

Medición de la vaina del nervio óptico para el monitoreo de la presión intracraneal

Measurement of the optic nerve sheath for intracranial pressure monitoring

Daniela Ballolet Pérez Sánchez^a, Nancy Leo Ledezma^b, Jenifer Monroy Mendoza^c,
Lilian Scarlet Gerardo Muñoz^d

Abstract:

The measurement of the optic nerve sheath diameter (ONSD) is a non-invasive, rapid, precise, safe, reproducible, and accessible technique that allows for the assessment of intracranial pressure (ICP) while reducing the harmful consequences associated with invasive transcranial measurements. Its incorporation into clinical practice aims to serve as a tool for diagnosing, treating, and making decisions regarding patient management. The objective of this review is to understand the benefits of measuring the optic nerve sheath diameter as a method for monitoring intracranial pressure compared to existing invasive and non-invasive techniques.

Keywords:

Intracranial hypertension, echographia, optic nerve, intracranial pressure, noninvasive measurement

Resumen:

La medición del diámetro de la vaina del nervio óptico es una técnica no invasiva, rápida, precisa, segura, reproducible y accesible que permite evaluar la presión intracraneal y disminuye las consecuencias perjudiciales de las mediciones transcraneales invasivas. Su incorporación a la práctica clínica busca ser instrumento para diagnosticar, tratar y decidir sobre el tratamiento de los pacientes. El objetivo de esta revisión es conocer los beneficios de la medición de la vaina del nervio óptico como método de monitoreo de la presión intracraneal frente a técnicas invasivas y no invasivas existentes.

Palabras Clave:

Hipertensión intracraneal, ecografía, nervio óptico, presión intracraneal, medición no invasiva

INTRODUCCIÓN

La Presión Intracraneal (PIC) es resultado del equilibrio mantenido entre los diversos componentes que se alojan dentro de la bóveda craneal. (1) El cráneo es una estructura rígida e incompresible que contiene tres

^a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias de la Salud- Área Académica de Medicina | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0009-3404-7978>, Email: pe388707@uaeh.edu.mx

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias de la Salud- Área Académica de Medicina | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0008-6275-5229>, Email: le463537@uaeh.edu.mx

^c Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias de la Salud- Área Académica de Medicina | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4666-9815>, Email: mo397196@uaeh.edu.mx

^e Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Instituto de Ciencias de la Salud- Área Académica de Medicina | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-6396-7516>, Email: lilian_gerardo@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 12/12/2025, Fecha de aceptación: 03/05/2025, Fecha de publicación: 05/12/2024

DOI: <https://doi.org/10.29057/icsa.v13i26.14382>



componentes: el cerebro, el líquido cefalorraquídeo (LCR) y la sangre; la presión intracraneana resulta de la sumatoria de cada uno de estos componentes en equilibrio, si el volumen de uno se ve aumentado debe haber una disminución compensatoria en los otros. (2) La presencia de componentes patológicos como masas, hematomas, abscesos, etc. dan como resultado el desplazamiento de las estructuras o el aumento de la PIC según el volumen y compliancia de cada componente, como se refleja en la teoría de Monro – Kellie. (3)

El aumento del volumen que se produce por lesiones agudas es compensado por un descenso en primer lugar del LCR hasta el momento en que el efecto masa de la lesión bloquea al cuarto ventrículo, posteriormente se busca la compensación con el descenso del componente vascular de la circulación venosa principalmente. Por esta razón, la relación entre el volumen cerebral y los cambios de presión intracraneal forman una curva lineal que se vuelve exponencial cuando los mecanismos de compensación se agotan. (4) Las patologías intracraneales pueden generar gradientes de presión, estos gradientes de presión pueden dar lugar a la herniación del tejido cerebral en relación con las meninges, lo que, a su vez, podría comprometer la circulación sanguínea o generar daño debido a la presión directa sobre las estructuras del sistema nervioso central (SNC). Por tal motivo el monitoreo de la PIC en los pacientes con compromiso neurológico resulta fundamental puesto que el aumento de ésta se asocia con un alto riesgo de mortalidad. (5)

