



Recibido: 2026-05-02

Aceptado: 2026-05-22

Publicado: 2026-06-24

Ultrasonografía de la vaina del nervio óptico: utilidad en la evaluación no invasiva de la hipertensión endocraneana

Ultrasonography of the optic nerve sheath: usefulness in the non-invasive evaluation of intracranial hypertension

Autores

Jimmy Fernando Yaguana Torres¹

<https://orcid.org/0000-0003-2743-5605>

jimmy.yaguana@yahoo.com

**Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil, Clínica Sur Hospital
Guayaquil – Ecuador**

Jimmy Fabricio Achi Arteaga²

<https://orcid.org/0009-0008-4625-8839>

jimmyachi@gmail.com

**Incarvasc - Clínica Dr. Trino Andrade
Guayaquil – Ecuador**

Emily Valeria López Fajardo³

<https://orcid.org/0009-0007-8613-1966>

emily.lopez@cu.ucsg.edu.ec

**Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil
Guayaquil – Ecuador**

Joselin Nicol Gutiérrez Abril⁴

<https://orcid.org/0009-0009-2980-572X>

joselin.gutierrez@cu.ucsg.edu.ec

**Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil
Guayaquil – Ecuador**

Luis Enrique Ushca Martínez⁵

<https://orcid.org/0009-0008-9236-7892>

luis.ushca@cu.ucsg.edu.ec

**Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Guayaquil – Ecuador**

Resumen

Introducción: El reconocimiento de la hipertensión endocraneana representa un marco importante para el control de una condición neurológica crítica, muchas veces asociada con deterioro clínico y riesgo de daño cerebral secundario. La medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) es una herramienta no invasiva, rápida y reproducible para la estimación de cambios en función a la presión intracraneal, de particular importancia en contextos donde el monitoreo invasivo o la neuroimagen pueden no estar disponibles de forma inmediata.

Objetivo: Evaluar la utilidad del DVNO medido por ultrasonografía como método alternativo para detectar, monitorear y valorar clínicamente la hipertensión endocraneana.

Metodología: Se realizó una revisión narrativa estructurada de artículos científicos sobre DVNO e hipertensión endocraneana, incluyendo estudios observacionales, cohortes, revisiones, reportes clínicos y estudios en población adulta, pediátrica, neurocrítica y sana. Se analizaron características metodológicas, población evaluada, técnica de medición, puntos de corte, correlación con presión intracraneal, neuroimagen, evolución clínica y limitaciones reportadas.

Resultado: La evidencia revisada muestra que el DVNO presenta mayor utilidad cuando se compara con presión intracraneal invasiva, hallazgos de neuroimagen o cambios dinámicos posteriores a intervenciones terapéuticas. Su desempeño fue relevante en pacientes neurocríticos, traumatismo craneoencefálico, hidrocefalia pediátrica e ictus. En escenarios metabólicos o sistémicos, como hiponatremia y encefalopatía hepática, reflejó posibles cambios relacionados con edema cerebral, aunque con menor consistencia pronóstica.

Conclusiones: El DVNO constituye una herramienta complementaria útil dentro del neuromonitoreo no invasivo; sin embargo, requiere estandarización técnica, entrenamiento del operador y puntos de corte específicos por población.

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

Abstract

Introduction: The recognition of intracranial hypertension represents an important framework for the management of a critical neurological condition, often associated with clinical deterioration and the risk of secondary brain injury. Ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter (ONSD) is a non-invasive, rapid, and reproducible tool for estimating changes related to intracranial pressure, with particular importance in contexts where invasive monitoring or neuroimaging may not be immediately available.

Objective: To evaluate the usefulness of ultrasonographic ONSD measurement as an alternative method for detecting, monitoring, and clinically assessing intracranial hypertension.

Methodology: A structured narrative review of scientific articles on ONSD and intracranial hypertension was conducted, including observational studies, cohort studies, reviews, case reports, and studies in adult, pediatric, neurocritical, and healthy populations. Methodological characteristics, study population, measurement technique, cutoff points, correlation with intracranial pressure, neuroimaging, clinical evolution, and reported limitations were analyzed.

Results: The reviewed evidence shows that ONSD is most useful when compared with invasive intracranial pressure monitoring, neuroimaging findings, or dynamic changes following therapeutic interventions. Its performance was relevant in neurocritical patients, traumatic brain injury, pediatric hydrocephalus, and stroke. In metabolic or systemic scenarios, such as hyponatremia and hepatic encephalopathy, it reflected possible changes related to cerebral edema, although with less consistent prognostic value.

Conclusions: ONSD constitutes a useful complementary tool within non-invasive neuromonitoring; however, it requires technical standardization, operator training, and population-specific cutoff points.

Keywords: intracranial hypertension; optic nerve sheath diameter; ultrasonography; intracranial pressure; non-invasive neuromonitoring; neurocritical care.

