



Correlación entre medición de la vaina del nervio óptico, índice de pulsatibilidad y escala de coma Glasgow

Correlation between measurement of the optic nerve sheath, pulsatility index and Glasgow Coma Scale

Pedro Julio García Álvarez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-6146-6184>

Julio Cesar Perez Mayo¹ <https://orcid.org/0000-0002-9998-7428>

Alberto García Gómez¹ <https://orcid.org/0000-0001-7232-343X>

Juan Carlos Pradere Pensado¹ <https://orcid.org/0000-0002-7893-3906>

Jacqueline Nistal Mena¹ <https://orcid.org/0000-0001-9377-3202>

Yaqueline Agüero Carbonell¹ <https://orcid.org/0000-0003-0365-7756>

¹Hospital Militar Central "Dr. Carlos J. Finlay". La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: pedritojuliog@gmail.com

Cómo citar este artículo

García Álvarez P, Pérez Mayo J, García Gómez A, Pradere Pensado J, Agüero Carbonell Y. Correlación entre medición de la vaina del nervio óptico, índice de pulsatibilidad y escala de coma Glasgow. Arch Hosp Univ "Gen Calixto García". 2023;11(3):574-86. Acceso: 00/mes/2023. Disponible en: <https://revcalixto.sld.cu/index.php/ahcg/article/view/1178>

RESUMEN

Introducción: La enfermedad cerebrovascular y la lesión cerebral traumática constituyen un importante flagelo de la sociedad.

Objetivo: Evaluar la correlación de la medición de la vaina del nervio óptico, índice de pulsabilidad y escala de coma de Glasgow en pacientes neurocríticos.

Métodos: Estudio analítico longitudinal prospectivo con 31 pacientes neurocríticos en la Unidad de Cuidados Intensivos, con enfermedad cerebrovascular y trauma craneoencefálico grave. Las variables analizadas: edad, sexo, diagnóstico al ingreso, APACHE II al ingreso, ventilación mecánica, escala de coma de Glasgow, medición de la vaina del nervio óptico, índice de pulsabilidad, presión intracraneal y estado al egreso. Los métodos estadísticos fueron: distribuciones de frecuencias, medidas de tendencia central, y las pruebas inferenciales ji cuadrado y t de Student. Se consideró como nivel de significación el 5 %.

Resultados: Media de edad de 70 años. Mortalidad global del 45 %. Predominio de hombres (61,3 %). Curva ROC (Sensibilidad: VNO, IP =100 %, Especificidad: Vaina del nervio óptico, IP = 76 %). El valor de la correlación entre ECG y IP-VNO (IP = -0,92 y VNO = -0,91, p = 0,00).

Conclusiones: La evaluación diaria de la vaina del nervio óptico y del IP son herramientas adecuadas de evaluación y pronóstico basado en la estimación de la presión intracraneal. Además permiten obtener la presión intracraneal por métodos de mínimo acceso, con elevada correlación entre las diferentes formas de cálculo y como alternativa al monitoreo invasivo de la presión intracraneal, por métodos costosos y con un elevado nivel de complicaciones.

Palabras clave: Presión intracraneal; monitoreo fisiológico; neuroretroalimentación

ABSTRACT

Introduction: Cerebrovascular disease and traumatic brain injury constitute a major scourge of society.

Objective: to evaluate the correlation between the measurement of the optic nerve sheath, pulsatility index and Glasgow Coma Scale in neurocritical patients.

Methods: Prospective longitudinal analytical study of 31 neurocritical patients with cerebrovascular disease and severe traumatic brain injury admitted to the intensive care unit. The variables analyzed were: age, sex, diagnosis at admission, APACHE II at admission, mechanical ventilation, Glasgow Coma Scale, measurement of the optic nerve sheath, pulsatility index, intracranial pressure, and status upon discharge. The statistical methods used were: frequency distributions, measures of central tendency, and the inferential Chi-square and Student's t tests. The 5 % significance level was considered.

