

Ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico en el monitoreo de la presión intracraneal

Ultrasound of optic nerve sheath diameter for monitoring intracranial pressure

Ariel Sosa Remón^{1*} <http://orcid.org/0000-0002-5128-4600>

Ana Esperanza Jerez Álvarez¹ <https://orcid.org/0000-0002-4741-6236>

Carmen Esther Remón Chávez¹ <http://orcid.org/0000-0001-9681-8605>

¹Hospital Clínico Quirúrgico Docente “Celia Sánchez Manduley”. Granma, Cuba.

*Autor para correspondencia. asosa@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: El neuromonitoreo no invasivo en pacientes críticos representa una opción de primera línea para el manejo de complicaciones fatales derivadas del aumento de la presión intracraneal. En esta modalidad se incluye la ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico, la cual representa una técnica rápida, fácil de realizar y disponible a la cabecera del paciente.

Objetivos: Describir aspectos fundamentales y actualizados sobre el uso de la ultrasonografía en el monitoreo de la presión intracraneal a través de la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico en los diferentes escenarios neuroclínicos.

Métodos: Se realizó una revisión de la literatura publicada en bases de datos como: PubMed/Medline, SciELO y Google académico entre los meses mayo y julio de 2020. Se revisaron publicaciones en inglés y español. Se seleccionaron 46 bibliografías que cumplieron con los criterios de inclusión. Se describen aspectos fundamentales como la anatomía ecográfica del nervio óptico, descripción de la técnica y su uso en entidades neurocríticas como el traumatismo craneoencefálico, ictus, muerte encefálica, entre otros.

Conclusiones: La ecografía de la vaina del nervio óptico representa una alternativa no invasiva ampliamente aceptada para la medición del incremento de la presión intracraneal. Con un diámetro de 5,0 hasta 5,9 mm o más se puede asumir el diagnóstico de hipertensión intracraneal con alta sensibilidad y especificidad, aunque debe individualizarse su uso en cada patología neurocrítica. La curva de aprendizaje para la realización del proceder es de breve tiempo y satisface las habilidades necesarias.

Palabras clave: presión intracraneal; ultrasonografía; diámetro de la vaina del nervio óptico; neuromonitoreo no invasivo.

ABSTRACT

Introduction: Noninvasive neuromonitoring in critically ill patients is a first-line option for the management of fatal complications derived from increased intracranial pressure. This modality includes ultrasound of optic nerve sheath diameter, which is a quick technique, easy to perform and available at the bedside.

Objectives: To describe significant and state-of-the-art aspects regarding the use of ultrasound for monitoring intracranial pressure through measurement of the optic nerve sheath diameter in different neuroclinical settings.

Methods: A review was carried out, between May and July 2020, of the literature published in databases such as *PubMed/Medline*, *SciELO* and *Google Scholar*. Publications in English and Spanish were reviewed. Forty-six bibliographic sources were chosen, as long as they met the inclusion criteria. Fundamental aspects are described, such as the ultrasound anatomy of the optic nerve, the technique procedures and its use in neurocritical entities such as head trauma, stroke and brain death, among others.

Conclusions: Ultrasound of the optic nerve sheath is a widely accepted noninvasive choice for measurement of increased intracranial pressure. With a diameter of 5.0 to 5.9 mm or more, the diagnosis of intracranial hypertension can be assumed with high sensitivity and specificity, although its use should be individualized in each neurocritical pathology. The learning curve for carrying out the procedure is short and satisfies the necessary skills.

Keywords: intracranial pressure; ultrasound; optic nerve sheath diameter; noninvasive neuromonitoring.

Recibido: 29/08/2020

Aprobado: 19/10/2020

Introducción

La ecografía clínica, conocida también como ultrasonido a la cabecera del paciente, *point of care ultrasound* (POCUS) en países de habla inglesa, ha experimentado un vertiginoso desarrollo en los últimos años. Su uso se ha extendido a la mayoría de las especialidades médicas y ha dejado de ser un examen complementario para integrarse al método clínico.⁽¹⁾

Este fenómeno es consecuencia de la creciente necesidad de monitorizar al paciente siendo lo menos invasivo posible.

Resultado de la práctica clínica cotidiana y a la cabecera del enfermo se ha posicionado como una excelente herramienta en diferentes escenarios de la medicina intensiva, la anestesiología y la emergenciológica. Recientemente se han abierto nuevas áreas de oportunidad, entre ellas destaca la medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO), que en poco tiempo ha venido consolidándose como una nueva herramienta del

neuromonitoreo,⁽²⁾ la cual se utiliza como un medidor no invasivo del incremento de la presión intracraneal (PIC).^(3,4,5,6)

El incremento de la PIC es un fenómeno común entre los enfermos críticos, específicamente, en los pacientes neurocríticos (aquellos sometidos a neurocirugía, con accidente cerebrovascular [ACV], traumatismo craneoencefálico [TCE], infecciones del sistema nervioso central [SNC], estado de coma, muerte encefálica [ME], y enfermedades neuromusculares). Representa una emergencia médica que puede ser diagnosticada mediante la sintomatología clínica, neuroimágenes o signos oftalmológicos.⁽⁷⁾

