

Validación del eco-Doppler carotídeo como diagnóstico único de la estenosis carotídea extracranal

A. Martín-Conejero, L. Sánchez-Hervás, G. Moñux-Ducajú,
T. Reina-Gutiérrez, P.C. Morata-Barrado, F.J. Serrano-Hernando

VALIDACIÓN DEL ECO-DOPPLER CAROTÍDEO COMO DIAGNÓSTICO ÚNICO DE LA ESTENOSIS CAROTÍDEA EXTRACRANEAL

Resumen. Introducción. En los últimos años ha crecido el interés por indicar la endarterectomía carotídea basada en eco-Doppler, por lo que es imprescindible la validación continuada de los laboratorios hemodinámicos de los servicios de Cirugía Vascular. Objetivos. Presentar la concordancia del eco-Doppler frente a una prueba de referencia en los pacientes remitidos a nuestro laboratorio. Identificar el grupo de pacientes en los que la exactitud del eco-Doppler podría emplearse como prueba de diagnóstico único preoperatorio. Pacientes y métodos. Se estudian 47 pacientes (94 carótidas) con sospecha de enfermedad carotídea significativa en pacientes remitidos a nuestro laboratorio. En todos se realiza prueba de referencia de control (arteriografía: 78,7%; angiorresonancia: 21,3%). Resultados. Se ha obtenido en el total de la serie un coeficiente kappa de 0,89 dúplex-prueba de referencia. Se detectaron 10 oclusiones, que se confirmaron con pruebas de referencia. Las curvas COR (serie global) para la velocidad sistólica (VS), velocidad diastólica (VD) y ratio VS carótida interna/común (VSI/VSC) presentaron las áreas 92,7, 93,4 y 90,5%, respectivamente. Se han establecido como puntos de corte de estenosis grave los siguientes: VS: 275 cm/s (sensibilidad: 93,3%; especificidad: 88,9%); VD: 90 cm/s (sensibilidad: 90%; especificidad: 94,4%) y ratio VSI/VSC: 3,5 (sensibilidad: 90%; especificidad: 85,2%). La validez del eco-Doppler mejora cuando se excluyen los pacientes con estenosis grave u oclusión contralateral (COR VS: 97,2%; VD: 97,7%; ratio VSI/VSC: 92,5%). En el diagnóstico de estenosis grave con contralateral leve-moderada, el valor kappa ha sido 0,95. Conclusiones. El dúplex carotídeo es una prueba fiable y válida en el diagnóstico de la estenosis carotídea extracranal. Puede utilizarse como diagnóstico preoperatorio único cuando el eje carotídeo contralateral no presente enfermedad grave y el estudio sea de buena calidad. [ANGIOLOGÍA 2007; 59: 217-24]

Palabras clave. Carótida. Diagnóstico. Eco-Doppler. Estenosis. Laboratorio. Validación.

Introducción

Desde que estudios ya clásicos [1-3] demostraran el beneficio de la cirugía carotídea en pacientes con estenosis grave extracranal, el interés en la detec-

ción de estas lesiones ha sido máximo. Se ha considerado clásicamente que la prueba de referencia para esta patología es la arteriografía, si bien los criterios de estenosis grave no han sido uniformes para todos los autores, en función de si se empleara el método NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) o ECST (European Carotid Surgery Trialists) [1,2].

Por otra parte, la arteriografía es una prueba no siempre exenta de complicaciones [4-6], por lo que se precisa un diagnóstico ‘alternativo’ barato, fiable, reproducible y seguro. La ecografía-Doppler es ac-

Aceptado tras revisión externa: 13.02.07.

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.

Correspondencia: Dr. Antonio Martín Conejero. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico San Carlos. Profesor Martín Lagos, s/n. E-28040 Madrid. Fax: +34 913 303 043. E-mail: amartin-conejero@hotmail.com

© 2007, ANGIOLOGÍA

tualmente la prueba que más se ajusta a estos requerimientos y, en consecuencia, es la que más se utiliza en el diagnóstico inicial de la estenosis carotídea, pese a presentar algunas limitaciones, como ser dependiente del operador y del ecógrafo utilizado.

