

# Valor de la arteriografía carotídea en nuestro medio

Dres. Alejandro Esperón<sup>1</sup>, Daniel López Chapuis<sup>2</sup>, Carlos Gómez Fossati<sup>3</sup>

## Resumen

La arteriografía es hasta el momento el método de estudio preoperatorio estándar en la patología carotídea extracraneana. La información sobre la magnitud de la estenosis y la presencia o no de ulceración en la placa de ateroma, es fundamental para decidir la indicación de una endarterectomía carotídea.

**Objetivos:** valorar las características de los estudios radiológicos efectuados en nuestro medio en cuanto a: 1) calidad técnica del estudio, 2) método de realización, 3) complicaciones del procedimiento y 4) información aportada.

**Material y método:** se analizaron retrospectivamente 50 casos de endarterectomías carotídeas con arteriografía preoperatoria. Se compararon los resultados de la arteriografía con el estudio anatómo-patológico de la pieza de endarterectomía.

**Resultados:** 50% de los estudios fueron catalogados como de buena calidad técnica. En 24 casos se realizó arteriografía por punción carotídea, en 17 por cateterismo y en 9 por cateterismo completado por punción. Se registraron 10 complicaciones, 5 de las cuales fueron de naturaleza neurológica (1 AIT, 2 AVE y 2 episodios con sintomatología inespecífica). En el sector carotídeo cervical, 72% de los estudios identificó correctamente el grado de estenosis. La presencia o ausencia de ulceración fue determinada con acierto solamente en 55% de los casos.

**Conclusiones:** las arteriografías carotídeas analizadas fueron realizadas en gran parte por punción carotídea, con un alto porcentaje de estudios de calidad inadecuada y una elevada incidencia de complicaciones neurológicas.

*Comparada con los hallazgos anatomopatológicos se demuestra una baja sensibilidad para la determinación del grado de estenosis y la identificación de las características de la superficie de la placa de ateroma.*

**Palabras clave:** Angiografía  
Arterias carótidas

## Summary

Arteriography is up to now the standard pre-operative method of study in extracranial carotid pathology. Information about degree of stenosis and presence of ulceration or not in the atheromatous plaque is very important for the indication of carotid endarterectomy. The aim of this paper is to assess the features of radiological studies carried out in our country as regards: 1) technical quality of the study, 2) realization method, 3) complications of the procedure, 4) information provided. Material and method: 50 cases of carotid endarterectomies who had undergone pre-operative carotid arteriography were studied retrospectively. Arteriography results were compared to the pathological study of the endarterectomy specimen. Results: 50% of the cases were considered to be of good technical quality. In 24 cases arteriography was performed by means of carotid puncture, 17 cases were performed by catheterism and 9 cases by catheterism completed by puncture. 10 complications were registered. 5 of them were of neurological nature (1 TIA, 2 VEA and 2 episodes with inespecific symptomatology). In the cervical carotid region 72% of the studies correctly identified the degree of stenosis. The presence or absence of ulceration was correctly established only in 55% of the cases. Conclusion: carotid arteriography was mostly carried out by means of carotid puncture with a high percentage of inadequate quality studies and a high incidence of neurological complications. The comparison to pathology findings reveals low sensitivity for the determination of degree of stenosis and identification of surface features of the atheromatous plaque.

1. Asistente de la Clínica Quirúrgica «B».

2. Prof. Adjunto de la Clínica Quirúrgica «B».

3. Prof. Agdo. de la Clínica Quirúrgica «B».

Trabajo de la Clínica Quirúrgica «B» Prof. Dr. U. Larre Borges. Facultad de Medicina. Montevideo, Uruguay. Presentado a la Sociedad de Cirugía del Uruguay el 16 de setiembre de 1992.

**Correspondencia:** Dr. A. Esperón. Urtubey 1371. Montevideo. Uruguay

## Introducción

Desde que Egaz Moniz en 1927 describió la técnica de la arteriografía carotídea <sup>(1)</sup> y a partir del nuevo impulso que este mismo autor le dio al estudio de la circulación extracraneana en 1937 <sup>(2)</sup>, la arteriografía se transformó en el método de estudio preoperatorio estándar en la patología carotídea extracraneana. Brinda al cirujano información fundamental <sup>(3)</sup> para decidir la indicación de una endarterectomía carotídea. Es así que, a nivel del sector carotídeo cervical, determina la presencia de placas de ateroma, extensión de las mismas, grado de estenosis, presencia de ulceraciones, anomalías anatómicas y lesiones asociadas. A su vez, puede detectar la presencia de alteraciones a nivel del arco aórtico, grandes vasos arteriales intratorácicos, arterias vertebrales, sífon carotídeo y circulación intracraneana. Finalmente, también permite detectar la presencia de patología no vascular a nivel intracraneano como es el caso de los tumores.

