

Efecto de la trombosis carotídea en el comportamiento hemodinámico de la estenosis contralateral: criterios para su determinación

N. Cenizo-Revuelta, I. del Blanco-Alonso, J.A. González-Fajardo,
M.A. Ibáñez-Maraña, E.M. San Norberto-García, J.A. Brizuela-Sanz,
L. Mengíbar-Fuentes, M.L. del Río-Solá, V.M. Gutiérrez-Alonso,
S. Carrera-Díaz, C. Vaquero-Puerta

EFFECTO DE LA TROMBOSIS CAROTÍDEA EN EL COMPORTAMIENTO HEMODINÁMICO DE LA ESTENOSIS CONTRALATERAL: CRITERIOS PARA SU DETERMINACIÓN

Resumen. *Objetivo. Comparar la precisión diagnóstica de varios parámetros hemodinámicos en la graduación de la estenosis carotídea en pacientes con oclusión contralateral. Pacientes y métodos. Se diseñó un estudio prospectivo de 76 pacientes con oclusión carotídea unilateral, en el que se correlacionaron de manera ciega los hallazgos de eco-Doppler color y arteriografía. Cada carótida se clasificó, según el grado estenótico angiográfico, en: 1-29% (n = 39), 30-49% (n = 15), 50-69% (n = 14), $\geq 70\%$ (n = 8). Se consideraron cinco criterios hemodinámicos para valorar una estenosis > 50%: Universidad de Washington (estándar); AbuRahma (pico de velocidad sistólica, PSV > 140 cm/s; velocidad diastólica final, EDV < 140 cm/s); Fujitani (PSV > 140 cm/s; EDV < 155 cm/s); ratio ICA/CCA (arteria carótida interna/arteria carótida común) > 1,5; y método nuevo (ratio de la ICA/CCA > 1,3; PSV > 115 cm/s). Se calcularon la sensibilidad, la especificidad, los valores predictivos positivo y negativo, el valor diagnóstico y el índice de concordancia κ . Resultados. La mejor concordancia arteriografía/eco-Doppler se dio para el método nuevo ($\kappa = 0,59$), con una precisión diagnóstica del 84,2, seguida del método estándar (que obtuvo una $\kappa = 0,53$ y una precisión de 82,8). Los métodos específicos para pacientes con trombosis carotídea unilateral (AbuRahma y Fujitani) fueron los menos eficaces, mientras que el método de la ratio presentó resultados intermedios. Conclusiones. La presencia de oclusión produce una sobreestimación o infraestimación del grado estenótico ipsilateral según los criterios clásicos admitidos. Este problema puede reducirse mediante la utilización de una ratio > 1,3 y un PSV > 115 cm/s. Para evaluar el grado de progresión de la enfermedad carotídea cada laboratorio ha de validar sus propios criterios, los cuales deben permitir diferenciar entre lesiones hemodinámicamente significativas y aquellas que no lo son. [ANGIOLOGÍA 2006; 58: 223-30]*

Palabras clave. Carótida contralateral. Criterios. Diagnóstico. Estenosis. Oclusión.

Introducción

En la actualidad, la ecografía-Doppler se ha convertido en el método no invasivo más utilizado para realizar el cribado de la enfermedad carotídea. La clasificación de la estenosis carotídea mediante eco-Dop-

Aceptado tras revisión externa: 27.03.06.

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid, España.

Correspondencia: Dra. Noelia Cenizo Revuelta. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Avda. Ramón y Cajal, 3. E-47005 Valladolid. E-mail: noecen@yahoo.es

© 2006, ANGIOLOGÍA

ppler ha sido estudiada por numerosos autores en las fuentes bibliográficas; fruto de estos estudios ha resultado la identificación de una serie de criterios diagnósticos [1-4]. Como intento de estandarización de dichos métodos surgió el propuesto por Zierler y Strandness (Universidad de Washington), que actualmente se considera como el mejor documentado y el más ampliamente utilizado por los laboratorios de diagnóstico vascular no invasivo [1]. Otro método muy empleado –sobre todo entre la comunidad radiológica– es el de la ratio del pico de velocidades sistólicas (PSV) entre la arteria carótida interna (ICA) y la arteria carótida común (CCA) [2]. Sin embargo, estudios posteriores demostraron que, cuando existen situaciones particulares sobreañadidas –como la oclusión contralateral de la ICA–, los criterios estándares tienden a sobrevalorar la estenosis ipsilateral. Esto se explica como un intento de compensación del flujo cerebral a través del polígono de Willis, que implica un incremento del flujo por la carótida ipsilateral y posiblemente otras arterias, como las vertebrales (flujo vicariante). Para obtener una mayor precisión diagnóstica en este tipo de pacientes surgieron nuevos criterios, como los de Fujitani [5] y AbuRahma [6].

