

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



Índice diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo ocular como predictor del desenlace clínico en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico severo.

Por

DR. JUAN ENRIQUE GARCÍA MAYTORENA

Como requisito para obtener el grado de:

ESPECIALISTA EN MEDICINA CRÍTICA PEDIÁTRICA.

Diciembre 2022.

Índice diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo ocular como predictor del desenlace clínico en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico severo.

Aprobación de la tesis:

Dr. med. Arturo Gerardo Garza Alatorre
Director de la tesis.

Dra. Verónica Rodríguez Martínez
Asesora de tesis.

Dr. med. Arturo Gerardo Garza Alatorre
Jefe del servicio de Medicina Crítica Pediátrica.

Dr. med. Manuel Enrique de la O Cavazos.
Jefe del servicio de pediatría.

Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez.
Subdirector de Estudios de Postgrado.

DEDICATORIA

A mi familia por siempre apoyarme, incluyendo mi nueva familia.

AGRADECIMIENTOS.

A mi mamá, por ser la mujer más fuerte y bondadosa que conozco, por todos sus esfuerzos que me llevaron a ser la persona que soy, por llenarme de orgullo.

A mi papá, por forjarme como el hijo que tu querías que fuera, por inspirarme cuando me faltaban ganas de seguir, por todo el sacrificio que hiciste para formar parte de esto.

A mis hermanos Tomás y Emma, por ser mis compañeros de vida, por siempre estar al pendiente y darme apoyo sin condiciones. Por ser los primeros en confiar en mí.

Un gran agradecimiento al equipo de medicina crítica pediátrica, en especial a mis maestros Dr. Arturo Garza, Dra. Verónica Rodríguez y Dra. Yanyn Cabrera, no solo por enseñarme ampliamente el mundo de los cuidados críticos pediátricos, también por hacerme crecer como ser humano, ver por los niños más allá de la enfermedad.

A mi chulita, todos los días y toda la vida.

TABLA DE CONTENIDO.

Hoja de presentación.	i
Aprobación de tesis.	ii
Dedicatoria.	iii
Agradecimientos.	iv
Tabla de contenido.	v
Resumen.	6
Antecedentes.	8
Planteamiento del problema.	11
Justificación.	12
Material y métodos.	13
Resultados.	17
Discusión.	20
Conclusión.	21
Bibliografía.	22

RESUMEN

Introducción: El traumatismo craneoencefálico (TCE) representa una entidad frecuente en población pediátrica, de éstas, las que se clasifican con grado de severidad necesitaran intervenciones tempranas y objetivas para limitar daño secundario a la lesión primaria. Parte del protocolo del TCE severo incluye tomografía axial computada para dirigir la terapia siendo que amerite manejo quirúrgico o médico. Se ha descrito ya la relación que existe entre las medidas anatómicas encontradas en los estudios de imagen y el estado neurológico del paciente. Utilizaremos la medición de la vaina del nervio óptico y el diámetro transversal del globo ocular para comprobar la relación que existe con el desenlace del paciente pediátrico neurocrítico.

Objetivo: Relacionar el índice diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo ocular con el desenlace clínico en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico severo.

Métodos: estudio de diseño observacional, descriptivo y retrospectivo, se realizará en el departamento de unidad de cuidados intensivos pediátricos del Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González, se incluirán pacientes con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico severo ingresados al servicio. Se analizará las medidas por tomografía axial computarizada del diámetro de vaina de nervio óptico y diámetro transversal de globo ocular. De acuerdo a valores ya demostrados en población adulta, se tomará como significativo un resultado del índice obtenido mayor o igual 0.25.

Palabras clave: Traumatismo craneoencefálico, diámetro del nervio óptico, diámetro transversal de globo ocular.

