



## ORIGINAL

# Validación del estudio ultrasonológico de troncos supraaórticos en el diagnóstico de la enfermedad aterosclerótica de la arteria carótida interna. Comparación de los resultados con los de angiografía

J.C. Portilla Cuenca<sup>a,\*</sup>, J.M. Ramírez-Moreno<sup>a</sup>, L. Fernández de Alarcón<sup>b</sup>,  
I. García Castañón<sup>a</sup>, M. Caballero Muñoz<sup>a</sup>, A. Serrano Cabrera<sup>a</sup>, A. Falcón García<sup>a</sup>,  
M. Gómez Gutierrez<sup>a</sup> y I. Casado Naranjo<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> Sección de Neurología, Hospital San Pedro de Alcántara, Cáceres, España

<sup>b</sup> Servicio de Radiología, Hospital Infanta Cristina, Badajoz, España

<sup>c</sup> Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Extremadura, España

Recibido el 10 de julio de 2009; aceptado el 15 de febrero de 2010

Accesible en línea el 2 Julio 2010

### PALABRAS CLAVE

Angiografía cerebral;  
Aterosclerosis  
carotídea;  
Doppler;  
Estenosis  
extracraneal;  
Estudio  
ultrasonográfico

### Resumen

**Introducción:** Se considera que la arteriosclerosis de las arterias extracraneales causa casi un tercio de los ictus isquémicos. El diagnóstico certero del grado de estenosis es fundamental para indicar la mejor estrategia terapéutica. Si bien la angiografía cerebral se considera la técnica de referencia, el estudio ultrasonográfico (EUS) es un procedimiento más disponible, no invasivo y bien establecido en la cuantificación de la estenosis carotídea. Sin embargo, al ser una técnica dependiente del explorador, se recomienda que cada laboratorio valide sus resultados frente a la angiografía.

**Objetivos:** Establecer, en nuestro laboratorio, la validez del estudio neurosonológico en el diagnóstico de la enfermedad ateromatosa extracraneal y determinar su capacidad para cuantificar el grado de estenosis de la arteria carótida interna.

**Material y métodos:** Estudio retrospectivo de los pacientes con enfermedad ateromatosa carotídea extracraneal en cuyo proceso diagnóstico se realizó tanto ultrasonografía carotídea como angiografía por sustracción digital de troncos supraaórticos.

**Resultados:** Se evaluaron 254 carótidas clasificando el grado de estenosis en > 50%, 70-99% y 100%. Para el primer grupo el EUS obtuvo una sensibilidad del 97%, una especificidad del 90%, un valor predictivo positivo (VPP) del 94,6% y un VP negativo (VPN) del 94,2%. En el segundo grupo, se obtuvo: sensibilidad, 96,4%; especificidad, 93%; VPP, 94,4%, y VPN, 95,4%. Para la oclusión carotídea los valores respectivos fueron del 85, el 96,8, el 80 y el 97,8%.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: portilla7819@yahoo.es (J.C. Portilla Cuenca).

**KEYWORDS**

Cerebral angiography;  
Carotid  
atherosclerosis  
carotidea;  
Doppler;  
Extracranial stenosis;  
Ultrasound study

**Conclusiones:** Nuestros datos validan la capacidad del EUS realizado en nuestro laboratorio para el diagnóstico del grado de estenosis carotídea.

© 2009 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Validation of supra-aortic trunks ultrasound in the diagnosis of atherosclerotic disease of the internal carotid artery. Comparison of the results with angiography

**Abstract**

**Introduction:** Arteriosclerosis of the extra-cranial arteries is believed to be responsible for almost one-third of all ischaemic strokes. The sound diagnosis of the degree of stenosis is essential in deciding the best therapeutic strategy. Although cerebral angiography is considered the reference technique, ultrasound study (UST) is a more readily available, non-invasive and well-established procedure for quantifying carotid stenosis. However, on being a dependent exploratory technique, it is recommended that each laboratory validates its results against angiography.

