos pacientes con hiperglucemia al ingreso. Debido a lo anterior se tomó 140 con valor de corte para la clasificación propuesta en este artículo. El otro parámetro estadísticamente significativo fue el INR, asociándose un INR mayor a índice de comorbilidades por hepatopatía o estado de anticoagulación, así como un mayor riesgo quirúrgico de sangrado.

Tabla 1. Análisis de los factores demográficos, clínicos y radiológicos relacionados con la mortalidad de los pacientes con traumatismo craneoencefálico en el hospital ISSEMYM.

| Variable | Fallecimientos (n= 43) | Vivos (n= 157) | p- Value |
|---|------------------------|----------------|----------|
| Demografía | | | |
| Genero | | | |
| - Masculino | 34 | 115 | 0.438 |
| - Femenino | 9 | 42 | |
| Edad (Años) | 55.23 ± 21.18 | 53.24 ± 20.71 | 0.707 |
| Características de la lesión | | | |
| Mecanismo de trauma | | | |
| - Accidente Automovilístico | 11 | 23 | 0.063 |
| - Atropellamiento | 1 | 5 | |
| - Accidente en Motocicleta | 4 | 23 | |
| - Caída de su propia altura | 20 | 67 | |
| - Caída >2 metros | 6 | 20 | |
| - Proyectil de arma de fuego | 0 | 6 | |
| - Arma punzocortante | 0 | 2 | |
| - Agente contuso | 1 | 11 | |
| Evaluación neurológica en admisión | | | |
| Glasgow Score al ingreso | 7.30 ± 4.1 | 11.5 ± 3.6 | <0.001 |
| Clasificación de la OMS | | | |
| - Leve | 2 | 72 | <0.001 |
| - Moderado | 12 | 44 | |
| - Severo | 29 | 41 | |
| Etilismo + | 11 | 33 | 0.522 |
| Comorbilidades de mayor impacto | | | |
| - Ninguna | 19 | 98 | 0.032 |
| - Diabetes Mellitus | 3 | 19 | |
| - Hipertensión | 6 | 15 | |
| - Insuficiencia Renal | 6 | 2 | |
| - Epoc | 1 | 3 | |
| - Dislipidemia | 1 | 1 | |
| - Múltiple | 7 | 19 | |
| Características Tomograficas | | | |
| Clasificación de Marshall | | | |
| - I | 0 | 6 | <0.001 |
| - II | 4 | 60 | |
| - III | 4 | 36 | |
| - IV | 21 | 54 | |
| - V | 2 | 1 | |

| | | | |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| - VI | 12 | 0 | |
| Clasificación de Rotterdam | | | <0.001 |
| - 1 | 0 | 6 | |
| - 2 | 3 | 69 | |
| - 3 | 10 | 60 | |
| - 4 | 20 | 19 | |
| - 5 | 10 | 3 | |
| Hemorragia Subaracnoidea | 18 | 40 | 0.036 |
| Sin Lesión | 3 | 13 | |
| Tipo de lesión intracraneal | | | 0.321 |
| - Sin lesión | 3 | 13 | |
| - Hematoma Epidural | 3 | 24 | |
| - Hematoma Subdural | 29 | 78 | |
| - Contusión Hemorrágica | 7 | 37 | |
| - Múltiples | 1 | 5 | |
| Coexistencia Epidural/Subdural | 4 | 14 | 0.938 |
| Cirugía | | | |
| - Si | 20 | 106 | |
| - No / Fuera de manejo | 23 | 51 | 0.011 |
| Tipo de Cirugía | | | |
| - Craniectomía descompresiva | 13 | 28 | <0.001 |
| - Craneotomía | 6 | 77 | |
| - Plastia Dural Holgada | 11 | 26 | 0.006 |
| Complicación postquirúrgica | 5 | 106 | 0.033 |
| Laboratorio | | | |
| Hemoglobina (g/dL) | 13.76 ± 2.43 | 14.07 ± 2.50 | 0.027 |
| Glucosa sérica (mg/dL) | 182.60 ± 95.27 | 148.34 ± 72.14 | 0.011 |
| Plaquetas (mm ³) | 240.09 ± 106.30 | 250.40 ± 101.13 | 0.571 |
| Coagulación INR | 1.16 ± 0.29 | 1.08 ± 0.20 | 0.030 |
| Otras variables | | | |
| Antiagregantes/Anticoagulantes | | | |
| - ASA/Clopidogrel | 4 | 6 | 0.069 |
| Estancia hospitalaria | | | |
| - Terapia Intensiva | 1.35 ± 3.33 | 1.73 ± 4.76 | |

Con los datos anteriores, se realizó un análisis multivariante. El poder predictivo del modelo (descrito previamente) se evaluó mediante una curva operativa del receptor (curva ROC). (*Grafica 1*).



