

## Revisión Bibliográfica



### Ultrasonografía ocular para la detección de la presión intracraneal elevada: consideraciones prácticas.

### Ocular ultrasonography for the detection of high intracranial pressure: practical considerations

Torres V.<sup>1</sup>, Pájaro R.<sup>1</sup>, Padilla H.<sup>1</sup>, Mendoza R.<sup>1</sup>, Charry J.<sup>3</sup>, Moscote L.<sup>2</sup>

#### RESUMEN

La hipertensión intracraneal es una complicación frecuentemente encontrada en pacientes neurocríticos. La identificación precoz de la presión intracraneal elevada es sumamente importante en pacientes con patologías neurológicas agudas (hematomas, edema cerebral). La ultrasonografía del nervio óptico ha surgido como una estrategia practica para establecer alteración de la presión intracraneal y consideramos que el neurocirujano debe conocer esta técnica, dominarla y aplicarla de manera rutinaria a los pacientes en condición crítica. Se presenta una revisión concisa de la ultrasonografía del nervio óptico y su rol como elemento complementario para identificar elevaciones de la presión intracraneal.

**Palabras claves:** Nervio óptico, presión intracraneal, ultrasonido

- 
1. Centro de Investigaciones Biomédicas (CIB). Línea de investigación Cartagena Neurotrauma Research Group. Facultad de Medicina — Universidad de Cartagena, Cartagena Colombia.
  2. Médico. Especialista en Neurocirugía-Cuidado crítico. Facultad de Medicina – Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Bolívar.
  3. Médico Investigador, Fundación Universitaria Navarra, Neiva, Huila.



## ABSTRACT

Intracranial hypertension is a complication frequently found in neurocritical patients. Early identification of elevated intracranial pressure is extremely important in patients with acute neurological diseases (bruising, cerebral edema). Ultrasonography of the optic nerve has emerged as a practical strategy to establish an alteration of the intracranial pressure and we consider that the neurosurgeon should know this technique, master it and apply it routinely to his patients in a critical condition. We present a concise review of optic nerve ultrasonography and its role as a complementary element to identify elevations of intracranial pressure.

**Key Words:** Optic nerve, intracranial pressure, ultrasound.

## INTRODUCCION

El aumento de la presión intracraneal (PIC) es considerado como una problemática de salud que provoca daño en estructuras del SNC. Las consecuencias derivadas del desarrollo de hipertensión intracraneal incluyen la reducción de la perfusión cerebral, con desarrollo de procesos isquémicos y lesiones cerebrales complejas (1–3). La sospecha del aumento de la PIC se realiza generalmente con la ayuda de estudios imagenológicos (TAC). Los estudios ecográficos realizados en el sistema nervioso central no han permitido realizar una estimación anatómica del SNC, teniendo en cuenta la poca penetración de las ondas de ultrasonido a las estructuras óseas craneanas. La ecografía de nervio óptico se ha sugerido y es utilizada recientemente como un método de

estudio de la presión intracraneal, permitiendo realizar un control no invasivo de la problemática asociada al aumento de la PIC (4). Es importante destacar que los métodos diagnósticos directos por medio de monitoreo invasivo son de mayor confiabilidad en el estudio de hipertensión endocraneal, siendo el gold estándar el uso de un catéter intracraneal (5). Sin embargo, el desarrollo de estos procedimientos invasivos es limitado, ya que no puede ser realizado en todo tipo de pacientes por la complejidad del procedimiento, siendo además de alta dificultad en situaciones de emergencia (4). Por su parte, la oftalmoscopia es utilizada en la práctica clínica para determinar si hay elevación de la PIC, permitiendo la identificación de alteraciones como papiledema, hiperemia en la zona

intraocular del nervio óptico e hinchazón (1,6,7). El ecodoppler transcraneal también es utilizado con frecuencia, permitiendo la determinación de cambios en la presión de perfusión cerebral por medio de modificaciones en las ondas TCD (1). Se han desarrollado métodos alternativos como son la identificación de deformación en el hueso temporal, el desplazamiento de la membrana timpánica, pero estos procesos tienen poca utilidad clínica (8,9). Algunos estudios han demostrado que alteraciones en la presión intracraneal pueden ser evaluados por medio de la identificación de cambios en la integridad del diámetro de la envoltura que rodea al nervio óptico (ONS), evidenciados por sonografía ocular (2,10). El presente artículo busca describir el papel de la sonografía ocular en la detección de la presión intracraneal elevada.

