

ANATOMÍA ULTRASONOGRÁFICA DEL DIÁMETRO DE LA VAINA DEL NERVIÓ ÓPTICO EN EL MONITOREO DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL

Autores: Sosa Remón, Ariel ¹, Boch Rodríguez, Wilfredo ², Jerez Álvarez, Ana Esperanza ³, Remón Chávez, Carmen Esther ⁴, Álvarez Santisteban, Orlando Javier ¹

¹ Especialista de 1er grado en Medicina Intensiva y Emergencias. Unidad de Cuidados Intensivos Polivalentes Hospital clínico quirúrgico docente "Celia Sánchez Manduley". Manzanillo. Granma. Cuba.

² Residente de 3er año de Imagenología. Departamento de Imagenología. Hospital clínico-quirúrgico "Celia Sánchez Manduley". Manzanillo, Granma, Cuba.

³ Especialista de 1er grado en Medicina Interna. Servicio de Hematología. Hospital clínico-quirúrgico "Celia Sánchez Manduley". Manzanillo, Granma, Cuba.

⁴ Especialista de 2do grado en Imagenología. Departamento de Imagenología. Hospital clínico quirúrgico docente "Celia Sánchez Manduley". Manzanillo. Granma. Cuba.

e-mail: asosa@infomed.sld.cu

Resumen

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

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

Métodos: se realizó una revisión narrativa de la literatura publicada en bases de datos como: PubMed/Medline, Scielo y Google académico entre los meses mayo y julio de 2020. Se revisaron publicaciones en inglés y español.

Resultados: se seleccionaron 46 bibliografías que cumplieron con los criterios de selección. Se describen aspectos fundamentales como la anatomía ecográfica del nervio óptico, descripción de la técnica y su uso en entidades neurocríticas como el traumatismo craneoencefálico, ictus, muerte encefálica, entre otros.

Conclusiones: La ecografía de la vaina del nervio óptico representa una alternativa no invasiva ampliamente aceptada para la medición del incremento de la presión intracraneal. Con un diámetro de 5,2 hasta 5,9 mm o más se puede asumir el diagnóstico de hipertensión intracraneal con alta sensibilidad y especificidad, aunque debe individualizarse su uso en cada patología neurocrítica. La curva de aprendizaje para la realización del proceder es de breve tiempo y satisface las habilidades necesarias.

Introducción

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

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

Resultado de la práctica clínica cotidiana y a la cabecera del enfermo se ha venido posicionando como una excelente herramienta en diferentes escenarios de la medicina intensiva, la anestesiología y la emergenciológica. Recientemente se han abierto nuevas áreas de oportunidad, destacando la medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO), que en poco tiempo ha venido consolidándose como una nueva herramienta del neuromonitoreo. ⁽²⁾ La cual se utiliza como un medidor no invasivo del incremento de la presión intracraneal (PIC). ⁽³⁻⁶⁾

El incremento de la PIC es un fenómeno común entre los pacientes críticos. Específicamente los pacientes neurocríticos (aquellos sometidos a neurocirugía, con accidente cerebrovascular [ACV], traumatismo craneoencefálico [TCE], infecciones

del sistema nervioso central [SNC], estado de coma, muerte encefálica [ME], y enfermedades neuromusculares). Representa una emergencia médica que puede ser diagnosticada mediante la sintomatología clínica, neuroimágenes o signos oftalmológicos. ⁽⁷⁾ Dado que la monitorización directa del flujo sanguíneo cerebral (FSC) a la cabecera del paciente no es factible y considerando que el FSC depende de la presión de perfusión cerebral (PPC), que a su vez depende de la presión arterial media (PAM) y de la presión intracraneal (PIC), la evaluación de la PIC y la PPC se emplean como variable subrogada del FSC y por tanto resultan fundamental en la vigilancia del paciente neurocrítico. ⁽⁸⁾ Asumiendo el concepto de HIC en el adulto cuando la PIC es mayor de 20 mmHg. (Clasificada como leve [20–29 mmHg], moderada [30–40 mmHg], o severa [>40 mmHg]), ⁽⁹⁾ el “estándar de oro” para su confirmación es mediante el monitoreo a través del cateterismo intracraneal. Sin embargo este proceder trae como consecuencia alto riesgo de complicaciones, entre las que se encuentran la hemorragia o infección. ^(7, 8) es por esta razón que métodos “no invasivos” como la ultrasonografía doppler transcraneal (TCD), la resonancia magnética nuclear (MRI), tomografía computarizada de cráneo (TAC) y la ultrasonografía del diámetro de la vaina del nervio óptico (UDVNO) resaltan como nuevas alternativas. ⁽⁷⁾ Empero a estos elementos propuestos, la UDVNO sobresale entre ellos debido a que resulta menos costoso y no requiere el movimiento del paciente.

