

VALORACIÓN DE TRONCOS SUPRAAÓRTICOS

Arturo Estañ Pérez. Manuel Ricart Rodrigo.

Hospital Lluís Alcanyís. Xàtiva.

INTRODUCCIÓN.

Las estenosis severas por arterioesclerosis de las arterias carótidas extracraneales son las responsables del 20-30 % de los accidentes cerebrovasculares (ACV). Las placas ateromatosas a este nivel, además de provocar dichas estenosis, pueden actuar como fuente embolígena. Las placas carotídeas afectan normalmente a la arteria carótida interna (ACI) en los dos centímetros proximales a la bifurcación, localización de fácil acceso a los ultrasonidos.

Estudios recientes han demostrado que la endarterectomía carotídea (EAC) es más beneficiosa que la terapia médica en pacientes sintomáticos con estenosis severas de la arteria carótida interna (ACI), > del 70%.

RECUERDO ANATÓMICO.

La arteria carótida común (ACC) derecha se origina de la arteria innominada y la izquierda directamente del arco aórtico. Ambas carótidas se bifurcan justo por debajo de la mandíbula en las ramas interna (ACI) y externa (ACE). El nivel de la bifurcación es variable pero generalmente es a la altura de cuarta vértebra cervical.

El calibre de la zona distal de la ACC y la proximal de la ACI es más grande que las otras porciones del vaso. Esta área de ensanchamiento localizado es el bulbo carotídeo lugar más común para la formación de placas. Afortunadamente esta región es quirúrgicamente accesible mediante endarterectomía o la colocación de endoprótesis vasculares.

Más allá de la bifurcación, la ACE da ramas para el tiroides, cuello y cara mientras la ACI discurre sin dar ramas hasta la base del cráneo. La porción distal de la ACI asume una configuración en S. Esta región conocida como sifón carotídeo es un sitio relativamente común para la formación de depósitos ateromatosos.

Cuando la ACI se obstruye se desarrollan rutas colaterales entre la interna y la externa y, también, entre la circulación anterior y posterior. La arteria oftálmica es la ruta principal para la colateralización de la ACE.

Las arterias vertebrales se originan como la primera rama de la arteria subclavia. En el 6% de la población, la arteria izquierda nace directamente del arco aórtico. Ascenden a través del foramen vertebral cervical y pasan por el agujero magno. No dan ramas principales en el cuello. Antes de unirse para formar el tronco basilar dan lugar a la arteria cerebelosa posteroinferior.

INDICACIONES Y OBJETIVOS.

Aunque la indicación fundamental será la exploración de pacientes con AIT o ACV, lo estará, también, en las siguientes situaciones:

- Valoración de soplos carotídeos
- Seguimiento de patología ya conocida
- Control de resultado de la endarterectomía o endoprótesis
- Análisis de masas pulsátiles
- Diagnóstico y seguimiento de la disección

El objetivo primordial del estudio será el diagnóstico de estenosis severas de la ACI (> 70%) que son las subsidiarias de la endarterectomía) y la valoración de la placa como posible fuente embolígena.

Estenosis.

Se pueden medir atendiendo a dos criterios:

Velocimétricos:

Dado que el aumento de velocidad es directamente proporcional al grado de estenosis, se puede recurrir a los llamados parámetros cardinales Doppler, esto es, la velocidad pico sistólica (VPS), la velocidad pico diastólica (VPD) y el ratio sistólico. Este último se obtiene del cociente entre la velocidad máxima en la estenosis de la ACI y la velocidad en la ACC proximal a la estenosis. Aunque numerosos estudios se basaron fundamentalmente en la VPS, hay situaciones clínicas determinadas que podrían llevarnos a conclusiones espúreas como, por ejemplo, bajo gasto cardiaco, estenosis de alto grado en la carótida contralateral, lesiones en tándem, etc, que aconsejan observar, en su conjunto, los parámetros Doppler anteriormente mencionados. (Fig.1A, B)

