



Caso clínico

Alteraciones en el flujograma de la arteria carótida común y arteria carótida interna extracraneal en dos pacientes con muerte cerebral

Alterations in the flowchart of the common carotid artery and extracranial internal carotid artery in two patients with brain death

Jorge López-Fermín, Carlos Mendiola-Villalobos, Gabriela A Bautista-Aguilar, Raúl A González-Toribio, Ernesto Deloya-Tomás, Orlando R Pérez Nieto

Departamento de Medicina Crítica, Hospital General de San Juan del Río. Querétaro. México.

Citar como: López-Fermín J, Mendiola-Villalobos C, Bautista-Aguilar GA, González-Toribio RA, Deloya-Tomás E, Pérez NOR. Alteraciones en el flujograma de la arteria carótida común y arteria carótida interna extracraneal en dos pacientes con muerte cerebral. *Neurol Neurocir Psiquiatr.* 2023; 51 (1): 30-33. <https://dx.doi.org/10.35366/111042>

RESUMEN

Introducción: la muerte cerebral es el cese irreversible y permanente de las funciones del tallo encefálico y encéfalo, consecuencia de la ausencia de flujo sanguíneo cerebral. Las unidades hospitalarias de recursos limitados tienen el inconveniente de no contar con transductor sectorial, software necesario ni personal entrenado para la realización del Doppler transcraneal, por lo que una alternativa podría ser la evaluación de la arteria carótida interna en la región extracraneal y la carótida común, para lo que únicamente se requiere un transductor lineal con Doppler pulsado y menor entrenamiento. **Objetivo:** describir los cambios en el flujograma de la arteria carótida interna en la región extracraneal y la carótida común en pacientes con muerte cerebral. **Presentación de los casos:** con base en el consenso de guías CARE, se incluyen dos pacientes con diagnóstico de muerte cerebral ingresados en la unidad de cuidados intensivos, donde evaluamos cambios en el flujograma de la arteria carótida interna en la región extracraneal y la carótida común. **Resultados:** se describen hallazgos ecográficos a nivel de la carótida común y la arteria carótida interna en la región extracraneal, picos sistólicos anterógrados de baja velocidad y ondas diastólicas retrógradas de velocidad aún menor compatibles con el diagnóstico de muerte cerebral. **Conclusión:** el ultrasonido (USG) Doppler de la arteria carótida interna en la región extracraneal y carótida común podría utilizarse para el abordaje diagnóstico de muerte cerebral en unidades hospitalarias de recursos limitados. Se requieren más estudios para validar su utilidad.

ABSTRACT

Introduction: brain death is the irreversible and permanent cessation of brain stem and brain functions, a consequence of the absence of cerebral blood flow. Hospital units with limited resources have the disadvantage of not having a sector transducer, the necessary software, or trained personnel to perform the transcranial doppler, so an alternative could be the evaluation of the internal carotid artery in the extracranial region and the common carotid, for which only a linear transducer with pulsed Doppler and less training is required. **Objective:** to describe the changes in the flowchart of the internal carotid artery in the extracranial and common carotid regions in patients with brain death. **Presentation of cases:** based on the consensus of CARE guidelines, two patients with a diagnosis of brain death admitted to the Intensive Care Unit were included, where we evaluated changes in the flowchart of the internal carotid artery in the extracranial and common carotid regions. **Results:** ultrasound findings are described at the level of the common carotid and the internal carotid artery in the extracranial region, low velocity antegrade systolic peaks and even slower retrograde diastolic waves compatible with the diagnosis of brain death. **Conclusion:** Doppler ultrasound of the internal carotid artery in the extracranial and common carotid region could be used for the diagnostic approach of brain death in hospital units with limited resources. More studies are required to validate its usefulness.

Recibido: 27/12/2022. Aceptado: 23/02/2023.

Correspondencia: Jorge López-Fermín
San Juan del Río, Querétaro, México.
E-mail: salemcito1@gmail.com



Palabras clave: muerte cerebral, muerte encefálica, arteria carótida interna, arteria carótida común, traumatismo craneoencefálico, ultrasonido Doppler.

Keywords: brain death, encephalic death, internal carotid artery, common carotid artery, head injury, Doppler ultrasound.