## CONTEXTO ANATOMICO

El nervio óptico es un tracto de materia blanca nerviosa con 50 mm de largo y 3 mm de ancho. La porción intraorbital del nervio óptico posee 25 mm de largo y se extiende desde el canal óptico hasta el bulbo ocular. El nervio se encuentra rodeado por una vaina derivada de la duramadre cerebral la cual aumenta el diámetro del nervio hasta 4 mm y que se une al nervio por medio de septos, pilares y trabéculas aracnoideas (1,11,12). Además, la funda o vaina se encuentra formando un espacio subaracnoideo de 0.1-0.2 mm<sup>3</sup>, el cual se conecta por medio de la cisterna

quiasmática con el espacio subaracnoideo intracraneal, y que permite al nervio ser rodeado por líquido cefalorraquídeo (LCR) en cantidades aproximadas a los 0.1 ml (4,13). La comunicación del espacio subaracnoideo del nervio con la cisterna permite el drenaje del líquido cefalorraquídeo del nervio óptico por medio de estructuras capilares originadas desde la duramadre de tipo linfático. De igual forma el establecimiento de esta comunicación permite controlar la presión originada por el LCR (4). La funda del nervio es característicamente denso en su porción posterior en comparación con la porción anterior, por lo cual la distribución del espacio subaracnoideo es heterogénea en el transcurso del nervio (11). El LCR generalmente fluye dentro del espacio, principalmente hacia la zona bulbosa del nervio, pero la dirección del flujo de LCR dentro del nervio cambia para distribuirse en toda la longitud del nervio, debido a los movimientos del globo ocular (12). El cambio de la presión intracraneal puede cambiar la naturaleza del flujo del LCR, aumentando a su vez la presión en el nervio óptico. Este aumento de presión se acompaña de un aumento del diámetro de la ONS retrobulbar con una expansión de la misma, principalmente en la porción anterior (12,14). Las características físicas de la porción posterior de la ONS retrobulbar, consistentes en un mayor número de trabéculas en el espacio subaracnoideo en comparación con la zona anterior, no permiten que el aumento de PIC cause



una dilatación (4,12,15). Esta relación anatómica ha permitido evaluar el desarrollo de hipertensión endocraneal, tomando como signo de estudio el aumento del diámetro de la ONS (4). Algunos estudios han evaluado esta comunicación con el desarrollo de infusiones de solución salina en cadáveres por medio de una ventriculostomía. Esta forma de estudio ha permitido reconocer una relación significativa entre el aumento de la presión intracraneal y la presión en el espacio subaracnoideo del nervio óptico (1,3,4,12). A su vez, estos hallazgos han sido corroborados posteriormente por medio de estudios basados en el desarrollo de ecografías del nervio óptico o el desarrollo de resonancia magnética, en los que se evidencia el aumento del diámetro de ONS influenciado por la variación en la PIC (1,4). Esto ha permitido que en la actualidad sugiera como método de control de los pacientes con hipertensión endocraneal el uso de ecografía de nervio óptico. De igual forma algunos estudios han permitido determinar que el diámetro de la ONS no cambia como un proceso estático, sino que hace parte de un proceso cambiante, dependiente de las fluctuaciones en los valores de PIC (4). Se han informado incluso estudios en pacientes con síndrome de hipertensión endocraneal secundario a una hidrocefalia con cambios en el diámetro de ONS y en pacientes con aumento de PIC por un tumor intracraneal con mejora en el proceso postoperatorio

reflejado en la disminución del diámetro del ONS hasta su estado normal (4,16).



## **PAPEL DE LA SONOGRAFÍA OCULAR EN LA DETECCIÓN DE LA PRESIÓN INTRACRANEAL ELEVADA.**

La PIC tiene un importante significado en el pronóstico y tratamiento de condiciones neurológicas agudas como el trauma cerebral o isquemias cerebrovasculares (1,17–19). Aunque las técnicas invasivas son consideradas los mejores procedimientos para su medición, generan riesgos para el paciente y, por lo general, son solamente realizados por neurocirujanos entrenados (18,4). Otros procedimientos como la punción lumbar o el uso de imágenes mediante tomografía axial computarizada (TAC) o resonancia magnética (RM), han sido usados como métodos de apoyo para la detección de elevación de la PIC. Sin embargo, todos ellos conllevan a ciertos riesgos para el paciente y desventajas de acuerdo a su utilización, procedimiento y resultados que impiden la adecuada toma de decisiones (1,18,20,21).

Aproximadamente, desde 1980 el ultrasonido ha ayudado a los clínicos para el diagnóstico de gran cantidad de enfermedades críticas, entre ellas oculares y desde entonces se ha venido actualizando su uso, incluyendo la medición de la PIC a través del diámetro de la envoltura del nervio óptico (18,22).



La envoltura del nervio óptico se une al globo ocular en su parte posterior; ésta es contigua a la duramadre y tiene el espacio subaracnoideo por donde el líquido cefalorraquídeo se filtra. A medida que aumenta la PIC, el espacio de la envoltura del nervio óptico se aumenta y puede apreciarse con el ultrasonido (1,18,20,21).