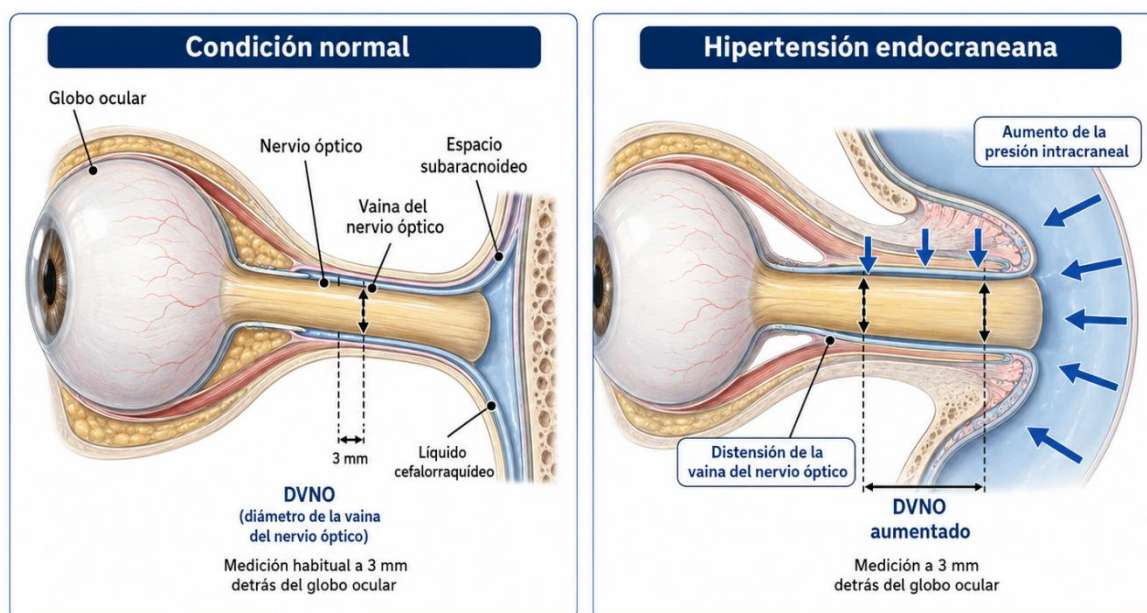
Introducción

La hipertensión endocraneana es una condición crítica para el paciente neurológico agudo, no solo por su asociación con daño cerebral secundario, sino también por lo dificultoso que es reconocerla y darle seguimiento en tiempo real sin usar procedimientos invasivos. Así, su importancia clínica se refleja en aquellos escenarios en que el compromiso estructural del sistema nervioso central puede modificar el pronóstico en cuestión de horas. En pacientes comatosos después de paro cardíaco, por ejemplo, se ha descrito que el aumento de la presión intracraneal por edema cerebral puede contribuir a un rápido deterioro neurológico; sin embargo, la medición directa de la presión intracraneal resulta inviable en muchos casos por su carácter invasivo y sus riesgos asociados. En este sentido, el diámetro de la vaina del nervio óptico ha sido propuesto como un método ultrasonográfico rápido, económico y de bajo riesgo, basado en la continuidad del espacio subaracnoideo hacia la vaina que rodea al nervio óptico (Verhulst et al., 2023).

El nervio óptico y su vaina mantienen una relación directa con las estructuras meníngeas y el líquido cefalorraquídeo; por ello, cuando la presión intracraneal aumenta, esta presión puede transmitirse hacia el espacio subaracnoideo perióptico y producir distensión. Por ello, el diámetro de la vaina del nervio óptico se ha considerado como un marcador indirecto de cambios en la presión (Ambrose et al., 2025; Verhulst et al., 2023).

Gráfico 1.

Fundamento anatómico de la medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico



Nota: Elaboración propia con base en estudios sobre la relación entre el diámetro de la vaina del nervio óptico y la presión intracraneal (Sosa Remón et al., 2022; Arévalo López et al., 2025).

Durante la evaluación de una cohorte pediátrica amplia referida por sospecha de papiledema, la mayoría de los niños no presentó presión intracraneal elevada, mientras que el aumento del diámetro de la vaina del nervio óptico contribuyó a la predicción de presión intracraneal elevada. El punto de corte de diámetro de vaina del nervio óptico mayor de 4,99 mm alcanzó una sensibilidad de 82% y especificidad de 90% para presión intracraneal elevada dentro de su población y contexto clínico (Ambrose et al., 2025).

En adultos, la utilidad del diámetro de la vaina del nervio óptico también se ha explorado en enfermedad cerebrovascular isquémica, se ha planteado que el incremento de la presión intracraneal puede contribuir a daño cerebral y empeorar el cuadro. En este caso, se ha propuesto como biomarcador no invasivo de cambios intracraneales, incluyendo comparaciones entre ultrasonografía y resonancia magnética. (Kilci et al., 2026).

Las patologías estructurales no son el único punto de interés. La hipertensión intracraneal y el edema cerebral pueden aparecer también en trastornos metabólicos. En un estudio caso-control, los pacientes con encefalopatía hepática presentaron un diámetro medio mayor que los controles; sin embargo, dicho diámetro no se relacionó de forma significativa con mortalidad intrahospitalaria. (Colak et al., 2022). Por otro lado, el traumatismo craneoencefálico y otros cuadros neurológicos agudos constituyen otro campo relevante. Su valor práctico radica en que

permite obtener una medición directa del área perióptica sin movilizar al paciente y con un procedimiento técnicamente accesible. Aun así, la utilidad clínica de la medición depende de la calidad técnica, de la experiencia del operador y de la forma en que el resultado se integre con la clínica y la neuroimagen (Quero et al., 2022).

Así, la mayoría de las investigaciones en torno a este parámetro lo ha utilizado en contextos diversos, donde no siempre se considera útil en términos clínicos, sino como una aplicación aislada. Algunos exploran diagnóstico de presión intracraneal elevada, otros evalúan pronóstico, otros analizan cambios antes y después del tratamiento, y otros comparan el rendimiento de la ultrasonografía frente a otros estudios de imagen. Esta disyuntiva, aunque interesante, impide que se deriven conclusiones clínicas sencillas (Ambrose et al., 2025; Çelik et al., 2026; Colak et al., 2022; Quero et al., 2022; Duyan & Vural, 2023; Kilci et al., 2026; Verhulst et al., 2023).

Por ello, es pertinente hacer una recopilación de la evidencia al respecto, una revisión narrativa estructurada permite describir las poblaciones, las técnicas utilizadas, los puntos de corte, las relaciones halladas y las limitaciones más comunes (Ambrose et al., 2025; Çelik et al., 2026; Colak et al., 2022; Quero et al., 2022; Duyan & Vural, 2023; Kilci et al., 2026; Verhulst et al., 2023).

Con base en ello, el objetivo general de esta revisión será evaluar la utilidad diagnóstica de la ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico para detectar, estimar y seguir la hipertensión endocraneana de manera no invasiva. Se plantean los siguientes objetivos específicos: describir los escenarios clínicos más relevantes en los que se ha estudiado esta medición; analizar la relación reportada entre el diámetro de la vaina del nervio óptico y la presión intracraneal elevada o entidades clínicas que la implican; identificar los puntos de corte y parámetros diagnósticos empleados; determinar si la medición se ha utilizado para seguimiento o pronóstico; y describir las limitaciones técnicas, metodológicas y clínicas. Por lo tanto, se busca aportar una síntesis que permita integrar esta medición dentro del neuromonitoreo no invasivo de forma más clara, prudente y fundamentada (Ambrose et al., 2025; Çelik et al., 2026; Colak et al., 2022; Quero et al., 2022; Duyan & Vural, 2023; Kilci et al., 2026; Verhulst et al., 2023).

Metodología

Esta revisión narrativa estructurada tiene un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), orientada a evaluar la evidencia clínica actual sobre la ultrasonografía de la vaina del nervio óptico, esta técnica ha cobrado relevancia como una herramienta de monitoreo neurológico no invasivo, resultando especialmente valiosa en entornos de urgencias y cuidados críticos donde la medición directa de la presión intracraneal no siempre es inmediata, factible o segura para el paciente.

Para estructurar la investigación, acotar el alcance y definir los parámetros exactos de inclusión, se formuló la pregunta clínica bajo el formato PICO (tabla 1): En pacientes con sospecha clínica de hipertensión endocraneana (P), ¿cuál es la precisión diagnóstica de la ultrasonografía de la vaina del nervio óptico (I) en comparación con el monitoreo invasivo tradicional o la tomografía axial computarizada (C) para detectar la elevación de la presión intracraneal (O)?