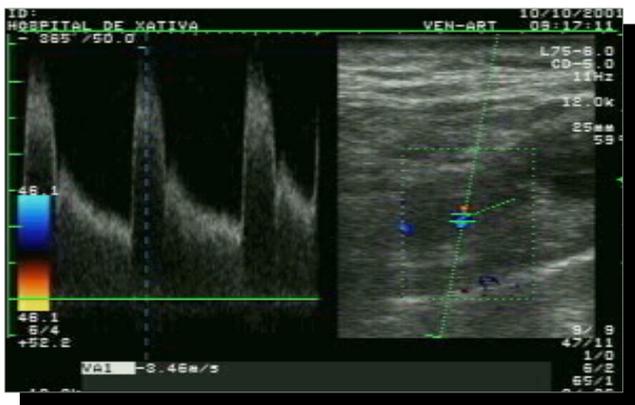


Figura 1ª. A Medida ratio sistólico
Velocidad en estenosis de ACI
347 cm/s

Figura 1B. Velocidad en la ACC
68 cm/s R= 5,07

Morfológicos:

Otra forma de cuantificar la estenosis es mediante la medición de la reducción porcentual del diámetro de la luz del vaso. Para ello se utilizará el modo B en cortes transversales y el color y/o el Power. Esta forma de cuantificar la estenosis, además de corroborar los datos que previamente hemos obtenido con el análisis espectral, tiene el interés de depender menos de los factores técnicos del Doppler (ángulo etc.) (**Figura2**). Permite, además, cuantificar estenosis hemodinámicamente no significativas que no modifican la velocidad. En cualquier caso, combinándolos con los criterios velocimétricos mejoran el valor predictivo positivo para la estenosis.

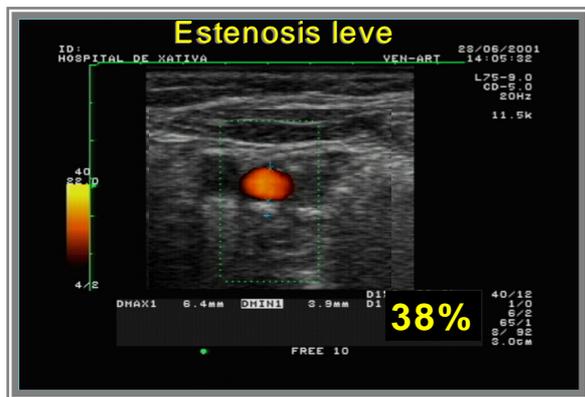


Figura 2ªA. Medida estenosis. Reducción porcentual del diámetro. Estenosis leve.

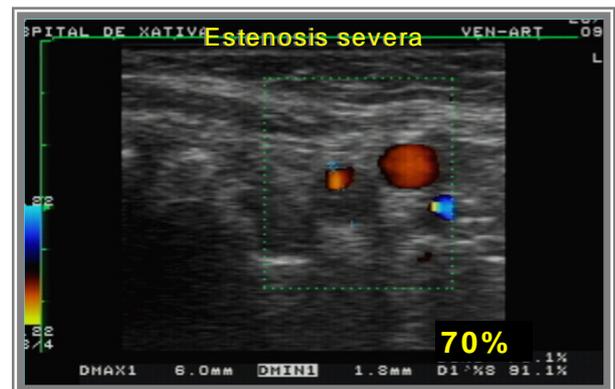


Figura2A. Estenosis severa.

Placas

Los rasgos diagnósticos más importantes de la placa son: su extensión, grosor y grado resultante del estrechamiento de la luz y, por último, su composición. La extensión cefalocaudal de la placa se visualiza de forma fidedigna y se ha de hacer constar en el informe radiológico.

El grosor de la placa así como la severidad de la estenosis se medirá indefectiblemente en transversal y así evitar sub o sobreestimaciones de la misma.

La ecogenicidad de la placa se correlaciona con su composición. Las de baja ecogenicidad tienen gran cantidad de material lipídico. La hemorragia intraplaca está asociada con el mayor componente lipídico. Se ha comprobado que placas extirpadas a pacientes sintomáticos contenían significativamente más lípidos que las extirpadas en pacientes asintomáticos. La hemorragia interna de la placa es un factor predisponente a la aparición de clínica neurológica.

Prácticamente todas las placas ulceradas se acompañan de hemorragia ¿Qué sugiere ulceración?. Una depresión /cráter de márgenes agudos que puede ser documentado tanto en transversal como en longitudinal y conteniendo flujo.

