

# Experiencia inicial del ultrasonido Doppler transcraneal en el Hospital Central Militar para valorar vasoespasmo

Mayor M.C. Luis Alberto **Ramírez-Campos**,\* Tte. Cor. M.C. Martín Alberto **Porras-Jiménez**\*\*

Hospital Central Militar, Escuela Militar de Graduados de Sanidad. Ciudad de México.

## RESUMEN

El ultrasonido Doppler de poder y pulsado, en tiempo real se ha utilizado en medicina durante muchos años, tiene diversas ventajas para medir las velocidades en las arterias intracraneales. Es barato, no invasivo, permite mediciones repetidas y monitoreo del flujo sanguíneo. La isquemia cerebral debida a espasmo es una de las secuelas más devastadoras secundarias a la hemorragia subaracnoidea por ruptura de aneurismas o trauma craneoencefálico. Se valoró el polígono de Willis con Doppler de poder, en tiempo real y con corrección angular. Estudiamos inicialmente a 49 personas sanas a fin de conocer la técnica, posteriormente pacientes con hemorragia subaracnoidea para valorar espasmo. De quince pacientes con hemorragia subaracnoidea en ocho se demostró elevación de la velocidad media en diversas arterias del polígono de Willis. Es importante estudiar grupos mayores, realizar mediciones en tiempo real, con corrección angular y evitar errores en la medición de velocidades.

**Palabras clave:** Doppler transcraneal, vasoespasmo.

## SUMMARY

The sonography color Doppler of energy and pulsed wave Doppler in real time it has been used in medicine during many years, it has diverse advantages like method to measurement of flow velocities in intracranial arteries. It is cheap, non invasive, allows repeated measurements and to monitor blood flow velocity. The due cerebral ischemia to spasm is one from the secondary devastating sequels to the hemorrhage subaracnoidea for aneurysm rupture or cranial trauma. The polygon of Willis was valued with Doppler of power, in real time and with angular correction. We studied 49 healthy people initially in order to know the technique, later on patients with subarachnoid hemorrhage to value spasm. Of fifteen patients with subarachnoid hemorrhage in eight elevation of the half speed was demonstrated in diverse arteries of the polygon of Willis. It is important to study bigger groups, to carry out measurements in real time, with angular correction and avoid error in velocity measurements.

**Key words:** Transcranial Doppler, vasospasm.

## Introducción

Para generar la imagen, los ultrasonidos en modo B sólo utilizan información acerca de la amplitud de la señal reflejada obteniéndose una escala de grises en función de las diferencias en la capacidad reflectora de los tejidos. Si la interfase causante de la reflexión se mueve con respecto al haz de sonido emitido por el transductor, existe un cambio en la frecuencia del sonido dispersado por la estructura en movimiento. Este cambio en la frecuencia es directamente proporcional a la velocidad de la interfase causante de la reflexión en relación con el transductor y es resultado del efecto Doppler.<sup>1</sup>

El uso del ultrasonido Doppler para estimar la velocidad del flujo sanguíneo se describió en 1960, pero fue hasta la década de los ochenta cuando se observó que el paso del ultrasonido a través del cráneo permitía la detección del flujo sanguíneo en la circulación intracraneal.<sup>2</sup>

El ultrasonido Doppler se ha utilizado en medicina durante muchos años. Sus aplicaciones primarias incluyen el monitoreo de la frecuencia cardíaca fetal y para evaluar el flujo sanguíneo en la arteria carótida. Aplicaciones que han sido desarrolladas en las últimas dos décadas han extendido su uso prácticamente a todas las especialidades médicas incluyendo cardiología, neurología, radiología, obstetricia, pediatría y cirugía. La tecnología Doppler el día

\* Residente de 3/er año del Curso de Especialización y Residencia en Radiodiagnóstico. \*\* Adscrito al Departamento de Radiología e Imagen del Hospital Central Militar.

## Correspondencia:

Mayor M.C. Luis Alberto Ramírez-Campos

Unidad Habitacional Militar 1-K, Área 12, Edif. C, Depto. 5, Col. Lomas de Sotelo. C.P. 11200, México. D.F.

Correo electrónico: santiagodf@todito.com

Recibido: Septiembre 23, 2004.

Aceptado: Abril 10, 2005.

de hoy permite detectar el flujo en vasos sanguíneos extremadamente pequeños.<sup>3</sup>

Los huesos del cráneo absorben y reflejan el ultrasonido con rangos de frecuencia de 4-9MHz. Para facilitar el estudio de niños con fontanelas cerradas, la técnica Doppler se ha modificado. Investigaciones han restringido el sitio de aplicación de la sonda a aquellas áreas en donde el cráneo es relativamente delgado, como la ventana por medio del hueso temporal, foramen magno, etcétera. Posteriormente, para aumentar la transmisión de las ondas sonoras a través del cráneo, la frecuencia de la señal Doppler se disminuyó a 1-2 MHz, este incremento en la penetración tisular es a cambio de una menor resolución espacial. Una modificación adicional fue el uso de ondas pulsadas en sustitución de ondas continuas de ultrasonido. Los sistemas de Doppler pulsado proveen información más profunda y capacidad para seleccionar la profundidad desde la cual la información Doppler es recibida. Estas modificaciones mejoraron de manera importante la calidad de las mediciones Doppler en la velocidad del flujo sanguíneo de las grandes arterias intracraneales, particularmente las que conforman el polígono de Willis.