Debido a que todavía no se han podido establecer unos criterios velocimétricos de estenosis grave universalmente aceptados, es necesaria la validación continua de los Laboratorios de Diagnóstico Vascular No Invasivo (LDVNI) basados en unos criterios velocimétricos propios [7,8].

El propósito del presente estudio es determinar, en nuestro laboratorio, los valores que mejor discriminan la presencia de estenosis carotídea grave, así como identificar qué grupo de pacientes podrían beneficiarse del eco-Doppler como diagnóstico único preoperatorio.

Pacientes y métodos

El estudio se ha realizado en nuestro LDVNI (laboratorio homologado por el Capítulo de Diagnóstico Vascular No Invasivo), durante un período limitado de 12 meses. Se han recopilado, mediante eco-Doppler, los datos procedentes de los pacientes remitidos para estudio de estenosis carotídea, en los que se realizó un estudio de confirmación. Los pacientes se han incluido basándose en la sospecha clínica de estenosis o en la presencia de soplo carotídeo. En todos ellos se ha realizado un estudio de confirmación, bien angiorresonancia en un 21,3%, bien de manera preferente, la arteriografía en el 78,8% restante (angiografía digital de sustracción). La angiorresonancia se ha empleado en la confirmación de oclusión carotídea y cuando la estenosis ecográfica era menor del 70%. La arteriografía se ha reservado para los casos en los que el estudio dúplex mostraba una estenosis superior al 70% y cuando el resultado del eco-Doppler era discordante con la angiorresonancia. En casos muy seleccionados de riesgo eleva-

Tabla I. Criterios velocimétricos diagnósticos de estenosis carotídea.

Grado	Criterios velocimétricos	Estenosis
1	0-199 cm/s VPS	< 50%
2	200-300 cm/s VPS	51-70%
3	> 300 cm/s VPS o > 250 cm/s VPS + VTD > 100	> 70%
4	0	Oclusión

VPS: velocidad picosistólica; VTD: velocidad telediastólica.

do para la angiografía digital de sustracción, como alergia a contrastes iodados o insuficiencia renal avanzada, se ha realizado resonancia magnética, aun cuando presentaran lesiones superiores al 70% en el eco-Doppler. En el caso de que la angiorresonancia fuera positiva para estenosis grave, se ha realizado siempre angiografía digital de sustracción de confirmación.

El estudio de eco-Doppler se ha realizado utilizando el ecógrafo ATL 3000 HDI, sonda lineal 7-4, por el personal habitualmente dedicado a la realización de los eco-Doppler carotídeos (LSH, AMC, GMD) y siguiendo las pautas recomendadas por el Capítulo de Diagnóstico Vascular No Invasivo de la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular (SEACV). Los criterios velocimétricos empleados en nuestra serie para graduar la estenosis carotídea se exponen en la tabla I.

Si bien el grado de estenosis se ha basado en criterios velocimétricos, también se ha analizado especialmente la calidad del estudio, haciendo especial mención a la presencia de situaciones que pudieran incidir en la calidad del estudio, como calcificación extensa, bifurcaciones carotídeas altas, carótidas muy elongadas o cuellos complejos.

El grado de estenosis en la arteriografía y en la angiorresonancia se ha determinado según el criterio NASCET [1].

Tabla II. Parámetros de validez del eco-Doppler en función del grado de estenosis.

Grado de estenosis	S	E	VPP	VPN	LH+	LH-
1	1	0,964	0,951	1	27,778	0
2	0,687	0,987	0,916	0,939	52,847	0,317
3	0,933	0,937	0,875	0,968	14,81	0,071
4	1	1	1	1	∞	0

S: sensibilidad; E: especificidad; VPP: valores pronósticos positivos; VPN: valores pronósticos negativos; LH+: likelihood ratio (razón de máxima verosimilitud positiva); LH-: likelihood ratio (razón de máxima verosimilitud negativa).