(Figura 3)

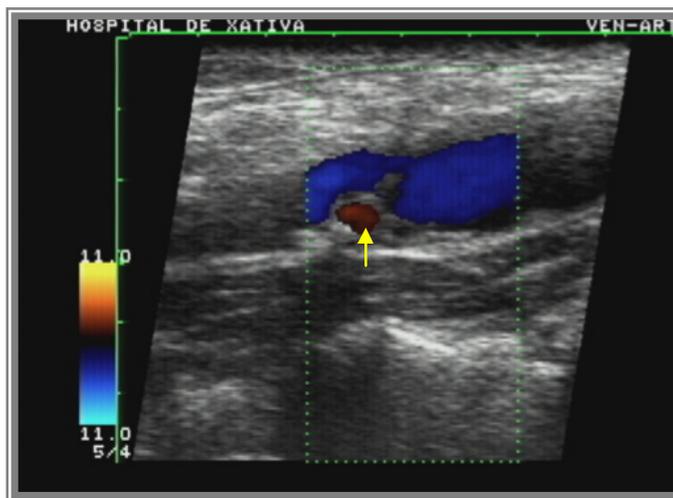


Figura 3. Detección de flujo en el interior de la placa (flecha)

Independientemente que los distintos servicios hayan podido validar sus resultados bien en su centro o en el hospital de referencia con estos criterios o con otros de los numerosos publicados en la literatura, no ha habido siempre uniformidad en los criterios aplicados y se han planteado dudas de procedimiento. Este hecho provocó una iniciativa, por parte de la mayoría de

expertos en ecografía Doppler (USA), en reunirse con la finalidad de establecer un consenso tanto en el procedimiento técnico como en facilitar aquellos parámetros que nos indiquen la presencia de estenosis de origen arterioesclerótico de la ACI. Esta reunión tuvo lugar en San Francisco, California en Octubre de 2002. Las consideraciones técnicas básicas fueron que el estudio estándar se realizara con modo B, Color y análisis espectral. Todas las ondas Doppler debían ser obtenidas con un ángulo de insonización igual o menor a 60° y ser lo suficientemente cuidadoso para que la muestra coincidiera con el punto de máxima estenosis.

Los criterios diagnósticos recomendados se resumen en la tabla número 1

Criterios diagnosticos para estenosis de ACI (modo B y Doppler)				
Panel de consenso				
Grado de Estenosis(%)	<u>Parámetros principales</u>		<u>Parámetros adicionales</u>	
	VPS ACI (cm/seg)	Placa estimada %	Ratio s ACI/ACC	VD/ACI (cm/seg)
Normal	< 125	Ninguna	< 2	< 40
< 50	< 125	< 50	< 2	<40
50-69	125-230	>-50	2.0-4.0	40-100
> 70	> 230	>- 50	> 4.0	> 100
Estenosis cr	Alta,baja o indetectable	visible	Variable	Variable
Oclusión	Indetectable	Visible,no detecable luz	No aplicable	No aplicable

Grant CG, Benson CB et al . Radiology 2003; 229:340-346

Placa estimada(reducción del diámetro) con modo B y Doppler color

Decir que los parámetros de velocidad pueden no ser aplicables en las **estenosis críticas (preoclusivas)** ya que las velocidades pueden ser altas, bajas o indetectables. El diagnóstico se establecerá al detectar, mediante color o Power, una luz marcadamente estrecha.

La oclusión total se sospechará cuando no se detecte luz patente mediante modo B, análisis espectral, Power o color.

En los **Controles post-Endarterectomía** o después de la colocación de **endoprótesis vasculares (stents)**, se tendrá en cuenta que habrá un moderado aumento de las VPS y de los Ratios Sistólicos (ACI/ACC), de tal modo que se diagnosticaran:

- Estenosis \geq al 50% si las VPS son mayores de 220-225 cm/s y los Ratios Sistólicos entre 2,5 y 2,8.
- Estenosis $<$ al 70% si las VPS son mayores de 325-350 cm/s y los Ratios Sistólicos entre 4 y 4,75.

