

ARTÍCULOS DE REVISIÓN**Estado actual del ultrasonido Doppler de las arterias vertebrales****Current state of the Doppler ultrasound in the vertebral arteries****Dr. Héctor Pereira Recio ¹**

¹ Especialista de I Grado en Radiología. Profesor Asistente. Hospital Universitario "Manuel Ascunce Doménech". Camagüey, Cuba.

RESUMEN

El ultrasonido Doppler es el método de imagen más utilizado en el estudio de las carótidas y vertebrales pues ofrece una evaluación no invasiva de estos vasos. Sin embargo, se le ha prestado relativa poca atención a los procedimientos quirúrgicos en las arterias vertebrales y que además por su localización anatómica son difíciles de explorar ecográficamente, lo que reduce el interés de evaluarlas en muchos pacientes, pero se ha demostrado su utilidad en ofrecer evidencias directas e indirectas de anomalías en la circulación sanguínea de estas arterias incluyendo lesiones distales al segmento que se explora y proximales como la estenosis ostial o en las arterias subclavia y braquiocefálica, entre otras. Al igual que en las carótidas aún no existe uniformidad en la realización e interpretación del examen lo cual depende en gran medida de la falta de protocolos de examen estandarizados y que los mismos sean realizados por un personal debidamente entrenado. En este artículo se hace una revisión del estado actual de la ecografía Doppler de las arterias vertebrales, sus indicaciones, protocolo de examen y los criterios diagnósticos empleados.

DeCS: Ultrasonido; insuficiencia vertebrobasilar/ultrasonografía; arteria vertebral/ultrasonografía; diagnóstico por imagen/método;

ABSTRACT

The Doppler ultrasound is the most utilized image method in the carotids and vertebral study therefore offers a non-invasive evaluation of these vessels. Nevertheless, it has been paid little attention to the surgical procedures in the vertebral arteries and because of its anatomical localization are difficult to explore by echography, what reduces the interest to evaluate it in many patients, but its utility has been demonstrated in offering direct and indirect evidences of abnormalities in the circulation of these arteries including distal lesions to the segment that is explored and proximal as ostial stenosis or in the subclavian and brachiocephalic arteries, among others. Just like in the carotids there is no uniformity yet interpreting and carrying out the exam, which depends in great measure for lack of standardized exam protocols and the same ones may be carried out for a properly trained personnel. In this article a review of the current state of the Doppler ultrasound in the vertebral arteries, its indications, protocol of exam and the employed diagnostic criteria is done.

DeCS: Ultrasonics; vertebrobasilar insufficiency/ultrasonography; vertebral artery/ultrasonography; diagnostic imagine/methods

INTRODUCCIÓN

El stroke constituye la tercera causa de muerte en el mundo después de las enfermedades cardíacas y el cáncer, y la principal causa de discapacidad severa a largo plazo, un tercio de los casos son fatales.^{1,2} La causa más comúnmente identificable es el tromboembolismo de origen cardiaco mientras que otra importante causa (20-30%) es la aterosclerosis a nivel de la bifurcación carotídea con formación de placas de ateroma que se extienden a la arteria carótida interna (ACI) y constituyen causantes de embolismo o trombosis.³

Hallazgos encontrados al examen físico, tales como soplo en el cuello, la presencia de enfermedad aterosclerótica extensa a cualquier nivel, o cualquier sintomatología

clínica sugestiva de un ataque transitorio de isquemia o de stroke son hechos importantes que sugieren la posibilidad de una estenosis carotídea hemodinámicamente significativa.