Dado que la monitorización directa del flujo sanguíneo cerebral (FSC) a la cabecera del paciente no es factible y considerando que el FSC depende de la presión de perfusión cerebral (PPC), que a su vez depende de la presión arterial media (PAM) y de la presión intracraneal (PIC), la evaluación de la PIC y la PPC se emplean como variable subrogada del FSC y por tanto, resultan fundamentales en la vigilancia del paciente neurocrítico.⁽⁸⁾ Al asumir el concepto de hipertensión intracraneal (HIC) en el adulto cuando la PIC es mayor de 20 mmHg (clasificada como leve [20-29 mmHg], moderada[30-40 mmHg], o severa[>40 mmHg]),⁽⁹⁾ el “estándar de oro” para su confirmación es mediante el monitoreo a través del cateterismo intracraneal. Sin embargo, este proceder trae como consecuencia alto riesgo de complicaciones, entre las que se encuentran la hemorragia o infección.^(7,8) Es por esta razón que métodos “no invasivos” como la ultrasonografía doppler transcraneal (DTC), la resonancia magnética nuclear (MRI), la tomografía computarizada de cráneo (TAC) y la ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico (UDVNO) resaltan nuevas alternativas.⁽⁷⁾ No obstante a estos elementos propuestos, la UDVNO sobresale entre ellos debido a que resulta menos costoso y no requiere el movimiento del paciente.

A pesar de ser un método generalizado y con un número importante de investigaciones que lo avalan, en Cuba no se han publicado estudios sobre el tema en adultos. Las referencias encontradas se limitan a contenidos teóricos que se incluyen dentro del amplio perfil que es el POCUS.

Este artículo de revisión tuvo el objetivo de describir aspectos fundamentales y actualizados sobre el uso de la ultrasonografía en el monitoreo de la presión intracraneal a través de la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico en los diferentes escenarios neuroclínicos.

Métodos

Las referencias para esta revisión fueron identificadas mediante la búsqueda en PubMed/Medline, SciELO y Google académico. Se tuvieron en cuenta los artículos que abordan los contenidos relacionados con la ultrasonografía de la vaina del nervio óptico en la medición de la presión intracraneal. Entre los términos de búsqueda se incluyeron: *Intracranial pressure, Invasive intracranial devices, Optic nerve sheath diameter, Ultrasonography, Transorbital sonographic, Point of care*

ultrasound; presión intracraneal; diámetro de la vaina del nervio óptico; neuromonitoreo no invasivo. Se tomó en consideración contenido de los principales libros dedicados a la Medicina de los cuidados críticos, Medicina de emergencias e Imagenología. Solamente se revisaron las publicaciones en inglés y español.

Fueron incluidos artículos de acceso libre para consulta, originales, revisiones narrativas y sistemáticas, ensayos clínicos y documentos de consenso.

Fueron excluidos para la presente revisión contribuciones que solo contienen resúmenes, artículos de corte pediátrico y artículos que abordan la medición del DVNO por otras técnicas sin relacionarlos con la ultrasonografía.

El período de búsqueda incluyó los últimos 20 años, el 69,56 % de la bibliografía utilizada corresponde a los últimos 5 años, de ellas, el 68,75 % corresponden a los últimos 3 años. Se seleccionaron 46 bibliografías que cumplieron con los criterios de selección. La revisión se realizó entre los meses junio y julio de 2020.

Anatomía ecográfica del nervio óptico

El nervio óptico (NO) es una estructura tubular de una longitud de 5 cm y es ontogénicamente parte del SNC. Tiene una porción intraorbitaria, una intracanalicular y una subaracnoidea. Después se encuentra el quiasma óptico, donde se decusan las fibras provenientes de la porción nasal. Estas perciben la parte temporal del campo visual, hecho que no ocurre con las fibras de las porciones temporales.^(10,11)

El nervio óptico es una prolongación de la duramadre. Está recubierto de meninges y líquido cefalorraquídeo, lo que explica los cambios en el diámetro de su vaina como reflejo de las fluctuaciones de la PIC.^(7,10,12,13,14,15,16)

Con base en esto *Hansen y Helmke* postularon en 1997 que el incremento de la PIC tiene una correlación estrecha con el ensanchamiento de la vaina del nervio óptico (en más de un 50 %).^(13,15,17)

Descripción de la técnica

Para la medición del DVNO se utiliza un transductor lineal de 3-8 MHz.^(13,15) *Topcuoglu MA* y otros usaron un traductor de 11 MHz en su serie. Los pacientes son examinados en posición supina. El transductor se coloca en un plano axial sobre la porción temporal del párpado superior cerrado y se aplica una gruesa capa de gel de ultrasonido (fig. 1). De esta manera, la parte retrobulbar del nervio óptico se puede visualizar en un plano axial que muestra la papila y el nervio óptico en su recorrido longitudinal.^(4,7,13,15,16) Adicionalmente, se deben realizar 3 mediciones de cada ojo y cuantificadas en aras de reducir la variabilidad interobservador.⁽⁷⁾



Fig. 1 - Realización de la técnica. Proyección en plano axial.