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

Este artículo de revisión tiene como **objetivo** describir aspectos fundamentales y actualizados sobre el uso de la ultrasonografía en el monitoreo de la PIC a través de la medición del DVNO en los diferentes escenarios clínicos. Se realiza sobre la base de la medicina basada en la evidencia y la experiencia adquirida por los autores en la práctica profesional donde laboran.

Estrategia de búsqueda y criterios de selección

Las referencias para esta revisión fueron identificadas mediante la búsqueda en PubMed/Medline, Scielo y Google académico los artículos que abordan los contenidos relacionados con la ultrasonografía de la vaina del nervio óptico en la medición de la

presión intracraneal. Entre los términos de búsqueda se incluyeron: "Intracranial pressure", "Invasive intracranial devices", "Optic nerve sheath diameter", "Ultrasonography", "Transorbital sonography", "Point of care ultrasound" se tomó en consideración contenido de los principales libros dedicados a la "Medicina de los cuidados críticos", "Medicina de emergencias" e "Imagenología". Solamente se revisaron las publicaciones en inglés y español. Se seleccionaron 46 bibliografías que cumplieron con los criterios de selección. La revisión se realizó entre los meses junio y julio de 2020.

Desarrollo

Anatomía ecográfica del nervio óptico

El nervio óptico (NO) es una estructura tubular de una longitud de 5 cm y es ontogénicamente parte del sistema nervioso central SNC. Tiene una porción intraorbitaria, una intracanalicular y una subaracnoidea; después se encuentra el quiasma óptico, donde se decusan las fibras provenientes de la porción nasal, que perciben la parte temporal del campo visual, en tanto que las fibras de las porciones temporales que reciben el campo visual nasal no lo hacen. ^(10, 11)

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

Con base en esto Hansen y Helmke postularon en 1997 que el incremento de la PIC tenía una correlación estrecha con el ensanchamiento de la vaina del nervio óptico (en más de un 50 % ^[2]). ^(13, 17)

Descripción de la técnica

Para la medición del DVNO se utiliza un transductor lineal de 3 - 8 MHz. ⁽¹³⁾ (hasta 11 MHz según otros autores ^[10, 18]) Los pacientes son examinados en posición supina. El transductor se coloca en un plano axial sobre la porción temporal del párpado superior cerrado utilizando una gruesa capa de gel de ultrasonido. (Figura 1) De esta manera, la parte retrobulbar del nervio óptico se puede visualizar en un plano axial que muestra la papila y el nervio óptico en su recorrido longitudinal. Adicionalmente se deben realizar 3 mediciones de cada ojo y cuantificadas en aras de reducir la variabilidad interobservador. ^(4, 7, 13, 15, 16)

Por convención, el DVNO se evalúa tres milímetros (3 mm) por debajo de la papila. A ese nivel se mide perpendicularmente la distancia de borde externo a borde externo

del área hiperecogénica alrededor del nervio óptico y que se corresponde con la vaina del nervio óptico. ^(13, 15-17) (Figura 2)