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Grafica 1. El modelo pronóstico de mortalidad propuesto tiene un AUC: 0,804. Un valor de AUC >0,8 indica que la capacidad discriminadora de este modelo para predecir la mortalidad intrahospitalaria es buena.

El modelo tuvo un 80.4% de poder predictivo para discriminar entre pacientes sobrevivientes y los fallecidos. El modelo pronóstico de mortalidad propuesto tiene un AUC: 0,804. Un valor de AUC >0,8 indica que la capacidad discriminadora de este modelo para predecir la mortalidad intrahospitalaria es buena.

9.1. Modelo Score Predictor de Mortalidad Propuesto

La puntuación de la lesión cerebral traumática se obtuvo a partir de las variables significativas en la regresión logística multivariante, es decir, GCS al ingreso clasificado por OMS, características tomográficas con en base a las clasificaciones de Marshall y Rotterdam y la glicemia al ingreso del paciente. La puntuación se obtuvo sumando las puntuaciones individuales de las variables anteriores tomando puntos de corte acorde a su asociación con la mortalidad como se indica a continuación.

Glicemia sérica al ingreso = > 140 mg/dL= SI =+1, NO= 1

Rotterdam: 5-4 = +2, 3-2= +1, 1= 0

OMS (GCS al ingreso): 3-8 = +2, 9-13 = +1, 14-15=0

Marshall: VI-III = +2, II= +1, I= 0

Los valores de la puntuación pueden oscilar entre 0 y 7 (cuando todos los factores toman el nivel más bajo, es decir, 0, el total se convierte en cero y cuando todos los niveles de los factores son los más altos, se convierte en $2 + 2 + 2 + 1 = 7$). **(Tabla 2, 3)**. Se estableció el nombre de "GROM" al Score en base al Acróstico de las variables estadísticamente significativas obtenidas en el análisis.

Tabla 2. Estructura del SCORE en base a porcentaje entre fallecidos y sobrevivientes

| GROM Score TCE Mortalidad | Resultados | | Total (n=200) |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------|
| | Fallecidos (n=43 [21.5%]) | Sobrevivientes (n=157 [78.5%]) | |
| 0 | 0 (0.0%) | 1 (0.63%) | 1 |
| Total GROM Score 0 | 0.0% | 100% | |
| 1 | 0 (0.0%) | 5 (3.18%) | 5 |
| Total GROM Score 1 | 0.0% | 100% | |
| 2 | 0 (0.0%) | 19 (12.10%) | 19 |
| Total GROM Score 2 | 0.0% | 100% | |
| 3 | 2 (4.65%) | 48 (30.57%) | 50 |
| Total GROM Score 3 | 4.0% | 96% | |
| 4 | 2 (4.65%) | 34 (21.65%) | 36 |
| Total GROM Score 4 | 5.55% | 94.4% | |
| 5 | 4 (9.30%) | 34 (21.65%) | 38 |
| Total GROM Score 5 | 10.52% | 89.47% | |
| 6 | 20 (46.51%) | 9 (5.73%) | 29 |
| Total GROM Score 6 | 68.96.0% | 31.03% | |
| 7 | 15 (34.88%) | 7 (4.45%) | 22 |
| Total GROM Score 7 | 68.18% | 31.81% | |
| Total | 43 (100%) | 157 (100%) | 200 |

Tabla 3 - Puntaje de mortalidad pronostica

| Score TCE | Mortalidad (%) |
|------------|----------------|
| 0-1 | 0% |
| 2-3 | 15% |
| 4-5 | 70% |
| 6-7 | 82% |