Por consenso, el DVNO se evalúa a 3 mm por debajo de la papila. A ese nivel, se mide perpendicularmente la distancia de borde externo a borde externo del área hiperecogénica alrededor del nervio óptico y que se corresponde con la vaina del nervio óptico^(13,15,16,17) (fig. 2).

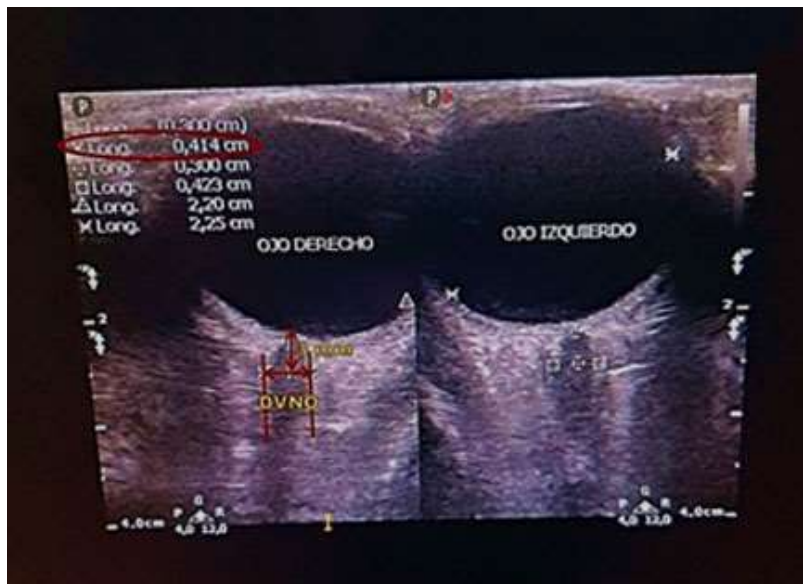


Fig. 2 - Vista ultrasonográfica de ambos ojos. Medición a 3mm del disco óptico. Paciente sano.

Umbral de predicción

El umbral del DVNO utilizado para determinar el aumento de la presión intracraneal por encima de 20 mmHg es diverso y no existe un consenso definido entre investigadores.^(15,16,17,18) *Abdo Cuza AA* y otros⁽¹⁵⁾ expresan que esta

medición varía desde 5,7 y 5,9 mm. *Denault AY* y otros⁽¹⁹⁾ exponen que la variación va desde 5,2 y 5,9 mm. *Ochoa Pérez L* y otros⁽¹⁶⁾ hablan de un punto de corte menor dejándolo a partir 5,0 mm. *Liu D* y otros⁽²⁰⁾ declara un punto de corte más alto, en 5,6 mm con una sensibilidad del 84,5 % y especificidad de 85,7 %.

La revisión con metaanálisis realizada por *Koziarz A* y otros⁽²¹⁾ presenta datos concernientes a 71 estudios (4 551 pacientes), de ellos 61 investigaciones en adultos (35 calificadas como “bajo riesgo de sesgo”). La sensibilidad agrupada, la especificidad, la razón de probabilidad positiva y la razón de probabilidad negativa de la ecografía del DVNO en el daño cerebral traumático fueron de 97 %, 86 %, 6,93 y 0,04, respectivamente. Las estimaciones respectivas en pacientes con daño cerebral no traumático fueron 92 %, 86 %, 6,39 y 0,09. El corte óptimo para la dilatación de la vaina del nervio óptico en la ecografía fue de 5,0 mm.

Basados en estas consideraciones, los autores del presente artículo asumen la postura de que se debe tener en consideración el rango a partir de 5,0 mm.

La precisión diagnóstica para la detección de la HIC ha demostrado una buena correlación estadística en comparación con el monitoreo invasivo, la TAC y la punción lumbar.^(22,23,24,25)

Escenarios neurocríticos

Czempik PF y otros⁽²⁶⁾ evaluaron el incremento de la PIC por ultrasonografía del DVNO en 10 sujetos con disfunción cerebral inducida por shock séptico. De un total de 80 mediciones, 49 mediciones mostraron un valor mayor a los 5,7 mm. No se encontró relación estadística entre el valor del DVNO y el valor de la proteína C reactiva, el valor más alto de lactato diario o la puntuación del SOFA (*sequential organ failure assessment*). Sin embargo, concluyen que el proceder puede ser aplicado en el neuromonitoreo de estos pacientes.

Toscano M y otros⁽²⁷⁾ tomaron como objetivo en su estudio demostrar la eficacia del monitoreo del DVNO por ecografía para el diagnóstico de hipertensión intracraneal maligna en pacientes con ME, mostrando gran correlación estadística en el análisis multivariado (R: 895, $p < 0,001$) la media del DVNO en la ME fue de 7mm \pm 0,02 mm y la media de HIC de 38 \pm 9,4 mmHg.