Para realizar el estudio y visualizar la envoltura del nervio óptico, es necesario una máquina de ultrasonido con una sonda lineal de alta frecuencia (mayor o igual a 7.5 MHz)(1,18,4). Con el paciente en posición supina, se aplica una gruesa capa de gel sobre el párpado superior cerrado y con la mirada neutral del paciente. El transductor se coloca en el gel sin ejercer presión sobre el ojo (1,18). Así, se obtiene una visión del globo ocular, que aparece como una estructura anecoica dividida en dos compartimentos (anterior y posterior) por la línea hiperecoica de la lente. En la parte posterior, la envoltura del nervio óptico aparece como una banda hipoeicoica rodeada por la grasa periorbital hiperecoica, vertical, con un patrón lineal de aproximadamente 3 mm posterior al globo (18,4,23,24). Dos medidas deben realizarse: una en el plano transversal, con la sonda horizontal y otra en el plano sagital con la sonda vertical. El diámetro final de la envoltura del nervio óptico se toma con el resultado de dichas medidas (1,4,25).

Como punto de referencia, una envoltura del nervio óptico normal es de menos de 5mm y un hallazgo mayor que éste se puede correlacionar con una PIC

mayor de 20mmHg, así demostrado en diferentes estudios como los de Kimberly et. al y Maissan et. al cuando realizaron, respectivamente, estudios prospectivos con pacientes a los que se les monitoreaba la PIC (18,19,21,22,26).

#### **Límites de la sonografía ocular:**

Similar a cualquier estudio con ultrasonido, la sonografía ocular es operador-dependiente (1,27), por lo que para la realización del procedimiento, es necesario aprender a hacerlo. Para los clínicos que manejan el ultrasonido, pueden aprender con precisión el estudio después de realizarlo en solo 10 pacientes con 3 resultados de escaneo anormales de PIC. Los que no estén familiarizados, podrían necesitar realizar cerca de 25 escaneos para evaluar con precisión el diámetro de la envoltura del nervio óptico (1,3,18–20).

Además, muy pocos estudios demuestran complicaciones derivadas del uso de la ultrasonografía, aunque teóricamente, la exposición de los tejidos blandos a él podría causar daño por calor y cavitación, razón por la que el tiempo de examinación debe ser limitado (1,4).

Por último, la sonografía ocular solo provee medidas secuenciales mientras que la PIC es un parámetro dinámico y sus variaciones pueden ser abruptas en el entorno de atención neurocrítica (3,28).

## CONCLUSION

El aumento en la PIC es una manifestación de injuria cerebral que debe ser detectada de manera temprana para evitar el pobre pronóstico del paciente (3,4). Actualmente hay muchos métodos para hacerlo entre los cuales figuran los procedimientos invasivos que permiten al clínico un monitoreo continuo y de confianza sobre el estado del paciente. A pesar de lo expuesto, la sonografía ocular debe ser una gran opción para los

monitoreos invasivos inviables, contraindicados o en el caso que el monitoreo continuo no sea recomendado (1,3,18).

Debido a la naturaleza simple del examen y el limitado tiempo necesario para realizarlo, la sonografía ocular es una prueba ideal, para que los médicos de emergencia evalúen a los pacientes con cambios en el estado mental sin causa conocida e iniciar prontamente intervenciones dirigidas a reducir la PIC y salvar sus vidas (18,4).



## REFERENCIAS:

1. Moretti R, Pizzi B. Ultrasonography of the optic nerve in neurocritically ill patients. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011 Jul;55(6):644–52.
2. Galetta S, Byrne SF, Smith JL. Echographic correlation of optic nerve sheath size and cerebrospinal fluid pressure. *J Clin Neuroophthalmol.* 1989 Jun;9(2):79–82.
3. Merceron S, Geeraerts T. Ocular sonography for the detection of raised intracranial pressure. *Expert Rev Ophthalmol.* 2008;3(5):497–500.
4. Soldatos T, Chatzimichail K, Papathanasiou M, Gouliamos A. Optic nerve sonography: a new window for the non-invasive evaluation of intracranial pressure in brain injury. *Emerg Med J.* 2009 Sep;26(9):630–4.
5. Tsung JW, Blaivas M, Cooper A, Levick NR. A rapid noninvasive method of detecting elevated intracranial pressure using bedside ocular ultrasound: application to 3 cases of head trauma in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care.* 2005 Feb;21(2):94–8.
6. Helmke K, Hansen HC. Fundamentals of transorbital sonographic evaluation of optic nerve sheath expansion under intracranial hypertension. I. Experimental study. *Pediatr Radiol.* 1996 Oct;26(10):701–5.
7. Stocchetti N. Could intracranial pressure in traumatic brain injury be measured or predicted noninvasively? *Almost.* Vol. 33, *Intensive care medicine.* United States; 2007. p. 1682–3.
8. Shimble S, Dodd C, Banister K, Mendelow AD, Chambers IR. Clinical comparison of tympanic membrane displacement with invasive intracranial pressure measurements. *Physiol Meas.* 2005 Dec;26(6):1085–92.
9. Magnano M, Albera R, Lacilla M, Gabini A, Naddeo M, Bruno D. Impedance