Tabla 1.

PICO (Población, Intervención, Comparación, Resultados)

	Criterios PICO
P	Pacientes en áreas críticas con sospecha de hipertensión endocraneana
I	Ultrasonografía de la vaina del nervio óptico
C	Monitoreo invasivo de la presión intracraneal o tomografía axial computarizada (TAC)
O	Precisión diagnóstica y fuerza de asociación (Sensibilidad, Especificidad, Odds Ratio)

Nota: Tabla de elaboración propia, donde se muestran los parámetros evaluados en la pregunta PICO

A partir de esta interrogante, se definieron los criterios de selección, priorizando estudios primarios, específicamente diseños prospectivos de precisión diagnóstica y estudios de cohorte. En el análisis de los resultados (O) correspondientes a los estudios retrospectivos incluidos, se hizo especial énfasis en la extracción del Odds Ratio (OR) para determinar la magnitud y fuerza de la asociación, garantizando así una interpretación estadística rigurosa de los datos observacionales y evitando sesgos derivados del uso de otras medidas de riesgo menos apropiadas para este diseño. La recolección, sistematización y selección de los artículos se llevó a cabo siguiendo estrictamente los lineamientos metodológicos propuestos por la declaración PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).

La búsqueda bibliográfica primaria se ejecutó de manera estructurada en la base de datos médica PubMed/MEDLINE. Para esto, se empleó una ecuación de búsqueda que combinó vocabulario controlado (términos MeSH) y palabras de texto libre relacionadas con los conceptos clave de la pregunta PICO. Con el fin de trabajar con la evidencia más actualizada y pertinente a las prácticas clínicas contemporáneas, se aplicó un filtro temporal limitando los resultados a los últimos 5 años de publicación. Esta búsqueda inicial arrojó un volumen bruto de 433 registros.

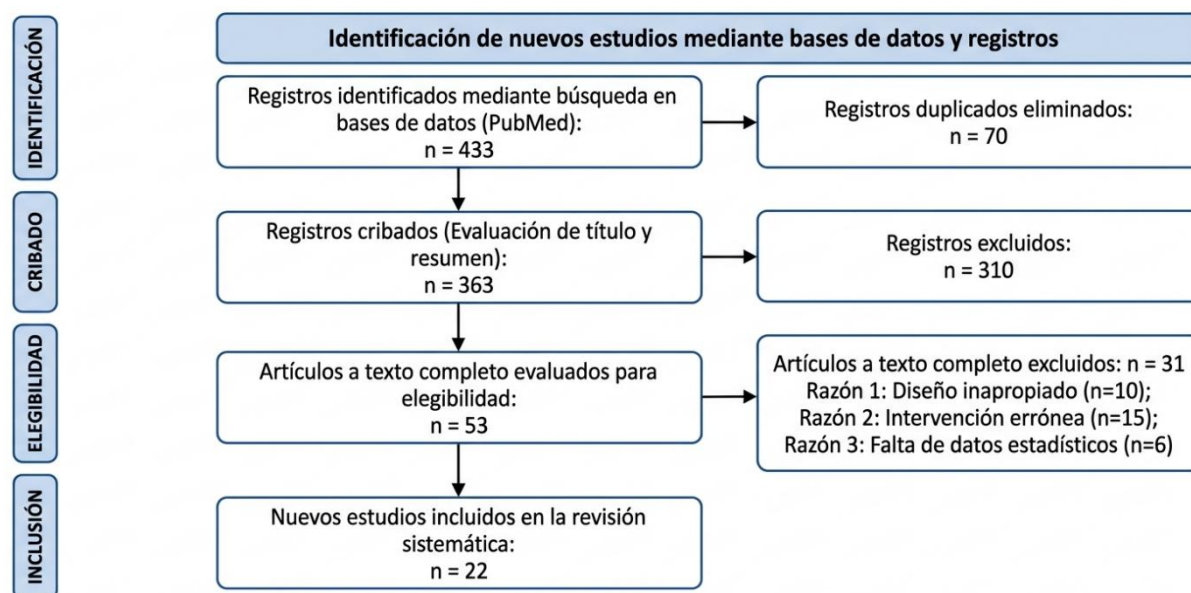
Para llevar a cabo el proceso de cribado de forma transparente y organizada, los registros identificados fueron revisados manualmente por los autores. Inicialmente, se obtuvieron 433 artículos a partir de las bases de datos consultadas. En una primera fase, se identificaron 70 registros duplicados, los cuales fueron descartados antes de iniciar la evaluación por título y resumen, quedando 363 artículos para el cribado inicial.

Posteriormente, se realizó la lectura de títulos y resúmenes con el propósito de eliminar la literatura no pertinente para los objetivos de la revisión. En esta etapa se excluyeron 310 artículos debido a limitaciones de accesibilidad al texto completo, estudios realizados en modelos animales y diseños metodológicos no acordes con los criterios de inclusión establecidos. También se descartaron trabajos cuyo enfoque no correspondía directamente con la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico en relación con la hipertensión endocraneana o sus escenarios clínicos asociados.

Tras culminar este proceso de depuración, se obtuvo una muestra final de 22 estudios primarios que cumplían con todos los estándares metodológicos requeridos. Estos 22 artículos conforman la base de evidencia analizada a partir de la cual se tabularon las variables clínicas y métricas de rendimiento diagnóstico que sustentan la presente revisión narrativa estructurada. (Gráfico 1)

Gráfico 2.

Diagrama de flujo PRISMA



Nota: Gráfico de elaboración propia, muestra la búsqueda y selección de artículos realizada

Resultados y discusión

Los estudios revisados muestran que la utilidad del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) no puede interpretarse como un fenómeno aislado, más bien, como una herramienta cuyo rendimiento depende del contexto clínico. En pacientes comatosos después de un paro cardíaco, se observó que el DVNO medio no cambiaba significativamente entre quienes tuvieron un desenlace neurológico positivo o negativo. No obstante, al incorporarlo a un modelo pronóstico con electroencefalograma, la sensibilidad para predecir el pronóstico aumentó de 25% a 41%, y de 27% a 50% al excluir muertes no neurológicas. Esto sugiere que el DVNO aporta más valor como componente de un modelo multidisciplinario que como predictor aislado (Verhulst et al., 2023).

Por otro lado, en población pediátrica con sospecha de papiledema se encontraron resultados distintos: de 337 niños derivados, solo 18 tuvieron presión intracraneal elevada, lo que evidencia la baja prevalencia de enfermedad real en una población altamente referida. Pese a esto, el ultrasonido del DVNO mostró buen rendimiento diagnóstico, con área bajo la curva de 0,91 y un punto de corte mayor de 4,99 mm con sensibilidad de 82% y especificidad de 90%. El estudio también mostró que el DVNO, el grosor de la capa de fibras nerviosas retinianas y

la presencia de síntomas contribuyeron a la predicción de presión intracraneal elevada, reforzando la necesidad de interpretar la medición dentro de una ruta clínica y no como un dato aislado (Ambrose et al., 2025).

