

MED. GRAL. ALEXIS ARTURO
ROMANO LOPEZ

DETERMINACIÓN DE PRESIÓN INTRACRANEAL POR TAC DE CRÁNEO COMO
PARÁMETRO DE GRAVEDAD EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRÁNEO
ENCEFÁLICO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS MARQUÉS

2026



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

**“DETERMINACIÓN DE PRESIÓN INTRACRANEAL POR TAC DE
CRÁNEO COMO PARÁMETRO DE GRAVEDAD EN PACIENTES
CON TRAUMATISMO CRÁNEO ENCEFÁLICO EN EL SERVICIO DE
URGENCIAS”**

Tesis

**QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL
DIPLOMA DE LA**

ESPECIALIDAD EN URGENCIAS MEDICO QUIRÚRGICAS

Presenta:

Med. Gral. Alexis Arturo
Romano Lopez

Dirigido por:

Med. Esp. Beatriz Esperanza Cornejo Medellin

QUERÉTARO, QUERÉTARO ABRIL 2026

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



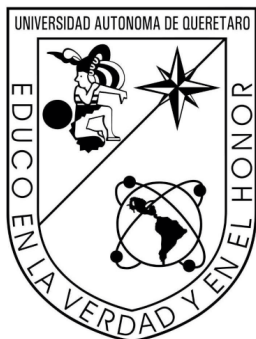
SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE MEDICINA



ESPECIALIDAD MEDICINA DE URGENCIAS MEDICO QUIRÚRGICAS

**“DETERMINACIÓN DE PRESIÓN INTRACRANEAL POR TAC DE CRÁNEO COMO
PARÁMETRO DE GRAVEDAD EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRÁNEO
ENCEFÁLICO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS”**

TESIS

COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN

“MEDICINA DE URGENCIAS MEDICO QUIRÚRGICAS”

PRESENTA

MED. GRAL. ALEXIS ARTURO ROMANO LOPEZ

DIRIGIDO POR

MED. ESP. BEATRIZ ESPERANZA CORNEJO MEDELLÍN

SINODALES:

Med. Esp Beatriz Cornejo Medellín
Presidente

Firma

Med. Esp. Claudia Gisela Ríos Torres
Secretaria

Firma

Med. Esp. Samir González Sotelo
Vocal

Firma

Med. Esp. Franklin Ríos Jaimes
Suplente

Firma

Dr. Nicolás Camacho Calderón
Suplente

Firma

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Abril, 2026 México.

DEDICATORIAS

Esta tesis es para mis padres quienes han sufrido día a día con el desarrollo de la misma, para ti Penélope (ojalá estuvieras aquí) y para mis hermanitos de residencia Ander, Cesar, Andrea, Lupita, Paquito, Sam, Paloma.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a mis padres quienes sin su esfuerzo y dedicación no hubiera sido posible esta etapa la cual ni siquiera yo había sido capaz de imaginar. A ti Penélope (donde quiera que estes) sabiendo que quizá nunca puedas llegar a leer eso, solo quiero que sepas que siempre te llevare con cariño en mi corazón, siempre serás parte importante en mi vida y en mi desarrollo y ojala la vida nos vuelva a juntar. A mis compañeros de residencia Ander, Cesar, Andrea, Lupita, Paquito, Sam, Paloma ya que sin ustedes no hubiera podido sobrevivir día con día. A todos mis maestros, compañeros de enfermería e internos que a diario me enseñaron cosas nuevas y tuvieron la paciencia y dedicación para poder guiarme en este camino. Y, por último, pero no menos importante me gustaría agradecerles a mis pacientes quienes me dieron su confianza.

ÍNDICE

1. RESUMEN	7
I. ABSTRACT	9
2. INTRODUCCIÓN	10
3. ANTECEDENTES	11
I. DEFINICIÓN	12
II. CLASIFICACIÓN	13
III. FISIOPATOLOGÍA	14
IV. PRESIÓN INTRACRANEAL Y PRESIÓN DE PERFUSIÓN CEREBRAL	16
V. EVALUACIÓN Y MANEJO INICIAL EN URGENCIAS	22
VI. MONITORIZACIÓN DE LA PIC POR TOMOGRAFÍA	24
VII. DIÁMETRO DE LA VAINA DEL NERVIO ÓPTICO Y SU RELACIÓN CON LA PIC	26
4. HIPÓTESIS	29
5. OBJETIVOS	29
4.1 OBJETIVO GENERAL	29
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
6. MATERIAL Y MÉTODOS	29
A. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
B. DEFINICIÓN DEL UNIVERSO	29
C. DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN	30
D. LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN	30
E. TIEMPO DE ESTUDIO	30
F. GRUPOS DE ESTUDIO	30
G. CRITERIOS DE SELECCIÓN	30
(a) CRITERIOS DE INCLUSIÓN	30
(b) CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	31
(c) CRITERIOS DE ELIMINACIÓN	31
H. TAMAÑO DE MUESTRA	32
I. TÉCNICA MUESTRAL	32
J. SELECCIÓN DE LAS FUENTES, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	33
K. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
7. ASPECTOS ÉTICOS	34
8. RESULTADOS	35
9. DISCUSIÓN	41
10. CONCLUSIONES	43
11. PROPUESTAS	44
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
13. ANEXOS	49

ÍNDICE DE CUADROS

1. CUADRO 1: CLASIFICACIÓN DEL TRAUMA CRÁNEO ENCEFÁLICO	14
2. CUADRO 2: INCIDENCIA DE SEVERIDAD POR GENERO	36
3. CUADRO 3: INCIDENCIA RELACIONADA CON SEVERIDAD Y DESTINO AL EGRESO	38
4. CUADRO 4; INCIDENCIA DEL DVNO ACORDE A LA SEVERIDAD DEL TCE	40

ÍNDICE DE IMÁGENES

1. IMAGEN 1	16
2. IMAGEN 2	17
3. IMAGEN 3	19
4. IMAGEN 4	20
5. IMAGEN 5	21
6. FIGURA 6: DISTRIBUCIÓN POR GENERO EN TCE	35
7. FIGURA 7: DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE ACCIDENTE	36
8. FIGURA 8: DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE SEVERIDAD DE TCE	37
9. FIGURA 9: DESTINO AL EGRESO DE PACIENTES CON TCE	38
10. FIGURA 10: DISTRIBUCIÓN DE DVNO EN TCE	39
11. FIGURA 11: DISTRIBUCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LA PIC	40
12. FIGURA 12: DISTRIBUCIÓN DE LOS PACIENTES ACORDE A LA HIC	41

1. RESUMEN

Introducción: El *traumatismo cráneo encefálico (TCE)* es uno de los principales motivos de consulta en urgencias y se considera la principal causa de incapacidad y mortalidad a nivel mundial. Para su correcta clasificación y manejo se toma en cuenta el mecanismo de lesión, los hallazgos clínicos y de neuroimagen a su ingreso. Acorde a la valoración inicial en urgencias se priorizan pacientes que ameriten manejo en una unidad de cuidados neurocríticos y pacientes con alto riesgo de desarrollar *hipertensión intracraneal (HIC)*. **Objetivo:** Determinar si el valor de *presión intracraneal (PIC)* obtenido mediante el *diámetro de la vaina del nervio óptico* en el servicio de urgencias que no cuenta con métodos invasivos ni ultrasonido puede ser utilizada como parámetro de gravedad, así como identificar características clínicas y pacientes potencialmente complicables. **Materiales y Métodos:** Se trata de un estudio cohorte retrospectivo y descriptivo; se realizará con información obtenida de expedientes de los pacientes que acudieron al servicio de Urgencias del Hospital General Regional N° 2 “El Marques” que sufrieron *traumatismo cráneo encefálico*. **Resultados:** Se revisaron los expedientes clínicos electrónicos de los pacientes que ingresaron al servicio de urgencias durante los meses de Julio-Enero 2023 con diagnóstico de “*Traumatismo craneoencefálico*”, “herida en cabeza”, “contusión en cabeza”, “golpe en cráneo”, obteniéndose un total de 236 pacientes con esos diagnósticos y aplicándose los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, obteniendo una muestra de 161 pacientes, que se encontraban entre los 18 y 80 años de edad. Acorde a la clasificación de severidad basada en la escala de coma de Glasgow el 87% (141 pacientes) se clasificaron como un *TCE* leve, mientras que el 9% (14 pacientes) se clasificaron como un *TCE* severo y el 4% (6 pacientes) se clasificó como un *TCE* moderado. De los pacientes que ameritaron hospitalización: 96% tenían *TCE* leve, 2% *TCE* moderado y 2% *TCE* severo. **Conclusiones:** La medición de la *vaina del nervio óptico* en el servicio de urgencias como parámetro de gravedad es una herramienta que presenta una sensibilidad y especificidad baja (64% y 42% respectivamente), sin embargo cuenta con un valor predictivo negativo del 84%, por lo que podríamos suponer que la determinación de la *PIC* pudiera ser considerado como un buen parámetro a considerar cuando existen dudas si el paciente puede ser egresado directamente del servicio de urgencias con datos de alarma.

Palabras clave: Trauma cráneo encefálico (TCE), hipertensión intracraneal, monitorización PIC, vaina óptica.

I) ABSTRACT:

Introduction: *Traumatic brain injury (TBI)* is one of the main reasons for emergency department visits and is considered the leading cause of disability and mortality worldwide. The correct classification and management take into account the mechanism of injury, clinical findings, and neuroimaging findings upon admission. Based on the initial assessment in the emergency department, priority is given to patients requiring management in a neurocritical care unit and patients at high risk of developing *intracranial hypertension (ICH)*. **Objective:** To determine whether the *intracranial pressure (ICP)* value obtained by measuring the *optic nerve sheath diameter* in an emergency department without invasive methods or ultrasound can be used as a severity parameter, as well as to identify clinical characteristics and potentially complicated patients. **Materials and Methods:** This is a retrospective and descriptive cohort study; it will be carried out with information obtained from the records of patients who attended the Emergency Department of the Regional General Hospital No. 2 "El Marqués" who suffered traumatic brain injury. **Results:** Electronic medical records of patients admitted to the emergency department between July 2020 and January 2023 with diagnoses of "*traumatic brain injury*," "*head wound*," "*head contusion*," or "*blow to the skull*" were reviewed. A total of 236 patients with these diagnoses were identified. Inclusion, exclusion, and elimination criteria were applied, resulting in a sample of 161 patients, aged between 18 and 80 years. According to the Glasgow Coma Scale (GCS) severity classification, 87% (141 patients) were classified as having mild *TBI*, 9% (14 patients) as having severe *TBI*, and 4% (6 patients) as having moderate *TBI*. Of the patients requiring hospitalization, 96% had mild *TBI*, 2% had moderate *TBI*, and 2% had severe *TBI*. **Conclusions:** Measuring the *optic nerve sheath* in the emergency department as a severity parameter is a tool that has low sensitivity and specificity (64% and 42% respectively), however, it has a negative predictive value of 84%, so we could assume that determining *ICP* could be considered a good parameter to consider when there are doubts about whether the patient can be discharged directly from the emergency department with alarm data.

Keywords: Traumatic brain injury (TBI), intracranial hypertension, ICP monitoring, optic sheath.

5. INTRODUCCIÓN

El traumatismo cráneo encefálico (TCE) es uno de los principales motivos de consulta en urgencias y se considera la principal causa de incapacidad y mortalidad a nivel mundial. Para su correcta clasificación y manejo se toma en cuenta el mecanismo de lesión, los hallazgos clínicos y de neuroimagen a su ingreso. Acorde a la valoración inicial en urgencias se priorizan pacientes que ameriten manejo en una unidad de cuidados neurocríticos y pacientes con alto riesgo de desarrollar hipertensión intracraneal (HIC).

En países desarrollados es común que se cuente con centros de cuidados neurocríticos a donde se refieren los pacientes con TCE severo y en donde se realiza la medición de la Presión Intracraneal (PIC) mediante la colocación de *dispositivos invasivos (siendo estos los métodos de elección para la monitorización de la PIC y que son la piedra angular para otorgar tratamiento médico)*, sin embargo, en los países de pequeño y de mediano desarrollo donde no se cuenta con la infraestructura adecuada para realizar la monitorización de la PIC mediante métodos invasivos y tampoco es posible otorgar cuidados especializado al paciente con TCE severo, se ha tratado de implementar la estimación de la PIC de manera indirecta mediante la medición del Diámetro de la Vaina del Nervio Óptico (DVNO) usando métodos ultrasonográficos, un recurso que no siempre se tiene disponible en el área de urgencias ni se cuenta con personal humano que cuente con el adiestramiento adecuado para su correcta medición e interpretación.

Por otra parte, un recurso con el que casi siempre se cuenta en el servicio de urgencias de manera indirecta es con estudio tomográfico de cráneo inicial, pudiendo ser esta una herramienta clave para detectar complicaciones que ponen en riesgo la vida de manera inmediata, así como parámetro objetivo para ajustar el tratamiento médico y valorar si es candidato a recibir un neurocríticos.

El TCE resulta ser una entidad ampliamente frecuente en los servicios de urgencias y a pesar de eso no se cuenta con la incidencia, mortalidad ni causas precisas

actuales en nuestro país. Los últimos datos publicados por el INEGI fueron en el año 2008, por lo que se desconoce el panorama actual del TCE en la república mexicana, motivo por el que es importante tener datos más específicos sobre su incidencia, etiología y mortalidad que nos permitan mejorar la atención clínica, promover medidas de prevención acorde a las principales etiologías y hasta actualizar nuestras guías de práctica clínica implementando la medición de la PIC mediante la tomografía en áreas donde no se cuenta con algún otro disponible.