10. DISCUSIÓN

Se desarrolló un modelo pronóstico para predecir la mortalidad intrahospitalaria basado en variables en el momento del ingreso en el área de urgencias. Utilizamos la regresión logística para construir el modelo (34). La regresión logística tiene ventajas sobre las demás técnicas, ya que no requiere que las variables se distribuyan normalmente, estén relacionadas linealmente o tengan varianzas iguales dentro del grupo. Además, la regresión logística maneja tanto variables categóricas como continuas y nos proporciona resultados rápidamente interpretables. También utilizamos la discriminación para evaluar el rendimiento del modelo mediante la curva operativa del receptor (Curva ROC), esto en base a las variables con p-Value estadísticamente significativo (<0.001). Nuestro modelo pronóstico propuesto discriminó de forma adecuada entre los pacientes que fallecieron y los que sobrevivieron. Ante la comparativa de variables con otros modelos como los son IMPACT Score y modelo CRASH, a excepción de puntaje de Glasgow y ciertos rasgos de estudio de imagen como la compresión de cisternas de la base, no se encontró ninguna asociación significativa de otras variables del modelo CRASH con la mortalidad intrahospitalaria. La hipoxia y la hipotensión fueron las variables más significativas asociadas a la muerte encontradas en el modelo IMPACT.

El modelo pronóstico CRASH es el resultado del impacto que tienen los corticoesteroides en pacientes con lesión cerebral traumática. Este modelo CRASH fue desarrollado a partir de una muestra de 10,008 pacientes con antecedente de traumatismo craneoencefálico en el periodo 1992-2004 (34). El modelo CRASH es un modelo pronóstico ya altamente reconocido y que se encuentra disponible inclusive como una calculadora web (34), además de que ha sido validado externamente por la base de datos IMPACT propiciando un gran reconocimiento a dicho

estudio(36) (37). En el estudio de validación IMPACT, la discriminación de CRASH fue menor que en los datos asociados a nuestro estudio con una AUC 0.770 para su modelo. La diferencia entre el modelo CRASH y nuestro modelo fue el tamaño de la muestra, y las características de la población, así como el enfoque y tiempo de observación, sin embargo las variaciones en los resultados no se encuentran desproporcionados siendo la evolución del paciente el común denominador. Nosotros incluimos pacientes con traumatismo craneal (Leve, moderado y severo) que requirieron de estancia intrahospitalaria bajo vigilancia neurológica por parte del servicio de Neurocirugía. Esto significa que nuestros pacientes pese a que tuvieran una clasificación baja del trauma craneal por OMS, las características del mecanismo de trauma e inclusive la cinemática de esta podrían propiciar un mayor deterioro neurológico, como la mayoría de los pacientes incluidos en la base de datos CRASH. Incluimos a los pacientes que tanto los de cuidados generales como aquellos requerían de cuidados neurocríticos de manera similar a la base de datos del modelo CRASH independientemente del lugar en el que fueron tratados. Incluimos complicaciones secundarias como el descontrol metabólico (glicemia al ingreso, comorbilidades asociadas), el tiempo de estancia hospitalaria que no estaban incluidas en el modelo CRASH, así como a detalle la descripción de las clasificaciones Marshall y Rotterdam que no se encuentran especificadas, solo inferidas. Los modelos como el IMPACT Score y el protocolo CRASH son metaensayos ya altamente validados y que poseen un gran conjunto de datos; sin embargo, la mayoría de validación externos, se han realizado en poblaciones de países desarrollados (37) (38). En este contexto, la contribución de nuestro modelo de pronóstico ha demostrado su utilidad en un entorno con pocos recursos, tratándose de México como un país en vías de desarrollo. El objetivo del modelo IMPACT y CRASH ha sido realizar un pronóstico basado en la información disponible en las

primeras 24 horas y a lo largo de su evolución, considerando inclusive hasta los 6 meses post evento traumático **(39)**.