Muchos han sido los avances en esta área, con incorporación de técnicas nuevas como la angiografía digital <sup>(3)</sup>.

También han variado los tipos de procedimientos utilizados como la punción carotídea directa o la cateterización por el método de Seldinger desde la arteria humeral o la femoral <sup>(4)</sup>.

En base a estos hechos nos propusimos, como objetivo de este trabajo, valorar las características de las angiografías carotídeas preoperatorias efectuadas en nuestro medio en cuanto a:

- Calidad técnica de los estudios.
- Métodos de realización.
- Complicaciones del procedimiento.
- Información aportada.

## Material y método

Se analizaron retrospectivamente 50 casos elegidos al azar de pacientes intervenidos quirúrgicamente con diagnóstico preoperatorio de ateromatosis carotídea, asistidos en medios hospitalarios y mutuales de Montevideo, en el período comprendido entre el inicio de 1989 y primeros meses de 1993.

Correspondieron a 15 mujeres y 35 hombres, cuyas edades oscilaron entre 43 y 81 años.

Se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

- Pacientes de cualquier sexo y edad.
- Con diagnóstico preoperatorio de ateromatosis carotídea.
- Intervenidos de coordinación.
- Asistidos por cirujanos de reconocida experiencia en este tipo de cirugía y vinculados a servicios docentes de la Facultad de Medicina.

- Que hubieran sido estudiados con arteriografía carotídea preoperatoria y en los que se pudieran evaluar los documentos, el informe del radiólogo y la opinión del equipo quirúrgico.
- Que contaran con una adecuada valoración anatómo-patológica macroscópica de la pieza de endarterectomía en cuanto a:
  - Topografía lesional.
  - Naturaleza lesional.
  - Presencia de ulceración.
  - Presencia de dilataciones y bucles.
  - Grado de estenosis expresado como porcentaje de reducción del calibre endoluminal respecto al calibre de la carótida interna inmediatamente distal al área patológica. Se calculó por apreciación directa de la pieza, sin utilizar instrumentos de medida.

Para determinar los grados de estenosis del sector carotídeo extracraneano, nos basamos en los patrones utilizados en los métodos de exploración no invasivos <sup>(5)</sup>, clasificándolos de la siguiente manera:

- 1 = <20%;
- 2 = 20% a 60%;
- 3 = 60% a 80%;
- 4 = 80% a 99%;
- 5 = ocluida.

Debemos destacar que por los criterios empleados se seleccionaron enfermos con patología de indicación quirúrgica. Esto excluyó "a priori" a los pacientes sin lesiones o con lesiones no quirúrgicas.

A su vez, el único caso en que en el intraoperatorio no se encontró lesión fue confirmado por arteriotomía y exploración endoluminal.

La información fue procesada en una base de datos confeccionada en DBase III Plus.

A los resultados obtenidos se les aplicó el test de Chi cuadrado, aceptando como límite de significación un  $p < 0,05$ .

## Resultados

### Calidad de los estudios

Los estudios se calificaron como:

- Estudios de buena calidad: fueron aquellos que se adaptaron a las necesidades para realizar una adecuada lectura de los sectores de interés, en particular los sectores carotídeos intra y extracraneanos.
- Estudios de mala **calidad**: fueron aquellos en que por aspectos técnicos (de técnica radiológica, incidencias, dilución del contraste, sitio de punción, etcétera), no se pudo realizar una adecuada evaluación de los sitios de interés.

También se incluyeron en este grupo los estudios incompletos, entendiendo por tales los estudios interrumpidos por alguna complicación durante el procedimiento o por problemas técnicos o cuando no se documentó algún sector de interés.

Siguiendo estos patrones, se calificaron como:

- De buena calidad: 25 estudios (50%).
- De mala calidad: 25 estudios (50%).

#### *Tipo de procedimiento utilizado*

##### a) Angiografía convencional

40 estudios en total (80%).