En otro estudio, se evaluó la enfermedad cerebrovascular isquémica, comparando 53 pacientes con 53 controles y no encontraron diferencias significativas en los valores absolutos promedio del DVNO medido por ultrasonografía. A pesar de ello, la diferencia absoluta entre el DVNO derecho e izquierdo fue mayor en el grupo con enfermedad cerebrovascular isquémica; un punto de corte de 0,25 mm mostró sensibilidad de 69,8%, especificidad de 66% y área bajo la curva de 0,704. Este hallazgo desplaza el interés desde el diámetro absoluto hacia la asimetría entre ambos nervios ópticos como posible marcador auxiliar en eventos isquémicos, aunque con rendimiento ciertamente moderado (Kilci et al., 2026).

También se evaluaron condiciones secundarias a trastornos tóxico-metabólicos, en pacientes con encefalopatía hepática, se identificó un DVNO significativamente mayor en pacientes respecto a controles, con medias de $5,27 \pm 0,82$ mm frente a $4,73 \pm 0,57$ mm. A pesar de ello, el diámetro no se asoció con mortalidad intrahospitalaria, grado de West Haven ni clasificación de Child-Pugh. Por tanto, en este grupo el DVNO parece reflejar una alteración fisiopatológica relacionada con edema cerebral o presión intracraneal, pero no funcionó como marcador pronóstico robusto (Colak et al., 2022).

Rendimiento diagnóstico en hipertensión endocraneana

En pacientes de unidad de cuidados intensivos con sospecha clínica y radiológica de presión intracraneal elevada; se reportaron valores de DVNO mayores en los pacientes críticos que en controles sanos. Además, la medición se relacionó con hallazgos tomográficos sugestivos de hipertensión endocraneana, como edema cerebral y desviación de la línea media, y con escalas de gravedad neurológica y sistémica. Estos resultados apoyan la utilidad del DVNO como herramienta complementaria en UCI, especialmente cuando la exploración neurológica está comprometida. Sin embargo, la falta de comparación directa con presión intracraneal invasiva limita la posibilidad de establecer equivalencia exacta (Çelik et al., 2026).

En traumatismo craneoencefálico, la utilidad diagnóstica para detectar hipertensión intracraneal en una muestra reducida se describió en un punto de corte cercano a 5,3 mm con sensibilidad y especificidad elevadas. Pese a que el tamaño muestral impide generalizar los resultados, esto

aporta evidencia desde el escenario de emergencia, donde la velocidad, la repetibilidad y la disponibilidad pueden tener un valor práctico en la estratificación inicial del paciente neurológico agudo (Quero et al., 2022).

En la hiponatremia sintomática, se notó una dimensión dinámica de la técnica al medir el hallazgo antes y después del tratamiento con solución salina hipertónica. El promedio global disminuyó de $5,26 \pm 0,23$ mm a $4,85 \pm 0,23$ mm después del tratamiento, con diferencia significativa. También se observó una correlación negativa baja entre sodio sérico y DVNO. Estos resultados sugieren que se pueden reflejar cambios asociados a edema cerebral de origen metabólico, aunque su baja correlación con el sodio impide considerarlo sustituto del seguimiento bioquímico (Duyan & Vural, 2023).

Valores normales y variabilidad poblacional del DVNO

Los estudios en población sana fueron fundamentales para interpretar los hallazgos patológicos, en esta se reportó un promedio de DVNO cercano a 0,43 cm, con 95% de las mediciones en valores iguales o menores a 0,55 cm. Este dato permite establecer un marco local de referencia y advierte que los puntos de corte derivados de poblaciones críticas no deben trasladarse automáticamente a individuos sanos. El estudio evidencia que los valores normales pueden variar por sexo y población, lo que vuelve necesario contar con referencias regionales antes de definir umbrales diagnósticos universales (Cárdenas et al., 2025; Tlaiss et al., 2025).

Durante la evaluación de parámetros orbitarios mediante resonancia magnética en 112 pacientes con sospecha de infección intracraneal sometidos a punción lumbar; los pacientes con presión intracraneal elevada tuvieron mayor DVNO, mayor diámetro neto de la vaina del nervio óptico y mayor relación DVNO/diámetro transversal ocular. El diámetro neto mostró la correlación más alta con la presión intracraneal, con $r = 0,61$, y un punto de corte de 2,52 mm alcanzó especificidad de 88,7% y valor predictivo positivo de 80%. Aunque el método no fue ultrasonográfico, el estudio es relevante porque demuestra que ajustar el DVNO por estructuras orbitarias puede mejorar el rendimiento predictivo (Niu et al., 2026).

También se comparó la ultrasonografía del DVNO con métodos invasivos y tomografía. Es reportada una sensibilidad de 0,90 y especificidad de 0,85 para detectar hipertensión endocraneana frente a métodos invasivos. A su vez, se describió que los puntos de corte variaban aproximadamente entre 4,8 y 6,3 mm. Este resultado sintetiza uno de los principales

problemas de la evidencia: la técnica tiene buena precisión diagnóstica global, pero los umbrales no son homogéneos y no reemplaza el monitoreo invasivo cuando este está indicado (Arévalo López et al., 2025).

En sujetos sanos residentes a gran altitud, se demostró una variabilidad fisiológica asociada al entorno geográfico. Sus resultados son relevantes porque la mayoría de los puntos de corte utilizados en pacientes críticos proviene de poblaciones y contextos muy distintos. Incluir datos de nativos sanos a 3.650-4.150 metros permite reconocer que la interpretación del DVNO puede requerir rangos de referencia propios para poblaciones expuestas crónicamente a condiciones ambientales particulares (Avila-Hilari et al., 2025).

Utilidad en pacientes neurocríticos adultos

En técnicas neurofisiológicas para el diagnóstico de muerte encefálica no evaluó directamente el DVNO; por tanto, no aporta resultados diagnósticos sobre ultrasonografía de la vaina del nervio óptico. Su inclusión tiene valor contextual al recordar que, en pacientes con coma profundo o sospecha de muerte encefálica, la evaluación neurológica suele apoyarse en métodos complementarios (Arciniegas-Villanueva et al., 2022). Durante el ictus isquémico grave, se aportaron evidencias prospectivas relevantes. En el estudio se incluyeron 65 pacientes con ictus y 30 controles; siete pacientes desarrollaron hipertensión intracraneal. El DVNO interno medido por ultrasonografía dentro de las primeras 12 horas mejoró el ajuste de un modelo que incluía edad y volumen de infarto. Un punto de corte de 5,51 mm predijo hipertensión intracraneal con sensibilidad de 85,7% y especificidad de 94,8%. La medición por tomografía o resonancia inicial tuvo mayor precisión predictiva, con punto de corte de 6,80 mm, sensibilidad de 100% y especificidad de 91,1%; sin embargo, la ultrasonografía conservó la ventaja de ser repetible a la cabecera del paciente (Baumgartner et al., 2025).

