

Utilidad del Ultrasonido Transcraneal en el Seguimiento de Pacientes con Hemorragia Subaracnoidea.

¹Huerta Sánchez, Dra. Mónica Catalina;
²Montemayor Martínez, Dr. Alberto;
³Guerra Leal, Dr. Jesús Dante.

¹⁻³ Centro Universitario de Imagen Diagnóstica, Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González", Monterrey, Nuevo León, México.

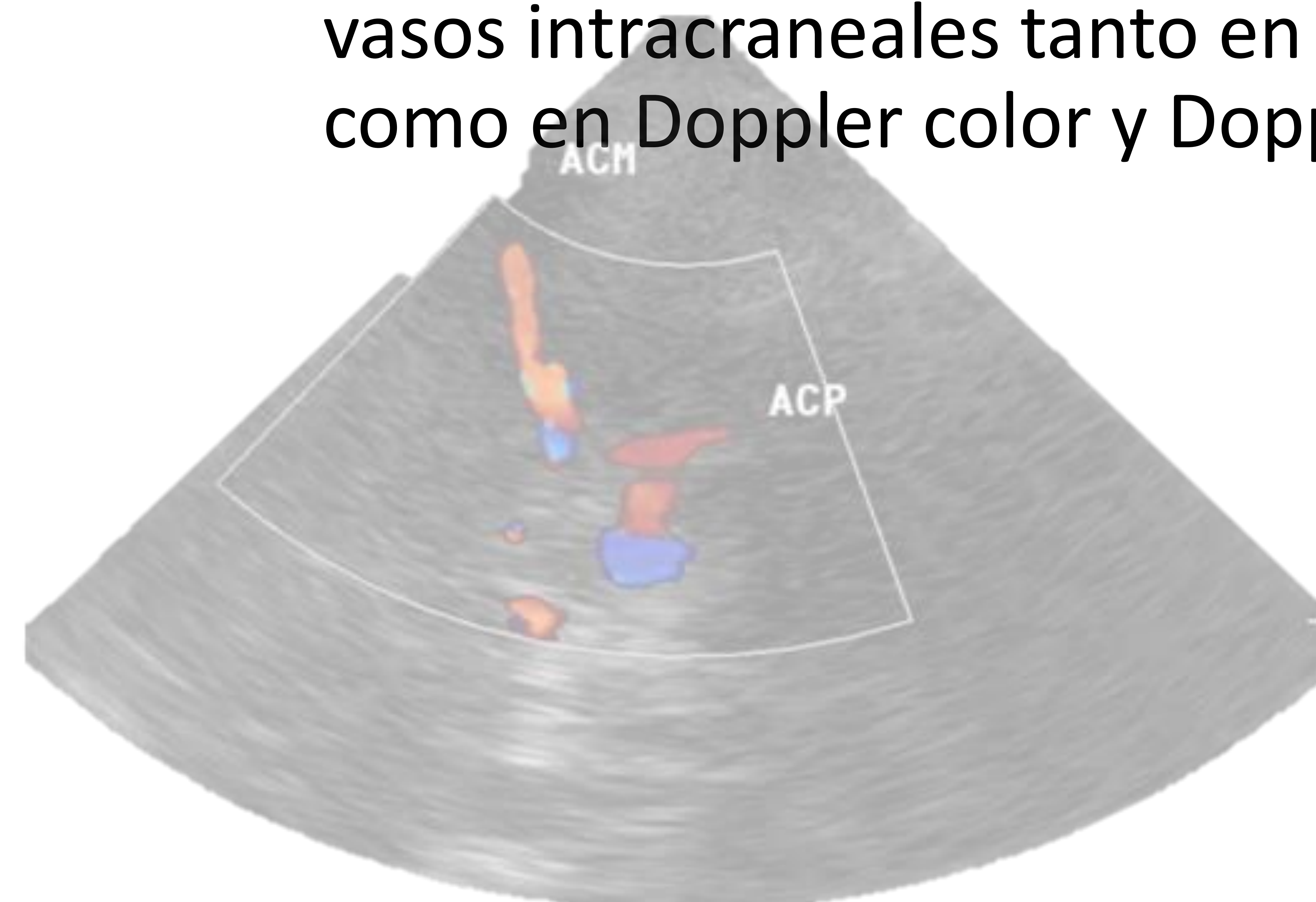
Objetivos

• Principal:

- Valorar la utilidad de los índices hemodinámicos en las arterias intracraneales en el seguimiento de pacientes con hemorragia subaracnoidea.