Umbral de predicción

Se ha utilizado el umbral del diámetro de la vaina del nervio óptico de 5,2 a 5,9 mm para determinar el aumento de la presión intracraneal por encima de 20 mmHg. La precisión diagnóstica para la detección de la HIC se ha evaluado en múltiples estudios observacionales y ensayos clínicos demostrando una buena correlación estadística en comparación con el monitoreo invasivo ^(15-17, 19, 20) y otras técnicas como la TAC y la punción lumbar. ⁽²¹⁻²⁷⁾

Una revisión sistemática con meta-análisis realizada por Dubourg y colaboradores ⁽²⁸⁾ en el cual se analizaron 6 estudios que incluyeron 231 pacientes mostró una sensibilidad del 90 % con especificidad de un 85 %, con un área bajo la curva "operador receptor" (AROC: 0,94 (CI: 95 % para todas las mediciones) concluyendo que el ultrasonido del DVNO muestra un buen nivel de exactitud para el diagnóstico de la HIC. Otra más reciente, ⁽²⁹⁾ con los mismos objetivos al anterior revisó datos concernientes a 71 estudios (4 551 pacientes), de ellos 61 investigaciones en adultos (35 calificadas como "bajo riesgo de sesgo"). La sensibilidad agrupada, la especificidad, la razón de probabilidad positiva y la razón de probabilidad negativa de la ecografía del DVNO en el daño cerebral traumático fueron de 97 % (IC: 95 %, 92 % a 99 %), 86 % (IC: 74 % a 93 %), 6,93 (IC: 3,55 a 13,54) y 0,04 (IC: 0,02 a 0,10) respectivamente. Las estimaciones respectivas en pacientes con daño cerebral no traumático fueron 92 % (IC: 86 % a 96 %), 86 % (IC: 77 % a 92 %), 6,39 (IC, 3,77 a 10,84) y 0,09 (IC: 0,05 a 0,17). El corte óptimo para la dilatación de la vaina del nervio óptico en la ecografía fue de 5,0 mm. Concluyendo que la ecografía del DVNO puede ayudar a diagnosticar el aumento de la presión intracraneal.

Piotr F. Czempik y colaboradores ⁽³⁰⁾ evaluaron el incremento de la PIC por ultrasonografía del DVNO en 10 sujetos con disfunción cerebral inducida por shock séptico concluyendo que el proceder puede ser aplicado en el neuromonitoreo de estos pacientes.

M. Toscano y colaboradores ⁽³¹⁾ tomaron como objetivo en su estudio demostrar la eficacia del monitoreo del DVNO por ecografía para el diagnóstico de hipertensión intracraneal maligna en pacientes con muerte encefálica (ME), mostrando gran

correlación estadística en el análisis multivariado (R: 895, $p < 0,001$) la media del DVNO en la ME fue de $7 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$ y la media de HIC de $38 \pm 9,4 \text{ mmHg}$.

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

Cammarata G y colaboradores ⁽³²⁾ estudiaron el DVNO en pacientes con TCE, la comparación entre el grupo con trauma e hipertensión intracraneal y el grupo control mostró alta significación estadística ($p < 0,001$) en el diagnóstico de HIC, en este estudio el DVNO se constató en $7,0 \text{ mm} \pm 0,58 \text{ mm}$ cuando la PIC fue mayor de 20 mmHg.

Saucedo ⁽¹⁸⁾ utilizó el DVNO por ecografía para buscar un punto de corte óptimo en el diagnóstico de la hipertensión intracraneal idiopática, siendo este punto en 6,1 mm, con sensibilidad de 97,3 % y especificidad de 84,72 %.

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

En Cuba, a través de una investigación en curso, Abdo y colaboradores definen un punto de corte de 6,9 mm para estimar PIC $\geq 20 \text{ mmHg}$. ^(15; 33)

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

Algunos autores sostienen que este valor normal depende también de la raza y la región geográfica de nacimiento. (Tabla 1)

Tabla 1 Diferentes estudios publicados estimando un valor normal del DVNO en pacientes sanos

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

*Ojo derecho; †Ojo izquierdo; ‡Ambos ojos

Actualmente se desarrolla una investigación en el centro de trabajo donde laboran los autores de este texto, con el objetivo de determinar el punto de corte estandarizado para dicha población.