Results: The average age was 70 years. Overall mortality was 45 %. There was prevalence of men (61.3 %). ROC curve (Sensitivity: VNO, IP =100 %, Specificity: VNO, IP = 76 %). The value of the correlation between ECG and IP-VNO was (IP= -0.92 and VNO= -0.91, p=0.00).

Conclusions: Daily assessment of VNO and IP are appropriate assessment and prognostic tools, based on the estimation of intracranial pressure. They also allow intracranial pressure to be obtained by non-invasive methods with high correlation between the different forms of calculation as an alternative to invasive monitoring of intracranial pressure by expensive methods and with a high level of complications.



Keywords: Intracranial pressure; monitoring, physiologic; neurofeedback

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cerebrovascular (ECV) constituye un importante flagelo de la sociedad a nivel mundial y en Cuba constituye la cuarta causa de muerte en todas las edades.⁽¹⁾ En la evolución del paciente lesionado complejo existen varias aristas, pero una de las más importantes es la relacionada con el proceso inflamatorio consecuencia de la lesión primaria asociada o no a la sepsis.

La medición de la vaina del nervio óptico (VNO) y el IP, medido por *Doppler* transcraneal (DTC) son técnicas de mínimo acceso, que se utilizan para monitorear la presión intracraneal (PIC) en pacientes con lesiones cerebrales traumáticas o enfermedades neurológicas.^(2,3) Por otro lado, la electrocardiografía (ECG) es una herramienta de evaluación clínica utilizada para medir el nivel de conciencia de un paciente con diferentes grados de sensibilidad según la literatura. La correlación entre la ECG y la medición de la VNO y el IP se ha investigado en varios estudios,^(2,4) pero los resultados son divergentes. Algunas investigaciones sugieren que las mediciones pueden ser útiles para predecir la hipertensión endocraneal (HTEC), mientras otros no han encontrado una correlación significativa. La correlación entre la ECG y la medición de la presión intracraneal -medida por métodos invasivos- también se ha investigado en diversas investigaciones, y se ha encontrado una correlación significativa en algunos casos.⁽⁵⁾

La electrocardiografía es una herramienta para evaluar el nivel de conciencia en pacientes con trauma craneoencefálico grave (TCE) y en otros pacientes con riesgo de alteración del estado de conciencia según plantea *Shannon M y otros*.⁽⁶⁾ La ECG se compone de tres subescalas que califican de manera individual tres aspectos de la conciencia: la apertura ocular, la respuesta verbal y la respuesta motora.⁽⁷⁾ Es un instrumento con alta sensibilidad para la valoración en pacientes con daño cerebral. Sin embargo, no hay una correlación directa entre esta y la presión intracraneal medida por métodos invasivos.

La presión intracraneal se mide mediante la inserción de un catéter en el cerebro, lo que no es una práctica común en la evaluación inicial de pacientes con trauma craneoencefálico grave.

La medición de la vaina del nervio óptico mediante ultrasonido, según plantea *Kaur A y otros*,⁽⁸⁾ tiene varias utilidades en el monitoreo neurológico, entre las que resaltan:

- Permite evaluar el nervio óptico en su estructura y el monitoreo de la presión intracraneal, lo cual es una técnica rápida y de mínimo acceso, muy útil en casos de hipertensión endocraneal.
- La medición de la vaina del nervio óptico mediante ultrasonido es una herramienta útil en el monitoreo neurológico, ya que permite evaluar el estado del nervio óptico, monitorear la presión intracraneal y detectar lesiones cerebrales.⁽⁹⁾ Sin embargo, debe utilizarse como complemento a otros métodos de monitoreo y no como sustituto de ellos.



Los beneficios potenciales del neuromonitoreo mediante las técnicas mencionadas anteriormente son una alternativa más económica, viables y sostenibles en el tiempo para la evaluación seriada de los pacientes críticos, se decide realizar un estudio con el objetivo de evaluar la correlación entre la medición de la vaina del nervio óptico (VNO) y del IP y la electrocardiografía, en pacientes neurocríticos de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital Militar Central "Dr. Carlos J. Finlay".