• Secundarios:

- Identificar los escenarios clínicos en los que es útil apoyar al diagnóstico con un ultrasonido Doppler Transcraneal.
- Recordar la técnica y factores físicos que intervienen en la adquisición de un ultrasonido Doppler Transcraneal.
- Evaluar las ventajas que ofrece la evaluación de los vasos intracraneales tanto en escala de grises como en Doppler color y Doppler espectral.





Introducción

El ultrasonido Doppler Transcraneal tiene la ventaja de ser un estudio no invasivo, que realiza una evaluación en tiempo real, y por su bajo costo es excelente para el seguimiento de los pacientes o como extensión de la evaluación clínica.

Como cualquier ultrasonido, éste es un estudio dependiente tanto del operador como de factores clínicos y hemodinámicos del paciente. La hemorragia subaracnoidea secundaria a aneurisma puede suscitar vasoespasmo como complicación.

El vasoespasmo es detectable en el 50-70% de los pacientes con hemorragia subaracnoidea por ruptura de aneurisma entre los 3 y los 15 días, con un pico máximo de incidencia en el día 7.

Jonathan D. Kirsch, MD, et al, Advances in Transcranial Doppler US: Imaging Ahead, RadioGraphics 2013; 33:E1–E14 • Published online 10.1148/rg.331125071





Material y métodos:

Material:

- ◆ Equipo de ultrasonido
- ◆ Transductor sectorial



Técnica de Adquisición:

Se debe colocar el transductor con la marca hacia la cara del paciente sobre la escama del temporal, a nivel del arco cigomatico, un centímetro anterior al pabellón auricular, como se muestra en la imagen



