

**Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico con
ultrasonido ocular y su correlación con hallazgos
tomográficos de edema cerebral en pacientes con
traumatismo craneoencefálico**

*Measurement of the diameter of the optic nerve sheath with ocular
ultrasound and its correlation with tomographic findings of cerebral edema in
patients with traumatic brain injury*

*Mensuração do diâmetro da bainha do nervo óptico com ultrassonografia
ocular e sua correlação com achados tomográficos de edema cerebral em
pacientes com traumatismo cranioencefálico*

Gisela Ponce y Ponce de León

Universidad Autónoma de Baja California, México

giselaponce@uabc.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9708-3102>

José de Jesús Mayagoitia Witrón

Hospital General de Mexicali, México

josemaya01@prodigy.net.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7388-157X>

Alejandro Mayagoitia Ponce

Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Guadalajara, México

alejandromayagoitia026@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9515-1618>

Resumen

Introducción. El traumatismo craneoencefálico (TCE) es la tercera causa de deceso en México por causas violentas o accidentes, de ahí que se le considere un grave problema de salud pública (Cabrera Rayo *et al.*, 2009; Valdez, 2011). La medición del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) por ultrasonido evalúa de manera indirecta la presión intracraneana. Diferentes estudios han demostrado que existe una correlación adecuada entre el diámetro de la vaina del nervio óptico y el edema cerebral reportado por tomografía, en especial en situaciones agudas como el traumatismo craneoencefálico (Hansen, Helmeke y Kunze, 2009; Uscanga, Castillo y Arroyo, 2005). **Objetivo.** Evaluar la correlación entre la medición del diámetro la vaina del nervio óptico por ultrasonido ocular y los hallazgos tomográficos de edema cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Mexicali. **Métodos.** Estudio descriptivo, longitudinal y de correlación realizado con 16 pacientes que ingresaron a la UCI del 1 de agosto de 2016 al 3 agosto de 2017. Se realizó medición diaria del diámetro de la vaina del nervio óptico con ultrasonido, y cada tercer día tomografía axial computarizada para el cálculo de edema cerebral. **Resultados.** Edad promedio de 34.8 años, con una desviación estándar de 14.4 años; 43.7 % sexo femenino y 56.2 % sexo masculino .140 (.025)*. Las causas de TCE más frecuentes fueron por accidente automovilístico (56.3 %) y atropellamiento (18.8 %). Asimismo, se halló correlación significativa entre la medición del DVNO por ultrasonido y el cálculo de edema cerebral por TAC; primera medición r de Spearman .577 (.019)* ojo derecho; segunda medición, ojo derecho r de Spearman .683 (.004)*, ojo izquierdo r de Spearman .600 (.014)*; tercera medición r de Spearman 1.000 (.01)* ojo derecho y r de Spearman .667 (.035)* ojo izquierdo; cuarta medición de r de Spearman 1.000 (.01)* ojo derecho y r de Spearman .745 (.035)* ojo izquierdo; quinta medición r de Spearman 1.000 (.01) * ojo derecho. **Discusión.** Se encontró concordancia con estudios que demuestran la correlación del DNO con la PIC en enfermos con TCE.³⁻⁵ **Conclusiones.** Se halló una adecuada correlación en la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico con ultrasonido ocular y los resultados tomográficos de edema cerebral. Por tanto, se considera que la medición del DVNO es una alternativa válida para el monitoreo neurológico del TCE.

Palabras clave: edema cerebral, nervio óptico, tomografía, traumatismo craneoencefálico, ultrasonido.