- Por punción carotídea bilateral: 22 casos.
- Por punción carotídea unilateral: 2 casos.
- Por cateterismo femoral: 9 casos.
- Por cateterismo femoral más punción carotídea: 7 casos.

##### b) Angiografía digital

10 estudios en total (20%).

- Por cateterismo femoral: 8 casos.
- Por cateterismo femoral más punción carotídea: 2 casos.

Destacamos entonces, que en 33 casos (66%) se recurrió a la punción carotídea, sea como único procedimiento o bien asociado al cateterismo femoral. A su vez, de los 26 casos en que se realizó cateterismo femoral, en 9 de ellos (35%) se requirió completar el estudio por punción carotídea.

#### *Complicaciones por el procedimiento*

Debemos destacar que se consideraron aquellas complicaciones consignadas en la historia clínica, ya que los estudios angiográficos no fueron presenciados por nosotros en el momento de su realización.

A su vez, tampoco pudimos valorar la presencia de complicaciones graves o de mortalidad debida al procedimiento, ya que los pacientes seleccionados fueron aquellos que pudieron ser sometidos a cirugía carotídea. En cambio, los casos con mortalidad o con cierto tipo de complicaciones graves, al no ser operados, no entraron en nuestra casuística.

Se detectaron 10 casos con complicaciones (20%), las cuales correspondieron a:

- Hematomas: 3 casos:
  - 2 de cuello.
  - 1 de muslo.
 No requirieron tratamiento quirúrgico.
- Pico hipertensivo que obligó a suspender el procedimiento: 2 casos.
- Complicaciones neurológicas: 5 casos.

– Síndrome motor deficitario: 3 casos:

Con remisión completa: 1 caso.

Con remisión parcial: 2 casos.

– Sintomatología inespecífica reversible: 2 casos.

#### *Resultados de los estudios realizados*

Se analizarán los resultados en los distintos sectores de la circulación encefálica, prestando especial atención a los datos obtenidos a nivel de la bifurcación carotídea, donde los comparamos con los hallazgos operatorios.

En el arco aórtico y grandes vasos intratorácicos

Esta exploración se llevó a cabo en 26 casos estudiados con arteriografía por cateterismo femoral. Se detectaron 4 casos anormales, con ejes ateromatosis, pero sin configurar zonas de estenosis superiores a 20% de la luz del vaso.

En las arterias vertebrales

Este sector fue explorado en 26 casos por arteriografía por cateterismo femoral.

Los hallazgos fueron:

- Vasos normales: 13 casos bilaterales; en 5 casos sólo del lado derecho y en 3 casos sólo del lado izquierdo.
- Estenosis: 1 caso bilateral; 4 casos sólo del lado derecho y 1 caso sólo del izquierdo.
- Hipoplasia: 1 caso bilateral; 1 caso sólo del derecho y en 3 sólo del izquierdo.
- Bucles o acodaduras de su sector inicial: 1 caso bilateral y 1 caso sólo del izquierdo.
- En 2 casos no se pudo cateterizar la arteria vertebral izquierda.

En el sifón carotídeo

De los 50 pacientes estudiados con arteriografía, en 2 casos no se pudo ver adecuadamente el sifón derecho por defecto técnico.

De los 98 sífonos visualizados resultaron:

- Normales: 89 estudios (43 bilaterales y 3 sólo del lado izquierdo).
- Patológicos: 9 estudios (4 bilaterales y 1 sólo derecho), mostrando ateromatosis de diverso grado pero siempre menores a 20% de la luz del vaso.

En la circulación intracraneana

Fue estudiada en 46 de los 50 estudios arteriográficos realizados ya que en 4 casos (8%) — también por problemas técnicos — no fue adecuadamente explorada.

Los hallazgos fueron:

- Circulación normal en 41 casos.

**Tabla 1.** Determinación del grado de estenosis

Categoría	Arteriografía		
	Aciertos	Errores	
1	4	2	6
2	4	5	9
3	4	4	8
4	20	3	23
5	4	0	4
	36	14	50

- Circulación cruzada de derecha a izquierda en 3 casos y de izquierda a derecha en 2 casos, correspondiendo a casos con obstrucción carotídea o estenosis crítica unilateral.

No se detectó ninguna patología asociada que pudiera simular sintomatología neurológica de origen carotídeo, como malformaciones vasculares, aneurismas o tumores. Pero debe hacerse notar que por la selección que se realizó de los pacientes (eligiéndose aquellos que fueron intervenidos a nivel carotídeo), los portadores de este tipo de patología quedarían en su mayor parte excluidos.