Aplicación en población pediátrica

Aunque la medición del DVNO ha mostrado buena precisión en adultos, los datos en niños neurocríticos siguen siendo limitados. En la investigación se destaca que el papiledema puede aparecer tarde y no resulta ideal para situaciones agudas, mientras que la ecografía permite una evaluación rápida y sin radiación. No obstante, no se establece un punto de corte pediátrico definitivo, sino que subraya la necesidad de estudios específicos por edad, enfermedad y técnica de medición (Lin et al., 2020).

La evidencia pediátrica directa muestra que en 52 niños con hidrocefalia sometidos a derivación ventriculoperitoneal; el DVNO disminuyó significativamente después de la intervención: de $5,75 \pm 1,6$ mm a $4,3 \pm 0,89$ mm en ojo derecho y de $5,68 \pm 1,35$ mm a $4,48 \pm 0,79$ mm en ojo izquierdo. La correlación entre DVNO y presión intracraneal elevada fue fuerte, con $r = 0,879$, y un punto de corte de 5,5 mm predijo presión intracraneal ≥ 20 mmHg con sensibilidad de 100%, especificidad de 75% y valor predictivo positivo de 95%. Este estudio respalda de forma clara el uso dinámico del DVNO en hidrocefalia pediátrica (Dhawal et al., 2025).

Reproducibilidad, aprendizaje y limitaciones técnicas

En cuanto a la replicación y aprendizaje de esta técnica; el tiempo medio de medición disminuyó de 79 ± 48 segundos a 48 ± 14 segundos después de ocho mediciones, y los examinadores con experiencia previa en ultrasonido tuvieron menor variabilidad. En pacientes de UCI, el coeficiente de correlación intraclase fue 0,832, compatible con buena reproducibilidad. Estos hallazgos evidencian que el valor clínico del DVNO depende no solo del punto de corte, sino de que la técnica sea ejecutable de manera consistente por operadores entrenados (Herpertz et al., 2025).

Interpretación clínica y limitaciones prácticas del diámetro de la vaina del nervio óptico

La evidencia analizada demuestra que el diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) constituye una herramienta útil para la identificación indirecta de hipertensión endocraneana en múltiples escenarios clínicos. No obstante, su interpretación debe realizarse siempre dentro de un contexto clínico integral, considerando los hallazgos neurológicos, la evolución del paciente y los resultados de estudios complementarios. La medición aislada del DVNO no debe interpretarse como un sustituto de la valoración neurológica completa ni de los métodos diagnósticos convencionales cuando estos se encuentran disponibles (Arévalo López et al., 2025; Yic et al., 2023).

Uno de los hallazgos más consistentes de la literatura es la variabilidad de los puntos de corte utilizados para definir hipertensión endocraneana. Los valores reportados oscilan aproximadamente entre 4,8 y 6,3 mm, dependiendo de la población estudiada, la edad del paciente, la técnica de medición empleada y el método de referencia utilizado para estimar la presión intracraneal. Esta heterogeneidad limita la posibilidad de establecer un umbral universal

y resalta la necesidad de interpretar los resultados de acuerdo con las características específicas de cada contexto clínico (Arévalo López et al., 2025; Ambrose et al., 2025).

Asimismo, diversos estudios han demostrado que el rendimiento diagnóstico del DVNO mejora cuando se utiliza como parte de estrategias multimodales de neuromonitoreo. La integración de la ultrasonografía con la evaluación clínica, la neuroimagen, las escalas neurológicas y otros parámetros fisiológicos permite incrementar la precisión diagnóstica y reducir el riesgo de interpretaciones erróneas. Esta aproximación resulta particularmente relevante en pacientes neurocríticos, donde las decisiones terapéuticas deben realizarse de forma rápida y basada en múltiples fuentes de información (Verhulst et al., 2023; Baumgartner et al., 2025).

Finalmente, es importante reconocer que la medición del DVNO presenta limitaciones relacionadas con la experiencia del operador, la reproducibilidad interobservador y las diferencias anatómicas individuales. Aunque la técnica ha demostrado ser rápida, accesible y reproducible tras un entrenamiento adecuado, la estandarización de los protocolos de adquisición e interpretación continúa siendo uno de los principales desafíos para su incorporación sistemática en la práctica clínica diaria (Herpertz et al., 2025).

Evaluación dinámica del DVNO en lesión cerebral aguda

En una monitorización dinámica en 71 pacientes con traumatismo craneoencefálico antes y después de manitol, el estudio mostró una reducción del DVNO y de la presión intracraneal invasiva después del tratamiento, con una correlación fuerte entre ambas variables; además, los cambios en DVNO se correlacionaron con los cambios de presión intracraneal. Este resultado es inequívocamente importante, ya que no solo compara mediciones estáticas, sino que demuestra que el DVNO puede acompañar la tendencia de la presión intracraneal durante una intervención terapéutica (Yang et al., 2026).

En un caso de meningoencefalitis bacteriana complicada; ante la sospecha clínica de hipertensión intracraneal, se realizaron tres mediciones por ojo, con valores de 6,3, 6,6 y 6,0 mm en el ojo derecho, y 6,8, 6,6 y 6,8 mm en el izquierdo, con promedio biocular de 6,5 mm. Al ser un reporte de caso, su nivel de evidencia es bajo; sin embargo, ilustra el uso de la técnica

como apoyo diagnóstico inmediato en infección complicada del sistema nervioso central (Sosa Remón et al., 2022).

También se comparó el DVNO ultrasonográfico con medición invasiva de presión intracraneal en 56 pacientes neurocríticos sedados con lesión cerebral aguda estructural, el DVNO fue una variable significativa en un modelo de regresión logística para estimar presión intracraneal >20 mmHg, y un punto de corte de 5,7 mm maximizó la sensibilidad con 92,9% y especificidad de 88,1%. Además, valores menores de 5,7 mm se asociaron con baja probabilidad de presión intracraneal elevada, mientras que valores mayores incrementaron esa probabilidad. Este estudio es uno de los más sólidos de esta revisión por su comparación directa con medición invasiva (Yic et al., 2023).

