

SUPLEMENTO**Neuromonitoreo no invasivo en pacientes críticos**

Anselmo A. Abdo-Cuza¹ MD, PhD; Juliette M. Suárez-López² MD; Rafael E. Machado-Martínez¹ MD

Puntos clave

- La neuromonitorización no invasiva en pacientes críticos permite una aproximación a la situación hemodinámica y metabólica cerebral, sin los eventos adversos de los métodos invasivos; es reproducible y realizada a pie de cama.
- La ecografía transcraneal requiere de una curva de aprendizaje. La inclusión en los programas de estudio de residencia pudiera ser de utilidad.
- El análisis de las variables aportadas por los métodos propuestos debe ser interpretado con juicio clínico.
- El algoritmo propuesto puede ser utilizado en la conducta inicial o en lugares donde no exista TC, pero el estudio imaginológico debe ser realizado en cuanto sea posible.

Objetivos

- Brindar información general sobre los métodos de neuromonitorización no invasiva más utilizados en pacientes críticos.
- Ofrecer al lector recursos prácticos de conducta de acuerdo a las variables obtenidas en la neuromonitorización no invasiva.

Introducción

A lo largo del tiempo, han existido importantes avances en la fisiopatología del paciente neurocrítico, con implicaciones en el desarrollo de los métodos de neuromonitorización. A manera de pirámide, la exploración clínica en la base, que, aunque insustituible nos brinda signos de alarma tardíos. En los 60 del pasado siglo la medición de la presión intracraneal (PIC) fue un hito en la atención del neurocrítico; en los 70 el desarrollo de la tomografía axial computada (TC); en los 80 la monitorización metabólica y hemodinámica cerebral a través de la saturación yugular de oxígeno (SyO₂) y la ecografía Doppler transcraneal (DTC); y en los 90 la monitorización de la presión tisular de oxígeno (PtO₂) y la microdiálisis cerebral, métodos promisorios aunque no de expansión universal en todas las unidades de cuidados intensivos (UCI).

La utilización de lo que ha sido nombrado neuromonitoreo multimodal o multiparamétrico se centra en el objetivo de conocer los eventos fisiopato-

lógicos que intervienen en la génesis de la lesión cerebral secundaria. Su fundamento es que los cambios que se registran en más de un parámetro monitorizado deben ser priorizados desde el punto de vista de actuación diagnóstica – terapéutica.

La utilización de métodos no invasivos para monitorizar la PIC y/o aproximarnos a la situación metabólica y hemodinámica cerebral, ha sido una de las quimeras de los cuidados intensivos. La no invasividad eliminaría las principales complicaciones asociadas al método invasivo: el sangrado y la infección del sistema nervioso central; por otra parte, algunos de los métodos utilizados son menos costosos y usan equipos hospitalarios tradicionales, características que los hacen deseables para unidades de cuidados intensivos de países en desarrollo.

Entre los más conocidos se encuentran: el analizador de presión de fluido coclear por el desplazamiento de la membrana timpánica, monitorización de oxigenación tisular por espectroscopia

cercana al infrarrojo, fontanometría en neonatos, monitorización de la SyO_2 y la ecografía transcraneal en sus modalidades convencional o ciega (DTC) y duplex transcraneal codificado a color (DTCC).

Monitorización de la hemodinamia y metabolismo cerebral por determinación de la saturación yugular de oxígeno en el golfo yugular

La técnica descrita por Gibbs et al en 1942 consiste en el análisis de sangre arterial periférica y de sangre venosa tomada en el golfo yugular con el objetivo de cuantificar la relación transporte - extracción - consumo de elementos como oxígeno, glucosa y lactato para así estimar patrones de metabolismo y flujo cerebral. La cateterización retrograda de la yugular se realizaba a ciegas por método de referentes anatómicos, con la posibilidad de eventos adversos asociados a la punción del vaso. Hoy en día con la utilización de la cateterización vascular ecoguiada en tiempo real se facilita el proceder.

De forma práctica se prefiere colocarlo en el lado afectado en caso de lesiones focales o en el lado derecho en lesiones difusas, por ser el lado dominante con mayor frecuencia. Una vez colocado el catéter se debe comprobar la posición correcta de la punta, justo por delante de la apófisis mastoi-

des, o por encima del espacio intervertebral C1-C2. Las determinaciones sanguíneas de arteria periférica y sangre yugular deben realizarse por lo menos una vez al día y ante cambios en el estado del paciente. Las variables más importantes para una evaluación metabólica - hemodinámica, son: SyO_2 y saturación arterial de oxígeno (SaO_2) para calcular la extracción cerebral de oxígeno (ECO) mediante la fórmula. $ECO = SaO_2 - SyO_2$. El análisis de estas variables permite clasificar la situación hemodinámica y metabólica cerebral (relación flujo sanguíneo cerebral [FSC] - metabolismo cerebral) en tres patrones: hipoperfusión cerebral (caracterizado por FSC que no supe los requerimientos del metabolismo); normal (adecuado acoplamiento FSC - metabolismo) e hiperémico (caracterizado por FSC por encima de los requerimientos del metabolismo) y facilitar conductas, Tabla 1.