Abstract

Introduction. Traumatic brain injury (TBI) is the third cause of death in Mexico due to violent deaths and accidents, it is considered a serious public health problem, Valdez (2011), Cabrera Rayo et al. (2009). The measurement of the diameter of the optic nerve sheath by ultrasound indirectly evaluates the intracranial pressure. Different studies have shown that there is an adequate correlation between the diameter of the optic nerve and intracranial pressure (ICP), especially in acute situations such as traumatic brain injury, Uscanga, Castillo y Arroyo (2005), Hansen, Helmeke y Kunze (2009). **Objective.** To evaluate if there is a correlation between the measurement of the diameter of the optic nerve sheath (DONS) by ocular ultrasound and the tomographic findings of cerebral edema in patients with traumatic brain injury in the Intensive Care Unit of the General Hospital of Mexicali. **Methods.** Descriptive, longitudinal and correlation study in 16 patients admitted to the ICU from August 1, 2016 to August 3, 2017. Daily measurement of the diameter of the optic nerve sheath was performed with ultrasound, and every third day computerized axial tomography for the calculation of cerebral edema. **Results.** Average age of 34.8 years, with a standard deviation of 14.4 years; 43.7% female and 56.2% male .140 (.025)*. Most frequent cause due to automobile accident (56.3%); in second place, run over (18.8%). Significant correlation between the measurement of the DONS by ultrasound and the calculation of cerebral edema by CT; First measurement r of Spearman .577 (.019) * right eye; Second measurement, right eye r of Spearman.683 (.004) *, left eye r of Spearman .600 (.014) *; Third Spearman r measurement 1,000 (.01) * right eye and Spearman r .667 (.035) * left eye; Fourth measurement of Spearman's r 1,000 (.01) * right eye and Spearman's r .745 (.035) * left eye; Fifth measurement of Spearman 1,000 (.01) * right eye. **Discussion.** It is consistent with studies that show a correlation between and IC diameter of the DONS in patients with TBI. ³⁻⁵ **Conclusions.** An adequate correlation was found in the measurement of the diameter of the optic nerve sheath with ocular ultrasound and tomographic findings of cerebral edema. The DONS measurement is an alternative in the neurological monitoring in the TCE.

Key words: cerebral edema, optic nerve, tomography, traumatic brain injury, ultrasound.

Resumo

Introdução O traumatismo cranioencefálico (TCE) é a terceira causa de morte no México devido a causas violentas ou acidentes, por isso é considerado um grave problema de saúde pública (Cabrera Rayo et al., 2009, Valdez, 2011). A medida do diâmetro da bainha do nervo óptico (DVNO) pelo ultrassom avalia indiretamente a pressão intracraniana. Os estudos mostraram uma boa correlação entre o diâmetro da bainha do edema do nervo óptico e cérebro relatado tomografia, especialmente em situações agudas, tais como traumatismo craniano (Hansen, Helmeke e Kunze, 2009; Uscanga, Castillo e Arroyo, 2005). **Objetivo** Avaliar a correlação entre a medida do diâmetro da ultra-sonografia ocular bainha do nervo óptico e achados tomográficos de edema cerebral em pacientes com traumatismo craniano na Unidade de Cuidados Intensivos Mexicali Hospital Geral. **Métodos** Estudo de correlação longitudinal e descritivo com 16 pacientes internados na UTI 1 de agosto de 2016 a 3 de Agosto de 2017. medição diária do diâmetro do ultra-som bainha do nervo óptico foi realizada, e a cada terceiro dia tomografia computadorizada para o cálculo do edema cerebral. **Resultados** Idade média de 34,8 anos, com desvio padrão de 14,4 anos; 43,7% feminino e 56,2% masculino 0,140 (0,025) *. As causas mais frequentes de TCE foram acidentes de carro (56,3%) e acidentes de viação (18,8%). Da mesma forma, foi encontrada correlação significativa entre a medida do DVNO pela ultrassonografia e o cálculo do edema cerebral pela TC; primeiro r medição de Spearman .577 (0,019) * olho direito; segunda medida, olho direito r de Spearman .683 (0,004) *, olho esquerdo r de Spearman, 600 (0,014) *; terceira medição de Spearman r 1.000 (0,01) * olho direito e Spearman r, 667 (0,035) * olho esquerdo; quarta medição do olho direito de Spearman r 1.000 (.01) * e olho esquerdo de Spearman .745 (.035) *; quinto Spearman r medição 1.000 (0,01) * olho direito. **Discussão** Encontramos concordância com estudos que demonstram a correlação do NOD com a PIC em pacientes com TCE.3-5 **Conclusões.** Encontramos uma correlação adequada na medida do diâmetro da bainha do nervo óptico com a ultrassonografia ocular e os resultados tomográficos do edema cerebral. Portanto, considera-se que a medição de DVNO é válido para monitorização alternativa TCE neurológica.

Palabras-chave: edema cerebral, nervio óptico, tomografía, traumatismo craneano, ultrason.

Fecha Recepción: Julio 2018

Fecha Aceptación: Diciembre 2018

Introducción

A raíz de un conocimiento claro de la fisiopatología de traumatismo craneoencefálico (TCE) se ha realizado un manejo fundamentado en la lesión primaria y en la prevención y tratamiento precoz de la lesión secundaria. Si bien es cierto que una proporción variable de las lesiones primarias se producen en el momento mismo de la lesión como resultado directo del trauma sobre la corteza o por movimientos de aceleración-desaceleración del cerebro dentro del cráneo, muchas de las lesiones secundarias aparecen luego de minutos, horas e incluso días de la lesión inicial, lo que daña aún más al tejido cerebral, por lo que puede variar el periodo para la adecuada y oportuna intervención terapéutica (Valdez, 2011).