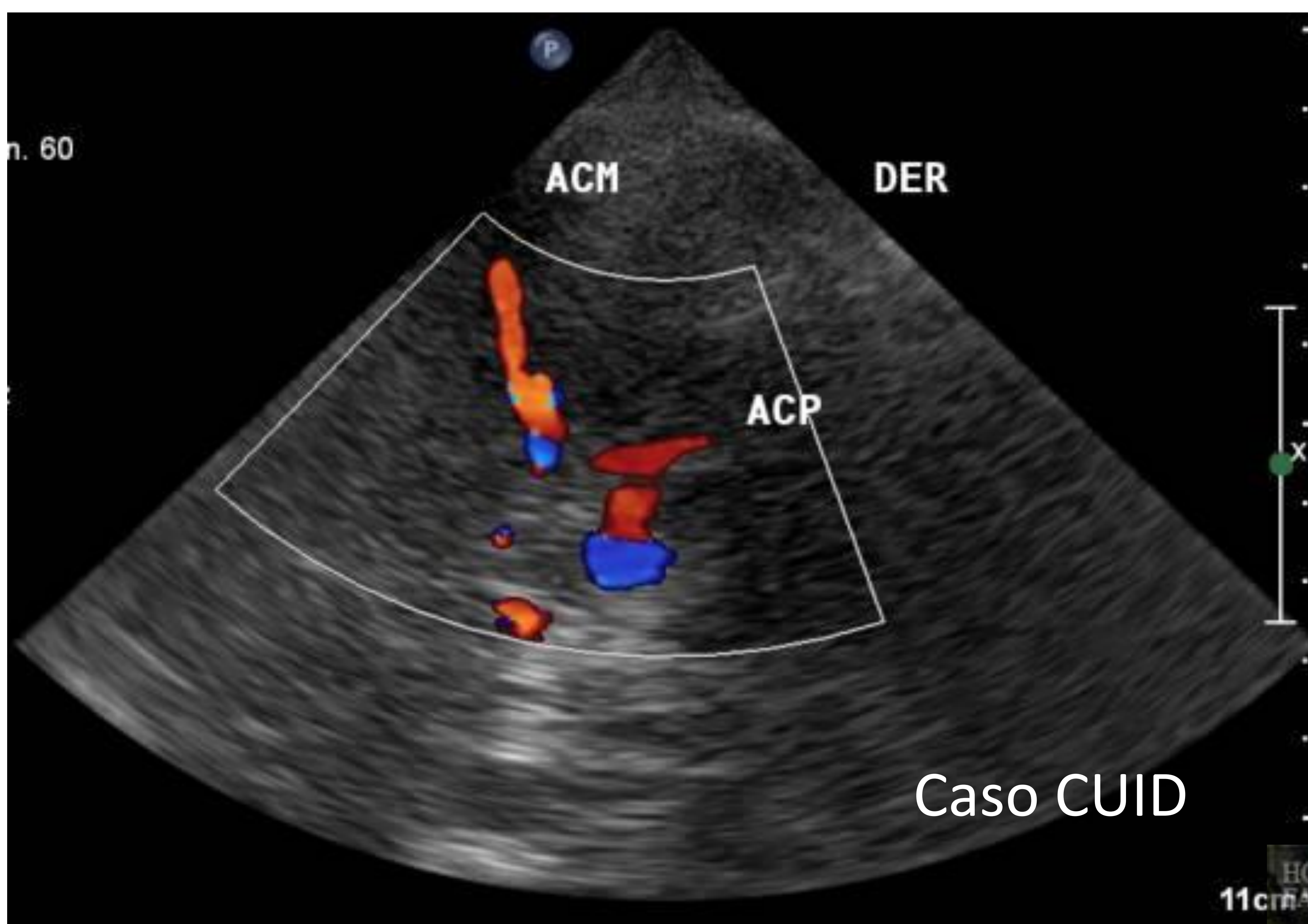
Generalidades del flujo

A NIVEL DEL POLÍGONO DE WILLIS

Es importante conocer la profundidad a la que se encuentran las arterias, además de su dirección de flujo y una velocidad media