#### En el sector carotídeo cervical

Los resultados de las exploraciones vasculares se analizaron, como ya fue dicho, en función de los hallazgos anatómo-patológicos.

#### Por la naturaleza de las lesiones.

##### 1. Ateromatosis carotídea sola: 45 casos.

Todos estos casos en que se detectó una ateromatosis de la carótida cervical correspondieron a la presencia de una placa única a nivel de la bifurcación carotídea. En todos, la arteriografía detectó la lesión.

En un caso, además de la lesión principal a dicho nivel, se encontró una úlcera profunda con trombos en su fondo y con sufusión hemorrágica periadventicial, en el sector terminal de la carótida primitiva. Esta zona pudo corresponder al área de punción para la arteriografía. Interesa destacar que este paciente presentó un accidente isquémico transitorio (AIT) hemisférico homolateral a la lesión, luego de la realización de la arteriografía.

##### 2. Ateromatosis de la bifurcación carotídea asociada a bucle de la carótida interna (tipo "coil lesion"): 3 casos.

Entendemos por bucles tipo "coil", a las angulaciones suaves de la arteria que pueden llegar a formar una vuelta completa pero sin formar ángulos agudos<sup>(6)</sup>.

En los 3 casos la arteriografía detectó el área

patológica correspondiente a la placa de atero-ma. Pero sólo en 2 casos detectó el bucle, ya que en el otro el estudio era de mala calidad y no lo detectó.

##### 3. Bucles sin ateromatosis asociada (tipo "kink lesion"): 1 caso.

Entendemos por bucles tipo "kink", a sectores de la arteria donde ésta se pliega sobre sí misma formando ángulos agudos (espolones). Este caso fue correctamente diagnosticado por la arteriografía.

##### 4. Sin lesión detectable macroscópicamente: 1 caso.

El diagnóstico arteriográfico fue adecuado. Correspondió a un paciente que consultó por AIT a repetición y en quien los estudios no invasivos sugirieron la presencia de una placa irregular con mínima estenosis. Se operó por sospecha de placa ulcerada embolizante, lesión que no se confirmó.

#### Por el grado de estenosis

Se analizaron los hallazgos de la arteriografía para los diferentes grados de estenosis encontrados en la operación, independientemente de la naturaleza de la lesión. Se utilizó la categorización del grado de estenosis, descripta en material y método.

En la tabla 1 se analizan los aciertos y errores de la arteriografía para cada categoría de estenosis, hallada durante la operación.

El porcentaje de aciertos (exactitud) para determinar el grado de estenosis de la arteriografía fue de 72%.

Pero debemos tomar en cuenta que 50% de los estudios fueron de mala calidad. Esto se muestra en la tabla 2, donde se analiza la calidad de la arteriografía para cada categoría de estenosis encontrada durante la operación.

Discriminamos entonces los estudios de buena y mala calidad, obteniendo los resultados detallados en la tabla 3.

Observamos que al seleccionar los estudios de buena calidad el porcentaje de aciertos ascendió a

**Tabla 2.** Calidad de las arteriografías según el grado de estenosis

Categoría	Calidad de la arteriografía		
	Buena	Mala	
1	3	3	6
2	5	4	9
3		7	8
4	12	11	23
5	4	0	4
	25	25	50

**Tabla 3.** Exactitud de las arteriografías según su calidad, para la determinación del grado de estenosis

	Arteriografía		
	Buena calidad	Mala calidad	
Aciertos	21	15	36
Errores	4	10	14
	25	25	50

**Tabla 4.** Determinación de las características de la superficie de la placa

Arteriografía	Anatomía patológica		
	Ulcerada	Lisa	
Irregular	22	2	24
Regular	18	6	24
	40	8	48

84%, mientras que seleccionando los de mala calidad bajó a 60%. Pero las diferencias encontradas no resultaron ser estadísticamente significativas aplicando el test de Chi cuadrado ( $p=0,058$ ).

*Por las características de la superficie de la placa*

Se analizaron los 48 casos en que se encontró placa ateromatosa, determinando en ella la presencia de ulceración de su superficie. Comparando los hallazgos anatomopatológicos con los resultados de la arteriografía, obtuvimos los valores que se presentan en la tabla 4.

