



Medición ultrasonográfica de la vaina del nervio óptico para la evaluación de hipertensión endocraneana

Ultrasonographical measurement of the optical nerve to determine intracranial hypertension

Mónica Arébalo López,* Marcelo Díaz Conde,† Juan Fernando Candia Goitia*

RESUMEN

La hipertensión endocraneal aguda, de cualquier etiología, es una emergencia médica que requiere intervención inmediata para prevenir daño permanente al cerebro por alteraciones en la perfusión cerebral (normal de 60 a 150 mmHg). Se recomienda presión arterial media > 90 mmHg, saturación de oxígeno > 90%, monitoreo de presión intracraneal. La monitorización invasiva de la presión intracraneal con catéter intraparenquimatoso o intraventricular es el «estándar de oro» para traumatismo craneoencefálico, requiere de un procedimiento quirúrgico, realizado por un especialista, con riesgos como hemorragia, infección, malposición, obstrucción del dispositivo, malfuncionamiento del dispositivo. Por otro lado, el diagnóstico por tomografía axial computarizada también tiene sus riesgos, el traslado del paciente y el retraso que esto conlleva en el diagnóstico. El ultrasonido es actualmente una herramienta no invasiva que se efectúa en la cabecera del paciente; mide el diámetro de la vaina del nervio óptico, con un tiempo promedio para realizarlo de menos de dos minutos. Las revisiones de estudios de tipo metaanálisis recomiendan el uso de ultrasonido del nervio óptico, sobre todo en lugares donde no se cuente con monitoreo invasivo; refieren que presenta una sensibilidad de 0.90 (IC95% 0.80-0.95) y especificidad de 0.85 (IC95% 0.73-0.93), con un promedio de punto de corte del diámetro de la vaina del nervio óptico de 5.0 a 5.9 mm para determinar si se trata de hipertensión endocraneal. El uso de ultrasonido del nervio óptico tiene limitantes como los pacientes con hemorragia subaracnoidea secundaria a rotura de aneurisma, concomitante con hidrocefalia, trauma ocular, neuritis y atrofia del nervio óptico.

Palabras clave: presión intracraneal, catéter intraparenquimatoso o intraventricular, tomografía axial computada, ultrasonido.

ABSTRACT

Acute endocranial hypertension, of any etiology, is a medical emergency, requiring immediate intervention to prevent permanent damage to the brain by alterations in cerebral perfusion (normal from 60 to 150 mmHg). Therefore, mean arterial pressures > 90 mmHg, oxygen saturation > 90%, intracranial pressure monitoring, are recommended. Invasive monitoring of intracranial pressure with intraparenchymal or intraventricular catheter is the «gold standard» for traumatic brain injury (TBI), requires a surgical procedure, performed by a specialist, with risks such as bleeding, infection, malposition, device obstruction, device malfunction. On the other hand, the diagnosis by computed tomography also has its risks, the transfer of the patient and the delay in the diagnosis. Ultrasound is currently a non-invasive tool that can be performed at the patient's bedside; it measures the diameter of the optic nerve sheath, with an average procedure time of less than two minutes. The reviews of meta-analysis studies recommend the use of optic nerve ultrasound, especially in places where there is no invasive monitoring, they report that it has a sensitivity of 0.90 (95%CI 0.80-0.95) and specificity of 0.85 (95%CI 0.73-0.93), with an average cut-off point of the diameter of the optic nerve sheath from 5.0 to 5.9 mm to determine whether it is endocranial hypertension. The use of optic nerve ultrasound, has limitations such as patients with subarachnoid hemorrhage secondary to aneurysm rupture, concomitant with hydrocephalus, eye trauma, neuritis and optic nerve atrophy.

Keywords: intracranial pressure, intraparenchymal or intraventricular catheter, computed tomography, ultrasound.