esperada. Dichos datos se resumen en la siguiente tabla:

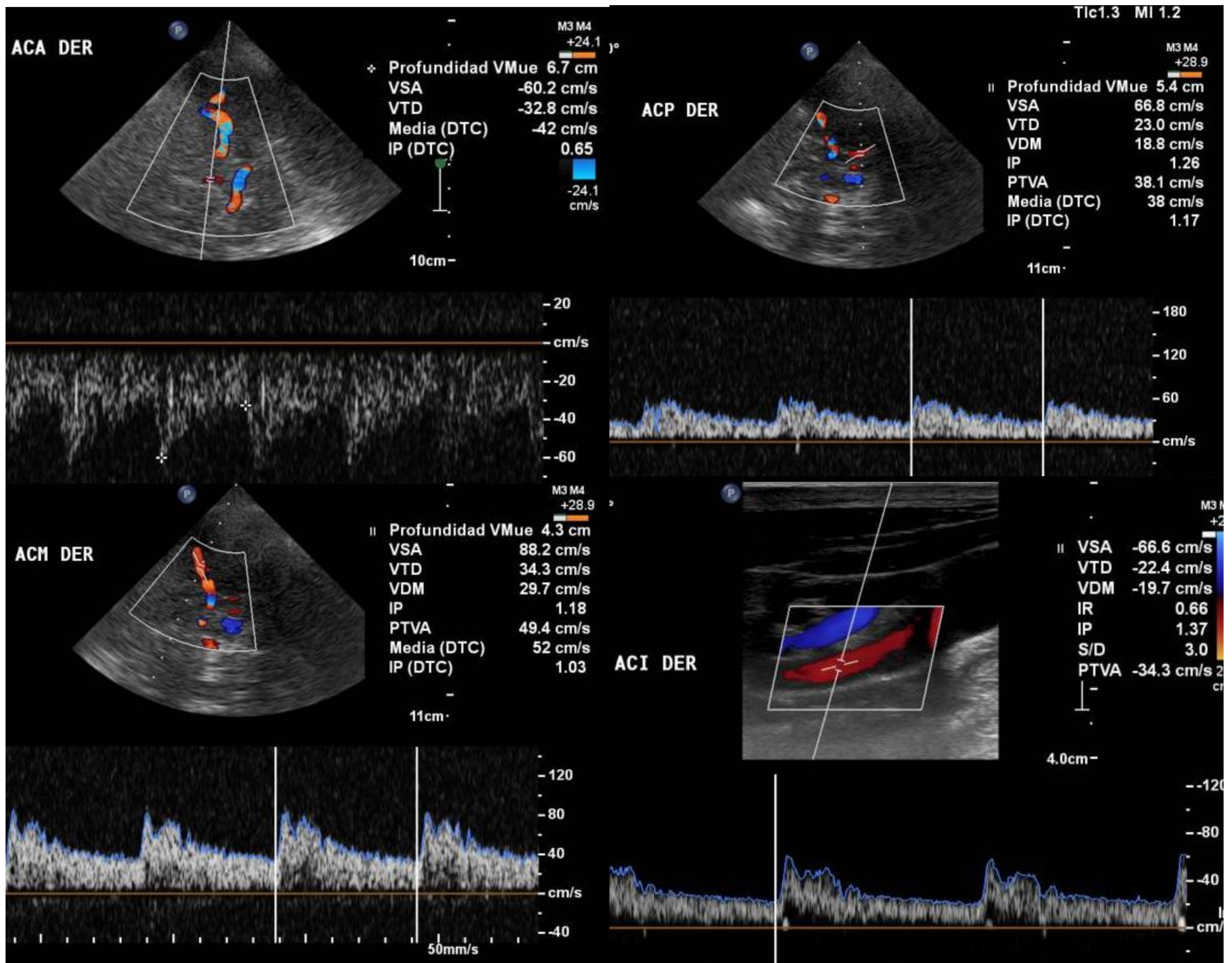
Arteria	Profundidad (mm)	Dirección del flujo	VM (cm/s)
ACA	60-75	Se aleja	41-76
ACM	35-70	Se acerca	46-86
ACP	60-75	Se acerca	33-64