**Objetives:** To establish the validity of the neuro-ultrasound study in our laboratory for use in the diagnosis of extracranial atheromatous disease, and determine its capacity to quantify the degree of stenosis in the internal carotid artery.

**Material and methods:** A retrospective study of patients with extracranial carotid atheromatous disease, in whom the diagnostic process was carried out with carotid ultrasound as well as supra-aortic trunk digital-subtraction angiography.

**Results:** A total of 254 carotids were evaluated and the degree of stenosis being classified into > 50%, 70-99% and 100%. The UST for the first group had a sensitivity (Se) of 97%, a specificity (Sp) of 90%, a positive predictive value (PPV) of 94.6% and a negative predictive value (NPV) of 94.2%. The second group had an Se of 96.4%, Sp 93%; PPV 94.4% and NPV 95.4%. The respective values for carotid occlusion were, 85%, 96.8%, 80% and 97.8%.

**Conclusions:** Our data validates the ability of UST performed in our Laboratory to diagnose the degree of carotid stenosis.

© 2009 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introducción**

Se considera que la enfermedad aterosclerótica carotídea extracraneal causa alrededor del 20% de todos los ictus isquémicos<sup>1,2</sup>. Su manejo óptimo incluye un diagnóstico precoz y un seguimiento posterior protocolizado<sup>3</sup>, ya que tanto el tratamiento médico como el quirúrgico han demostrado ser eficaces para evitar recurrencias; el beneficio de uno u otro depende de las características de la propia enfermedad. Así, en los casos en que hay una placa ateromatosa que estrecha la luz arterial en más del 70%, está indicado el tratamiento quirúrgico o intravascular, mientras que, en general, para estenosis menores del 70%, se recomienda el tratamiento médico, si bien estenosis comprendidas entre el 60 y el 69% podrían ser objeto de revascularización en función de otras variables que condicionen la relación riesgo/beneficio<sup>4</sup>. Por lo tanto, la detección y la cuantificación del grado de estenosis carotídea son esenciales para indicar el tratamiento preventivo más adecuado.

Aún hoy la angiografía continúa siendo la técnica de referencia en el diagnóstico de la enfermedad ateromatosa extracraneal, pese a ser una técnica relativamente compleja e invasiva. Estas limitaciones favorecen su sustitución por otros procedimientos más accesibles y con menos riesgos, como los estudios neurosonológicos y de neuroimagen (angio-RM y angio-TC)<sup>5-9</sup>.

El uso de la ultrasonografía carotídea, mediante Doppler continuo pulsado, asociado a imágenes en modo B (dúplex) y Doppler color, gracias a su alta fiabilidad, accesibilidad y reproducibilidad, se establece como la prueba de elección en el estudio inicial y de seguimiento de la enfermedad cerebrovascular de origen aterotrombótico. No obstante, se considera conveniente validar en cada laboratorio el grado de fiabilidad de los resultados de la exploración, al ser una técnica que depende tanto del instrumento como del explorador.

El objetivo del presente trabajo es establecer en nuestro laboratorio la validez del estudio ultrasonográfico de troncos supraoárticos en el diagnóstico de la enfermedad ateromatosa extracraneal y determinar su capacidad para cuantificar el grado de estenosis de la arteria carótida interna.

**Material y métodos**

Para establecer nuestra validación, hemos realizado un estudio retrospectivo de los pacientes con enfermedad ateromatosa carotídea extracraneal, tanto sintomática como asintomática, en cuyo proceso diagnóstico se realizaron ultrasonografía carotídea o angiografía por sustracción digital de troncos supraoárticos.