INTRODUCCIÓN

El reconocimiento de la hipertensión endocraneana es un punto crítico para asegurar un adecuado manejo de la misma y evitar daños secundarios irreversibles. Sin embargo, pocos métodos diagnósticos están disponibles para detectar la hipertensión endocraneana de forma no invasiva y en la cabecera del paciente.¹

La medición del diámetro del nervio óptico con el ultrasonido es una modalidad bien estudiada para la evaluación de la hipertensión endocraneana. En muchos ambientes existe un impedimento para la medición de la presión intracraneana, los cuales incluyen el costo, la disponibilidad del personal, inestabilidad del paciente, tratamiento en centros de primer y segundo nivel.

Por otro lado, el diagnóstico por tomografía también tiene sus riesgos, el traslado del paciente a un ambiente ajeno a la terapia intensiva y el retraso que esto conlleva en el diagnóstico. Desafortunadamente el diagnóstico clínico y radiológico no siempre son indicadores fiables de status de hipertensión endocraneana y los hallazgos bien conocidos, como papiledema y cambios pupilares, pueden desarrollarse tarde.²

Es así, que el diámetro del nervio óptico es un sustituto para detectar la hipertensión endocraneana y puede ser muy útil en aquellos ambientes donde no se cuenta con monitoreo invasivo o en los que está contraindicado.³

El ultrasonido se está convirtiendo en una herramienta muy útil en los tiempos modernos porque permite, de forma no invasiva y en la cabecera del paciente, evaluar de forma indirecta la presencia de hipertensión endocraneana con una técnica sencilla. Existen varios estudios que comparan las técnicas invasivas clásicas para medir la presión intracraneana con el método del ultrasonido, los resultados son prometedores, señalando a la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico como una alternativa para determinar la presencia de hipertensión endocraneana.

Los pacientes con lesión cerebral de cualquier etiología tienen alto riesgo de desarrollar presión intracraneal incrementada.³ La hipertensión endocraneal aguda es una emergencia médica que requiere intervención inmediata para prevenir daño permanente al cerebro. La presión intracraneana como valor absoluto no es tan importante como cuando uno investiga otros valores,

* Hospital Univalle Norte. Cochabamba, Bolivia.

† Hospital General «Dr. Manuel Gea González». Ciudad de México, México.

Recibido: 08/09/2019. Aceptado: 11/08/2025.

Citar como: Arébalo LM, Díaz CM, Candia GJF. Medición ultrasonográfica de la vaina del nervio óptico para la evaluación de hipertensión endocraneana. Med Crit. 2025;39(2):124-129. <https://dx.doi.org/10.35366/121723>

como la presión de perfusión cerebral y factores que contribuyan como un flujo sanguíneo cerebral adecuado. La presión intracraneana normalmente aceptada es de 3 a 15 mmHg, y valores menores a 20 mmHg son generalmente aceptados.⁴ Los estados patológicos ocasionan incremento del volumen. Esto resulta en al menos uno de los siguientes:

1. Lesión extrínseca, masa.
2. Incremento en la presión arterial.
3. Incremento en el volumen del líquido cefalorraquídeo.
4. Incremento en el tejido cerebral.

Para mantener la presión intracraneana normal en estados patológicos, existe una reducción del volumen de los otros compartimientos como mecanismo compensatorio. Una vez que el mecanismo compensatorio alcance los límites (delta volumen/delta presión). Si la *compliance* disminuye, existe un cambio dramático de la presión para un cambio de volumen.

La presión de perfusión cerebral es definida como la presión arterial media (PAM) menos la presión intracraneana (PCI), es así que mientras la presión intracraneana aumenta, la presión de perfusión cerebral disminuye. La presión de perfusión cerebral normal es de 60 a 150 mmHg, presiones menores a 60 mmHg pueden resultar en lesión isquémica cerebral, mientras que presiones mayores de 150 mmHg pueden llevar a hiperperfusión o lesiones por hiperemia.¹

Las opciones para medir la presión intracraneana son: colocación de un drenaje ventricular o un sensor de presión intraparenquimatoso. El primero se trata de un catéter insertado dentro de uno de los ventrículos laterales y está conectado a un transductor, el mismo debe ser posicionado a la altura del meato externo auditivo, que es el nivel del foramen de Monro para medir con precisión la presión intracraneana. El sistema puede programarse para que drene continuamente o traduzca la presión intracraneana. La ventaja, entonces, radica en que es diagnóstica y terapéutica. Su mayor desventaja es el riesgo de meningitis y ventriculitis. La infección ocurre en 10 a 20% de los pacientes, y el riesgo incrementa después del quinto día.