Jonathan D. Kirsch, MD, et al, Advances in Transcranial Doppler US: Imaging Ahead, RadioGraphics 2013; 33:E1–E14 • Published online 10.1148/rg.331125071



Caso CUID

Protocolo de adquisición

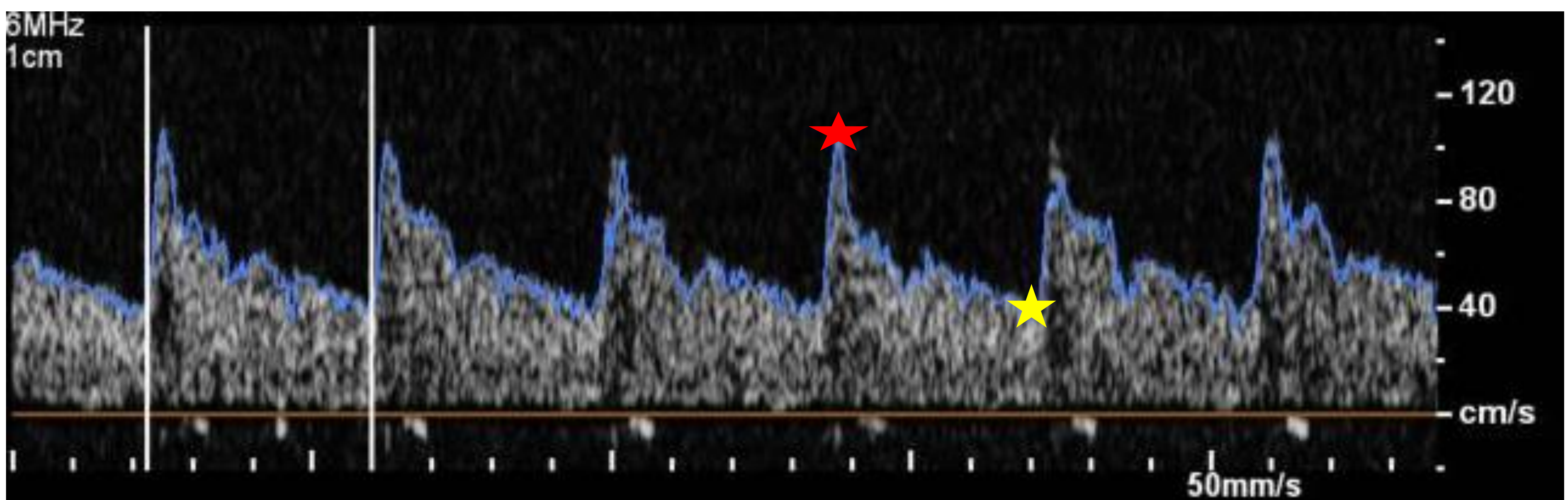


- Se deben obtener imágenes de forma bilateral de las arterias cerebral anterior, cerebral media y cerebral posterior, además de las arterias carótida y vertebral en su región valorable más distal.
- Es importante la corrección de ángulo entre 0° y 60° para la correcta adquisición de las velocidades picosistólica y telediastólica.