MÉTODOS

El diseño del estudio se clasifica como analítico longitudinal prospectivo en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Militar Central "Dr. Carlos J. Finlay", con el diagnóstico de enfermedad cerebrovascular o trauma craneoencefálico grave, en el periodo de septiembre a noviembre de 2023.

Recolección de las variables

Las variables recogidas fueron edad, diagnóstico al ingreso, presión arterial, diámetro de la vaina del nervio óptico, índice de pulsatilidad, presión intracraneal y estado al egreso. La medición de la vaina del nervio óptico y del dopler transcraneal se realizó por el mismo investigador para minimizar la variabilidad interobservadora.

Se trabajó con 31 pacientes ingresados, en el periodo que cumplieron con los criterios de inclusión.

Criterios de inclusión

- Pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos con diagnóstico de trauma craneoencefálico grave o enfermedad cerebrovascular.

- Con todas las mediciones planteadas en el método.

Criterios de exclusión

- Pacientes que fueron trasladados a otro centro antes de terminar el estudio.

Variables

Las variables analizadas fueron: edad, sexo (masculino, femenino), diagnóstico al ingreso (trauma craneoencefálico grave, enfermedad cerebrovascular), *Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II (APACHE II)* al ingreso, ventilación mecánica (sí, no), electrocardiograma, medición de la vaina del nervio óptico, IP y estado al egreso (vivo, fallecido).

Se definió como trauma craneoencefálico grave si el paciente presentó 8 puntos o menos en el electrocardiograma.



Procedimientos

y

procesamiento

Se recogieron los datos al ingreso del paciente y luego cada tres días hasta el día 10 y por último, se evaluó el estado del paciente al egreso de la Unidad de Cuidados Intensivos. Los pacientes que fallecieron antes de culminar el estudio se incluyeron con las evaluaciones realizadas y el estado al egreso como fallecido, también se tuvo en consideración.

La fuente primaria de obtención de los datos fueron las historias clínicas a las cuales se les aplicó un formulario. Con esta información se confeccionó una base de datos en el sistema SPSS versión 23 y Jamovic para Windows y con los resultados se realizaron las tablas y gráficos que se muestran en el trabajo. Se usaron medidas de tendencia central (media: edad, APACHE II, PIC). Se realizó análisis de ji cuadrado (sexo, ventilación mecánica, estado al egreso), t student (edad, APACHE II, PIC), correlación de Pearsons (ECG, VNO, IP, PIC), modelos lineales (ECG, VNO, IP), Test de Friedman (IP, VNO), gráficos de correlación). Se trabajó con un 95 % de confiabilidad. Se tuvieron en consideración los supuestos estadísticos en el análisis de las variables.

Hipótesis

En el diseño del estudio se plantearon las siguientes hipótesis:

- X^0 el comportamiento de la vaina del nervio óptico y del IP se correlacionan con la electrocardiografía.
- X^1 el comportamiento de la vaina del nervio óptico y del IP no se correlacionan con la electrocardiografía.

Control de sesgo: la recolección de la información se realizó por personal ajeno a la investigación. Todas las evaluaciones de la vaina del nervio óptico y las del IP, las realizaron dos médicos por separado, en cada caso.

Aspectos bioéticos

Los principios éticos se tuvieron en cuenta con la confidencialidad de los datos de los pacientes debido a que fue un estudio prospectivo. Se obtuvo consentimiento informado del paciente o los familiares. No se realizó ninguna intervención fuera del protocolo institucional.

RESULTADOS

En el estudio se obtuvo una media de la edad de 70 años y mortalidad global del 45 %. En la tabla 1 se observa que existió predominio de hombres, pacientes con ventilación mecánica y de los egresados vivos. No se evidenció diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes según el tipo de ingreso, por lo que este comportamiento asegura un punto de partida del estudio.