Los monitores de presión intraparenquimatosos son colocados en el tejido cerebral a través de un agujero. La precisión de estos catéteres es mayor que los colocados en el espacio subaracnoideo o epidural.

El uso del ultrasonido para detectar la hipertensión endocraneana es un campo bien estudiado. La mayoría de estos estudios se han realizado en pacientes con traumatismo craneoencefálico, que representa uno de los motivos de ingreso hospitalario más frecuentes. Aproximadamente dos millones de pacientes sufren de un traumatismo craneoencefálico en los Estados Unidos cada año; de éstos, 10% se clasifi-

ca como severo con una puntuación en la escala de coma de Glasgow de 3 a 8 puntos. No existe mucho que se pueda hacer para tratar la lesión primaria cerebral; sin embargo, prevenir la lesión secundaria por hipoxia o hipotensión es actualmente uno de los pilares fundamentales del manejo, recomendando presiones arteriales medias mayores a 90 mmHg, saturación de oxígeno mayor a 90%, monitoreo de presión intracraneana, mantener una presión de perfusión adecuada. El impacto directo en la supervivencia de estos pacientes, reside en la capacidad de detectar tempranamente la hipertensión endocraneana. La fundación de trauma cerebral⁵ recomienda monitorizar la hipertensión endocraneana a todos aquellos pacientes con trauma craneoencefálico severo y tomografía axial computarizada (TAC) anormal que cuenten con dos de las siguientes características:

1. Edad mayor de 40 años.
2. Posturas anormales unilaterales o bilaterales.
3. Presión arterial sistólica menor a 90 mmHg.

Si bien la gran mayoría de artículos se ha enfocado en pacientes con trauma, existen otras situaciones donde hay incremento de la presión endocraneana, incluyendo meningitis, accidentes cerebrovasculares, encefalopatía hepática, preeclampsia, epilepsia y enfermedad aguda de la montaña.

En la tomografía computarizada, los signos tradicionales de la hipertensión endocraneana, consisten en la desviación de la línea media con un efecto de masa de 3 mm, borramiento de surcos con evidencia significativa de edema, colapso de los ventrículos y compresión de las cisternas.⁶ Esto sin embargo significa trasladar al paciente de un ambiente monitorizado a otros.

La monitorización invasiva de la presión intracraneana con catéter intraparenquimatoso o intraventricular continúa siendo el estándar de oro para traumatismo craneoencefálico.⁷

La colocación del transductor de presión intracraneana requiere de un procedimiento quirúrgico hecho por un especialista; aunque en ocasiones es retrasado por problemas de coagulación que muchas veces acompaña a los traumatismos craneoencefálicos. Más aún, la colocación de un transductor de presión intracraneal tiene riesgos,⁸ como hemorragia, infección, malposición, obstrucción del dispositivo, malfuncionamiento del dispositivo; es en este contexto que nace el uso del ultrasonido aplicado al neuromonitoring.

La descripción inicial del uso del ultrasonido como herramienta para detectar hipertensión endocraneana data de 1987, con el artículo de Cennamo G y colaboradores⁹ quienes demostraron la utilidad del ultrasonido en la detección de hipertensión endocraneana. A partir de entonces, muchas investigaciones corroboraron la utilidad

mediante estudios invasivos en cadáveres. Unos de los grupos destacados, es el de Liu y Kahn¹⁰ quienes, en 1993, realizaron un estudio experimental en cadáveres a los que les infundieron solución salina intraventricular, durante un periodo de 50 minutos, y registraron los cambios en la presión endocraneana con dos técnicas de medición. La primera a nivel del nervio óptico, a 5 y 25 mm de la pared posterior de la órbita en la cara lateral del nervio óptico, mediante un transductor de presión Stryker calibrado en más de dos oportunidades. La segunda técnica de medición empleada fue con un manómetro instalado en el espacio subaracnideo a nivel lumbar. Registraron que los cambios de presión endocraneana en la vaina del nervio óptico y la presión del espacio subaracnideo se correlacionan de forma lineal.