Fortalezas y debilidades

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

Las desventajas prácticas son manejables y se relacionan principalmente a la necesidad de adquirir competencia en la técnica para optimizar la precisión, el riesgo potencial de daño por presión en el globo si la técnica es pobre y el daño potencial resultantes de los efectos térmicos y no térmicos de ultrasonido. ⁽¹⁷⁾

Independiente a esto, se puede decir que el ejercicio para la medición del DVNO es sencillo y fácil de aprender y aplicar.

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

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

Potgieter y asociados ⁽⁴¹⁾ demostraron esta afirmación al realizar su estudio con 5 participantes (3 médicos de diferentes especialidades y 2 enfermeras) sin antecedentes de utilizar la ecografía del DVNO, la precisión de la ecografía la realizaron en 12 voluntarios sanos, tomando como referencia los resultados de un ecografista experimentado, encontrado que la media de la diferencia interobservador se comportó $< 0,27$ mm (desviación estándar $< 0,46$ mm).

Otros autores consultados demostraron que el ejercicio de aprendizaje del proceder es fácil y satisface las habilidades ecográficas. ^(29, 42-45)

Algunas consideraciones sobre el uso de la técnica están su relación con las fluctuaciones agudas la PIC, ya que en cortos periodos de tiempo sus modificaciones no logran el equilibrio con la presión del líquido cefalorraquídeo dentro de la vaina del nervio óptico por lo que el DVNO no se correlaciona con el rápido descenso de los niveles de la PIC. ⁽³³⁾ Con respecto a esto, un interesante estudio analizó el efecto de la presión positiva al final de la espiración (PEEP) bajo régimen de ventilación mecánica artificial (VMA), la fracción de excreción de CO₂ (EtCO₂) y la variabilidad del DVNO por ultrasonido en pacientes bajo régimen de anestesia y cirugía. Asumiendo que la variabilidad de la PIC depende de la PEEP y el EtCO₂. Demostrando cambios agudos y dinámicos en el DVNO en respuesta la variación de la PEEP y el EtCO₂, concluyendo que puede usarse como indicador de las variaciones agudas de PIC ⁽⁴⁶⁾ abriendo pautas para debate en torno a este tema.

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

Por último, es necesario que el monitoreo del paciente neurocrítico, se realice de forma integradora, utilizando todas las técnicas de medición disponible, de manera que el objetivo diagnóstico y terapéutico se desarrolle rápido y eficazmente. Una

evaluación inicial de manera No Invasiva a través del DVNO puede desencadenar una serie de pasos que determinen el manejo óptimo de la PIC.

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

Conclusiones

La ecografía de la vaina del nervio óptico representa una alternativa no invasiva ampliamente aceptada para la medición del incremento de la presión intracranial. Con un diámetro de 5,2 a 5,9 mm se puede asumir dicho valor por encima de 20 mmHg, aunque debe individualizarse su uso en cada patología neurocrítica. La curva de aprendizaje para la realización del proceder es de breve tiempo y satisface las habilidades necesarias.

Bibliografía

1. Díaz Águila HR, Valdés Suárez O. Ecografía clínica. Una mirada hacia el futuro inmediato. Rev Cub Med Int Emerg [internet] 2017 [consultado 26/07/2020];16(4):120-123. Disponible en <http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/120-123>
2. Carrillo Esper R, Rojo del Moral O, Cruz Santana JA, Romero González JP. Diámetro de la vaina del nervio óptico. Una herramienta para el monitoreo dinámico de la hipertensión intracraniana. Rev Asoc Mex Med Crit Ter Int [internet]. 2016 [consultado 26/07/2020];30(4):249-252 Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-84332016000400249&lng=es.
3. Raghunandan N, Joseph M, Nithyanandam S, Karat S. Role of ultrasonographic optic nerve sheath diameter in the diagnosis and follow-up of papilledema and its correlation with Frisén's severity grading. Indian J Ophthalmol [internet]. 2019 [consultado 26/07/2020];67:1310-3. Disponible en: [DOI:10.4103/ijo.IJO_1827_18](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1827_18)
4. Agrawal A, Cheng R, Tang J, Madhok DY. Comparison of two techniques to measure optic nerve sheath diameter in patients at risk for increased intracranial pressure. Crit Care Med [internet]. 2019 [consultado

