

Diagnóstico ultrasonográfico de la estenosis carotídea extracraneal

Ultrasonographic diagnosis of the extracranial carotid stenosis

DrC. Santiago Ameneiro Pérez

Instituto Nacional de Angiología y Cirugía Vascular. La Habana, Cuba.

RESUMEN

Introducción: el conocimiento del grado de estenosis producido por las lesiones ateroescleróticas en el sistema carotídeo extracraneal permite adecuar la estrategia terapéutica a seguir con las personas que la padecen. Una lesión esteno-occlusiva situada en los ejes carotídeos puede ser la fuente de embolismo cerebral o la causa de una reducción hemodinámica del flujo y la presión sanguínea en el cerebro.

Objetivo: actualizar la información para puntualizar cuál es la prueba diagnóstica no invasiva ideal para estas lesiones, que debe ser capaz de identificar las arterias normales, todos los grados de estenosis incluyendo la oclusión y las características superficiales y estructurales de la placa.

Métodos: se revisaron los artículos de revisión y los metanálisis publicados en los últimos 10 años indexados en la base de datos PubMed del National Center for Biotechnology Information utilizando las palabras clave: *carotid stenosis, measurement y diagnostic*.

Síntesis de la información: se constató la vigencia de los métodos no invasivos para el diagnóstico de la enfermedad carotídea por haber ganado exactitud diagnóstica. La dificultad consiste en tratar de comparar los resultados con los de la arteriografía (método de referencia) sin tener en cuenta que ambos se basan en principios diferentes, es decir, los primeros se fundamentan en principios fisiológicos, y el segundo lo hace en un principio anatómico de ahí que los por centajes de estenosis en

ocasiones no son comparables.

Conclusiones: la ultrasonografía (modo B y ecodoppler) continúa siendo la opción diagnóstica no invasiva para la cuantificación de la estenosis carotídea.

Palabras clave: estenosis carotídea, diagnóstico no invasivo, ultrasonido, ecodoppler.

ABSTRACT

Introduction: knowledge on the degree of stenosis caused by atherosclerotic plaques in the extracranial carotid system allows adjusting the suitable therapeutic strategy to these sick persons. A steno-occlusive lesion in the carotid axes may be the source of embolism or the cause of hemodynamic reduction of the flow and of the blood pressure in the brain.

Objective: to update the information on stenosis in order to determine the ideal non-invasive diagnostic test for these lesions. Such a test should be able to identify the normal arteries, all degrees of stenosis including occlusion, and the superficial and structural characteristics of the plaque.

Methods: review articles and metanalysis from the last 10 years and indexed in PubMed database of the National Center for Biotechnology Information were analyzed. The main keywords were carotid stenosis, measurement and diagnostic.

Information synthesis: the validity of the non-invasive methods for the diagnosis of the carotid disease was confirmed on account of their diagnostic accuracy. The difficulty lies in comparing these results with those of the arteriography (method of reference) without bearing in mind that both are based in different principles; the former are based in physiological principles, and the latter on anatomical principles, therefore the stenosis percentages are not occasionally comparable.

Conclusions: the ultrasonography (mode B and Echodoppler) remains the non-invasive diagnostic option for carotid stenosis quantitation.

Keywords: carotid stenosis, noninvasive diagnosis, ultrasound, echodoppler.

INTRODUCCIÓN

Una de las causas de las distintas manifestaciones de la enfermedad cerebrovascular son las lesiones ateroescleróticas en el sistema carotídeo extracraneal. Estas lesiones, que producen una estenosis en la luz de la arteria, pueden ser la causa de un accidente cerebral isquémico permanente o transitorio o la causa de una reducción del flujo y la presión sanguínea en el cerebro.¹⁻⁵

Para la prevención de los accidentes cerebrovasculares o de sus recidivas se han elaborado medidas terapéuticas cuya efectividad está en dependencia del grado de estenosis producido por estas lesiones ateroescleróticas.⁶⁻⁹

Una prueba diagnóstica ideal para estas lesiones debe ser capaz de identificar: las arterias normales, todos los grados de estenosis incluyendo la oclusión y las características superficiales (ulceraciones) y estructurales (presencia de hemorragias) de la placa, lo que en términos estadísticos significa que debe poseer una alta sensibilidad y especificidad.

La arteriografía es mayoritariamente considerada como la "regla de oro" para este tipo de diagnóstico, pero en ella persisten como posibles fuentes de errores para medir el grado de estenosis, la selección de una proyección inadecuada, además, un componente subjetivo como se demuestra en las diferencias halladas en las mediciones realizadas por distintos observadores. Pero su principal objeción radica en su carácter invasivo, cruento, y en las secuelas que aparecen en el 4 % de los casos,^{10,11} además de su alto costo.