Monitorización de la hemodinamia cerebral por ecografía Doppler transcraneal

La introducción de la ecografía Doppler transcraneal convencional (DTC) en 1982 por Rune Aaslid representó un paso importante para el estudio de la hemodinamia cerebral de forma no invasiva y a la cabecera del paciente. A través de tres ventanas de exploración (transtemporal, transorbitaria y transoccipital) se pueden insonar los vasos cerebrales que constituyen el polígono de Willis, con la utilización de un transductor de baja frecuencia (2 MHz de Doppler pulsado). Una cuarta ventana permite valorar la hemodinamia de las arterias extracraneales, utilizando el mismo transductor.

Para la valoración del paciente proponemos la siguiente actuación: previo a la realización de la ecografía DTC se comprobará el cumplimiento de los siguientes prerrequisitos: cifras de presión arterial media (PAM) superior 65 mmHg; presión arterial de oxígeno (PO_2) entre 60 - 110 mmHg; presión de dióxido de carbono (PCO_2) entre 35 - 45 mmHg, temperatura corporal entre 35 - 38°C, cifras de hemoglobina (Hb) superior a 7 g/dL y saturación por pulsioximetría (SpO_2) superior 92 %. El estudio se realizará con el paciente en decúbito supino. Se procederá a la insonación de los vasos a explorar con un transductor de Doppler pulsado

de 2 MHz. El volumen de la muestra, la ganancia y el poder se mantendrán constantes durante la investigación. A través de la ventana temporal de forma bilateral se visualizarán los sonogramas de la arteria cerebral media (ACM) derecha e izquierda en profundidades entre 45 - 55 mm (con señal positiva, en dirección a la sonda). Se considerará asimetría entre las velocidades de flujo de ACM (bilateral) si la diferencia fuera mayor del 20 %. Al avanzar hasta 65 mm de profundidad se obtiene un espectro de flujo en doble sentido que corresponde a la bifurcación de la arteria carótida interna en ACM y arteria cerebral anterior (ACA). En ese punto dirigiendo el haz de ultrasonido levemente en sentido cefálico y hacia delante se encuentra la ACA (señal negativa, alejándose de la sonda).

La circulación posterior es evaluada a través de la ventana transforaminal, desde donde se accederá al Tronco basilar (80 - 120 mm) y arterias vertebrales (70 - 80 mm), ambas en señal negativa. En caso de mala ventana sónica, situación que puede presentarse hasta en 20 % de los casos, se puede insonar el Sifón carotideo (60 - 80 mm) a través de la ventana orbitaria, debién-

dose reducir la potencia por debajo de 20 % para evitar daño a estructuras oculares.

Para los pacientes con velocidades media de FSC elevadas, se explorará la porción extracranial distal de la arteria carótida interna (ACIe) ipsilateral, a través de la ventana submandibular a una profundidad entre 30-55 mm, con el transductor de 2 MHz en la modalidad de Doppler pulsado, con el objetivo de observar su velocidad media (vm) y calcular el índice de Lindegaard (cociente entre la vmACM y la vmACIe).

El registro de flujo (velocidad y morfología) debe mantenerse constante durante al menos 30 segundos por arteria insonada, antes de ser registrado y coleccionado los valores de los parámetros en estudio: velocidad sistólica (Vs), diastólica (Vd), media $[Vs + (2 \times Vd) / 3]$ e índice de pulsatilidad (IP). (Figura 1).

Los patrones hemodinámicos cerebrales para conductas de actuación e investigación son:

Normal: Se define por vmACM e IP dentro de los valores de referencia.

Ecografía dúplex transcraneal codificada en color

A finales de los 80 del siglo pasado y favorecido por los adelantos tecnológicos (en ecógrafos y transductores) se introduce en la población adulta la ecografía dúplex transcraneal codificada en color (DTCC), técnica que combina la adquisición de imágenes a color y espectrales por Doppler transcraneal junto con imágenes bidimensionales.

La ecografía DTCC es una técnica poco conocida y por ende subutilizada en medicina intensiva para la evaluación de pacientes neurocríticos.