La medición del DVNO mediante tomografía ofrece área importante de atención clínica, ya que la medición del mismo otorga un valor cuantitativo y objetivo que puede ser la clave para detectar e iniciar un tratamiento evocado a la resolución de las complicaciones durante las primeras horas posteriores al TCE, además de que permite un monitoreo inicial y subsecuente de la PIC en el área de urgencias que puede ser la clave para la toma de decisiones donde la evaluación clínica inicial no otorgue datos contundentes que definan un manejo medico adecuado y permita discernir aquellos pacientes que se benefician de un ingreso hospitalario para continuar su tratamiento médico así como de aquellos que ameriten manejo en unidades de pacientes neurocríticos.

Es importante mencionar que la medición de la PIC por tomografía no se realiza de manera rutinaria en el servicio de urgencias principalmente porque no se tiene el adiestramiento adecuado y por qué se piensa que la medición de la vaina óptica únicamente se puede realizar mediante ultrasonografía, dejando de lado la medición de esta manera rutinaria tanto por el servicio de urgencias y de los servicios subsecuentes.

3. ANTECEDENTES

El traumatismo cráneo encefálico (TCE) es uno de los principales motivos de consulta en urgencias y se considera la principal causa de incapacidad y mortalidad a nivel mundial (Robinson, 2021). En el 2014, la Disease Control and Preventions (CDC) en Estados Unidos documentó 2.53 millones de consultas en el servicio de urgencias relacionadas con TCE, de las cuales aproximadamente 288 000 fueron hospitalizados y 56 800 desarrollaron desenlaces fatales (Capizzi et al., 2020). No se encontró una fuente que especifique la incidencia real actual a nivel mundial, sin

embargo, los últimos datos reportados a nivel nacional son del año 2008 y reportan al TCE como la tercera causa de muerte, correspondiendo a las reportadas como muertes violentas y accidentes (antes de los problemas cardiovasculares y el cáncer), registrándose 35 567 defunciones y una mortalidad del 38.8 por 100 mil habitantes (Salud, 2026). Según los datos más actuales reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el año 2021, se reportan a las agresiones (homicidios) y accidentes como la 8ª y 9ª causa de muerte reportándose 35 700 y 34 604 defunciones respectivamente, que sumadas (como se tomaron en cuenta en el año 2008) representan 69 129 defunciones, lo que colocaría al TCE en la 5ª causa de muerte a nivel nacional. Cabe recalcar que no se conoce la cifra exacta de cuantas de estas muertes involucran o no un TCE, debido principalmente a las características del reporte del INEGI. A pesar de lo general del último reporte del INEGI la bibliografía encontrada coincide que el TCE es más frecuente en hombres que en mujeres, sin presentarse más características de esta patología a nivel nacional (INEGI, 2022).

I. DEFINICIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el trauma de cráneo como “ la lesión cerebral aguda resultante de la energía mecánica aplicada a la cabeza por fuerzas externas”, que resulta en signos y síntomas que no se explican por manifestaciones relacionadas con el uso de drogas, alcohol, medicamentos, causadas por otras lesiones, el manejo de afecciones adyacentes (lesiones sistémicas, lesiones faciales o intubación), provocadas por otras circunstancias (trauma psicológico, barrera del lenguaje o condiciones médicas coexistentes) o causadas por alguna lesión craneal penetrante. Por otro lado, la Demographics and Clinical Assessment Working Group of The International and Interagency Initiative Toward Common Data Elements for Research on Trauma Brain Injury and Psychological Health propone otra definición más concreta refiriéndose al TCE como “una alteración en las funciones cerebrales, o alguna otra evidencia de patología cerebral, causada por cualquier fuerza externa” (Lefevre-Dognin et al., 2020).

II. CLASIFICACIÓN

La clasificación del TCE se basa en tres principales categorías: 1) clínica; 2) radiográfica y 3) por el mecanismo de lesión; lo que nos otorga un pronóstico y orienta en el cuidado agudo que se debe otorgar de manera inicial. En lo que respecta a la clasificación clínica, es bien conocido la utilización la Escala de Coma de Glasgow (ECG), que lo clasifica como: leve, moderado y severo (Robinson, 2021).

La clasificación radiológica se realiza principalmente por tomografía axial computarizada (TAC) ya que permite la visualización de fracturas, hemorragias intracraneales, descripción de hallazgos radiológicos (incluyendo borramiento de cisternas, desviación de la línea media, lesiones con efecto de masa) y permite clasificar al TCE mediante distintas clasificaciones como la de Marshall y Rotterdam teniendo la desventaja de que otorgan una clasificación pronóstica únicamente basados en un periodo específico de tiempo. Por último, los esquemas de clasificación basados en el mecanismo de lesión describen varias etiologías: lesiones cerradas, lesiones penetrantes, lesiones por colisión vehicular o por estallamiento, etc (Robinson, 2021).

Si bien en la práctica clínica estas tres clasificaciones principales se usan de manera conjunta para poder abordar de manera integral al paciente, es la ECG la que usualmente marca la pauta para poder clasificar y tomar decisiones terapéuticas en el servicio de urgencias; sin embargo, se han identificado diversos factores que pudieran hacernos modificar la clasificación otorgada por la ECG. En el siguiente cuadro (Cuadro 1) se describen las características del TCE leve, moderado y severo acorde a la ECG, algunas características clínicas y la presencia o no de anormalidades tomográficas (Capizzi et al., 2020).

CUADRO 1

CLASIFICACIÓN DEL TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO					
	ECG (PRIMERAS 24 HRS)	PERDIDA DEL ESTADO DE ALERTA	DÉFICIT NEUROLÓGICO FOCAL	NEUROIMAGEN	AMNESIA POSTRAUM ÁTICA
LEVE	14-15	0-5 min	NO	Normal	0-1 día
MODERADO	9-13	>5 min y <30 min	SI	Normal o anormal	> 1 día y < 7 días
SEVERO	3-8	> 30 min.	SI	Normal o anormal	> 7 días

CUADRO 1. Adaptado y modificado de: Capizzi, A., Woo, J., & Verduzco-Gutierrez, M. (2020). Traumatic brain injury. Medical Clinics of North America, 104(2), 213–238. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>

III. FISIOPATOLOGÍA

Las lesiones traumáticas causada por el TCE producen una disrupción en la función celular normal a través de la aplicación de fuerzas directas ya sean rotacionales o cortantes. Las fuerzas rotacionales producen disrupción axonal en la sustancia blanca del cerebro que puede provocar lesión axonal difusa. (Capizzi et al., 2020).

En sentido estricto, el TCE está dividido en dos características patológicas, las lesiones primarias y secundarias (Robinson, 2021).

Las lesiones primarias son resultado del impacto inicial y del traumatismo directo en el cráneo o las estructuras intracraneales; estas lesiones conllevan a la formación de hemorragias intracraneales, contusiones focales, edema cerebral, fracturas de cráneo y lesión axonal difusa. Ejemplos de la patología resultante de lesiones focales incluyen los hematomas epidurales, hematomas subdurales, hemorragia subaracnoidea (en el caso de lesión asilada por ruptura aneurismática) y hemorragia intraventricular (Capizzi et al., 2020).

Como resultado de las lesiones primarias, existe una activación difusa de múltiples procesos bioquímicos y celulares resultando en diversos mecanismos que producen la lesión secundaria en el TCE. Este tipo de lesión subyacente de la lesión primaria es bastante variado en su patología y comprende diversos mecanismos que

incluyen al estrés oxidativo, la formación de radicales libres, lesión mediada por calcio, expresión de moléculas proapoptóticas, así como inflamación astrocitaria (Robinson, 2021).

Estas lesiones secundarias se ven principalmente reflejadas como edema cerebral, el cual puede definirse como un incremento en el tejido cerebral debido a un incremento de agua en este, incluyendo de manera individual el espacio celular y el espacio intersticial que lo rodea (Jha et al., 2019). Para la formación del edema cerebral se ven implicados dos mecanismos de formación de edema que son el edema citotóxico y el vasogénico.

- El edema citotóxico (CytE) resulta de la falla de bombas iónicas o la activación de canales iónicos electivos con la consiguiente pérdida de la homeostasis en el gradiente osmótico. Estas causas de edema celular desplazan agua desde el espacio intersticial al espacio intracelular. En este tipo de edema está involucrado el transportador de $\text{Na}^+\text{K}^+2\text{Cl}^-$, acuaporina 1, acuaporina 4, receptor de sulfonilurea 1- receptor transitorio de potencial de membrana 4 (sur1-trpm4) y la liberación de glutamato desde las células (Jha et al., 2019).
- El edema vasogénico resulta debido a la ruptura de la barrera hematoencefálica secundario a la lesión primaria. La disrupción de la barrera incluye una cascada de segundos mensajeros que involucran citocinas proinflamatorias, factores angiogénicos y degradación de moléculas de adhesión que promueven la extravasación de proteínas y reestructuración del citoesqueleto que contribuyen a la debilitación del endotelio y a la formación del edema vasogénico. La formación del edema vasogénico presenta un pico entre las 6 a las 24 horas posteriores al TCE y que puede persistir por 3-4 días. El flujo constante de proteínas al espacio intersticial aumenta la presión oncótica que ocluye los vasos pequeños provocando una hipoperfusión/isquemia local que exacerba la falla iónica y el edema citotóxico (Jha et al., 2019).

Este tipo de edemas va de la mano con los principales tipos de lesiones que se encuentran en el TCE que son las lesiones focales y difusas que pueden ser producto de la aplicación de fuerza externa al cráneo de manera directa o indirecta

y que este tipo de lesiones, tanto focales como difusas pueden ocurrir en el mismo paciente. Es importante comprender que, a diferencia de otros desórdenes neurológicos, las lesiones focales del cerebro debido a trauma pueden no producir síntomas clínicos previsibles. La lesión difusa al contrario de las lesiones focales está asociada con desórdenes de la conciencia y se ven reflejadas en la afección de la interfaz de sustancia blanca y gris y los distintos lóbulos cerebrales (Capizzi et al., 2020).

La formación de estas lesiones tanto difusas como focales propician la formación, potenciación y empeoramiento del edema cerebral, así como la elevación de la presión intracraneal (PIC), disminución del flujo cerebral e hipoxia cerebral (Robinson, 2021). (Figura 1)

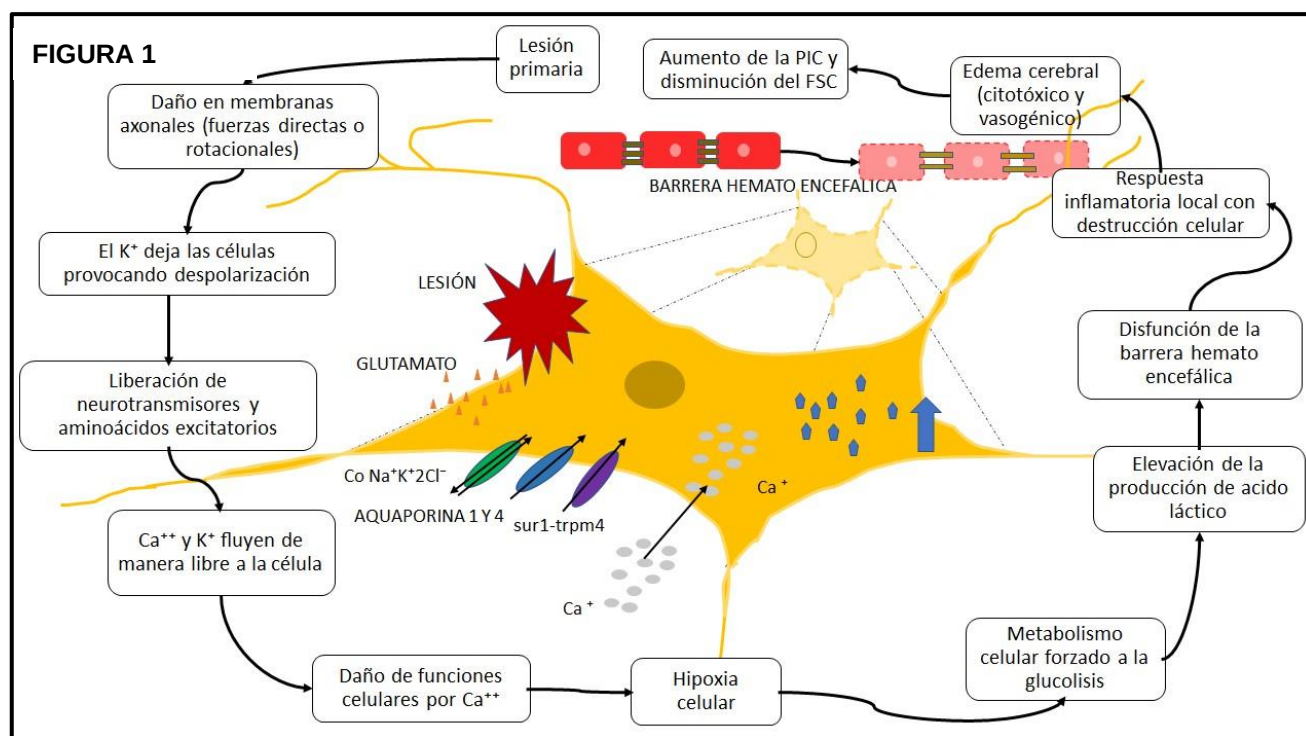


FIGURA 1. Obtenida y modificada de: Capizzi, A., Woo, J., & Verduzco-Gutierrez, M. (2020). Traumatic brain injury. Medical Clinics of North America, 104(2), 213–238. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>