Como vimos anteriormente otras indicaciones del estudio Doppler de los TSA eran tanto la disección carotídea como el estudio del glomus carotídeo

La disección carotídea, traumática o no, mostrará el colgajo intimal fijo o móvil, con trombo o no asociado. Tanto el color, como el análisis espectral desvelará la diferencia de velocidad entre la luz verdadera y la falsa. (**Figura 4**)

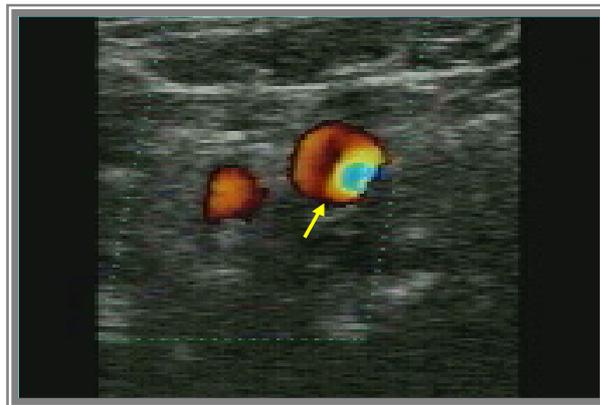


Figura4A Disección carotídea. Colgajo intimal (flecha)

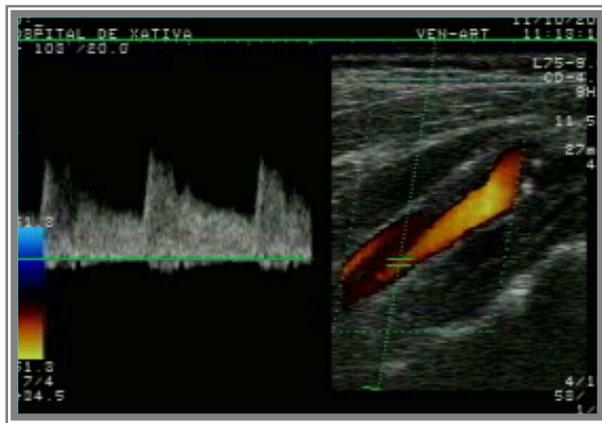
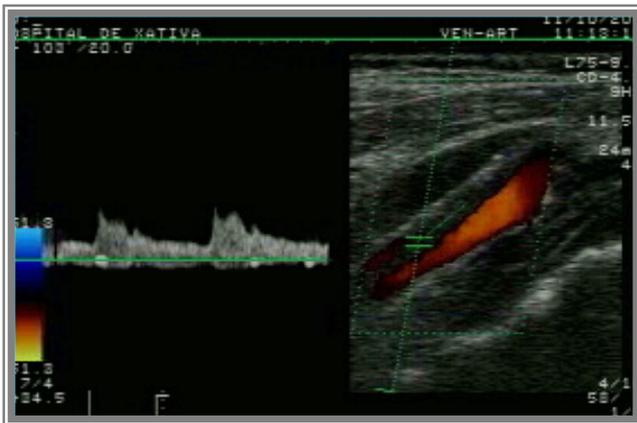


Figura 4B. Disección carotídea



*Figura 4C. Análisis espectral luz falsa
Análisis espectral en luz verdadera*

En cuanto al tumor del **glomus carotídeo**, recordar que es un paraganglioma localizado en la bifurcación que se presenta con un soplo

audible. El papel del Doppler será la demostración del mismo, así como, el control posterior tras la embolización o resección quirúrgica. (**Figura5 A, B**).