El estudio neurosonológico se llevó a cabo con un ecógrafo modelo Logiq 400 CL PRO Series. El porcentaje de

**Tabla 1** Porcentaje de estenosis calculado para la arteria carótida interna (ACI) según los hallazgos obtenidos con el estudio neurosonológico

Estenosis en ACI	VSM en ACI	VDF en ACI	Razón ACI/ACC	Reducción del diámetro en modo B
< 50%	< 4 kHz; < 120 cm/seg	< 1,3 kHz; < 40 cm/seg	< 1,5	< 50%
50-69%	> 4 kHz; > 120 cm/seg	> 1,3 kHz; > 40 cm/seg	> 1,8	> 50%
70-90%	> 8 kHz; > 250 cm/seg	> 3,3 kHz; > 100 cm/seg	> 3,5	> 50%
90-99%	Muy elevado o muy disminuido	Muy elevado o muy disminuido	> 4 o normal	Mínima o residual
100%	No se obtiene	No se obtiene	No aplicable	Sin luz residual

ACC: arteria carótida común; VDF: velocidad diastólica final; VSM: velocidad sistólica máxima.

estenosis se calculó en la arteria carótida interna según los hallazgos obtenidos con el ecógrafo en modo B y en modo color, con los que se determinaron el tamaño y la morfología de la placa y en función de los resultados del dúplex en modo pulsado, con los que se estableció la repercusión hemodinámica de la placa ateromatosa en la luz del vaso a través de la cuantificación de las velocidades sistólicas, diastólica y media, colocando el volumen de la muestra tanto en el punto de máxima estenosis como en los segmentos anterior y posterior a la estenosis (tabla 1), se obtuvieron estas medidas tanto para el plano axial como para el longitudinal de la arteria carótida interna.

El estudio angiográfico se llevó a cabo con un angiógrafo digital marca Philips Integris Allura, realizándose el estudio selectivo de los troncos supraaórticos en tres proyecciones. El porcentaje de estenosis se determinó siguiendo los criterios NASCET<sup>10</sup>.

Los estudios sonológicos fueron realizados por 4 neurólogos, 3 de ellos acreditados por la Sociedad Española de Neurología (JMRM, IGC, MCM e ICN) de la Sección de Neurología del Hospital San Pedro de Alcántara de Cáceres, mientras que en la realización de las angiografías participaron 3 radiólogos del Servicio de Radiología del Hospital Infanta Cristina de Badajoz. No se realizó ningún tipo de enmascaramiento a los operadores que participaron en ambas pruebas.

Para el análisis de la validez hemos seguido la metodología de estudios previos<sup>11</sup>; se estratificó a los pacientes en función del porcentaje de estenosis. Los puntos de corte para los distintos intervalos fueron:

- Del 50%: las estenosis por debajo de este intervalo producen un escaso aumento de las velocidades y la frecuencia en el estudio dúplex pulsado. Además, las estenosis por debajo de este valor no suelen tener repercusión en la toma de decisión para indicar el tratamiento médico.
- Del 70%: se establece como punto de corte por su importancia en la decisión terapéutica, al ser el grado de estenosis en la queda establecida la indicación de revascularización como tratamiento de elección para evitar nuevas recurrencias.
- Del 100%: los pacientes que presentan obstrucción carotídea extracranial no se benefician del tratamiento quirúrgico.

Los pacientes se agruparon en función del porcentaje de estenosis obtenido por ambas técnicas en cuatro grupos: a) aquellos con una estenosis menor del 50%; b) los que

presentaron una estenosis de entre el 50 y el 69%; c) entre el 70 y el 99%, y d) aquellos con oclusión completa (100%). Posteriormente se realizaron tablas de 2 x 2 para cada grupo, y se calcularon los valores estadísticos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN) y el índice kappa.

El análisis de los resultados se realizó de forma ciega por un neurólogo (JCPC) que no participó en la realización de ninguna de las técnicas.