Topcuoglu MA⁽¹⁸⁾ compararon la utilidad de la técnica entre varios grupos de pacientes, en los cuales se incluyeron pacientes en ME, con ictus, en estado comatoso y pacientes sanos, encontrando relación estadística entre el DVNO de los pacientes con ME y sin esta condición ($p < 0,001$).

Cammarata G y otros⁽²⁸⁾ estudiaron el DVNO en pacientes con TCE, la comparación entre el grupo con trauma e hipertensión intracraneal y el grupo control mostró alta significación estadística ($p < 0,001$) en el diagnóstico de HIC. En este estudio el DVNO se constató en 7,0 mm \pm 0,58 mm cuando la PIC fue mayor de 20 mmHg.

Saucedo PS⁽¹¹⁾ utilizó el DVNO por ecografía para buscar un punto de corte óptimo en el diagnóstico de la hipertensión intracraneal idiopática, siendo este punto en 6,1 mm, con sensibilidad de 97,3 % y especificidad de 84,72 %.

Agrawal A y otros⁽⁴⁾ estudiaron 20 adultos con diferentes patologías neurocríticas (neurotrauma, hemorragias, tumores e infecciones) y alto riesgo de HIC. El objetivo fue definir el punto de corte óptimo para esta medición, se compararon los 2 planos de proyección ecográfica generalmente usados. Hubo mayor sensibilidad y especificidad en el plano axial (AROC: 0,89-0,96) que en el plano coronal. Dicho punto de corte se estratificó en 6,2 mm o más para PIC > 20 mmHg. Estos autores destacan también que una posible explicación de las diferencias entre los valores asumidos entre los autores se deba a las maneras de proyectarse en el plano ecográfico.

En Latinoamérica se encuentran los resultados del estudio chileno dirigido por *García Molina J*⁽²²⁾ en el cual se incluyeron diversas patologías neurocríticas en la que predominó el neurotrauma (31 %). El promedio de mediciones del DVNO en pacientes con HIC fue de 6,1 mm (PIC: 29 mmHg). El autor concluye que la técnica es sencilla, reproducible y efectiva y destaca que independiente a esto, no debe sustituir el monitoreo invasivo cuando este sea necesario.

Otros estudios publicados en los que se expone la utilidad de la medición en los diferentes escenarios neurocríticos se presentan a continuación (Tabla 1).

Tabla 1 - Puntos de corte para el diagnóstico de HIC según diversos autores

Autores	Población de estudio	Número de pacientes	Punto de corte (mm)	Sensibilidad/Especificidad (%)
<i>García-Molina J y otros</i> ⁽²²⁾	Varias patologías neurocríticas	55	5,0 5,5	94/81 88/92
<i>Moretti R y otros</i> ⁽²⁹⁾	HICr	53	5,2	94/76
<i>Kishk NA y otros</i> ⁽³⁰⁾	HII	99	6,05	73,2/91,4
<i>Manouchehrifar M y otros</i> ⁽³¹⁾	ACV	80	5,5	55/72
<i>Munawar Ket y otros</i> ⁽³²⁾	TCE	100	5,8	94/96,08

HICr: hemorragia intracraneal; HII: hipertensión intracraneal idiopática, ACV: accidente cerebrovascular.

En Cuba, a través de una investigación en curso, se definió un punto de corte de 6,9 mm para estimar PIC \geq 20 mmHg.⁽³³⁾

DVNO en pacientes sanos

En cuanto al umbral de corte para el valor normal del DVNO en sujetos sanos, no existe un consenso definido. La medición, ampliamente, aceptada para los adultos es de hasta 5 mm. Este término es de vital importancia también ya que puede ser utilizado para inferir el incremento de la PIC a partir del punto de corte antes comentado.⁽³⁴⁾

Algunos autores sostienen que este valor normal depende también de la raza, grupo étnico, el sexo o la región geográfica de nacimiento (Tabla 2).

Tabla 2 - Diferentes estudios publicados estimando un valor normal del DVNO en pacientes sanos

Autores	Nacionalidad de la población de estudio	DVNO rango (mm)	Media/desviación estándar (mm)
<i>KC B y otros</i> ⁽³⁴⁾	Nepalés	*3,20-4,90 †3,20-4,80	*4,10 ±0,50 †4,22 ±0,49
<i>Kim DH y otros</i> ⁽³⁵⁾	Sur Corea	*3,10-5,20 †3,20-5,40	*4,12 ±0,37 †4,11 ±0,37
<i>Ebisike PI y otros</i> ⁽³⁶⁾	Nigeria	*1,70-6,50 †2,00-6,40	*3,49 ±1,04 †3,55 ±,11
<i>Avci M y otros</i> ⁽³⁷⁾	Turquía	*2,2-6,5 †2,3-5,9	*4,15 ±0,70 †4,18 ±0,70
<i>Chen H y otros</i> ⁽³⁸⁾	China	†3,5-6,4	†5,1 ±0,5
<i>Arteaga-Favela CB y otros</i> ⁽³⁹⁾	México	No midió	*3,5 ±0,5 †3,5 ±0,6
<i>Zeiler y otros</i> ⁽⁴⁰⁾	Canadá	†2,85-4,40	†3,68

*Ojo derecho; †Ojo izquierdo; ‡Ambos ojos

Actualmente se desarrolla una investigación liderada por los autores de este texto, con el objetivo de determinar el rango del DVNO para la población sana atendida en el Hospital Clínico Quirúrgico Docente “Celia Sánchez Manduley” de Manzanillo, Granma. Los resultados preliminares arrojan que el DVNO para se encuentra entre 4,62-4,80 mm para el ojo derecho y 4,66-4,83 mm en el izquierdo (Intervalo de confianza al 95 %).