IV. PRESIÓN INTRACRANEAL Y PRESIÓN DE PERFUSIÓN CEREBRAL

Si bien para hablar de la PIC y sus determinantes es necesario remontarse al trabajo del anatomista escocés Alexander Monroe y su compatriota cirujano George Kellie que fue publicado en el siglo XVIII acuñándose la “Teoría de Monroe-Kellie”, la cual

fue posteriormente redefinida por el neurocirujano americano Harvey Cushing, en la cual detalla los principios que gobiernan la PIC que son principalmente: “el volumen de la cavidad intracraneal es constante en condiciones normales, y por lo tanto para que se mantenga la presión intracraneal depende del volumen de sus contenidos:

1) tejido cerebral; 2) sangre; y 3) líquido cefalorraquídeo (LCR) (Harary et al., 2018). (Figura 2)

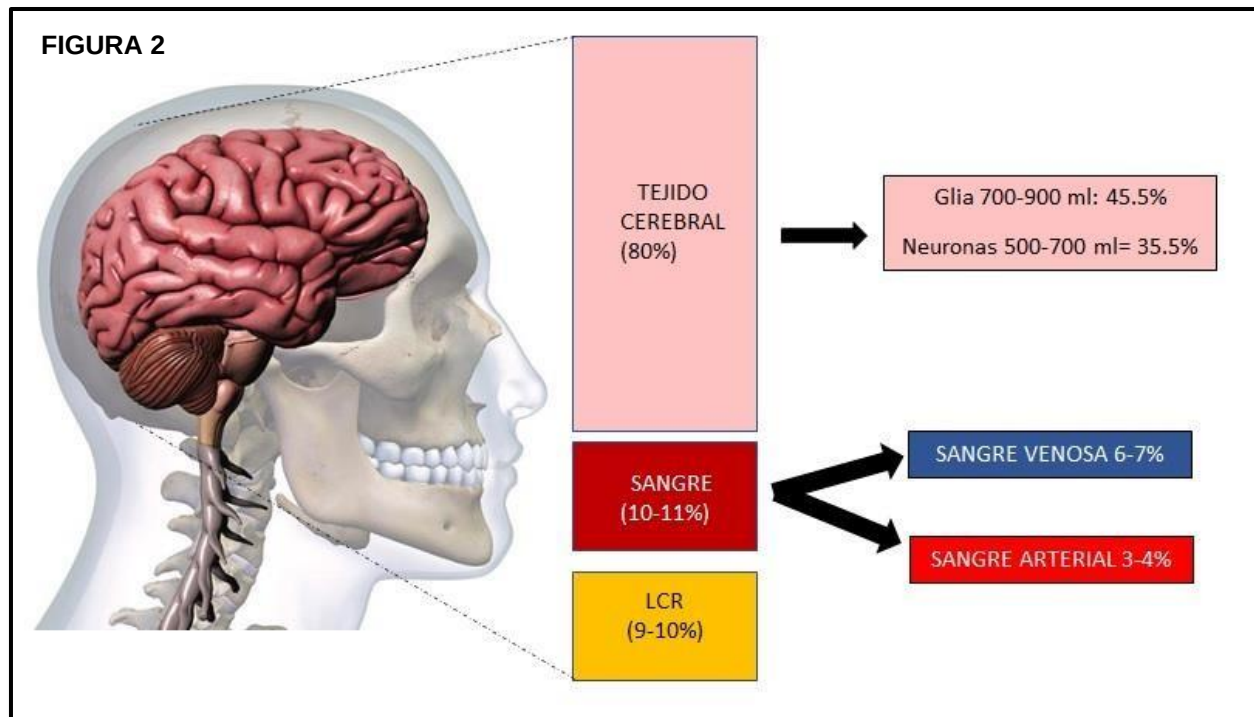


FIGURA 2. Obtenida y adaptada de: Robinson, C. P. (2021). Moderate and Severe Traumatic Brain Injury. CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology, 27(5), 1278. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000001036>

El espacio supratentorial es responsable del 50% del valor de PIC, el infratentorial un 30% y el restante 20% le corresponde al espacio espinal. El valor normal varía con la edad, la postura y las condiciones clínicas. En posición horizontal, en individuos sanos, oscila entre 7-15 mmHg, mientras que de pie es negativo con una media de alrededor de -10 mmHg (Godoy et al., 2021). De manera simplista Monroe y Kellie ligaron a la PIC a la presión media positiva creada por el cerebro, volumen sanguíneo y el LCR en la semirrígida bóveda del cráneo (Nag et al., 2019).

Las estructuras que integran el parénquima cerebral son estáticas, solo el líquido extracelular puede intervenir de manera dinámica al movilizarse por gradientes de

presión u osmóticos hacia distintos compartimentos como el espacio vascular o el compartimento espinal. El compartimento vascular arterial (25% volumen sanguíneo cerebral total) puede modificar la PIC a través de vasodilatación o vasoconstricción. El compartimiento venoso (75% del volumen sanguíneo cerebral total) es capaz de descender, rápida y eficazmente, los niveles de PIC al desplazarse al compartimento espinal (Godoy et al., 2021).

Estos componentes normalmente compensan los cambios de uno y otro, sin embargo, cuando estos mecanismos compensatorios se agotan, potencialmente pueden surgir secuelas neurológicas debidas a la hipertensión intracraneal (HIC) (Nag et al., 2019).

En el sentido más básico, la PIC es la presión dentro del cráneo, sin embargo, debido a que el tejido cerebral es incompresible, la estabilidad de la PIC requiere un balance entre la entrada y salida de los componentes fluidos, visto de otro modo debe de existir un balance entre la llegada de la sangre arterial y la salida del flujo de sangre venosa de la cabeza, así como de la producción y drenaje del LCR (Harary et al., 2018).

Más comúnmente, cuando hablamos de la PIC, nos estamos refiriendo a la PIC estática, lo que nos lleva a recordar que la PIC es una señal pulsátil que esta otorgada por el ciclo cardiaco y está definida por tres picos (P1, P2 y P3) (Figura 3). Normalmente esta curva puede ser usada para verificar la adquisición de la señal de la PIC (Canac et al., 2020).

- La onda P1 (onda de percusión) refleja el pulso arterial del plexo carotideo en el LCR.
- La onda P2 (onda tidal) es la representación de la correlación entre el pulso arterial reflejado en el parénquima cerebral.
- Y por último la onda P3 (muesca dicrótica) refleja el cierre de la válvula aortica (Nag et al., 2019).

FIGURA 3

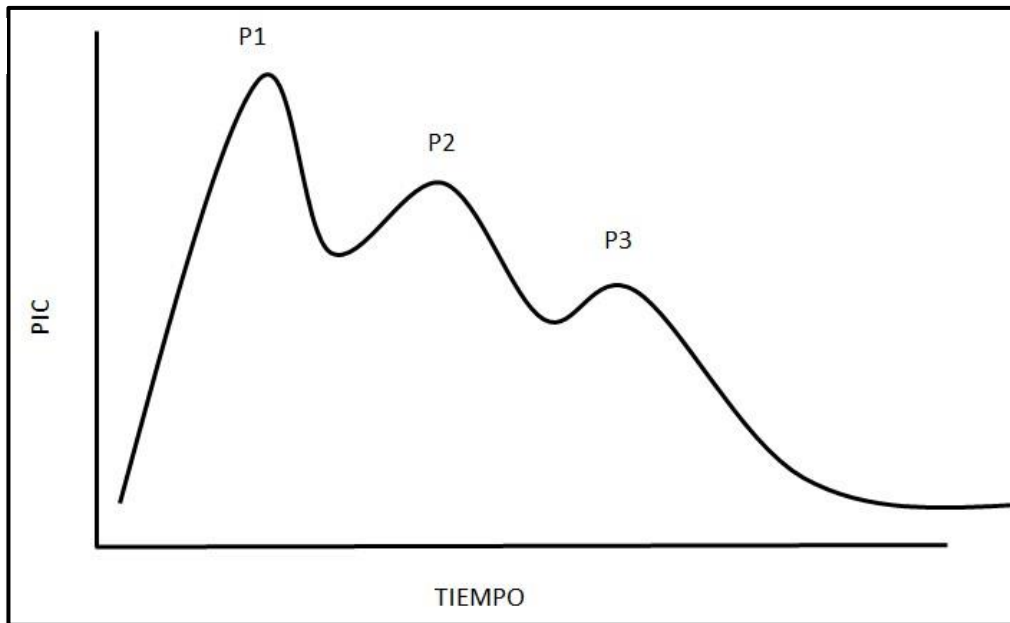


FIGURA 3. Adaptada de Nag, D. S., Sahu, S., Swain, A., & Kant, S. (2019). Intracranial pressure monitoring: Gold standard and recent innovations. *World Journal of Clinical Cases*, 7(13), 1535–1553. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v7.i13.1535>

Debido a que la interacción de los componentes de la bóveda intracraneal es dinámica, distintos aspectos como la anatomía de la bóveda craneana, la resistencia a la salida del LCR, la producción del LCR, presión del seno sagital y el flujo pulsátil arterial formaran el patrón característico de la onda de PIC (Rubiano et al., 2022).

Sin una disminución compensatoria en alguno de sus componentes, el resultado neto de la expansión de volumen llevara al incremento de la PIC. ¹⁰ Esta reserva compensatoria es finita y depende de la compliancia del sistema así que cuando esta reserva es depletada, pequeñas elevaciones en el volumen conllevan a una elevación potencialmente peligrosa y sostenida de la PIC eventualmente provocando HIC. (Figura 4) (Harary et al., 2018).

A esta curva de se le conoce como curva elastancia intracraneal. La elastancia intracraneal sirve como indicador de la capacidad de amortiguamiento del espacio intracraneal. Por lo que una PIC elevada generalmente indica que la capacidad de amortiguamiento se ha agotado o está afectada; sin embargo, una PIC normal no necesariamente significa que los mecanismos de amortiguamiento no se

encuentren comprometidos como en el caso del a región B de la Figrua 4 (Canac et al., 2020).

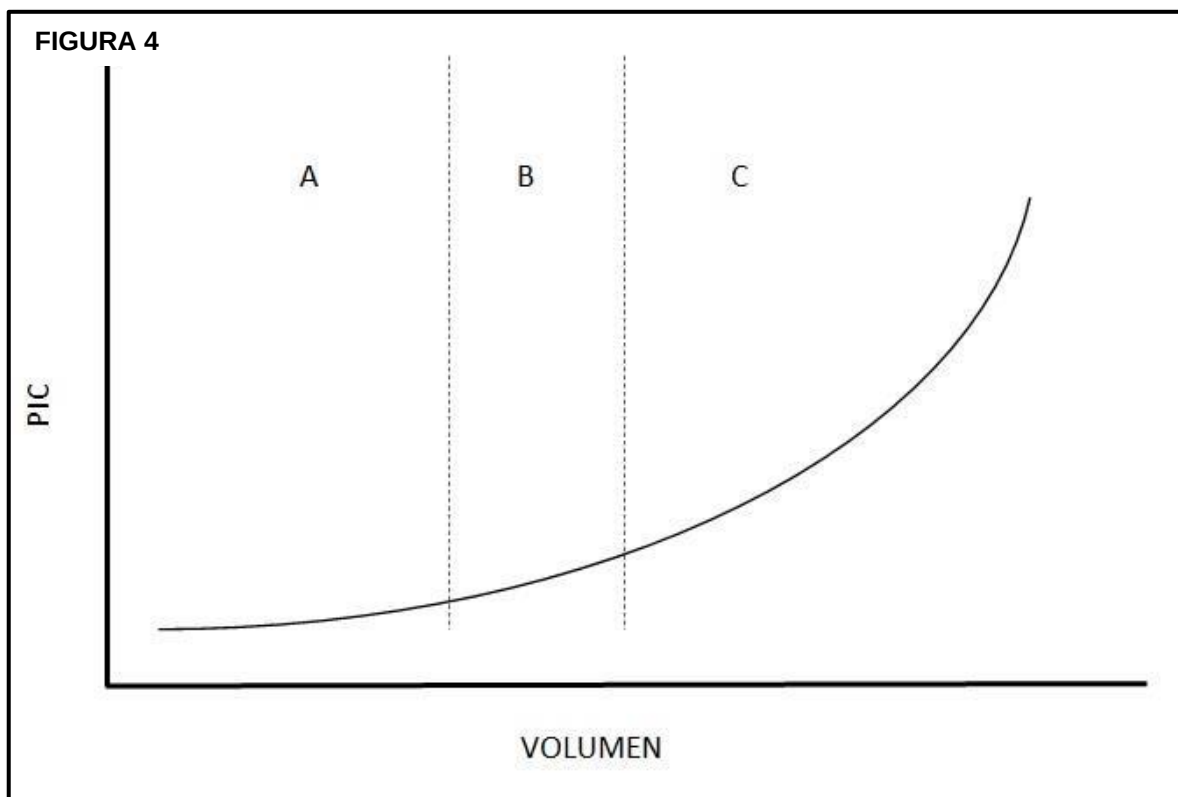


FIGURA 4. Adaptada de Canac, N., Jalaledini, K., Thorpe, S. G., Thibeault, C. M., & Hamilton, R. B. (2020). Review: pathophysiology of intracranial hypertension and noninvasive intracranial pressure monitoring. *Fluids and Barriers of the CNS*, 17(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/s12987-020-00201-8>

Como se mencionó antes para poder conservar la PIC dentro de valores normales usualmente se ve afectado alguno de sus componentes, siendo el componente sanguíneo el primero en regularse, sin embargo, al tratarse de un componente vital para el cerebro y su adecuado funcionamiento la Presión de Perfusión Cerebral (PPC) requiere un rango mínimo y máximo para poder llevar a cabo el adecuado funcionamiento siendo está influenciado por la presión arterial media (PAM) y la PIC. La relación que existe se establece por la siguiente formula: $PPC = \text{presión arterial media} - PIC$ (Nag et al., 2019).