En base a estos valores, la **sensibilidad** para determinar la presencia de ulceración de la superficie de la placa fue de 55%, con un **porcentaje de aciertos** (exactitud) de 58%.

Seleccionando sólo las arteriografías de buena calidad, los valores encontrados se muestran en la tabla 5 y el porcentaje de aciertos asciende a 67%, mientras que seleccionando las de mala calidad fue de 50%. Pero las diferencias encon-

tradas no resultaron ser estadísticamente significativas para el test de Chi cuadrado.

**Discusión**

Aunque la arteriografía ha sido clásicamente el método estándar para la evaluación del sector cerebrovascular, como método invasivo que es, tiene riesgos que limitan su uso (7).

A su vez, existe una tendencia creciente a sustituir a la arteriografía carotídea por los nuevos métodos de exploración vascular no invasivos (Dúplex y Eco-Doppler Color), inclusive en aquellos casos que serán sometidos a cirugía (7-17).

Por lo tanto, sea que se opte por un uso sistemático o bien selectivo de la angiografía carotídea, su verdadero valor estará supeditado a obtener estudios de excelente calidad que exploren todos los sectores necesarios y que brinden la mayor exactitud posible en la información con un mínimo de complicaciones.

Si analizamos nuestros resultados, lo primero que llama la atención es la gran cantidad de es-

**Tabla 5.** Exactitud de las arteriografías según su calidad, para la determinación de las características de la superficie de la placa

	Arteriografía		
	Buena calidad	Mala calidad	
Aciertos	16	12	28
Errores	8	12	20
	24	24	48

tudios de mala calidad (50%). Esto implica que gran cantidad de pacientes fueron sometidos a un procedimiento invasivo, con alta incidencia de complicaciones en nuestra serie (20%), que en realidad no aportó la información adecuada por ser incompleto o técnicamente defectuoso.

Esto se tradujo, como luego analizaremos, en una baja exactitud y sensibilidad de los estudios para la determinación del grado de estenosis y la presencia o no de ulceración. A su vez, en uno de los estudios de mala calidad no se pudo detectar un bucle y, por otra parte, en 8% de los casos no se pudo estudiar

adecuadamente la circulación intracraneana por problemas técnicos. Esto privó, en un considerable porcentaje de los casos, de uno de los beneficios que esgrimen los defensores de la arteriografía sistemática, que es la valoración de la circulación intracraneana (7).

A su vez, en cuanto a las complicaciones detectamos globalmente 20% 30% correspondieron a hematomas (incidencia 6%) y 50% fueron de naturaleza neurológica, de las cuales 40% fueron irreversibles. O sea que existió una incidencia de 10% de complicaciones neurológicas en general y 4% de complicaciones neurológicas irreversibles, pero destacando que, por lo que previamente explicamos, no se analizaron complicaciones graves o mortales.

No hemos encontrado series nacionales que estudien las complicaciones pero analizando la literatura internacional (6,18-26) la incidencia de éstas es menor, en general, a la observada por nosotros. Es así que se presentan entre 0,2% y 2% de accidentes por la punción o el cateterismo (incluyendo hematomas) (19). Las complicaciones neurológicas varían entre 0,6% a 3,6%, incluyendo graves y mortales (21), llegando a 12,5% en pacientes de alto riesgo (22) en series más o menos recientes, mientras que en series anteriores como la de McDowel de 1959, llegan a 20% (24).

Se acepta que el riesgo de complicaciones graves oscila entre 0,6% y 8,5% (6,21) con una mortalidad entre 0,02% y 0,7% (6,25).

En cuanto al tipo de procedimiento, en lo que se refiere al sitio de punción o cateterización, de-

bemos destacar que actualmente la mayoría de los autores recomienda la arteriografía carotídea por cateterismo (braquial o femoral) (3,25). Por un lado, esto se debe a los riesgos inherentes a la punción en sí sobre un eje arterial enfermo (25). En nuestra serie, en un caso que presentó un AIT posarteriografía por punción carotídea, se encontró en la operación una lesión ulcerada asentando en la placa ateromatosa que pudo corresponder al sitio de punción y haber originado el accidente. Por otro lado, la preferencia por los procedimientos por cateterismo femoral o braquial se debe a que de esta forma se puede realizar la valoración del arco aórtico y sus ramas así como del sector vertebral (7).