INTRODUCCIÓN

El Doppler transcraneal (DTC) es un método de diagnóstico confirmatorio para muerte cerebral (MC) en algunos países, con las limitantes de que en algunas unidades hospitalarias de recursos limitados no cuentan con transductor sectorial, software necesario ni personal entrenado para su realización. La examinación de los flujos sanguíneos cerebrales por DTC fue descrito por Aaslid y colaboradores en 1982, con un transductor de 2-2.5 MHz y Doppler pulsado (PW) en una ventana transtemporal que localiza la arteria cerebral media a una profundidad entre 40 y 65 mm.¹ El DTC es una alternativa no invasiva, reproducible, económica, que no requiere movilización del paciente, validada para el diagnóstico de paro de la circulación cerebral (PCC), con la ventaja de poder realizar el diagnóstico de forma temprana.^{2,3}

El PCC es la última etapa en la evolución de la hipertensión intracraneal (HIC), y se acompaña de cambios progresivos en el flujograma del PW. El flujo normal de la circulación cerebral es continuo y unidireccional, presenta ondas sistólica y diastólica, siendo de mayor velocidad la primera. En la HIC se produce resistencia al flujo sanguíneo cerebral (FSC), por lo cual disminuyen las velocidades de flujo hasta su ausencia en todos los vasos sanguíneos cerebrales.^{4,5}

Patrones diagnósticos de MC por DTC. En la MC pueden observarse los siguientes patrones de flujo en el DTC: 1) oscilación sistólica y diastólica con flujo sistólico anterógrado y diastólico retrógrado debido a una obstrucción distal, 2) espigas sistólicas de duración menor de 200 ms con velocidad menor de 100 cm/s sin señal de flujo en el resto del ciclo y 3) ausencia de flujo en las arterias cerebrales (*Figura 1*),^{3,5,6} que de encontrarse en todas las arterias de la base del cráneo correlacionan con amputación del FSC en la arteriografía cerebral con 100% de especificidad.¹

Uso de ultrasonido Doppler carotídeo en muerte encefálica. El estudio Doppler de la ACC se realiza con un transductor lineal con frecuencia de 7-14 MHz en modo bidimensional y posteriormente con PW, con el cual se evalúa el espectro de la velocidad de flujo diastólica y sistólica. El espectro Doppler de la ACC es monofásico, con un componente diastólico bien delimitado y con un patrón de bajas resistencias y una velocidad sistólica máxima no mayor de 100 cm/s.^{7,8}

El primer estudio de Doppler carotídeo en MC se realizó en 1974 por Yoneda y colaboradores, quienes

reportaron una serie de 10 casos de MC con ausencia de flujo por angiografía cerebral y ausencia de actividad eléctrica en electroencefalograma, en los cuales observaron flujo reverso en las arterias carótidas extracraneales.⁹ En 1994 Mehrdad y su equipo describieron una serie de 17 pacientes pediátricos con diagnóstico clínico y electroencefalográfico de MC, en quienes se encontraron flujo diastólico retrógrado en la ACC y ACIe con una especificidad de 100% y una sensibilidad de 71.4% ($p = 0.01$) para el diagnóstico.¹⁰ En 2018 Conti y colegas analizaron 184 casos de MC, en los cuales se insonó la región extracraneal de la arteria carótida interna (ACI) con especificidad de 100% e incremento de la sensibilidad al conjuntar con DTC de 82.1 a 88% para este diagnóstico.¹¹

PRESENTACIÓN DE LOS CASOS

Con base en el consenso de guías CARE se desarrolla un reporte de caso observacional y descriptivo. Se incluyen dos pacientes con diagnóstico de muerte cerebral ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de San Juan del Río, donde evaluamos, con un equipo de ecografía Venue R2 General Electric 2.0 empleando un transductor lineal de 7.5 Hz y PW, cambios en el flujograma de la arteria carótida interna en la región extracraneal (ACIe) y la carótida común (ACC). Presentamos dos casos de MC confirmada con evidencia de alteraciones en el patrón del ultrasonido Doppler en la ACC y ACIe.