Lamentablemente la relación entre afección de las arterias vertebrales (AV) y los signos y síntomas clínicos neurológicos están mucho menos definidos que en la circulación carotídea por lo que se le ha prestado relativa poca atención a los procedimientos quirúrgicos en estos vasos, además por su localización anatómica son difíciles de explorar ecográficamente, todo lo cual reduce la necesidad de evaluar la circulación vertebral en muchos pacientes. No obstante, la evaluación de las AV extracraneales debe realizarse bilateralmente como parte de un estudio de rutina de las carótidas ya que tiene la ventaja de ser un método rápido y no invasivo que puede ofrecer evidencias directas e indirectas de anomalías en la circulación sanguínea de estas arterias incluyendo lesiones distales al segmento que se explora y proximales como la estenosis ostial o en las arterias subclavia y braquiocefálica.

DESARROLLO

Estudio de las arterias vertebrales

Consideraciones anatómicas: Las AV están divididas en cuatro segmentos (V1-V4). Los segmentos 1-3 representan su porción extracraneal. El segmento V1 se origina de la mitad craneodorsal de la arteria subclavia (ASC), pero raramente es caudoventral; con frecuencia es tortuosa y a menudo describe una curva significativa antes de entrar en el foramen transverso de C6. El segmento V2 se extiende del proceso transverso de C6 hasta su salida en el axis. El segmento V3 se extiende del punto de salida del axis hasta su entrada en el canal espinal. El segmento V4 es intracraneal y termina como la arteria basilar. El origen anómalo más común es una AV que se eleva directamente del arco aórtico en el lado izquierdo, ocurriendo hasta en un 5% de los casos. En esta variante la AV entra en el canal óseo a nivel de C5 en lugar de C6. Otras variaciones descritas incluyen un origen aórtico distal a la ASC izquierda, o raramente puede elevarse desde la arteria carótida común (ACC) izquierda o de la arteria carótida externa izquierda. El origen de la AV del arco de la arteria carótida común derecha es muy raro.⁴

Consideraciones técnicas: Para visualizar bien las AV entre las sombras acústicas de los procesos transversos, se usa la misma sonda con que se exploran las carótidas.

Primeramente se debe obtener un corte longitudinal en modo B del tercio medio de la ACC. Una vez que la sonda se ha posicionado encima del eje largo de la ACC, se desplaza lateralmente (sin ninguna rotación), aparecerán las sombras acústicas de los procesos transversos de las vértebras y un segmento (o más) de la arteria debe verse entre las sombras. Una vez que se ha establecido la orientación del segmento arterial pertinente, el vaso debe ser explorado con el Doppler color para establecer la dirección del flujo. Luego debe usarse el Doppler espectral para evaluar la onda e identificar cualquier anomalía en el patrón de flujo, y para medir la velocidad sistólica máxima.

De los segmentos V1 al V3 a menudo es sólo el segmento V2 el que se evalúa durante un examen carotídeo proporcionando una valoración de la dirección del flujo y la forma de la onda espectral. Sin embargo, aunque la visualización por ultrasonido del segmento V1 es inconstante, en la mayoría de los pacientes puede ser adecuadamente visible por lo que puede ser deseable obtener la imagen de este segmento, particularmente en el origen sobre todo si lo indica en V2 un patrón tardus en la onda espectral por ser aquel el sitio más común de enfermedad, se estima que es visible en aproximadamente el 65-85% de los casos y más fácilmente visualizado en la izquierda. El segmento V2 es visible en aproximadamente el 95% de los pacientes.^{4, 5} La no visualización de la arteria indica hipoplasia, aplasia u oclusión.⁴ El segmento V3 puede ser explorado hasta su entrada en el canal espinal.