Utilizando el mismo ecógrafo que se usa en la evaluación de los pacientes críticos, con el transductor sectorial empleado para ecocardiografía (1 – 5 MHz) se obtienen similares hallazgos a través de las ventanas de estudio que utiliza la ecografía convencional, con el agregado de imágenes bidimensionales de las distintas estructuras parenquimatosas cerebrales y la visualización por Doppler color de la vasculatura cerebral. Estas características descritas permiten determinar con

Evaluación de la desviación de la línea media

Para esta medición se utiliza la ventana transtemporal en el plano diencefálico. Se realiza una primera medida desde el centro del tercer ventrículo y perpendicular a su pared, hasta el inicio del haz ultrasónico, que se corresponde con el lado externo del cráneo (distancia A). Una ma-

Hipoperfusión o bajo flujo: Se define como una vmACM inferior a los valores de referencia, independientemente del IP.

Hiperémico: Se define como vmACM mayor que los valores de referencia, con índice de Lindegaard < 3 , independientemente del IP. El índice de Lindegaard se obtiene mediante el cociente entre la vmACM y la vmACIe.

Vasoespasm: Se define como una vmACM mayor que los valores de referencia, con índice de Lindegaard > 3 , independientemente del IP.

Alta resistencia: Se define como un IP mayor que los valores de referencia.

Paro circulatorio cerebral (PCC): Se define por el hallazgo de: flujo reverberante, espigas sistólicas aisladas o “desaparición” de flujos previamente detectados. Para certificar este diagnóstico, ambas ACM (circulación anterior) y la arteria basilar o las arterias vertebrales intracraneanas (circulación posterior) deben mostrar similares espectros.

En el algoritmo presentado al final del capítulo se proponen conductas de actuación de acuerdo al patrón encontrado.

mayor exactitud el vaso insonado y, por otra parte, realizar una corrección del ángulo de insonación, lo que se traduce en una medida más exacta de la velocidad del flujo.

De manera similar a la ecografía DTC, se recomienda iniciar el estudio colocando el transductor en la ventana transtemporal, describiéndose tres planos: mesencefálico, diencefálico y ventricular.

Al identificar los vasos por Doppler color y colocar el volumen de muestra del Doppler pulsado en los mismos, se obtienen similares espectros Doppler de velocidades de flujo que con la ecografía DTC, explicados previamente.

Mediante las imágenes bidimensionales que se obtienen con la ecografía DTCC se pueden identificar hallazgos patológicos relevantes para una evaluación de emergencia de pacientes neurocríticos. En este capítulo se presentan tres aplicaciones que pueden ser de utilidad práctica en la emergencia.

niobra idéntica se repite desde el lado contralateral (distancia B). La desviación de la línea media se determina con la fórmula matemática: $(A - B) / 2$ (Figura 2).

Las técnicas de medición descritas han sido validadas a través de estudios comparativos con TC.

Una desviación de la línea media mayor de 2,5 mm por DTCC se considera significativa y su utilidad pudiera ser principalmente para la valoración inicial de pacientes en centros de emer-

gencia sin disponibilidad de TC inmediata o en pacientes internados en las unidades de cuidados críticos con TC inicial realizada, para evaluar la necesidad de un nuevo estudio.

Medición del III ventrículo

La misma se realiza utilizando la ventana trans-temporal en el plano diencefálico. Una vez identificadas las paredes ventriculares, se congela y amplía la imagen en que mejor se visualizan las estructuras anatómicas. El valor máximo del diámetro del III ventrículo se determina situando los cursores de borde interno a borde interno de ambas líneas hiperecogénicas, (**Figura 2**).

Esta técnica es de interés para el seguimiento del diámetro ventricular principalmente en situaciones

como hemorragias intracraneales con posibilidad de hidrocefalia.

Seidel et al demostraron que las medidas obtenidas por ecografía DTCC desde la ventana trans-temporal de los diámetros del III ventrículo tenían una buena correlación con las tomadas por TC.

Los valores de normalidad tomados en voluntarios sanos fueron de $4,8 \pm 1,9$ mm en menores de 60 años y de $7,6 \pm 2,1$ mm en mayores de 60 años.

Estimación no invasiva de la presión intracraneal por ecografía de la vaina del nervio óptico

El nervio óptico, como estructura del sistema nervioso central está rodeado de líquido cefalorraquídeo (LCR) y por cubiertas meníngeas que forman la vaina del nervio óptico (VNO). Hansen H y Helmke K en 1997 describieron el impacto en el diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) dado por los cambios en la PIC. Esto es debido a que el aumento de la PIC se transmite al LCR del espacio subaracnoideo de la VNO, ensanchandola.

Para la medición del DVNO se utiliza un transductor lineal de 3 - 8 MHz. 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. De esta manera, la parte retrobulbar del nervio óptico se puede visua-

lizar en un plano axial que muestra la papila y el nervio óptico en su recorrido longitudinal.

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 VNO (**Figura 3**).

El umbral de predicción del DVNO para correlacionar con una PIC elevada se ha propuesto por algunos autores entre 5,7 y 5,9 mm, pero no existe un punto de corte uniforme en la literatura.