La PPC necesaria para hacerle frente a los cambios en la PIC es únicamente es efectiva entre 50-150 mmHg, por debajo y encima de estos valores se produce hipoperfusión cerebral y edema (Harary et al., 2018). Esto se debe a una cascada de mecanismos que normalmente operan en orden para tratar de mantener el flujo sanguíneo cerebral (FSC) en casos de incremento de la PIC (Canac et al., 2020).

Para asegurar un FSC constante las arterias perforantes y arteriolas del cerebro modifican su diámetro como respuesta en la PAM (González-Johnson et al, 2022).

A pesar de esto, algunos mecanismos pueden resultar en distintos casos en un ciclo de retroalimentación positiva produciendo un aumento en la presión intracraneal y eventualmente isquemia cerebral.

Primero, en la presencia de elevación de la PIC las arteriolas distales cerebrales sufren vasodilatación para disminuir la resistencia vascular cerebral y tratar de disminuir los efectos de la elevación de la PIC en el FSC, si esto no es suficiente para mantener el FSC, la presión arterial también incrementa. Ambos mecanismos tienen el efecto de incrementar el volumen del FSC y consecuentemente además incrementar la PIC hasta que el cese del flujo sanguíneo cerebral ocurre. (Figura 5) (Canac et al., 2020).

FIGURA
5

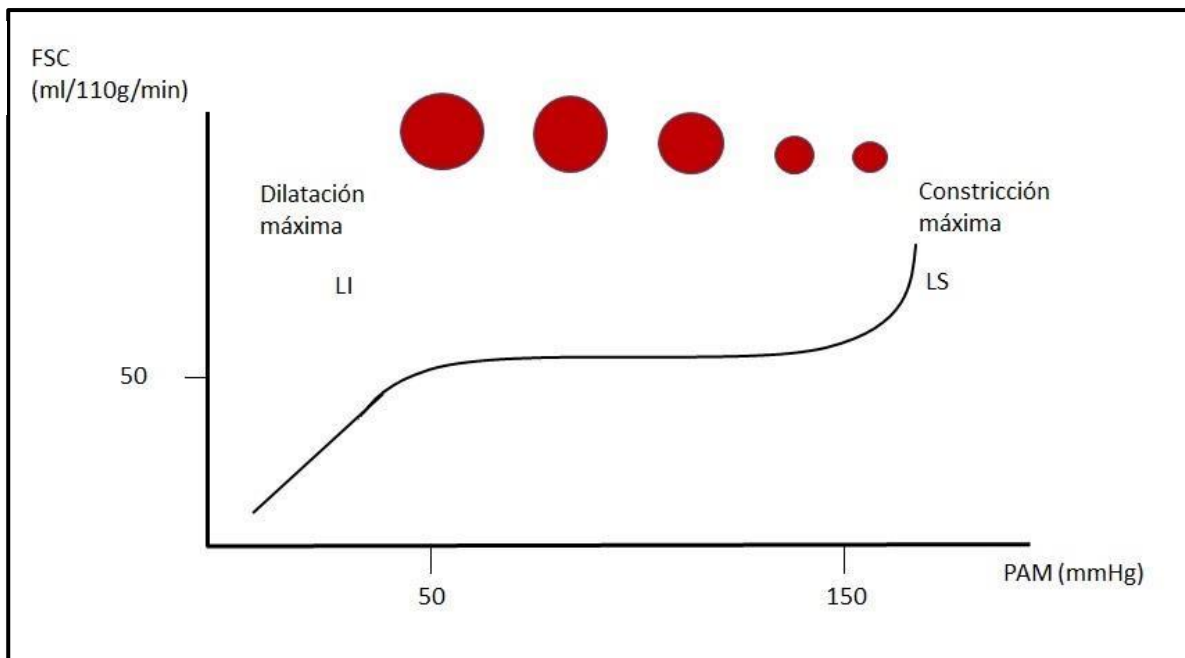


FIGURA 5. Obtenida de González-Johnson, Lucas, Zomosa, Gustavo, Valenzuela, Bayron, Maldonado, Felipe, Baabor, Marcos, & Romero, Carlos. (2022). Actualización en el tratamiento del síndrome de hipertensión intracraneana. Revista médica de Chile, 150(1), 78-87. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872022000100078>

El incremento de la PIC está sujeto además a otros factores, siendo una ecuación compleja, debido a esto la PIC está influenciada dinámicamente por las presiones intraabdominal e intratorácica, así como la concentración de CO² en la sangre

(Godoy et al., 2021). La hipercapnia causa dilatación de los vasos sanguíneos aumentando el FSC con riesgo de causar hipoperfusión. Por otro lado, la hipocapnia causa vasoconstricción que puede resultar en isquemia (Harary et al., 2018).

V. EVALUACIÓN Y MANEJO INICIAL EN URGENCIAS

En el ambiente pre hospitalario y fases iniciales hospitalarias, la terapéutica principal va dirigida a limitar o evitar la lesión cerebral secundaria (particularmente hipoperfusión cerebral, hipoxia y mayor sangrado) (Meyfroidt et al., 2022).

La evaluación del TCE debe de estar basado en los factores clínicos de manera inicial: Escala de Coma de Glasgow, pérdida del estado de alerta, pérdida de la memoria a corto plazo y déficit neurológico. Una vez que el paciente acude al servicio de urgencias se debe realizar de manera imperativa un breve examen neurológico que incluya una descripción documentada de los hallazgos de la Escala de Coma de Glasgow, la respuesta pupilar, reflejos de tallo, así como la examinación motora y periférica del dolor que debe de estar respaldado por una evaluación tomográfica para poder visualizar daño estructural y la necesidad de intervenciones neuroquirúrgicas (Robinson, 2021).

Se recomienda que se realice dentro de la evaluación inicial del TCE estudios de neuroimagen, siendo la TAC de cráneo como el estudio de elección, debido a que se puede adquirir de manera rápida, es de bajo costo y de fácil uso en pacientes con ventilación mecánica. La TAC de cráneo permite mostrar el tipo, localización y severidad de la lesión cerebral (contusiones cerebrales, edema cerebral, hematomas epidurales o subdurales, hemorragia intracerebral, desviación del tejido cerebral y fracturas de cráneo, etc.) otorgando información pronóstica temprana que permite guiar decisiones quirúrgicas y/o identificando pacientes con riesgo de desarrollar HIC (Godoy & Rabinstein, 2022). La principal causa de HIC son las hemorragias, que por desgracia son comunes en TCE moderado y severo, ocurriendo del 5-10% y 25-35% de los pacientes respectivamente; aunque también ocurren en cerca del 15% de los pacientes con Glasgow de 13-14 puntos (Salasky & Chang, 2023).

Debido a esto se debe realizar de manera sistemática y sin retraso una TAC de cráneo en los pacientes con TCE severo o moderado y en los pacientes con TCE

leve si presentan alguno de los siguientes signos: signos de fractura de la base de cráneo (hemotímpano, rinorrea, otorrea), fractura de cráneo desplazada, convulsiones postraumáticas, déficit neurológico focal, desordenes de la coagulación y/o terapia anticoagulante (Geeraerts et al., 2018). O si cumplen con alguno de los criterios de Nueva Orleans o Canadá (Silverberg et al., 2019).

Es importante recalcar que acorde a la información obtenida en la evaluación primaria se debe tratar de individualizar el manejo que se proporcione a estos pacientes, obteniéndose una amplia gama terapéutica que va desde el manejo inicial con protocolo de trauma (ABCDE) hasta realizar un manejo avanzado de la vía aérea de urgencia. Cuando ya se cuente con estudio de neuroimagen se podría priorizar el manejo quirúrgico acorde a los hallazgos tomográficos e iniciar monitorización de la PIC. Si no se cuenta con los insumos necesarios para su correcta evaluación y tratamiento en la unidad hospitalaria de debe pensar en referir de manera temprana y oportuna a un centro especializado de cuidados neurocríticos para poder realizar un adecuado manejo y abordaje integral del paciente.

Debido a que no siempre se tiene el acceso temprano a estudios de neuroimagen, equipo neuroquirúrgico o una unidad de cuidados intensivos, se ha tratado de homologar los cuidados mínimos necesarios para los pacientes con TCE en una unidad no neurocrítica. Siendo uno de los más estudios más recientes un consenso publicado por la World Society of Emergency Surgery (WSES) compuesto de anestesiólogos, intensivistas, neurointensivistas, neurocirujanos, neuroradiólogos y cirujanos de cuidados críticos con experiencia en TCE en donde se realizan una serie de recomendaciones que van desde el uso de sedación, intubación y ventilación mecánica temprana; mantener $\text{SatO}_2 > 94\%$; PaCO_2 35-38 mmHg; monitorización de la tensión arterial manteniendo $\text{TAS} > 110$ mmHg o $\text{TAM} > 80$ mmHg; monitorización de la frecuencia y ritmo cardíaco por telemetría; medición continua de la ECG y el diámetro pupilar; elevación de la cabecera entre 30-45°; posición neutra de la cabeza, mantener normotermia, $\text{Hb} > 7$ g/dL, plaquetas > 75 000, corrección de tiempos de coagulación y envió a una unidad especializada de manera temprana (Picetti et al., 2023).

VI. MONITORIZACIÓN DE LA PIC POR TOMOGRAFÍA

Debido a la relación estrecha que existe entre la PIC y el FSC la idea básica de la utilización de la monitorización de la PIC yace en su utilización como principal predictor y prevención del desordenamiento de la PPC (Nag et al., 2019).

La medición y manejo de la PIC ha sido de manera histórica la piedra angular para tomar diferentes intervenciones en la lesión cerebral aguda (EVC, TCE, hidrocefalia otras) (Rubiano et al., 2022). El monitoreo de la PIC como modalidad novedosa fue introducida por la fraternidad de Guillaume y Janny en 1951. Sin embargo, la popularización de la medición de la PIC llevo a Lundberg y sus colegas quienes sistematizaron y establecieron el protocolo para ser usado en 1960 (Nag et al., 2019).

En la actualidad el estándar de oro para la medición de la PIC es mediante métodos invasivos que requieren la colocación de un catéter ventricular conectado a un medidor de tensión externo, sin embargo, estos métodos están asociados con un gran número de complicaciones incluida la hemorragia, obstrucción y mal colocación del catéter, infecciones asociadas al procedimiento y pérdida de la precisión por la asimetría de los hemisferios debida a la lesión adyacente (Moraes & Silva, 2021).

El gran número de complicaciones que conlleva la medición invasiva de la PIC, ha propiciado el desarrollo de nuevos métodos no invasivos con el fin de poder obtener de manera fácil, precisa y sin complicaciones una estimación de la PIC (Canac et al., 2020). De primera instancia y debido a que gran número de pacientes con TCE se les realiza un estudio de neuroimagen (TAC de cráneo o resonancia magnética de cráneo), estas se usan de manera rutinaria para detectar cambios cualitativos sugerentes de aumento de la PIC, que van desde compresión ventricular, desviación de la línea media, dilatación ventricular, borramiento de los surcos cerebrales, pérdida de la diferenciación cortico-subcortical y hemorragias intracraneanas (Moraes & Silva, 2021). Sin embargo permanece incierto que tan preciso o revalorable son estas características en la evaluación de la HIC (Canac et al., 2020).

Los únicos signos radiológico encontrados en TAC de cráneo confiables para predecir HIC fueron la compresión de las cisternas basales y la desviación de la línea media por más de 10 mm del septum pellucidum (Godoy & Rabinstein, 2022). Esta área de oportunidad en la medición de la PIC con métodos no invasivos ha propiciado el desarrollo de métodos más confiables y que otorguen de manera cualitativa valores para medir la PIC y distinguir la PIC normal de la elevada, o para evaluar de manera individual a cada paciente, en especial en los pacientes que necesitan una medición constante de la PIC (Canac et al., 2020).

La Brain Trauma Foundation (BTF) en su cuarta edición reconoce que la monitorización y tratamiento de la HIC es el pilar del manejo de los pacientes con TCE que permite un adecuado cuidado y optimo egreso de los mismos, reduciendo la mortalidad hospitalaria a 2 semanas (NIVEL DE EVIDENCIA IIB), por lo que la medición de la misma está indicada en pacientes con TCE severo y TAC de cráneo normal con las siguientes características: 1) mayores de 40 años; 2) postura motora anormal unilateral o bilateral; o 3) presión sistólica menor a 90 mmHg (Carney et al., 2017).