Además, en la evaluación de 35 pacientes con infarto hemisférico extenso, midieron el DVNO en el lado afectado y no afectado durante las primeras 48 horas. Los pacientes con deterioro al alta tuvieron valores significativamente mayores en ambos lados, y el estudio encontró correlación positiva entre el DVNO y el desenlace al alta. Lo más interesante es que se sugiere que, en infartos hemisféricos extensos, tanto el lado afectado como el no afectado pueden reflejar la gravedad de la presión intracraneal, por lo que el seguimiento bilateral puede ser clínicamente útil. Su principal limitación es el tamaño muestral reducido (Li et al., 2025).

Tabla 2. Principales estudios incluidos en la revisión y hallazgos relevantes

Autor	Año	Diseño del estudio	Hallazgo principal
Verhulst et al.	2023	Cohorte prospectiva	El DVNO mejoró la sensibilidad pronóstica cuando se combinó con EEG y potenciales evocados somatosensoriales en pacientes postparo cardíaco.
Ambrose et al.	2025	Auditoría clínica retrospectiva	Punto de corte >4,99 mm con sensibilidad del 82% y especificidad del 90% para hipertensión endocraneana en población pediátrica.
Kilci et al.	2026	Estudio prospectivo transversal	La asimetría entre ambos DVNO mostró utilidad diagnóstica en enfermedad cerebrovascular isquémica.
Colak et al.	2022	Caso-control	Los pacientes con encefalopatía hepática presentaron DVNO significativamente mayor que los controles.



Çelik et al.	2026	Observacional en UCI	El DVNO se correlacionó con hallazgos tomográficos de hipertensión endocraneana.
Quero et al.	2022	Estudio diagnóstico	Punto de corte cercano a 5,3 mm con alta sensibilidad y especificidad en traumatismo craneoencefálico.
Duyan y Vural	2023	Estudio prospectivo	El DVNO disminuyó significativamente tras corrección de hiponatremia sintomática.
Cárdenas et al.	2025	Estudio poblacional	Estableció valores de referencia del DVNO en población sana.
Niu et al.	2026	Estudio correlacional	La relación DVNO/estructuras orbitarias mejoró el rendimiento predictivo de hipertensión endocraneana.
Baumgartner et al.	2025	Cohorte prospectiva	Punto de corte de 5,51 mm para predecir hipertensión endocraneana en ictus isquémico grave.
Dhawal et al.	2025	Cohorte pediátrica	Punto de corte de 5,5 mm con sensibilidad del 100% para hidrocefalia pediátrica.
Herpertz et al.	2025	Estudio de reproducibilidad	Demostró buena reproducibilidad y rápida curva de aprendizaje para la técnica.
Yang et al.	2026	Estudio longitudinal	Los cambios en DVNO se correlacionaron con los cambios de presión intracraneal tras administración de manitol.
Yic et al.	2023	Comparativo con monitoreo invasivo	Punto de corte de 5,7 mm con sensibilidad del 92,9% y especificidad del 88,1%.
Li et al.	2025	Cohorte observacional	El DVNO se correlacionó con el pronóstico funcional en infarto hemisférico extenso.
Arébaló López et al.	2025	Revisión sistematizada	Sensibilidad global de 90% y especificidad de 85%; puntos de corte entre 4,8 y 6,3 mm.

Nota: Elaboración propia a partir de los estudios incluidos en la revisión.

Discusión

Los hallazgos de esta revisión narrativa estructurada sugieren que la ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) constituye una herramienta prometedora para la evaluación no invasiva de la hipertensión endocraneana, aunque su utilidad depende del contexto clínico en el que se aplique. En los estudios revisados, el DVNO mostró valor como apoyo diagnóstico, parámetro de seguimiento dinámico o componente de modelos pronósticos, pero no se comportó de manera uniforme en todas las poblaciones. En pacientes post-paro

cardíaco, su aporte fue mayor cuando se integró a predictores neurológicos establecidos; en niños con sospecha de papiledema mostró buen rendimiento diagnóstico; en enfermedad cerebrovascular isquémica la asimetría interocular pareció más informativa que el valor absoluto; y en encefalopatía hepática aumentó frente a controles, pero sin relación con mortalidad o escalas de gravedad (Ambrose et al., 2025; Colak et al., 2022; Kilci et al., 2026; Verhulst et al., 2023), esta variabilidad obliga a interpretar la medición como parte de una evaluación clínica integral y no como una prueba aislada.

Una de las principales fortalezas del DVNO es su aplicabilidad a la cabecera del paciente, en unidades de cuidados intensivos, escenarios de trauma, hiponatremia sintomática y otras condiciones neurocríticas, la técnica ofrece una alternativa rápida y repetible cuando la exploración clínica se encuentra limitada o cuando el traslado a neuroimagen puede ser riesgoso. Los estudios iniciales en pacientes críticos y traumatismo craneoencefálico respaldan su utilidad para detectar sospecha de hipertensión intracraneal, mientras que en hiponatremia sintomática se observó reducción del DVNO tras la corrección con solución salina hipertónica, lo que sugiere un posible papel como marcador dinámico de cambios relacionados con edema cerebral (Çelik et al., 2026; Quero et al., 2022; Duyan & Vural, 2023). No obstante, estos resultados también muestran que su utilidad no debe confundirse con sustitución del monitoreo invasivo, especialmente cuando este se encuentra indicado y disponible.

La interpretación del DVNO exige considerar los valores normales y la variabilidad poblacional, los estudios en población sana muestran que los valores basales pueden fluctuar según características demográficas, sexo, contexto geográfico y posiblemente condiciones ambientales como la gran altitud (Avila-Hilari et al., 2025; Cárdenas et al., 2025). Este aspecto es crucial porque muchos puntos de corte se han trasladado de estudios neurocríticos a poblaciones distintas sin validación suficiente. Las revisiones incluidas describen rangos diagnósticos frecuentes entre 5,0 y 5,9 mm, e incluso intervalos más amplios; a pesar de ello, esta dispersión refleja diferencias en técnica, población, estándar de referencia y objetivo clínico (Arébalo López et al., 2025; Sosa Remón et al., 2022). La propuesta de utilizar parámetros ajustados, como el diámetro neto de la vaina, refuerza la idea de que el valor absoluto del DVNO puede no ser siempre el mejor indicador y que futuras investigaciones podrían mejorar la precisión mediante mediciones corregidas por estructuras orbitarias (Niu et al., 2026).

Otro punto relevante es que el DVNO forma parte de un enfoque más amplio de neuromonitoreo, la referencia sobre técnicas neurofisiológicas en muerte encefálica no evalúa directamente el DVNO, pero recuerda que los pacientes con coma profundo o daño neurológico grave requieren integración de múltiples herramientas diagnósticas (Arciniegas-Villanueva et al., 2022). En esa misma línea, los estudios en ictus, hidrocefalia pediátrica, traumatismo craneoencefálico y pacientes neurocríticos con medición invasiva muestran que el DVNO adquiere mayor solidez cuando se compara con desenlaces clínicos relevantes, neuroimagen, presión intracraneal invasiva o respuesta a intervenciones terapéuticas (Baumgartner et al., 2025; Dhawal et al., 2025; Li et al., 2025; Yang et al., 2026). Esto sugiere que su mayor valor no está en reemplazar métodos establecidos, sino en complementar la toma de decisiones, especialmente cuando se requiere seguimiento seriado.