## Resultados

Durante el período comprendido entre enero de 2001 y diciembre de 2007 se realizaron ambas técnicas para el diagnóstico de enfermedad ateromatosa extracranial en 128 pacientes. Uno de ellos fue excluido del análisis final al no ser posible determinar el grado exacto de estenosis en el estudio angiográfico, por lo que finalmente se incluyó en el estudio a 127 pacientes, lo que supone 254 arterias carótidas internas para analizar. En todos los casos se realizó, en primer lugar, el estudio neurosonológico y, posteriormente, en un período de entre 4 y 25 días, el estudio angiográfico. Algunos estudios neurosonológicos se realizaron en la fase aguda de la enfermedad cerebrovascular isquémica, mientras que otros se realizaron de forma ambulatoria. No se realizaron estudios angiográficos en la fase aguda de la enfermedad cerebrovascular isquémica (menos de una semana).

En la tabla 2 se expresa la distribución final de los pacientes en grupos, según el porcentaje de estenosis obtenido con ambas técnicas.

Los valores que se distribuyen en la diagonal de la tabla corresponden a los casos en que coinciden los porcentajes de la estenosis obtenidos con ambas técnicas diagnósticas, lo que ocurre en el 85% de los casos (220 arterias), mientras que los agrupados por encima de dicha diagonal son aquellos en que el resultado del estudio neurosonológico subestima el obtenido con el angiográfico, lo que supone un 4,5% del total (13 arterias). Por último, los casos que quedan representados bajo la diagonal son aquellos en que el resultado del estudio neurosonológico sobrestima el de la técnica angiográfica, lo que ocurre en el 8,25% de los casos (21 arterias).

Cuando analizamos los casos en que el resultado del estudio neurosonológico subestima el del estudio angiográfico (tabla 3), se observa que en 3 de ellos (casos 6, 7 y 8) los resultados obtenidos con ambas técnicas están cerca

**Tabla 2** Distribución de los pacientes según el porcentaje de estenosis determinado por cada técnica exploratoria

Porcentaje de estenosis según estudio neurosonológico	Porcentaje de estenosis según estudio angiográfico				Total
	0-49%	50-69%	70-99%	100%	
0-49%	81	3	2	0	86
50-69%	6	15	3	0	24
70-99%	3	5	96	5	109
100%	0	0	7	28	35
Total	90	22	109	33	254

En la diagonal de la tabla quedan representados los casos en que hay concordancia entre ambas técnicas.

**Tabla 3** Casos no correlativos en que el estudio neurosonológico subestimó los resultados de la angiografía (\*)

	Arteria carótida interna derecha		Arteria carótida interna izquierda	
	Neurosonología	Angiografía	Neurosonología	Angiografía
Caso 1	Normal*	70%*	75%	80%
Caso 2	Normal	Normal	40%*	75%*
Caso 3	55%	60%	65-70%*	Filiforme*
Caso 4	65-70%*	90%*	90%	90%
Caso 5	60%*	80%*	90%	85%
Caso 6	< 50%*	55%*	70%	75%
Caso 7	< 50%*	55%*	80%	< 50%
Caso 8	< 50%*	64%*	70%	79%
Caso 9	Filiforme*	100%*	70%	79%
Caso 10	Filiforme*	100%*	40%	< 50%
Caso 11	Filiforme*	100%*	90%	95%
Caso 12	Filiforme*	100%*	60%	55%
Caso 13	Filiforme*	100%*	50-60%	60%

del punto de corte del 50%, lo que supone queden agrupados en intervalos de estenosis distintos, pero sin que tenga repercusión práctica en el manejo clínico. De igual modo, podemos comprobar que en 6 casos (5, 9, 10, 11, 12 y 13), los porcentajes de estenosis del estudio neurosonológico están cercanos a los del angiográfico. La principal limitación para

este análisis es el tiempo de demora en la realización del estudio angiográfico, que podría influir en la subestimación de la estenosis por ultrasonografía.