Sin embargo, esto deja un amplio margen de situaciones donde la monitorización de la PIC en los pacientes con TCE no se realiza, por lo que otras bibliografías sugieren además el inicio de la monitorización ante la presencia de una TAC de cráneo con datos cualitativos sugerentes de aumento de la PIC sin importar la clasificación de Glasgow, pacientes que serán o fueron sometidos a neurocirugía, o pacientes quienes vayan a ser sometidos a otro tipo de cirugía extracraneal (pacientes con politraumatismo) que presenten datos de inestabilidad hemodinámica (Picetti et al., 2019).

Actualmente en el servicio de urgencias la monitorización de la PIC se realiza de manera indirecta midiendo el diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) por ultrasonografía (USG) siendo una herramienta simple, no invasiva que presenta un razonable nivel de precisión diagnóstica para la estimación de la PIC, siendo de bajo costo, con un periodo de adiestramiento corto, buena reproducibilidad y puede realizarse a pie de cama (Lochner et al., 2019).

VII. DIÁMETRO DE LA VAINA DEL NERVIO ÓPTICO Y SU RELACIÓN CON LA PIC

El nervio óptico es un tracto de fibras con aproximadamente 1.2 millones de axones, rodeado de vainas meníngeas que transportan las sensaciones visuales al sistema nervioso central. Se desprende del globo ocular 3 mm medialmente y 1 mm inferiormente al polo superior del mismo, se dirige posteriormente y atraviesa la cavidad craneal terminando en el ángulo anterolateral correspondiente al quiasma óptico (Suárez Suárez et al., 2020). El DVNO está compuesto por fibras mielinizadas rodeadas por vainas meníngeas (duramadre, aracnoides y la piamadre), además de una capa de LCR y trabécula aracnoidea, por lo que este espacio subaracnoideo está conectado con la capa interna de la aracnoides y es una continuidad de la duramadre que envuelve al cerebro (Lochner et al., 2019). Una elevación de la PIC causa distensión del DVNO, principalmente en la porción retrobulbar, dado que esta posee una red trabecular menos densa. A medida que la PIC se eleva, el LCR se distribuye por la duramadre hacia la VNO, la cual ocasiona aumento en su diámetro (Suárez Suárez et al., 2020). La medición de la VNO tiene una sensibilidad y especificidad del 0.95 y 0.92 para detectar elevación de la PIC, dependiendo del punto de corte que varía entre 4.8-5.6 mm (Moraes & Silva, 2021).

A pesar de que el USG es una buena opción para la medición indirecta de la PIC mediante el DVNO no siempre se encuentra disponible en el área de urgencias, por lo que se ha tratado de utilizar los estudios de neuroimagen iniciales para poder tener un valor estimado de la PIC inicial midiendo el DVNO mediante imágenes transversales de estudios de neuroimagen (TAC de cráneo o RMN) sin embargo, muchas veces su medición es pasada por alto debido a sus limitados datos de investigación (Jenjitrant et al., 2020).

La tomografía es considerada por algunos estudios como un método más efectivo para evaluación del incremento de la PIC mediante la medición del DVNO, especialmente para aquellos que cursan con TCE severo y que cursan con una hemorragia cerebral severa debido a que otorga una visualización del tamaño de la vaina óptica más precisos, permitiendo visualizar de manera correcta los límites del

DVNO en la ventana de “tejido cerebral” que es donde se puede apreciar con mayor detalle (Özsaraç, 2017).

El aumento del DVNO por tomografía simple de cráneo se ha validado en diversos estudios. En un estudio del 2014 realizado por Ávila et al. en el hospital de las Américas en el estado de México se demostró la asociación lineal entre la medición por tomografía DVNO y la PIC medida por un método invasivo en paciente con TCE severo, demostrando una asociación excelente para el mismo paciente encontrándose diferencias en la medición del DVNO en USG y TAC de cráneo de 0.5 y 0.2 mm respectivamente realizada a distintas distancias del globo ocular y obteniéndose como resultado secundario la habilidad para discriminar entre los pacientes con hipertensión intracraneal, siendo además considerado como un predictor del aumento de la PIC mucho más fuerte que las características que comúnmente se buscan en las TAC de cráneo (Suárez Suárez et al., 2020). Otro estudio en Seul en el 2021 realizado por Kim et al. encontró un punto de corte de 5.3 mm para el DVNO por USG detectando elevación de la PIC una sensibilidad de 75.4% y especificidad del 90.4% mientras que el punto de corte en la TAC fue de 5.0 mm y con una sensibilidad del 68.4% especificidad del 85.2%, encontrándose que en ambas mediciones (ya sea con USG o con TAC) los pacientes con aumento en la PIC presentaron mediciones elevadas de la DVNO, además de que se demostró que la medición casi simultánea (menos de 30 min) de la vaina por USG y por TAC presenta alta concordancia (Kim et al., 2021). Otro estudio realizado en Tailandia por Jenjitranant et al. en donde se evaluaron 271 pacientes demostró la asociación entre los signos de la PIC y la medición del DVNO por TAC y por USG, obteniéndose un punto de corte de 4.8 a 5.0 mm por USG y por TAC un punto de corte de 4.8 mm para la detección de alguno de los signos de presión intracraneal con 60.5% de sensibilidad 61.2% de especificidad, con una variación con respecto al USG una mediana de 1.4 mm (Jenjitranant et al., 2020) , por mencionar algunos estudios.

Si bien existe diferencia entre la sensibilidad y especificidad en los valores obtenidos por la medición del DVNO por TAC y USG, algunos de ellos son causados debido a que en algunos estudios la medición no se realizó por el mismo investigador. La mayoría de ellos coinciden en que la medición de la PIC mediante el DVNO por TAC

otorga un valor cuantitativo que respalda la sospecha de HIC cuando los hallazgos cualitativos por TAC o clínica no son suficientes.

De manera generalizada se acepta que un valor por encima de 5 mm del DVNO se traduce entonces como una PIC >20 mmHg, y en base al estudio de Li-Juan Wang en 2017 se conoce una fórmula matemática para la estimación de la PIC, siendo $PIC = (5.69 \times DVNO) - 8.23$ (Wang et al., 2017). Debido a que no se encuentran diferencias significativas en los valores por USG y TAC, esta fórmula puede ser empleada para proporcionar un valor estimado de la PIC mediante el valor obtenido por la medición del DVNO en la TAC inicial.

Si bien el iniciar una monitorización de la PIC en los pacientes con TCE es tema de discusión, debido principalmente a que no se ha podido demostrar su utilidad clínica, existe un único estudio realizado de manera internacional, prospectivo observacional el SYNAPSE- ICU, donde se estudiaron pacientes de 146 unidades de cuidados intensivos (ICUs) de 42 países, donde se encontró que la principal razón para realizar la monitorización de la PIC fue debido que se presentó deterioro clínico de los pacientes, y en segunda instancia fue la presencia de hemorragia subaracnoidea; y en tercer lugar la presencia de hemorragia intracraneal. Demostrándose que en los pacientes en quienes se realizó la medición de la PIC la mortalidad a 6 meses fue menor comparado contra los que no se realizó la monitorización de la PIC además de que se asoció un mejor pronóstico neurológico y manejos terapéuticos más agresivos. Sin embargo, en este estudio se realizó la monitorización de la PIC mediante métodos invasivos (Robba et al., 2021).

Debido a que la monitorización de la PIC mediante métodos invasivos no es posible en varias partes del mundo por diversos factores, se ha tratado de desarrollar formas de manejar la HIC mediante otras técnicas, tal es el caso el estudio de Chesnut et al en el 2012 conocido como BEST TRIP trial en el que se realizó la monitorización de la PIC basado en estudios de neuroimagen seriados y hallazgos clínicos (Wiles et al., 2023). A pesar del desarrollo de técnicas que nos ayuden a determinar la PIC, aun no existen estudios ni evidencia suficiente que den la pauta para realizar la monitorización del PIC en todos los pacientes. Si bien existe un valor límite para la PIC (HIC= >20 mmHg), este debe de ser considerado de modo heurístico inicialmente con el propósito de resolver un problema y para alcanzar una meta a corto plazo; que sería en este caso disminuir la PIC. Teniendo en cuenta

que se desconoce un valor limite exacto de la PIC que disminuye el flujo sanguíneo cerebral o que desplaza el tejido cerebral por lo que se debe de evitar de tener un pensamiento rígido y estático de “umbral de PIC” para iniciar un tratamiento (Rubiano et al., 2022).

Debido a que la HIC es una complicación secundaria multifactorial con un papel prioritario en la fisiopatología de la lesión cerebral traumática, (Godoy et al., 2021) y que debido a que no siempre se tiene la infraestructura necesaria para realizar el monitoreo de la PIC, es importante desarrollar métodos que permitan obtener un valor cualitativo inicial de la PIC en el área de urgencias que junto con la características clínicas nos orienten acerca del pronóstico que pudiera tener el paciente y tomar decisiones adecuadas en su tratamiento.

4. HIPÓTESIS

A) HIPÓTESIS GENERAL

A.1) La determinación de la presión intracraneal por TAC de cráneo es útil para determinar la gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias

B) HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Ho: La prevalencia de traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias del HGR 2 El Marqueses igual o menor al 8%

Ha: La prevalencia de traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias del HGR 2 El Marqueses mayor al 8%

Ho: La incidencia de TCE leve en el HGR 2 El Marques es igual o menor al 81%.

Ha: La incidencia de TCE leve en el HGR 2 El Marques es mayor al 81%.

Ho: La incidencia de TCE moderado a severo en el HGR 2 El Marques es igual o menor al 19%.

Ha: La incidencia de TCE moderado a severo en el HGR 2 El Marques es mayor al 19%.

Ho: El accidente automovilístico es la causa de TCE en el HGR 2 El Marques es igual o menor al 61%.

Ha: El accidente automovilístico es la causa de TCE en el HGR 2 El Marques es mayor al 61%.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Demostrar que se puede determinar la gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias por medio de la determinación de la presión intracraneal por TAC de cráneo.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.2.1 Determinar la prevalencia de traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias del HGR 2 El Marques.

5.2.2 Determinar la prevalencia de los diferentes TCE (leve, moderado y severo) en el HGR 2 El Marques.

5.2.3 Determinar las principales etiologías de TCE que acuden al servicio de urgencias del HGR 2 El Marques.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

A) Diseño de la investigación

Se trato de un estudio cohorte retrospectivo y descriptivo.

B) Definición del universo

El estudio se realizó con información obtenida de expedientes de los pacientes que acudieron al servicio de Urgencias del Hospital Regional No. 2 El Marques del Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual es un hospital de 2º nivel, localizado en el estado de Querétaro. Tomando como diagnostico alguna de las siguientes frases: "Traumatismo craneoencefálico", "herida en cabeza", "contusión en cabeza", "golpe en cráneo" más cualquier otra patología.

C) Definición de la población

Expedientes de pacientes que acudieron al servicio de Urgencias del Hospital General Regional No. 2 El Marques que sufrieron traumatismo cráneo encefálico sin importar la causa.

D) Lugar de la investigación

Servicio de Urgencias del Hospital Regional No. 2 El Marques del Instituto Mexicano del Seguro Social.

E) Tiempo de estudio

Fecha del estudio: A partir de que el protocolo de investigación fue aceptado se contarán los 6 meses previos.

F) Grupos de estudio

Expedientes de pacientes de 18 a 80 años de edad que ingresaron al servicio de urgencias con el diagnóstico de Traumatismo craneoencefálico.

G) Criterios de selección

I. Criterios de inclusión

1. Hombres y mujeres
2. Edad entre 18 y 80 años de edad
3. Diagnóstico de Traumatismo craneoencefálico de menos de 24 horas de evolución.
4. Pacientes que ingresen al servicio de urgencias y que se realizó una TAC de cráneo en las primeras 24 horas posterior del traumatismo.
5. Pacientes referidos de otras unidades hospitalarias en las primeras 24 horas posterior del traumatismo y que se realice TAC de cráneo hospitalaria dentro de las primeras 24 horas del traumatismo.
6. Pacientes con TAC de cráneo realizada en el HGR 2 “El Marques” dentro de las primeras 24 horas posteriores del TCE donde se cuente con corte axial y se observe en su totalidad la vaina óptica. (HIC= DVNO >5 cm).
7. Pacientes que acudieron dentro del tiempo establecido, previo a la autorización del protocolo.

8. Tener un diagnóstico de ingreso que incluya cualquiera de las siguientes frases: “Traumatismo craneoencefálico”, “herida en cabeza”, “contusión en cabeza”, “golpe en cráneo”.

II. Criterios exclusión

1. Pacientes menores de 18 años o mayores de 80 años
2. Pacientes con expedientes clínicos con datos incompletos.
3. Pacientes referidos de otras unidades hospitalarias en las primeras 24 horas posterior del traumatismo con TAC de cráneo no institucionales o de otras unidades institucionales.
4. Pacientes con TAC de cráneo realizada en el HGR 2 “El Marques” dentro de las primeras 24 horas posteriores del TCE que donde no se cuente con corte axial y/o no se observe en su totalidad la vaina óptica.