En la experiencia de los autores del presente capítulo, a través de una investigación en curso, los datos preliminares apuntan a un punto de corte de 6,9 mm para estimar $PIC \geq 20$ mmHg.

Conclusiones

La neuromonitorización no invasiva a través de la ecografía transcraneal en sus variantes DTC o DTCC, asociado a la determinación de la SyO2

permite una aproximación adecuada a la hemodinamia y metabolismo cerebral sin los eventos adversos de la neuromonitorización invasiva.

Lecturas recomendadas

- Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. J Neurosurg. 1982 Dec;57(6):769-74
- Abdo A, Castellanos R, Benítez Y, Suarez-López J, Machado RE, Gutiérrez JA, et al. Cateterización del golfo yugular guiada por ecografía en tiempo real. Rev Cub Med Int Emerg [revista en la Internet]. 2017 [citado 2018 Enero 22]; Vol.16;(2). Disponible en:

http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/217/html_90

- Abdo A, Castellanos R, Ruiz A, del Valle O, Benítez Y, Suarez-López J, et al. Ecografía dúplex transcraneal para la medición del diámetro del tercer ventrículo y desviación de la línea media. Rev Cub Med Int Emerg [revista en la Internet]. 2017 [citado 2018 Enero 22]; Vol.16;(4). Disponible en:

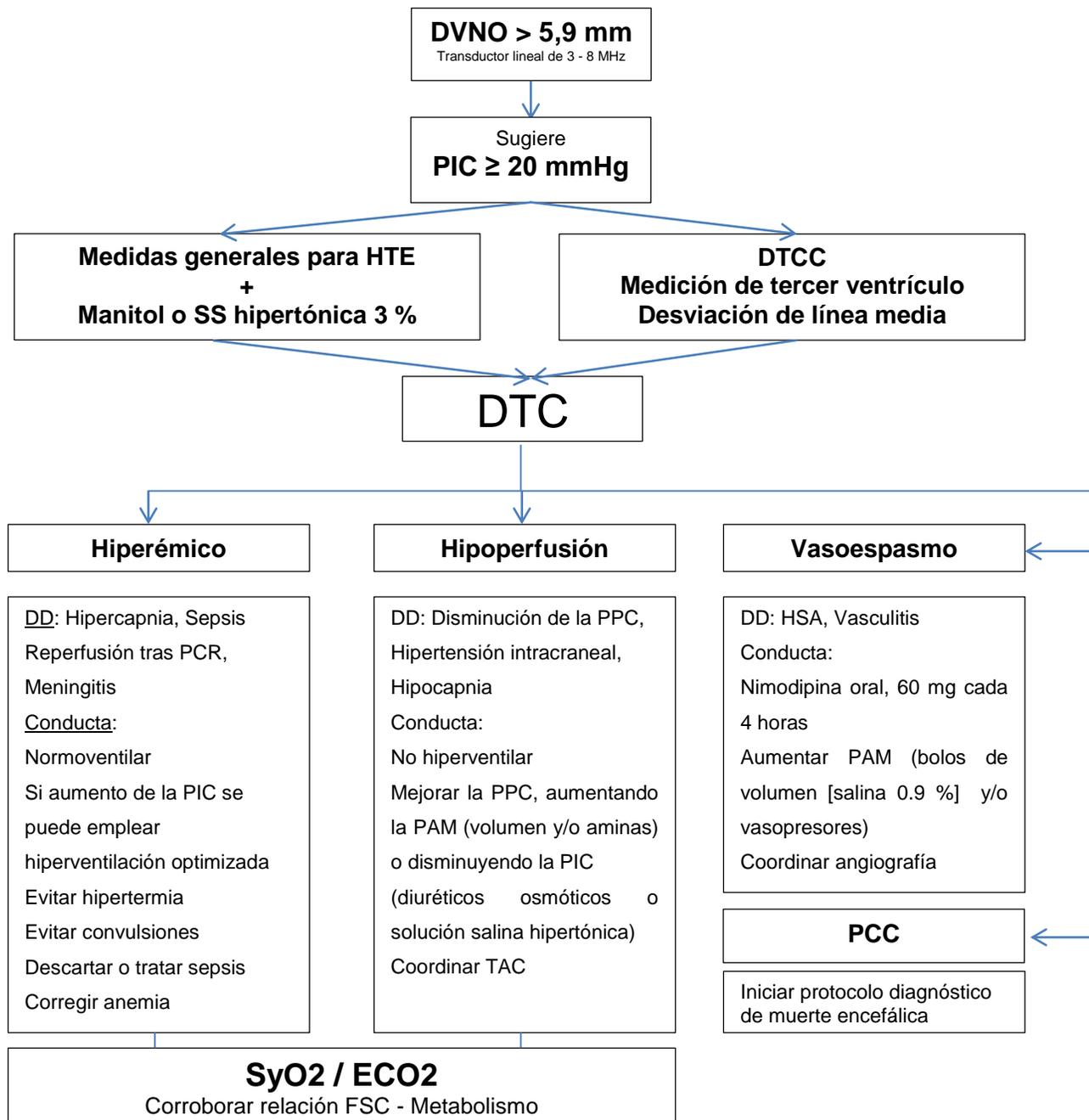
http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/21-30/html_123