Anatómicamente, la vaina del nervio óptico es una continuación de la duramadre, tiene un espacio subaracnideo y posee una intrincada trabeculación aracnoidea; la localización y densidad de esta trabeculación tiene una importante variabilidad entre individuos (*Figura 1*).

En situación normal, el líquido cefalorraquídeo se filtra y circula a través de todo el sistema. Su tasa de flujo depende de varios factores, como es la continua producción y reabsorción, el movimiento y la postura que asume el individuo, pulsaciones arteriales, respiraciones y otros factores mecánicos. Dado que el líquido cefalorraquídeo fluye de la porción posterior a la anterior del nervio óptico y que existe una trabeculación aracnoidea con densidad anatómica variable, es de suponerse que hay una diferencia de presiones. No existe evidencia de un drenaje venoso en la vaina del nervio óptico para la reabsorción.

La porción bulbosa de la vaina del nervio óptico parece ser muy distensible y en los estudios histológicos realizados por Hayreh¹¹ se demuestra que esta porción

Figura 1:

Esquema del nervio óptico y las trabeculaciones anatómicas. Las trabeculaciones aracnoideas son más densas en la parte posterior.

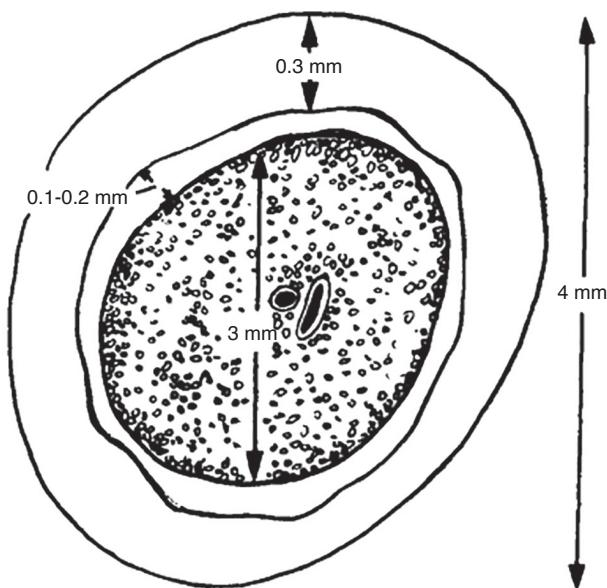
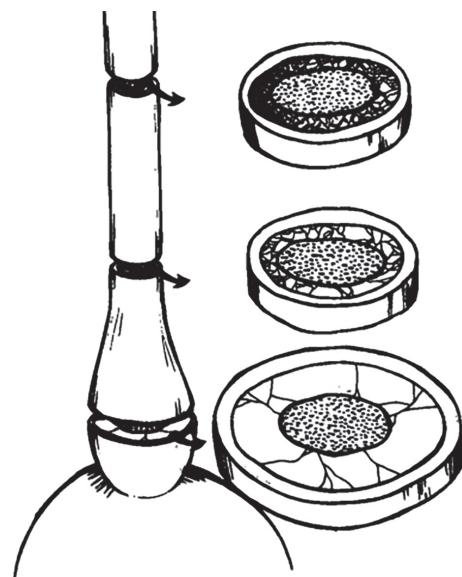


Figura 2: Esquema de un corte seccional del nervio óptico y su vaina, dimensiones.

es la más delgada. Es constantemente masajeada y escurrida por los tejidos que la rodean mientras el globo ocular se mueve dentro de la órbita. Existe un gradiente de presión en el nervio óptico y una relación lineal definitiva entre la presión subaracnidea del nervio óptico y la presión intracraneal, lo cual ha sido demostrado de forma experimental.

En los adultos normales, la longitud del nervio óptico es de 40 mm y el diámetro promedio incluyendo la vaina es de 4 mm. La vaina del nervio óptico mide en promedio 0.4 mm, con una variación de 0.35 a 0.5 mm¹⁰ (*Figura 2*).