III. Criterios de eliminación

1. Pacientes con más de 24 horas del traumatismo craneoencefálico a su ingreso a urgencias.
2. Pacientes que no cuenten con TAC cráneo simple a su ingreso a urgencias dentro de las primeras 24 horas del traumatismo.
3. Pacientes que ingresen al hospital trasladados de otras unidades con más de 24 horas del traumatismo cráneo encefálico.
4. Pacientes con traumatismo ocular con afección de al globo ocular o daño al nervio óptico
5. Pacientes con TCE que presenten patología cerebral previa y reporte cuenten con reporte oficial de hidrocefalia o encefalomalacia por el servicio de Imagenología del HGR 2 “El Marques”.

H) Tamaño de muestra

Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población

Tamaño de la población (para el factor de corrección de la población finita o fcp) (N):

frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población (p): 50% $\pm$ 5

Límites de confianza como % de 100(absoluto $\pm$ %) (d): 5%

Efecto de diseño (para encuestas en grupo- $EDFF$): 1

Tamaño muestral (n) para Varios Niveles de Confianza

Intervalo	Confianza (%)	Tamaño de la muestra
95%		148

Ecuación

Tamaño de la muestra $n = [EDFF \cdot Np(1-p)] / [(d^2 / Z^2_{1-\alpha/2} \cdot (N-1) + p(1-p)]$

I) Técnica muestral

Se tomó el diagnóstico de salud de acuerdo al PHEDS (sistema electrónico utilizado en el HGR 2 El Marques, utilizando términos como “contusión de la cabeza”, “traumatismo de cabeza” y leímos que realmente se tratara de TCE de ahí se tomaron en cuenta los meses en que se realizará dicho estudio, resultando 240 pacientes que llegaron al servicio de urgencias que cumplían con las características de TCE, de acuerdo a los porcentajes, nos sale que debemos realizar nuestra muestra con 148 pacientes.

J) Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.

Una vez que el comité local apruebo el protocolo de investigación se procedió a solicitar permiso a las autoridades correspondientes en el Hospital General No 2 El Marques.

Posteriormente ya autorizado, se procedió a solicitar a la jefatura de urgencias los censos diarios que fueron recolectados y ordenados mensualmente; esto con el fin de identificar los pacientes que hayan ingresado con el diagnostico de TCE.

Se revisaron los expedientes físicos que se encuentren en el archivo general. Se identificaron las características clínicas de los pacientes que fueron seleccionados, localizando los que fueron diagnosticados con TCE, se ingresaron los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, la cual se encuentra en el anexo 1, con la información que se obtuvo se procedió a buscar en el sistema institucional “HisWeb” la TAC de cráneo simple que corresponda a su ingreso al servicio de urgencias y se procedió a realizar la visualización del estudio en un corte axial en una interfaz de “cerebro”, se realizara la medición de la vaina óptica a 3 mm en un corte donde se observe de manera completa el nervio óptico, posteriormente se procederá a realizar la medición de su diámetro de manera bilateral, se sumara y se realizara un promedio de ambos para determinar la PIC inicial.

Al término de la recolección de la muestra, se procedió a la creación de una base de datos estadísticos, para concluir el análisis de los mismos.

L) Procesamiento de datos y análisis estadístico.

Para la tabulación y análisis de los resultados, se aplicó estadística descriptiva utilizando frecuencias, porcentajes y desviación estándar, esto para las variables cualitativas y cuantitativas. Se evaluó si existe relación entre la gravedad y la PIC determinada por el diámetro de la vaina óptica obtenida por TAC en pacientes que sufrieron TCE al ingresar al servicio de urgencias, con la finalidad de la comprobación de la hipótesis.

7. ASPECTOS ÉTICOS

En el presente estudio se contempló la reglamentación ética vigente al someterse a un comité de investigación local en salud, ante el cual se presentó para su revisión, evaluación y aceptación.

Dentro de la Declaración de Helsinki 2013. Se respeto el artículo 11 “En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación. Así como el artículo 23 que refiere “deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de la persona que participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal y para reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física, mental y social.”

El presente estudio se apegó a la Norma Oficial Mexicana NOM-168-SSA-1998 en cuanto al uso del Expediente Clínico para la enseñanza y la investigación clínica.

Por las características del estudio se considera que no implica riesgo para los pacientes ya que no se trató directamente con el paciente, se basó en la información obtenida en los expedientes.

Los datos obtenidos en el estudio se mantuvieron en estricta confidencialidad y anonimato.

La información se concentró en el disco duro de la computadora personal del Investigador principal, siendo la única persona que tuvo acceso a la identificación de los pacientes. El archivo se guardó con clave de acceso y a cada paciente (registro) se le asignó un número de folio, clave que fue utilizada como referencia cuando se realizó el análisis de la base de datos.

8. RESULTADOS

Se revisaron los expedientes clínicos electrónicos de los pacientes que ingresaron al servicio de urgencias durante los meses de Julio-Enero 2023 con diagnóstico de “Traumatismo craneoencefálico”, “herida en cabeza”, “contusión en cabeza”, “golpe en cráneo”, además de alguna otra patología, obteniéndose un total de 236 pacientes con esos diagnósticos y aplicándose los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, obteniendo una muestra de 161 pacientes, que se encontraban entre los 18 y 80 años de edad.

De estos, el 71% (118 pacientes) fueron del género masculino y 27% (43 pacientes) del género femenino, como se observa en la siguiente imagen (FIGURA 6):

FIGURA 6: Distribución por género en TCE

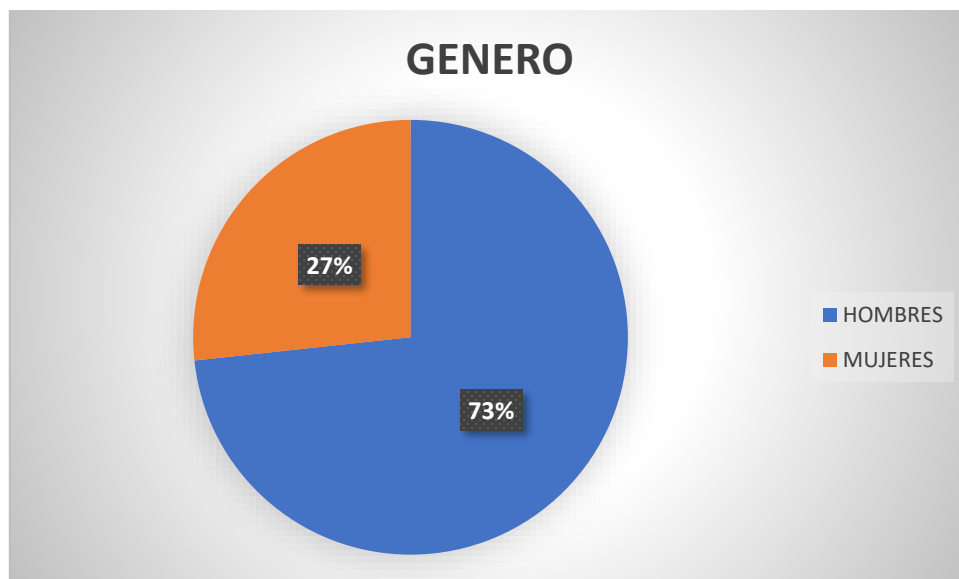


FIGURA 6. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

Se encontró que sin importar la severidad del TCE fue más frecuente en el género masculino.

CUADRO 2: Incidencia de severidad por genero

Incidencia de severidad por genero			
TCE	LEVE	MODERADO	SEVERO
HOMBRES	100	6	12
MUJERES	41	0	2

CUADRO 2. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

El principal mecanismo de lesión que condiciono el TCE fueron las caídas, representado por un 30% del número total de casos (49 pacientes) seguido de los accidentes automovilísticos 27% (43 pacientes) y en tercer lugar los que se asocian a accidente de motocicleta con un 17% (28 pacientes).

FIGURA 7: Distribución por tipo de accidente

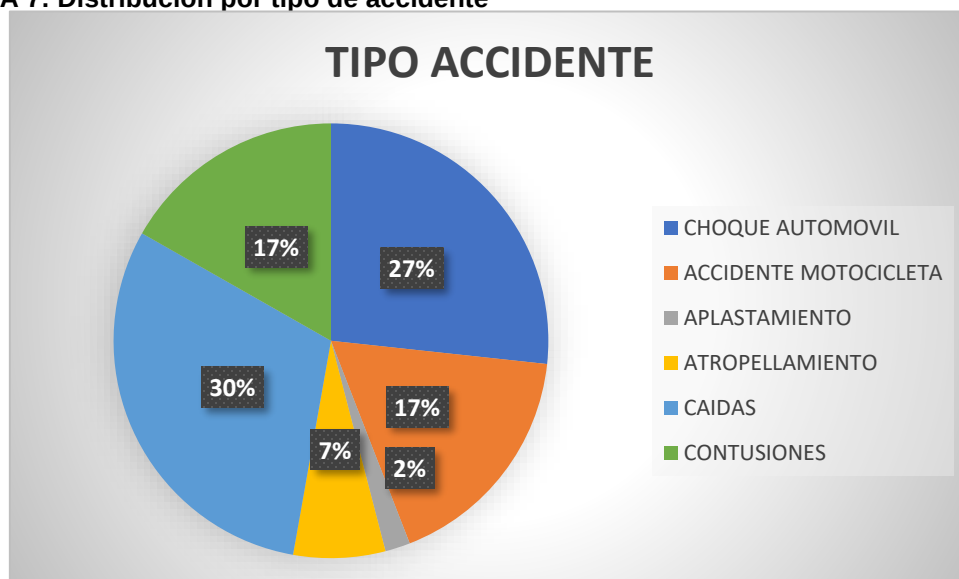


FIGURA 7. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

Acorde a la clasificación de severidad basada en la escala de coma de Glasgow el 87% (141 pacientes) se clasificaron como un TCE leve, mientras que el 9% (14 pacientes) se clasificaron como un TCE severo y el 4% (6 pacientes) se clasifico como un TCE moderado.

FIGURA 8: Distribución por tipo de severidad de TCE

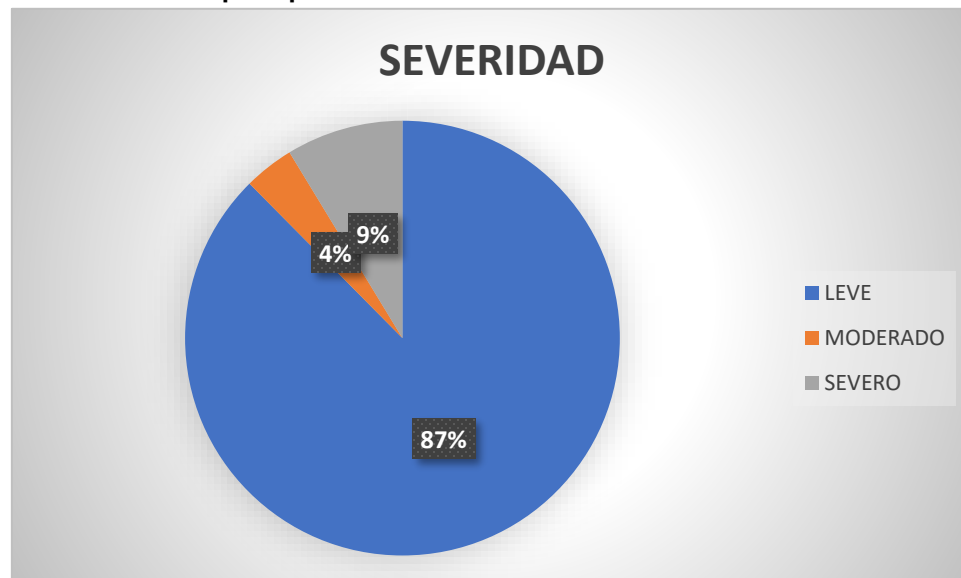


FIGURA 8. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

De estos se encontró que sin importar la clasificación de TCE, el 48% de ellos se egresaron directamente desde el servicio de urgencias a sus domicilios, el 41% ingresaron al área de hospitalización para continuar manejo multidisciplinario o vigilancia neurológica, y que solo el 9% requirió ingreso a UCI y el 2% sufrió un desenlace fatal.

FIGURA 9: Destino al egreso de paciente con TCE

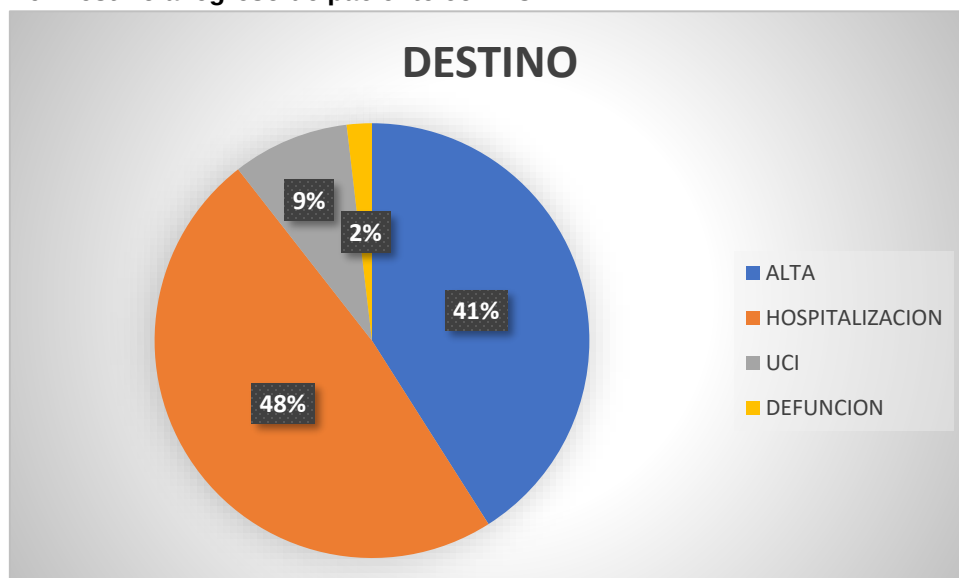


FIGURA 9. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

En lo que respecta a la severidad del TCE y su destino de egreso, el 100% de los pacientes que de los que cursaron con un TCE leve fueron egresados.