Objetivo

El objetivo de este estudio es comparar la precisión diagnóstica de diversos métodos acreditados en las fuentes bibliográficas para diagnosticar la enfermedad carotídea en pacientes con oclusión carotídea contralateral, y determinar cuáles son los criterios hemodinámicos que mejor discriminan a los pacientes con una estenosis $\geq 50\%$ en nuestro laboratorio.

Pacientes y métodos

Se diseñó un estudio prospectivo de 76 pacientes con oclusión unilateral de la ICA, en el que se correlacio-

naron de manera ciega los hallazgos de eco-Doppler color y la arteriografía. Durante un período de 30 meses se diagnosticó en nuestro laboratorio trombosis unilateral de la ICA a 82 pacientes, tanto sintomáticos neurológicamente como remitidos desde consultas para el cribado de troncos supraaórticos por presentar una arteriopatía periférica y/o coronaria conocida. Posteriormente se realizó el diagnóstico de confirmación mediante arteriografía en un plazo máximo de dos meses, y se confirmaron 76 casos de trombosis carotídea.

En todos los pacientes, el eco-Doppler fue realizado por el mismo explorador experimentado con un equipo AU5 Harmonic (Esaote Biomedica), mediante una sonda de frecuencia de 7,5 MHz, manteniendo un ángulo entre la sonda de ultrasonidos y la dirección del flujo sanguíneo de 60° . La exploración consistía en imágenes en tiempo real de cortes sagitales y transversales de los vasos en distintas zonas, así como múltiples mediciones de PSV y velocidad diastólica final (EDV) en la CCA, ICA, carótida externa y vertebrales. La interpretación de los resultados de la exploración ecográfica y la clasificación de los pacientes según el grado de estenosis carotídea fue realizada por un único investigador ‘ciego’ con respecto a los resultados angiográficos.

Se utilizaron cinco métodos para clasificar el grado de estenosis carotídea según el eco-Doppler (Tabla I):

- Los criterios estándares de la Universidad de Washington [1].
- Los criterios de AbuRahma para carótidas con estenosis contralateral [6].
- Los criterios de Fujitani para carótidas con trombosis contralateral [5].
- El criterio de la ratio de la ICA/CCA [2].
- Un nuevo método propuesto según los resultados de nuestro laboratorio.

El estudio arteriográfico de los troncos supraaórticos incluía al menos dos perspectivas de la bifurcación y

Tabla I. Criterios de velocidad para la detección de estenosis carotídea.

Clasificación		Lesión arteriográfica	Criterios ecográficos
Método estándar	Grado I	1-29% de estenosis	PSV < 125 cm/s
	Grado II	30-49% de estenosis	PSV < 125 cm/s + ensanchamiento del espectro
	Grado III	50-79% de estenosis	PSV ≥ 125 cm/s EDV < 140 cm/s
	Grado IV	80-99% de estenosis	PSV ≥ 125 cm/s EDV > 140 cm/s
	Grado V	Oclusión	Ausencia de flujo
Método de AbuRahma, igual al estándar excepto por:	Grado II	30-49% de estenosis	PSV < 140 cm/s
	Grado III	50-69% de estenosis	PSV ≥ 140 cm/s EDV < 140 cm/s
	Grado IV	70-99% de estenosis	PSV ≥ 140 cm/s EDV > 140 cm/s
Método de Fujitani, igual al estándar excepto por:	Grado II	30-49% de estenosis	PSV < 125 cm/s EDV < 155 cm/s
	Grado III	50-69% de estenosis	PSV > 140 cm/s EDV < 155 cm/s
	Grado IV	70-99% de estenosis	PSV > 140 cm/s EDV > 155 cm/s
Método de la ratio ICA/CCA	Grado I y II	30-49% de estenosis	Ratio < 1,5
	Grado III	50-69% de estenosis	Ratio ≥ 1,5 EDV < 100 cm/s
	Grado IV	70-99% de estenosis	Ratio ≥ 1,8 EDV > 100 cm/s
	Grado V		Ausencia de flujo
Método nuevo	Grado I	1-29% de estenosis	Ratio < 1,3 PSV < 115
	Grado II	30-49% de estenosis	Ratio < 1,3 PSV < 115 Ensanchamiento del espectro
	Grado III	50-69% de estenosis	Ratio > 1,3 PSV > 115 cm/s
	Grado IV	70-99% de estenosis	Ratio > 1,76 PSV > 132 cm/s
	Grado V	Oclusión	Ausencia de flujo