Tabla 1. Comportamiento de los pacientes al ingreso a la UCI

| Variables cualitativas | | Diagnóstico al ingreso | | Ji cuadrado | p |
|------------------------|-----------|------------------------|------|-------------|-------|
| | | ECV | TCE | | |
| | | n | n | | |
| Sexo | F | 9 | 3 | 0,949 | 0,332 |
| | M | 11 | 8 | | |
| Ventilación mecánica | No | 5 | 2 | 0,189 | 0,664 |
| | Sí | 15 | 9 | | |
| Estado al egreso | Fallecido | 8 | 6 | 0,606 | 0,436 |
| | Vivo | 12 | 5 | | |
| Variables cuantitativa | | | | t student | p |
| Edad | | | | | |
| APACHE II | Media | 17,8 | 21,6 | 0,435 | 0,515 |

En la tabla 2 se muestra el comportamiento de las variables según el paso del tiempo. Se puede observar que en el caso del IP existe un decrecimiento sostenido en el tiempo, sin embargo, la medición de la vaina del nervio óptico sufre un incremento entre la primera y segunda evaluación, luego disminuye en la tercera, luego y mantiene el descenso hasta la evaluación 4.

Tabla 2. Comportamiento de las variables según el paso del tiempo

| Variables | Evaluaciones | | | | p | Test Friedman |
|---------------|--------------|------|------|------|------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| IP (Fig. 1a) | 2,23 | 2,19 | 2,1 | 1,94 | 0,02 | 29,9 p<0,001 |
| VNO (Fig. 1b) | 5,47 | 5,6 | 5,43 | 5,31 | 0,03 | 15,6 p<0,001 |

En las fig. 1a y fig. 1b se muestra una extensión de la distribución de las medias del grosor de la vaina del nervio óptico y del IP, se evidencia de forma gráfica el comportamiento temporal de ambas series de datos. Se muestran ambas distribuciones, con una tendencia descendente y también se evidencia luego de la primera evaluación, como ocurre un incremento en los valores de las mediciones, lo cual se prolonga hasta la tercera observación.

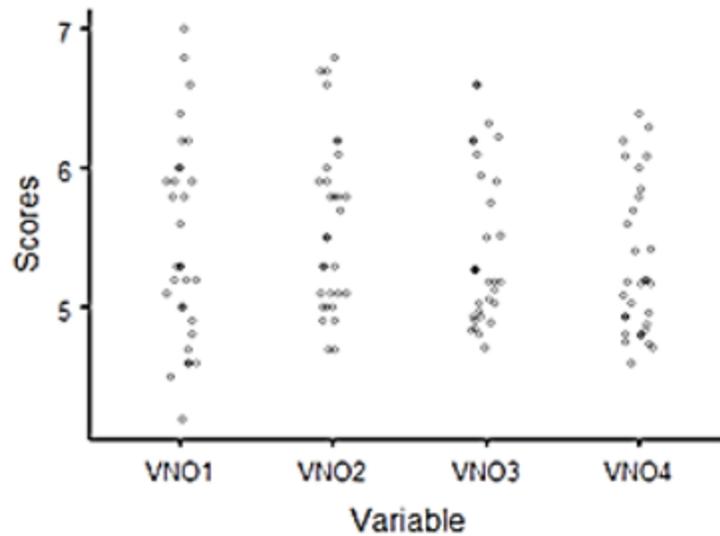


Fig. 1a. Observaciones del VNO a lo largo del período de estudio.

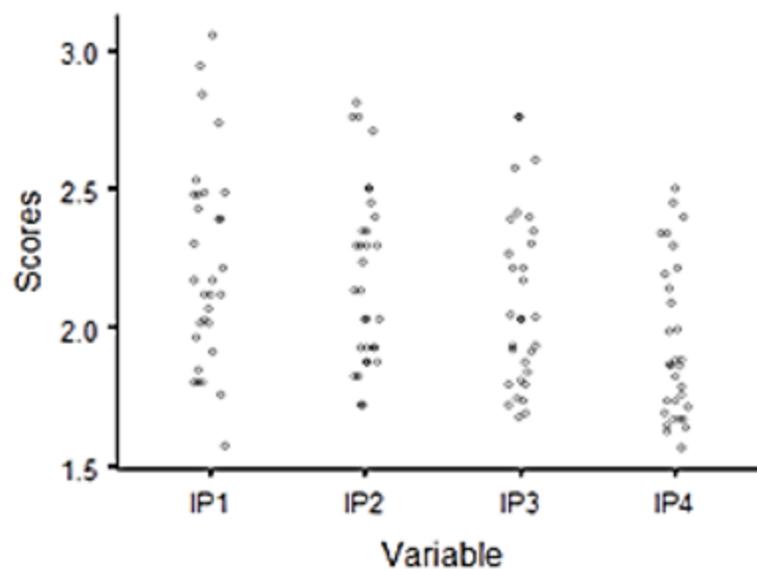


Fig. 1b. Observaciones del IP a lo largo del período de estudio.