Tabla III. Concordancia entre eco-Doppler y prueba de referencia ($\kappa = 0,890$).

	Prueba de referencia				Total
	1	2	3	4	
Eco-Doppler	1 38	1	1	0	40
	2 0	11	1	0	12
	3 0	4	28	0	32
	4 0	0	0	10	10
Total	38	16	30	10	94

El estudio estadístico se ha realizado empleando el programa SPSS 12 para Windows. La concordancia entre el eco-Doppler y la prueba de referencia se ha establecido mediante la estimación del coeficiente κ , considerándose muy buena concordancia cuando éste ha sido mayor de 0,8. Las curvas COR (*receiver operating characteristic*) nos han permitido establecer la validez en el diagnóstico de estenosis grave de las variables cuantitativas VS (velocidad sistólica pico), VD (velocidad diastólica final) y ratio VSI/VSC (ratio velocidad sistólica carótida interna/velocidad sistólica carótida primitiva), frente a la prueba de referencia. Se ha considerado un buen parámetro

diagnóstico cuando el área de la curva COR para la variable cuantitativa que se quería validar era al menos del 80%. Por último, se ha determinado el mejor punto de corte diagnóstico, es decir de mayor sensibilidad y especificidad (especificidad) para cada una de las variables cuantitativas. Sobre la base de la sensibilidad y especificidad se ha calculado las razones de verosimilitud positivas y negativas, así como los valores pronósticos positivos y negativos de las diferentes variables analizadas.

Resultados

Se han incluido en la serie 47 pacientes (94 carótidas). La edad media de la serie ha sido 69,7 años (desviación típica: 7,2 años). Mayoritariamente se ha tratado de varones ($n = 41$; 87,2%) y de individuos asintomáticos ($n = 38$; 80,9%). Las carótidas incluidas en el estudio se han estratificado en función del grado de estenosis como leves (grado 1) en 41 carótidas (43,6%), moderadas (grado 2) en 12 (12,7%) y graves (grado 3) en 32 carótidas (33,1%). Se ha realizado el diagnóstico de oclusión carotídea en 10 pacientes (10,6%).

Se ha obtenido una buena concordancia entre el eco-Doppler y la prueba de referencia, con un coeficiente κ de 0,89. La sensibilidad, especificidad, valores pronósticos y las razones de verosimilitud positivas y negativas se han calculado para grado de estenosis (Tabla II). Para el diagnóstico de estenosis grave se ha obtenido una sensibilidad y una especificidad superiores al 93%. En nuestra serie, las 10 oclusiones detectadas por el eco-Doppler se confirmaron por la prueba de referencia (Tabla III).

Con el fin de determinar qué parámetro cuantitativo (VS, VD o ratio) es el mejor, por sí solo, para el diagnóstico de estenosis grave, se han determinado

las curvas COR de dichas variables cuantitativas (Fig. 1). Los tres parámetros evaluados –VS, VD y ratio VSI/VSC– han sido buenos parámetros diagnósticos, con áreas de curva superiores al 80%. El mejor test diagnóstico ha sido la VD, con un área de 93,4%. Para este parámetro, el valor de 90 cm/s ha sido un buen punto de corte diagnóstico, con una sensibilidad para este valor del 90% y una especificidad próxima al 95%. El parámetro VS ha sido también un buen test diagnóstico con un área del 92,7%. En este caso, el valor de VS de 275 cm/s ha presentado una sensibilidad del 93,3% y una especificidad del 88,9%.

Se ha analizado por separado el subgrupo de pacientes que no presentan lesión contralateral grave (estenosis u oclusión), con la hipótesis de que en este subgrupo el eco-Doppler tendría una mayor validez, al excluir el posible efecto vicariante. Este subgrupo está formado por 74 carótidas y la concordancia expresada por el coeficiente κ ha sido de 0,95 (Tabla IV). De nuevo en este grupo de pacientes los tres parámetros han presentado un área bajo la curva superior al 90%. La VD ha sido el mejor de ellos, con un área próxima al 98% (Fig. 2). En este caso el valor de VD de 90 cm/s presenta una sensibilidad del 91,3% y una especificidad del 96,1%. La sensibilidad para el valor de VS de 275 cm/s en este caso alcanza el 95,7%, mejorando también la especificidad hasta un 90,2%. Si bien en este subgrupo la ratio VSI/VSC ha sido mejor que en la serie global, este parámetro ha vuelto a ser el menos bueno de los tres tests en el diagnóstico de estenosis carotídea grave. En este caso, una ratio de 3,5 ha mostrado una sensibilidad del 95,7%, pero con una especificidad de sólo el 86,3%.