CCA: arteria carótida común; EDV: velocidad diastólica final; ICA: arteria carótida interna; PSV: pico de velocidad sistólica.

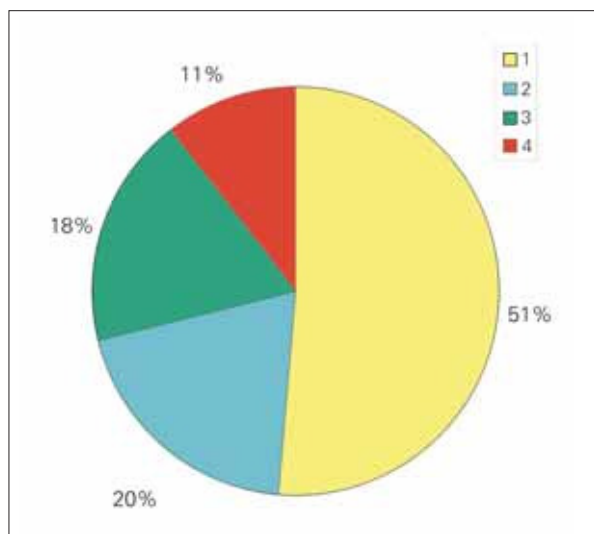


Figura. Distribución arteriográfica del grado de estenosis carotídea ipsilateral con la arteria carótida interna contralateral trombada. 1) 0-29% ($n = 39$); 2) 30-49% ($n = 15$); 3) 50-69% ($n = 14$); 4) $\geq 70\%$ ($n = 8$).

los vasos intracraneales. El porcentaje de estenosis se cuantificó según el método NASCET (punto de máxima estenosis dividido entre el calibre de la carótida distal normal) [7]. Fueron evaluadas por un investigador de forma ciega a los hallazgos del estudio eco-Doppler. Las carótidas estudiadas se clasificaron, según su grado de estenosis, en 1-29%, 30-49%, 50-69%, $\geq 70\%$ y oclusión.

Desde el punto de vista hemodinámico se evaluaron tres parámetros de velocidad: PSV de la ICA, EDV de la ICA y ratio de PSV de la ICA/CCA.

Posteriormente se calculó la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo (VP+), el valor predictivo negativo (VP-), el valor diagnóstico del test y el índice de concordancia κ , a fin de medir la correlación entre el Doppler y la arteriografía en los diferentes métodos diagnósticos y el nuestro propio, y se compararon para determinar cuál de ellos discriminaba más eficazmente las estenosis susceptibles de estudio ($\geq 50\%$) en la carótida ipsilateral con oclusión contralateral.

Tabla II. Comparación entre los grados arteriográficos y los grados ecográficos.

Grados ecográficos	Grados arteriográficos			
	I	II	III	IV
Método estándar				
Grado I	33	3	0	0
Grado II	5	8	7	0
Grado III	0	3	2	4
Grado IV	1	1	5	4
Método de AbuRahma				
Grado I	30	0	0	0
Grado II	6	4	1	0
Grado III	3	7	7	4
Grado IV	0	4	6	4
Método de Fujitani				
Grado I	35	10	5	0
Grado II	1	2	3	3
Grado III	3	3	6	5
Grado IV	0	0	0	0
Método de la ratio ICA/CCA				
Grado I	36	6	1	0
Grado II	0	4	5	0
Grado III	0	1	2	1
Grado IV	3	4	6	7
Método nuevo				
Grado I	38	4	1	0
Grado II	1	7	4	0
Grado III	0	2	4	0
Grado IV	0	2	5	8

Tabla III. Sensibilidad y especificidad de los parámetros ICA PSV, ICA EDV, ratio de la ICA PSV/CCA PSV y combinación de ICA/PSV y ratio de la ICA PSV/CCA PSV para la detección de estenosis arteriográficas $\geq 50\%$ de la ICA.