Ahora bien, en la actualidad existen diversas opciones para monitorear el manejo del paciente con TCE. De acuerdo con la guía clínica americana (*Brain Trauma Foundation*), la monitorización de la presión intracraneal (PIC) se recomienda en todo paciente que tenga un Glasgow de 9 puntos, que haya sido intervenido para evacuación de lesión ocupante en espacio intracraneal, en TCE moderado con compresión de cisternas mesencefálicas o desviación de la línea media, en pacientes que requieran de sedación para asistencia respiratoria mecánica y que hayan presentado inestabilidad hemodinámica (Cabrera Rayo *et al.*, 2009). En tal sentido, se ha demostrado en varios estudios que la elevación persistente de la PIC se relaciona con un mal pronóstico. La mortalidad asociada a una PIC menor de 20 mmHg es de 18.4 % y se incrementa a 55.6 % con cifras superiores a 40 mmHg, isquemia cerebral y diversos síndromes de herniación (Barcena-Orbe *et al.*, 2006; Treggiari, Schutz, Yanez y Romand, 2007).

Debido a que la PIC elevada es un factor común en el TCE grave, la monitorización de esta facilita un manejo más racional y acertado del paciente, ya que permite evitar actuaciones terapéuticas innecesarias. Por otra parte, la monitorización de la PIC de manera sistemática —como lo sería con la medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonido—

permite tener una mejor valoración del deterioro neurológico, así como la certeza de que las medidas terapéuticas empleadas son las indicadas (Cabrera Rayo *et al.*, 2009).

Actualmente, se cuentan con nuevas técnicas de neuromonitorización de la PIC (invasivas y no invasivas). La técnica ideal sería aquella que no sea invasiva, de fácil manejo, con una elevada sensibilidad y especificidad, y sin riesgo de complicaciones, que pueda ser realizada por personal médico de salud a cargo del enfermo, con una baja curva de aprendizaje (10 mediciones con 3 escaneos anormales para un médico con experiencia en ultrasonido, y 25 escaneos adecuados para un médico no experimentado) (Dougborg, Javouhey, Geeraerts, Messere y Kassai, 2011; Newmn, Hollman, Duttongn y Carachi, 2002; Strumwasser *et al.*, 2011). Asimismo, que sea de fácil acceso para la institución de salud y de bajo costo, con una adecuada correlación con el estándar de oro que es la medición de la PIC a través de catéter intraventricular. Explicado eso, se puede decir que el monitoreo con el ultrasonido ocular para medir el diámetro de la vaina del nervio óptico pudiera llegar a ser el método idóneo para tal fin (Uscanga, Castillo y Arroyo, 2005).

Por este motivo, el presente estudio tuvo como objetivo determinar si la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonido ocular fue correlacional a los hallazgos tomográficos de edema cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Mexicali.

Metodología

El presente estudio fue descriptivo, longitudinal y de correlación, pues procuró determinar si la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) por ultrasonido ocular fue correlacional con los hallazgos tomográficos de edema cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Mexicali. Se incluyeron pacientes con traumatismo craneoencefálico que ingresaron a la mencionada unidad, de ambos sexo, mayores de 18 años de edad, con Glasgow ≤ 8 y con consentimiento informado por parte del familiar más cercano. Se excluyeron aquellos pacientes que no cumplieron con esos criterios (es decir, quemados, con traumatismo ocular bilateral, con expectativa de vida inferior a 24 horas y pacientes incluidos en otros estudios de

investigación). Igualmente, no se tomaron en cuenta a los pacientes que fueron trasladados a otro hospital o que tenían su expediente incompleto.