Finalmente, hemos analizado los factores que podrían haber influido en los cinco casos discordantes

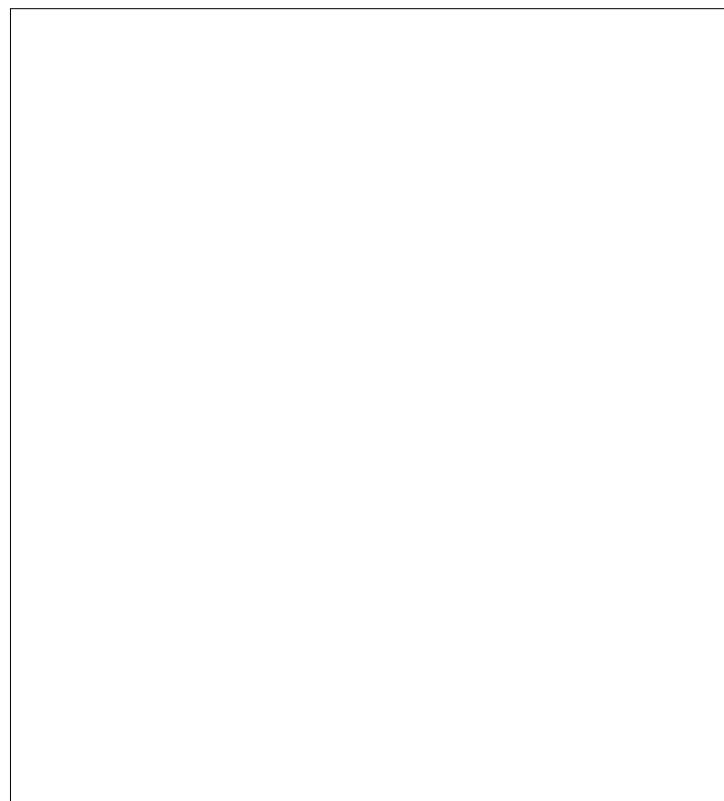


Figura 1. Curvas COR de velocidad sistólica, velocidad diastólica y ratio carótida interna/carótida primitiva (CI/CP) en el total de la serie.

Tabla IV. Concordancia entre eco-Doppler y prueba de referencia excluyendo contralateral grave-ocluida ($\kappa = 0,95$).

	Arteriografía			Total
	1	2	3	
Eco-Doppler	1	36	1	0 37
	2	0	11	1 12
	3	0	2	23 25
Total		36	14	24 74

que se han obtenido entre la prueba de referencia y el dúplex. En cuatro casos la arteriografía demostró una estenosis menor que la que indicaba el eco-Doppler (Tabla V). Uno de los pacientes presentaba oclusión contralateral. Los otros tres casos mostraban, por