Caso 1. Hombre de 17 años que es traído por personal prehospitalario a la sala de emergencias el 19 de diciembre de 2021 tras sufrir un accidente de motocicleta con diagnóstico de lesión cerebral traumática. A su ingreso presenta pupilas de 4 mm de diámetro y reflejo fotomotor disminuido con un puntaje en la escala de coma de Glasgow de 7, se realiza secuencia de intubación rápida y ventilación mecánica invasiva, en la tomografía de cráneo se observa un hematoma epidural parietoccipital derecho que desvía la línea media hasta 10 mm más hemorragia cerebelosa derecha con compresión del tallo cerebral. El estudio de gases arteriales se reporta un pH de 7.5 y presión parcial de dióxido de carbono arterial de 21 mmHg. El día 20 de diciembre presenta midriasis bilateral y ausencia de reflejo fotomotor, por lo que se inicia protocolo de MC, se retira la sedación y se realiza DTC, en el cual se observa ausencia de flujo en el polígono de Willis en ventana transtemporal bilateral por dos observadores entrenados,

posteriormente se realizó un ultrasonido Doppler en ACC y ACIe observando espigas sistólicas de 45 cm/s con patrón oscilante y ausencia de flujo diastólico (Figura 2). La MC se corroboró por angiotomografía cerebral. Los familiares no aceptan donación de órganos, por lo que se retira el soporte multiorgánico.

Caso 2. Mujer de 63 años con antecedente de diabetes e hipertensión arterial sistémica, admitida en la unidad de cuidados intensivos (UCI) el 30 de noviembre de 2021 por COVID-19 crítico con síndrome de distrés respiratorio agudo severo. La paciente fue sometida a traqueostomía el día 17 de diciembre por ventilación prolongada y ese mismo día presenta secreciones bronquiales abundantes y coágulos que ocasionan obstrucción en la vía aérea y arresto cardiaco por hipoxia por aproximadamente cuatro minutos, posterior al retorno de la circulación espontánea presenta hipoxemia sostenida con saturación de oxígeno arterial (SpO₂) de 80% a pesar de una fracción inspirada de oxígeno al 100% y presión positiva al final de la espiración de 8 cmH₂O. La paciente es encontrada durante la guardia nocturna del 20 de diciembre con midriasis bilateral de 8 mm de diámetro sin reflejo fotomotor, por lo que se inicia protocolo para

descartar MC. Se realiza USG en la ACC, observando espigas sistólicas con velocidad de 45 cm/s y patrón oscilante con ausencia de flujo diastólico, posteriormente se realiza DTC, en el cual se observa ausencia de flujo en el polígono de Willis y circulación posterior corroborando la MC (Figura 3). La paciente no es candidata a donación de órganos por disfunción multiorgánica, por lo que se suspende el soporte de vida.

DISCUSIÓN

Durante el abordaje diagnóstico de MC por DTC pueden encontrarse las siguientes dificultades: 1) hasta en 15% de los casos presentan una ventana transtemporal desfavorable que dificulta o impide la visualización de las arterias cerebrales, 2) la falta de equipos de USG con transductor sectorial o especial para el DTC en los servicios de urgencias y terapia intensiva, y 3) falta de personal capacitado para su realización.

En los casos expuestos anteriormente identificamos imágenes con patrones ecográficos similares a los descritos por Yoneda y colaboradores observando en el espectro Doppler flujo diastólico retrógrado a nivel sólo de la ACC, a