Interpretación de los resultados

Para la correcta interpretación de un ultrasonido Doppler Transcraneal se debe identificar en el patrón espectral los siguientes valores:

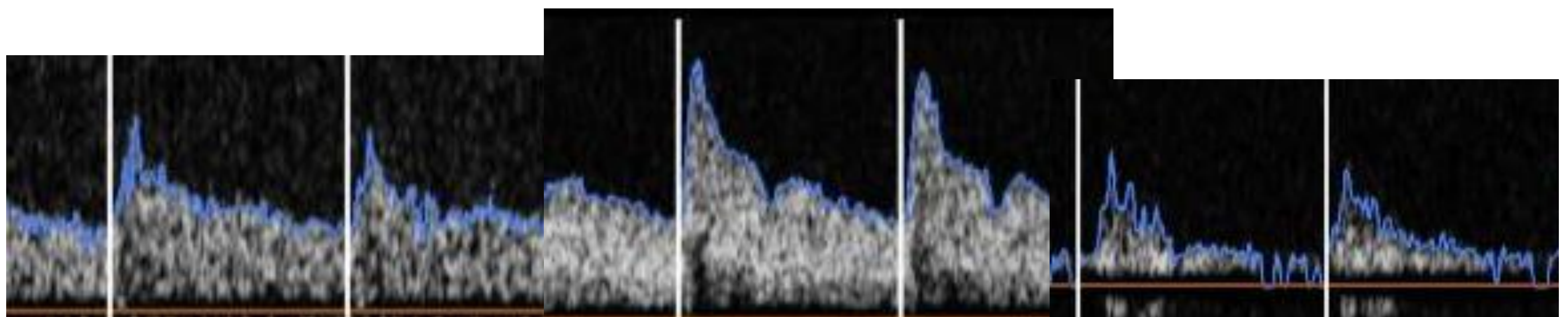
- Pico sistólico: su valor en la escala corresponde con la velocidad homónima (VPS). (Marca roja en la imagen)
- Final Diastólico: su valor en la escala corresponde con la velocidad telediastólica (VTD). (Marca amarilla en la imagen)
- Flujo: es el volumen de sangre que logra desplazarse por unidad de tiempo y es representado por el área bajo la línea del espectro.



Interpretación del espectro

La irritación que causa el sangrado sobre la pared externa del vaso sanguíneo es lo que ocasiona el vasoespasmo.

Previo al sitio de espasmo, el flujo debe ser laminar, de baja resistencia. En el sitio del espasmo se disminuye el calibre de la luz, condicionando un aumento en la velocidad de flujo, y distal al mismo se encontrará un flujo turbulento y amortiguado, como se muestra en el siguiente diagrama:



Factores sistémicos

QUE MODIFICAN LA VELOCIDAD

Existen diversos factores sistémicos que modifican la velocidad de flujo no solo en los vasos intracraneales, como pueden ser:

Que la incrementan

- Hiperemia
- Hipertensión arterial
- Fiebre
- Anemia
- Vasoespasmo
- Hipercapnia

Que la disminuyen

- Incremento de la presión intracraneal
- Disminución de la perfusión
- Hipotermia
- Hipocapnia

Si al momento de realizar el estudio se encuentran valores elevados de velocidad se sugiere revisar estos factores antes de que el estudio termine para hacer un abordaje más preciso.