En la fig. 2 se muestra la curva ROC del valor de la vaina del nervio óptico y del IP en la capacidad de encontrar los pacientes con riesgo de fallecer. Existe una sensibilidad perfecta (sensibilidad VNO, IP= 100 %, especificidad VNO, IP = 76 %) para los puntos de corte seleccionados y una especificidad buena con un 76 % para ambos.

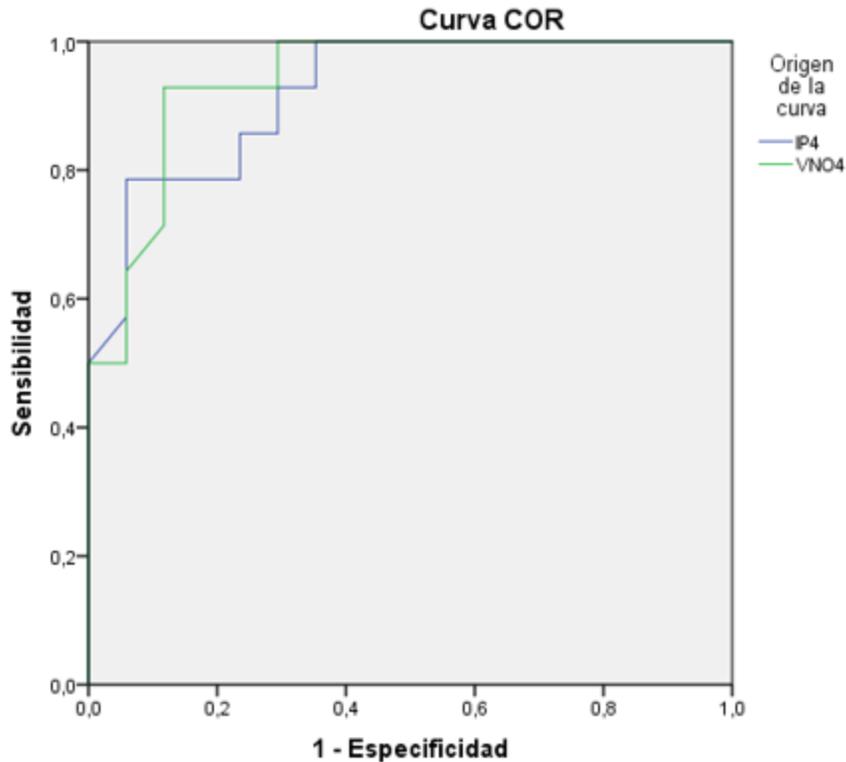


Fig. 2. Curva ROC del valor de las variables de estudio y el estado fallecido al egreso.

AUC: Vaina del nervio óptico: 0,939- IP: 0,922- Glasgow: 0,931: Punto de corte: VNO: 4,50 y IP: 1,07
Sensibilidad = 100 % Especificidad = 76 % en fallecidos.

En la fig. 3 se muestra el comportamiento de las variables objeto de estudio y se correlacionan con la electrocardiografía, como marcador clínico del estado neurológico del paciente. Se evidencia una significación elevada con dirección negativa y una significación perfecta. El valor de la correlación (IP = -0,92 y VNO = -0,91 p= 0,00). Esto significa que en la medida del incremento los valores del IP y la medición de la vaina del nervio óptico, se reducen los valores de la electrocardiografía.

| Variables | Mediciones | | Significación |
|-----------|------------|--------|---------------|
| | IP | VNO | |
| Glasgow | -0,924 | -0,917 | 0,000 |