ANTECEDENTES

El traumatismo craneoencefálico (TCE) es la lesión traumática más frecuente en la edad pediátrica. Se estima que del total de los pacientes ingresados al servicio de urgencias por poli trauma, 50% tendrá asociado una lesión craneal. Aunque la mayoría se puede manejar en áreas de urgencias (TCE leves o moderados) las lesiones graves requieren intervenciones y vigilancia intensiva para mejorar su pronóstico. [1,2]

Parte del manejo del TCE severo en la unidad de terapia intensiva pediátrica es limitar el daño secundario a la lesión. Estos incluyen una serie de fenómenos fisiopatológicos que inician desde la disminución de la perfusión cerebral, disminución del consumo de oxígeno y por ello compromiso del metabolismo cerebral, daño por hipoxia y estrés oxidativo, culminando en edema cerebral y aumento de la presión intracraneal. Se define como hipertensión intracraneal al aumento de la presión por arriba de 20 mmHg. [2,3]

El monitoreo de la presión intracraneal ha sido ampliamente estudiado como parte del abordaje del paciente neurocrítico, incluso las guías más recientes de TCE severo en pediatría dirigen el manejo a dos puntos clave que han demostrado disminución en la mortalidad y mejoría del pronóstico neurológico, disminución de la presión intracraneal y mejoría de la presión de perfusión cerebral. [3,5]

Desde 1960, el neurocirujano sueco Nils Lundberg utilizó el monitoreo invasivo de presión intracraneal tras realizar una derivación ventricular externa, y desde entonces es el estándar de oro. Sin embargo, requiere de intervención en el tejido

cerebral y las complicaciones que pueda presentar. Nos otorga de manera directa el valor de presión intracraneal, además, a veces, la onda de pulso del flujo cerebral con lo que estimamos índices de resistencia cerebral. [4]

Esto representa dos principales problemas, el primero es que se requiere contar con personal entrenado para realizar el procedimiento de colocación del catéter de monitorización invasiva; el segundo es que la mayoría de los hospitales en países en desarrollo como México, no cuenta con equipo para monitorización invasiva. [5]

Desde hace dos décadas, el uso de monitoreo no invasivo en las salas de urgencia y terapia intensiva, ha tomado fuerza y se hace cada vez más evidente su beneficio. Existen protocolos y estudios que utilizan desde variables clínicas, monitoreo hemodinámico, ultrasonido y estudios de imagen para intentar predecir la presión intracraneal y el desenlace clínico del paciente neurocrítico. [6]

En 2020, el protocolo CREVICE estudia el manejo y abordaje de hipertensión intracraneal en países de Latinoamérica, encontrando una excelente herramienta para estimar la hipertensión intracraneal sin monitorización invasiva. [7]

Uno de los métodos que ha tomado mayor relevancia y ha sido objeto de estudio en la última década es la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico para estimar la presión intracraneal. En 1997 Hansen y Helmke midieron por primera vez la vaina del nervio óptico con el fin de correlacionar con la presión intracraneal, desde entonces, existen estudios contundentes que confirman la relación que existe entre estas mediciones, como el estudio de Geeraerts T. et al, en 2008. [2,8]

Esto, basado en el hecho que la vaina del nervio se encuentra en contacto con la duramadre del cerebro; envuelve el segmento intraorbitario del nervio óptico y se separa de él por líquido cefalorraquídeo. Este espacio subaracnoideo está conectado con la capa interna de la aracnoides. [8]

Se ha demostrado entonces, que, ante un aumento de la presión intracraneal, como parte de la respuesta y obedeciendo a la doctrina de Monro-Kellie, el desplazamiento del líquido cefalorraquídeo se verá también reflejado en la vaina del nervio óptico. En general, se toma como datos de hipertensión intracraneal una medición de la vaina del nervio óptico por arriba de 5.5 mm. [2,8]

Las guías internacionales actuales no utilizan estas mediciones como parte de su abordaje. Aún faltan más estudios al respecto, sobretodo en población pediátrica ya que se requiere medir y percentilar los valores normales de diámetro de vaina del nervio óptico de acuerdo a grupos de edad. Esto representa un sesgo en la medición no invasiva, aunque hay estudios reportados ya sobre su utilidad, la mayoría no incluye población menor de 5 años. [3,8,9]

Recientemente, se ha descrito como parte de la medición de la presión intracraneal y con el objetivo de predecir el desenlace clínico del paciente neurocrítico (en diferentes escenarios), un índice que permite establecer una relación entre el diámetro de la vaina del nervio óptico en relación al diámetro transversal del globo ocular, limitando así el sesgo de talla y población.