- Bäuerle J, Nedelmann M. Sonographic assessment of the optic nerve sheath in idiopathic intracranial hypertension. *J Neurol*. 2011 Nov;258(11):2014-9
- Blanco P, Abdo-Cuza A. Transcranial Doppler ultrasound in the ICU: it is not all sunshine and rainbows. *Crit Ultrasound J*. 2018 Jan 16;10(1):2.
- Blanco P, Blaivas M. Applications of transcranial color-coded sonography in the emergency department. *J Ultrasound Med*. 2017 Jun;36(6):1251-1266.
- Blanco P, Matteoda M. Images in emergency medicine. Extra-axial intracranial hematoma, midline shift, and severe intracranial hypertension detected by transcranial color-coded duplex sonography. *Ann Emerg Med*. 2015 Feb;65(2):e1-2
- Blanco P. Ecografía en neurocríticos en Blanco P. *Ecografía en el enfermo crítico*; Ed: Elsevier; 2016
- Blanco P. Transcranial Color-Coded Duplex Sonography: Another Option Besides the Blind Method. *J Ultrasound Med*. 2016 Mar;35(3):669-71
- Calviello LA, de Riva N, Donnelly J, Czosnyka M, Smielewski P, Menon DK, Zeiler FA. Relationship Between Brain Pulsatility and Cerebral Perfusion Pressure: Replicated Validation Using Different Drivers of CPP Change. *Neurocrit Care*. 2017 Dec;27(3):392-400.
- D'Andrea A, Conte M, Scarafile R, Riegler L, Cocchia R, Pezzullo E, et al. Transcranial Doppler Ultrasound: Physical Principles and Principal Applications in Neurocritical Care Unit. *J Cardiovasc Echogr*. 2016 Apr-Jun;26(2):28-41.
- Fernández- Domínguez S, Martínez-Sánchez P, García-Rodríguez R, Mateos-Marcos V, Manuel-Valdeuza J. El eco-doppler color transcraneal en el estudio vascular cerebral. *Neurol Arg* 2012 ;4(3):132-143
- 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
- Kawoos U, McCarron RM, Auker CR, Chavko M. Advances in Intracranial Pressure Monitoring and Its Significance in Managing Traumatic Brain Injury. *Int J Mol Sci*. 2015 Dec 4;16(12):28979-97.
- Koziarz A, Sne N, Kegel F, Alhazzani W, Nath S, Badhiwala JH, et al. Optic nerve sheath diameter sonography for the diagnosis of increased intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis protocol. *BMJ Open*. 2017 Aug 11;7(8):e016194.
- Lazaridis C, Robertson CS. The Role of Multimodal Invasive Monitoring in Acute Traumatic Brain Injury. *Neurosurg Clin N Am*. 2016 Oct;27(4):509-17.
- Liu D, Li Z, Zhang X, Zhao L, Jia J, Sun F, et al. Assessment of intracranial pressure with ultrasonographic retrobulbar optic nerve sheath diameter measurement. *BMC Neurol*. 2017 Sep 29;17(1):188.
- Llompert-Pou JA, Abadal-Centellas JM, Palmer-Sans M, Pérez-Bárcena J, Casares-Vivas M, Homar-Ramírez J, et al. Monitoring midline shift by transcranial color-coded sonography in traumatic brain injury. A comparison with cranial computerized tomography. *Intensive Care Med*. 2004 Aug;30(8):1672-5
- Makarenko S, Griesdale DE, Gooderham P, Sekhon MS. Multimodal neuromonitoring for traumatic brain injury: A shift towards individualized therapy. *J Clin Neurosci*. 2016 Apr;26:8-13
- Robba C, Cardim D, Tajsic T, Pietersen J, Bulman M, Donnelly J, et al. Ultrasound non-invasive measurement of intracranial pressure in neurointensive care: A prospective observational study. *PLoS Med*. 2017 Jul 25;14(7):e1002356.
- Scherle-Matamoros CE. Comparación del diámetro del III ventrículo medido por dúplex transcraneal y tomografía computada de cráneo. *Rev Mex Neuroci* 2014; 15(4): 197-200
- Seidel G, Gerriets T, Kaps M, Missler U. Dislocation of the third ventricle due to space-occupying stroke evaluated by transcranial duplex sonography. *J Neuroimaging*. 1996 Oct;6(4):227-30
- Seidel G, Kaps M, Gerriets T, Hutzelmann A. Evaluation of the ventricular system in adults by transcranial duplex sonography. *J Neuroimaging*. 1995 Apr;5(2):105-8
- Senapathi TGA, Wiryananda M, Sinardja K, Nada KW, Sutawan IBKJ, Ryalino C, et al. Jugular bulb oxygen saturation correlates with Full Outline of Responsiveness score in severe traumatic brain injury patients. *Open Access Emerg Med*. 2017 Aug 28;9:69-72.
- Shimizu N, Gilder F, Bissonnette B, Coles J, Bohn D, Miyasaka K. Brain tissue oxygenation index measured by near infrared spatially