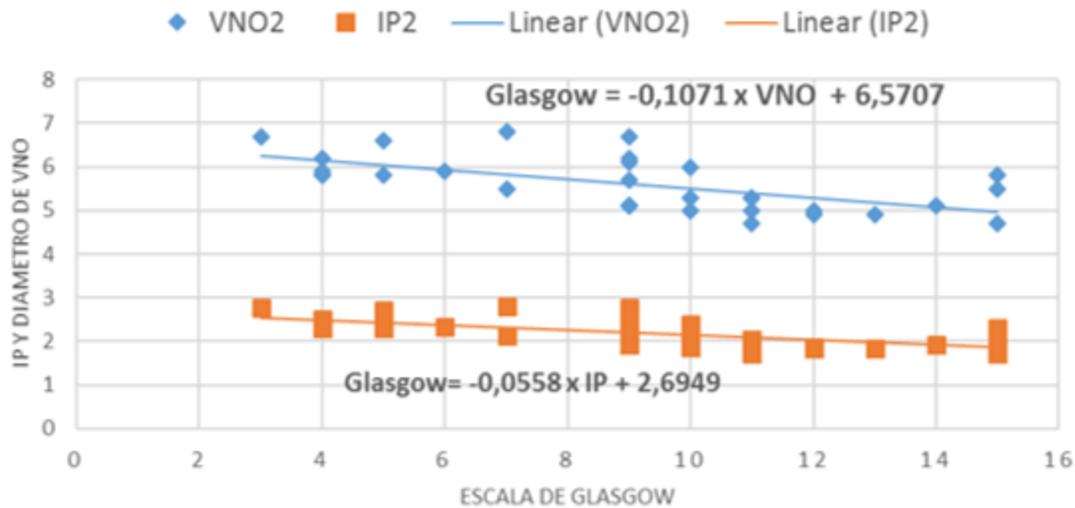


Fig. 3. Correlación entre IP y VNO con la Escala de coma de Glasgow.

En la tabla 3 se evidencia la no existencia de diferencias marcadas desde el punto de vista estadístico en las medias de las presiones intracraneales estimadas por ambos métodos (VNO, IP). La media de la estimación por la VNO es ligeramente superior (VNO 22,6 vs IP 21,7 con $p = 0,281$). Este hallazgo traduce una similitud en la estimación de la presión intracraneal en este estudio, sin importar el método utilizado para el cálculo.

Tabla 3. Distribución de la prueba t student para comparar las medias de las estimaciones de presión intracraneal por los diferentes métodos

| PIC estimada | Media | IC | | t |
|------------------------|-------|------|-------|-------------|
| PIC calculada por VNO | 22,6 | 21,4 | 23,87 | $p = 0,281$ |
| PIC calculada según IP | 21,7 | 20,4 | 23,00 | |
| Correlación Pearson | 0,94 | 0,28 | 1,61 | |

Se muestra además la similitud en las estimaciones realizadas por los dos métodos propuestos en el estudio. Se observa que el resultado de la vaina del nervio óptico es ligeramente superior, pero no tiene significación estadística.



DISCUSIÓN

El comportamiento temporal de los pacientes, basados en las mediciones del vaina del nervio óptico y del *Doppler* transcraneales se encuentra influenciado por la mediación de sustancias proinflamatorias, las cuales contribuyen al establecimiento de la lesión secundaria. *Jowy T y otros*⁽¹⁰⁾ plantean que la evolución del paciente -luego del trauma- está mediada por estos elementos.

En las figuras 1a, 1b y fig. 2 se evidencia que existe un incremento de los valores inferiores de las evaluaciones de los pacientes. Esto guarda relación con la primera medición y el inicio del cuadro clínico. La primera evaluación se realiza a la llegada del paciente a la UCI, lo cual debe ser lo más cercano posible al evento causal, y aun en ese momento no se han establecido los mecanismos secundario que pueden incrementar el daño cerebral y la liberación de citosinas proinflamatorias ocasiona una mayor lesión. En los primeros días luego de la lesión existe una liberación masiva de citosinas proinflamatorias, lo cual promueve la aparición de edema cerebral.^(6,11,12) Este aspecto también se puede ver determinado por la terapéutica que se impone una vez ingresa el paciente en la Unidad de Cuidados Intensivos, con medidas antiedemas cerebrales que, sin dudas, reducen la presión intracraneal.

