

Factores de riesgo y consideraciones técnicas angiográficas para orientar la intervención carotídea

Matthew A. Corriere¹, Jeffery B. Dattilo^{1,2}, Michael C. Madigan¹, Raul J. Guzman^{1,2}, Thomas C. Naslund^{1,2} y Marc A. Passman³, Nashville, Tennessee, Estados Unidos

En la actualidad, la angioplastia e implantación de un *stent* en la arteria carótida, (SAC) usando dispositivos de protección embólica, se acepta como tratamiento alternativo en aquellos pacientes considerados en alto riesgo para la endarterectomía carotídea (EAC). El objetivo del presente estudio fue 1) determinar qué proporción de pacientes tratados con EAC se clasificarían en un grupo de "alto riesgo" con los criterios actuales, 2) caracterizar los hallazgos angiográficos preoperatorios en pacientes con estenosis carotídea, y 3) determinar las potenciales dificultades técnicas del SAC en estos pacientes. Se identificaron los pacientes consecutivos que se sometieron a EAC desde enero de 1999 a agosto de 2004, antes de la introducción de la SAC en nuestro hospital. Se revisaron la demografía, indicaciones, complicaciones perioperatorias y muertes. Se aplicaron las guías publicadas de definición de alto riesgo para EAC, y se examinaron las angiografías preoperatorias en busca de limitaciones técnicas del SAC. Durante el período de estudio, se practicaron 279 EAC en 259 pacientes para patología oclusiva asintomática de la carótida (57%), episodios isquémicos transitorios (35%) o accidente vascular cerebral (8%). De éstos, un 35,5% (n = 99) habría cumplido uno o más de los criterios de alto riesgo. Los riesgos globales de accidente vascular cerebral, infarto de miocardio y mortalidad perioperatorios fueron del 1,1%, 2,2% y 0,4% (n = 279), respectivamente, con una tasa de complicaciones mayores combinadas del 3,3%. No se observaron diferencias en las tasas de complicaciones mayores entre pacientes en riesgo estándar y elevado. En el 83,5% de las EAC estuvieron disponibles angiografías previas a su indicación (n = 233). La distribución de las configuraciones del arco aórtico incluyó los tipos I (3,5%), IIa (39,5%), IIb (54,5%), y III (1,3%) (fig. 1). Se observaron anomalías del arco aórtico en el 15,5% (n = 35) de las angiografías. En un 77,7% (n = 181) uno o más de los hallazgos angiográficos habrían aumentado las dificultades técnicas del SAC, pero sólo el 17,6% presentaba contraindicaciones angiográficas relativas del procedimiento. Según los criterios aceptados en la actualidad, una proporción significativa de pacientes con estenosis carotídea tratados previamente con EAC se clasificaría en el grupo en riesgo elevado y se consideraría candidato potencial a la SAC. Partiendo de las imágenes de la angiografía preoperatoria, es habitual la presencia de diversos factores que sugieren el grado de complejidad técnica y que pueden limitar la práctica del SAC.

DOI of original article: 10.1016/j.avsg.2007.07.033.

¹Division of Vascular Surgery, Department of Surgery, Vanderbilt University Medical Center, Nashville, TN, EE. UU.

²Veterans Affairs Tennessee Valley Healthcare System, Nashville, TN, EE. UU.

³University of Alabama, Birmingham, Alabama, EE. UU.

Correspondencia: Jeffery B. Dattilo, MD, Division of Vascular Surgery, Vanderbilt University Medical Center, D-5237 Medical Center North, Nashville, TN 37232-2735, EE. UU. Correo electrónico: jeffery.dattilo@vanderbilt.edu

Ann Vasc Surg 2008; 22: 52-57

DOI: 10.1016/j.avsp.2008.04.010

© Annals of Vascular Surgery Inc.

Publicado en la red: 18 de diciembre de 2007

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que la endarterectomía carotídea (EAC) reduce el riesgo de accidente vascular cerebral en pacientes con estenosis carotídea tanto sintomática como asintomática y, en la actualidad, se considera el tratamiento de elección¹⁻⁴. Diversos estudios que han comparado la implantación de un *stent* de la arteria carótida (SAC) con la EAC han demostrado una similitud de los perfiles de eficacia a corto plazo y de riesgo⁵⁻⁸. Esto ha dado lugar a un interés cada vez mayor por el SAC⁹, a pesar de que los datos existentes son heterogéneos desde un punto de vista de los criterios de selección de pacientes, empleo de protección cerebral e implantación de un *stent*.