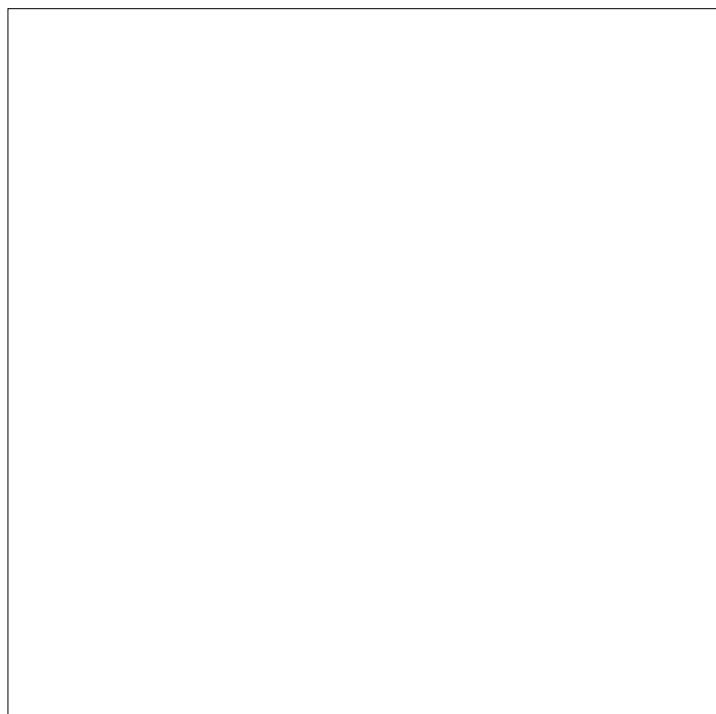


Figura 2. Curvas COR de velocidad sistólica, velocidad diastólica y ratio carótida interna/carótida primitiva (CI/CP) excluido contralateral grave/ocluida.

Tabla V. Descripción de casos discordantes entre eco-Doppler y prueba de referencia.

Paciente	Carótida derecha		Carótida izquierda	
	Eco-Doppler	Arteriografía	Eco-Doppler	Arteriografía
1	100	100	71-99	51-70
2	71-99	51-70	51-70	51-70
3	< 50	< 50	71-99	51-70
4	< 50	< 50	71-99	51-70
5	51-70	71-99	< 50	< 50

arteriografía, estenosis próxima al 70%. En dos de ellos ocurría en una zona elongada que impedía una correcta alineación del haz de ultrasonidos con el eje del vaso. En un caso la situación fue inversa, ya que el eco-Doppler indicaba una estenosis menor que la arteriografía. Esto ocurrió en un área de intensa calci-

ficación, por lo que la medición tuvo que realizarse en la carótida distal a la lesión y el estudio se consideraba de baja calidad.

Discusión

Desde principios de los años noventa se ha ido generalizando la realización del eco-Doppler como estudio diagnóstico útil y fiable en la gradación de estenosis de bifurcación carotídea [9-13], hasta convertirse en la actualidad en la prueba diagnóstica más frecuentemente realizada en el diagnóstico de la patología carotídea extracraneal. Efectivamente, el eco-Doppler resulta una prueba diagnóstica muy atractiva debido a su fácil acceso en nuestro medio, a su inocuidad y a su reducido coste. La principal limitación, sin embargo, se debe a la gran variabilidad de esta prueba inter e intraobservador, así como la variabilidad debida a las máquinas empleadas. El problema es máximo si, además, se pretende que el eco-Doppler sea la prueba de diagnóstico único preoperatoria, ya que en esta situación se debe exigir no sólo una buena sensibilidad para el cribado de la enfermedad carotídea, sino una suficiente especificidad que permita descartar los falsos positivos. Además, para validar correctamente el eco-Doppler, debemos ser capaces de identificar los grupos en los que el rendimiento de esta prueba puede no ser el mejor. Es decir, es

preferible realizar arteriografía en pacientes seleccionados que intervenir pacientes que no lo precisan o, peor todavía, no intervenir a sujetos con estenosis muy graves. La necesidad de validación, por tanto, es máxima para los laboratorios de diagnóstico vascular y sus operadores, sobre todo si los diferentes gru-

pos pretenden que el eco-Doppler sea la única prueba preoperatoria. Por otra parte, a veces no está claro qué criterios se han seguido para el diagnóstico de estenosis grave con el método de referencia (patrón oro). En un trabajo recientemente publicado por Walker et al [14] sobre el tratamiento diagnóstico de la estenosis carotídea en el Reino Unido, encontró que un 26% de los participantes en el estudio creían haber utilizado el criterio diagnóstico NASCET, un 31% el criterio ECST, siendo lo más frecuente (43%) que los participantes desconocieran cuál fue el criterio diagnóstico empleado por la prueba de referencia. Es decir, parece difícil validar el eco-Doppler si no se conoce perfectamente el criterio del método de referencia empleado para establecer los diferentes grados de estenosis carotídea.