La correlación entre la electrocardiografía y la vaina del nervio óptico se ha estudiado con resultados similares⁽⁸⁾ a los encontrados en el estudio presentado. Este elemento es importante a considerar para la evaluación diaria de cada paciente y cotejar así los resultados del examen clínico con los complementarios de imagen que describimos en la presente investigación. Sin embargo, la ECG se ve influenciada por múltiples factores que pueden afectar su correcta aplicación, por ejemplo, la debilidad muscular, entre otras. Es en este sentido que la complementación de ella con otros métodos más sensibles y específicos, es de importancia capital.

Existen autores como *Shannon MF y otros*,⁽⁶⁾ que han encontrado una baja sensibilidad de la electrocardiografía para la detección de la hipertensión endocraneal. Sin embargo, dichos autores evidencian que la medición de la VNO tiene una elevada sensibilidad. Es de considerar que la evaluación de la vaina del nervio óptico, del IP y de la electrocardiografía, son elementos que permiten evaluar y predecir el daño cerebral o la simple aparición de complicaciones. En el caso de la predicción de eventos adversos neurológicos -basados en la vaina del nervio óptico-, *Sathiaprabhu A y otros*⁽¹³⁾ evidencian que tiene una alta sensibilidad.

Se evidencia una elevada correspondencia entre la presión intracraneal calculada por la vaina del nervio óptico y la obtenida mediante el IP. El patrón de elección para el neuromonitoreo del daño cerebral es precisamente la PIC y la hipertensión endocraneal. Antiguamente su valor se realizaba mediante mediciones directas, invasivas y con un elevado nivel de complicaciones en ocasiones fatales. Sin embargo, en la institución se ha abandonado esta técnica invasiva por disimiles factores. En relación a la sensibilidad y especificidad de los resultados de la vaina del nervio óptico y del IP son excelentes, y coinciden con los valores evidenciados en la literatura consultada del tema.^(14,15)



Es de destacar la gran ventaja presentada por dichos procedimientos, la cual estriba en que se realiza en la cabecera de cada paciente.

Los autores consideran que esta forma de neuromonitoreo es una herramienta viable, tangible, con una curva de aprendizaje relativamente breve y que viene a llenar un elemento imprescindible para el seguimiento del paciente neurocrítico en el hospital.

En conclusión, la evaluación diaria de la vaina del nervio óptico y del IP asociados a la evaluación clínica por el electrocardiograma en pacientes neurocríticos -durante los primeros 10 días en la UCI- pudiera ser una herramienta evaluativa y para la predicción de la mortalidad. Además, permiten obtener la PIC por métodos de mínimo acceso, la cual mantuvo una elevada correlación entre las diferentes formas de cálculo, lo cual garantiza mayor precisión para la toma de decisiones, como alternativa al monitoreo invasivo de la presión intracraneal por métodos costosos y con un elevado nivel de complicaciones.

REFERENCIAS

1. Ministerio de Salud Pública. Dirección de Registros médicos y estadísticas de Salud. Anuario estadístico de salud 2021. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2022. Acceso: 27/03/2021. Disponible en: <https://files.sld.cu/dne/files/2022/10/Anuario-Estadístico-de-Salud-2021.-Ed-2022.pdf>
2. Benhur A, Sharma J, Karna ST, Shrivastava A, Saigal S, Waindeskar VV. Analysis of dynamic changes in optic nerve sheath diameter (ONSD) with ultrasound in post-craniotomy patients: Trends and correlation with computed tomography ONSD and Glasgow coma scale in post-operative period. J Neurosci Rural Pract. 2022. Oct-Dec;13(4):676-83. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36743767/>
3. Dokponou YCH, Badirou OBA, Agada KN, Dossou MW, Lawson LD, Ossaga MAD, et al. Transcranial doppler in the non-invasive estimation of intracranial pressure in traumatic brain injury compared to other non-invasive methods in lower-middle income countries: Systematic review and meta-analysis. J Clin Neurosci. 2023;113: 70-6. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37224611/>
4. Abbinante G, Vitiello L, Coppola A, Salerno G, Gagliardi V, Pellegrino A. Optic Nerve Ultrasound Evaluation in Children: A Review. Diagnostics (Basel). 2023;13(3):535. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36766639/>
5. Sallam A, Abdelaal Ahmed Mahmoud M, Kamel M, Hamza M, Yassin H, Hosny H, et al. The Diagnostic Accuracy of Noninvasive Methods to Measure the Intracranial Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. Anesth Analg. 2021;132(3):686-95. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32991330/>