En nuestra serie, 66% de las arteriografías se realizó por punción carotídea, sea como único procedimiento o asociado al cateterismo. A su vez, 35% de los casos estudiados por cateterismo femoral debieron ser completados con punción carotídea.

Pasaremos a analizar ahora la información aportada en el sector carotídeo cervical.

Somos conscientes que este trabajo adolece de las fallas metodológicas propias de todo estudio retrospectivo. En tal sentido, destacamos que no se realizó una valoración ciega de los estudios arteriográficos, ni se aplicaron estrictos criterios de medición del grado de estenosis como ha sido propuesto (27,28). A su vez, si bien se tomó la pieza anátomo-patológica como método patrón para comparar los hallazgos, como recomiendan muchos autores (28,29), tuvimos las mismas dificultades que ellos en el procesamiento y análisis de las mismas. Particularmente esto es así en la cuantificación del grado de estenosis (30,31). Para minimizar estas dificultades, la categorización del grado de estenosis en rangos relativamente amplios permite reducir en parte los márgenes de error.

Actualmente se discute si la arteriografía constituye un patrón ideal para determinar el grado de estenosis o para detectar ulceraciones (29).

Según Goodson (32), la arteriografía presentó 91% de sensibilidad para detectar la presencia de enfermedad.

En cuanto a diagnosticar los distintos grados de estenosis, la exactitud varía entre 94% y 97% (31,33). Para detectar la presencia de ulceraciones, la sensibilidad es mucho menor, oscilando entre 53% y 78% (28,29,34,35). Según Comerota la sensibilidad varía entre 77% y 48% según se trate de estenosis menores o mayores de 50% respectivamente.

En nuestra serie, la sensibilidad para determinar la presencia de ulceraciones fue de 55%.

A su vez, la exactitud para determinar el grado de estenosis fue de solamente 72%. Se puede suponer que esta baja performance pueda deberse a la mala calidad de los estudios, ya que cuando se seleccionan los de buena calidad la exactitud aumenta a 67%. Si bien las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas para  $p=0,050$ , se encuentra en el límite de significación ( $p=0,058$ ).

## Conclusiones

Podemos concluir, entonces, que las arteriografías analizadas en nuestra serie fueron de mala calidad en la mitad de los casos, con alta incidencia de complicaciones y realizadas en las dos terceras partes de los casos por punción carotídea. La información aportada presentó valores de sensibilidad y exactitud inferiores a los de la literatura internacional, especialmente en la determinación del grado de estenosis.

Esto cuestiona la real utilidad e indicación de este tipo de estudios, bajo las condiciones analizadas, en nuestro medio.

## Agradecimientos

A todos los cirujanos que permitieron el análisis de sus casos y especialmente a los doctores J. Arias y C. Gastambide, de quienes proviene la mayor parte de ellos.

Al docente de Métodos cuantitativos de la Facultad de Medicina Javier Sánchez, que asesoró el análisis estadístico.