resolved spectroscopy agreed with jugular bulb oxygen saturation in normal pediatric brain: a

pilot study. Childs Nerv Syst. 2005 Mar;21(3):181-4.

Algoritmo para diagnóstico y conducta por neuromonitoreo no invasivo en pacientes críticos



Leyenda. DVNO: diámetro de la vaina de nervio óptico, PIC: presión intracraneal, HTE: hipertensión endocraneal, SS: solución salina, DTCC: duplex transcraneal codificado color, DTC: Doppler transcraneal convencional, DD: diagnóstico diferencial, PCR: parada cardiorespiratoria, PPC: presión de perfusión cerebral, PAM: presión arterial media, TC: tomografía axial computada, HSA: hemorragia subaracnoidea, PCC: parada circulatoria cerebral, SyO2: saturación yugular de oxígeno, ECO: extracción cerebral de oxígeno, FSC: flujo sanguíneo cerebral.

Tabla 1. Patrones de hemodinamia y metabolismo cerebral de acuerdo a variables de saturación yugular de oxígeno en golfo yugular

Variabes / Patrones	Hipoperfusión	Normal	Hiperemia
SyO ₂	< 55 %	55 – 75 %	> 75 %
ECO ₂	> 40 %	24 – 40 %	< 24 %
Conducta	Estabilizar Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , PIC, PAM; disminuir demandas metabólicas, normoventilación		Si aumento de PIC: hiperventilación optimizada Descartar sepsis
Precaución	Evitar fiebre y/o convulsiones		Lesiones isquémicas extensas, alta afinidad de la Hb por oxígeno y contaminación extracraneal en muerte encefálica

SyO₂: saturación yugular de oxígeno, ECO₂: extracción yugular de oxígeno, Hb: hemoglobina, PaO₂: presión arterial de oxígeno, PaCO₂: presión arterial de dióxido de carbono, PIC: presión intracraneal, PAM: presión arterial media