6. MF S, Tran A, Cheng W, Rochweg B, Taljaard M, Kyeremanteng K, et al. Diagnosis of elevated intracranial pressure in critically ill adults: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2019;366:l4225. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31340932/>
7. Llompарт Pou J, Barea Mendoza J, Sánchez Casado M, González Robledo J, Mayor García D, Montserrat Ortiz N. Neuromonitoring in the severe traumatic brain injury. *Spanish Trauma ICU Registry (RETRAUCI)*. *Neurocirugia (Astur:Eng Ed)* 2020;31(1):1-6. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31466814/>
8. Kaur A, Gautam P, Sharma S, Singh V. Bedside Ultrasonographic Assessment of Optic Nerve Sheath Diameter As a Means of Detecting Raised Intracranial Pressure in Neuro-Trauma Patients: A Cross-Sectional Study. *Ann Indian Acad Neurol*. 2021;24(1):63-8. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33911381/>
9. Chopra A, Das PK, Parashar S, Misra S, Tripathi M, Malviya D, et al. Clinical Relevance of Transorbital Ultrasonographic Measurement of Optic Nerve Sheath Diameter (ONSD) for Estimation of Intracranial Pressure Following Cerebrospinal Fluid Diversion Surgery. *Cureus*. 2022;14(5):e25200. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35747017/>
10. Jowy T, Ya Ting W, Chaur Jong H, Jia Ying S. Current and Potential Pharmacologic Therapies for Traumatic Brain Injury. *Pharmaceuticals*. 2022;15:838. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35890136/>
11. Juskys R, Vilcinis R, Piliponis L, Tamasauskas A. Degree of basal cisterns compression predicting mortality and functional outcome after craniotomy and primary decompressive craniectomy in acute subdural hematoma population. *Acta Neurochir (Wien)*. 2023. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37878128/>
12. Patel S, Maria-Rios J, Parikh A, Okorie O. Diagnosis and management of elevated intracranial pressure in the emergency department. *Int J Emerg Med*. 2023;16(1):72. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37833652/>
13. Verma D, Sadayandi RA, Anbazhagan S, Nagarajan K, Bidkar PU. Is optic nerve sheath diameter a promising screening tool to predict neurological outcomes and the need for secondary decompressive craniectomy in moderate to severe head injury patients?. *Sur Neurol Int*. 2023;14:2. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37680910/>
14. Rasulo F, Bertuetti R. Transcranial Doppler and Optic Nerve Sonography. *J Cardiothoracic vascular Anesth*. 2019;33(Suppl 1):S38-S52. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31279352/>
15. He C, Teng C, Xiong Z, Lin X, Li H, Li X. Intracranial pressure monitoring in neurosurgery: the present situation and prospects. *Chin Neurosurg J*. 2023;9(1):14. Access: 2/12/2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37170383/>



Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Contribuciones de los autores

Pedro Julio García Alvarez: Investigación, conceptualización, análisis formal, supervisión.

Julio Cesar Perez Mayo: Investigación, curación de datos, redacción - revisión y edición.

Alberto García Gómez: Metodología, validación, supervisión.

Yaqueline Agüero Carbonell: Metodología, redacción-borrador original, visualización: .

Juan Carlos Pradere Pensado: Redacción - revisión y edición, recursos.

Recibido: 07/12/2023.

Aprobado: 28/12/2023.