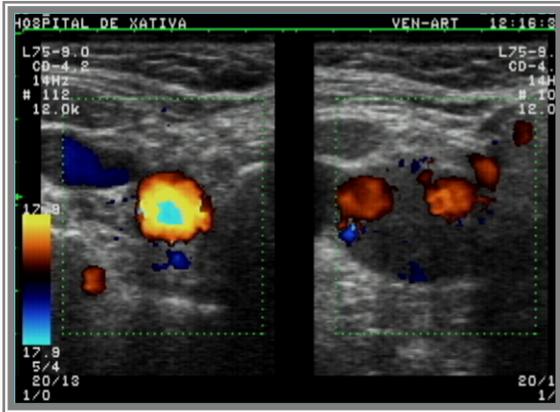


Figura 5A. Tumor Glómico. Bifurcación

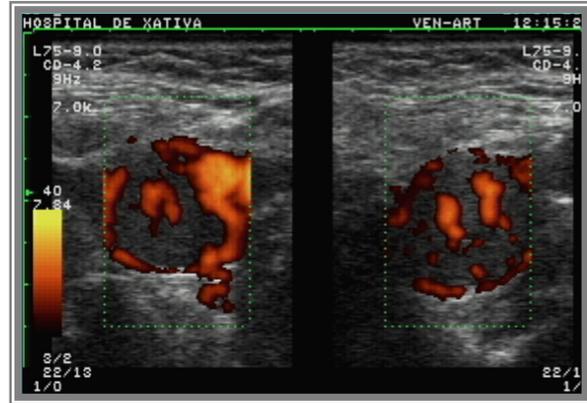


Figura 5B. Power. Hipervascularización

VERTEBRALES.

El estudio Doppler color de los troncos supraaórticos debe incluir el de las arterias vertebrales.

Las vertebrales tienen un patrón de baja resistencia con una VPS de 20-60 cm/seg y una VPD de 5-18cm/seg.

Las arterias vertebrales se dividen en cuatro segmentos:

V1- Desde su origen, en la arteria subclavia, hasta la entrada en la apófisis transversa de C2.

V2- Entre las transversas desde C2-C6.

V3- Desde la salida de C2 hasta el agujero magno.

V4- sería la porción intracraneal para unirse con la contralateral y formar el tronco de la basilar.

Es el segmento V2 el que se visualiza en el 100% de los casos y el que habrá que estudiar de forma sistemática en todas las exploraciones de TSA.

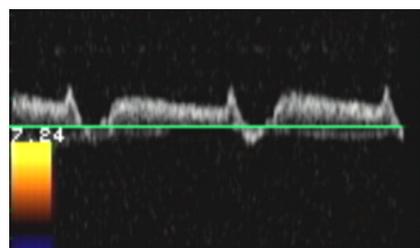
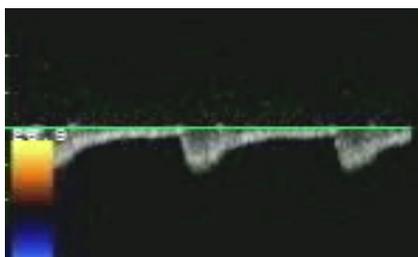
El estudio de las vertebrales incluye una serie de pasos:

1. Una vez localizada la arteria carótida longitudinalmente se desplaza el transductor lateralmente para visualizar la transversas y localizar el segmento V2.
2. Se confirma que, al igual que la carótida, la dirección del flujo es craneal.
3. Análisis espectral que si es normal se podría concluir el estudio
4. Si se detecta un flujo tipo tardus-parvus, hay que estudiar los segmentos proximales a la toma de la muestra incluido el segmento V1 y el ostium si fuera posible.
5. Si se detectara signos de freno habría que estudiar el vaso lo más distal posible.

Robo de la subclavia.

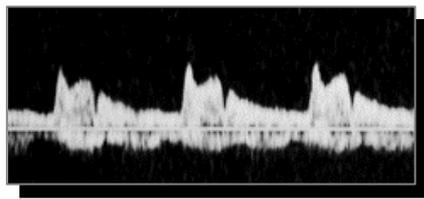
Se produce cuando hay una obstrucción o estenosis de alto grado en la arteria subclavia o tronco braquiocefálico. Cuando el robo es completo, hay un flujo retrógrado (durante todo el ciclo cardiaco) que se evidencia tanto con Doppler color como con el análisis espectral. (**Figura 6**).

En el fenómeno de prerrobo o robo parcial se han descrito hasta cuatro patrones diferentes en relación con el grado de estenosis. Hasta que ésta no es del 70%, no se produce inversión parcial del flujo. (**Figura 7**).

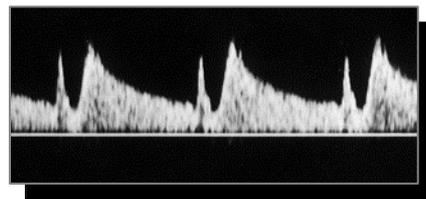


Kliwer y colaboradores describieron hasta cuatro tipos de curvas de robo parcial en relación al grado creciente de severidad de la estenosis.