Previa autorización del Comité de Ética e Investigación del Hospital General de Mexicali, se dio inicio al estudio una vez seleccionados los pacientes que cumplían con los mencionados criterios de inclusión. El procedimiento seguido fue el siguiente:

Ultrasonido ocular

1. Se utilizó un equipo de ultrasonido portátil marca Siemens con un transductor de 5-13 MHz.
2. El ultrasonido se calibró para visualizar estructuras de hasta 5-6 cm de profundidad.
3. Al paciente en decúbito supino, con elevación de la cabecera a 20°, se le colocó el transductor sobre el párpado superior con los ojos cerrados hasta observar una línea hipocóica con márgenes claramente definidos posteriores al globo ocular.
4. La sonda se colocó siempre suavemente con el párpado cerrado, y no sobre la córnea o esclera para evitar abrasiones a este nivel.
5. Encima del párpado se aplicó el gel de metilcelulosa en cantidad abundante para evitar la interposición de burbujas de aire entre el transductor y la superficie de la piel.
6. Las imágenes se obtuvieron en un plano transversal/axial.
7. La exploración ocular y orbitaria se hizo sistemáticamente, comenzando con un plano parasagital, pasando por el centro del ojo y a partir de este plano inicial, angulando el transductor a derecha e izquierda, se hizo el “barrido” desde la parte más interna a la externa del órgano estudiado. Finalmente, se exploró en plano axial, también pasando por el centro de córnea y de cámara vítrea, y angulando el transductor de la parte superior a la inferior hasta observar el globo en su totalidad (tabla 1) (Uscanga, Castillo y Arroyo, 2005).

Tabla 1. Escala de calificación del edema cerebral por tomografía computada

Característica	Valor
• Visibilidad de los surcos del vértex (D/I) (en tres cortes tomográficos a nivel del vértex)	3/3 (6)
• Visibilidad de la línea interhemisférica	(1)
• Visibilidad de la cisterna de Silvio (D/I)	1/1 (2)
• Visibilidad de las cisternas ambiens (D/I)	1/1 (2)
• Visibilidad de la cisterna prepontina	(1)
• Visibilidad de la cisterna interpeduncular	(2)
• Identificación de la diferenciación entre las sustancias	(1)
• Densidad de la sustancia blanca en la cápsula interna (D/I)	1/1 (2)
• Densidad de la sustancia blanca en centros semiovais (D/I)	1/1 (2)
• Dimensiones de las astas frontales de ventrículos laterales (D/I) (en el corte axial donde se observa la cabeza del núcleo caudado)	1/1 (2)
• Dimensión del tercer ventrículo (en el corte axial donde se identifican los ganglios basales)	(1)
Calificación total:	22

Nota: Se considera edema cerebral leve entre 17 y 22 puntos; edema cerebral moderado entre 13 y 16, y edema cerebral severo menor a 12.

Fuente: Elaboración propia

8. El nervio se visualizó como una raya negra, que apareció en la parte posterior de la imagen a la porción posterior del globo ocular; esta imagen se debió centrar en el monitor. Si el lente o el iris no se veían en la imagen, el plano estaba fuera de eje y podía resultar en una subestimación del DVNO (figura 2) (Shelvin, 2015).

Figura 1. Ultrasonido ocular



Imagen transversal



Imagen parasagital

Fuente: Shelvin (2015)

9. Ambos ojos debían ser evaluados en caso de papiledema unilateral.
10. El tiempo de visualización activa debía ser minimizado. Una vez que se había logrado una visión óptima del nervio óptico, se tenía que salvar la imagen y retirar el transductor del párpado para no exponer de manera innecesaria a la energía ultrasónica.
11. La vaina del nervio óptico se midió 3 mm detrás de la retina, punto a partir del cual se trazó una línea transversal de borde a borde de la vaina del nervio óptico, que se ha considerado el punto en que ocurre el máximo DVNO por efecto del incremento en la PIC. Cabe destacar que para evitar errores en la medición del DVNO se debe respetar el trazo de 3 mm por debajo del borde posterior de la retina, ya que de lo contrario se corre el riesgo de sesgo en las determinaciones posteriores (figuras 1 y 2) (Shelvin, 2015).

Figura 2. Imagen ultrasonográfica transversa de la anatomía ocular



Fuente: Shelvin (2015)

12. Se considera un DVNO normal cuando su longitud se halla entre 3 mm y 4.9 mm, con un diámetro de 5 mm (Shelvin, 2015).

Tomografía axial computada

1. Fue realizada por un médico radiólogo cada tercer día para el cálculo de edema cerebral (edema leve = 17 a 22 puntos; edema moderado = 13 a 16 puntos; edema severo = 0 < 12 puntos), tomando como referencia la escala de Uscanga (ver tabla 1) (Uscanga, Castillo y Arroyo, 2005).

Diseño estadístico

Para el análisis de los datos se empleó el paquete SPSS para Windows versión 22.0. El análisis del tipo de distribución de las variables cuantitativas fue expresado mediante su media y desviación estándar. Las variables cualitativas fueron expresadas en porcentajes, con intervalos de confianza de 95 %. Para el análisis de esas variables se empleó chi-cuadrado. Se consideró significativo un nivel de $p < 0.05$.