Fortalezas y debilidades

Existen detractores de la medición del nervio óptico en la HIC. Sin embargo, las críticas no parecen ser por la técnica y sus variantes o el proceso fisiopatológico establecido sino por no contarse con un valor de corte estándar que sugiera el límite entre la normalidad y la hipertensión.^(6,7) Algunos autores sugieren que esta variabilidad se extiende a las diferentes patologías neurocríticas en las cuales se mide el DVNO.⁽⁷⁾ Otros establecen que se debe estandarizar la técnica de medición entre uno de los 2 planos usualmente usados.^(4,6)

Las desventajas prácticas son manejables y se relacionan, principalmente, con la necesidad de adquirir competencia en la técnica para optimizar la precisión, el riesgo potencial de daño por presión en el globo si la técnica es pobre y el daño potencial resultantes de los efectos térmicos y no térmicos de ultrasonido.⁽¹⁷⁾ Independiente a esto, se puede decir que el ejercicio para la medición del DVNO es sencillo y fácil de aprender y aplicar.

La curva de aprendizaje es de breve duración para la realización de ecografía clínica básica, la cual satisface la mayoría de las habilidades en ecografía que los médicos de asistencia deberán tener.⁽¹⁾

Se sugiere que los médicos que hayan usado la ultrasonografía anteriormente puedan aprender cómo hacer el estudio con precisión después de realizarlo solo en 10 pacientes con 3 anormales. Aquellos que no están familiarizados con el ultrasonido pueden necesitar cerca de 25 escaneos para evaluar con precisión la DVNO.⁽⁶⁾

Potgieter y otros⁽⁴¹⁾ demostraron esta afirmación al realizar su estudio con 5 participantes (3 médicos de diferentes especialidades y 2 enfermeras) sin

antecedentes de utilizar la ecografía del DVNO. La precisión de la ecografía la realizaron en 12 voluntarios sanos, tomaron como referencia los resultados de un ecografista experimentado. Los resultados reflejaron que la media de la diferencia interobservador se comportó $< 0,27$ mm (desviación estándar $< 0,46$ mm).

Otros autores consultados demostraron que el ejercicio de aprendizaje del proceder es fácil y satisfice las habilidades ecográficas.^(21,42,43,44,45)

Algunas consideraciones en contra de la utilidad de la técnica versa sobre su uso cuando existen fluctuaciones agudas la PIC, ya que en cortos periodos de tiempo sus modificaciones no logran el equilibrio con la presión del líquido cefalorraquídeo dentro de la vaina del nervio óptico por lo que el DVNO no se correlaciona con el rápido descenso de los niveles de la PIC.⁽³³⁾ Bajo el concepto que la movilidad de la PIC depende del valor de la presión positiva al final de la espiración (PEEP) y la fracción de excreción de CO_2 (EtCO_2), un interesante estudio analizó el efecto de la PEEP bajo régimen de ventilación mecánica artificial (VMA), la EtCO_2 y la relación con la variabilidad del DVNO por ultrasonido en pacientes bajo régimen de anestesia y cirugía. Hubo evidencia de cambios agudos y dinámicos en el DVNO en respuesta la variación de la PEEP y el EtCO_2 . El estudio concluye que el proceder puede usarse como indicador independientemente de las fluctuaciones agudas de PIC.⁽⁴⁶⁾

Otra limitación está en la imposibilidad de realizar el proceder en pacientes con trauma ocular, glaucoma, atrofia del nervio o daño periorbitario.^(7,17)

Por último, es necesario que el monitoreo del paciente neurocrítico se realice de forma integradora, utilizando todas las técnicas de medición disponible, de manera que el objetivo diagnóstico y terapéutico se desarrolle rápido y eficazmente. Una evaluación inicial de manera no invasiva a través del DVNO puede desencadenar una serie de pasos que determinen el manejo óptimo de la PIC.

Basado en esta estrategia *Abdo Cuza AA* y otros⁽¹⁵⁾ proponen un algoritmo diagnóstico-terapéutico en el cual se parte con la medición ultrasonográfica del DVNO y combina la utilización del ultrasonido Dúplex transcraneal en la medición del tercer ventrículo y la línea media y la DTC, logrando así un mejor acercamiento a la etiología según los patrones encontrados (hiperémico, hipoperfusión o vasoespasmo).