Los estudios aleatorizados disponibles sobre comparación de EAC y SAC se caracterizan por criterios de inclusión limitados de los pacientes, basados en los síntomas¹⁰⁻¹² o estimación del riesgo⁸. Algunos de estos ensayos han sido patrocinados por la industria farmacéutica^{6,8} y la diversidad de *stents* y dispositivos de protección embólica utilizados dificultan las comparaciones directas. Aunque los hallazgos angiográficos, tales como los factores anatómicos del arco aórtico, presencia de patología oclusiva y/o aneurismática intracraneal y características de la placa, producen un impacto potencial en la viabilidad técnica del SAC y se han usado como criterios de exclusión en los ensayos aleatorizados publicados previamente^{5,8}, los referidos a partir de los estudios efectuados sobre dicho procedimiento son limitados por lo que se refiere a ciertos detalles. La población en conjunto de pacientes con estenosis carotídea que requiere una intervención sigue estando mal definida desde un punto de vista de los factores de riesgo y datos anatómicos. El objetivo del presente estudio consistió en 1) determinar qué pacientes se habrían caracterizado en el grupo de riesgo elevado según los criterios aceptados en la actualidad y examinar sus resultados en comparación con pacientes en riesgo estándar, 2) caracterizar los hallazgos angiográficos preoperatorios en pacientes con estenosis carotídea y 3) determinar la frecuencia de dificultades técnicas potenciales del SAC.

MÉTODOS

Revisamos retrospectivamente las historias clínicas electrónicas y las angiografías cerebrales de todos los pacientes que se sometieron a EAC en el Veterans Affairs Hospital (Nashville, TN) desde enero de 1999 hasta agosto de 2004. Este período

de estudio precede inmediatamente a la introducción de la SAC en nuestro hospital. Antes de iniciar las revisiones de las historias clínicas y de los resultados de las técnicas de imagen se obtuvo la aprobación del comité de revisión institucional.

Se revisaron las historias clínicas de todos los pacientes sometidos a EAC durante el período de estudio en busca de información demográfica, enfermedades comórbidas, factores de riesgo para EAC, estado de la supervivencia y complicaciones en los 30 primeros días después del procedimiento. La determinación del estado de alto riesgo para la EAC se basó en los criterios publicados previamente⁶⁻⁹ e incluyó neumopatía grave, cardiopatía grave (insuficiencia cardíaca congestiva de clase III o IV de la New York Heart Association o angina inestable), edad > 80 años, oclusión total de la arteria carótida interna contralateral (ACI), estenosis carotídea recurrente, antecedentes de irradiación del cuello o disección radical homolateral y lesión previa conocida del nervio laríngeo recurrente contralateral. Las complicaciones perioperatorias mayores se definieron como accidente vascular cerebral, infarto de miocardio (IM) o muerte.

Se revisaron todas las angiografías cerebrales preoperatorias disponibles en pacientes sometidos a EAC en busca del porcentaje de estenosis homo y contralateral de la ACI, estenosis homolateral de la arteria carótida común (ACC), anatomía del arco aórtico, patología oclusiva o aneurismática intracraneal, oclusión de la arteria carótida externa (ACE) homolateral, tortuosidad de la ACC o ACI y longitud de la lesión estenótica. El grado de estenosis carotídea se determinó utilizando los criterios del North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial¹³ (NSACET). La anatomía del arco aórtico se clasificó según el segmento de origen del vaso a tratar como se ha descrito previamente¹⁴: se trazó una línea horizontal a través de la cara más superior de la curva interna del arco aórtico en una visión en posición oblicua anterior izquierda; se trazó una línea vertical que dividía el arco aórtico en una mitad izquierda y otra derecha. El segmento I se definió como el cuadrante a la izquierda del paciente y por encima de la línea horizontal, el segmento II como el segmento a la derecha del paciente y por encima de la línea horizontal, y el segmento III como el segmento a la derecha del paciente y por debajo de la línea horizontal. El segmento II se subdividió adicionalmente por una línea diagonal en IIa (superior) y IIb (inferior). La tortuosidad se definió como una angulación de la ACI > 70°. Los datos angiográficos se obtuvieron independientemente

de los datos demográficos y de los resultados para evitar un posible sesgo de interpretación.