La ultrasonografía (modo B y ecodoppler) constituye una opción diagnóstica no invasiva para la cuantificación de la estenosis carotídea, de ahí que el propósito de ese trabajo es actualizar la información para puntualizar cuál es la prueba diagnóstica ideal no invasiva para estas lesiones.

MÉTODOS

se revisaron los artículos de revisión y los metanálisis publicados en los últimos 10 años indexados en la base de datos PubMed del National Center for Biotechnology Information utilizando las palabras clave: *carotid stenosis, measurement y diagnostic*.

SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN

ULTRASONOGRAFÍA EN MODO B

La ultrasonografía en modo B produce una imagen en una escala de grises de los sectores anatómicos que se quieren examinar. Los transductores lineales y con frecuencia de 7,5 MHz permite aumentar la resolución de las imágenes y utilizar esta técnica en el estudio del sistema vascular periférico. Sus ventajas son:

- Produce una imagen en tiempo real de la anatomía del eje carotídeo,
- permite identificar las lesiones ateroescleróticas ecogénicas,
- permite identificar la homogeneidad o heterogeneidad de la lesión lo que posibilita evaluar estructuralmente la placa de ateroma,
- aprecia las características superficiales de la lesión (lisas o irregulares, correlacionadas con ulceración),

- permite, con los equipos modernos de alta resolución, medir el espesor de la pared vascular (complejo íntima-media) en cualquier sitio específico, y
- permite medir el porcentaje de estenosis en proyección transversal o longitudinal tanto por reducción de área como de diámetro.

Las limitaciones de esta técnica son: la dificultad para identificar la interfase flujo-superficie en placas complicadas (particularmente aquellas con calcificaciones y hemorragias) lo que hace que disminuya su exactitud para medir estenosis graves.^{12,13}

ULTRASONIDO DÚPLEX

El ultrasonido dúplex combina en un solo instrumento la ultrasonografía en modo B con el ultrasonido *doppler* de onda pulsada y con control angular. Todo esto permite obtener simultáneamente imágenes en tiempo real de las arterias que se quieren investigar e información del flujo sanguíneo en un sector específico de ellas. La generación de imágenes permite aprovechar todas las ventajas del ultrasonido en modo B y la información del flujo sanguíneo permite evaluar el grado de estenosis según criterios hemodinámicos. Las variables hemodinámicas que se han encontrado más útiles como criterio diagnóstico para la determinación del porcentaje de estenosis en el sistema carotídeo son: velocidad máxima del flujo (pico sistólico: V_{PS}); velocidad final diastólica (V_{FD}) y la razón entre las velocidades de los picos sistólicos en la carótida interna y la carótida común ipsilateral ($V_{PS}CI/V_{PS}CC$).¹⁴⁻¹⁸

ULTRASONIDO DÚPLEX-COLOR

En el ultrasonido dúplex-color esta técnica se combina el ultrasonido dúplex con una imagen del flujo sanguíneo codificada en colores según el sentido y magnitud de su velocidad. Esto proporciona las siguientes ventajas:

- Identifica con rapidez las carótidas común, interna y externa, de la bifurcación y de las arterias vertebrales,
- examina el estado del flujo sanguíneo en grandes zonas y en varios vasos simultáneamente,
- logra una rápida visualización de aquellas zonas que presentan alteraciones de flujo, lo que disminuye el tiempo necesario para hacer el examen, y
- permite medir la señal *doppler* en el lugar más adecuado para obtener los espectros de velocidades.

Todo esto hace que el diagnóstico gane en exactitud.

SITUACIÓN ACTUAL

Durante los últimos 25 años se publicaron estudios, como los conocidos *Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study* (ACAS, siglas en inglés),⁴ los ensayos *European Carotid Surgery Trial* (ECST, siglas en inglés),^{2,19} y *North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial* (NASCET siglas en inglés),¹ en los que se concluye que para aquellos pacientes sintomáticos (NASCET y ECST) con lesiones ateroescleróticas en el bulbo y en la carótida interna que producen una estenosis superior al 70 % y asintomáticos (ACAS) con estenosis mayor del 60 %, la opción terapéutica más adecuada para prevenir futuros accidentes vasculares encefálicos es la endarterectomía carotídea.