La técnica para identificar la vaina del nervio óptico se realiza con un transductor lineal sobre el ojo cerrado, con el paciente en posición supina, el transductor debe ir en el eje axial.¹² El nervio óptico es identificado como dos líneas hiperecoicas detrás del ojo. Se mide 3 mm detrás de la papila, detrás de la línea hiperecoica, usando la función de los calipers en la máquina de ultrasonido; posteriormente se traza una línea entre los límites externos de las líneas hiperecoicas detrás del globo. El valor normal descrito es 4.6 mm. Las mediciones deben realizarse en ambos ojos, debido a la existencia de papiledemas unilaterales y dilataciones asimétricas de las vainas perineurales³ (*Figura 3*).

La técnica para usar el modo B y la medición de la vaina del nervio óptico fue descrita en 1993 por Hansen y asociados.¹² Más adelante, con estudios en cadáveres, se concluyó que el lugar para encontrar la mayor distensión del nervio óptico se ubica a 3 mm detrás del globo ocular; esta localización es, desde entonces, el estándar para realizar las mediciones.

El diámetro del nervio óptico en pacientes con elevación de la presión endocraneana sobre 20 mmHg, varía de 0.48 a 0.7 cm.^{4,13} La curva de aprendizaje es sencilla, va de 25 a 10 procedimientos para ultrasonografistas novatos y experimentados, respectivamente. El promedio de tiempo para realizar esta examinación es menor a dos minutos, con una variabilidad interobservador de 0.01 a 0.02 cm.^{4,14}

En los buscadores PubMed y Cochrane revisamos los estudios de tipo metaanálisis que tengan como objetivo comparar la sensibilidad de la técnica ultrasonográfica con otros métodos tales como tomografía axial computarizada y técnicas invasivas de monitoreo. Existen cuatro estudios de tipo metaanálisis, revisiones sistemáticas que comparan la técnica ultrasonográfica del nervio óptico con otros métodos diagnósticos. Describimos a continuación cada uno de forma breve.

En 2011, Dubourg y colaboradores publicaron¹⁵ un metaanálisis sobre el uso del ultrasonido de la vaina del nervio óptico como método diagnóstico de la hipertensión endocraneana. La revisión se realizó de 1960 a julio 2010, en PubMed. Se encontraron seis estudios que cumplieron los criterios de inclusión. Se estimó la sensibilidad y especificidad promedio de cada estudio para determinar hipertensión endocraneana comparadas con las de un método invasivo, tales como catéter intraventricular y dispositivo intraparenquimatoso. La sensibilidad fue de 0.90 (intervalo de confianza de 95% [IC95%] 0.80-0.95), la especificidad de 0.85 (IC95% 0.73-0.93). Esta revisión sistemática indicó que el ultrasonido de la vaina del nervio óptico tiene buena precisión para detectar hipertensión endocraneana. El *odds ratio* fue de 51 (IC95%), esto significa que la probabilidad de positividad entre los pacientes con hipertensión endocraneana es 51 veces mayor que entre los pacientes sin hipertensión intracranial.

Ohle R y asociados publicaron en 2015¹⁶ un metaanálisis sobre la comparación entre la TAC y el ultrasonido del nervio óptico para detectar incremento en la presión endocraneana. Incluyeron 12 estudios en la revisión, la población que estudiaron fueron pacientes con

traumatismo craneoencefálico, accidentes cerebrovasculares isquémicos y hemorrágicos, meningitis, pseudotumor cerebral, lesiones ocupantes de espacio, mal funcionamiento de válvulas, hemorragia subaracnoidea, datos clínicos de hipertensión endocraneana. Encontraron que el ultrasonido del nervio óptico es sensible para descartar hipertensión endocraneana en pacientes con baja prevalencia de hipertensión endocraneana, y es un test específico para detectar hipertensión endocraneana en población con alta prevalencia de hipertensión endocraneana. El punto de corte para determinar hipertensión endocraneana fue de 5 mm en estos estudios, con una probabilidad de 96% de ser un caso correspondiente a hipertensión endocraneana en la población de terapia intensiva con Glasgow de 8 o menos.