Interpretación de los datos: Se debe buscar la dirección del flujo y la forma de la onda espectral. Debe haber un flujo cefálico a lo largo del ciclo cardíaco y con un patrón de baja-resistencia. Se considera deseable, la medición del diámetro de la luz arterial, la velocidad pico sistólica (VPS) y/o el volumen de flujo (VF).^{4,6} La VPS normal para el segmento V2 es aproximadamente de 20-60 cm/s. Este rango se define pobremente en la literatura, pero una VPS de <10 cm/s es probablemente anormal, y una VPS focal de >100 cm/s es probablemente indicativo de una estenosis significativa. En el origen de la arteria vertebral la VPS es ligeramente más alta (la velocidad media de 64 cm/s con un rango de 30-100 cm/s). Debido a la asimetría en el diámetro de la AV (presente en 73% de individuos normales), puede haber normalmente una diferencia considerable en la VPS en un mismo individuo. El diámetro normal de la AV extracraneal por ultrasonido se considera aproximadamente de 4 mm, su diámetro medio es aproximadamente 3.5 mm, con una tendencia para la izquierda de ser más grande que la derecha y el límite superior normal es de aproximadamente 5-5.5 mm.^{7,8} Un diámetro de <3 mm es sugestivo de hipoplasia.⁴ *Kizilkilic et al*⁶ encuentran valores normales del VF de 69.05 ± 38.52 ml/min en el lado derecho y de

89.04 ± 51.73 ml/min en el izquierdo.

Aplicaciones

Oclusión y estenosis de las arterias vertebrales: las AV extracraneales desarrollan cambios ateromatosos con similar frecuencia que las arterias carótidas, su distribución es más común a nivel del origen. Básicamente se aplican los mismos principios para la detección de estenosis y oclusión que en las carótidas, sin embargo, como estas arterias no puede ser visualizadas en toda su extensión y como la mayoría de las estenosis ocurren en su origen a nivel de las arterias subclavias todavía su diagnóstico tiende a ser basado en signos indirectos como la presencia de una onda espectral con patrón tardus parvus con mucho más frecuencia que por la visualización directa de su origen con la detección focal de altas velocidades. Las oclusiones son diagnosticadas con menor facilidad ya que puede ser difícil diferenciarlas de una hipoplasia o aplasia. La visualización de la AV en los canales intervertebrales sin la presencia de flujo es muy sugestiva de oclusión. Las obstrucciones distales se pueden diagnosticar por la presencia de un patrón de alta resistencia (parvus sin el componente tardus) aunque no es específico.^{4,9}

Síndrome del robo de la subclavia: Este síndrome es una forma especial de perturbación de la circulación cerebrovascular y se define como la reducción en la perfusión en la circulación posterior por estenosis u oclusión de la arteria subclavia y del tronco braquicefálico proximal al origen de la vertebral. Trastornos hemodinámicamente significativos de la arteria subclavia proximal al origen de la AV pueden causar cambios característicos en la AV ipsilateral. La reducción en el diámetro de la arteria subclavia proximal produce un gradiente de presión entre la circulación cerebral (donante) y la arteria subclavia (receptor) dando lugar a una alteración del flujo en la AV. Si la presión de perfusión en los segmentos post estenóticos caen durante el reposo o con el ejercicio del brazo ipsilateral, ocurre una inversión del flujo en la AV ipsilateral, en tal caso, dependiendo de las condiciones del polígono de Willis, la extremidad superior es perfundida por algunas de las arterias que perfunden el cerebro, produciendo trastornos neurológicos. El diagnóstico ecográfico se establece por la demostración de flujo retrógrado en la AV del lado afectado y es sustentado por los cambios hemodinámicos en la arteria axilar y braquial. La inversión completa del flujo en la AV causada por una obstrucción severa proximal de la arteria subclavia ha sido bien documentado, pero pueden aparecer varios patrones de flujo intermedios en la AV en los cuales se mantiene un sustancial flujo anterogrado en presencia de una estenosis ligera o moderada de la subclavia (patrón "Pre-bunny", patrón "Bunny",

patrón To-and-Fro/bidireccional). Tales cambios en el patrón de las AV en reposo han demostrado tener un alto valor predictivo de presencia de enfermedad aterosclerótica proximal de la arteria subclavia, con una moderada correlación entre el tipo de patrón en la AV y la severidad de la estenosis.^{9,10} Es de notar que las estenosis ligeras o moderadas solo pueden producir un gradiente después del ejercicio y éste puede incrementar el estado de cualquiera de los patrones anormales de la AV. En estos casos se puede inducir una hiperemia del brazo con un manguito de presión arterial localizado a nivel braquial, si existe robo, la morfología de la onda se invierte rápidamente o se hace bifásica después de eliminar la presión del manguito.