- 26/07/2020];47(6):e495–e501. Disponible en: [doi:10.1097/CCM.00000000000003742](https://doi.org/10.1097/CCM.00000000000003742)
5. Rasulo FA, Togni T, Romagnoli S. Essential Noninvasive Multimodality Neuromonitoring for the Critically Ill Patient. Crit Care [internet]. 2020 [consultado 26/07/2020];24(100). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2781-2>
 6. Hylkema C. Optic nerve sheath diameter ultrasound and the diagnosis of increased intracranial pressure. Crit Care Nurs Clin N Am [internet]. 2016 [consultado 26/07/2020];28:95–99. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnc.2015.10.005>
 7. Lochner P, Czosnyka M, Naldi A, Lyros E, Pelosi P, Mathur S et al. Optic nerve sheath diameter: present and future perspectives for neurologists and critical care physicians. Neurol Sci [internet]. 2019 [consultado 26/07/2020];40(12):2447-2457 Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10072-019-04015-x>
 8. Marín-Caballos AJ, Egea-Guerrero J, Navarrete-Navarro P. Hipertensión intracraneal en el paciente neurocrítico. En: Cárdenas-Cruz A, Roca-Guiseris J editores. Tratado de medicina intensiva. Barcelona, España. Elsevier España, S.L.U. 2017. p 503 - 508. <https://www.clinicalkey.es/#!/content/book/3-s2.0-9788490228968500854>
 9. Jameson LC, Mongan PD, Janik DJ, Sloan TB. The “Tight Brain”: Cerebral Herniation Syndrome. En: Brambrink AM, Kirsch JR editores. Essentials of Neurosurgical Anesthesia & Critical Care. Springer Nature, Switzerland AG. 2020. p 163 - 168. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-17410-1_25
 10. Carrillo Esper R, Flores Rivera OI, Peña Pérez CA, Carrillo Córdova LD, Carrillo Córdova JR, Carrillo Córdova CA et al. Evaluación ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) para la medición de la presión intracraneana (PIC): a propósito de un caso. Gac Med Mex. [internet]. 2014 [consultado 26/07/2020];150:165-170. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/gaceta-medica-de-mexico/articulo/evaluacion-ultrasonografica-del-diametro-de-la-vaina-del->

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

11. Saucedo PS. Precisión diagnóstica de la medición ecográfica del grosor de la vaina del nervio óptico en la hipertensión intracraneal idiopática. [tesis doctoral]. Facultad de Medicina de Albacete. Universidad de Castilla La Mancha. 2018. Disponible en: <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/18474/TESIS%20az%20Saucedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. Wang LJ, Chen HX, Tong L, Chen LM, Dong YN, Xing YQ. Ultrasonographic optic nerve sheath diameter monitoring of elevated intracranial pressure: two case reports. Ann Transl Med [internet]. 2020 [consultado 26/07/2020];8(1):20. Disponible en: [doi: 10.21037/atm.2019.12.16](https://doi.org/10.21037/atm.2019.12.16)
13. Zepeda Mendoza AD, Carrillo Esper R. Medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico como marcador de hipertensión intracraneana. Rev Mex Anest [internet]. 2017 [consultado 26/07/2020];40(1):255-257 Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=72817>
14. Azócar L. Uso de ecografía en anestesia: Point of Care Ultrasound (POCUS). Rev Chil Anest [internet]. 2017 [Consultado 26/07/2020];46:157-166. Disponible en: [DOI:10.25237/revchilanestv46n03.06](https://doi.org/10.25237/revchilanestv46n03.06)
15. Abdo-Cuza AA, Suárez-López J, Machado-Martínez RE. Neuromonitoreo no invasivo en pacientes críticos. Rev Cub Med Int Emerg [internet]. 2018 [Consultado 26/07/2020];17(1):51-59. Disponible en: <http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/446>
16. Ochoa-Pérez L, Cardozo-Ocampo A. Aplicaciones de la ultrasonografía en el sistema nervioso central para neuroanestesia y cuidado neurocrítico. rev colomb anesthesiol [internet]. 2015 [consultado febrero 15 2020];43(4):314-320 Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rca.2015.03.009>
17. Shevlin C. Optic nerve sheath ultrasound for the bedside diagnosis of intracranial hypertension: pitfalls and potential. Critical Care Horizons