La ecografía de la vaina del nervio óptico representa una alternativa no invasiva ampliamente aceptada para la medición del incremento de la presión intracraneal. Con un diámetro de 5,0 a 5,9 mm o más, se puede asumir dicho valor por encima de 20 mmHg, aunque debe individualizarse su uso en cada patología neurocrítica. La curva de aprendizaje para la realización del proceder es de breve tiempo y satisface las habilidades necesarias.

Referencias bibliográficas

1. Díaz-Águila HR, Valdés-Suárez O. Ecografía clínica. Una mirada hacia el futuro inmediato. *Rev Cub Med Int Emerg.* 2017[acceso: 26/07/2020];16(4):120-23. Disponible en <http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/120-123>
2. Carrillo-Esper R, Rojo-del-Moral O, Cruz-Santana JA, Romero-González JP. Diámetro de la vaina del nervio óptico. Una herramienta para el monitoreo dinámico de la hipertensión intracraneana. *Rev Asoc Mex Med Crit Ter Int.* 2016[acceso: 26/07/2020];30(4):249-52 Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-84332016000400249&lng=es
3. Raghunandan N, Joseph M, Nithyanandam S, Karat S. Role of ultrasonographic optic nerve sheath diameter in the diagnosis and follow-up of papilledema and its correlation with Frisén's severity grading. *Indian J Ophthalmol.* 2019;67:1310-3. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1827_18
4. Agrawal A, Cheng R, Tang J, Madhok DY. Comparison of two techniques to measure optic nerve sheath diameter in patients at risk for increased intracranial pressure. *Crit Care Med.* 2019;47(6):e495-e501. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003742>
5. Rasulo FA, Togni T, Romagnoli S. Essential noninvasive multimodality neuromonitoring for the critically ill patient. *Crit Care.* 2020;24(10). <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2781-2>
6. Hylkema C. Optic nerve sheath diameter ultrasound and the diagnosis of increased intracranial pressure. *Crit Care Nurs Clin N Am.* 2016;28:95-99. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnc.2015.10.005>
7. Lochner P, Czosnyka M, Naldi A, Lyros E, Pelosi P, Mathur S, *et al.* Optic nerve sheath diameter: present and future perspectives for neurologists and critical care physicians. *Neurol Sci.* 2019;40(12):2447-57. <https://doi.org/10.1007/s10072-019-04015-x>
8. Marín-Caballós AJ, Egea-Guerrero J, Navarrete-Navarro P. Hipertensión intracraneal en el paciente neurocrítico. En: Cárdenas-Cruz A, Roca-Guiseris J editores. *Tratado de medicina intensiva.* Barcelona, España. Elsevier España, S.L.U. 2017[acceso: 26/07/2020]. p 503-508. <https://www.clinicalkey.es/#!/content/book/3-s2.0-9788490228968500854>
9. Jameson LC, Mongan PD, Janik DJ, Sloan TB. The "Tight Brain": Cerebral Herniation Syndrome. En: Brambrink AM, Kirsch JR editores. *Essentials of Neurosurgical Anesthesia & Critical Care.* Springer Nature, Switzerland AG. 2020. p: 163-68. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17410-1_25
10. Carrillo-Esper R, Flores-Rivera OI, Peña-Pérez CA, Carrillo-Córdova LD, Carrillo-Córdova JR, Carrillo-Córdova CA, *et al.* Evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) para la medición de la presión intracraneana (PIC): a propósito de un caso. *Gac Med Mex.* 2014[acceso: 26/07/2020];150:165-70. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/gaceta-medica-de-mexico/articulo/evaluacion-ultrasonografica-del-diametro-de-la-vaina-del-nervio->

[optico-dvno-para-la-medicion-de-la-presion-intracraneana-pic-a-proposito-de-un-caso](#)