## Bibliografía

1. Moniz E. L'encephalographie arterielle: son importance dans la localization des tumeurs cerebrales. *Rev Neurol* 1927; 2: 72-90.
2. Thompson JE. Historia de la cirugía de la arteria carótida. *Clin Quir Nortem* 1986; 2: 237-42.
3. Deutsch LS. Anatomy and angiographic diagnosis of extracranial and intracranial vascular disease. In: Rutherford R, ed. *Vascular Surgery* 3a. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1989; 2: 1291-308.
4. Hasss W, Fields W, North R, Kricheff I, Chase N, Bauer N. Joint study of extracranial arterial occlusion. *Arteriography, techniques, sites and complications*. JAMA 1968; 203: 961.
5. Thiele B, Jones A, Hobson R, Bandyk D, Baker W, Sumner D, Rutherford R. Report from the Committee on standards for noninvasive vascular testing of the Joint Council of the society for vascular surgery and the North American Chapter of the International society for cardiovascular surgery. *J Vasc Surg* 1992; 15: 495-503.
6. Gelabert H, Moore W. Carotid endarterectomy: current status. *Curr Probl Surg* 1991; 3: 183-262.
7. Gelabert H, Moore W. Carotid endarterectomy without angiography. *Surg Clin North Am* 1990; 70: 213-23.
8. Blackshear W, Connor R. Carotid endarterectomy without angiography. *J Cardiovasc Surg* 1982; 23: 477-82.
9. Thomas G, Jones T, Stavney L y col. Carotid endarterectomy after doppler ultrasonographic examination without angiography. *Am J Surg* 1986; 151: 616-9.
10. Walsh B, Markowitz I, Kerstein M. Carotid endarterectomy for amaurosis fugax without angiography. *Am J Surg* 1986; 142: 172-4.
11. Moore W, Ziomek S, Quiñones W y col. Can clinical evaluation and noninvasive testing substitute for arteriography in the evaluation of carotid artery disease? *Arch Surg* 1988; 208: 91-4.
12. Marshall W, Kouchoukos N, Murphy S, Pelate CH. Carotid endarterectomy based on Duplex scanning without preoperative arteriography. *Circulation* 1988; 78(suppl. 1): 1.1-1.5.
13. Hill J, Carbonneau K, Baliga P y col. Examen no invasivo de la circulación extracraneal y cirugía sin arteriografía preoperatoria. *An Cir Vasc* 1990; 4: 34-48.
14. Wagner WH, Treiman RL, Cossman DV, Foran RF, Levin PM, Cohen JL. The diminishing role of diagnostic arteriography in carotid artery disease: Duplex scanning as definitive preoperative study. *Ann Vasc Surg* 1991; 5: 105-10.
15. Murie JA, Morris PJ. Carotid endarterectomy in Great Britain and Ireland: trends and current practice. *Br J Surg* 1991; 78: 397-400.
16. Humphrey P. Selecting patients for cerebral angiography before carotid endarterectomy. *BMJ* 1990; 301: 181.
17. Summer DS, Russell JB, Miles RD. Are noninvasive tests sufficiently accurate to identify patients in need of carotid arteriography? *Surgery* 1982; 91: 700-6.
18. Hankey GJ, Warlow CP, Molyneux AJ. Complications of cerebral angiography for patients with mild carotid territory ischemia being considered for carotid endarterectomy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990; 53: 542-8.
19. Hessel SJ, Adams DF, Abrans HL. Complication of angiography. *Radiology* 1989; 170: 65-8.
20. Kerber CW, Cromwell LD, Drayer BP, Bank WO. Cerebral ischaemia. I. Current angiographic techniques, complications and safety. *AJR* 1978; 130: 1097-103.
21. Earnest F, Forbest G, Sandok B, Piepgras D, Faust R, Liistrup D, Arndt L. Complication of cerebral angiography: prospective assessment of risk. *AJR* 1984; 142: 242.
22. Theodoton BC, Whaley R, Mahaley NS. Complication following transfemoral cerebral angiography for cerebral ischemia: Report of 159 angiogram and correlation with surgical risk. *Surg Neurol* 1987; 2: 90-2.
23. Dion JE, Gates PC, Fox AJ. Clinical events following neuroangiography: a prospective study. *Stroke* 1987; 18: 997-1004.
24. Faught G, Trader SD, Hanna GR. Cerebral complications of angiography for transient ischemia and stroke: prediction of risk. *Neurology* 1979; 29: 4-15.
25. Sheinberg P, Zunker E. Complication in direct percutaneous carotid arteriography. *Arch Neurol* 1963; 6: 676-84.
26. Huckman NS, Shenk GI, Neems RL, Tinor T. Transfemoral cerebral arteriography versus direct percutaneous carotid and brachial arteriography: a comparison of complication rates. *Radiology* 1979; 132: 93-7.
27. North American symptomatic carotid endarterectomy trial (NASCET) steering committee. Methods, patients characteristics and progress. *Stroke* 1991; 22: 711-20.
28. Ricotta JJ, Bryan FA, Bond G y col. Multicenter validation study of real time (B-mode) ultrasound arteriography and pathologic examination. *J Vasc Surg* 1987; 6: 512-20.
29. O'Donnell T, Erdoes L, Mackey W y col. Correlation of B-mode Ultrasound imaging and arteriography with pathologic findings at carotid endarterectomy. *Arch Surg* 1985; 120: 443-9.
30. Shenk EA, Bond MG, Aretz TH y col. Multicenter validation study of real time ultrasonography, arteriography and pathology: pathologic evaluation of carotid endarterectomy specimens. *Stroke* 1988; 15: 289-96.
31. Rubin JR, Bondi JA, Rhodes RS. Duplex scanning versus conventional arteriography for the evaluation of carotid artery plaque morphology. *Surgery* 1987; 102: 749-55.