- measurement as a noninvasive technique for the monitoring of intracranial pressure variations. *Audiology*. 1994;33(4):237-43.
10. Gangemi M, Cennamo G, Maiuri F, D'Andrea F. Echographic measurement of the optic nerve in patients with intracranial hypertension. *Neurochirurgia (Stuttg)*. 1987 Mar;30(2):53-5.
  11. Killer HE, Laeng HR, Flammer J, Groscurth P. Architecture of arachnoid trabeculae, pillars, and septa in the subarachnoid space of the human optic nerve: anatomy and clinical considerations. *Br J Ophthalmol*. 2003 Jun;87(6):777-81.
  12. Liu D, Kahn M. Measurement and relationship of subarachnoid pressure of the optic nerve to intracranial pressures in fresh cadavers. *Am J Ophthalmol*. 1993 Nov;116(5):548-56.
  13. Thompson E. Neurobiology of Cerebrospinal Fluid 2. Vol. 47, *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 1984. p. 434.
  14. Hansen HC, Helmke K. The subarachnoid space surrounding the optic nerves. An ultrasound study of the optic nerve sheath. *Surg Radiol Anat [Internet]*. 1996;18(4):323-8. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF01627611>
  15. Hayreh SS. Pathogenesis of oedema of the optic disc. *Doc Ophthalmol*. 1968;24(2):289-411.
  16. Hansen HC, Helmke K. Validation of the optic nerve sheath response to changing cerebrospinal fluid pressure: ultrasound findings during intrathecal infusion tests. *J Neurosurg*. 1997 Jul;87(1):34-40.
  17. Hansen HC, Lagrèze W, Krueger O, Helmke K. Dependence of the optic nerve sheath diameter on acutely applied subarachnoidal pressure - An experimental ultrasound study. *Acta Ophthalmol*. 2011;89(6):528-32.
  18. Hylkema C. Optic Nerve Sheath Diameter Ultrasound and the Diagnosis of Increased Intracranial Pressure. *Crit Care Nurs Clin North Am*. 2016;28(1):95-9.
  19. Maissan IM, Dirven PJAC, Haitsma IK, Hoeks SE, Gommers D, Stolker RJ. Ultrasonographic measured optic nerve sheath diameter as an accurate and quick monitor for changes in intracranial pressure. *J Neurosurg*. 2015;123(3):743-7.
  20. Ohle R, McIsaac SM, Woo MY, Perry JJ. Sonography of the optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure compared to computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *J Ultrasound Med*. 2015;34(7):1285-94.
  21. Rajajee V, Vanaman M, Fletcher JJ, Jacobs TL. Optic nerve ultrasound for the detection of raised intracranial pressure. *Neurocrit Care*. 2011;15(3):506-15.
  22. Amin D, McCormick T, Mailhot T. Elevated Intracranial Pressure Diagnosis with Emergency Department Bedside Ocular Ultrasound. *Case Rep Emerg Med*. 2015;2015:1-3.
  23. Helmke K, Hansen HC. Fundamentals of transorbital sonographic evaluation of optic nerve sheath expansion under intracranial hypertension II. Patient study. *Pediatr Radiol*. 1996;26(10):706-10.
  24. Fielding JA. Ocular ultrasound. *Clin Radiol*. 1996 Aug;51(8):533-44.
  25. Geeraerts T, Launey Y, Martin L, et al. Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury. *Intensive Care Med*. 2007;33:1704-11.
  26. Kimberly HH, Shah S, Marill K, Noble V. Correlation of optic nerve sheath diameter with direct measurement of intracranial pressure. *Acad Emerg Med*. 2008;15(2):201-4.





27. Williams P. Case Report Optic Nerve Sheath Diameter as a Bedside Assessment for Elevated Intracranial Pressure. Case reports Crit care. 2017;2017:2-4.

28. Geeraerts T, Duranteau J, Benhamou D. Ocular sonography in patients with raised intracranial pressure: The papilloedema revisited. Crit Care. 2008;12(3):12-3.



### Correspondencia:

Dr. Dr. Luis Rafael Moscote-Salazar.

Email: mineurocirujano@aol.com

Recibido: 27/09/17

Aprobado: 7/6/18

Conflicto de intereses: Los autores declaran no presentar conflicto de intereses