Por todo lo que se acaba de exponer, parece difícil encontrar criterios comunes para todos los laboratorios de vascular, siendo necesaria la validación propia y continua de cada uno de ellos, teniendo en cuenta cada grupo de trabajo si pretende del eco-Doppler una buena prueba de diagnóstico inicial (se precisará muy buena sensibilidad) o si se pretende del eco-Doppler una prueba única de diagnóstico preoperatorio (buena sensibilidad y buena especificidad).

Algunos grupos de nuestro medio [8] han presentado los resultados obtenidos en la validación del eco-Doppler, con resultados muy favorables para el dúplex carotídeo, lo que les ha permitido utilizar el eco-Doppler como única prueba preoperatoria.

El primer objetivo del presente trabajo ha sido contrastar la gradación de la estenosis obtenida mediante eco-Doppler con la constatada con la prueba de referencia. La concordancia de ambas pruebas ha sido elevada en la serie global, con un índice κ de 0,89. Sin embargo, esa concordancia ha sido todavía mayor con un κ de 0,95, cuando se han excluido los pacientes que presentaron enfermedad carotídea contralateral grave, bien estenosis, bien oclusión. Es decir que, como otros autores, hemos encontrado que la presencia de una lesión contralateral grave

puede influir negativamente en la correcta validación del eco-Doppler. No obstante, con el fin de salvar este inconveniente, algunos autores, como AbuRahma et al [15], han demostrado que es posible obtener buenos resultados con el eco-Doppler si el diagnóstico de estenosis grave en los pacientes con enfermedad carotídea significativa contralateral se basa, en vez de en los picos de aceleración sistólica y/o diastólica de la carótida interna, en el cálculo del cociente entre las velocidades de la carótida interna y la carótida primitiva. Nosotros, sin embargo, no hemos podido corroborar este aspecto debido al reducido número de sujetos que en nuestro estudio presentaban una estenosis grave u oclusión contralateral.

Clásicamente se ha considerado que el otro gran inconveniente del eco-Doppler ha sido el diagnóstico de la oclusión carotídea, debido a la importante limitación ética que plantea considerar como ocluida, y en consecuencia inoperable, una carótida que presenta una estenosis crítica. Aunque algunos autores [16-18] han comunicado buenos resultados con el eco-Doppler en la oclusión carotídea, otros han encontrado que la fiabilidad del diagnóstico de la oclusión podría mejorar con el empleo de ecocontrastes [19]. Si bien en nuestra serie no se han utilizado ecocontrastes, las 10 oclusiones carotídeas detectadas mediante eco-Doppler fueron posteriormente confirmadas con la prueba de referencia, por lo que la presencia de oclusión carotídea no ha limitado la validez del eco-Doppler en nuestro estudio.

Con el fin de encontrar qué parámetro –VS, VD o ratio VSI/VSC– ha sido el mejor en el diagnóstico de estenosis grave, hemos calculado las curvas COR de estas variables cuantitativas. En el global de la serie, los tres parámetros han sido válidos en el diagnóstico de estenosis carotídea grave, con áreas de curvas superiores al 80%, si bien el mejor de ellos ha sido la VD, y el menos bueno, la ratio VCI/VCP. De nuevo los tests diagnósticos han mejorado su validez en el subgrupo de pacientes sin enfermedad carotídea significativa contralateral. En este caso, la VS de 275 cm/s

ha presentado una sensibilidad del 95,7% y una especificidad del 90,2%, por lo que podría emplearse como un buen valor de cribado, aunque el número elevado de falsos positivos podría limitar la validez del eco-Doppler. En este subgrupo de pacientes, la VD de 90 cm/s ha tenido una sensibilidad del 91,3%, con una especificidad del 96,1%, por lo que podría tratarse de un excelente parámetro de confirmación, reduciendo el número de falsos positivos.