En 2014, Vaiman y cols., hacen un estudio para definir la relación cuantitativa entre el nervio óptico y el globo ocular, encontrando relación significativa con un índice

mayor a 0.25 cuando existía hipertensión intracraneal. [9] Otros estudios [10,11,12] han descrito el uso de esta medición no solo como correlación con hipertensión intracraneal, sino también como factor pronóstico en pacientes neurocrítico sin tener relación significativa con edad, sexo, etnia o IMC.

La mayoría de los estudios que se describen son en población adulta y la evidencia de su uso en población pediátrica es limitada. La evaluación se puede realizar por diferentes estudios de imagen (RMN, TAC, US) sin embargo, las guías actuales del manejo del TCE severo, en su algoritmo sugiere como primera evaluación la tomografía computada de cráneo, por lo que consideramos sea el estudio de elección para su medición. [13]

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

El traumatismo craneoencefálico severo es una de las principales causas de alteración de desarrollo neurológico en la población pediátrica.

En la gran mayoría de los hospitales en nuestro país, no se cuenta con equipo de monitorización de presión intracraneal, por lo que el manejo se dirige a utilizar métodos no invasivos o parámetros clínicos, sin embargo, estos últimos representan etapas tardías de la hipertensión intracraneal.

Si los resultados de nuestro estudio son favorables, se podrá utilizar esta herramienta como parte del abordaje del paciente neurocrítico. El uso de monitorización no invasiva toma relevancia, actualmente con evidencia sólida.

JUSTIFICACIÓN:

Existen herramientas utilizadas para predecir el desenlace clínico del paciente con traumatismo craneoencefálico severo la mayoría por evaluación clínica.

Contar con una herramienta objetiva dentro de las primeras horas de ingreso al hospital podría ayudarnos a dirigir el manejo hacia posibles escenarios clínicos.

La tomografía axial computada de cráneo es un estudio imprescindible en el manejo del TCE severo del cual podemos no solo valorar el daño estructural, si no que nos ofrece la posibilidad de interpretar y estimar el grado de presión intracraneal como lesión secundaria, pudiendo dirigir el manejo y la necesidad de intervención temprana.

¿Puede predecir el desenlace clínico la medición del índice diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico severo?

Hipótesis de investigación:

El índice diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo ocular puede predecir el desenlace clínico en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico severo.

Objetivo general

Relacionar el índice diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo ocular con el desenlace clínico en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico severo.

Objetivos específicos

Determinar los días de estancia en la unidad de terapia intensiva pediátrica.

Determinar los días de ventilación mecánica.

Asociar el desenlace neurológico por escala de GOSE de acuerdo al índice obtenido.

MATERIAL Y METODOS.

Metodología: Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo.

Lugar de trabajo: Departamento de medicina crítica pediátrica del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, Monterrey Nuevo León.

Periodo del estudio: marzo 2021 – noviembre 2022

Cálculo y tamaño de la muestra:

Se realizó el cálculo de tamaño de muestra utilizando la fórmula de *estimación de la media en una población* con el objetivo de relacionar el índice diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo ocular como predictor del desenlace clínico en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico severo. De acuerdo con la literatura previa publicada por Du, J. et. al, el índice diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo ocular

diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo ocular obtenido mediante ultrasonido podría ser un indicador confiable para predecir desenlaces clínicos en pacientes pediátricos, y se quiso tener una precisión del 5%, con un nivel de significancia a dos colas del 5%, y un poder de 97.5%; dando un total de 16 sujetos de investigación requeridos para el estudio.

Plan de análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS v24. Las variables categóricas se reportaron con valores absolutos y porcentajes. Se realizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov para conocer la distribución de las variables cuantitativas. En la estadística descriptiva, las variables que resultaron paramétricas se reportaron con medias y desviación estándar y las no paramétricas con mediana y rango intercuartílico. Se separan las poblaciones en 2 grupos, un índice menor a 0.25 y un índice igual o mayor a 0.25. Para la comparación entre los grupos se utilizó la prueba de Mann-Whitney en las variables cuantitativas no paramétricas. Para hacer comparación entre los grupos de variables categóricas se utilizó chi cuadrada. Se toma como estadísticamente significativo un resultado de $p < 0.05$.

Criterios de inclusión: Pacientes menores de 18 años con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico severo establecido por escala de coma de Glasgow < 9 puntos que hayan ingresado al servicio de medicina crítica pediátrica.