En el 2018, Robba y colegas¹⁷ publicaron un metaanálisis de la medición del nervio óptico por ultrasonido como un estimador no invasivo para determinar la hipertensión endocraneana. Realizaron una revisión de enero 1980 a diciembre 2017 de artículos que cumplían los criterios de inclusión en las bases de datos: Scopus, Science Citatio Index, Medline, PubMed, Web of Science, Science Direct, Cochrane Library. Encontraron siete artículos, estudios prospectivos de pacientes adultos con sospecha de hipertensión endocraneana, con control de la presión endocraneana por un método invasivo sea como drenaje ventricular, punción lumbar, transductor intraparenquimatoso. El punto de corte de hipertensión endocraneana es de 20 mmHg en cinco estudios y de 25 cm H₂O (18.3 mmHg) en los otros dos estudios. Los valores de medición de la vaina del nervio óptico que optimizan la sensibilidad y especificidad por medio de curvas ROC varían alrededor de 4.8 a 6.3 mm. Los resultados de este metaanálisis apoyan el uso de la medición ultrasonográfica del nervio óptico como una técnica no invasiva para la evaluación de la hipertensión endocraneana en un modo binario; sin embargo, no es una técnica que permita realizar mediciones continuas y existe diferencia interobservador. Aunque la curva de aprendizaje es pequeña, existen artefactos y errores al momento de la medición, su utilidad es cuestionada en pacientes con hemorragia subaracnoidea. Es así que no se debe usar como un método que reemplace a los procedimientos tradicionales invasivos, estándar de oro en el cuidado del enfermo neurocrítico, si el paciente tiene una indicación de monitoreo. El beneficio potencial se encuentra en los escenarios donde el monitoreo invasivo de presión endocraneana no está disponible o en aquellos casos en quienes no esté indicado (pacientes con falla hepática, coagulopatía, coma metabólico), así como situaciones intraoperatorias o de partamentos de emergencia.

Existe un proyecto en curso a cargo de Koziarz y su equipo,¹⁸ quienes recientemente publicaron un protocolo de metaanálisis con el objetivo de examinar la preci-

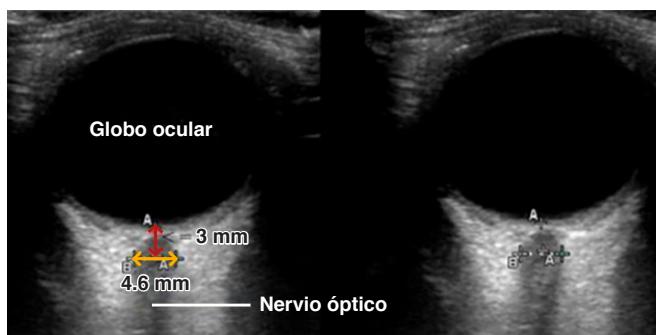


Figura 3: Imagen ultrasonográfica del nervio óptico.