El DTC puede ser utilizado para evaluar un amplio espectro de anomalías vasculares intra y extracraneales.<sup>4</sup>

El ultrasonido en su modalidad Doppler de poder transcraneal y en tiempo real, permite delimitar estructuras del parénquima cerebral y visualizar el vaso examinado. Esto mejora la localización y una adecuada colocación del volumen muestra, permitiendo la medición de velocidades con corrección angular.<sup>5-7</sup> Estudios comparativos entre la técnica ciega y en tiempo real han demostrado que la velocidad del flujo sanguíneo en la arteria cerebral media (ACM) en sujetos control sanos, con corrección angular es de 10 a 20% más alta que en sujetos sanos sin corrección angular.<sup>6,8</sup>

La isquemia cerebral debida a espasmo es una de las secuelas más devastadoras secundarias a la hemorragia subaracnoidea (HSA) por ruptura de aneurismas. Usualmente, el diagnóstico de vasoespasmo después de HSA es hecho por la historia del paciente y el examen físico complementado con tomografía computada (TC), el estudio de DTC y/o confirmación angiográfica.

A pesar de que la angiografía es considerada el estándar para el diagnóstico de vasoespasmo, éste es un método invasivo, puede asociarse a morbilidad elevada después de HAS, esto en relación con émbolos cerebrales, disección y ruptura de arterias cerebrales y hemorragia. Además de no brindar información acerca de si el tejido se encuentra isquémico. En los últimos años, el DTC se ha mostrado promisorio en el diagnóstico de vasoespasmo en virtud de su capacidad para detectar de manera no invasiva incremento en la velocidad del flujo sanguíneo en la arteria cerebral media asociada con estrechamiento arterial. Hay correlación entre este incremento en la velocidad del flujo sanguíneo secundario a vasoespasmo con el grado clínico, localización por TC del coágulo subaracnoideo y datos angiográficos.<sup>9</sup>

El trauma craneoencefálico inicia una serie de procesos patológicos, que resultan en cambios significativos en la he-

modinámica cerebral. El diagnóstico certero y a tiempo de estas alteraciones es crucial en el manejo de estas lesiones. Se ha observado que pacientes con trauma menor desarrollan una autorregulación cerebral alterada y pueden llegar a tener un incremento en el riesgo para el desarrollo de lesión neuronal isquémica secundaria. La velocidad del flujo sanguíneo se puede incrementar debido a vaso espasmo secundario a HSA o hipervolemia postraumática.

En este estudio evaluamos pacientes sanos a fin de conocer la técnica y pacientes con hemorragia subaracnoidea para detectar vasoespasmo.

## Planteamiento del problema

¿Es la técnica de ultrasonido Doppler transcraneal en el Hospital Central Militar útil para evaluar pacientes con hemorragia subaracnoidea secundaria a ruptura de aneurismas y/o trauma craneoencefálico y sospecha de vasoespasmo?

## Hipótesis

El uso del ultrasonido Doppler transcraneal es de utilidad en el manejo agudo y subagudo de pacientes que ingresan a la Unidad de Terapia Intensiva y Urgencias del Hospital Central Militar con hemorragia subaracnoidea.

## Metas

1. Adquirir experiencia en la técnica del DTC.
2. Conocer las diferentes ventanas acústicas para evaluar la circulación intracraneal.
3. Demostrar la utilidad clínica potencial del ultrasonido Doppler transcraneal en situaciones como el vasoespasmo, brindando información acerca de la fisiología de la circulación intracraneal en tiempo real para la toma de decisiones clínico quirúrgicas.

## Metodología

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio prospectivo, comparativo, de campos y longitudinal en personas sanas escogidas en forma aleatoria y en pacientes con hemorragia subaracnoidea por ruptura de aneurismas o trauma craneoencefálico atendidos en los Servicios de Urgencias y Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Central Militar, se obtuvo consentimiento informado para realizar el estudio tanto en las personas sanas como en los pacientes con hemorragia.