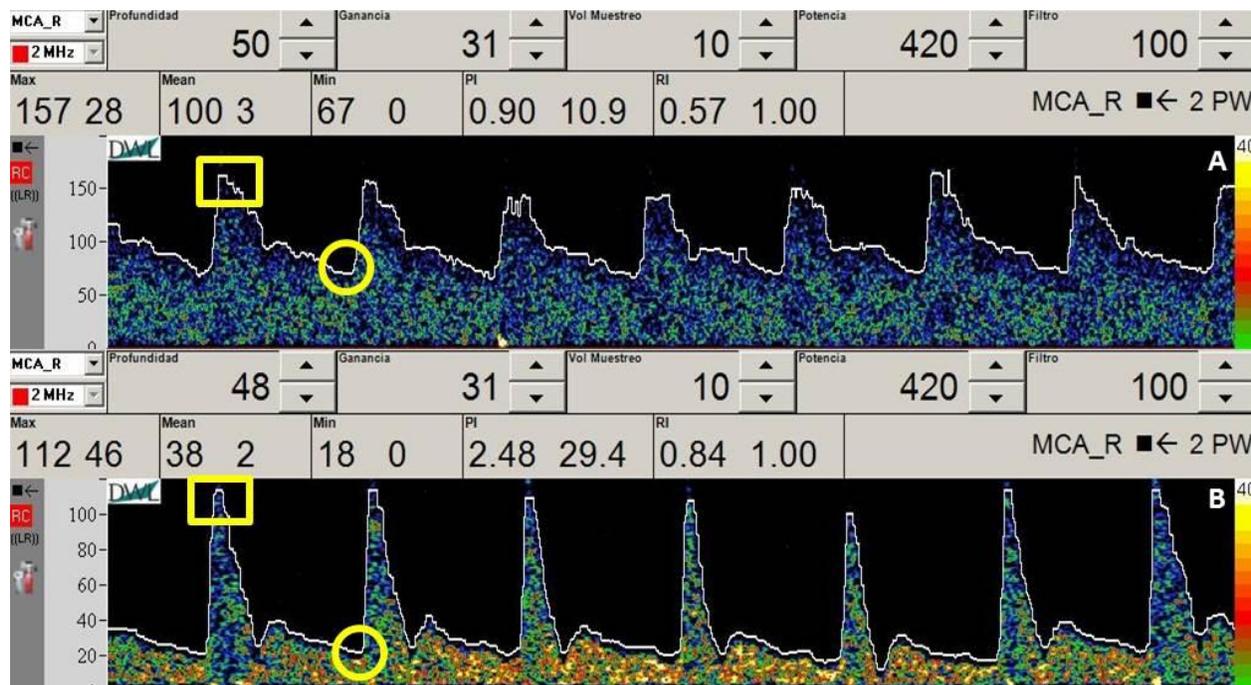


Figura 1. Espectrograma y sus componentes. Se observan espectros Doppler sobre el canal anterógrado. Se identifica una velocidad máxima (Max) o pico sistólico (cuadro amarillo), de 157 cm/s en A y 112 cm/s en B; una velocidad mínima (Min) o diastólica (circulo amarillo), de 67 cm/s en A y 18 cm/s en B y una velocidad media (Vm) o Mean de 100 cm/s en A y 38 cm/s en B. El índice de pulsatilidad (PI) es calculado mediante la fórmula $V_s - V_d / V_m$, de 0,90 en A y 2,48 en B; y el índice de resistencia (RI) mediante la fórmula $V_s - V_d / V_s$, de 0,57 en A y 0,84 en B. La profundidad es de 50 mm en A y 48 mm en B, correspondiente a la exploración de la arteria cerebral media. Es posible observar otros parámetros, como la ganancia, volumen de la muestra, potencia y la frecuencia del transductor (2 MHz). **A.** Patrón compatible con elevada velocidad de flujo sanguíneo cerebral, que debe diferenciarse por Índice de Lindegaard entre hiperemia o vasoespasmos. **B.** Patrón compatible con hipoperfusión cerebral.