Resultados

En el año que se efectuó el presente estudio (del 1 de agosto de 2016 al 3 agosto de 2017) ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Mexicali 21 pacientes con traumatismo craneoencefálico, de los cuales se excluyeron cinco: uno con traumatismo en cara, dos por traslado a otro hospital y dos defunciones. De los 16 pacientes que participaron en el estudio, la edad promedio fue de 34.8 años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 56 años, y con una desviación estándar de 14.4 años. De todos los pacientes, 43.7 % correspondió al sexo femenino y 56.2 % al sexo masculino, r de Spearman .140 (.025)*.

Por otra parte, 93.8 % presentó TCE severo y 6.3 % TCE moderado. De estos pacientes, 48.8 % tuvo hematoma subdural y 18.8 % hematoma epidural. Solo 31.3 % ingresó con fractura de cráneo, r de Spearman 16.0 (.38). El mecanismo de lesión más frecuente fue por accidente automovilístico (56.3 %), seguido de atropellamiento (18.8 %), accidente de motocicleta (12.5 %) y caída y agresión física (6.3 %, respectivamente).

En promedio, los días de estancia hospitalaria fueron 6.9, con 6 días de soporte ventilatorio, r de Spearman .950 (.05)*. Igualmente, se midió diariamente el diámetro de la vaina del nervio óptico con ultrasonido, y cada tercer día con TAC. Al ingresar se presentó una media de 5.5 mm en el ojo derecho y 5.8 mm en el ojo izquierdo en la medición del DVNO por ultrasonido, mientras que al ingresar la media en la medición del DVNO del ojo derecho fue de 5.0 mm y de 4.9 en el ojo izquierdo.

En relación con la valoración del edema cerebral por TAC, al ingresar a la Unidad de Cuidados Intensivos se reportó 37.5 % de edema severo y 62.5 % de edema moderado, mientras que al egresar se registró 18.8 % de edema severo, 25 % de edema moderado y 56.2 % de edema leve. Se reportaron dos defunciones. En la tabla 2 y 3 se puede observar cómo en la mayoría de las mediciones se encuentra una relación estadísticamente significativa (* $p < 0.001$).

Tabla 2. Relación de escala de cuantificación del edema cerebral por tomografía computarizada y medición del diámetro del nervio óptico por ultrasonido.
(N = 16)

	TAC 1	Medición 1	TAC 2	Medición 2	TAC 3	Medición 3	TAC 4	Medición 4	TAC 5	Medición 5
Pac 1	3	7.3*	3	7.3*	3	7.7*	3	7.4*	3	6.8
Pac 2	2	5.3*	2	5.3	3	6.4*	2	5.3*	-	-
Pac 3	2	5.2*	2	5.2*	3	6.2*	3	6.7*	3	7.9*
Pac 4	3	6.4*	3	6.4*	3	5.7	3	6.6*	3	6.9*
Pac 5	3	6.6*	3	6.6*	2	5.4	-	-	-	-
Pac 6	2	5.6*	2	5.6*	3	6.9*	3	6.1*	2	5.5
Pac 7	2	4.3*	2	4.3*	2	4.6*	2	4.4*	-	-
Pac 8	2	4.0*	2	4.0*	2	5.1*	2	5.3*	3	6.4*
Pac 9	2	4.3*	2	4.3*	2	4.5*	2	4.7*	2	4.8*
Pac 10	3	6.2*	3	6.2*	3	5.8*	-	-	-	-
Pac 11	2	5.4	2	5.4	2	5.3	2	5.1*	2	3.8*
Pac 12	3	5.8	2	5.8	2	5.4	-	-	-	-
Pac 13	3	6.2*	3	6.2*	3	7.2*	3	6.7*	3	6.6*
Pac 14	2	5.1	2	5.1*	2	5.1*	-	-	-	-
Pac 15	2	5.7	3	5.7*	2	5.7	-	-	-	-
Pac 16	2	4.9*	2	4.9*	2	5.5	2	5.0*	2	5.0*

*p < 0.001

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos del expediente clínico

Tabla 3. Correlación de la medición del diámetro del nervio óptico con ultrasonido y cálculo del edema cerebral por tomografía computarizada

N = 16

Mediciones	Ojo derecho r Spearman/p	Ojo izquierdo r Spearman/p
Primera medición	.577 (.019) *	.149 (.58)
Segunda medición	.683 (.004) *	.600 (.014) *
Tercera medición	1.000 (.01) *	.667 (.035) *
Cuarta medición	1.000 (.01) *	.745 (.035) *
Quinta medición	1.000 (.01) *	.471 (.286)