Sin embargo, el modelo de pronóstico simple basado únicamente en la escala de Glasgow, glicemia inicial y resultados de la tomografía simple de cráneo mostraron un buen rendimiento pronóstico, y el uso de sistemas de puntuación generales más complejos en el cuidado del paciente neurocrítico añadió más a esto sin diferir nuestro modelo de los grandes puntajes previamente mencionados. Ahora, cabe mencionar que el poder predictivo de los modelos de manera combinada, como la asociación IMPACT-APACHE II en Unidades de Cuidados Intensivos resultó significativamente superior en comparación con el modelo IMPACT original (AUC = 0,84-0,85 frente a 0,81-0,82; $p < 0,05$) para la predicción de la mortalidad a los 6 meses **(40)**. Este estudio indica que, además de las variables que se utilizan en la admisión, la adición de otras variables asociadas en la vigilancia neurológica intrahospitalaria es útil para mejorar la precisión de un modelo pronóstico de mortalidad asociado al traumatismo craneoencefálico. Inclusive en nuestro estudio, encontramos que la inclusión de las complicaciones secundarias durante la estancia hospitalaria dio lugar a un rendimiento superior de nuestro modelo, sin embargo, al no poseer un p-Value estadísticamente significativo a la glicemia como marcador bioquímico no se consideraron para la suma del score realizado en la evaluación inicial del neurocirujano.

Es importante mencionar que este modelo o escala propuesta es actualmente el único en desarrollo en la población mexicana, así mismo, mencionar que puede optimizarse para mejorar su rendimiento y hacerlo aplicable en otras unidades hospitalarias y así mejorar la calibración y aplicación del estudio.

10.1. Limitaciones del estudio

Se trata de un estudio retrospectivo con un tamaño de muestra reducido. Sin embargo, la investigación se realizó de forma sistemática, y la construcción del modelo y la evaluación de su rendimiento se hicieron utilizando métodos estándar como la regresión logística y la discriminación. 1.- No se tomó la mortalidad a las 2 semanas como criterio de predicción, sino que se buscó la mortalidad intrahospitalaria en específico. Dado que el tiempo medio de vida hasta la muerte fue de $9,2 \pm 4,6$ días, por debajo de las 2 semanas, este criterio de valoración es válido. El hecho de que el modelo de pronóstico funcione bien en el hospital del que se deriva dio lugar a un ajuste adecuado de nuestro modelo. Sin embargo, la generalización de nuestro modelo requerirá una validación externa en otros entornos y con una muestra mayor por lo que requerirá de continuarse el ensayo de manera prospectiva ante el desarrollo de un nuevo tamizaje de la muestra institucional.

11. CONCLUSIONES

Desarrollamos un nuevo modelo pronóstico para la predicción de la mortalidad intrahospitalaria en pacientes con traumatismo craneoencefálico, desde leve hasta grave acorde a la clasificación emitida por la Organización Mundial de la Salud y que requirieron de hospitalización bajo el manejo del servicio de Neurocirugía. El rendimiento del modelo desarrollado a partir de nuestra cohorte de pacientes fue bueno pero deficiente por el tamaño de la muestra. Sin embargo, este modelo no es generalizable. Será necesario obtener una validación interna y externamente antes de aplicarlo en cualquier otra unidad, así mismo obtener una muestra mayor. Se necesita un trabajo futuro o seguimiento de este para establecer la exactitud de nuestro modelo en datos recogidos prospectivamente de pacientes con TCE, tanto de nuestro hospital como de otros hospitales en países en vías de desarrollo. Los modelos de predicción derivados de las bases de datos de los países en vías de desarrollo no son generalizables en comparativa a los países en desarrollo, por ello la adaptación de un modelo pronóstico individualizable en cada hospital el cual que debería actualizarse regularmente hasta obtener una validación primeramente interna para posterior, mediante un metaanálisis de modelos pronósticos en países en vías de desarrollo se obtenga una validación externa.