Sensibilidad Especificidad			Sensibilidad Especificidad		
ICA PSV (cm/s)			ICA PSV/CCA PSV		
99	84	69	1,03	90	50
110	79	77	1,27	79	67
115	79	79	1,30	74	77
132	74	86	1,68	68	87
136	58	88	1,76	63	90
151	53	90	2,06	47	92
174	47	92	ICA PSV (cm/s) y ratio		
ICA EDV (cm/s)			99,5; 1,3	75	82
36	89	40	99,5; 1,7	66	92
39	78	63	105; 1,3	75	84
42	78	70	105; 1,7	67	92
45	72	75	115; 1,3	75	88
47	61	79	115; 1,7	67	92
51	44	80	135; 1,7	58	92
			135; 2	42	94
			174; 1,7	50	94

CCA: arteria carótida común; EDV: velocidad diastólica final; ICA: arteria carótida interna; PSV: pico de velocidad sistólica.

Resultados

La muestra estudiada incluía a 76 pacientes con oclusión carotídea unilateral, con una edad media de 69 años (intervalo: 38-83 años), 66 hombres y 10 mujeres. Los factores de riesgo más frecuentes fueron la hipertensión arterial (58,9%) y la claudicación intermitente (54,8%). Era sintomático el 56,2% de los pacientes. La clasificación arteriográfica de las ICA contralaterales a oclusión fue como sigue: 1-29% de estenosis en 39 casos, 30-49% en 15 casos, 50-69% en 14 casos, y 8 estenosis $\geq 70\%$ (Figura); se observó

que el porcentaje de pacientes que presentaban estenosis $\geq 50\%$ fue del 29% ($n = 22$).

La tabla II compara los resultados de la clasificación ecográfica mediante los diferentes métodos con los resultados de la arteriografía.

Cuando se intenta discriminar las estenosis $\geq 50\%$ de la carótida ipsilateral con los diferentes métodos, existe una sobreestimación del gradoestenótico; es decir, hay pacientes que deberían catalogarse dentro del grupo de carótidas $< 50\%$ y lo están en el grupo de $\geq 50\%$: 5 (6,6%) con el método estándar; 14 (18,4%) con el de AbuRahma; 6 (7,9%) con el de Fujitani; 8

(10,5%) con el de la ratio, y 4 (5,3%) con el método nuevo. Por otro lado, el número de infraestimaciones fue de 7 (9,2%) para el método estándar; 1 (1,3%) para el de AbuRahma; 11 (14,5%) para el de Fujitani; 6 (7,9%) con el de la ratio; y 5 (6,6%) para el nuevo método.

La mejor combinación de sensibilidad y especificidad para la identificación de estenosis $\geq 50\%$ se obtuvo para la combinación de una ratio $> 1,3$ y un PSV > 115 cm/s, con una sensibilidad del 75% y una especificidad del 88% (Tabla III).

En la tabla IV se expresan los resultados de sensibilidad, especificidad, VP+, VP-, valor diagnóstico y κ de los diferentes métodos diagnósticos estudiados, comparados con el nuevo método extraído de nuestros propios resultados. La mejor concordancia arteriografía/eco-Doppler se dio para el método nuevo –que presentó un $\kappa = 0,59$ y una precisión diagnóstica de 84,2–, seguido del método estándar –que obtuvo un $\kappa = 0,53$ y una precisión de 82,8–. Los métodos de AbuRahma y Fujitani, específicos para pacientes con trombosis carotídea unilateral, obtuvieron valores κ y diagnósticos idénticos (de 0,41 y 78,9, respectivamente), y resultaron los métodos menos eficaces para discriminar las estenosis $\geq 50\%$, mientras que el método de la ratio mostró resultados intermedios, con un $\kappa = 0,47$ y 78,9 para la precisión diagnóstica.