Índices hemodinámicos

Los valores nos servirán para obtener dos índices que son de suma utilidad para el seguimiento de pacientes con hemorragia subaracnoidea:

- Velocidad media (VM): representa el promedio de la velocidad de flujo en una gráfica de tiempo contra velocidad. Se obtiene sumando la VPS más el doble de la VTD y dividiendo el valor entre 3.
- Índice de pulsatilidad de Gosling (IP) : diferencia entre la VPS y la VTD normalizado a la velocidad media y se utiliza para evaluar la resistencia vascular periférica.
- Índice de Resistencia (IR): es la medida de la dificultad que vence el flujo para entrar a un órgano. Se obtiene restando la VTD a la VPS y dividiendo el valor obtenido entre la VPS.

Índice Hemodinámico	Fórmula
Velocidad Media (VM)	$(PVS + 2 VFD)/3$
Índice de Pulsatilidad (IP)	$(VPS-VTD)/VM$
Índice de Resistencia (IR)	$(PSV - EDV)/PSV$

Valores diagnósticos DE VASOESPASMO

Los valores que diagnostican vasoespasmo se resumen en las siguientes tablas:

Arteria Cerebral Media			
Severidad	VPS	VM	IL
Leve	200-250	120-150	3-4.5
Moderada	250-300	150-200	4.5-6.0
Severa	>300	>200	>6

Cerebrales Anterior y Posterior			
Vaso	VPS	VM	IL
Posterior	>120	>85	NA (>2)
Anterior	>120	>80	>4

Jonathan D. Kirsch, MD, et al, Advances in Transcranial Doppler US: Imaging Ahead, RadioGraphics 2013; 33:E1–E14 • Published online 10.1148/rg.331125071

Índice de Lindegaard

Lindegaard y colaboradores propusieron un índice que compara las velocidades distales con las proximales en el mismo paciente para obtener una correcta diferenciación entre el vasoespasmo y las condiciones que aumentan las velocidades mencionadas previamente.

Para la circulación anterior se realiza el índice con la arteria carótida interna ipsilateral y para la circulación posterior con la arteria vertebral: si la velocidad se encuentra aumentada en ambos vasos, es debido a un modificador sistémico, en cambio, si sólo se ve afectada la velocidad del vaso intracraneal, es posible afirmar que la causa es vasoespasmo.

Circulación anterior (Media ACM / Media ACI)

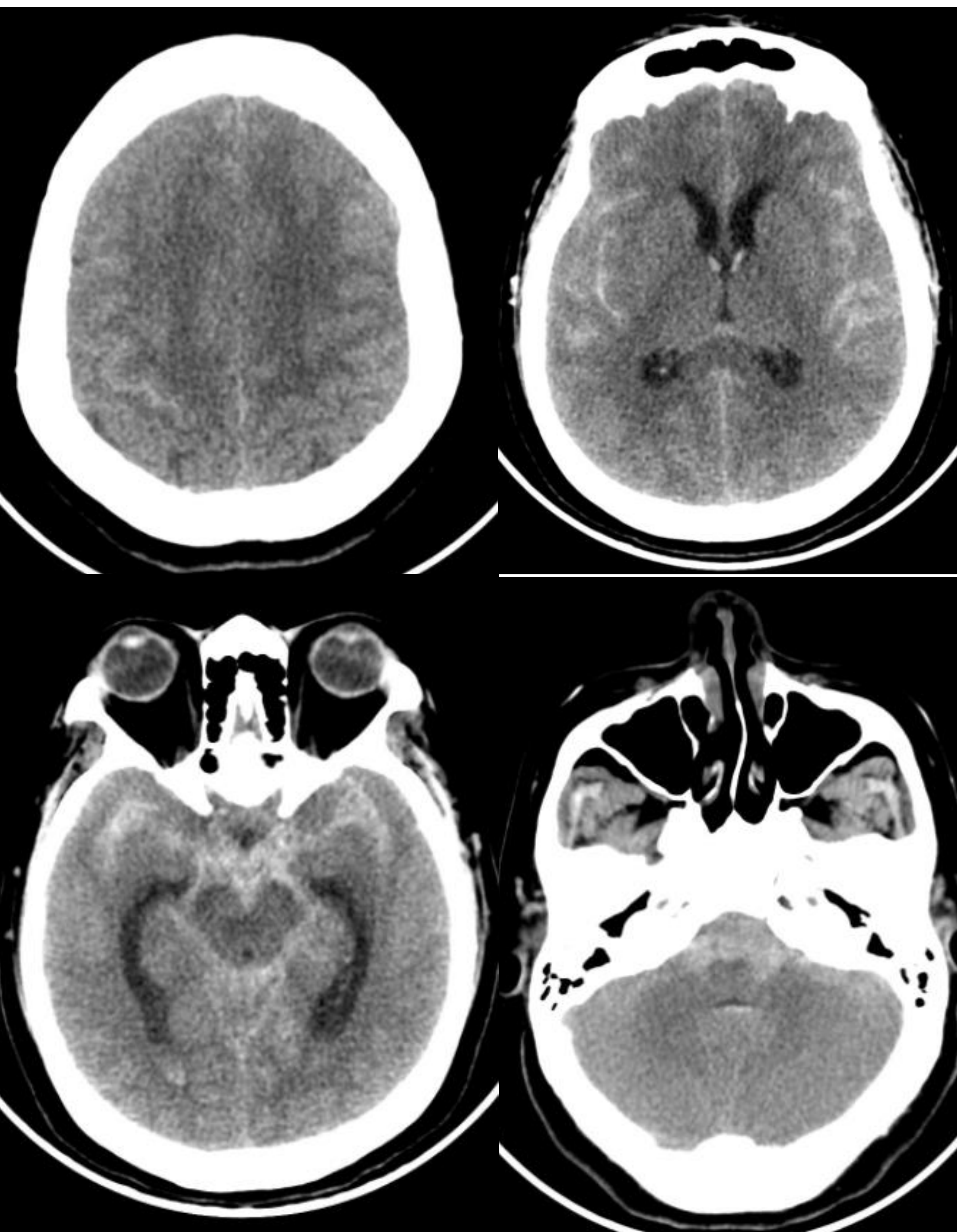
- $IL < 3$: Hiperemia/Hiperperfusión
- $IL > 3$: Vasoespasmo