Criterios de exclusión: Pacientes que no cuenten con tomografía computada de cráneo en el sistema, pacientes con expedientes incompletos, enfermedad o lesión ocular previa, antecedente de punción lumbar previo a estudio de imagen.

Criterios de eliminación: Pacientes que la morbimortalidad se asocie a otras condiciones clínicas no asociadas al traumatismo cráneo encefálico.

Tabla x. Variables a estudiar.			
VARIABLE	TIPO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Edad	Cuantitativa	Años	Años transcurridos desde el nacimiento
Sexo	Cualitativa	M / F	Masculino o femenino
Peso	Cuantitativa	Kg	Kilogramos
Talla	Cuantitativa	Cm	Centímetros
Traumatismo cráneo encefálico.	Cuantitativa	Puntos	Puntos obtenidos por valoración clínica de acuerdo a la escala de coma de Glasgow.
Diámetro de vaina de nervio óptico.	Cuantitativa	Mm	Medición en milímetros de la vaina del nervio óptico obtenidos por tomografía axial de cráneo.
Diámetro transverso de globo ocular.	Cuantitativa	Cm	Medición en milímetros de diámetro transverso del globo ocular obtenido por tomografía axial de cráneo.
Tiempo de ventilación mecánica.	Cuantitativa	Días.	Tiempo transcurrido en días desde la intubación del paciente hasta el retiro de la ventilación mecánica.
Estancia en terapia intensiva.	Cuantitativa.	Días.	Tiempo transcurrido en días desde el ingreso hasta el egreso de la terapia intensiva pediátrica.
Estado neurológico.	Cuantitativo.	Puntos.	Puntos obtenidos por valoración clínica de acuerdo a la escala de GOSE.

Recolección de datos.

Se obtuvieron de la base de datos de la unidad de terapia intensiva pediátrica todos los pacientes con diagnóstico a su ingreso de TCE en el periodo establecido y se realizó la medición de diámetro de vaina del nervio óptico y diámetro transverso de globo ocular por tomografía axial computada.

Se tomó las medidas en el primer estudio de imagen que se realiza a su ingreso en sala de urgencias. La referencia fue un índice mayor a 0.25 de acuerdo a los estudios ya publicados y en base a población adulta, no se cuenta con medida de corte en población pediátrica.

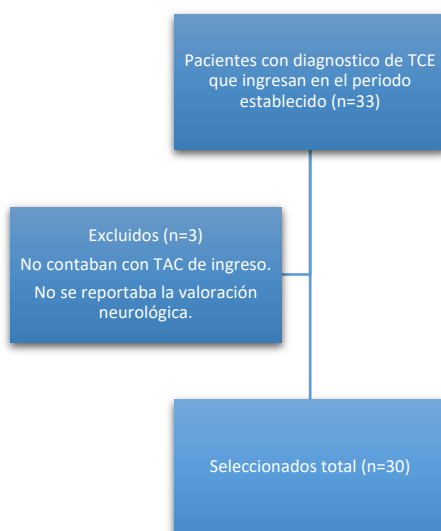
Confidencialidad de la información

Los datos se obtuvieron de los expedientes clínicos por personal capacitado para el estudio y se hizo el registro por medio de folios en una base de datos, evitando usar nombres. El listado de la relación de folio y datos del paciente (nombre y/o registro) se resguardan en un archivo que sólo el investigador principal tiene acceso. El análisis y evaluación de datos se hizo exclusivamente a través de la base con folios.

RESULTADOS

Durante el periodo de marzo de 2021 a noviembre de 2022 se obtuvieron un total de 33 pacientes con diagnóstico de traumatismo craneoencefálico severo, se pudieron realizar las mediciones y recolectar toda la información en el 90% (n=30) de la población. De los 30 pacientes, 20 eran hombres (66%) y 10 mujeres (33%). Encontramos que la edad media de población fue 5.88 años con una desviación estándar ± 4.93 . De nuestra muestra de estudio, 15 pacientes tenían un índice <0.25 , también 15 pacientes con un índice ≥ 0.25 .

Grafica 1. Selección de pacientes.