Discusión

Nuestros datos demuestran que la mejor precisión diagnóstica de nuestro laboratorio para identificar estenosis significativas ($\geq 50\%$) se obtiene para la combinación de un PSV de la ICA > 115 cm/s y una ratio $> 1,3$. Llama la atención en esta afirmación el bajo valor del PSV con respecto al utilizado en estudios anteriores, sobre todo por la naturaleza de nuestros pacientes, en los que se supone la carótida ipsila-

Tabla IV. Resultados de la comparación de la sensibilidad, la especificidad, el VP+, el VP-, el valor diagnóstico y el κ entre los diferentes métodos diagnósticos estudiados.

	S	E	VP+	VP-	D	κ
Estándar	63,1	89,4	66,6	87,9	82,8	0,53
AbuRahma	52,5	87,7	58,8	84,7	78,9	0,41
Fujitani	52,5	87,7	58,8	84,7	78,9	0,41
Ratio $> 1,5$	68,42	82,4	56,5	88,6	78,9	0,47
Ratio $> 1,3$ PSV > 115 cm/s	73,6	87,7	66,6	90,9	84,2	0,59

D: valor diagnóstico; E: especificidad; κ : índice de concordancia kappa; PSV: pico de velocidad sistólica; S: sensibilidad; VP+: valor predictivo positivo; VP-: valor predictivo negativo.

teral como acelerada debido a la oclusión contralateral [8]. Esta variabilidad con respecto a los diferentes centros ya está explicada con anterioridad en la bibliografía [4,9,10], y se ha relacionado con factores intrínsecos al equipo utilizado cuando se ha logrado una metodología uniforme en la exploración. Por eso proponemos que, para evaluar el gradoestenótico de la ICA –tanto en los casos con carótida contralateral ocluida como permeable–, cada laboratorio valide sus propios criterios, los cuales deben permitir diferenciar entre lesiones hemodinámicamente significativas y aquellas que no lo son.

La comparación estadística de los diferentes métodos diagnósticos nos permite sacar conclusiones importantes. Se seleccionaron para la comparación los criterios estándares de la Universidad de Washington y de la ratio, por ser los más ampliamente utilizados, así como el método de Fujitani y el de AbuRahma por ser específicos para pacientes con trombosis/estenosis de la carótida contralateral. En presencia de trombosis contralateral, se produce una sobreestimación o infraestimación del gradoestenótico ipsilateral según los criterios clásicos admitidos. Este problema puede reducirse usando una ratio $> 1,3$ y un PSV > 115 cm/s.

El hecho de que el método nuevo presente un VP- mayor (90,9), sin disminuir mucho el VP+ (66,6), o, lo que es lo mismo, que aumente su sensibilidad (73,6) sin perder gran especificidad (87,7), nos parece importante. La finalidad de un buen método diagnóstico de cribado consiste en discriminar el mayor número de pacientes sospechosos de presentar una estenosis susceptible de ser vigilada o tratada con respecto a los que están fuera de riesgo, más aún cuando se dispone de una prueba que es patrón de referencia como segundo recurso que impide llevar a cabo intervenciones en pacientes que posteriormente resulten ser falsos positivos de estenosis significativa [9].

Para realizar una cirugía sin arteriografía en estos casos, sería necesario conseguir parámetros de VP+ mucho más elevados –según algunos autores, de al menos el 95%–, sin que el VP- empeore demasiado [4]. Los resultados de nuestro estudio no permiten di-

cha opción, por lo que la arteriografía sigue siendo necesaria para la decisión quirúrgica final en pacientes con trombosis carotídea contralateral.

Existen algunas limitaciones en nuestra investigación. El pequeño tamaño muestral de diagnósticos de trombosis carotídea en la población (76 pacientes en 30 meses) limita el poder estadístico (error β). Además, sólo en el 29% de las trombosis carotídeas existe una estenosis $\geq 50\%$ contralateral. Por eso no se han obtenido resultados concluyentes cuando se intenta discriminar mediante los criterios obtenidos el grupo de pacientes susceptibles de intervención (estenosis $> 70\%$) del resto de individuos, ya que su número es escaso (sólo ocho).