En la [tabla 4](#) se incluyen los casos en que el resultado del estudio neurosonológico sobrestima al angiográfico. No se representan los falsos positivos para oclusión carotídea, que

**Tabla 4** Casos no correlativos en que el estudio neurosonológico sobrestima los resultados del angiográfico (\*)

	Arteria carótida interna derecha		Arteria carótida interna izquierda	
	Neurosonología	Angiografía	Neurosonología	Angiografía
Caso 1	60%*	Normal*	90%	90%
Caso 2	70%	75%	50-60%*	40%*
Caso 3	60-70%*	Normal*	Filiforme	Filiforme
Caso 4	60%*	40%*	100%	100%
Caso 5	100%	100%	60%*	< 50%*
Caso 6	< 50%	< 50%	60%-70%*	< 50%*
Caso 7	70%*	Normal*	50-60%	55%-60%
Caso 8	< 50%	< 50%	90%*	< 50%*
Caso 9	80%*	< 50%*	90-95%	Filiforme
Caso 10	Filiforme	Filiforme	Filiforme*	60%*
Caso 11	100%	100%	75-80%*	50%*
Caso 12	Normal	Normal	70%*	56%*
Caso 13	Normal	Normal	70%*	50%*
Caso 14	70%*	66%*	50-60%	60%

No están incluidos los falsos positivos para oclusión carotídea.

**Tabla 5** Casos en que el estudio neurosonológico estimó estenosis por encima del 50%

Neurosonología	Estudio angiográfico		Total
	Sí	No	
Sí	159	9	168
No	5	81	86
Total	164	90	254

En comparación con los hallazgos obtenidos mediante el estudio angiográfico (considerado la técnica de referencia) para el mismo grupo de casos. Sobre esta tabla se calculan los valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo.

se analizarán más adelante. Se comprueba que en 5 casos (2, 4, 5, 12 y 14), los valores están cercanos al punto de corte para cada subgrupo, por lo que no tienen repercusión en la práctica clínica. En otros 5 casos (1, 3, 9, 10 y 11) la arteria contralateral presenta afección ateromatosa de alto grado, lo que puede condicionar los resultados obtenidos en el estudio neurosonológico al producir cambios hemodinámicos compensatorios en la arteria no estenótica con aumento de velocidades en el flujo sanguíneo, y que se detectarán en el estudio dúplex pulsado como un falso signo de estenosis en la luz arterial.

Para el análisis estadístico de los resultados hemos realizado tablas de  $2 \times 2$  para cada subgrupo de pacientes. En la **tabla 5** analizamos los casos en que el estudio neurosonológico estima una estenosis mayor del 50%, en comparación con los resultados obtenidos mediante angiografía. Se obtuvieron valores de sensibilidad del 97% (intervalo de confianza [IC] del 95%, 94,3%-99,6%) y de especificidad del 90% (IC del 95%, 83,8%-96,20%), VPP del 94,6% (IC del 95%, 91,24%-98,05%) y VPN del 94,2% (IC del 95%, 89,24%-99,13%), lo cual significa una precisión del 94,5% y un índice kappa de 0,88. En la **tabla 6** quedan representados los casos en que se diagnostica una estenosis por encima del 70% con el estudio neurosonológico y su comparación con los hallazgos de la angiografía digital. Los valores estadísticos que se obtienen para este grupo de pacientes son: sensibilidad, 96,4% (IC del 95%, 93,5%-99,5%); especificidad, 93% (IC del 95%, 88,19%-97,65%); VPP, 94,4% (IC del 95%, 90,70%-98,19%), y VPN, 95,4% (IC del 95%, 91,56%-99,35%), y una precisión del 94,8% con un índice de kappa de 0,89.

**Tabla 6** Casos en que el estudio neurosonológico estimó estenosis por encima del 70%

Neurosonología	Estudio angiográfico		Total
	Sí	No	
Sí	136	8	144
No	5	105	110
Total	141	113	254

En comparación con los hallazgos obtenidos mediante el estudio angiográfico (considerado la técnica de referencia) para el mismo grupo de casos. Sobre esta tabla se calculan los valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo.