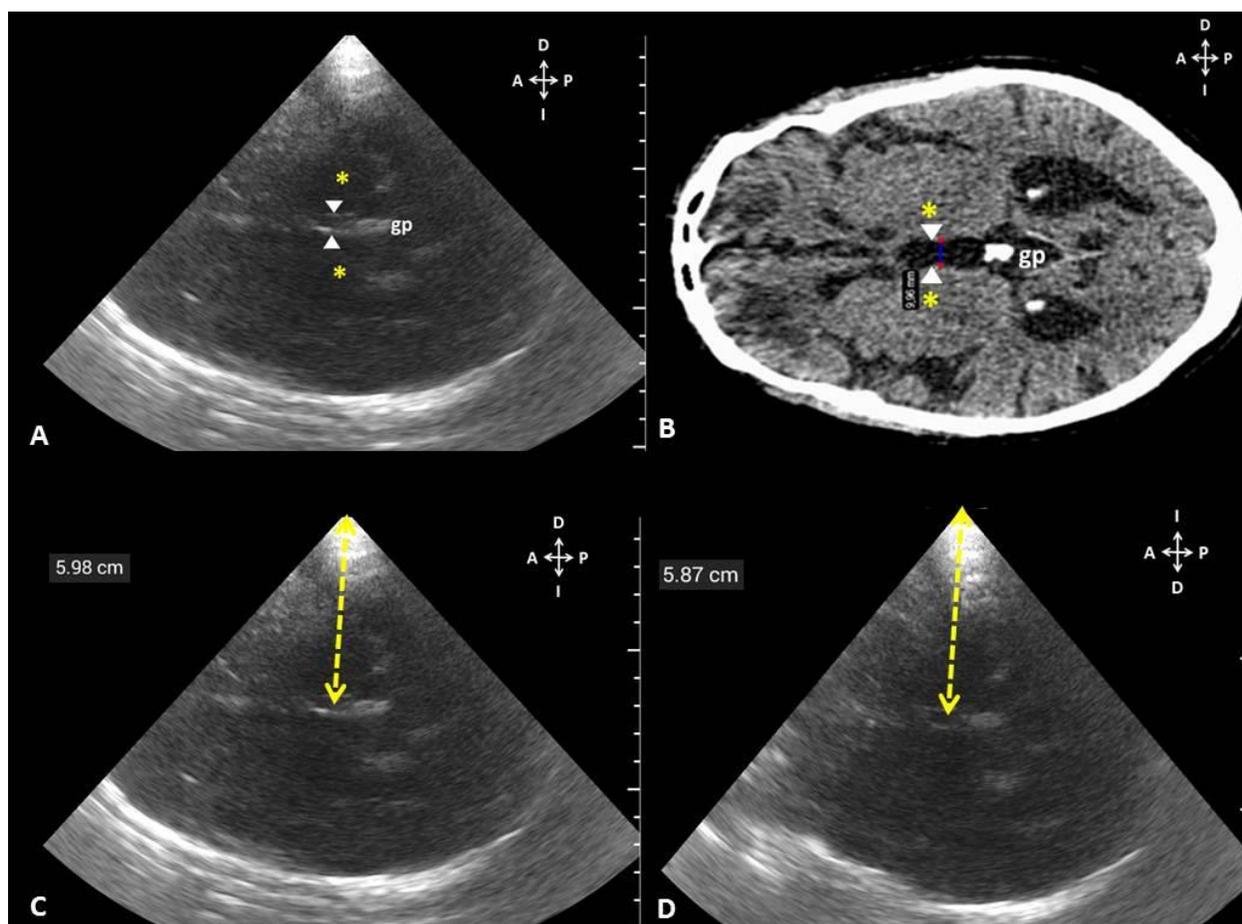


Figura 2. **A** Ecografía dúplex transcraneal en plano diencefálico a través de ventana transtemporal donde se visualiza el tercer ventrículo (líneas hiperecogénicas limitadas por las dos flechas blancas); glándula pineal (gp) calcificada y ambos tálamos (asteriscos). **B.** Corte topográfico axial donde se visualizan las mismas estructuras para referencias. **C.** Medición “A” desde el centro del tercer ventrículo y perpendicular a su pared, hasta el lado externo del cráneo, de 59,8 mm (ventana transtemporal derecha). **D.** Una maniobra idéntica se repite en el lado contralateral (Medición “B”: 58,7 mm). La desviación de la línea media se determina con la fórmula matemática: $(A - B)/2 = 0,55$ mm.

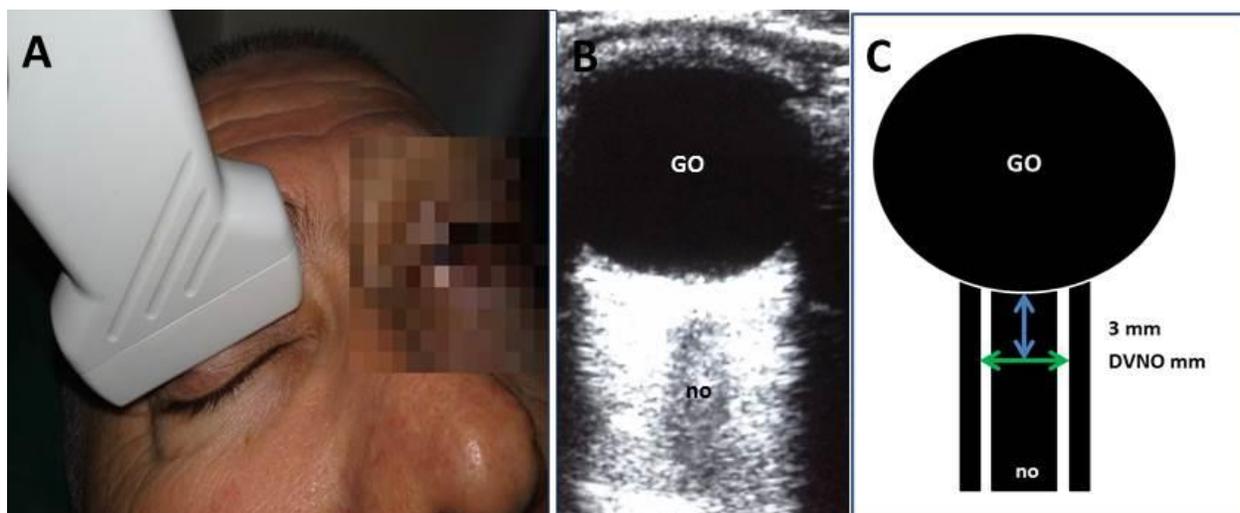


Figura 3. Ecografía del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO). **A.** Técnica: Transductor lineal, en plano transversal o axial. **B.** Ecografía correspondiente. **C.** Esquema representativo de la metodología. GO: globo ocular, no: nervio óptico. Como se muestra en C., la medición del DVNO debe realizarse 3 mm posterior a la papila, de borde externo a borde externo de la duramadre (ecogénica), sin incluir el artefacto hipocogénico que rodea a esta última.

¹ Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas. La Habana, Cuba.

² Hospital Hermanos Ameijeiras. La Habana, Cuba.

No se declara conflicto de interés.

Recibido: 22 de diciembre de 2017

Aprobado: 15 de enero de 2018

Publicado: Vol. 17, suplemento. 1(2018)

Correspondencia: Dr.C Anselmo A. Abdo Cuza. Hospital CIMEQ. La Habana. Cuba.

Email: aaabdo@infomed.sld.cu

El autor declara que:

El profesor Dr. Luis Rafael Moscote Salazar, neurocirujano de la Universidad de Cartagena, Colombia y editor principal del proyecto de libro "Atención de pacientes neurocríticos", tuvo la amabilidad de autorizar la publicación del presente capítulo en Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias, escrito por el autor cubano Anselmo A. Abdo Cuza.