Circulación posterior (Media AB / Media AV)

- $IL < 2$: Hiperemia/Hiperperfusión
- $IL > 2$: Vasoespasmo

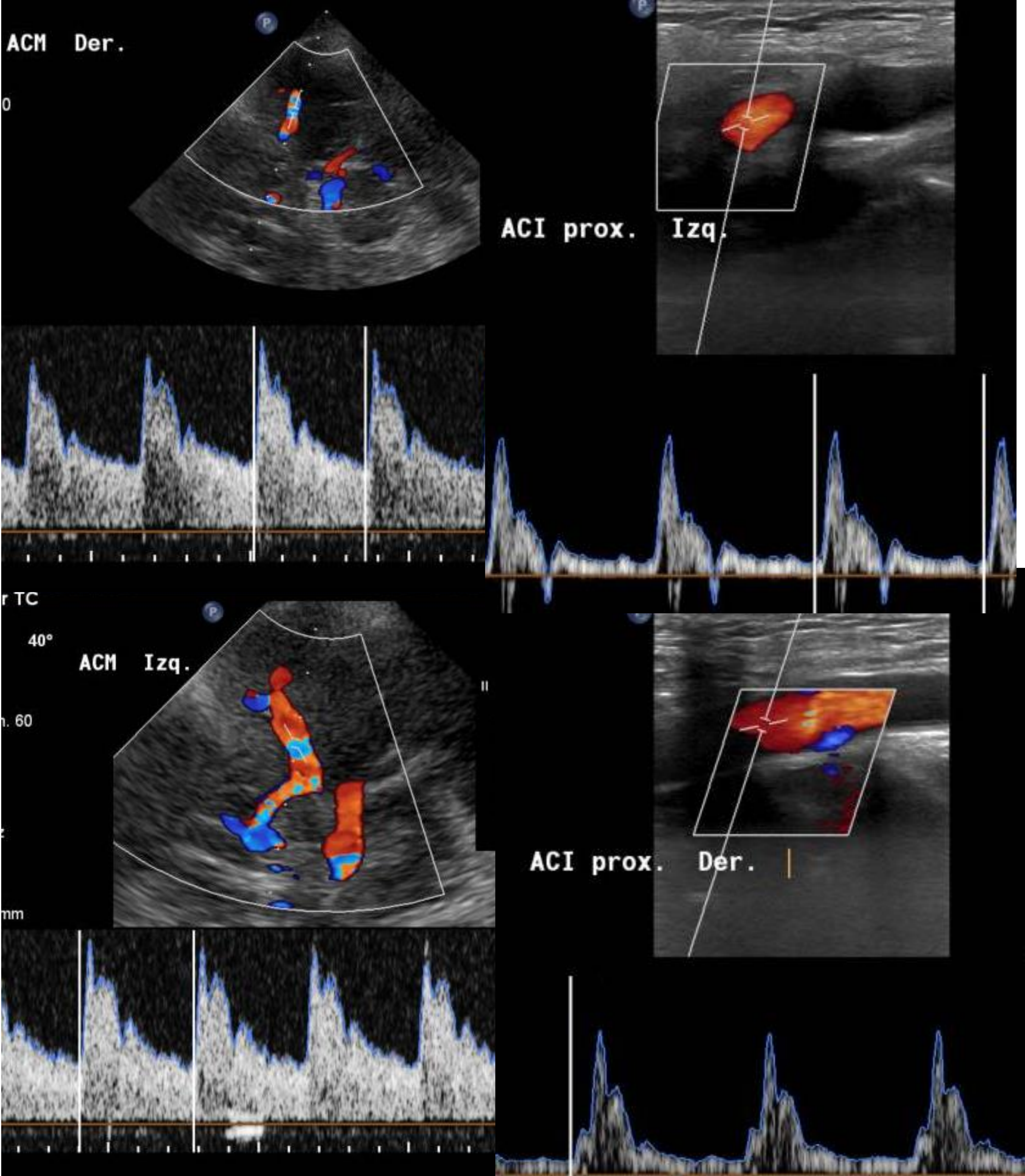
Caso representativo

Masculino de 66 años con hemiparesia derecha de 12 horas de evolución y sospecha clínica de evento vascular isquémico.



Hemorragia subaracnoidea difusa, con predominio en las cisternas perimesencefálicas, con hemoventrículo supra e infratentorial y con apertura hacia el parénquima de la región calcarina derecha, asociado con hidrocefalia supratentorial.

Caso Representativo



Conclusiones

El Ultrasonido Doppler Transcraneal es un método no invasivo que permite la evaluación de vasoespasmo en pacientes con hemorragia subaracnoidea secundaria a ruptura de aneurisma sin necesidad de utilizar medio de contraste, radiación ionizante o transportarlo fuera de la unidad donde se encuentre.

La correcta adquisición del protocolo, cuidando la corrección de ángulo y teniendo en cuenta los factores sistémicos que afectan las velocidades de flujo es fundamental para realizar el diagnóstico de vasoespasmo.

La comparación con las velocidades de flujo proximales en el mismo paciente son lo que finalmente nos llevará a establecer el diagnóstico de forma inequívoca.



Bibliografía

- William J. Zwiebel, et al; Introduction to Vascular Ultrasound Sixth Edition; Marbán.
- Esther S. H. Kim, MD, et al; Interpretation of Peripheral Arterial and Venous Doppler Waveforms: A Consensus Statement From the Society for Vascular Medicine and Society for Vascular Ultrasound; Journal for Vascular Ultrasound 1–26 © 2020, Society for Vascular Ultrasound Article reuse guidelines: sagepub.com/journals-permissions DOI: 10.1177/1544316720943099; journals.sagepub.com/home/jvu
- Jonathan D. Kirsch, MD, et al, Advances in Transcranial Doppler US: Imaging Ahead, RadioGraphics 2013; 33:E1–E14 • Published online 10.1148/rg.331125071
- Marshall SA, Nyquist P, Ziai WC. The role of transcranial Doppler ultrasonography in the diagnosis and management of vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage.
- Neurosurg Clin N Am 2010;21(2):291–303. 2. Keyrouz SG, Diringer MN. Clinical review: prevention and therapy of vasospasm in subarachnoid hemorrhage. Crit Care 2007;11(4):220.
- Krejza J, Kochanowicz J, Mariak Z, Lewko J, Melhem ER. Middle cerebral artery spasm after subarachnoid hemorrhage: detection with transcranial color-coded duplex US. Radiology 2005;236(2): 621–629. 4. Anderson