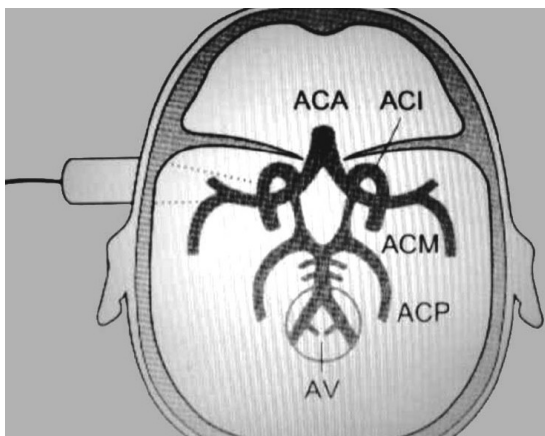
### Material y métodos

Se evaluaron en forma inicial 49 pacientes sanos en un periodo comprendido de noviembre de 2002 a diciembre de 2003, mediante un muestreo aleatorio, con evaluación de tres a cuatro pacientes los días sábados a fin de obtener experiencia en el uso del equipo de ultrasonido, de las diversas ventanas y contar con un grupo control. Posteriormente se

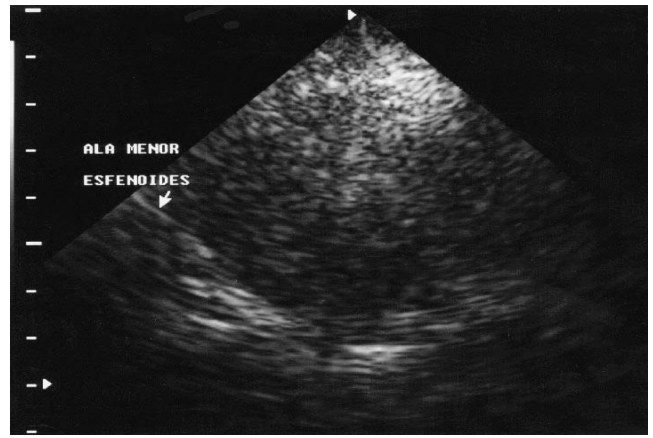
evaluaron 15 pacientes con HSA, de los cuales en ocho fue secundaria a ruptura de aneurismas y siete secundaria a trauma craneoencefálico. Los estudios se realizaron entre tres y catorce días posteriores al evento hemorrágico, ya que el vasoespasmo se presenta con mayor frecuencia durante la primera semana posterior al evento inicial.<sup>9</sup>

El equipo de ultrasonido utilizado fue marca ATL modelo 1500, con transductor sectorial multifrecuencia con rangos de 2 a 4 MHz.

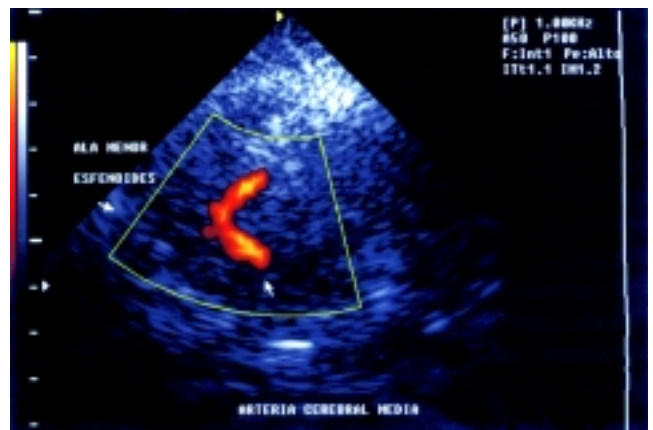
En la técnica de exploración se utilizan las ventanas transtemporal, transorbitaria y la suboccipital. En este estudio se utilizó la ventana transtemporal que se localizaba 1 cm por arriba del arco zigomático y 1 cm anterior al borde del cartílago auricular (*Figura 1*). Con la imagen en modo B se ubica el ala menor del esfenoideas (*Figura 2*), se identifica la bifurcación de la arteria carótida interna (ACI) homolateral y se visualiza la arteria cerebral media (ACM) a una profundidad de hasta 35 mm (*Figura 3*), se angula anteriormente el transductor y se localiza la arteria cerebral anterior (ACA) a una profundidad de aproximadamente 65 a 75 mm (*Figura 4*), siendo una referencia útil que el flujo de la ACM se dirige hacia la sonda y el de la ACA se aleja de ella. La profundidad de ACM y la ACA pueden seguirse ajustando. Angulando la sonda posteriormente se identifican los pedúnculos cerebrales (*Figura 5*), la arteria cerebral posterior (ACP) se localiza a una profundidad de 60 a 70 mm rodeando dichos pedúnculos (*Figura 6*), en el segmento P1 de la ACP el flujo sanguíneo de esta arteria se acerca a la sonda y en el P2 se aleja.<sup>10</sup> Al tener una adecuada imagen con Doppler color, se coloca un volumen muestra de 3 mm; para determinar el ángulo de isonación se utiliza un marcador lineal integrado en el sistema operativo del equipo bajo guía visual y su dirección se orienta a lo largo del eje mayor del vaso a estudiar (*Figura 7*). El ángulo entre este marcador y el haz de ultrasonido se muestra automáticamente en la pantalla del equipo, siendo en todos los casos menores de 60°. La velocidad media se calculó trazando la onda Doppler espectral sobre ciclos completos (*Figura 8*).