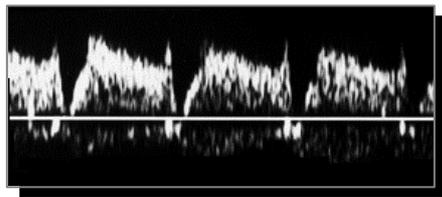
Las ondas tienen en común un descenso brusco de la velocidad después del sístole temprano que va a dar lugar a una muesca y, será precisamente la profundidad de esa muesca, la que definirá la curva (Fig. 8)



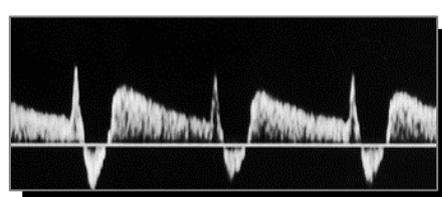
Tipo I



Tipo II



Tipo III



Tipo IV

Fig 8. Tipos de robo parcial de subclavia

En resumen, el estudio Doppler color de los TSA es una técnica muy segura (las series últimas con seguridades por encima del 90%) y con un excelente coste/beneficio por lo que se ha convertido en la primera técnica en la valoración de pacientes sintomáticos. Debe incluir el estudio de las vertebrales por cuanto aporta una información muy válida sobre las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bluth EI, Sunshine JH, Lyons JB, et al. Power Doppler imaging: initial evaluation as a screening examination for carotid artery stenosis. *Radiology* 2000; 215: 791- 800.
2. Huston J, James EM, Brown Rd, et al. Redefined duplex ultrasonography criteria for diagnosis of carotid artery stenosis. *Mayo Clin Proc* 2000; 75: 1133-1140.
3. Nicolau C et al. Doppler sonography of the segment of the vertebral artery. *JUM* 2000 ;19: 47-53.
4. Lee VS, Hertzberg BS, et al. Variability of Doppler US measurements along the common carotid artery: effects on estimates of internal carotid arterial stenosis in patients with angiographically proved disease. *Radiology* 2000; 214: 387-392.
5. **Kliewer MA, Hertzberg BS, Kim DH, et al. Vertebral Artery Doppler waveform changes indicating subclavian steal physiology. *AJR* 2000; 174: 815-819.**
6. Grant EG, Duerinckx AJ, et al. Ability to use duplex US to quantify internal carotid arterial stenosis: fact o fiction?. *Radiology* 2000; 21: 247-252.
7. Koga M, Kimura K, Minematsu K, Yamaguchi T. Diagnosis of internal carotid artery stenosis greater than 70% with power Doppler duplex sonography. *Am J Neuroradiol* 2001; 22: 413-417.
8. Neschis DG, Lexa FJ, Davis JT, Carpenter JP. Duplex criteria for determination of 50% or greater carotid stenosis. *J Ultrasound Med* 2001; 20: 207-215.
9. Gronholdt ML, Nordstgaard BG, Schroeder TV, et al. Ultrasonic echolucent carotid plaques predict futures strokes. *Circulation* 2001; 104: 68-73.
10. Tegos TJ, Stavropoulos P, Jabtai MM, et al. Determinants of carotid plaques instability echoicity versus heterogeneity. *Eur J Vas Endovasc Surg* 2001; 22: 22-30.
11. Horrow MM, Stassi J. Sonography of the vertebral arteries: A window to disease of the proximal great vessels. *AJR* 2001; 177: 53-59.
12. El-Sadem SM, Grant ED, Hathout GM et al. Imaging of the internal carotid artery: the dilemma of total versus near total occlusion. *Radiology* 2001; 221: 301-308.
13. **Polak JF. Carotid ultrasound. *Radiologic Clinics of North America*. Vol 39, n°3, May 2001, 569-589.**
14. Horrow MM, Stassi J. Sonography of the vertebral arteries: A window to disease of the proximal great vessels. *AJR* 2001; 177: 53-59.