La enfermedad valvular aórtica: otras lesiones hemodinámicamente significativas como la enfermedad valvular aórtica causan alteración en el patrón de flujo vertebral que puede volverse bífido, con la segunda cresta sistólica mayor o igual que la primera, ambas crestas son distintas de la muesca dicrótica. Esta apariencia también puede verse en las arterias carótidas y si se presenta bilateralmente, es un indicador no específico de enfermedad valvular, ya sea insuficiencia o estenosis.⁴

Insuficiencia vertebrobasilar secundaria a hipoplasia o compresión extrínseca: aparte de las enfermedades previamente descritas, la aplasia o hipoplasia de las AV pueden causar una significativa disminución del volumen del flujo a través del sistema vertebrobasilar, es una de las posibles causas de insuficiencia vertebrobasilar. El análisis Doppler espectral no resulta útil para demostrar la hipoplasia, en tales vasos se reportan patrones normales^{9,11}, bidireccionales, y de alta y baja resistencia.¹¹

Una explicación alternativa para la insuficiencia vertebrobasilar es la compresión extrínseca de la AV a cualquier nivel, que puede ocurrir durante la rotación cervical.¹² Sin embargo, el rol del ultrasonido Doppler para identificar la compresión extrínseca de las AV no ha sido bien documentado sobre todo por las dificultades técnicas para visualizarlas durante la rotación de la cabeza.

Disección y aneurisma de las arterias vertebrales: pueden aparecer en cualquiera de los segmentos extracraneales de las AV, el segmento más frecuentemente involucrado es el V3. Varios estudios han demostrado que el ultrasonido Doppler de las AV extracraneales es muy sensible para detectar anomalías del flujo (70–80%)^{13,14}, pero es insuficientemente específico para detectar disecciones de las AV. Según *Wilkinson et al*¹⁵ el estudio de Bartels, que contiene una alta prevalencia de disección de la AV proximal al segmento V3, cita varios hallazgos típicos

ultrasonográficos como la presencia de una membrana disecante irregular con biluminalidad, incremento localizado del diámetro del vaso, pseudoaneurisma, hematoma intramural, y estenosis con oclusión distal. *Sturzenegger et al*¹³, reportan el uso de criterios Doppler más indirectos como VPS anormalmente bajas, patrones de alta resistencia, flujo ausente o reverso que identifican una AV potencialmente anormal, la cual, si los síntomas clínicos son sugestivos, se recomienda hacer otros estudios angiográficos para confirmar el diagnóstico.

Los aneurismas de las AV extracraneales son fundamentalmente de origen traumático y son extremadamente raros,¹⁵ aunque los aneurismas disecantes son más comunes, y la localización es más frecuente en el segmento distal de V2 (a nivel de C1/C2).¹⁶

El síndrome del robo coronario-subclavio: Este síndrome ocurre cuando la arteria mamaria interna izquierda se usa como bypass para la revascularización coronaria en presencia de una estenosis hemodinámicamente significativa en la ASC proximal causando la inversión del flujo en la AV y la arteria mamaria interna ipsilateral, creándose un robo fuera del corazón y/o el cerebro.¹⁷

CONCLUSIONES

La afección de las AV está mucho menos estudiada que en la circulación carotídea, además por su localización anatómica éstas son difíciles de explorar ecográficamente, todo lo cual reduce la necesidad y el interés de evaluarlas en muchos pacientes. No obstante, su examen debe realizarse bilateralmente como parte de un estudio de rutina de las carótidas ya que tiene la ventaja de ser un método rápido y no invasivo que puede ofrecer evidencias directas e indirectas de anomalías en la circulación sanguínea de estas arterias incluyendo lesiones distales al segmento que se explora y proximales como la estenosis ostial o en las arterias subclavia y braquiocefálica, entre otras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Robbin ML, Lockhart ME. Carotid Artery Ultrasound Interpretation Using a Pattern Recognition Approach. *Ultrasound Clin.* 2006; 111-31.