En nuestra serie ha habido cinco casos de discordancia entre el eco-Doppler y la prueba de referencia (Tabla V). En dos casos el eco-Doppler sobreestimó la lesión arteriográfica debido a que la medición se realizó en una zona alongada, que impedía una correcta alineación del haz de ultrasonidos con el eje del vaso. El único caso de discordancia debido a infravaloración del grado de estenosis por el eco-Doppler ocurrió en un área de intensa calcificación, por lo que la medición se realizó en la carótida distal a la lesión. Pensamos que el informe del resultado del eco-Doppler debe incluir sistemáticamente la calidad con la que se ha realizado el estudio, con el fin de identificar los estudios en los que la fiabilidad no ha sido óptima.

El presente estudio muestra, no obstante, algunas limitaciones. En primer lugar, el hecho de que la mues-

tra de pacientes sea de elevada prevalencia para la estenosis carotídea ha podido influir positivamente en los resultados del eco-Doppler. Probablemente, si el estudio se hubiera realizado en una muestra representativa de la población general y no en los pacientes remitidos a nuestro laboratorio por algún motivo, los resultados no hubieran sido tan favorables. Por otra parte, un tamaño de la muestra mayor podría habernos permitido estudiar correctamente si en efecto en nuestra muestra el efecto vicariante debido a la oclusión contralateral podría haberse obviado con el empleo de la ratio VSI/VSC.

En conclusión, el eco-Doppler carotídeo puede considerarse una prueba válida en el diagnóstico de la estenosis carotídea y, dada su inocuidad, siempre debería tenerse en cuenta el estudio inicial ante la sospecha de estenosis carotídea. Cada laboratorio debe validar sus resultados de forma continuada, así como ser capaz de determinar aquellas situaciones en las que la validez del eco-Doppler podría ser limitada. Creemos que en los pacientes que no presentan enfermedad carotídea grave contralateral y en los que el estudio se catalogó de buena calidad, podría plantearse el eco-Doppler como única prueba de diagnóstico previa al tratamiento quirúrgico.

Bibliografía

1. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 1991; 325: 445-53.
2. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-99%) or with mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet*. 1991; 337: 1235-43.
3. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 1995; 273: 1421-8.
4. Chervu A, Moore WS. Carotid endarterectomy without arteriography. *Ann Vasc Surg* 1994; 8: 296-302.
5. Investigators of the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Clinical advisory: carotid endarterectomy for patients with asymptomatic internal artery stenosis. *Stroke* 1994; 25: 2523-4.
6. Hankey GJ, Warlow CP, Sellar RJ. Cerebral angiographic risk in mild cerebrovascular disease. *Stroke* 1990; 21: 209-22.
7. Alexandrov AV, Vital D, Brodie DS, Hamilton P, Grotta JC. Grading carotid stenosis with ultrasound. An interlaboratory comparison. *Stroke* 1997; 28: 1208-10.
8. Fernández V, Bellmunt S, Escrivano JM, Juan J, Allegue N, Álvarez-Sabín J, et al. Indicaciones de endarterectomía carotídea sin arteriografía. Estudio de validación mediante eco-Doppler. *Rev Neurol* 2000; 31: 412-6.
9. Taylor DC, Strandness DE Jr. Carotid artery duplex scanning. *J Clin Ultrasound* 1987; 15: 635-44.
10. Carpenter JP, Lexa FJ, Davis JT. Determination of duplex Doppler ultrasound criteria appropriate to the North Ameri-