En la actualidad el estándar de oro para la determinación y monitoreo de la presión intracraneal corresponde a técnicas invasivas, en específico, a la inserción de catéter intraventricular o de dispositivo intraparenquimatoso gracias a su precisión y naturaleza directa (6) sin embargo, se acompaña de complicaciones inherentes a la técnica como infección, hemorragia posterior al procedimiento, destrucción del parénquima y la necesidad de personal capacitado para realizar dicho procedimiento. (6) Por ello, el monitoreo directo de la PIC con técnicas no invasivas, capaces de ofrecer mediciones exactas, estables y aptas para brindar información continua, resulta fundamental (2) y clave para el campo del neuromonitoreo multimodal, en donde se ha optado por el desarrollo de dichas técnicas no invasivas. (6)

De manera específica, la relación de la presión intracraneal con el nervio óptico inicia en 1806 cuando Tenon, cirujano francés, describió la vaina del nervio óptico como un recubrimiento formado de LCR y meninges; posteriormente, hasta 1867 Luschka demostró que la capa fibrosa que recubre al nervio era una

comunicación de la porción interna de la duramadre. (7) Ahora bien, la medición de la vaina del nervio óptico como método no invasivo para medir la presión intracraneal fue introducida hasta 1997 por Hansen y Helmke quienes postularon que el incremento de la PIC tenía correlación estrecha con el ensanchamiento de la vaina del nervio óptico; este principio fue corroborado por diversos autores posteriormente. (7)

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿QUÉ BENEFICIOS OFRECE LA MEDICIÓN DE LA VAINA DEL NERVIO ÓPTICO PARA EL MONITOREO DE LA PIC?

METODOLOGÍA

Para la recopilación de la información se revisaron, distintas bases de datos y plataformas relacionadas a las ciencias de la salud, incluyendo SciELO, PubMed, Elsevier, MDPI y BMC con los siguientes criterios: *intracranial hypertension, echographia, optic nerve, intracranial pressure and noninvasive measurement*. Se tomaron en cuenta: artículos, libros y estudios relacionados con la medición de la presión intracraneal publicados en los últimos 5 años, en fuentes reconocidas y aceptadas internacionalmente, además de redactados en los idiomas español e inglés. Se encontró una amplia variedad de artículos dentro de los cuales se incluyen revisiones sistemáticas, reporte de casos, estudios retrospectivos y revisiones bibliográficas; se seleccionaron un total de 10 artículos, 1 trabajo de grado y 1 libro. Los criterios de búsqueda fueron establecidos de acuerdo con la temática base del estudio, a su vez las fuentes fueron seleccionadas considerando su impacto en el área de estudio y diversidad de enfoque metodológico.

DESARROLLO DEL TEMA

La monitorización de la PIC se ha convertido en una herramienta cada vez más utilizada para la vigilancia y el diagnóstico de pacientes neurológicos. Desde 1960 gracias a Lundberg, la derivación ventricular externa se considera el estándar de oro para monitorización de PIC hasta la actualidad (7) sumado a otros métodos invasivos como los descritos en la **Tabla 1**. Las ventajas de los métodos invasivos incluyen precisión elevada gracias a su naturaleza invasiva, monitoreo continuo, facilidad para recalibración constante y además representa una alternativa diagnóstica y potencialmente terapéutica. (8) A pesar de ello, estos métodos conllevan riesgo de infecciones, hemorragias y obstrucciones que pueden

representar una amenaza para la vida de los pacientes neurocríticos; su disponibilidad es variable, existe riesgo de extravío y dificultad para la colocación por variabilidad anatómica que requiere de personal altamente calificado y con experiencia neuroquirúrgica. (8,9)

Tabla 1. Técnicas invasivas para el monitoreo de la presión intracraneal (PIC).