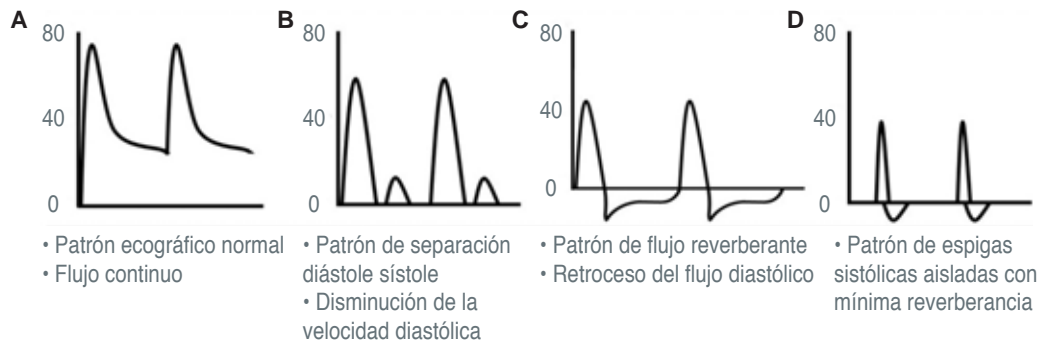


Figura 1: Patrones ecográficos del flujograma del Doppler transcraneal en muerte cerebral. **A)** Patrón ecográfico normal con flujo continuo. **B)** Patrón de separación de diástole-sístole con disminución de la velocidad diastólica. **C)** Patrón de flujo reverberante con retroceso del flujo diastólico. **D)** Patrón de espigas sistólicas aisladas con mínima reverberancia.

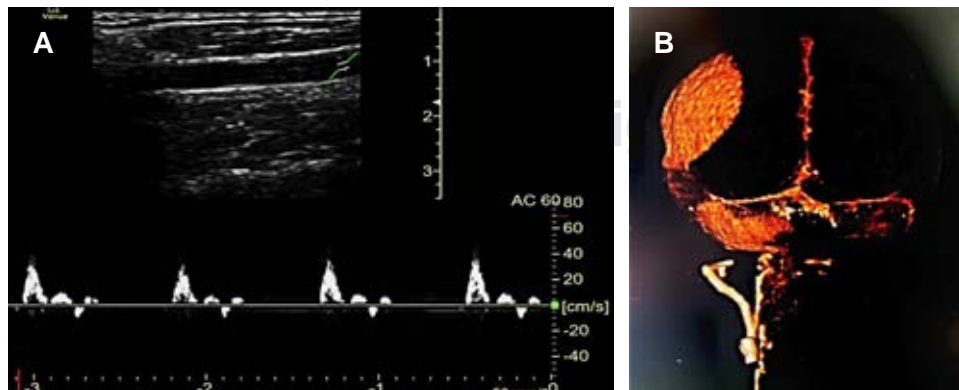


Figura 2:

A) Doppler en arteria carótida común y arteria carótida interna en la región extracraneal, donde pueden observarse espigas sistólicas de 45 cm/s con patrón oscilante y ausencia de flujo diastólico. **B)** Imagen de angiotomografía en la que se observa cese de la circulación cerebral a nivel carotídeo que confirma diagnóstico de muerte cerebral.

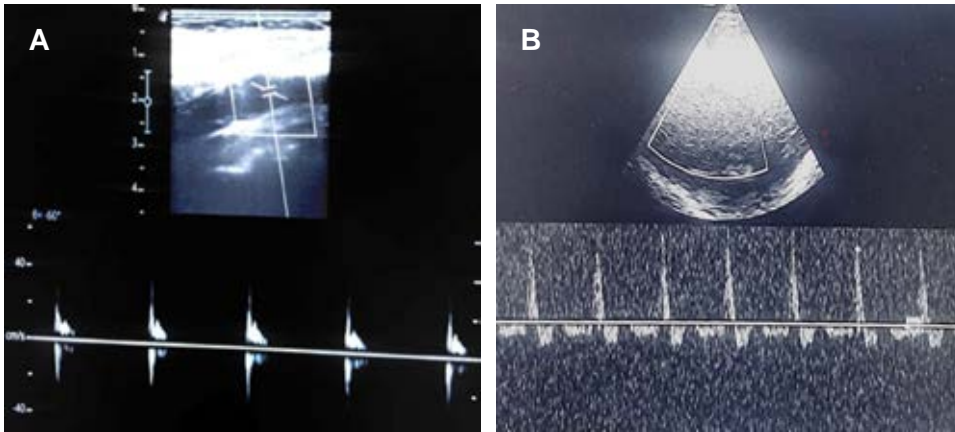


Figura 3:

A) Ultrasonido en la arteria carótida común, donde encontramos espigas sistólicas con velocidad de 45 cm/s y patrón oscilante con ausencia de flujo diastólico. **B)** Se realiza Doppler transcraneal en el cual se observa ausencia de flujo en el polígono de Willis y circulación posterior que corrobora la muerte cerebral.

diferencia de Mehrdad y su equipo que también analizaron la ACle aumentando la sensibilidad para el diagnóstico de MC. En nuestros casos corroboramos el patrón descrito de forma bilateral a nivel de las ACC y las ACle encontrando picos sistólicos anterógrados de baja velocidad y ondas diastólicas retrógradas de velocidad aún menor.