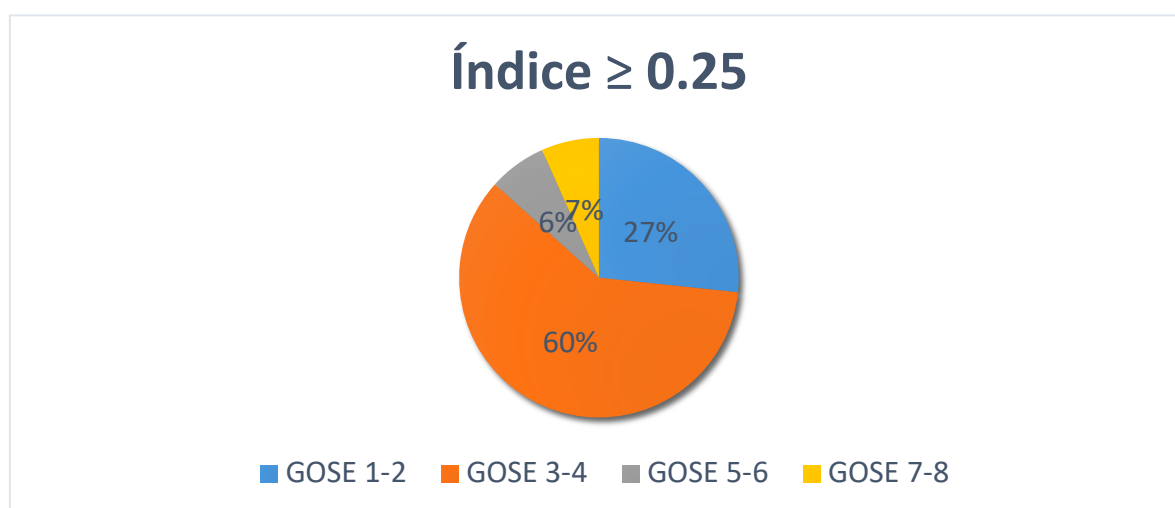
En total tuvimos 3 defunciones de los cuales todos tenían un índice arriba de 0.25.

($p=0.22$)

5 pacientes del grupo de índice igual o mayor a 0.25 (33%) requirieron traqueostomía, solamente un paciente del grupo de índice <0.25 terminó con traqueostomía.

En cuanto al desenlace neurológico al egreso de terapia intensiva encontramos que en el grupo de pacientes con un índice mayor o igual a 0.25 el 26.7% (n=4) tuvieron un puntaje de GOSE de 1-2 puntos, el 60% (n=9) un GOSE de 3-4 puntos, 6.7% (n=1) GOSE de 5-6 puntos y 6.7% (n=1) GOSE de 7-8 puntos. Del grupo con un índice menor a 0.25 un 40% (n=6) GOSE de 5-6 puntos y el 60% (n=9) GOSE de 7-8 puntos.

Grafica 2. Desenlace neurológico al egreso de UTIP.



En cuanto a los días de necesidad de ventilación mecánica (VM), encontramos que en el grupo de pacientes con índice menor a 0.25 una media de 3 días con un IQR de 4-2, del grupo de índice mayor o igual a 0.25 una media de 8 días, con un IQR de 17-5. (p=0.005)

De los días de estancia en la unidad de terapia intensiva pediátrica (UTIP) en el grupo de índice menor a 0.25 una media de 5 días con un IQR de 8-4, en el grupo de índice mayor o igual a 0.25 una media de 12 días con un IQR de 23-9. (p=0.007)

Tabla 1. Días de ventilación mecánica y estancia en UTIP.

Índice.	Días de VM (media y IQR)	Días de estancia en UTIP (media y IQR)
Menor a 0.25	3 (4-2)	5 (8-4)
Igual o mayor a 0.25	8 (17-5)	12 (23-9)

DISCUSIÓN.

Es el primer estudio de este tipo que se realiza en población pediátrica mexicana.

En nuestro estudio, las mediciones del índice DVNO sobre DTGO se obtuvieron en la TAC de cráneo de ingreso, demostrando que se pueden tomar de manera rápida y sencilla como parte del protocolo de las guías ya existentes.

Aunque la medición solo de la vaina del nervio óptico nos estima la presión intracraneal sobre todo en las primas horas, el uso de este índice puede predecir el desenlace neurológico del paciente neurocrítico pediátrico por lo que se puede hacer intervenciones más agresivas y de manera dirigida a aquellos que demuestren tener un índice mayor o igual a 0.25.