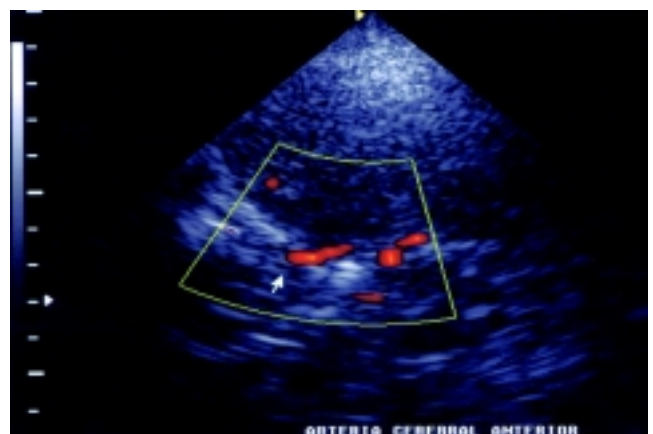
**Figura 1.** Posición del transductor en la ventana transtemporal y el polígono de Willis.



**Figura 2.** Imagen en modo B, muestra el ala menor del esfenoideas, referencia para localizar a la arteria cerebral media.

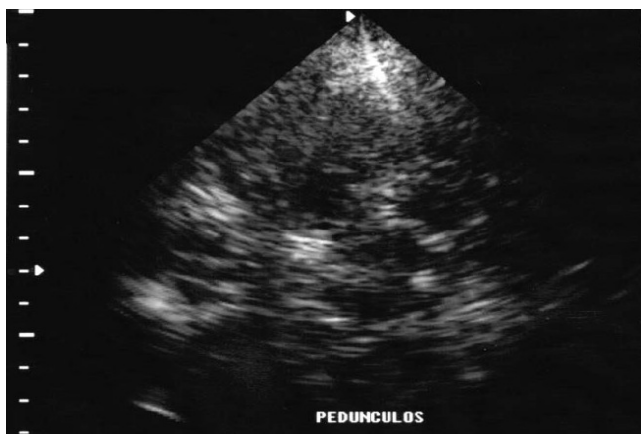


**Figura 3.** Imagen con Doppler de poder, se localiza la arteria cerebral media a una profundidad de 35 mm.

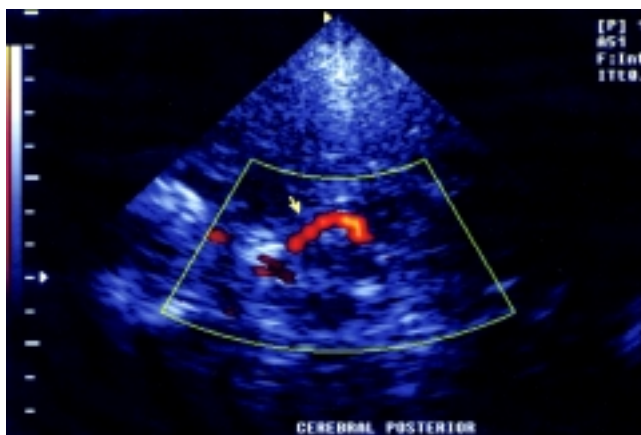


**Figura 4.** Angulación anterior del transductor y localización de la arteria cerebral anterior a una profundidad de 65-75 mm.

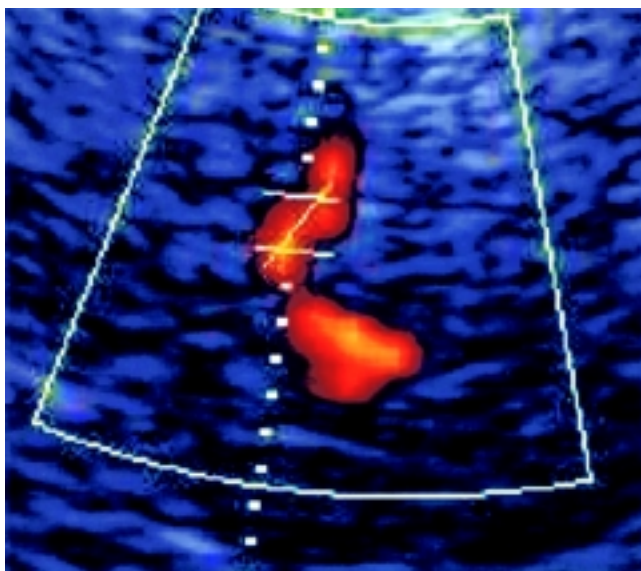
Los resultados se compararon con los valores normales referidos en la literatura<sup>11</sup> y con el grupo control de pacientes sanos.