- [internet]. 2015 [consultado 26/07/2020];1:22-30. Disponible en: www.criticalcarehorizons.com/wp-content/uploads/2016/05/optic-nerve-sheath.pdf
18. Topcuoglu MA, Arsava EM, Funda-Bas D, Kozak HH. Transorbital ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter in brain death. J Neuroimaging [internet]. 2015 [consultado 26/07/2020];25:906-909. Disponible en: [DOI: 10.1111/jon.12233](https://doi.org/10.1111/jon.12233)
 19. Denault AY, Casas C, Puentes W, Eljaiek R, Iglesias I. Ultrasonido de la cabeza a los pies: opinión actual sobre su utilidad en inestabilidad hemodinámica, hipoxemia, oligoanuria y en el paciente con estado neurológico alterado. rev colomb anestesiología [internet]. 2017 [Consultado 26/07/2020];4 5(4):317–326. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rca.2017.07.006>
 20. Moretti R, Pizzi B. Optic nerve ultrasound for detection of intracranial hypertension in intracranial hemorrhage patient confirmation of previous findings in a different patient population. J Neurosurg Anesthesiol [internet]. 2009 [Consultado 26/07/2020];21:16–20. Disponible en: [doi: 10.1097/ANA.0b013e318185996a](https://doi.org/10.1097/ANA.0b013e318185996a).
 21. Wang LJ, Chen LM, Chen Y, Bao LY, Zheng NN, MS; Wang YZ et al. Ultrasonography assessments of optic nerve sheath diameter as a noninvasive and dynamic method of detecting changes in intracranial pressure. JAMA Ophthalmol [internet]. 2018 [Consultado 26/07/2020];136(3):250-256. Disponible en: [doi:10.1001/jamaophthalmol.2017.6560](https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2017.6560)
 22. Yanamandra U, Gupta A, Yanamandra S, Das SK, Patyal S, Nair V. Bedside ultrasonography as an alternative to computed tomography scan for the measurement of optic nerve sheath diameter. J Neurosci Rural Pract [internet]. 2018 [Consultado 26/07/2020];9:252-5. Disponible en: [DOI:10.4103/jnrp.jnrp_537_17](https://doi.org/10.4103/jnrp.jnrp_537_17)
 23. Turkin AM, Oshorov AV, Pogosbekyan EL, Smirnov AS, Dmitrieva AS. Correlation of intracranial pressure and diameter of the sheath of the optic nerve by computed tomography in severe traumatic brain injury. Crit Care