El USG Doppler de las arterias carótidas a nivel cervical podría desempeñar un papel valioso en el diagnóstico de MC en hospitales de recursos limitados por su rapidez, seguridad, menor costo, accesibilidad y reproducibilidad a la cabecera del paciente; sin embargo, se sugiere la necesidad de corroborar también la ausencia de flujo de las arterias vertebrales que irrigan la parte posterior del encéfalo; no obstante, la posibilidad de preservar las funciones encefálicas sólo con la circulación posterior es prácticamente nula. Pocos estudios han correlacionado el USG Doppler carotídeo a nivel extracraneal con el DTC para el diagnóstico de MC, por lo que lo consideramos un área de oportunidad para futuras investigaciones.

CONCLUSIÓN

El USG Doppler de la ACle y ACC podría utilizarse para el abordaje diagnóstico de MC en unidades hospitalarias de recursos limitados. Se requieren más estudios para validar su utilidad.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro profundo agradecimiento a todo el personal de salud involucrado en la atención del paciente en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de San Juan del Río, al personal de procuración orgánica y a las familias de los pacientes involucrados.

REFERENCIAS

1. Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg.* 1982; 57 (6): 769-774. doi: 10.3171/jns.1982.57.6.0769.
2. Consensus Group on Transcranial Doppler in Diagnosis of Brain Death. Latin American consensus on the use of transcranial Doppler in the diagnosis of brain death. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2014; 26 (3): 240-252. doi: 10.5935/0103-507x.20140035.
3. Mimenza-Alvarado A, Sánchez-Hernández JJ, Cantú-Brito C, García-Perales C. Detección de paro circulatorio cerebral mediante Doppler transcraneal. Implicaciones en la confirmación de la muerte cerebral. *Revista Mexicana de Neurociencia.* 2010; 11 (4): 311-316.
4. Flowers WM Jr, Patel BR. Persistence of cerebral blood flow after brain death. *South Med J.* 2000; 93 (4): 364-370.
5. Roldán JD, Fernández MR, Alfaro G, Chacón JB. Sonografía Doppler transcraneal: su utilidad en el diagnóstico de la parada circulatoria cerebral que acompaña a la muerte encefálica. *Med Intensiva.* 2000; 24 (4): 151-160.
6. Pedicelli A, Bartocci M, Lozupone E, D'Argento F, Alexandre A, Garrignano G et al. The role of cervical color Doppler ultrasound in the diagnosis of brain death. *Neuroradiology.* 2019; 61 (2): 137-145.
7. Squarcia M. Experto en ecografía Doppler. Módulo 2. Capítulo 3. Ed. Panamericana; 2017.
8. Yoneda S, Nishimoto A, Nukada T, Kuriyama Y, Katsurada K. To-and-fro movement and external escape of carotid arterial blood in brain death cases. A Doppler ultrasonic study. *Stroke.* 1974; 5 (6): 707-713.
9. Yesenko SL, Gornik HL, Henion D, Bartholomew JR. Findings of brain death with the use of carotid duplex ultrasonography. *J Vasc Ultrasound.* 2008; 32 (3): 152-156. doi: 10.1177/154431670803200309.
10. Jalili M, Crade M, Davis AL. Carotid blood-flow velocity changes detected by Doppler ultrasound in determination of brain death in children. A preliminary report. *Clin Pediatr (Phila).* 1994; 33 (11): 669-674.
11. Conti A, Iacopino DG, Spada A, Cardali SM, Giusa M, La Torre D et al. Transcranial Doppler ultrasonography in the assessment of cerebral circulation arrest: improving sensitivity by transcervical and transorbital carotid insonation and serial examinations. *Neurocrit Care.* 2009; 10 (3): 326-335.