P = < 0.05

Fuente: Elaboración propia

Discusión

En estudios previos (Alted, Bermejo y Chico, 2009; Carrillo *et al.*, 2014; Deotti *et al.*, 2011) se ha reportado que el TCE se presenta con más frecuencia en hombres que en mujeres, en una proporción 3:1, y afecta principalmente a la población cuya edad oscila entre los 15 y los 45 años, resultados que concuerdan con los obtenidos en el presente estudio, pues la edad promedio registrada fue de 34.8 años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 56 años, con una desviación estándar de 14.4 años. Asimismo, 43.7 % fue del sexo femenino y 56.2 % del sexo masculino.

Por otra parte, en otros estudios se ha indicado que las causas más frecuentes del TCE han sido accidentes de tráfico (42 %), caídas (23 %) y agresiones (14 %) (Luviano García, 2010), cifras semejantes a las halladas en el presente estudio, donde se ha reportado que las principales causas del TCE han sido el accidente de tránsito (56.3 %) y el atropellamiento (18.8 %).

Igualmente, diversos estudios han demostrado una buena correlación del DVNO con la PIC, en especial en enfermos con TCE (Lacerda, Abreu, Ortega, Díaz y Miranda, 2017; Maas, Hukkelhoven, Marshall y Steyerberg, 2005; Maas *et al.*, 2007; Shirodkar *et al.*, 2014). En el estudio realizado por Soldatos *et al.* (2008), donde se incluyeron pacientes con TCE, se encontró una adecuada correlación entre el DVNO y la PIC, pues se demostró que un DVNO por encima de 5.4 mm correlaciona con una elevación de la PIC de más de 20 mmHg, con una sensibilidad de 74.1 % y una especificidad de 100 %.

Dubourg *et al.* (2011) y Lavinio y Menon (2011) realizaron un metaanálisis que incluyó seis estudios con características estadísticamente similares, los cuales estuvieron constituidos por un total de 231 pacientes, lo cual sirvió para evidenciar que existe correlación entre el DVNO y la hipertensión intracraneal (HI), utilizando como comparador y estándar de oro la medición de la PIC con un catéter intraventricular. En este estudio se demostró que con un punto de corte del DVNO por encima de 5.4 mm se presenta una buena correlación con una PIC por encima de 20 mmHg, una sensibilidad de 90 % y una especificidad de 85 %.

Por otra parte, se ha demostrado que el diámetro de la vaina del nervio óptico en su segmento intraorbitario está directamente relacionado con las modificaciones en la presión intracraneal (PIC), ya que el nervio óptico tiene una porción intraorbitaria, una intracanalicular y una subaracnoidea, y es en el segmento intraorbitario del nervio óptico (NO) donde se realiza la medición del DVNO. De esta manera, la medición del DVNO por ultrasonido evalúa de manera indirecta la presión intracraneana (Carrillo *et al.*, 2014).

De igual manera, se ha buscado una correlación entre un diámetro mayor de 0.5 cm con alteraciones en la tomografía, lo que ha permitido hallar una correlación entre la medición del DVNO y alteraciones en la imagen como desplazamiento de la línea media, alteración en el espacio ventricular, herniación, etc.; esto último con una sensibilidad y especificidad desde 75 % hasta 100 %, y desde 65 % hasta 95 %, respectivamente (Estrada Rojo *et al.*, 2012; Girsing *et al.*, 2007; Hightower, Chin y Heiner, 2012; Neuman *et al.*, 2002; Ronald, Grant, Bath y Broshek, 2009; Strumwasser *et al.*, 2011). Los resultados del presente estudio, por tanto, concuerdan con los de indagaciones previas, pues se reportó una relación significativa entre la medición del nervio óptico con ultrasonido ocular y el cálculo del edema cerebral con TAC ($p < 0.05$) (Lacerda *et al.*, 2007; Maas *et al.*, 2005; Shirodkar *et al.*, 2014).

Por último, en el estudio realizado por Lobato *et al.* (2012) en pacientes con TCE, a los cuales se les realizó TAC secuenciales y monitorización de la PIC, se observó que 27 pacientes (48.9 %) desarrollaron deterioro PIC, de los que 21 (37.5 %) presentaron cambios concurrentes en la TAC, y 6 (10.7 %) no lo mostraron.