Estos resultados marcaron un punto de viraje en el tratamiento de las afecciones cerebrovasculares de origen extracraneal, marcaron también un viraje en los estudios no invasivos y se multiplicaron las investigaciones sobre los criterios diagnósticos que pudieran determinar con alta sensibilidad y especificidad los distintos porcentajes de estenosis.²⁰⁻²⁶

La dificultad que surge a la hora de validar los resultados de las técnicas no invasivas y correlacionarlos con los de la arteriografía, es que se trata de técnicas que se fundamentan en principios diferentes: las arteriografías se basan en un principio anatómico (porcentaje de reducción del diámetro de la luz del vaso) mientras que las técnicas no invasivas se fundamentan en principios fisiológicos o funcionales (características dinámicas del flujo sanguíneo). Además, no existe uniformidad para calcular el porcentaje de estenosis en una arteriografía (puede ser respecto al diámetro del bulbo o respecto al diámetro de carótida interna distal),²⁵ lo que provoca gran confusión a la hora de mostrar criterios hemodinámicos cuantitativos que están referidos a distintas forma de medición.¹⁸

Un resumen de los valores de los criterios diagnósticos informados por diferentes autores, seleccionados entre los que presentan mayor sensibilidad y especificidad, se muestra en la [tabla](#). Muchos investigadores consideran que cada laboratorio vascular debe establecer sus propios criterios de acuerdo con el tipo de equipamiento que posea y con el personal dedicado a estos estudios.^{14,27-33}

Tabla. Criterios hemodinámicos para establecer el grado de estenosis carotídea

Criterios	Grado de estenosis (%)		
	<50	50-69	70-79
Signos directos			
V_{PS}	<125	125-230	≥ 230
V_{FD}	<40	40-100	>100
Signos indirectos			
V_{PS} postestenosis en CI	Normal	Normal	>50
Índices			
Relación $V_{PS}CI/V_{PS}CC$	<2	≥ 2	>4

V_{PS} : velocidad pico sistólico (cm/s), V_{FD} : velocidad final diastólica (cm/s), CI: arteria carótida interna, CC: arteria carótida común.

Como conclusión, consideramos que los criterios hemodinámicos del flujo sanguíneo en los distintos sectores de los ejes carotídeos medidos con el ecodoppler es la prueba diagnóstica no invasiva de elección para determinar el grado de estenosis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carpenter DA, Grubb RL Jr, Powers WJ. Borderzone hemodynamics in cerebrovascular disease. *Neurology*. 1990; 40: 1587-92.
2. Harrison MJG. Pathogenesis. in: Warlow C, Morris PJ, editores. *Transient ischaemic attacks*. New York: Marcel Dekker; 1982. p.13-27.
3. Harrison atheroma in early manifestations of cerebrovascular disease. *Stroke*. 1982; 13: 567-9.
4. Busuttil RW, Baker JD, Davidson RK, Machleder HI. Carotid artery stenosis - haemodynamic significance and clinical course. *J Am Med Assoc*. 1981; 245: 1438-41.
5. Mohr JP, Mast H. Carotid artery disease. In: Mohr JP, Wolf PA, Grotta JC, Moskowitz MA, Mayberg MR, von Kummer R, editores. *Stroke: pathophysiology, diagnosis, and management*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier; 2011. p. 334-61.
6. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med*. 1991; 325: 445-53.
7. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (7099 %) or with mild (029 %) carotid stenosis. *Lancet*. 1991; 337: 1235-43.
8. Barnett HJ, Warlow CP. Carotid endarterectomy and the measurement of stenosis. *Stroke*. 1993; 24: 12814.
9. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA*. 1995; 273: 1425-8.
10. Masdeu JC, Irimia P, Asenbaum S, Bogousslavsky J, Brainin M, Chabriat H, et al. EFNS guideline on neuroimaging in acute stroke. Report of an EFNS task force. *Eur J Neurol*. 2006; 13: 1271-83.
11. Hankey GI, Warlow CP, Sellar RJ. Cerebral angiographic risk in mild cerebrovascular disease. *Stroke*. 1990; 21: 209-22.
12. Wardlaw JM, Chappell FM, Best JJ, Wartolowska K, Berry E; NHS Research and Development Health Technology Assessment Carotid Stenosis Group. Non-invasive imaging compared with intra-arterial angiography in the diagnosis of symptomatic carotid stenosis: a meta-analysis. *Lancet*. 2006; 367: 150312.

13. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis. Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology*. 2003;229:3406.
14. Grotta JC. Clinical practice. Carotid stenosis. *N Engl J Med*. 2013 [cited 2014 Feb 4];369(12):1143-50. Available from: http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMcp1214999?url_ver=Z39.882003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3dpubmed
15. Latchaw RE, Alberts MJ, Lev MH, Connors JJ, Harbaugh RE, Higashida RT, et al. Recommendations for imaging of acute ischemic stroke: a scientific statement from the American Heart Association. *Stroke*. 2009;40:364678.
16. Fillinger MF, Baker RJ Jr, Zwolak RM, Musson A, Lenz JE, Mott J, et al. Carotid duplex criteria for a 60% or greater angiographic stenosis: variation according to equipment. *J Vasc Surg*. 1996;24:85664.
17. Momjian-Mayor I, Burkhard P, Murith N, Mugnai D, Yilmaz H, Narata AP, et al. Diagnosis of and treatment for symptomatic carotid stenosis: an updated review. *Acta Neurol Scand*. 2012 [cited 2014 Feb 3];126(5):293-305. Available from: <http://www.onlinelibrary.wiley.com/resolve/openurl?genre=article&sid=nlm:pubmed&issn=0001-6314&date=2012&volume=126&issue=5&spage=293>
18. von Reutern GM, Goertler MW, Bornstein NM, Del Sette M, Evans DH, Hetze I A et al. Neurosonology Research Group of the World Federation of Neurology. Grading carotid stenosis using ultrasonic methods. *Stroke*. 2012 [cited 2014 Feb 3];43(3):916-21. Available from: <http://www.stroke.ahajournals.org/cgi/pmidlookup?view=long&pmid=22343647>
19. Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial. *Lancet* 1998;351:1379-87.
20. Acharya RU, Faust O, Alvin AP, Sree SV, Molinari F, Saba L et al. Symptomatic vs. asymptomatic plaque classification in carotid ultrasound. *J Med Syst*. 2012 [cited 2014 Jan 28];36(3):1861-71. Available from: <http://www.dx.doi.org/10.1007/s10916-010-9645-2>
21. Crian S. Carotid ultrasound. *Med Ultrason*. 2011 [cited 2014 Jan 28];13(4):326-30. Available from: <http://www.medultrason.ro/feednlm/linkout/2011/13/326>
22. Kim YJ, Tegeler CH. Indications for carotid artery surgery and stent: the role of carotid ultrasound. *Curr Cardiol Rep*. 2008;10(1):17-24.
23. Snow M, Ben-Sassi A, Winter RK, Verghese A, Hibberd R, Saad RA, et al. Can carotid ultrasound predict plaque histopathology? *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2007;48(3):299-303.
24. Acharya UR, S VS, Molinari F, Saba L, Nicolaides A, Shafique S, Suri JS. Carotid ultrasound symptomatology using atherosclerotic plaque characterization: a class of Atheromatic systems. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2012 [cited 2014 Jan

- 28]; 2012: 3199-202. Available from: <http://www.dx.doi.org/10.1109/EMBC.2012.6346645>
25. de Bray JM , Glatt B. Quantification of atheromatous stenosis in the extracranial internal carotid artery. *Cerebrovas Dis.* 1995;5: 414-26.
26. Nicolaides AN, Shifrin EG, Bradbury A, Dhanjal S, Griffin M, Belcaro G, et al. Angiographic and duplex grading of internal carotid stenosis: can we overcome the confusion? *J Endovas Surg.* 1996;3: 158-65.
27. Alexandrov AV, Needleman L. Carotid artery stenosis: making complex assessments of a simple problem or simplifying approach to a complex disease? *Stroke.* 2012;43: 6278.
28. AbuRahma AF, Abu-Halimah S, Bensenhaver J, Dean LS, Keiffer T, Emmett M, et al. Optimal carotid duplex velocity criteria for defining the severity of carotid in-stent restenosis. *J Vasc Surg.* 2008;48: 58994.
29. Aburahma AF. Duplex criteria for determining $\geq 50\%$ and $\geq 80\%$ internal carotid artery stenosis following carotid endarterectomy with patch angioplasty. *Vascular.* 2011;19: 15-20.
30. Arning C, Widder B, von Reutern GM, Stiegler H, Gortler M. Revision of DEGUM ultrasound criteria for grading internal carotid artery stenoses and transfer to NASCET measurement. *Ultraschall Med.* 2010;31: 2517.
31. AIUM Practice Guideline for the Performance of an Ultrasound Examination of the Extracranial Cerebrovascular System. 2011[cited 2014 Jan 30]. Available from: <http://www.aium.org/resources/guidelines/extracranial.pdf>
32. Serenaa J, Irimiab P, Callejac S, Blancod M, Vivancose J, Ayo-Martínf Ó. Cuantificación ultrasonográfica de la estenosis carotídea: Recomendaciones de la Sociedad Española de Neurosonología. *Neurología.* 2013;28(7): 435-42.
33. Oates CP, Naylor AR, Hartshorne T. Joint recommendations for reporting carotid ultrasound investigations in the United Kingdom. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2009;37: 251-61.

Recibido: 4 de marzo de 2014.

Aprobado: 27 de marzo de 2014

Santiago Ameneiro Pérez. Departamento de Medios Diagnósticos. Instituto Nacional de Angiología y Cirugía Vascular. Calzada del Cerro 1551, Esq. a Domínguez. La Habana, Cuba.

Dirección electrónica: ameneiro@infomed.sld