**Figura 5.** Angulación posterior del transductor, se visualizan los pedúnculos cerebrales, referencia para localizar la arteria cerebral posterior.



**Figura 6.** Al aplicar Doppler de poder se visualiza la arteria cerebral posterior rodeando a los pedúnculos cerebrales.



**Figura 7.** Marcador para la corrección angular en relación con el haz de ultrasonido y la dirección de la arteria cerebral media.

## Resultados

Con los resultados obtenidos en las evaluaciones efectuadas se tomó en cuenta la velocidad media de las arterias cerebral media, cerebral anterior y cerebral posterior en pacientes sanos y no sanos que no han recibido tratamiento o antes de recibir manejo quirúrgico y/o angiográfico (*Cuadros 1 y 2*).

Estas velocidades se compararon con los valores de referencia manejados en la literatura y con el grupo control de pacientes sanos mediante la *t* de Student, obteniendo el promedio, la desviación estándar, la *t* y los intervalos de confianza, al finalizar se formuló el *cuadro 3*.

Estas velocidades se compararon con los valores de referencia manejados en la literatura y con el grupo control de pacientes sanos mediante la *t* de Student, obteniendo el promedio, la desviación estándar, la *t*, así como los intervalos de confianza.

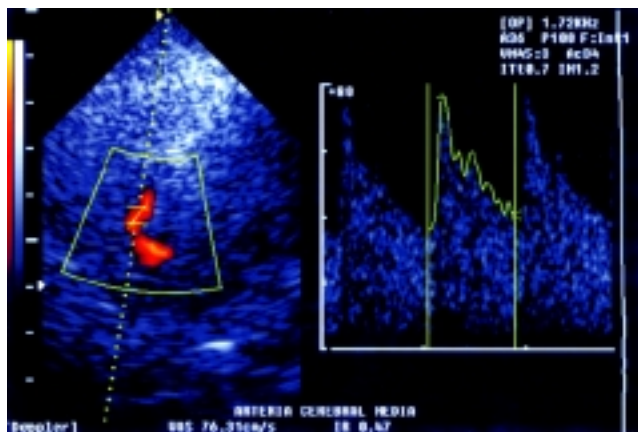
### Arteria cerebral media derecha

En comparación con los valores de referencia manejados en la literatura tres pacientes con hemorragia subaracnoidea presentaron elevación de la velocidad media por arriba del máximo establecido como normal.

Al aplicar la *t* de Student y comparar con los pacientes control se observó una velocidad promedio en los pacientes sanos de 45.3214 cm/s, una desviación estándar de 15.819, una *t* de -1.53, *p* de 0.137 con un intervalo de confianza de -27.1991 a 3.9353. En pacientes con hemorragia subaracnoidea la media fue de 56.9533 con una desviación estándar de 23.9065, una *t* de -1.56, *p* de 0.133 con intervalos de confianza de -27.0591 a 3.7953. No hubo diferencia estadísticamente significativa.

### Arteria cerebral media izquierda

Analizando estos valores y a diferencia de los valores normales, un paciente con hemorragia subaracnoidea presentó elevación de la velocidad media por arriba del máximo establecido como normal.



**Figura 8.** Onda espectral de la arteria cerebral media con trazo y obtención de las velocidades sistólica, diastólica y media.

**Cuadro 1.** Consolidado de velocidades medias de las arterias cerebral media, cerebral anterior y cerebral posterior derechas e izquierdas de 15 pacientes sanos.

| Paciente | ACM der. | ACA der. | Arterias<br>ACP der. | ACM izq. | ACA izq. | ACP. Izq. |
|----------|----------|----------|----------------------|----------|----------|-----------|
| 1        | 49.4     | 44.4     | 41.1                 | 44.1     | 29.4     | 29.1      |
| 2        | 26.3     | 30.9     | 28.8                 | 41.2     | 46.8     | 29.9      |
| 3        | 35.9     | 21.4     | 30.1                 | 34       | 32.1     | 25.5      |
| 4        | 48       | 41.7     | 34.8                 | 45.2     | 49.8     | 36.9      |
| 5        | 25.3     | 20.6     | 52.9                 | 41.3     | 60.7     | 55.6      |
| 6        | 33.1     | 42.9     | 28.4                 | 58.1     | 34.3     | 66.2      |
| 7        | 57       | 41.5     | 36.3                 | 36.3     | 54.9     | 28.9      |
| 8        | 34       | 54.7     | 70.4                 | 52.5     | 48.3     | 32.9      |
| 9        | 42.9     | 41.9     | 38.6                 | 64.1     | 30.5     | 38.6      |
| 10       | 63.2     | 66.9     | 61.8                 | 43.5     | 31.9     | 33.2      |
| 11       | 39.6     | 23.4     | 48.8                 | 87.5     | 87.6     | 88.7      |
| 12       | 84.7     | 34.6     | 22.4                 | 62       | 41.8     | 38.5      |
| 13       | 52.3     | 47.6     | 59                   | 59.7     | 56.1     | 59        |
| 14       | 42.8     | 38.4     | 28.7                 | 36.3     | 41.9     | 34.4      |
| 15       | 47.3     | 39.7     | 31.2                 | 40.5     | 49.3     | 31.9      |

Todas las velocidades en cm/s.

