

## Doppler transcraneal en Cuidados Intensivos Neurológicos

Dr. Andrey Kostin\*

\* Neurólogo. Fundación Clínica Médica Sur. Instituto Nacional de Cardiología «Ignacio Chávez»

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/rma>

El Doppler transcraneal (DTC) en la actualidad es ampliamente usado para la evaluación del sistema arterial intracraneal en la mayoría de las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI).

En la actualidad existen tres tipos de equipos para realizar este estudio. El Doppler transcraneal «a ciego» donde se usa paralelamente al análisis espectral del flujo sanguíneo de las arterias del polígono de Willis de la base del cerebro, en donde se analizan aproximadamente 15 mil velocidades durante un ciclo cardíaco a base del análisis espectral y la transformación matemática de Fourier. Otro equipo DTC es denominado Doppler modo M (*power motion-mode*) donde se combina el análisis espectral del flujo sanguíneo con aproximadamente 32 volúmenes de muestra solapados, que registran simultáneamente la intensidad y dirección de cualquier señal del flujo sanguíneo en un segmento intracraneal de más de 9 cm. La utilización del modo M es la técnica más sencilla de DTC, incluso por personal poco experimentado. El tercer método DTC es Doppler a color y puede realizarse usando cualquier equipo ecocardiográfico, con el mismo transductor de entre 2.0-2.5 Mhz y «*preset*» para DTC. En estos equipos modernos se pueden usar nuevas modalidades como Doppler de poder y postprocesamientos especiales electrónicos para delinear mejor la imagen vascular.

Con la palabra clave «Doppler transcraneal» en PubMed (MEDLINE y EMBASE) actualmente puedes encontrar más de nueve mil publicaciones, mismas que incrementan día a día. Este método es fácilmente reproducible, sobre todo a «ciego» y se relaciona con una condición única en la mayoría de los humanos, ya que el trayecto de la arteria cerebral media va directamente hacia transductor

de DTC, mientras se use la ventana temporal con ángulo de 30 grados.

La limitación del estudio es que en el 5-20% de los pacientes no se pueden atravesar las ventanas temporales con el ultrasonido. La visualización de las arterias mayores ocurre en más del 90% de los hombres, pero es menor en las mujeres debido a la mayor prevalencia de hiperostosis.

Las aplicaciones del DTC en UTI pueden ser habituales (señaladas por El Subcomité de Terapéutica y Tecnología de la Academia Americana de Neurología) y algunas aplicaciones no habituales<sup>(1)</sup>.

Actualmente<sup>(2)</sup> el DTC tiene una aplicación claramente demostrada en el manejo de las siguientes situaciones:

- La detección de vasoespasmos en HSA (aumento de la velocidad de flujo)
- La detección no invasiva de ateromatosis intracraneal en el adulto (aumento focal de la velocidad de flujo) o hemoglobinopatías en el niño.
- Monitoreo intraoperatorio (detección de microémbolos) en cirugía cardiovascular o endarterectomía carotídea.
- En el diagnóstico de muerte encefálica como método complementario.

La utilidad en la evaluación de malformaciones arteriovenosas, aneurismas, y diagnóstico de estenosis carotídea si bien demostrada, no agrega un valor mayor al de otros estudios igualmente necesarios para la toma de decisiones (angiografía digital y/o angiografía por resonancia magnética).

Las piezas centrales del estudio DTC en UTI son la facilidad de medición de la presión intracraneana (PIC) por

ultrasonido DTC y de la vaina del nervio óptico, la detección del cambio fásico del flujo sanguíneo intracerebral durante la estancia del paciente en UTI y la valoración de autorregulación del flujo sanguíneo cerebral estática y dinámica.

### **VALORACIÓN DE PIC POR ULTRASONIDO DOPPLER TRANSCRANEAL Y ULTRASONIDO DE LA ÓRBITA Y DE VAINA DEL NERVIÓ ÓPTICO**

El valor de los índices de resistencia vascular periférica, sobre todo del índice de pulsatilidad (IP) se relaciona con varios estados patológicos; su valor normal de baja resistencia es entre 0.6-1.1. Por ejemplo, una muy baja pulsatilidad ( $IP < 0.6$ ) se asocia con vasoespasmo, hiperemia o estenosis de grado alto. La alta pulsatilidad (IP entre 1.2-1.6) se asocia con hipertensión intracraneana (HIS) moderada o microangiopatía. Y muy alta pulsatilidad (IP entre 1.7-3) testifica HIS intensa, y valores de IP mayores de 3 se correlacionan estrictamente con presión intracraneana y asistolia cerebral.

Bellner<sup>(3)</sup> encontró correlación estadísticamente significativa entre PIC, presión de perfusión e IP ( $p < 0.0001$ ), sobre todo si el IP se acerca al valor de 3. Aparte encontró desviación promedio  $\pm 4.2$  mmHg, comparando con otros métodos de medición de PIC invasivos. Aunque otras publicaciones no encontraron tal correlación, la ecuación ofrecida para la medición de PIC ( $PIC = 10.927 \times PI - 1.284$ ) con desviación promedio entre  $\pm 3.2-12$  mmHg es aceptable. Recientemente, Marek Crosnyka y Vera ofrecieron un método de medición de PIC no invasiva que no requiere calibración y de comparación durante 60 segundos de la onda de Doppler transcraneal y de la onda de presión de la arteria radial con exactitud  $\pm 5$  mmHg.