Nota. Elaboración propia

TÉCNICAS INVASIVAS PARA EL MONITOREO DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Catéter intraparenquimatoso ▪ Catéter intraventricular ▪ Catéter subaracnoideo ▪ Catéter subdural ▪ Catéter epidural ▪ Catéter lumbar ▪ Tornillo subdural (Codman)

Los métodos de monitoreo de la PIC no invasivos son atractivos porque las complicaciones que pueden surgir debido a los métodos invasivos se vuelven prevenibles y hasta evitables. El campo del neuromonitoreo multimodal, ha optado por el desarrollo de técnicas para la evaluación no invasiva de la PIC (6) basándose en distintas propiedades o fenómenos fisiológicos como se resumen en la **Tabla 2.** (9) Entre las ventajas de los métodos no invasivos se encuentra evitar aspectos propios de las técnicas invasivas como el alto costo y la necesidad de experiencia neuroquirúrgica para realizar el procedimiento. Por otro lado, las desventajas incluyen la escasez de estudios prospectivos con mayor número de pacientes y que su exactitud depende del operador, precisión y el entorno clínico en el que se realizó la medición. (5)

Tabla 2. Métodos de evaluación no invasiva de la presión intracraneal. (9)

MECANISMO / PRINCIPIO DE MEDICIÓN DE LA PIC	EJEMPLOS
Imagen Cerebral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TAC ▪ RM
Técnicas De Estimación Indirecta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundoscopia ▪ Desplazamiento de la membrana timpánica ▪ Elasticidad del cráneo

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ecografía del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO)
Evaluación De Flujo Cerebral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Doppler transcraneano (DTC) ▪ Doppler de la arteria oftálmica
Mediciones De Cambios Metabólicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espectroscopia de infrarrojo cercano
Estudios Neuro-Fisiológicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electroencefalograma ▪ Potencial Evocado Visual ▪ Emisiones otoacústicas ▪ Evaluación morfológica de la onda de presión intracraneal (sensor B4C)

Técnicas para el monitoreo de la presión intracraneal agrupadas por mecanismo/principio de estudio.

Nota: Elaboración propia

El nervio óptico está rodeado por las capas meninges y el líquido cefalorraquídeo que fluye libremente en el espacio subaracnoideo intracraneal e intraorbitario. La relación anatómica entre el nervio óptico y el espacio subaracnoideo da como resultado una expresión de la vaina del nervio óptico en estados de presión intracraneal aumentada, por lo tanto, el diámetro de la vaina del nervio óptico da información fiable sobre la PIC. (10)

La medición del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) se realiza mediante técnicas de ultrasonido, estas mediciones generalmente se obtienen en un plano axial o sagital, que emplean una técnica con el paciente con los ojos cerrados y en posición supina, utilizando un transductor lineal de alta resolución para realizar la medición a 3 mm detrás del globo ocular como se representa en la **Figura 1.**

El valor de la medición de la vaina del nervio óptico se representa como el promedio de las mediciones entre ambos ojos, se toman 3 medidas para cada ojo y luego se saca un promedio, sin embargo, algunos estudios optan por utilizar solo dos medidas por ojo y otros utilizaron una medida transversal y una en plano vertical por ojo, otras mediciones han sugerido una medición interna y una externa. El proceso de medición implica la aplicación de una cantidad sustancial de gel soluble en agua sobre los párpados cerrados del participante, lo que garantiza una transmisión óptima de las ondas ultrasónicas. Los hallazgos de ultrasonido de un diámetro

de la vaina del nervio óptico humano normal en comparación con dos modelos de 3 mm y 7 mm de diámetro de la vaina del nervio óptico se muestran en la **Figura 2** a, b y c, respectivamente. (11)

Figura 1. Técnica de medición del diámetro de la vaina del nervio óptico. (7)

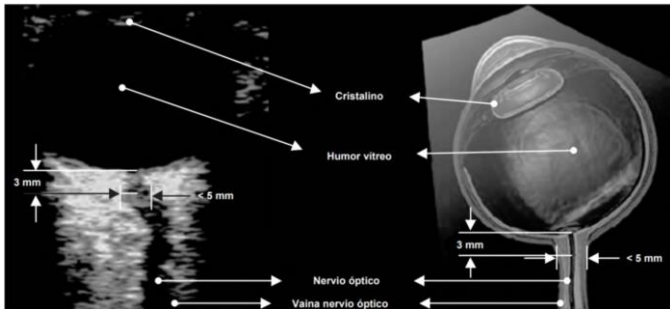


Figura 2. Medición de la vaina del nervio óptico. (11)



Diámetro de la vaina del nervio óptico a. Diámetro normal de la vaina del nervio óptico humano. b. El modelo de 3 mm de diámetro de la vaina del nervio óptico representa una presión intracerebral normal. c. El modelo de 7 mm de diámetro de la vaina del nervio óptico representa una presión intracerebral elevada.