11. Saucedo PS. Precisión diagnóstica de la medición ecográfica del grosor de la vaina del nervio óptico en la hipertensión intracraneal idiopática. [Tesis doctoral]. Facultad de Medicina de Albacete. Universidad de Castilla La Mancha. 2018[acceso: 26/07/2020]. Disponible en: <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/18474/TESIS%20Saz%20Saucedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. Wang LJ, Chen HX, Tong L, Chen LM, Dong YN, Xing YQ. Ultrasonographic optic nerve sheath diameter monitoring of elevated intracranial pressure: two case reports. *Ann Transl Med.* 2020;8(1):20. <https://doi.org/10.21037/atm.2019.12.16>
13. Zepeda-Mendoza AD, Carrillo-Esper R. Medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico como marcador de hipertensión intracraneana. *Rev Mex Anest.* 2017[acceso: 26/07/2020];40(1):255-57. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=72817>
14. Azócar L. Uso de ecografía en anestesia: Point of Care Ultrasound (POCUS). *Rev Chil Anest.* 2017;46:157-66. <https://dpi.org/10.25237/revchilanestv46n03.06>
15. Abdo-Cuza AA, Suárez-López J, Machado-Martínez RE. Neuromonitoreo no invasivo en pacientes críticos. *Rev Cub Med Int Emerg.* 2018[acceso: 26/07/2020];17(1):51-59. Disponible en: <http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/446>
16. Ochoa-Pérez L, Cardozo-Ocampo A. Aplicaciones de la ultrasonografía en el sistema nervioso central para neuroanestesia y cuidado neurocrítico. *Rev Colomb Anestesiol.* 2015;43(4):314-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rca.2015.03.009>
17. Shevlin C. Optic nerve sheath ultrasound for the bedside diagnosis of intracranial hypertension: pitfalls and potential. *Critical Care Horizons.* 2015[acceso: 26/07/2020];1:22-30. Disponible en: <https://www.criticalcarehorizons.com/wp-content/uploads/2016/05/optic-nerve-sheath.pdf>
18. Topcuoglu MA, Arsava EM, Funda-Bas D, Kozak HH. Transorbital ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter in brain death. *J Neuroimaging.* 2015;25:906-09. <https://doi.org/10.1111/jon.12233>
19. Denault AY, Casas C, Puentes W, Eljaiek R, Iglesias I. Ultrasonido de la cabeza a los pies: opinión actual sobre su utilidad en inestabilidad hemodinámica, hipoxemia, oligoanuria y en el paciente con estado neurológico alterado. *Rev Colomb Anestesiol.* 2017;4 5(4):317-26. <https://doi.org/10.1016/j.rca.2017.07.006>
20. Liu D, Li Z, Zhang X, Zhao L, Jia J, Sun F, *et al.* Assessment of intracranial pressure with ultrasonographic retrobulbar optic nerve sheath diameter measurement. *BMC Neurology.* 2017;17:188. <https://doi.org/10.1186/s12883-017-0964-5>

21. Koziarz A, Sne N, Kegel F, Nath S, Badhiwala JH, Nassiri F, *et al.* Bedside optic nerve ultrasonography for diagnosing increased intracranial pressure: A systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2019;171(12):896-905. <https://doi.org/10.7326/M19-0812>
22. García-Molina J. Utilidad diagnóstica de la ecografía de vaina de nervio óptico (EVNO), como método no invasivo para la detección de hipertensión intracraneal. Estudio prospectivo de 95 mediciones comparado con monitoreo invasivo en Chile. *Rev. Chil. Neurocirugía* 2019;45:38-44. <https://doi.org/10.36593/rev.chil.neurocir.v45i1.9>
23. Dubourg J, Javouhey E, Geeraerts T, Messerer M, Kassai B. Ultrasonography of optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Int Care Med.* 2011;37:1059-68. <https://doi.org/10.1007/s00134-011-2224-2>
24. Yanamandra U, Gupta A, Yanamandra S, Das SK, Patyal S, Nair V. Bedside ultrasonography as an alternative to computed tomography scan for the measurement of optic nerve sheath diameter. *J Neurosci Rural Pract.* 2018;9:252-5. https://doi.org/10.4103/jnpr.jnpr_537_17
25. Kim SE, Hong EP, Kim EC, Lee SU, Jeon JP. Ultrasonography optic nerve sheath diameter to detect increased intracranial pressure in adults: a meta-analysis. *Acta Radiol.* 2019;60(2):221-29. <https://doi.org/10.1177/0284185118776501>
26. Czempik PF, Gašiorek J, Bąk A, Krzych ŁJ. Ultrasonic assessment of optic nerve sheath diameter in patients at risk of sepsis-associated brain dysfunction: a preliminary report. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020;17:3656. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103656>
27. Toscano M, Spadetta G, Pulitano P, Rocco M, Di-Piero V, Mecarelli O. Optic nerve sheath diameter ultrasound evaluation in intensive care unit: possible role and clinical aspects in neurological critical patients' daily monitoring. *BioMed Res Int.* 2017;2017:1621428. <https://doi.org/10.1155/2017/1621428>
28. Cammarata G, Ristagno G, Cammarata A, Mannanici G, Denaro C, Gullo A. Ocular ultrasound to detect intracranial hypertension in trauma patients. *J Trauma.* 2011;71:779-81. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3182220673>
29. Moretti R, Pizzi B. Optic nerve ultrasound for detection of intracranial hypertension in intracranial hemorrhage patient confirmation of previous findings in a different patient population. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2009;21:16-20. <https://doi.org/10.1097/ANA.0b013e318185996a>
30. Kishk NA, Ebraheim AM, Ashour AS, Badr NM, Eshra MA. Optic nerve sonographic examination to predict raised intracranial pressure in idiopathic intracranial hypertension: The cut-off points. *Neuroradiol J.* 2018;31(5):490-95. <https://doi.org/10.1177/1971400918789385>
31. Manouchehrifar M, Lakestani M, Kashani P, Safari S. Sonographic diameter of optic nerve sheath in differentiation of ischemic and hemorrhagic strokes; a