CUADRO 3: Incidencia relacionada con la severidad y destino al egreso

Incidencia relacionada con la severidad y destino				
SEVERIDAD	UCI	HOSPITALIZACIÓN	EGRESO	DEFUNCIÓN
SEVERO	11	3	0	0
MODERADO	3	3	0	0
LEVE	0	71	67	3

CUADRO 3. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

De los pacientes que ameritaron hospitalización: 96% tenían TCE leve, 2% TCE moderado y 2% TCE severo.

Se revisaron las tomografías de cráneo de los pacientes a los cuales se les realizó dentro de las primeras 24 horas posteriores a sufrir el TCE, encontrándose que el DVNO sin importar su severidad, el 43% presentó una medición dentro del intervalo de 4-5 mm, seguido por el intervalo entre 3-4 mm que representa el 26%.

FIGURA 10: Distribución de DVNO en TCE

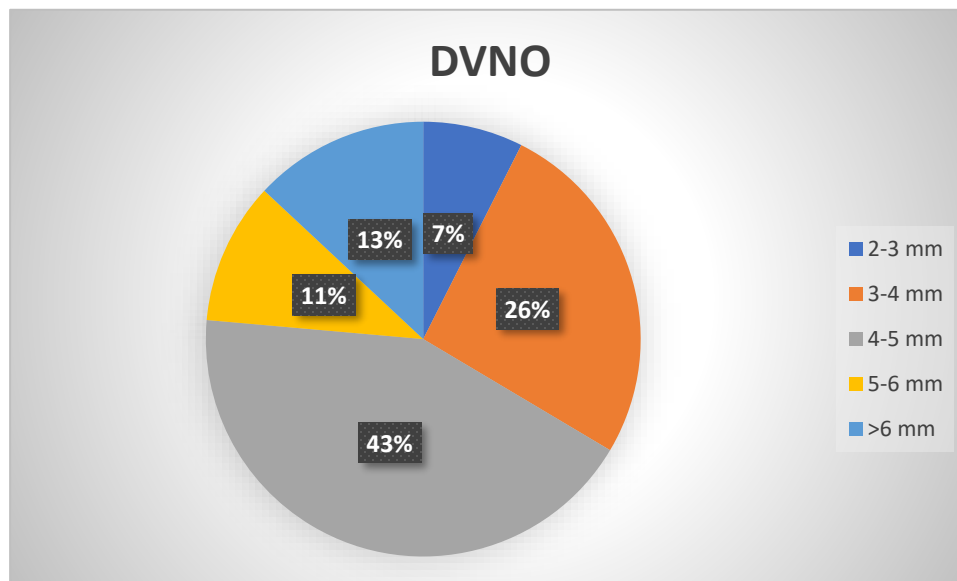


FIGURA 10. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

Se encontró que respecto al TCE y el DVNO en los pacientes las mediciones fueron variadas, por lo que se determinó que el promedio de las muestras para el TCE leve fue de la mínima: 2.68 mm, promedio: 4.43 mm y la máxima de: 6.03 mm; en los pacientes con TCE moderado fue de 4.65 mm la mínima, el promedio de 5.8 mm y la máxima de 6.69 mm, y para los pacientes con TCE severo la mínima fue de 2.68 mm, el promedio 4.33 mm y la máxima 6.99 mm.

CUADRO 4: Incidencia del DVNO acorde a la severidad del TCE

INCIDENCIA DEL DVNO ACORDE A LA SEVERIDAD DEL TCE			
TCE	MIN	PROMEDIO	MÁXIMA
LEVE	2.68	4.43	6.03
MODERADO	4.65	5.8	6.69
SEVERO	2.68	4.33	6.99

CUADRO 4. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

Del total de pacientes que se registraron, el 77% (124 pacientes) no cursaba con datos de HIC al momento de la realización de la TAC de cráneo mientras que el 23% (37 pacientes) cursaban con DVNO >5 mm al momento del estudio, por lo que se pudiera considerar como un dato objetivo de HIC, por otra parte, el 49% de estos pacientes se indicó hospitalización, el 35% dados de alta desde el servicio de urgencias y el 16% ameritaron ingreso a la UCI.

FIGURA 11: Distribución de la clasificación de la PIC

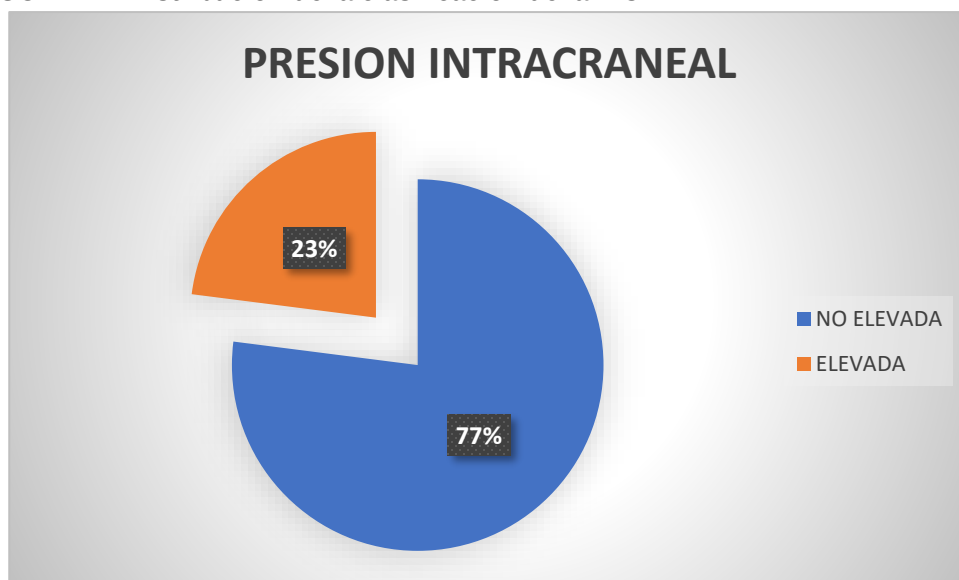


FIGURA 11. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

FIGURA 12: Distribución de los pacientes a su egreso acorde a la HIC

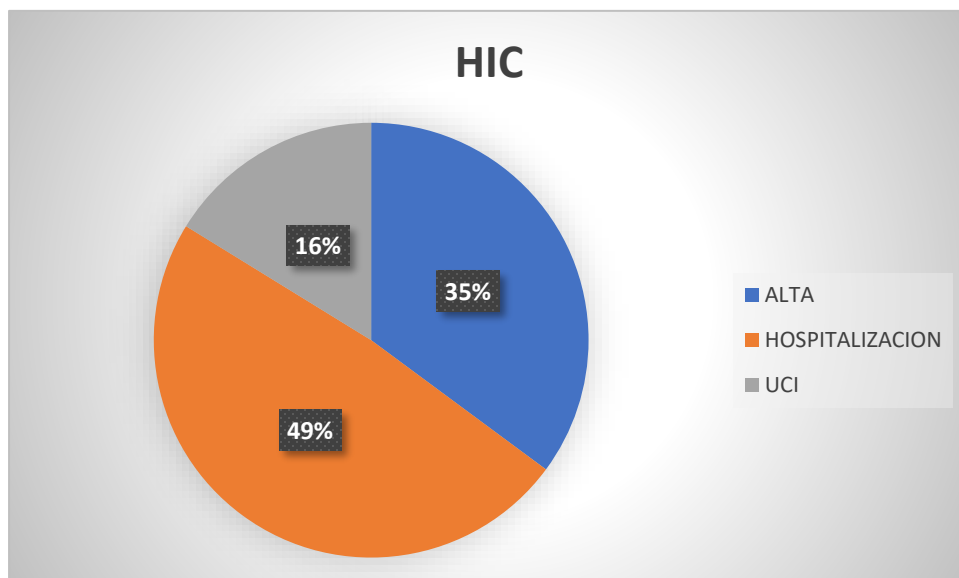


FIGURA 12. Fuente: Determinación de presión intracraneal por tac de cráneo como parámetro de gravedad en pacientes con traumatismo cráneo encefálico en el servicio de urgencias.

9. DISCUSIÓN

Acorde a los resultados obtenidos en el Hospital General No 2 “El Marques” se pueden corroborar las cifras reportadas del INEGI donde se indica que el TCE es más frecuente en hombres que en las mujeres. (Salud, 2026). Se confirmó además la hipótesis alterna de que el TCE es mayor al 81% en el hospital de estudio y se confirmó la Hipótesis estadística en donde planteamos que la incidencia del TCE severo es igual o menor al 19%, además de que esto coincide con datos epidemiológicos internacionales donde el TCE severo tuvo un desenlace fatal cercano al 19% de los pacientes hospitalizados acorde a las cifras de la CDC (Capizzi et al., 2020), es decir que el TCE representa un problema de salud no solo a nivel nacional sino a nivel global. Acorde a nuestra investigación se descarta que el principal mecanismo de lesión es debido a accidentes automovilísticos siendo más frecuente las caídas al menos en la población del Hospital General No 2 “El Marques” lo que traspolado podría implicar una fuerte desactualización y área de oportunidad para la prevención de la patología.

La medición y manejo de la PIC se ha convertido en el estándar de oro para guiar el manejo médico de paciente con HIC no solo en paciente con TCE, sino en todos los pacientes considerados neurocríticos (Rubiano et al., 2022), sin embargo

la infraestructura y recursos necesarios para la colocación de dispositivos de mediciones invasivos (actualmente considerados como el método ideal para monitorización de la PIC) no se encuentra disponible en el servicios de urgencias traduciéndose como un área de mejora importante en la atención de urgencias. (Canac et al., 2020). Aunque claro está que a pesar de que la monitorización del DVNO mediante el USG resulta ser un método rápido, sencillo, reproducible y con una curva de aprendizaje muy baja, no siempre se encuentra disponible en el área de urgencias por lo que la búsqueda de distintos parámetros objetivos que otorguen de manera objetiva datos de gravedad es prioritaria para el medico urgenciólogo (Moraes & Silva, 2021).

Recordemos que la medición del DVNO toma relevancia como marcador indirecto para una medición de la PIC debido a que una alteración en esta supondría una alteración directa en la presión de perfusión cerebral traduciéndose en un deterioro neurológico no siempre valorable de manera clínica pero que representa un peor pronóstico a corto y largo plazo tanto en la funcionalidad y mortalidad del paciente con traumatismo craneo encefálico severo, por lo que su detección y valoración oportuna debe ser prioritaria desde el servicio de urgencias ya que tiene impacto directo en la mortalidad de los pacientes a las 2 semanas del traumatismo (Nag et al., 2019). La medición de la PIC por tomografía de cráneo es igual de efectiva que la medición de la misma por ultrasonido demostrándose en diversos estudios comparativos donde las mediciones únicamente variaron por milímetros incluso en personal entrenado y no entrenado (Jenjitrant et al., 2020). Además de que las mediciones que se obtienen representan variaciones mínimas, se demostró que la medición por tomografía presenta una medición más precisa debido al grado de detalle y definición que sería difícilmente observables con el ultrasonido (Kim et al., 2021) que si bien de manera objetiva pudiera ser el punto de corte para definir un tratamiento más agresivo ante la sospecha de HIC no se debería dejar de lado el resto de los datos clínicos y radiológicos obtenidos, sin embargo el tener datos objetivos que no requieran interpretación por servicios externos acorta tiempos en el inicio del manejo de la HIC (Rubiano et al., 2022) lo que pudiera traducirse en una disminución de las secuelas funcionales y de mortalidad.

Considero que la principal razón de la variación de las mediciones mediante la TAC de cráneo comparadas contra las mediciones hechas por el USG se deben

a que se observa de manera correcta el nervio óptico en su totalidad, favoreciendo la medición cuantitativa de la misma incluso en personal no entrenado, obteniéndose una curva de aprendizaje muy corta lo que supondría una ventaja clara respecto al USG, además que la tomografía de cráneo es un recurso que muchas veces está disponible a nivel hospitalario y no depende del servicio de urgencias (Geeraerts et al., 2018). La medición del DVNO por TAC en nuestra muestra se ve reflejada en que el 66% de los pacientes de los que presentaron aumento en el DVNO >5 mm requirieron hospitalización, sin embargo a pesar de que los pacientes que presentaron mediciones compatibles con HIC, tuvieron una clasificación diversa acorde a la ECG, lo que supondría bien suponer que como menciona la bibliografía no es correcto depender de una sola característica ya sea clínica o el resultado de un estudio de gabinete adicional (Wiles et al., 2023).