- Med [internet]. 2019 [Consultado 26/07/2020];47(6): e495–e501. Disponible en: [doi:10.1097/CCM.00000000000003742](https://doi.org/10.1097/CCM.00000000000003742).
24. Caffery TS, Perret JN, Musso MW, Jones GN. Optic nerve sheath diameter and lumbar puncture opening pressure in nontrauma patients suspected of elevated intracranial pressure. *Am J Emerg Med* [internet]. 2014 [Consultado 26/07/2020];32:1513–1515. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2014.09.014>
25. Amini A, Kariman H, Dolatabadi AA, Hatamabadi HR, Derakhshanfar H, Mansouri B et al. Use of the sonographic diameter of optic nerve sheath to estimate intracranial pressure. *Am J Emerg Med* [internet]. 2013 [Consultado 26/07/2020];31:236–239. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2012.06.025>
26. Chen LM, Wang LJ, Hu Y, Jiang XH, Wang YZ, Xing YQ. Ultrasonic measurement of optic nerve sheath diameter: a non-invasive surrogate approach for dynamic, real-time evaluation of intracranial pressure. *Br J Ophthalmol* [internet]. 2019 [Consultado 26/07/2020];103(4):437–441. Disponible en: [doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-312934](https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-312934).
27. Gupta S, Pachisia A. Ultrasound-measured optic nerve sheath diameter correlates well with cerebrospinal fluid pressure. *Neurol India* [internet]. 2019 [Consultado 26/07/2020];67(3):772–776. Disponible en: [doi: 10.4103/0028-3886.263231](https://doi.org/10.4103/0028-3886.263231). PMID: 31347553.
28. Dubourg J, Javouhey E, Geeraerts T, Messerer M, Kassai B. Ultrasonography of optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Int Care Med* [internet]. 2011 [Consultado 26/07/2020];37:1059–1068. Disponible en: [DOI 10.1007/s00134-011-2224-2](https://doi.org/10.1007/s00134-011-2224-2)
29. Koziarz A, Sne N, Kegel F, Nath S, Badhiwala JH, Nassiri F et al. Bedside Optic Nerve Ultrasonography for Diagnosing Increased Intracranial Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Intern Med* [internet]. 2019 [Consultado 26/07/2020];171(12):896–905. Disponible en: [doi: 10.7326/M19-0812](https://doi.org/10.7326/M19-0812).
30. Czempik PF, Gąsiorek J, Bąk A, Krzych ŁJ. Ultrasonic assessment of optic nerve sheath diameter in patients at risk of sepsis-associated brain

- dysfunction: a preliminary report. *Int. J. Environ. Res. Public Health* [internet]. 2020 [Consultado 26/07/2020];17:3656. Disponible en: [doi:10.3390/ijerph17103656](https://doi.org/10.3390/ijerph17103656)
31. Toscano M, Spadetta G, Pulitano P, Rocco M, Di-Piero V, Mecarelli O. Optic nerve sheath diameter ultrasound evaluation in intensive care unit: possible role and clinical aspects in neurological critical patients' daily monitoring. *BioMed Res Int* [internet]. 2017 [Consultado 26/07/2020];2017:1621428. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2017/1621428>
32. Cammarata G, Ristagno G, Cammarata A, Mannanici G, Denaro C, Gullo A. Ocular ultrasound to detect intracranial hypertension in trauma patients. *J Trauma* [internet]. 2011 [Consultado 26/07/2020];71:779–781. Disponible en: [DOI: 10.1097/TA.0b013e3182220673](https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3182220673)
33. Videtta W, Domeniconi GG, Costilla CM. Monitoreo multimodal en el paciente neurocrítico. En: Caballero-López A, Domínguez-Perera MA, Pardo-Núñez AB, Abdo-Cuza AA autores. *Terapia intensiva. Tomo VI: Urgencias neurológicas*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2020. p 14 – 30. Disponible en: <http://www.bvscuba.sld.cu/libro/terapia-intensiva-tomo-6-urgencias-neurológicas/>
34. KC B, Thapa A. Study of optic nerve sheath diameter in normal nepalese adults using ultrasound. *BJHS* [internet]. 2018 [Consultado 26/07/2020];3(1)5:357-360. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3126/bjhs.v3i1.19758>
35. Kim DH, Jun JS, Kim R. Ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter and its association with eyeball transverse diameter in 585 healthy volunteers. *Sci Rep* [internet]. 2017 [Consultado 26/07/2020];7(1):15906. Disponible en: [DOI:10.1038/s41598-017-16173-z](https://doi.org/10.1038/s41598-017-16173-z)
36. Ebisike PI, Habib SG, Hassan S, Suwaid MA, Hikima MS, Saleh MK, et al. Transorbital sonographic measurement of optic nerve sheath diameter among HIV-Positive patients in Northwestern Nigeria. *Niger J Clin Pract* [internet]. 2019 [Consultado 26/07/2020];22:1570-5. Disponible en: [DOI: 10.4103/njcp.njcp_622_18](https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_622_18)