**Cuadro 2.** Consolidado de velocidades medias de las arterias cerebral media, cerebral anterior y cerebral posterior, derechas e izquierdas de 15 pacientes con hemorragia subaracnoidea.

| Paciente | ACM der. | ACA der. | Arterias<br>ACP der. | ACM izq. | ACA izq. | ACP. Izq. |
|----------|----------|----------|----------------------|----------|----------|-----------|
| 1        | 100.1    | 75.8     | 52.6                 | 28.9     | 47.3     | 37        |
| 2        | 63       | 30       | 50.2                 | 36.7     | 39.6     | 51.2      |
| 3        | 58.5     | 46.9     | 44.9                 | 44.7     | 93.6     | 94.3      |
| 4        | 27.1     | 31.4     | 31.5                 | 35.33    | 40.6     | 43.5      |
| 5        | 38.8     | 50.9     | 70.8                 |          |          |           |
| 6        | 103.2    | 90.1     | 69.6                 | 71.1     | 64.1     | 17.4      |
| 7        | 42.8     | 22.3     | 54.2                 | 59.1     | 30       | 30.7      |
| 8        | 58.7     | 31.1     | 37.4                 | 81.1     | 14.3     | 35.4      |
| 9        | 70.6     | 65.5     | 59.5                 | 25.1     | 64.1     | 38.2      |
| 10       | 24.7     | 22.9     | 39.5                 | 50.2     | 39.5     | 52.2      |
| 11       | 40.4     | 40.9     | 37.9                 | 33.5     | 64.2     | 33.1      |
| 12       | 50.5     | 31.8     | 23.8                 | 72.2     | 93       | 28.8      |
| 13       | 34.7     | 56.2     | 25.1                 | 51.9     | 41.9     | 39.3      |
| 14       | 78.6     | 59.2     | 84.2                 | 36.9     | 89.4     | 41.3      |
| 15       | 62.6     | 22.1     | 49.5                 | 72.3     | 74.5     | 41        |

Todas las velocidades en cm/s.

**Cuadro 3.** Consolidado del promedio, desviación estándar, t, p e intervalos de confianza para las arterias cerebral media, cerebral anterior y cerebral posterior de pacientes sanos y con hemorragia subaracnoidea.

| Variable | Grupos de estudio | Promedio | Desviación estándar | t     | p     | Intervalo de confianza |         |
|----------|-------------------|----------|---------------------|-------|-------|------------------------|---------|
| ACM DER. | Sanos (n 15)      | 45.3214  | 15.819              | -1.53 | 0.137 | -27.1991               | 3.9353  |
|          | Hemorragia(n15)   | 56.9533  | 23.9065             | -1.56 | 0.133 | -27.0591               | 3.7953  |
| ACM IZQ. | Sanos (n 15)      | 50.4143  | 14.6687             | 0.077 | 0.939 | -12.459                | 13.4261 |
|          | Hemorragia(n14)   | 49.9307  | 18.4354             | 0.077 | 0.939 | -12.4908               | 13.458  |
| ACA DER. | Sanos (n 15)      | 39.35    | 12.8317             | -0.89 | 0.38  | -19.1029               | 7.5229  |
|          | Hemorragia(n15)   | 45.14    | 20.8574             | -0.91 | 0.374 | -18.9821               | 7.4021  |
| ACA IZQ. | Sanos (n 15)      | 46.15    | 15.7556             | -1.37 | 0.182 | -26.784                | 5.3554  |
|          | Hemorragia(n14)   | 56.8643  | 24.6457             | -1.37 | 0.184 | -26.9229               | 5.4943  |
| ACP DER. | Sanos (n 15)      | 41.5786  | 14.6988             | -1.2  | 0.243 | -19.3903               | 5.1208  |
|          | Hemorragia(n15)   | 48.7133  | 17.2517             | -1.2  | 0.24  | -19.3254               | 5.0558  |
| ACP IZQ. | Sanos (n 15)      | 46.15    | 15.7556             | 0.711 | 0.484 | -8.4769                | 17.4341 |
|          | Hemorragia(n14)   | 41.6714  | 17.5473             | 0.711 | 0.484 | -8.4842                | 17.4413 |

Al aplicar la *t* de Student y comparar con los pacientes control se obtuvo una velocidad promedio en los pacientes sanos de 50.41 cm/s, una desviación estándar de 14.6687, una *t* de 0.077, *p* de 0.939 con un intervalo de confianza de -12.459 a 13.4216. En pacientes con hemorragia subaracnoidea la media fue de 49.9307 con una desviación estándar de 18.4354, una *t* de 0.077, *p* de 0.93 con intervalos de confianza de -12.4908 a 13.458. No hubo diferencia estadísticamente significativa.