Conclusión

A partir de los resultados conseguidos en este estudio se puede concluir que se observó una correlación significativa entre la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonido ocular y los hallazgos tomográficos de edema cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico, por lo que se propone como parte del monitoreo neurológico en pacientes con TCE, ya que es un procedimiento fácil de realizar, no invasivo y no representa un gasto oneroso para el paciente.

Referencias

- Alted, E., Bermejo, S. y Chico, M. (2009). Actualización en el manejo del traumatismo craneoencefálico grave. *Medicina Intensiva*, 33(1), 16-30.
- Bárcena-Orbe, A., Rodríguez-Arias, C. A., Rivero-Martín. B., Cañizal-García, J. M., Mestre-Moreiro, C., y Calvo-Pérez, J. C. (2006). Revisión del traumatismo craneoencefálico. *Neurocirugía*, 17, 495-518.
- Cabrera Rayo, A., Martínez Olazo, O., Ibarra Guillén, A., Morales Salas, R., Laguna Hernández, G. y Sánchez Pompa, M. (2009). Traumatismo craneoencefálico severo. *Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva*, 23(2), 94-101.
- Carrillo, R., Flores Rivera, O., Peña Pérez, C., Carrillo Córdova, L., Carrillo Córdova, J., Carrillo Córdova, C. y Carrillo Córdova, D. (2014). Evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) para la medición de la presión intracraneana (PIC): a propósito de un caso. *Gaceta Médica de México*, 150(2), 165-70.
- Deotti, S., Mollá Domenech, F., Nácher Fernández, B., Atienza Vicente, C., Mañas, B., García Belenguer, A., y Solves Camallonga, C. (2011). Nuevo dispositivo para la medida no invasiva de la presión intracraneal absoluta. *Revista de Biomecánica*, 57,63-65. Recuperado de <https://www.ibv.org/publicaciones/revista-de-biomecanica/revista-de-biomecanica-57-diciembre-2011>.
- Dubourg, J., Javouhey, E., Geeraerts, T., Messerer, M. y Kassai, B. (2011). Ultrasonography of optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*, 37(7), 1059-68.

- Estrada Rojo, F., Montes Gómez, J., Tabla Ramón, E., Solís Luna, B., Navarro Arguelles, H., Martínez Vargas, M., y Pérez Arredondo, A., (2012). Neuroprotección y traumatismo craneoencefálico. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 55(4), 16-29.
- Girisgin, A., Kalkan, E., Kocak, S., Cander, B., Gul, M. y Seniz, M. (2007). The role of optic nerve ultrasonography in the diagnosis of elevated intracranial pressure. *Emergency Medicine Journal*, 24(4), 251-4. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2658229/>.
- Hansen, H. C., Helmeke, K. y Kunze, K. (2009). Optic nerve sheath Enlargement in Acute Intracranial Hypertension. *Neuro-Ophthalmology*, 14(6), 345-354.
- Hightower, S., Chin, E. y Heiner, J. (2012). Detection of Increased Intracranial Pressure by Ultrasound. *Journal of Special Operations Medicine*, 12(3), 19-22.
- Lacerda, A., Abreu, D., Ortega, A., Díaz, J. y Miranda, G. (2007). Protocolo para el tratamiento quirúrgico precoz en el control de la hipertensión intracraneal en el traumatismo craneoencefálico grave. *Revista Chilena de Neurocirugía*, 29,45-51. Recuperado de https://issuu.com/ipx_chile/docs/revista29.
- Lavinio, A. y Menon, D. (2011). Intracranial pressure: why we monitor it, how to monitor it, what to do with the number and what's the future? *Curr Opin Anesthesiol*, 24(2), 117-123.
- Lobato, R. D., Alen, J. F., Pérez-Núñez, A., Alday, R., Gómez, P. A., Pascual, B., y Lagares, A. (2012). Utilidad de la TAC secuencial y la monitorización de la presión intracraneal para detectar nuevo efecto masa intracraneal en pacientes con traumatismo craneal grave y lesión inicial tipo I-II. *Neurocirugía*, 16(3), 217-271.
- Luviano García, J. A. (2010). Importancia del tiempo puerta PIC y puerta TAC en el paciente con trauma craneoencefálico severo. *Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva*, 24(1), 25-29.
- Maas, A., Hukkelhoven, C., Marshall, L. y Steyerberg, E. (2005). Prediction of outcome in traumatic brain injury with computed tomographic characteristics: a comparison between the computed tomographic classification and combinations of computed tomographic predictors. *Neurosurgery*, 57(6), 1173-82.