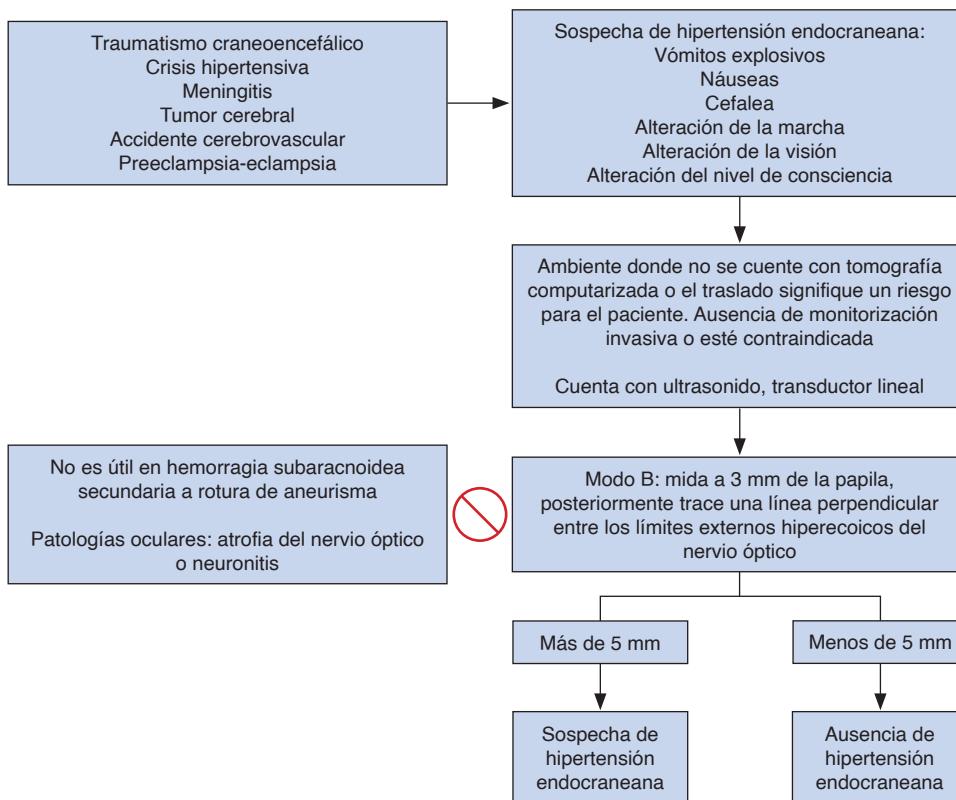


Figura 4:

Algoritmo para el uso del ultrasonido del nervio óptico.

sión del ultrasonido del nervio óptico para diagnosticar hipertensión endocraneana. Las fuentes que revisaron para obtener los estudios fueron MEDLINE, Embase, Web of Science, WHO Clinical Trials y la librería Cochrane. Los resultados aún están pendientes, pero son prometedores.

El ultrasonido del diámetro de la vaina del nervio óptico, muestra un buen nivel de precisión diagnóstica para detectar hipertensión endocraneana, de acuerdo a los metaanálisis revisados. Su uso está recomendado, sobre todo, en ambientes donde no se cuente con monitoreo invasivo. Los valores de sensibilidad y especificidad comparados a otros métodos diagnósticos, podemos tomarlos del metaanálisis de Dubourg y colaboradores.¹⁵ La sensibilidad fue de 0.90 (IC95% 0.80-0.95) y la especificidad de 0.85 (IC95% 0.73-0.93).

1. El punto de corte para determinar si se trata de hipertensión endocraneana o no por medio del ultrasonido varían de 5.0 mm a 5.9 mm de acuerdo al metaanálisis realizado por Dubourg y colaboradores.¹⁵
2. Robba y asociados¹⁷ plantean 4.8 a 6.3 mm, con un promedio de punto de corte de 5.5 mm de diámetro de la vaina del nervio óptico en un metaanálisis más reciente.
3. Las debilidades de los metaanálisis son, en general el número de la población estudiada. Robba y colegas limitaron el análisis a siete estudios, con una

población de 320 pacientes. Dubourg y su grupo, a seis estudios con 231 pacientes.

4. Respondiendo a los objetivos específicos, los casos que no aplican para la realización de ultrasonido del nervio óptico son aquellos pacientes con hemorragia subaracnoidea secundaria a rotura de aneurisma, concomitante con hidrocefalia.¹⁹ Se ha reportado que el nervio óptico en estos pacientes se encuentra alargado, distendido a pesar de la normalización de la presión endocraneana; esto se explica por la pobre capacidad del tejido del nervio óptico para retraerse.
5. Otras situaciones en las que no puede aplicarse el ultrasonido son trauma ocular, patologías oculares como neuronitis y atrofia del nervio óptico.¹⁵
6. En la *Figura 4* presentamos a continuación un algoritmo para el uso del ultrasonido del nervio óptico.

AGRADECIMIENTOS

A todos los participantes del artículo que lograron reunir la información necesaria para realizar esta revisión bibliográfica, así como a todos los hospitales que permiten formar a médicos especialistas que, a pesar de la distancia, continuamos trabajando en proyectos.