#### **Arteria cerebral anterior derecha**

En esta arteria se observa que dos pacientes con hemorragia subaracnoidea presentaron elevación de la velocidad media por arriba del máximo establecido como normal.

Al aplicar la *t* de Student y comparar con los pacientes control se documenta una velocidad promedio en los pacientes sanos de 39.35 cm/s, una desviación estándar de 12.8317, una *t* de 0.89, *p* de 0.38 con un intervalo de confianza de -19.1029 a 7.5229. En pacientes con hemorragia subaracnoidea la media fue de 45.14 con una desviación estándar de 20.8574, una *t* de 0.91, *p* de 0.374 con intervalos que van de -18.9821 a 7.4021. No existe diferencia estadísticamente significativa.

#### **Arteria cerebral anterior izquierda**

Comparando con los valores normales tres pacientes con hemorragia subaracnoidea presentaron elevación de la velocidad media por arriba del máximo establecido como normal.

Al aplicar la *t* de Student y comparar con los pacientes control la velocidad promedio en los pacientes sanos fue de 46.15 cm/s, con una desviación estándar de 15.7556, una *t* de -1.37, *p* de 0.182 con un intervalo de confianza de -26.784 a 5.4943. En pacientes con hemorragia subaracnoidea la media fue de 56.5786 con una desviación estándar de 24.6457, una *t* de -1.37, *p* de 0.184 con intervalos de confianza de -26.9229 a 5.1208. No hubo diferencia estadísticamente significativa.

#### **Arteria cerebral posterior derecha**

A diferencia de los valores normales seis pacientes con hemorragia subaracnoidea presentaron elevación de la velocidad media por arriba del máximo establecido como normal.

Al aplicar la *t* de Student y comparar con los pacientes control se cuantificó una velocidad promedio en los pacientes sanos de 41.5786 cm/s, una desviación estándar de 14.6988, una *t* de -1.2, *p* de 0.243 con un intervalo de confianza de -19.3903 a 5.1208. En pacientes con hemorragia subaracnoidea la media fue de 48.7133 con una desviación estándar de 17.2517, una *t* de 1.2, *p* de 0.24 con intervalos de confianza de -19.3254 a 5.0558. No hay diferencia estadísticamente significativa.

#### **Arteria cerebral posterior izquierda**

En comparación con los valores de referencia manejados en la literatura tres pacientes con hemorragia subaracnoidea

presentaron elevación de la velocidad media por arriba del máximo establecido como normal.

Al aplicar la *t* de Student y comparar con los pacientes control resultó una velocidad promedio en los pacientes sanos de 46.15 cm/s, una desviación estándar de 15.7556, una *t* de 0.711, *p* de 0.484 con un intervalo de confianza de -8.4769 a 17.4341. En pacientes con hemorragia subaracnoidea la media fue de 41.6714 con una desviación estándar de 17.5473, una *t* de 0.711, *p* de 0.484 con intervalos de confianza de -8.4842 a 17.4413. No existió diferencia estadísticamente significativa.

### **Discusión**

El desarrollo de un método práctico, no invasivo como el DTC para diagnosticar vasoespismo cerebral es necesario.

Una ventana acústica adecuada fue encontrada en 100% de los pacientes del grupo control cuyas edades oscilaron entre 21 y 37 años. En el grupo de pacientes con hemorragia subaracnoidea una paciente no presentó una ventana de exploración adecuada en el lado izquierdo, lo que corresponde a 3.3%. En la literatura una ventana adecuada se encuentra en 100% de los pacientes menores de 70 años y en 70% de aquellos mayores de 60 años. Este porcentaje es menor cuando se utiliza un equipo de Doppler transcraneal convencional.

De los 15 pacientes con hemorragia subaracnoidea ocho fueron secundarios a ruptura de aneurismas y siete por trauma craneoencefálico representando 53 y 47%, respectivamente. De los 15 pacientes sanos incluidos como grupo control, uno de ellos tuvo elevación de la velocidad por arriba del máximo normal en los territorios de las arterias cerebral media, cerebral anterior y cerebral posterior izquierdas, lo que puede estar relacionado con alteraciones en la hemodinámica normal como hipertensión arterial, cuatro pacientes presentaron elevación de la velocidad en una sola arteria de los vasos evaluados.

De los 15 pacientes con hemorragia subaracnoidea ocho de ellos presentaron incremento de la velocidad media, cinco de ellos con aumento en por lo menos dos arterias y que pudiera corresponder a hipervolemia, tres presentaron elevación en una sola arteria, pero sin sobrepasar los 100 cm/s. Dos pacientes presentaron velocidades de 100.1 cm/s y 103 cm/s cada uno en la arteria cerebral media derecha, lo que según la literatura significa vasoespismo en 80% de los casos.