- diagnostic accuracy study. *Am J Emerg Med.* 2018;36(11):2064-67. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.08.041>
32. Munawar K, Khan MT, Hussain SW, Qadeer A, Shad ZS, Bano S, *et al.* Optic nerve sheath diameter correlation with elevated intracranial pressure determined via ultrasound. *Cureus.* 2019;11(2): e4145. <https://doi.org/10.7759/cureus.4145>
33. Videtta W, Domeniconi GG, Costilla CM. Monitoreo multimodal en el paciente neurocrítico. En: Caballero-López A, Domínguez-Perera MA, Pardo-Núñez AB, Abdo-Cuza AA autores. *Terapia intensiva. Tomo VI: Urgencias neurológicas.* La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2020[acceso: 26/01/2020]. p 14-30. Disponible en: <http://www.bvscuba.sld.cu/libro/terapia-intensiva-tomo-6-urgencias-neurológicas/>
34. KC B, Thapa A. Study of optic nerve sheath diameter in normal nepalese adults using ultrasound. *BJHS.* 2018;3(1)5:357-60. <http://dx.doi.org/10.3126/bjhs.v3i1.19758>
35. Kim DH, Jun JS, Kim R. Ultrasonography measurement of the optic nerve sheath diameter and its association with eyeball transverse diameter in 585 healthy volunteers. *Sci Rep.* 2017;7(1):15906. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16173-z>
36. Ebisike PI, Habib SG, Hassan S, Suwaid MA, Hikima MS, Saleh MK, *et al.* Transorbital sonographic measurement of optic nerve sheath diameter among HIV-Positive patients in Northwestern Nigeria. *Niger J Clin Pract.* 2019;22:1570-5. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_622_18
37. Avci M, Kozaci N, Komut E, Komut S, Caliskan G, Tulubas G. The measurement of elderly volunteers' optic nerve sheath diameters by ocular ultrasonography. *Medicina.* 2019;55:413. <https://doi.org/doi:10.3390/medicina55080413>
38. Chen H, Ding GS, Zhao YC, Yu RG, Zhou JC. Ultrasound measurement of optic nerve diameter and optic nerve sheath diameter in healthy Chinese adults. *BMC Neurology.* 2015;15:106. <https://doi.org/10.1186/s12883-015-0361-x>
39. Favela CBA, Salas JO, Vivar EGUR del, Uraga EJC. Estudio comparativo del nervio óptico mediante ecografía transorbital en mujeres sanas, embarazadas y con preeclampsia-eclampsia. *An Med Asoc Med Hosp ABC.* 2017[acceso: 07/072019];62(3):166-71. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=73886>
40. Zeiler FA, Ziesmann MT, Goeres P, Unger B, Park J, Karakitsos D, *et al.* A unique method for estimating the reliability learning curve of optic nerve sheath diameter ultrasound measurement. *Crit Ultrasound J.* 2016;8,9. <https://doi.org/10.1186/s13089-016-0044-x>
41. Potgieter DW, Kippin A, Ngu F, McKean C. Can accurate ultrasonography measurement of the optic nerve sheath diameter (a non-invasive measure of intracranial pressure) be taught to novice operators in a single training session? *Anaesth Intensive Care.* 2011;39(1):95-100. <https://doi.org/10.1177/0310057X1103900116>

42. Ballantyne SA, O'Neill G, Hamilton R, Hollman AS. Observer variation in the sonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal adults. *Eur J Ultrasound*. 2002;15(3):145-9. [https://doi.org/10.1016/s0929-8266\(02\)00036-8](https://doi.org/10.1016/s0929-8266(02)00036-8)
43. Shah S, Kimberly H, Marill K, Noble VE. Ultrasound techniques to measure the optic nerve sheath: is a specialized probe necessary? *Med Sci Monit*. 2009[acceso: 07/072019];15(5):MT63-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19396044/>
44. Cimilli Ozturk T, Demir H, Yorulmaz R, Ozdemir S, Isat G, Ecmel Onur O. Assessment of intra-interobserver reliability of the sonographic optic nerve sheath diameter measurement. *Kaohsiung J Med Sci*. 2015;31(8):432-6. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2015.06.004>
45. Betcher J, Becker TK, Stoyanoff P, Cranford J, Theyyunni N. Military trainees can accurately measure optic nerve sheath diameter after a brief training session. *Mil Med Res*. 2018;5:42. <https://doi.org/10.1186/s40779-018-0189-y>
46. Bala R, Kumar R, Sharma J. A study to evaluate effect of PEEP and end-tidal carbon dioxide on optic nerve sheath diameter. *Indian J Anaesth*. 2019;63:537-43. Disponible en: https://doi.org/10.4103/ija.IJA_861_18

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Ariel Sosa Remón: Trabajo de campo o asistencial. Revisión, análisis y selección bibliográfica. Aplicación de encuestas, realización de entrevistas o consultas a expertos. Procesamiento estadístico. Confección del informe final. Revisión y corrección del informe. Revisión y aprobación final.

Ana Esperanza Jerez Álvarez: Trabajo de campo o asistencial. Revisión, análisis y selección bibliográfica. Confección del informe final. Revisión y corrección del informe.

Carmen Esther Remón Chávez: Trabajo de campo o asistencial. Aplicación de encuestas, realización de entrevistas o consultas a expertos.