La medición de diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) con ultrasonido bidimensional y transductor lineal de 7.5 Mhz para detección de PIC mayor de 20 mmHg, con valor del corte del DVNO mayor a 0.48 mm con sensibilidad y especificidad 96 y 94% respectivamente<sup>(4)</sup>.

### **DOPPLER TRANSCRANEAL Y MUERTE CEREBRAL**

La sensibilidad de DTC como prueba confirmatoria de muerte cerebral es de aproximadamente 98%; existen ya consensos y guías para tal aplicación usando parámetros de asistolia cerebral antes descrita. Por ejemplo, en una revisión de 548 pacientes con una muerte cerebral clínica, la evidencia por DTC del paro del flujo sanguíneo intracerebral fue en 532 pacientes y sólo 12 casos eran falso negativos, cuando el DTC no mostraba evidencia de ausencia del flujo diastólico. Entre las causas para explicar los resultados falsos negativos se encuentran, entre otras, craneotomías, presencia de fístulas carótida-cavernosas, lesiones de la fosa posterior que destruían el tallo cerebral con preservación de la circulación anterior, etcétera.

### **DETECCIÓN DE VASOESPASMO POST-HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA (HSA) ANEURISMÁTICA Y POSTRAUMÁTICA**

El DTC es un método costo-efectivo para detección de vasoespasmo. La sensibilidad es mayor para los segmentos M1 de la arterias cerebral media y C1 de la arteria carótida interna (75-90%). El vasoespasmo de grado moderado se detecta cuando la velocidad media (VM) es de 120-200 cm/s y un índice ofrecido por Lindegaard (IL) entre la arteria intracraneal y la arteria carótida interna extracraneal medida por el mismo transductor y con el mismo ángulo de insonación mayor a 3.

El vasoespasmo severo del segmento C1 y M1 se detecta cuando la VM es mayor de 200 cm/s y el IL es mayor de 6; existe una clara asociación entre el vasoespasmo severo y un incremento en la morbimortalidad. La asociación del aumento de velocidad en la vena Rosenthal mayor de 30 cm/s y flujo regurgitado junto con alta VM del segmento M1 y C1 es un dato de alerta de un evento vascular cerebral en curso.

Para la detección de vasoespasmo de la arteria basilar mayor del 50% usando el criterio de  $VM > 85$  cm/s y un IL modificado  $> 3$ , la sensibilidad y especificidad se reporta entre 92 y 97% respectivamente. La sensibilidad puede ser aumentada hasta 100% si se toma el criterio de  $VM > 95$  cm/s<sup>(2)</sup>.

Para la detección de vasoespasmo de los segmentos A1 y A2 de la arteria cerebral anterior y P1 de la arteria cerebral posterior, la sensibilidad y especificidad del DTC es notablemente menor.

### **CAMBIO FÁSICO DEL FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL (FSC) DEL PACIENTE NEUROCRÍTICO**

El cambio fásico de FSC durante el traumatismo craneoencefálico tiene evidencia clase II y en las primeras tres horas es un patrón de hiperemia o patrón hipodinámico. Si el patrón de hiperemia persiste más de tres horas se asocia con mal pronóstico, convirtiendo el patrón de hiperemia en un patrón de muy alta pulsatilidad. Por ejemplo, la hiperemia incontrolable en el síndrome postparo se observa HIC intratable y correlaciona directamente con la mortalidad.

La isquemia cerebral (IC) es un factor clave en el daño secundario posterior a un traumatismo craneoencefálico. La disminución del FSC menor 35 cm/s uni- o bilateral medido por la  $PaO_2$  con un catéter intraparenquimatoso, es indicativo para IC, y correlaciona con un peor pronóstico funcional a los seis meses.

## AUTORREGULACIÓN CEREBRAL (AC)

Usar fármacos presores y estudiar el cambio de la velocidad del flujo sanguíneo cerebral es un método clásico de estudio de AC; fue descrito en muchos libros de texto incluyendo libro de texto de Rune Aaslid, pionero de DTC<sup>(5)</sup>.

Usar la maniobra de Guiller, ofrecida por él en 1993, permite ver y medir hiperemia reactiva de la arteria cerebral media; se realiza después de una oclusión de tres segundos de la arteria carótida común ipsilateral, aunque tiene sus limitaciones en presencia de placa de aterosclerosis a nivel carotídeo.

A veces el aumento de pulsatilidad (IP > 1.3) puede ser un indicador de falla de autorregulación cerebral y encefalopatía en el paciente séptico.

## CONCLUSIONES

El DTC es una modalidad bien establecida para monitoreo FSC en UTI. Es de bajo costo, no invasivo y operador dependiente como cualquier ultrasonido, sumamente valioso para medición de PIC.

## REFERENCIAS

1. Babikian VL, Feldman E, Wechsler LR, et al. Transcranial Doppler ultrasonography. 1997. Update for the Therapeutic and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology.
2. Naqvi J, Yap KH, Ahmad G, et al. Transcranial doppler ultrasound: a review of the physical principles and major applications in critical care. *Int J Vasc Med.* 2013;2013:629378.
3. Bellner J, Romner B, Reinstrup P, et al. Transcranial doppler sonography pulsatility index reflects intracranial pressure. *Surg Neurol.* 2004;62:45-51.
4. Rajajee V, Vanaman M, Fletcher JJ, et al. Optic nerve ultrasound for detection of raised intracranial pressure. *Neurocrit Care.* 2011;15:506-515.
5. Transcranial Doppler sonography. Ed. By R. Aaslid. Springer-Verlag Wien New York, 1986