No se pudo comparar este índice con la presión intracraneal por no contar con el equipo de medición de presión intracraneal invasiva que se considera el estándar de oro. Los estudios donde se toma el valor de 0.25 son en población adulta, se requiere estimar un valor en pediátricos. Aunque se encuentran resultados similares pudiendo entonces decir que el diámetro de vaina del nervio óptico guarda relación con el diámetro del globo ocular. En el estudio de Jie Du, et al. en 2020, en población adulta ellos relacionan este índice con la presión intracraneal, encontrando que es un buen predictor directo del aumento de la presión y además que tenía mejor especificidad que el diámetro de vaina del nervio óptico solo, la mayoría de sus mediciones se realizan por ultrasonido y no por tomografía.

No se encontró diferencia significativa en la mortalidad, sin embargo, los 3 pacientes que fallecieron tenían un índice mayor a 0.25, considerando que se requieren más estudios y sobre todo una población más amplia para encontrar una estadística más real.

Otro hallazgo importante fue que los pacientes con un índice mayor a 0.25 tienen un peor desenlace neurológico clasificado por escala de GOSE, vemos una tendencia a un pobre desenlace en los pacientes con índice arriba de 0.25 y sobretodo un buen desenlace neurológico en aquellos que tienen un índice por debajo de 0.25, aunque esta evaluación se hizo al egreso de la terapia intensiva pediátrica y no se dio continuidad.

Nuestro hallazgo más importante sin duda fue que un índice mayor o igual de 0.25 se relaciona con más días de estancia en terapia intensiva y más días de ventilación mecánica. Suponiendo mayor riesgo de complicaciones (lesión pulmonar, neumonía asociada a ventilador, infecciones relacionadas al cuidado de la salud, etc.) y mayor gasto económico al hospital y familiares.

Sugerimos entonces se tome en cuenta para las siguientes evaluaciones sobre todo en el área de urgencias en aquellos pacientes con índice mayor a 0.25 se realicen medidas de neuro protección y medidas anti cráneo hipertensivo de manera temprana, uso de solución hipertónica o manitol, drenaje de líquido cefalorraquídeo, sedación profunda incluso considerar infusión con barbitúricos. Algo sumamente relevante es no hacer llamada ventana neurológica, de acuerdo a las guías de sedación del paciente neurocrítico de Seattle, durante al menos 24 a 48 horas dependiendo de la evolución del paciente. Siguiendo el protocolo CREVICE para países en vías de desarrollo que no se cuenta con medición de presión intracraneal invasiva podemos apoyarnos de este nuevo recurso para dirigir el manejo a esta población en específico que demuestra peor desenlace clínico y neurológico.

Aunque es un estudio único en población pediátrica, encontramos las siguientes limitaciones:

Es un estudio observacional, con una muestra pequeña, en un solo hospital, por lo que sus resultados deberán ser reproducidos en otra población para establecer su factibilidad. Se sugiere que los pacientes sean valorados en distintos periodos de tiempo para establecer el desenlace neurológico a largo plazo.

El curso del aumento de la presión intracraneal en TCE es dinámico, por lo que evaluaciones posteriores con tomografía o ultrasonido de la vaina del nervio óptico pueden variar. No comparamos el índice obtenido con la presión intracraneal invasiva para medirlo con el estándar de oro al no contar con ella en el hospital donde se realizó el estudio. Sugerimos ampliar el estudio y más investigación al respecto para hacer una aseveración más precisa.

CONCLUSIONES.

El índice de DNVO sobre DTGO podría ser un indicador de confianza para predecir el desenlace clínico y neurológico de los pacientes con TCE que ingresan a UTIP.

Un índice mayor o igual a 0.25 se relaciona a más días de estancia hospitalaria y más días de ventilación mecánica.

BIBLIOGRAFÍA

1.- Dewan MC, Rattani A, Gupta S, et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *J Neurosurg* 2019; 130:1080–1097.