**Tabla 7** Casos en que el estudio neurosonológico estimó oclusión

Neurosonología	Estudio angiográfico		Total
	Sí	No	
Sí	28	7 (falsos +)	35
No	5 (falsos -)	214	219
Total	33	221	254

En comparación con los hallazgos obtenidos mediante el estudio angiográfico (considerado la técnica de referencia) para el mismo grupo de casos. Sobre esta tabla se calculan los valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo.

Por último, en la **tabla 7**, se representa el análisis estadístico para las oclusiones observadas mediante el estudio neurosonológico; se obtiene: sensibilidad, 85% (IC del 95%, 72,62%-97,08%); especificidad, 96,8% (IC del 95%, 94,52%-99,14%); VPP, 80% (IC del 95%, 66,75%-93,25%), y VPN, 97,8% (IC del 95%, 95,74%-99,70%), con una precisión del 97,7% y un índice estadístico kappa de 0,80. Del total de las oclusiones detectadas en el estudio neurosonológico, 7 de ellas (20%) son falsos positivos, es decir, se sobrestima el porcentaje de estenosis observado en la angiografía digital; comprobamos (**tabla 8**) que en 5 casos (el 71,5% de los falsos positivos) la estenosis real estimada por el estudio angiográfico es mayor del 95%, y esto ocurre independientemente del estado de la arteria contralateral.

**Tabla 8** Casos no correlativos en que el estudio neurosonológico sobrestima el resultado del angiográfico en el diagnóstico de oclusión carótidea

	Arteria carótida interna izquierda		Arteria carótida interna derecha	
	Neurosonología	Angiografía	Neurosonología	Angiografía
Caso 1	Oclusión*	85%*	70-79%	75%
Caso 2	Oclusión*	Filiforme*	Oclusión	Oclusión
Caso 3	Normal	< 50%	Oclusión*	70-80%*
Caso 4	Normal	Normal	Oclusión*	Filiforme*
Caso 5	Normal	Normal	Oclusión*	Filiforme*
Caso 6	70-80%	72%	Oclusión*	Filiforme*
Caso 7	Filiforme	Filiforme	Oclusión*	Filiforme*

\*Falsos positivos en el diagnóstico de oclusión en arteria carótida interna mediante el estudio neurosonológico.



## Discusión

La necesidad de establecer el grado de estenosis carótidea extracraneal en la enfermedad vascular cerebral isquémica está determinada por las diferentes opciones terapéuticas indicadas según el porcentaje de estenosis de la luz vascular. La técnica estándar continúa siendo la arteriografía, pero al tratarse de una prueba invasiva, costosa y, en algunos medios, poco accesible, resulta necesario establecer otros procedimientos diagnósticos alternativos que tengan altas sensibilidad y especificidad en la detección de esta enfermedad. En este sentido, cobra especial importancia el estudio neurosonológico, pero de acuerdo con las recomendaciones de la literatura, creemos conveniente la necesidad de validar los resultados obtenidos en cada laboratorio.