- 15.Reynols PS, Greenberg SP et al. Ophthalmic artery flow direction on color flow Doppler imaging is highly specific for severe carotid stenosis. *J Neuroimaging* 2002 Jan , 12 (1) 5-8.
- 16.Rotstein AH, Gibson RN, King PM. Direct B-mode NASCET- style stenosis measurement and Doppler ultrasound as parameters for assesment of internal carotid artery stenosis. *Australas Radiol* 2002 Mar 46(1) 52-56.
- 17.MacKenzie KS, French-Sherry E, Burns K et al. B-mode ultrasound measurement of carotid bifurcation stenosis: is it realible?.*Vasc Endovascular Surg* 2002 Mar-April 36 (2): 123-135.
- 18.Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV et al. Carotid artery stenosis: Gray-scale and Doppler US Diagnosis-Society of radiologists in ultrasound consensus conference. *Radiology* 2003 ; 229: 340-346.**
- 19.RohrenEM, Kliewer Ma,Carroll Ba et al . A spectrum of Doppler waveforms in the carotid and vertebral arteries.*AJR* 2003 181: 1695-1704.
20. Buckenham TM, Wright A. Ultrasound of the extracranial vertebral artery. *The British Journal of Radiology* 2004; 77: 15-20.
21. Sabetis S, Schillinger M, et al. Quantification of internal carotid artery stenosis with duplex US: comparative analysis of different flow velocity criteria. *Radiology* 2004; 232: 431-439.
- 22.Tahmasebpour HR, Buckley AR, et al. Sonographic examination of the carotid arteries. *Radiographics* 2005; 25: 1561-1575.**
- 23. Gaitini D, Soudack M. Diagnosing carotid stenosis by doppler sonography. State of art. *Journal Ultrasound Medicine* 2005; 24: 1127-1136.**
- 24.Tay KY, U-King-Im JM, Trivedi RA, et al. Imaging the vertebral artery, *European Radiology* 2005; 15: 1329-1343.
25. Grogan JK, Shaalan WE, et al. B-mode ultrasonographic characterization of carotid atherosclerotic plaques in symptomatic and asymptomatic patients. *Journal of Vascular Surgery*. September 2005. Vol 42, n°3.
26. Wardlaw J, Lewis S. Carotid stenosis measurement on colour Doppler ultrasound: agreement of ECST, NASCET and CCA methods applied to ultrasound with intra-arterial angiographic stenosis measurement. *European Journal of Radiology* 2005; 56: 205-211.
27. Tola M, Yurdakal M. Effect of Doppler angle in diagnosis of internal carotid artery stenosis. *Journal Ultrasound Medicine* 2006; 25: 1187-1192.

28. Heijenlarok-Kial MH, Buskens E, et al. Optimal peak systolic velocity threshold at duplex US for determining the need for carotid endarterectomy: a decision analytic approach. Radiology. Vol 238, nº2, February 2006: 480-488.
29. Beach KW, Berheim RO, et al. Standardized ultrasound evaluation of carotid stenosis in clinical trials: University of Washington Ultrasound reading center. Cardiovascular Ultrasound 2010; 8: 39.
30. Ali F AbuRhama et als. Critical appraisal of the carotid duplex consensus in the diagnosis of carotid artery stenosis. J Vasc Surg 2011;53:53-60.
31. J Serena et als. Cuantificación ultrasonográfica de la estenosis carotídea: recomendaciones de la Sociedad Española de Neurosonología. Neurología 2013;28(7):435-442.
32. Karen Quirk and Dennis F Bandyk. Interpretation of carotid duplex testing. Seminars in Vascular Surgery 26 (2013) 72-85.
33. R. Eugene Zierler et als. Agreement between site-report and ultrasound core laboratory results for duplex ultrasound velocity measurements in the carotid revascularization endarterectomy versus stenting trial. J Vasc Surg 2014;59:2-7.

Capítulos de Libros

- 1. Zwiebel WJ, Ultrasonografía vascular 4ª edición 2002. Sección II: Vasos cerebrales. Págs. 97-202. Edit. Marban.**
2. Rumack, Wilson, Charboneau. Diagnóstico por ecografía. 2006 . 2ª edición Capítulo 20: Los vasos extracraneales.
3. Allan P, Dubbins P, et al. Ecografía doppler clínica. 2008. 2ª edición . Edit. Elsevier. Capítulo 3: Las arterias carótidas y vertebrales, Doppler color transcraneal.. Págs. 41-72.

En negrita lo más recomendable.