- can Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. *Stroke* 1996; 27: 695-9.
11. Alexandrov AV, Vital D, Brodie DS, Hamilton P, Grotta JC. Grading carotid stenosis with ultrasound. An interlaboratory comparison. *Stroke* 1997; 28: 1208-10.
 12. Ballotta E, Da Giau G, Abbruzzese E, Saladini M, Renon L, Scannapieco G, et al. Carotid endarterectomy without angiography: can clinical evaluation and duplex ultrasonographic scanning alone replace traditional arteriography for carotid surgery workup? A prospective study. *Surgery* 1999; 126: 20-7.
 13. Moneta GL, Edwards JM, Papanicolaou G, Hatsukami T, Taylor LM Jr, Strandness DE Jr, et al. Screening for asymptomatic internal carotid artery stenosis: duplex criteria for discriminating 60% to 99% stenosis. *J Vasc Surg* 1995; 21: 989-94.
 14. Walker J, Naylor AR. Ultrasound based measurement of 'carotid stenosis > 70%': an audit of UK practice. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006; 31: 487-90.
 15. AbuRahma AF, Richmond BK, Robinson PA, Khan S, Polack JA, Alberts S. Effect of contralateral severe stenosis or carotid occlusion on duplex criteria of ipsilateral stenosis: comparative study of various duplex parameters. *J Vasc Surg* 1995; 22: 75162.
 16. AbuRahma AF, Pollack JA, Robinson PA, Mullins D. The reliability of color duplex ultrasound in diagnosing total carotid artery occlusion. *Am J Surg* 1997; 174: 1857.
 17. Kirsch JD, Wagner LR, James EM, Charboneau JW, Nichols DA, Meyer FB, et al. Carotid artery occlusion: positive predictive value of duplex sonography compared with arteriography. *J Vasc Surg* 1994; 19: 6429.
 18. Mansour MA, Mattos MA, Hood DB, Hodgson KJ, Barkmeier LD, Ramsey DE, et al. Detection of total occlusion, string sign, and preocclusive stenosis of the internal carotid artery by color-flow duplex scanning. *Am J Surg* 1995; 170: 1548.
 19. Escribano-Ferrer JM, Juan-Samsó J, Royo-Serrando J, Fernández-Valenzuela V, Bellmunt-Montoya S, Matas-Docampo M. Use of ultrasound contrast in the diagnosis of carotid artery occlusion. *J Vasc Surg* 2000; 31: 736-41.

VALIDATION OF DOPPLER ULTRASOUND AS THE ONLY DIAGNOSIS OF EXTRACRANIAL CAROTID STENOSIS

Summary. Introduction. In recent years there has been growing interest to indicate Doppler ultrasound-based carotid endarterectomy, which thus makes continual validation by the haemodynamic laboratories in Vascular Surgery services essential. Aims. Our aim was to present a comparison of DU versus a reference test in patients referred to our laboratory. We also sought to identify the group of patients that allowed the precision of Doppler ultrasound to be used as a single preoperative diagnostic test. Patients and methods. We studied a sample of 47 patients (94 carotids) who were referred to our laboratory with suspected significant carotid diseases. A control reference test was carried out in all of them (arteriography: 78.7%; MR angiography: 21.3%). Results. A duplex-reference test kappa coefficient of 0.89 was obtained for the whole series. Ten occlusions were detected, which were confirmed with reference tests. The ROC curves (overall series) for the systolic velocity (SV), diastolic velocity (DV) and the internal/common carotid SV ratio (ISV/CSV) presented areas of 92.7, 93.4 and 90.5%, respectively. The following cut-off points for severe stenosis were established: SV: 275 cm/s (sensitivity: 93.3%; specificity: 88.9%); DV: 90 cm/s (sensitivity: 90%; specificity: 94.4%) and the ISV/CSV ratio: 3.5 (sensitivity: 90%; specificity: 85.2%). The validity of Doppler ultrasound is improved when patients with severe stenosis or contralateral occlusion are excluded (ROC SV: 97.2%; DV: 97.7%; ISV/CSV ratio: 92.5%). In the diagnosis of severe stenosis with mild-moderate contralateral stenosis, the kappa value was 0.95. Conclusions. Carotid duplex is a reliable, valid test for diagnosing extracranial carotid stenosis. It can be used as a single pre-operative diagnosis when the contralateral carotid axis does not present any serious disease and the study is of sufficiently high quality. [ANGIOLOGÍA 2007; 59: 217-24]

Key words. Carotid. Diagnosis. Doppler ultrasound. Laboratory. Stenosis. Validation.