En el análisis de los resultados de nuestra serie observamos que hay concordancia general entre ambas técnicas en un 85% de los casos, y se comprueba que el estudio neurosonológico sobrestima los hallazgos del angiográfico con más frecuencia de la que los subestima. Es posible que estos resultados se deban a que el estudio neurosonológico durante la fase aguda del ictus isquémico detecte cambios hemodinámicos en las arterias estudiadas que pueden aumentar las velocidades obtenidas en el estudio dúplex pulsado y que este aumento se considere secundario a una estenosis de la luz arterial. Así, se comprueba que el mayor número de sobrestimaciones lo encontramos en los casos en que el estudio neurosonológico detecta oclusión de la luz arterial, si bien el estudio angiográfico detectó una estenosis de alto grado. En consecuencia, consideramos que ante un posible diagnóstico neurosonológico de obstrucción completa de la arteria carótida extracraneal durante la fase aguda del ictus es conveniente el uso de ecocontrastes que, en nuestra serie, no se utilizó en todos los casos al no disponer de él, completar el estudio mediante el uso de técnicas de Doppler transcraneal y realizar otras pruebas no invasivas de neuroimagen (angio-TC o angio-RM) para confirmar los hallazgos, antes de la angiografía por sustracción digital. El diagnóstico correcto en este grupo de pacientes tiene importantes implicaciones terapéuticas; en nuestra serie comprobamos que en todos los casos, salvo en uno (caso 4 de la tabla 8), en que obtuvimos resultados erróneos de oclusión arterial con el estudio neurosonológico se realizó, tras los hallazgos angiográficos, tratamiento de revascularización.

Cuando realizamos el análisis estadístico de sensibilidad, especificidad, VPP y VPN, obtenemos unos valores elevados para todos los porcentajes de estenosis, que están en concordancia con los de otras series publicadas<sup>12-17</sup>.

Las principales limitaciones de nuestro análisis derivan de la metodología seguida: al ser un estudio retrospectivo existe un posible sesgo de selección, ya que en la mayor parte de los casos se analizan arterias en que se ha objetivado afección ateromatosa carótidea sintomática, aunque en un pequeño grupo el motivo del estudio neurosonológico fue un soplo carotídeo asintomático.

También puede haber sesgo de verificación, ya que en nuestro estudio la angiografía se realiza con más frecuencia en los estudios neurosonológicos más patológicos y esto puede aumentar la sensibilidad al incrementar la prevalencia de enfermedad en dicha prueba. La existencia de puntos de cortes para dividir en subgrupos a los casos hace que los valores obtenidos con ambas técnicas diagnósticas,

cercanos a dichos puntos de corte, puedan quedar encuadrados en grupos distintos, lo que modifica los resultados estadísticos obtenidos sin que tenga repercusión en su manejo clínico. Otra limitación que observamos es el tiempo de demora en la realización de ambas pruebas, ya que en ese período puede progresar la enfermedad ateromatosa y subestimar los hallazgos obtenidos previamente mediante la neurosonología. Tampoco se tiene en cuenta en el análisis las características anatómicas de los distintos pacientes, que pueden dificultar la realización de la técnica ultrasonológica y, por lo tanto, de sus hallazgos. El posible sesgo de revisión de los resultados se disminuyó al realizarse el análisis de los estudios angiográficos de forma ciega con respecto al estudio ultrasonológico que los había motivado; además, dicho análisis fue llevado a cabo por un neurólogo que no participó de forma activa en la realización de ninguno de los estudios complementarios.

Consideramos que tanto los valores de concordancia como el análisis estadístico muestran la gran fiabilidad de nuestro laboratorio de neurosonología en el diagnóstico de la enfermedad ateromatosa carótidea extracraneal. A pesar de esto, creemos que los resultados pueden mejorar si disminuimos el tiempo de demora entre dúplex y arteriografía, completamos el estudio con técnicas complementarias, especialmente el Doppler transcraneal, que aportará información útil sobre la situación hemodinámica mediante el estudio de la circulación colateral y los tests de vasorreactividad cerebral y nos ayudará en la toma de decisiones terapéuticas, con el uso de técnicas de ecocontrastes y confirmando los resultados obtenidos una vez haya pasado la fase aguda de la enfermedad isquémica.

## Presentaciones

Presentado parcialmente en la LX Reunión Anual de la SEN.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

A Juan Zapata y Rosa Moro. Servicio de Radiología del Hospital Infanta Cristina.