12. REFERENCIAS

1. Capizzi, A., Woo, J., & Verduzco-Gutierrez, M. (2020). Traumatic Brain Injury: An Overview of Epidemiology, Pathophysiology, and Medical Management. *Medical Clinics of North America*, *104*(2), 213–238. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>
2. Ogunlade, J., Elia, C., Duong, J., Yanez, P. J., Dong, F., Wacker, M. R., Menoni, R., Goldenberg, T., & Miulli, D. E. (2018). Severe Traumatic Brain Injury Requiring Surgical Decompression in the Young Adult: Factors Influencing Morbidity and Mortality – A Retrospective Analysis. *Cureus*, *10*(7). <https://doi.org/10.7759/cureus.3042>
3. Eaton, J., Hanif, A. B., Grudziak, J., & Charles, A. (2017). Epidemiology, Management, and Functional Outcomes of Traumatic Brain Injury in Sub-Saharan Africa. *World Neurosurgery*, *108*, 650–655. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.084>
4. Purcell, L. N., Reiss, R., Eaton, J., Kumwenda, K.-K., Quinsey, C., & Charles, A. (2020). Survival and Functional Outcomes at Discharge following Traumatic Brain Injury in Children versus Adults in a Resource- poor Setting. *World Neurosurgery*, *137*, e597–e602. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.02.062>.
5. Li, L. M., Dilley, M. D., Carson, A., Twelftree, J., Hutchinson, P. J., Belli, A., Betteridge, S., Cooper, P. N., Griffin, C. M., Jenkins, P. O., Liu, C., Sharp, D. J., Sylvester, R., Wilson, M. H., Turner, M. S., & Greenwood, R. (2021). Management of traumatic brain injury (TBI): A clinical neuroscience-led pathway for the NHS. *Clinical Medicine, Journal of the Royal College of Physicians of London*, *21*(2), E198–E205. <https://doi.org/10.7861/CLINMED.2020-0336>

6. Galgano, M., Toshkezi, G., Qiu, X., Russell, T., Chin, L., & Zhao, L.-R. (2017). Traumatic Brain Injury: Current Treatment Strategies and Future Endeavors. *Cell Transplantation*, 26(7), 1118–1130. <https://doi.org/10.1177/0963689717714102>
7. Cooper, D. J., Nichol, A. D., Bailey, M., Bernard, S., Cameron, P. A., Pili-Floury, S., Forbes, A., Gantner, D., Higgins, A. M., Huet, O., Kasza, J., Murray, L., Newby, L., Presneill, J. J., Rashford, S., Rosenfeld, J. V., Stephenson, M., Vallance, S., Varma, D., ... McArthur, C. (2018). Effect of Early Sustained Prophylactic Hypothermia on Neurologic Outcomes among Patients with Severe Traumatic Brain Injury. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 320(21), 2211–2220. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.17075>
8. Grevfors, N., Lindblad, C., Nelson, D. W., Svensson, M., Thelin, E. P., & Rubenson Wahlin, R. (2021). Delayed Neurosurgical Intervention in Traumatic Brain Injury Patients Referred From Primary Hospitals Is Not Associated With an Unfavorable Outcome. *Frontiers in Neurology*, 11(January), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.610192>
9. Fatima, N., Mohamed, M. E., De Leon, A., El Beltagi, A., Shuaib, A., & Saqqur, M. (2020). Comparative Radiographic Factors Predicting Functional Outcome After Decompressive Craniectomy in Severe Traumatic Brain Injury. *World Neurosurgery*, 138, e876–e882. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.03.118>
10. Abouhashem, S., & Eldawoody, H. (2021). Functional outcome after primary decompressive craniectomy for acute subdural hematoma in severe traumatic brain injury. *Turkish Neurosurgery*, 32(2), 211–220. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.jtn.33970-21.2>

11. Rankothkumbura, J., Gunathilaka, H., & Wadanamby, S. (2021). Decompressive craniectomy for traumatic brain injury: outcomes and their determinants. *Ceylon Medical Journal*, 66(1), 32. <https://doi.org/10.4038/cmj.v66i1.9353>
12. Williamson, T., Ryser, M. D., Abdelgadir, J., Lemmon, M., Barks, M. C., Zakare, R., & Ubel, P. A. (2020). Surgical decision making in the setting of severe traumatic brain injury: A survey of neurosurgeons. *PLoS ONE*, 15(3), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228947>
13. León-Aliz, E., Moreno-Martínez, F. L., Pérez-Fernández, G. A., Vega-Fleites, L. F., & Rabassa-López-Calleja, M. A. (2014). Índice leuco-glucémico como marcador pronóstico de la evolución intrahospitalaria en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del ST. *Clinica e Investigacion En Arteriosclerosis*, 26(4), 168–175. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2014.01.002>
14. Rossato, E., Verzini, E., Scandola, M., Ferrari, F., & Bonadiman, S. (2021). Role of LCF scale as an outcome prognostic index in patients with traumatic brain injury. *Neurological Sciences*, 42(7), 2747–2752. <https://doi.org/10.1007/s10072-020-04852-1>
15. Yamal, J. M., Aisiku, I. P., Hannay, H. J., Brito, F. A., & Robertson, C. S. (2021). Disability Rating Scale in the First Few Weeks after a Severe Traumatic Brain Injury as a Predictor of 6-Month Functional Outcome. *Neurosurgery*, 88(3), 619–626. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyaa474>
16. Klein, J., Hofreuter-Gätgens, K., Lüdecke, D., Fisch, M., Graefen, M., & Knesebeck, O. Von Dem. (2016). Socioeconomic status and health-related quality of life among patients with prostate cancer 6months after radical prostatectomy: A longitudinal analysis. *BMJ Open*, 6(6), 1–10. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010968>