10. CONCLUSIONES

El uso de la PIC en el servicio de urgencias como parámetro de gravedad es una herramienta que presenta una sensibilidad y especificidad baja (64% y 42% respectivamente), sin embargo presenta un valor predictivo negativo del 84%, por lo que podríamos suponer que la determinación de la PIC puede ser considerado como un buen parámetro a considerar cuando existen dudas si el paciente puede ser egresado directamente del servicio de urgencias con datos de alarma, por lo que se acepta que nuestra hipótesis general es aceptada.

Sin embargo, el DVNO >5 mm cuenta con un VPP (24%) muy bajo como para considerarse como único factor determinante de gravedad que amerite hospitalización y vigilancia, por lo que debemos de tomar en cuenta más factores tanto de la cinemática del trauma y de las lesiones adyacentes que condicionen el ingreso hospitalario

11. PROPUESTAS

Con los resultados obtenidos se realizan las siguientes propuestas:

- Reforzar medidas sanitarias y proyectos de Salud Pública para tratar de disminuir las principales causas de traumatismo cráneo encefálico.
- Fomentar el uso de una clasificación del TCE integral basada no solamente por escala de Glasgow, sino también por el contexto clínico y radiológico del paciente para poder tomar otorgar tratamiento precoz y destino oportuno a tercer nivel en caso necesario.
- Realizar la medición del diámetro de vaina óptica por tomografía como parámetro cuantitativo de gravedad en el área de urgencias que permita su correcta estadificación y como método auxiliar para discernir el manejo ambulatorio u hospitalario en aquellos pacientes en los cuales la clínica y estudios tomográficos no sean evidentes.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Robinson, C. P. (2021). Moderate and Severe Traumatic Brain Injury. CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology, 27(5), 1278. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000001036>
2. Capizzi, A., Woo, J., & Verduzco-Gutierrez, M. (2020). Traumatic brain injury. Medical Clinics of North America, 104(2), 213–238. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>
3. Salud, S. de. (2026). Dirección General de Epidemiología - Boletín Epidemiología 2008 - Semana Epidemiológica 26. Gob.mx. <https://www.gob.mx/salud/documentos/direccion-general-de-epidemiologia-boletin-epidemiologia-2008-semana-epidemiologica-26>
4. INEGI. (2022, October 26). COMUNICADO DE PRENSA. Www.inegi.org.mx. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/EDR/EDR_2021_10.pdf
5. Lefevre-Dognin, C., Cogné, M., Perdrieau, V., Granger, A., Heslot, C., & Azouvi, P. (2020). Definition and epidemiology of mild traumatic brain injury. Neurochirurgie, 67(3). <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2020.02.002>

6. Jha, R. M., Kochanek, P. M., & Simard, J. M. (2019). Pathophysiology and treatment of cerebral edema in traumatic brain injury. *Neuropharmacology*, 145(Pt B), 230–246. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2018.08.004>
7. Harary, M., Dolmans, R. G., & Gormley, W. (2018). Intracranial Pressure Monitoring—Review and Avenues for Development. *Sensors*, 18(2), 465. <https://doi.org/10.3390/s18020465>
8. Godoy, D. A., Badenes, R., & Murillo-Cabezas, F. (2021). Diez mandamientos fisiológicos a lograr durante el traumatismo craneoencefálico grave. *Revista Española de Anestesiología Y Reanimación*, 68(5), 280–292. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2020.09.005>
9. Nag, D. S., Sahu, S., Swain, A., & Kant, S. (2019). Intracranial pressure monitoring: Gold standard and recent innovations. *World Journal of Clinical Cases*, 7(13), 1535–1553. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v7.i13.1535>
10. Canac, N., Jalalessini, K., Thorpe, S. G., Thibeault, C. M., & Hamilton, R. B. (2020). Review: pathophysiology of intracranial hypertension and noninvasive intracranial pressure monitoring. *Fluids and Barriers of the CNS*, 17(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/s12987-020-00201-8>
11. Rubiano, A. M., Figaji, A., & Hawryluk, G. W. (2022). Intracranial pressure management: moving beyond guidelines. *Current Opinion in Critical Care*, 28(2), 101–110. <https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000920>
12. González-Johnson, Lucas, Zomosa, Gustavo, Valenzuela, Bayron, Maldonado, Felipe, Baabor, Marcos, & Romero, Carlos. (2022). Actualización en el tratamiento del síndrome de hipertensión intracraneana. *Revista médica de Chile*, 150(1), 78-87. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872022000100078>
13. Meyfroidt, G., Bouzat, P., Casaer, M. P., Chesnut, R., Hamada, S. R., Helbok, R., Hutchinson, P., Maas, A. I. R., Manley, G., Menon, D. K., Newcombe, V. F. J., Oddo, M., Robba, C., Shutter, L., Smith, M., Steyerberg, E. W., Stocchetti, N., Taccone, F. S., Wilson, L., & Zanier, E. R. (2022). Management of moderate to severe traumatic brain injury: An update for the intensivist. *Intensive Care Medicine*, 48(1). <https://doi.org/10.1007/s00134-022-06702-4>
14. Godoy, D. A., & Rabinstein, A. A. (2022). How to manage traumatic brain injury without invasive monitoring? *Current Opinion in Critical Care*, Publish Ahead of Print(2). <https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000914>

15. Salasky, V. R., & Chang, W.-T. W. (2023). Neurotrauma Update. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 41(1), 19–33. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2022.09.014>
16. Geeraerts, T., Velly, L., Abdenmour, L., Asehnoune, K., Audibert, G., Bouzat, P., Bruder, N., Carrillon, R., Cottenceau, V., Cotton, F., Courtil-Teyssedre, S., Dahyot-Fizelier, C., Dailier, F., David, J.-S., Engrand, N., Fletcher, D., Francony, G., Gergelé, L., Ichai, C., & Javouhey, É. (2018). Management of severe traumatic brain injury (first 24 hours). *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine*, 37(2), 171–186. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2017.12.001>
17. Silverberg, N. D., Duhaime, A.-C., & Iaccarino, M. A. (2019). Mild traumatic brain injury in 2019-2020. *JAMA*, 323(2). <https://doi.org/10.1001/jama.2019.18134>
18. Picetti, E., Catena, F., Abu-Zidan, F., Ansaloni, L., Armonda, R. A., Bala, M., Balogh, Z. J., Bertuccio, A., Biffl, W. L., Bouzat, P., Buki, A., Cerasti, D., Chesnut, R. M., Citerio, G., Coccolini, F., Coimbra, R., Coniglio, C., Fainardi, E., Gupta, D., & Gurney, J. M. (2023). Early management of isolated severe traumatic brain injury patients in a hospital without neurosurgical capabilities: a consensus and clinical recommendations of the World Society of Emergency Surgery (WSES). *World Journal of Emergency Surgery*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13017-022-00468-2>
19. Moraes, F. M. de, & Silva, G. S. (2021). Noninvasive intracranial pressure monitoring methods: a critical review. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 79(5), 437–446. <https://doi.org/10.1590/0004-282x-anp-2020-0300>
20. Carney, N., Totten, A. M., O'Reilly, C., Ullman, J. S., Gregory W.J. Hawryluk, Bell, M. J., Bratton, S. L., & Chesnut, R. (2017). Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. *Neurosurgery*, 80(1), 6–15. <https://doi.org/10.1227/neu.0000000000001432>
21. Picetti, E., Rossi, S., Abu-Zidan, F. M., Ansaloni, L., Armonda, R., Baiocchi, G. L., Bala, M., Balogh, Z. J., Berardino, M., Biffl, W. L., Bouzat, P., Buki, A., Ceresoli, M., Chesnut, R. M., Chiara, O., Citerio, G., Coccolini, F., Coimbra, R., Di Saverio, S., & Fraga, G. P. (2019). WSES consensus conference guidelines: monitoring and management of severe adult traumatic brain injury

- patients with polytrauma in the first 24 hours. *World Journal of Emergency Surgery*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13017-019-0270-1>
22. Lochner, P., Czosnyka, M., Naldi, A., Lyros, E., Pelosi, P., Mathur, S., Fassbender, K., & Robba, C. (2019). Optic nerve sheath diameter: present and future perspectives for neurologists and critical care physicians. *Neurological Sciences*, 40(12), 2447–2457. <https://doi.org/10.1007/s10072-019-04015-x>
23. Suárez Suárez, A., Carmona Domínguez, A., Reyes Pérez, M. M., Montelongo, F. de J., Coria Ladrón de Guevara, V. L., & Islas Ávila, R. E. (2020). Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía simple de cráneo en pacientes con trauma craneoencefálico. *Medicina Crítica*, 34(4), 221–230. <https://doi.org/10.35366/95877>
24. Jenjitrant, P., Tunlayadechanont, P., Prachanukool, T., & Kaewlai, R. (2020). Correlation between optic nerve sheath diameter measured on imaging with acute pathologies found on computed tomography of trauma patients. *European Journal of Radiology*, 125(108875). <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.108875>
25. Özşaraç, M. (2017). Multislice Computed Tomographic Measurements of Optic Nerve Sheath Diameter in Brain Injury Patients. *Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 24(4). <https://doi.org/10.5505/tjtes.2017.27985>
26. Kim, D. Y., Kim, S. Y., Hong, D. Y., Sung, B. Y., Lee, S., Paik, J. H., & Jung, H. M. (2021). Comparison of ultrasonography and computed tomography for measuring optic nerve sheath diameter for the detection of elevated intracranial pressure. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 204(106609). <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2021.106609>
27. Wang, L., Yao, Y., Feng, L., Wang, Y., Zheng, N., Feng, J., & Xing, Y. (2017). Noninvasive and quantitative intracranial pressure estimation using ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep42063>

28. Robba, C., Graziano, F., Rebori, P., Elli, F., Giussani, C., Oddo, M., Meyfroidt, G., Helbok, R., Taccone, F. S., Prisco, L., Vincent, J.-L., Suarez, J. I., Stocchetti, N., Citerio, G., Abdelaty, M., Abed Maillard, S., Ahmed, H., Albrecht, L., Alsudani, A., & Amundarain, E. D. (2021). Intracranial pressure monitoring in patients with acute brain injury in the intensive care unit (SYNAPSE-ICU): an international, prospective observational cohort study. *The Lancet Neurology*, 20(7), 548–558. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(21\)00138-1](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(21)00138-1)
29. Wiles, M. D., Braganza, M., Edwards, H., Krause, E., Jackson, J., & Tait, F. (2023). Management of traumatic brain injury in the non-neurosurgical intensive care unit: a narrative review of current evidence. *Anaesthesia*, 78(4). <https://doi.org/10.1111/anae.15898>

12. ANEXOS:

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



HOSPITAL GENERAL REGIONAL 2 EL MARQUES ESPECIALIDAD EN URGENCIAS MÉDICO QUIRÚRGICAS

“DETERMINACIÓN DE PRESIÓN INTRACRANEAL POR TAC DE CRÁNEO COMO PARÁMETRO DE GRAVEDAD EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRÁNEO ENCEFÁLICO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS”				
Nombre (Solo las iniciales del paciente)				
NSS				
Sexo	Masculino	Femenino		
Edad				
Área de ingreso	Choque	Observación Adultos	Intermedios	
PATOLOGÍA CEREBRAL PREVIA				
	SÍ	NO		
Enfermedad de Alzheimer				
Hidrocefalia				
Convulsiones				
Neoplasias				
Secuelas de EVC				
Cirugías de cráneo				
Otras				
Etiología	Caída	Accidente automovilístico	Golpe directo	Otra
Escala de Coma de Glasgow	Leve (14-15)	Moderado (9-13)	Severo (8 o menos)	
Diámetro de la vaina óptica	Derecha:	Izquierda:	Promedio:	
PIC	mmHg			
Área de egreso	UCI	Hospitalización	Egreso a domicilio	Defunción

CONSENTIMIENTO INFORMADO



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Excepción a la carta de consentimiento informado

Hospital General Regional No. 2 El Marques

Fecha: 07 de Septiembre de 2023.

SOLICITUD AL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN EXCEPCIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de Hospital General Regional No. 2 El Marques que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación "DETERMINACIÓN DE PRESIÓN INTRACRANEAL POR TAC DE CRÁNEO COMO PARÁMETRO DE GRAVEDAD EN PACIENTES CON TRAUMATISMO CRÁNEO ENCEFÁLICO EN EL SERVICIO DE URGENCIAS" es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- a) Edad
- b) Sexo
- c) Área de ingreso
- d) Área de egreso
- e) Escala de Coma de Glasgow
- f) Diámetro de la vaina óptica
- g) PIC
- h) Comorbilidades

MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

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

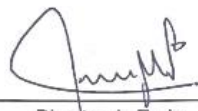
La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo título del protocolo propuesto cuyo propósito es producto comprometido (tesis, artículo, cartel, presentación, etc.)

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

Atentamente

Nombre y firma: Beatriz Esperanza Cornejo Medellín
Categoría contractual: Médico No Familiar
Investigador(a) Responsable

OFICIO FIRMAS



Director de Tesis
Dra. Beatriz Esperanza
Cornejo Medellín



CCES
Dra. Dayana Stephanie De
Castro García



Profesor titular
Dra. Reyce Ramírez López



Alumno
Dr. Alexis Arturo Romano López