El valor medio del DVNO en pacientes con diagnóstico de PIC elevada fue de 5.82 mm (IC del 95%: 5.58-6.06 mm), lo que fue significativamente mayor en comparación con sus homólogos normales; sin embargo se observaron variaciones en función a la etiología de la hipertensión intracerebral (HIC) y a que su exactitud depende del operador, precisión, los entornos clínicos en lo que se hizo la medición y los estándares para el diagnóstico de la hipertensión intracerebral, aun cuando actualmente no se ha determinado un valor corte, estos valores medios se pueden implementar para evaluar la sensibilidad y especificidad del ultrasonido para el diagnóstico de hipertensión intracerebral en estudios futuros. (5)

La sensibilidad y especificidad de la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico en estados de PIC aumentada ha sido un punto de discordia y controversia por la falta de metaanálisis y la incapacidad de colocar un monitor intracerebral en todos los pacientes a los que se les monitorea la presión intracerebral para correlacionar estas mediciones de una manera más confiable. En un

ensayo prospectivo se mostró una sensibilidad del 100% y una especificidad del 63% para identificar la elevación de la PIC por este método (12); por su parte en otro estudio de pacientes con antecedentes de traumatismo craneoencefálico agudo, se realizó la medición del DVNO y una TAC para detectar la PIC elevada, la sensibilidad del DVNO fue del 87.5% y especificidad del 94.1% con un valor predictivo positivo de 87.5% y valor predictivo negativo del 94.1%. (13)

DISCUSIÓN

La importancia de herramientas confiables para el monitoreo de la PIC radica en la necesidad de detectar la hipertensión intracerebral de forma precoz para la implementación rápida de medidas terapéuticas. (6) Aun cuando las mediciones más aceptadas siguen siendo los catéteres por su alta precisión, los métodos no invasivos permiten una monitorización continua y dinámica en el paciente neurológico lo que resulta práctico en zonas de alta demanda como la sala de urgencias y en hospitales públicos donde no se cuenta con lo necesario para la inserción de un catéter intraventricular (14). El objetivo de la estimación de la PIC no invasiva no es necesariamente reemplazar la monitorización de la PIC invasiva, en particular en los casos en que se recomienda la monitorización invasiva debido a su valor terapéutico adicional, más bien, las técnicas de estimación de la PIC no invasivas podrían resultar útiles en escenarios como el triage prehospitalario y la detección de pacientes en riesgo para un posible monitoreo invasivo. (15)

La medición del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) por medio de ecografía se postula como el método de elección no invasivo para la medición de la presión intracerebral. La DVNO como método de neuromonitoreo es un recurso fácilmente asequible, lo que lo convierte en una excelente herramienta para el control de los pacientes críticos neurológicos que tengan riesgo de desarrollar hipertensión intracerebral. (7) Es un estudio con alta disponibilidad, fiabilidad, seguridad, fácilmente reproducible, es dinámico, de bajo costo y útil como prueba de cribado cuando los métodos invasivos no están disponibles para la detección precoz de hipertensión intracerebral. De igual manera es una técnica con baja variabilidad inter e intra observador (0.5 y 0.2 mm) (7), con una precisión diagnóstica significativa para la detección de HIC en comparación con técnica invasiva y con pequeña curva de aprendizaje en la que médicos experimentados en el uso de la USG pueden incluir tan solo 10 pacientes para realizar el estudio con precisión, mientras que los médicos que no están familiarizados con la USG pueden necesitar cerca de 25 escaneos para

obtener la destreza necesaria y evaluar con precisión el DVNO intracraneal. (12)

CONCLUSIÓN

El monitoreo de la PIC, es considerada piedra angular en el abordaje de pacientes neurocríticos, así como la detección precoz de HIC y tratamiento adecuado con el fin de prevenir el desarrollo de complicaciones, resultando a su vez en una reducción de la mortalidad; por esta razón contar con un método de medición rápida, confiable y sin mayores riesgos resulta imprescindible. Actualmente el uso del ultrasonido en la práctica clínica se ha posicionado como una excelente herramienta en diferentes escenarios, destacando la medición del DVNO que ha demostrado ser una prueba confiable, versátil y universal para la detección no invasiva de la HIC. Su incorporación dentro del campo diagnóstico ofrece beneficios tales como bajo costo respecto a otros métodos, menor riesgo de complicaciones asociadas al procedimiento, ser fácilmente reproducible y no requerir personal especializado en neurocirugía para su aplicación.