De los seis vasos evaluados en cada paciente con hemorragia subaracnoidea el promedio de las velocidades en las arterias cerebral media derecha, cerebral anterior derecha e izquierda y cerebral posterior derecha fue más alto en comparación con los pacientes normales. En las arterias cerebrales media izquierda y cerebral posterior izquierda hubo un promedio ligeramente menor en la velocidad en pacientes con hemorragia en comparación con los pacientes sanos.

De los pacientes sanos que presentaron elevación de las velocidades habría que considerar otras causas, como pa-

cientes con elevación de la presión arterial y pacientes con cefalea de origen vascular.

Se encontró casi 100% de ventana acústica adecuada, esto en relación posiblemente con el uso de un equipo de ultrasonido con Doppler de poder y que se correlaciona con lo reportado en la literatura.

No se encontró entre los pacientes sanos y con hemorragia subaracnoidea diferencia estadísticamente significativa, esto en función de intervalos de confianza amplios y a que el número de pacientes es bajo.

## Conclusiones

El ultrasonido Doppler transcraneal es un herramienta útil, barata y disponible en el Hospital Central Militar para la evaluación del polígono de Willis.

El ultrasonido Doppler de poder demuestra en forma más satisfactoria una ventana acústica adecuada.

El vasoespasma es una condición que pone en peligro la vida de los pacientes y aunque en el estudio no hubo diferencia significativa entre los dos grupos, al menos en ocho pacientes se encontró elevación de la velocidad media en alguna de las arterias valoradas, de estos pacientes dos de ellos presentaron velocidades por arriba de los 100 cm/s, lo que se corresponde en 80% de los casos con vasoespasma, punto de partida para establecer un manejo encaminado al tratamiento del mismo.

Es necesario realizar estudios en grupos mayores de pacientes sanos, mexicanos y con corrección angular, a fin de establecer parámetros normales y un punto de comparación más adecuado a nuestra población.

Sería conveniente que este método diagnóstico fuera empleado como ayuda en pacientes con cefalea crónica, bajo tratamiento de endarterectomía, sometidos a bypass cardio-

pulmonares, tratamientos endovasculares como angioplastias carotídeas, así como para evaluar pacientes con foramen oval permeable y sospecha de embolismo paradójico.

Se debe considerar la necesidad de un equipo portátil de ultrasonido con transductor de 2 MHz, que cuente con Doppler color, de poder y pulsado, debido a la dificultad para movilizar los equipos con los que actualmente se cuenta.

## Referencias

1. Rumack, Wilson and Charboneau: Diagnóstico por Imagen. 2ª. Ed. Vol. 1. Madrid, España: Editorial Marban; 1999, 19-23.
2. Markus H. Transcranial Doppler ultrasound. J Neurosurg 1999; 67: 135-7.
3. Strebel S. Applications of transcranial Doppler ultrasound in neuroanesthesia. Disponible en [www.medana.unibas.ch/eng/tcd/tcd0.htm#top](http://www.medana.unibas.ch/eng/tcd/tcd0.htm#top).
4. Lupetin AR, Davis DA, Beckman I and Nash N. Transcranial Doppler sonography. Part 2. Evaluation of intracranial and extracranial abnormalities and procedural monitoring. Radiographics 1995; 15: 193-209.
5. Baumgartner RW, Mathis J, Sturzenegger M, Mattle PH. A validation study on intraobserver reproducibility of transcranial color-coded duplex sonography velocity measurements. Ultrasound Med Biol 1994; 20: 233-7.
6. Schöning M, Bucholz RD, Walter J. Comparative study of transcranial color Duplex sonography and transcranial Doppler sonography in adults. J Neurosurg 1993; 78: 776-84.
7. Martin PJ, Evans DH, Naylor AR. Measurement of blood flow velocity in the basal cerebral circulation: advantages of transcranial color-coded sonography over conventional transcranial Doppler. J Clin Ultrasound 1995; 23: 21-6.
8. Eicke BM, Tegeler CH, Dalley G, Myers LG. Angle correction in transcranial Doppler sonography. J Neuroimaging 1994; 4: 29-33.
9. Rordorf G, Korosetz W, Copen W. Diffusion and Perfusion-Weighted. Imaging in vasospasm after subarachnoid hemorrhage. Stroke 1999; 30: 599-605.
10. Meire, Cosgrove, Dewbury. Ecografía general y abdominal. 2a. Ed. Edit. Harcourt; 2002, p. 1048-9.
11. Fujioka KA, Douville CM. Anatomy and transcranial Doppler examination: transcranial Doppler. New York: Raven Press 1992: Summary of vessel identification criteria using transcranial Doppler techniques.