2. Gaitini D, Soudack M. Diagnosing carotid stenosis using Doppler sonography. State of the art. *J Ultrasound Med.* 2005; 24:1127-36.
3. Scoutt LM, Lin FL, Kliewer M. Waveform Analysis of the Carotid Arteries. *Ultrasound Clin.* 2006; 1:133-59.
4. Buckenham TM, Wright IA. Ultrasound of the extracranial vertebral artery. *BJR.* 2004; 77: 15-20.
5. Nicolau C, Gilabert R, Chamorro A, Vazquez F, Bargallo N, Bru C. Doppler sonography of the intertransverse segment of the vertebral artery. *J Ultrasound Med.* 2000; 19:47–53.
6. Kizilkilic O, Mihmanli I. Color Doppler Analysis of Vertebral Arteries. Correlative Study with Angiographic Data. *J Ultrasound Med.* 2004; 23: 1483-91.
7. Bartels E, Fuchs HH, Flugel KA. Duplex ultrasonography of vertebral arteries: examination, technique, normal values, and clinical applications. *Angiology* 1992; 43:169–80.
8. Lovrencic-Huzjan A, Demarin V, Bosnar M, Vukovic V. Color Doppler flow imaging (CDFI) of the vertebral arteries — the normal appearance, normal values and proposal for the standards. *Coll Antropol.* 1999; 23:175–81.
9. Landwehr P, Schulte O, Voshage G. Ultrasound examination of carotid and vertebral arteries. *Eur. Radiol.* 2001; 11:1521-34.
10. Kliewer MA, Hertzberg BS, Kim DH, Bowie JD, Courneya DL, Carroll BA, et al. Vertebral artery Doppler waveform changes indicating subclavian steal physiology. *AJR Am J Roentgenol.* 2000; 74:815–19.
11. Nicolau C, Gilabert R, Chamorro A, Vazquez F, Bargallo N, Bru C, et al. Doppler sonography of the intertransverse segment of the vertebral artery. *J Ultrasound Med* 2000; 19:47–53.
12. Nakamura K, Saku Y, Torigoe R, Ibayashi S, Fujishima M. Sonographic detection of haemodynamic changes in a case of vertebrobasilar insufficiency. *Neuroradiology.* 1998; 40:164–66.
13. Sturzenegger M, Mattke HP, Rivoir A, Rihs F, Schmid C. Ultrasound findings in spontaneous extracranial vertebral artery dissection. *Stroke.* 1993; 24:1910–21.
14. Hinse P, Thie A, Lachenmayer L. Dissection of the extracranial vertebral artery. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1991; 54:863–69.
15. Wilkinson DL, Polak JF, Grassi CJ, Whittemore AD, O'Leary DH, et al. Pseudoaneurysm of the vertebral artery: appearance on colour-flow Doppler sonography. *AJR Am J Roentgenol.* 1988; 1051–52.

16. Sidhu PS, Allan PL. The extended role of carotid artery ultrasound. Clin Radiol. 1997; 52:643–53.
17. Takach TJ, Reul GJ, Cooley DA, Duncan JM, Livesay JJ, Ott DA, et al. Myocardial Thievery: the coronary-subclavian steal syndrome Ann Thorac Surg. 2006; 81(1):386-92.

Recibido: 12 de noviembre de 2007.

Aceptado: 21 de marzo de 2008.

Dr. Héctor Pereira Recio. Carretera de Santa Cruz #117 e/ Nueva y 5. Reparto "Torre Blanca". Camaguey. Cuba. e-mail: hectorpr@finlay.cmw.sld.cu