En conclusión, consideramos el nuevo método expuesto como el más útil para discriminar en nuestro laboratorio las estenosis significativas de la ICA contralateral a trombosis carotídea.

Bibliografía

1. Zierler RE, Strandness DE Jr. Noninvasive dynamic and real-time assessment of extracranial cerebrovasculature. In Wood JH, ed. Cerebral blood flow: physiologic and clinical aspects. New York: McGraw-Hill; 1987. p. 311-23.
2. Bluth EI, Stavros AT, Marich KW, Wetzner SM, Aufrichtig D, Baker JD. Carotid duplex sonography: a multicenter recommendation for standardized imaging and Doppler criteria. Radiographics 1988; 8: 487-506.
3. Moneta GL, Edwards JM, Chitwood RW, Taylor LM Jr, Lee RW, Cummings CA, et al. Correlation of North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) angiographic definition of 70% to 90% internal carotid artery stenosis with duplex scanning. J Vasc Surg 1993; 17: 152-9.
4. 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.
5. Fujitani RM, Mills JL, Wang LM, Taylor SM. The effect of unilateral internal carotid arterial occlusion upon contralateral duplex study: criteria for accurate interpretation. J Vasc Surg 1992; 16: 459-68.
6. AbuRahma AF, Richmond BK, Robinson PA, Khan S, Pollack 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: 751-62.
7. 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.
8. Nicolau C, Gilabert R, García A, Blasco J, Chamorro A, Bru C. Effect of internal carotid artery occlusion on vertebral artery blood flow: a duplex ultrasonographic evaluation. J Ultrasound Med 2001; 20: 105-11.
9. Kuntz KM, Polak JF, Whittemore AD, Skillman JJ, Kent KC. Duplex ultrasound criteria for the identification of carotid stenosis should be laboratory specific. Stroke 1997; 28: 597-602.
10. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for symptomatic carotid artery stenosis. JAMA 1995; 273: 1421-8.

THE EFFECT OF CAROTID THROMBOSIS ON THE HAEMODYNAMIC BEHAVIOUR
OF CONTRALATERAL STENOSIS: CRITERIA FOR ITS DETERMINATION

Summary. Aim. To compare the accuracy of various duplex hemodynamic criteria in grading ipsilateral carotid stenosis in patients with contralateral occlusion. Patients and methods. A prospective study was designed with 76 patients who had unilateral carotid occlusion, the results of duplex were correlated in blind fashion to arteriography. Each carotid was classified in order to the angiographic stenotic grade in: 1-29% (n = 39), 30-49% (n = 15), 50-69% (n = 14), $\geq 70\%$ (n = 8). Five duplex ultrasonography classification criteria for discriminate $> 50\%$ stenosis were used: Washington University (standard), AbuRahma (peak systolic velocity, PSV > 140 cm/s; diastolic velocity, EDV < 140 cm/s); Fujitani (PSV > 140 cm/s; EDV < 155 cm/s); ratio internal carotid artery (ICA)/common carotid artery (CCA) > 1.5 ; new method (ratio ICA/CCA > 1.3 ; PSV > 115 cm/s). The sensibility, specificity, positive predictive value, negative predictive value, accuracy and κ index were calculated. Results. Best concordance between angiography and duplex was for the new method, providing a $\kappa = 0.59$ and an accuracy of 84.2, followed by standard method that obtained $\kappa = 0.53$ and an accuracy of 82.8. Specific methods for patients with unilateral occlusion of ICA (AbuRahma and Fujitani) provided inferior efficacy in detecting carotid stenosis $\geq 50\%$, although the ratio method obtained intermediate results. Conclusions. The fact of having a contralateral occlusion of the ICA produces some overestimation or underestimation of the ipsilateral carotid stenosis degree following the classic criteria. This problem can be reduced using a ratio > 1.3 and a PSV > 115 cm/s. Each laboratory should perform an objective evaluation of their own criteria of diagnosis to discriminate hemodynamically significant lesions. [ANGIOLOGÍA 2006; 58: 223-30]

Key words. Contralateral carotid. Criteria. Diagnosis. Occlusion. Stenosis.