En población pediátrica, los resultados son particularmente importantes, pero todavía insuficientes para establecer conclusiones universales. La evidencia disponible muestra utilidad en sospecha de papiledema e hidrocefalia, con puntos de corte y correlaciones clínicamente relevantes, pero las revisiones pediátricas insisten en que los datos siguen siendo limitados y dependen de la edad, la enfermedad de base y el método de adquisición (Ambrose et al., 2025; Dhawal et al., 2025; Lin et al., 2020). En niños, donde los síntomas pueden ser difíciles de interpretar y el papiledema puede aparecer tardíamente, el DVNO puede ofrecer información temprana; sin embargo, su aplicación requiere protocolos específicos y entrenamiento adecuado.

Las principales limitaciones identificadas fueron la heterogeneidad metodológica, el tamaño muestral reducido en varios estudios, la diversidad de estándares de referencia y la dependencia del operador. Algunos trabajos utilizaron presión intracraneal invasiva, otros punción lumbar, neuroimagen, evolución clínica o desenlaces funcionales, lo que dificulta comparar directamente los resultados. Además, la reproducibilidad depende del entrenamiento, pese a que se reportó buena concordancia inter observador y una curva de aprendizaje breve, también evidenciaron que la experiencia previa en ultrasonido reduce la variabilidad (Herpertz et al., 2025). Por tanto, la estandarización técnica es indispensable antes de incorporar ampliamente esta medición en protocolos clínicos.

En conjunto, la evidencia respalda al DVNO como una herramienta no invasiva, accesible y clínicamente útil para complementar la evaluación de hipertensión endocraneana. Su utilidad

parece más consistente en pacientes neurocríticos, hidrocefalia pediátrica y traumatismo craneoencefálico, especialmente cuando se utiliza de forma seriada o frente a estándares objetivos. En contraste, en escenarios metabólicos o sistémicos, como encefalopatía hepática o hiponatremia, puede reflejar cambios fisiopatológicos, pero su valor pronóstico requiere mayor validación. Por ello, el DVNO debe entenderse como una extensión del razonamiento clínico y no como un resultado autónomo: su verdadera fortaleza radica en aportar información rápida, repetible y segura dentro de una estrategia multimodal de neuromonitoreo.

Tabla 3. Principales puntos de corte reportados para el DVNO en hipertensión endocraneana

Autor	Punto de corte
Ambrose et al.	>4,99 mm
Quero et al.	≈5,3 mm
Dhawal et al.	≥5,5 mm
Baumgartner et al.	5,51 mm
Yic et al.	5,7 mm
Arévalo López et al.	4,8–6,3 mm

Interpretación clínica: La mayoría de los estudios incluidos sitúan los puntos de corte diagnósticos entre 5,0 y 5,8 mm. Sin embargo, estos valores pueden variar según la edad, la población evaluada, el método de referencia utilizado y la experiencia del operador, por lo que deben interpretarse dentro del contexto clínico individual de cada paciente.

Conclusiones

La ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico constituye una herramienta no invasiva, rápida y accesible para complementar la evaluación de la hipertensión endocraneana en distintos escenarios clínicos. La evidencia revisada muestra mayor consistencia cuando el DVNO se compara con presión intracraneal invasiva, neuroimagen o cambios dinámicos posteriores a intervenciones terapéuticas, especialmente en pacientes neurocríticos, traumatismo craneoencefálico e hidrocefalia pediátrica.

No obstante, su rendimiento no es uniforme en todas las poblaciones. En condiciones metabólicas o sistémicas, como hiponatremia o encefalopatía hepática, puede reflejar cambios

asociados a edema cerebral, pero su valor pronóstico requiere mayor validación. Además, la variabilidad de puntos de corte, técnica de medición, experiencia del operador y valores normales poblacionales limita su aplicación como prueba aislada.

En consecuencia, el DVNO debe interpretarse como parte de un abordaje multimodal, integrado con la clínica, la neuroimagen y, cuando esté disponible, la monitorización invasiva. Futuras investigaciones deberán priorizar protocolos estandarizados, puntos de corte específicos por población y estudios multicéntricos que fortalezcan su aplicabilidad clínica.

La evidencia disponible sugiere que el DVNO posee especial utilidad como herramienta de tamizaje, seguimiento seriado y apoyo a la toma de decisiones en pacientes neurocríticos. No obstante, la estandarización de la técnica, la capacitación del operador y la validación de puntos de corte específicos continúan siendo aspectos fundamentales para su incorporación rutinaria en protocolos de neuromonitoreo; tenido en cuenta que su máximo beneficio se alcanza cuando forma parte de una estrategia multimodal de evaluación neurológica, complementando la exploración clínica, la neuroimagen y otros métodos de neuromonitoreo disponibles.

Referencias Bibliográficas

- Ambrose, C., Graham, K., Hamilton, R., & Houtman, A. C. (2025). Diagnostic accuracy of optic nerve OCT and ultrasound in a large paediatric cohort referred with suspected papilloedema and very low rates of raised ICP. *Eye (Basingstoke)*, 39(9), 1843–1852. <https://doi.org/10.1038/s41433-025-03764-8>
- Arciniegas-Villanueva, A. V., González-García, E., Ordoño-Domínguez, F., Torres-Caño, N., Cánovas-Casado, M. E., Vázquez-Rosa, M., Rueda-Soriano, M., Ortiz-Muñoz, M. J., Giner-Bayarri, P., Gil-Galindo, N., López-Bernabé, R., Parra-Escorihuela, S., Casaña-Pérez, S., & Sobrino-Torrens, R. (2022). Recommendations for the use of neurophysiological techniques in the diagnosis of brain death from the Clinical Neurophysiology Society of the Communities of Valencia and Murcia. *Revista de Neurología*, 75(S03), S1–S8. <https://doi.org/10.33588/rn.75S03.2022202>
- Arévalo López, M., Díaz Conde, M., & Candia Goitia, J. F. (2025). Medición ultrasonográfica de la vaina del nervio óptico para la evaluación de hipertensión endocraneana. *Medicina Crítica*, 39(2), 124–129. <https://doi.org/10.35366/121723>
- Avila-Hilari, A., & Avellanas-Chavala, M. L. (2025). Ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico a gran altitud (3.650-4.150 m) en nativos sanos. *Revista Española de Urgencias y Emergencias*, 4, 30-33. <https://doi.org/10.55633/s3me/REUE050.2024>