El valor de corte aún no se determina, ya que existe una variación constante entre autores, a pesar de ello estos valores se pueden implementar para evaluar la sensibilidad y especificidad del ultrasonido en busca de mejoras para el diagnóstico y tratamiento oportuno del paciente con hipertensión intracraneal o riesgo de padecerla al tiempo que se alcance un consenso en el corte mediante investigaciones futuras.

Referencias

1. Acosta Egea S, Arriola Acuña LE, Pérez Marín D. Abordaje inicial de la hipertensión intracraneal en adultos. *Rev Médica Sinerg.* 1 de septiembre de 2020;5(9):e569.
2. Carrillo R, Castelazo JA. Neuroanestesiología. Editorial Alfíl, S. A. de C. V., editor. Editorial Alfíl; 2024. 310 p.
3. Piano A. *Rev Elect anestesiari-* vol 15 (7):4. 15.
4. Bisbal CJF. MONITORIZACIÓN MULTIMODAL Y SOPORTE FUNCIONAL DEL ENFERMO NEUROCRÍTICO.
5. Montorfano L, Yu Q, Bordes SJ, Sivanushanthan S, Rosenthal RJ, Montorfano M. Mean value of B-mode optic nerve sheath diameter as an indicator of increased intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Ultrasound J.* diciembre de 2021;13(1):35.
6. Grille P, Da Silva D, Verga F, Barbato M. Estimación no invasiva ultrasonográfica de la presión intracraneana en el paciente neurocrítico. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo.* 2021;21(3):221-7.
7. Islas RE, Coria VL, Montelongo F de J, Reyes MM, Carmona A, Suárez A. Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonografía versus tomografía simple de cráneo en pacientes con trauma craneoencefálico. *Med Crítica Col Mex Med Crítica.* 2020;34(4):221-30.
8. Evensen KB, Eide PK. Measuring intracranial pressure by invasive, less invasive or non-invasive means: limitations and avenues for improvement. *Fluids and Barriers of the CNS.* 2020;17(34).
9. Moulin F, Sampaio G. Noninvasive intracranial pressure monitoring methods: a critical review. *Arq Neuro-Psiquiatr.* 2021;79(5):437-46.
10. Besir A, Akdogan A, Riza Guvercin A. Optic nerve sheath diameter with intracranial pressure monitoring: a non-invasive method to follow children with craniosynostosis. *Cir Cir.* 21 de diciembre de 2021;89(92):6307.
11. Felix HM, Rosenbush KA, Lannen AM, Pooley RA, Siegel JL, Brown BL, et al. Creation of an optic nerve sheath diameter ultrasound model for NeuroICU education. *Mil Med Res.* diciembre de 2020;7(1):43.
12. Rojas-Murillo T, Olvera-González N. Relación entre la medición por tomografía y ecografía del diámetro de la vaina del nervio óptico como estimador no invasivo de la presión intracraneal. *Cir Cir.* 3 de marzo de 2022;90(2):5984.
13. Mathews A, Cattamanchi S, Panneerselvam T, Trichur RV. Evaluation of bedside sonographic measurement of optic nerve sheath diameter for assessment of raised intracranial pressure in adult head trauma patients. *J Emerg Trauma Shock.* 2020;13(3):190-195. DOI: 10.4103/JETS.JETS_94_19.
14. García MA. Medida ecográfica diámetro vaina nervio óptico es prueba diagnóstica fiable de hipertensión endocraneana hospital Belén Trujillo [Internet] [Proyecto de Investigación]. [Trujillo, Perú]: Universidad Privada Antenor Orrego; 2024. Disponible en: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/28171/REP_MANUEL.GARCIA_MEDIDA.ECOGRAFICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. Canac N, Jaleleddini K, Thorpe SG, Thibeault CM, Hamilton RB. Review: pathophysiology of intracranial hypertension and noninvasive intracranial pressure monitoring. *Fluids Barriers CNS.* diciembre de 2020;17(1):40.