37. Avci M, Kozaci N, Komut E, Komut S, Caliskan G, Tulubas G. The measurement of elderly volunteers' optic nerve sheath diameters by ocular ultrasonography. *Medicina* [internet]. 2019 [Consultado 26/07/2020];55:413. Disponible en: [doi:10.3390/medicina55080413](https://doi.org/10.3390/medicina55080413)
38. Chen H, Ding GS, Zhao YC, Yu RG, Zhou JC. Ultrasound measurement of optic nerve diameter and optic nerve sheath diameter in healthy Chinese adults. *BMC Neurology* [internet]. 2015 [Consultado 26/07/2020];15:106. Disponible en: [DOI 10.1186/s12883-015-0361-x](https://doi.org/10.1186/s12883-015-0361-x)
39. Arteaga-Favela CB, Urías-Romo del Vivar EG, Moreno MM, Dehesa-López E. Estudio comparativo de la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico mediante ecografía transorbital en mujeres sanas, embarazadas y con preeclampsia/eclampsia. *Rev Med UAS*. 2015;5:2.
40. Zeiler FA, Ziesmann MT, Goeres P, Unger B, Park J, Karakitsos D, Blaivas M et al. A unique method for estimating the reliability learning curve of optic nerve sheath diameter ultrasound measurement. *Crit Ultrasound J* [internet]. 2016 [Consultado 26/07/2020];8,9. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13089-016-0044-x>
41. Potgieter DW, Kippin A, Ngu F, McKean C. Can accurate ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter (a non-invasive measure of intracranial pressure) be taught to novice operators in a single training session? *Anaesth Intensive Care* [internet]. 2011 [Consultado 26/07/2020];39(1):95-100. Disponible en: [doi:10.1177/0310057X1103900116](https://doi.org/10.1177/0310057X1103900116).
42. Ballantyne SA, O'Neill G, Hamilton R, Hollman AS. Observer variation in the sonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal adults. *Eur J Ultrasound* [internet]. 2002 [Consultado 26/07/2020];15(3):145-9. Disponible en: [doi: 10.1016/s0929-8266\(02\)00036-8](https://doi.org/10.1016/s0929-8266(02)00036-8)
43. Shah S, Kimberly H, Marill K, Noble VE. Ultrasound techniques to measure the optic nerve sheath: is a specialized probe necessary? *Med Sci Monit* [internet]. 2009 [Consultado 26/07/2020];15(5):MT63-8. Disponible en: [PMID: 19396044](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19396044/).

44. Cimilli Ozturk T, Demir H, Yorulmaz R, Ozdemir S, Isat G, Ecmel Onur O. Assessment of intra-interobserver reliability of the sonographic optic nerve sheath diameter measurement. Kaohsiung J Med Sci [internet]. 2015



Figura 1. Realización de la técnica. Proyección en el plano axial



Figura 2. Vista ultrasonográfica de ambos ojos. Medición a 3mm del disco óptico

[Consultado

26/07/2020];31(8):432-6.

Disponible

en:

[doi:](#)

[10.1016/j.kjms.2015.06.004](https://doi.org/10.1016/j.kjms.2015.06.004).

45. Betcher J, Becker TK, Stoyanoff P, Cranford J, Theyyuni N. Military trainees can accurately measure optic nerve sheath diameter after a brief training session. Mil Med Res [internet]. 2018 [Consultado 26/07/2020];5:42. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40779-018-0189-y>

46. Bala R, Kumar R, Sharma J. A study to evaluate effect of PEEP and end-tidal carbon dioxide on optic nerve sheath diameter. Indian J Anaesth [internet]. 2019 [Consultado 26/07/2020];63:537-43. Disponible en: [DOI: 10.4103/ija.IJA_861_18](https://doi.org/10.4103/ija.IJA_861_18)

Anexos



Figura 3. Vista general de la realización de la ecografía en un paciente crítico con alteración del nivel de conciencia. Colectivo de autores