- Baumgartner, P., Zahn, M., Handelsmann, H. L., Geier, K., Petrus, S., Hänsel, M., Mayr, K., Pipping, T., Luft, A. R., Herzog, L., & Wegener, S. (2025). Optic nerve sheath diameter for prediction of intracranial hypertension after ischemic sTroKE – The ONSITE study. *European Stroke Journal*. <https://doi.org/10.1177/23969873251379985>
- Cárdenas, V. H. G., Ávila, D. B., Cubillos, A. F. H., Morales, C. R. M., Ávila, P. G., Eduardo Martínez Medina, J., Catalina Chaparro Gómez, L., & Clavijo, J. A. T. (2025). Ultrasound measurement of the optic nerve sheath in a healthy population. *Revista Chilena de Anestesia*, 54(4), 426–432. <https://doi.org/10.25237/revchilanestv54n4-13>
- Çelik, A. A., Bindal, A., Çelik, S. S., Karabacak, P., Görgülü, Y., & Yürekli, V. A. (2026). Assessment of optic nerve sheath diameter using ultrasonography in patients with clinical and radiological suspicion of elevated intracranial pressure in the intensive care unit. *Revista Da Associacao Medica Brasileira (1992)*, 72(2), e20251044. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.20251044>
- Colak, N., Basakci, O. B., Bayram, B., Aksay, E., Simsek, M. K., & Karabay, N. (2022). Optic nerve sheath diameter in patients with hepatic encephalopathy. *PLoS ONE*, 17(11 November). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277643>
- Dhawal, M., Hemlata, H., Siddiqui, A., & Kohli, M. (2025). Evaluation of Ultrasonographic Optic Nerve Sheath Diameter as a Point-of-Care Tool for Assessing Intracranial Pressure in Pediatric Patients With Hydrocephalus Undergoing Neurosurgical Intervention. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.91261>
- Duyan, M., & Vural, N. (2023). The Association Between Hyponatremia and Optic Nerve Sheath Diameter: A Prospective Study. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.34084>
- Herpertz, G. U., Focken, P., & Radke, O. (2025). Learning and reproducibility of ultrasonographic assessment of the optic nerve sheath diameter: A cohort study. *European Journal of Anaesthesiology and Intensive Care*, 4(3), e0074. <https://doi.org/10.1097/EA9.0000000000000074>
- Kilci, A., Gedik, M. S., Hakkoymaz, H., Doğan, K., Kaya, E., Alkaya, M., Tatlı, M., Tepe, M., Güler, M. A., & Çelik, B. (2026). Optic Nerve Sheath Diameter Measurement: Preliminary Findings in Ischemic Stroke Patients. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 29(3), 245–251. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_815_25
- Li, C., Li, Y., Gu, X., Zhang, Y., Cheng, X., & Wang, W. (2025). Ultrasonographic assessment of optic nerve sheath diameter on the affected and unaffected sides as a predictor of clinical deterioration at discharge in patients with large hemispheric infarction. *Frontiers in Neurology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1644281>
- Lin, J. J., Chen, A. E., Lin, E. E., Hsia, S. H., Chiang, M. C., & Lin, K. L. (2020). Point-of-care ultrasound of optic nerve sheath diameter to detect intracranial pressure in



- neurocritically ill children - A narrative review. In *Biomedical Journal* (Vol. 43, Number 3, pp. 231–239). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2020.04.006>
- Niu, C., Wang, Y., Xu, B., Chen, Z., Tunthanathip, T., & Liu, J. (2026). Net optic nerve sheath diameter as a factor for predicting intracranial hypertension. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 16(1). <https://doi.org/10.21037/qims-2025-1671>
- Quero, A., & Valera, R. (2023). Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico mediante ultrasonografía como indicador de hipertensión intracraneal en pacientes con traumatismo craneoencefálico. *Boletín Médico de Postgrado*, 39(1), 52-56. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7482753>
- Sosa-Remón, A., Boch-Rodríguez, W., Jerez-Álvarez, A. E., Remón-Chávez, C. E., & Jerez-Álvarez, G. A. (2022). Ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico en paciente con meningoencefalitis complicada. *Revista Médica Electrónica*, 44(4), 739-747. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=378277403009>
- Sosa Remón, A., Jerez Álvarez, A. E., & Remón Chávez, C. E. (2022). Ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico en el monitoreo de la presión intracraneal. *Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación*, 20(3), Artículo e710. <https://revanestesia.sld.cu/index.php/anestRean/article/view/710>
- Tlaiss, Y., Tarchichi, A., Atallah, K., Al Mashtoub, E., Zalzali, I., Chokor, Z., Fassih, I., Harb, N., Kassas, J., & Hamze, H. (2025). Point-of-care ultrasonography for detecting raised intracranial pressure through optic nerve sheath diameter in non-traumatic headache patients. *World Journal of Radiology*, 17(11). <https://doi.org/10.4329/wjr.v17.i11.113012>
- Verhulst, M. M. L. H., Visser, I. M., Keijzer, H. M., de Kruijf, N. L. M., Peters, E. J. G., Wilbers, T., Peelen, R. V., Hofmeijer, J., & Blans, M. J. (2023). Additional predictive value of optic nerve sheath diameter for neurological prognosis after cardiac arrest: a prospective cohort study. *Ultrasound Journal*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13089-023-00344-3>
- Yang, L., Xie, Z., Xiang, J., Wang, H., & Jiang, H. (2026). Dynamic optic nerve sheath diameter monitoring for intracranial pressure assessment in TBI patients. *Frontiers in Neurology*, 17. <https://doi.org/10.3389/fneur.2026.1808654>
- Yic, C. D., Pontet, J., Mercado, M., Muñoz, M., & Biestro, A. (2023). Ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter to detect intracranial hypertension: an observational study. *Ultrasound Journal*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13089-022-00304-3>



Contribuciones de los autores:

Jimmy Fernando Yaguana Torres: Conceptualización del estudio, supervisión del proyecto, validación científica y revisión crítica del manuscrito.

Jimmy Fabricio Achi Arteaga: Conceptualización del estudio, supervisión del proyecto, validación científica y revisión crítica del manuscrito.

Emily Valeria López Fajardo: Investigación, búsqueda y recopilación bibliográfica, análisis de la literatura científica y redacción del borrador original.

Joselin Nicol Gutiérrez Abril: Investigación, organización y análisis de la información científica, apoyo en la redacción y revisión del manuscrito.

Luis Enrique Ushca Martínez: Diseño metodológico, validación de contenidos, revisión crítica, corrección académica y gestión del proyecto.

Agradecimiento: N/A

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de interés