2.- 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>

3.- Kochanek, P. M., Tasker, R. C., Carney, N., Totten, A. M., Adelson, P. D., Selden, N. R., Davis-O'Reilly, C., Hart, E. L., Bell, M. J., Bratton, S. L., Grant, G. A., Kissoon, N., Reuter-Rice, K. E., Vavilala, M. S., & Wainwright, M. S. (2019). Guidelines for the management of pediatric severe traumatic brain injury, third edition: Update of the brain trauma foundation guidelines: Update of the brain trauma foundation guidelines. *Pediatric Critical Care Medicine*, 20(3S Suppl 1), S1–S82.
<https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001735>

4.- Pinedo-Portilla, J. L. (2021). El Futuro del monitoreo no invasivo de la presión intracraneal. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 14(1), 108–109. <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.141.911>

5.- 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*.

<https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000914>

6.- Chesnut RM, Temkin N, Dikmen S, et al. A method of managing severe traumatic brain injury in the absence of intracranial pressure monitoring: the imaging and clinical examination protocol. *J Neurotrauma* 2018; 35:54–63.

7.- Chesnut, R. M., Temkin, N., Videtta, W., Petroni, G., Lujan, S., Pridgeon, J., Dikmen, S., Chaddock, K., Barber, J., Machamer, J., Guadagnoli, N., Hendrickson, P., Aguilera, S., Alanis, V., Bello Quezada, M. E., Bautista Coronel, E., Bustamante, L. A., Cacciatori, A. C., Carricondo, C. J., ... Urbina, Z. (2020). Consensus-based management protocol (CREVICE protocol) for the treatment of severe traumatic brain injury based on Imaging and Clinical Examination for use when Intracranial Pressure monitoring is not employed. *Journal of Neurotrauma*, 37(11), 1291–1299. <https://doi.org/10.1089/neu.2017.5599>

8.- Geeraerts, T., Merceron, S., Benhamou, D., Vigué, B., & Duranteau, J. (2008). Non-invasive assessment of intracranial pressure using ocular sonography in neurocritical care patients. *Intensive Care Medicine*, 34(11), 2062–2067. <https://doi.org/10.1007/s00134-008-1149-x>

- 9.- Vaiman, M., Gottlieb, P., & Bekerman, I. (2014). Quantitative relations between the eyeball, the optic nerve, and the optic canal important for intracranial pressure monitoring. *Head & Face Medicine*, 10(1), 32. <https://doi.org/10.1186/1746-160X-10-32>
- 10.- Zhu, S., Cheng, C., Zhao, D., Zhao, Y., Liu, X., & Zhang, J. (2021). The clinical and prognostic values of optic nerve sheath diameter and optic nerve sheath diameter/eyeball transverse diameter ratio in comatose patients with supratentorial lesions. *BMC Neurology*, 21(1), 259. <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02285-7>
- 11.- Du, J., Deng, Y., Li, H., Qiao, S., Yu, M., Xu, Q., & Wang, C. (2020). Ratio of optic nerve sheath diameter to eyeball transverse diameter by ultrasound can predict intracranial hypertension in traumatic brain injury patients: A prospective study. *Neurocritical Care*, 32(2), 478–485. <https://doi.org/10.1007/s12028-019-00762-z>
- 12.- Kim, D. H., Jun, J.-S., & Kim, R. (2017). Ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter and its association with eyeball transverse diameter in 585 healthy volunteers. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16173-z>
- 13.- Kochanek, P. M., Tasker, R. C., Bell, M. J., Adelson, P. D., Carney, N., Vavilala, M. S., Selden, N. R., Bratton, S. L., Grant, G. A., Kisson, N., Reuter-Rice, K. E., & Wainwright, M. S. (2019). Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury: 2019 consensus and guidelines-based algorithm for first and second tier therapies. *Pediatric Critical Care Medicine*, 20(3), 269–279.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Juan Enrique García Maytorena

Candidato para el grado de:

Especialista en Medicina Crítica Pediátrica

Tesis:

“Índice diámetro de vaina del nervio óptico sobre diámetro transversal del globo ocular como predictor del desenlace clínico en pacientes pediátricos con traumatismo craneoencefálico severo”.

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

Biografía:

Datos personales: Nacido en Culiacán, Sinaloa, México. Hijo de Tomas García Arreola y Emma del Rosario Maytorena Soto.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Sinaloa, grado obtenido médico general en 2017. Especialista en Pediatría por la Universidad Nacional Autónoma de México, en el Hospital Infantil de Sonora en 2021.