## Bibliografía

1. Feigin VL, Lawes CMM, Bennett DA, Anderson CS. Stroke epidemiology: A review of population-based studies of incidence, prevalence, and case-fatality in the late 20th century. *Lancet Neurol.* 2003;2:43-53.
2. King IJM, Young V, Gillard J. Carotid-artery imaging in the diagnosis and management of patients at risk of stroke. *Lancet Neurol.* 2009;8:569-80.
3. Álvarez Sabin J, Rovira Cañellas A, Molina C, Serena J, Moltó M. por el comité ad hoc del Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares de la SEN, Guía para la utilización

- de métodos y técnicas diagnósticas en el ictus. In: Díez Tejedor E, editor. Guía para el diagnóstico y tratamiento del ictus. Barcelona: Prous Science; 2004. p. 25–63.
4. Harold A, Del Zopo G, Mark A, Deepak L, Brass L, Furlan A, et al. Guidelines for the early management of adults with ischemic stroke. *Stroke*. 2007;38:1655–711.
  5. Debrey SM, Yu H, Lynch JK, Lövblad KO, Wright VL, Janket SJ, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance angiography for internal carotid disease: a systematic review and meta-analysis. *Stroke*. 2008;39:2237–48.
  6. Yuan C, Mitsumori LM, Beach KW. Carotid atherosclerotic plaque: noninvasive MR characterization and identification of vulnerable lesions. *Radiology*. 2001;221:285–99.
  7. DeMarco JK, Huston 3rd J, Nash AK. Extracranial carotid MR imaging at 3T. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2006;14:109–21.
  8. Saloner D, Acevedo-Bolton G, Wintermark M, Rapp JH. MRI og geometric and compositional features of vulnerable carotid plaque. *Stroke*. 2007;38(Suppl 2):637–41.
  9. Gil Peralta A, Martínez Fernández E. Estudio neurosonológico de los troncos supraaórticos. In: Arboix A, editor. Métodos diagnósticos en las enfermedades vasculares cerebrales. Madrid: Ergon; 2006. p. 215–31.
  10. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trialists' Collaborative Group. The final results of the NASCET trial. *N Engl J Med*. 1998;339:1415–25.
  11. Garzón F, Gil-Peralta A, Otero A, Crespo P, Salinas E. Estudio de validez del Doppler continuo. *Rev Neurol*. 1999;29:980–4.
  12. Blakeley DD, Oddone EZ, Hasselblad V, et al. Noninvasive carotid artery testing. A meta-analytic review. *Ann Intern Med*. 1995;122:360–7.
  13. Leonardo G, Crescenzi B, Cotrufo R, et al. Improvement in accuracy of diagnosis of carotid artery stenosis with duplex ultrasound scanning with combined use of linear array 7.5 MHz and convex array 3.5 MHz probes: validation versus 489 arteriographic procedures. *J Vasc Surg*. 2003;37:1240–7.
  14. Hwang CS, Liao KM, Lee JH, Tegeler CH. Measurement of carotid stenosis: comparisons between duplex and different angiographic grading methods. *J Neurimaging*. 2003;13:133–9.
  15. Fortea Cabo G, Fages Caravaca EM, Tembl JI, Boscá Blasco I, Lago Martín A. Control de calidad del diagnóstico mediante Doppler en neurología vascular. *Rev Neurol*. 2003;37:627–31.
  16. Fernández V, Bellmunt S, Escribano JM, Juan J, Allegue N, Álvarez-Sabin J, et al. Indicaciones de endarterectomía carotídea sin arteriografía. Estudio de validación mediante eco-Doppler. *Rev Neurol*. 2000;31:412–6.
  17. Wardlaw JM, Chappell FM, Best JJK, Wartolowska K, Berry E, on behalf of the NHS Research and Development Health Technology Assessment Carotid Stenosis Imaging Group. Non-invasive imaging compared with intra-arterial angiography in the diagnosis of symptomatic carotid stenosis: a meta-analysis. *Lancet*. 2006;367:1503–12.