REFERENCIAS

1. Ragland J, Lee K. Brain edema and intracranial hypertension. *J Neurocrit Care*. 2016;9(2):105-112.

2. Robba C, Cardim D, Tajsic T, Pietersen J, Bulman M, Donnelly J, et al. Ultrasound non-invasive measurement of intracranial pressure in neurointensive care: a prospective observational study. *PLoS Med.* 2017;14(7):e1002356.
3. Banerjee A, Bala R, Saini S. Ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter: a point of care test helps in prognostication of Intensive Care Unit patients. *Indian J Anaesth.* 2017;61(3):262-265.
4. Rajajee V, Vanaman M, Fletcher JJ, Jacobs TL. Optic nerve ultrasound for the detection of raised intracranial pressure. *Neurocrit Care.* 2011;15(3):506-515.
5. Aiolli A, Benjamin E, Khor D, Inaba K, Lam L, Demetriades D. Brain trauma foundation guidelines for intracranial pressure monitoring: compliance and effect on outcome. *World J Surg.* 2017;41(6):1543-1549.
6. Jensen RH, Radojcic A, Yri H. The diagnosis and management of idiopathic intracranial hypertension and the associated headache. *Ther Adv Neurol Disord.* 2016;9(4):317-326.
7. Nash J, Rourke C, Moorman M. Transocular ultrasound measurement of optic nerve sheath diameter can identify elevated intracranial pressure in trauma patients. *Trauma.* 2016;18:28-34.
8. Dubourg J, Messerer M, Karakitsos D, Rajajee V, Antonsen E, Javouhey E, et al. Individual patient data systematic review and meta-analysis of optic nerve sheath diameter ultrasonography for detecting raised intracranial pressure: protocol of the ONSD research group. *Syst Rev.* 2013;2:62.
9. Cennamo GM, Gangemi M, Stella L. The correlation between endocranial pressure and optic nerve diameter: an ultrasonographic study. *Ophthalmic Echography.* 1987;48:603-606.
10. Liu D, Kahn M. Measurement and relationship of subarachnoid pressure of the optic nerve to intracranial pressures in fresh cadavers. *Am J Ophthalmol.* 1993;116(5):548-556.
11. Hayreh SS. Pathogenesis of oedema of the optic disc. *Doc Ophthalmol.* 1968;24(2):289-411.
12. Hansen HC, Helmke K. Validation of the optic nerve sheath response to changing cerebrospinal fluid pressure: ultrasound findings during intrathecal infusion tests. *J Neurosurg.* 1997;87:34-40.
13. Lindblom P. Measuring the optic nerve sheath diameter in a head-injured man. *JAAPA.* 2008;21(12):27-8, 30.
14. 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(3):779-781.
15. 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. *Intensive Care Med.* 2011;37(7):1059-1068.
16. Ohle R, McIsaac SM, Woo MY, Perry JJ. Sonography of the optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure compared to computed tomography: a systematic review and meta-analysis. *J Ultrasound Med.* 2015;34(7):1285-1294.
17. Robba C, Santori G, Czosnyka M, Corradi F, Bragazzi N, Padayachy L, et al. Optic nerve sheath diameter measured sonographically as non-invasive estimator of intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2018;44(8):1284-1294.
18. Koziarz A, Sne N, Kegel F, Alhazzani W, Nath S, Badhiwala JH, et al. Optic nerve sheath diameter sonography for the diagnosis of increased intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis protocol. *BMJ Open.* 2017;7(8):e016194.
19. Bauerle J, Niesen WD, Egger K, Buttler KJ, Reinhard M. Enlarged optic nerve sheath in aneurysmal subarachnoid hemorrhage despite normal intracranial pressure. *J Neuroimaging.* 2016;26(2):194-196.

Financiamiento: no contamos con financiamiento.

Conflictos de intereses: sin conflicto de intereses.

Correspondencia:

Mónica Arébalo López

E-mail: monicaarebalolo@gmail.com