17. Allanson, F., Pestell, C., Gignac, G. E., Yeo, Y. X., & Weinborn, M. (2017). Neuropsychological Predictors of Outcome Following Traumatic Brain Injury in Adults: a Meta-Analysis. *Neuropsychology Review*, 27(3), 187–201. <https://doi.org/10.1007/s11065-017-9353-5>
18. Hanafy, S., Xiong, C., Chan, V., Sutton, M., Escobar, M., Colantonio, A., & Mollayeva, T. (2021). Comorbidity in traumatic brain injury and functional outcomes: A systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 57(4), 535–550. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.21.06491-1>
19. Rosenbaum, A. M., Gordon, W. A., Joannou, A., & Berman, B. A. (2018). Functional outcomes following post-acute rehabilitation for moderate-to-severe traumatic brain injury. *Brain Injury*, 32(7), 907–914. <https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1469040>
20. Sameh, G., Islem, F., Samar, A., Hedi, C., Mounir, B., & Habib, E. M. (2021). Neuropsychological and behavioral disorders, functional outcomes and quality of life in traumatic brain injury victims. *Pan African Medical Journal*, 38. <https://doi.org/10.11604/pamj.2021.38.346.16120>
21. Honan, C. A., McDonald, S., Tate, R., Ownsworth, T., Togher, L., Fleming, J., Anderson, V., Morgan, A., Catroppa, C., Douglas, J., Francis, H., Wearne, T., Sigmundsdottir, L., & Ponsford, J. (2019). Outcome instruments in moderate-to-severe adult traumatic brain injury: recommendations for use in psychosocial research. *Neuropsychological Rehabilitation*, 29(6), 896–916. <https://doi.org/10.1080/09602011.2017.1339616>
22. Zahniser, E., Temkin, N. R., Machamer, J., Barber, J., Manley, G. T., Markowitz, A. J., & Dikmen, S. S. (2019). The Functional Status Examination in Mild Traumatic Brain Injury:

- A TRACK-TBI Sub-Study. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 34(7), 1165–1174.
<https://doi.org/10.1093/arclin/acy103>
23. Cox, C. S., Juranek, J., & Bedi, S. (2019). Clinical trials in traumatic brain injury: cellular therapy and outcome measures. *Transfusion*, 59(February), 858–868.
<https://doi.org/10.1111/trf.14834>
24. Zou, L. F., Pierce, B., & Nielson, J. L. (2021). A Multi-Modal Assessment of Clinical Predictors for Traumatic Brain Injury End-Points. *Journal of Neurotrauma*, 38(2), 261–271. <https://doi.org/10.1089/neu.2020.7222>
25. Ludin, S. M., Rashid, N. A., Awang, M. S., & Nor, M. B. M. (2019). Functional Outcomes 6 Months After Severe Traumatic Brain Injury Following Admission Into Intensive Care Unit: A Cohort Study in Two Tertiary Hospitals. *Clinical Nursing Research*, 28(7), 830–851. <https://doi.org/10.1177/1054773818767551>
26. Alashram, A. R., Annino, G., Padua, E., Romagnoli, C., & Mercuri, N. B. (2019). Cognitive rehabilitation post traumatic brain injury: A systematic review for emerging use of virtual reality technology. *Journal of Clinical Neuroscience*, 66, 209–219.
<https://doi.org/10.1016/j.jocn.2019.04.026>
27. van der Horn, H. J., Vergara, V. M., Espinoza, F. A., Calhoun, V. D., Mayer, A. R., & van der Naalt, J. (2020). Functional outcome is tied to dynamic brain states after mild to moderate traumatic brain injury. *Human Brain Mapping*, 41(3), 617–631.
<https://doi.org/10.1002/hbm.24827>
28. Ponsford, J., Downing, M., & Pechlivanidis, H. (2020). The impact of cultural background on outcome following traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, 30(1), 85–100. <https://doi.org/10.1080/09602011.2018.1453367>