- Maas, A., Steyerberg, E., Butcher, I., Dammers, R., Lu, J., Marmarou, A., Mushkudiani, N., y McHigh, G. (2007). Prognostic value of computerized tomography scan characteristics in traumatic brain injury: results from the IMPACT study. *Neurotrauma*, 24(2), 303-14. Doi: 10.1089/neu.2006.0033.
- Newman, W., Hollman, A., Duttongn, G. y Carachi, R. (2002). Measurement of optic nerve sheath diameter by ultrasound: a means of detecting acute raised intracranial pressure in hydrocephalus. *Br J Ophthalmol*, 86(10), 1109-13.
- Ronald, M., Grant, L., Barth, J., Bush, S. y Broshek, D. (2009). Recommendations for Diagnosing a Mild Traumatic Brain Injury: A National Academy of Neuropsychology Education Paper. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 24(1), 3-10.
- Shevlin, C. (2015). Optic nerve sheath ultrasound for the bedside diagnosis of a intracranial hypertension: pitfalls and potential. *Critical Horizons*, 1, 22-30.
- Shirodkar, Ch., Manimala Rao, S., Mutkule, D., Harde, Y., y Venkategowda, P. and Uma Mahesh, M. (2014). Optic nerve sheath diameter as a marker for evaluation and prognostication of intracranial pressure in Indian patients: An observational study. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 18(11), 728-734. Doi: 10.4103/0972-5229.144015.
- Soldatos, T., Karakitsos, D., Chatzimichail, K., Papathanasiou, M., Gouliamos, A. y Karabinis, A. (2008). Optic nerve sonography in the diagnostic evaluation of adult brain. *Critical Care*, 12(3), 67-71. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18477382>.
- Strumwasser, A., Kwan, R., Yeung, L., Miraflor, E., Ereso, A., Castro Moure, F., y Patel, A. (2011). Sonographic optic nerve sheath diameter as an estimate of intracranial pressure in adult trauma. *J Surg Res*, 170(2), 265-71.
- Treggiari, M. M., Schutz, N., Yanez, N. D. y Romand, J. A. (2007). Role of intracranial pressure values and patterns in predicting outcome of traumatic brain injury: a systematic review. *Neurocrit Care*, 6, 04-12.
- Uscanga, M., Castillo, J. y Arroyo, G. (2005). Hallazgos por tomografía computada en pacientes con trauma craneoencefálico: su relación con la evolución clínica y cálculo del edema cerebral. *Revista Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría*, 38(1), 11-19.

Valadez, R. (2011). Traumatismo craneoencefálico. *Educación Médica Continua*.
Recuperado de <http://cbpharma.blogspot.mx/2011/03/traumatismo-craneoencefalico-tce.html>.

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Gisela Ponce y Ponce de León y José de Jesús Mayagoitia Witrón (igual)
Metodología	Gisela Ponce y Ponce de León y José de Jesús Mayagoitia Witrón (igual)
Software	Gisela Ponce y Ponce de León y Alejandro Mayagoitia Ponce (igual)
Validación	Gisela Ponce y Ponce de León, José de Jesús Mayagoitia Witrón (igual) y Alejandro Mayagoitia Ponce (apoya)
Análisis Formal	Gisela Ponce y Ponce de León, José de Jesús Mayagoitia Witrón y Alejandro Mayagoitia Ponce (igual)
Investigación	Gisela Ponce y Ponce de León, José de Jesús Mayagoitia Witrón y Alejandro Mayagoitia Ponce (igual)
Recursos	José de Jesús Mayagoitia Witrón (principal) y Alejandro Mayagoitia Ponce (apoya)
Curación de datos	Gisela Ponce y Ponce de León (principal) y Alejandro Mayagoitia Ponce (apoya)
Escritura - Preparación del borrador original	Gisela Ponce y Ponce de León y José de Jesús Mayagoitia Witrón (igual)
Escritura - Revisión y edición	Gisela Ponce y Ponce de León, José de Jesús Mayagoitia Witrón (igual) y Alejandro Mayagoitia Ponce (apoya)
Visualización	Gisela Ponce y Ponce de León, José de Jesús Mayagoitia Witrón (igual) y Alejandro Mayagoitia Ponce (apoya)
Supervisión	Gisela Ponce y Ponce de León (principal)
Administración de Proyectos	Gisela Ponce y Ponce de León y José de Jesús Mayagoitia Witrón (igual)
Adquisición de fondos	Gisela Ponce y Ponce de León y José de Jesús Mayagoitia Witrón (igual)