29. Hammond, F. M., Malec, J. F., Corrigan, J. D., Whiteneck, G. G., Hart, T., Dams-O'Connor, K., Novack, T. A., Bogner, J., Dahdah, M. N., Eagye, C. B., Sevigny, M., & Ketchum, J. M. (2021). Patterns of Functional Change Five to Ten Years after Moderate-Severe Traumatic Brain Injury. *Journal of Neurotrauma*, 38(11), 1526–1534. <https://doi.org/10.1089/neu.2020.7499>
30. Nyberg, M., Hugosson, J., Wiklund, P., Sjöberg, D., Wilderäng, U., Carlsson, S. V., Carlsson, S., Stranne, J., Steineck, G., Haglind, E., & Bjartell, A. (2018). Functional and Oncologic Outcomes Between Open and Robotic Radical Prostatectomy at 24-month Follow-up in the Swedish LAPPRO Trial. *European Urology Oncology*, 1(5), 353–360. <https://doi.org/10.1016/j.euo.2018.04.012>
31. Mushkudiani NA, Hukkelhoven CW, Hernández AV, et al. A systematic review finds methodological improvements necessary for prognostic models in determining traumatic brain injury outcomes. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2008; 61: 331-343.
32. Gómez PA, de la Cruz J, Lora D, et al. Validation of a prognostic score for early mortality in severe head injury cases. *J Neurosurg*. 2014; 121(6):1314-1322.
33. Perel P, Arango M, Clayton T, et al; MRC CRASH Trial Collaborators. Predicting outcome after traumatic brain injury: practical prognostic models based on large cohort of international patients. *BMJ* 2008;336(7641): 425–429
34. CRASH. Clinical randomisation of an antifibrinolytic in significant haemorrhage prognostic model for predicting outcome after traumatic brain injury [Internet]. Accessed September 4, 2014 at [http://www.crash2.lshtm.ac.uk/Risk calculator/index. html](http://www.crash2.lshtm.ac.uk/Risk%20calculator/index.html).
35. IMPACT. International mission for prognosis and analysis of clinical trials in TBI. Accessed September 4, 2014 at [http:// www.tbi-impact.org/](http://www.tbi-impact.org/)

36. Raj R, Skrifvars M, Bendel S, et al. Predicting six-month mortality of patients with traumatic brain injury: usefulness of common intensive care severity scores. *Crit Care* 2014;18(2):R60
37. Dijkland SA, Retel Helmrich IRA, Nieboer D, et al. Outcome Prediction after Moderate and Severe Traumatic Brain Injury: External Validation of Two Established Prognostic Models in 1742 European Patients. *J Neurotrauma*. 2021; 38(10): 1377-1388.
38. Camarano JG, Ratliff HF, Korst GS. Predicting in-hospital mortality after traumatic brain injury: External validation of CRASH-basic and IMPACT-core in the national trauma data bank. *Injury*. 2021; 52(2): 147-153.
39. Roozenbeek B, Lingsma HF, Lucky EF. Prediction of outcome after moderate and severe traumatic brain injury: external validation of the International Mission on Prognosis and Analysis of Clinical Trials (IMPACT) and Corticoid Randomisation After Significant Head injury (CRASH) prognostic models. *Crit Care Med*. 2012; 40(5):1609-1617.
40. Raj R, Siironen J, Kivisaari R, Hernesniemi J, Skrifvars MB. Predicting outcome after traumatic brain injury: development of prognostic scores based on the IMPACT and the APACHE II. *J Neurotrauma* 2014;31(20):1721–1732.