Las EAC se efectuaron con anestesia general e incluyeron sistemáticamente una angioplastia con parche. Los pacientes se supervisaron en el período postoperatorio inmediato en la unidad de cuidados intensivos quirúrgicos. En pacientes que manifestaron signos clínicos de IM, incluido dolor torácico, hipotensión, arritmias, cambios del segmento ST, disnea o insuficiencia respiratoria, se procedió a una evaluación selectiva de IM agudo con electrocardiogramas seriados y determinación de los valores de troponina I cardíaca. El IM se definió como un aumento de los niveles de troponina sobre los valores basales ($> 1,5$ ng/ml) y/o pruebas de nueva anomalía del movimiento de la pared ventricular en la ecocardiografía postoperatoria. El examen neurológico postoperatorio se efectuó a diario antes del alta hospitalaria, practicándose exámenes sistemáticos ulteriores a 1 mes, 6 meses y, acto seguido, cada año. El accidente vascular cerebral se definió como un déficit neurológico iniciado en el postoperatorio que persistió durante más de 24 h y/o pruebas de nuevo accidente vascular cerebral en la técnica de imagen cerebral transversal.

Se excluyeron del estudio los pacientes perdidos para el seguimiento antes del término del período perioperatorio de 30 días. En el mismo paciente, múltiples EAC se trataron como acontecimientos individuales y las ramas aórticas se clasificaron partiendo del vaso tratado para cada EAC. Los datos sumarios se presentan como medias \pm desviación estándar. Los datos numéricos continuos se compararon utilizando la prueba t de Student, mientras que los nominales se analizaron usando la prueba de la χ^2 o la prueba exacta de Fisher. Todos los análisis estadísticos se efectuaron usando el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, Chicago, IL).

RESULTADOS

Se efectuaron 279 EAC en 259 pacientes que constituyen la población del estudio. La edad media fue de $68,3 \pm 9,2$ años (límites 46-86) y el 99,3% de pacientes eran hombres. De las 279 EAC practicadas, 99 (35%) eran de alto riesgo según lo definido por los criterios aceptados en la actualidad. Las edades medias de pacientes en riesgo estándar y elevado fueron de $65,5 \pm 8,6$ y $70,6 \pm 9,4$ años, respectivamente ($p < 0,001$, prueba t de Student). En el 57% de pacientes ($n =$

159) la estenosis carotídea asintomática fue la indicación para la EAC. De los pacientes sintomáticos restantes ($n = 120$), el 34,8% experimentaba síntomas isquémicos transitorios y un 8,2% un accidente vascular cerebral permanente como indicaciones respectivas del procedimiento. Cuatro intervenciones (1,4%) se efectuaron para una estenosis carotídea recurrente. De las 99 efectuadas en pacientes en riesgo elevado, en 20 (7,2%) se detectaron múltiples criterios de riesgo elevado (tabla I). Los factores de riesgo observados con más frecuencia fueron neumopatía grave (12,9%), cardiopatía (11,1%), oclusión de la ACI contralateral (8,6%) y edad > 80 años (7,9%).

Se observó una complicación mayor (definida como accidente vascular cerebral, infarto de miocardio o muerte) en el 3,3% ($n = 9$) de EAC en el período perioperatorio (tabla II). La incidencia global de accidente vascular cerebral perioperatorio fue del 1,1% ($n = 3$), y las tasas fueron del 1,1% en pacientes en riesgo estándar y del 1,0% en los de riesgo elevado, respectivamente ($p = 0,712$, prueba exacta de Fisher). La incidencia de IM perioperatorio fue del 2,2% en conjunto ($n = 6$), del 2,2% en pacientes en riesgo estándar y del 2,0% en los de riesgo elevado ($p = 0,638$, prueba exacta de Fisher). Se produjo una sola muerte perioperatoria en un paciente en riesgo estándar que también presentó un IM perioperatorio. El riesgo global de cualquier complicación mayor fue similar para el grupo en riesgo estándar (3,3%, $n = 6$) y en riesgo elevado (3,0%, $n = 3$) ($p = 0,891$, χ^2). En los 22 pacientes > 80 años de edad no se produjeron complicaciones mayores. El riesgo global de cualquier complicación fue del 17,6% ($n = 49$). Otras complicaciones observadas pero no incluidas en el criterio de valoración global de complicaciones mayores incluyeron lesión transitoria de pares craneales (7,5%, $n = 21$), hematoma de la herida (3,6%, $n = 10$), arritmia (1,4%, $n = 4$), infección de la herida (0,7%, $n = 2$), convulsiones (0,4%, $n = 1$), insuficiencia cardíaca congestiva (0,4%, $n = 1$), insuficiencia respiratoria (0,4%, $n = 1$) y lesión permanente de los pares craneales (0,4%, $n = 1$). En el período perioperatorio dos pacientes requirieron una nueva intervención, ambos casos por hemorragia.

Para revisión estuvieron disponibles 273 EAC (83,5%) angiografías preoperatorias. La distribución según la configuración del arco aórtico incluyó los tipos I (3,5%), IIa (39,5%), IIb (54,5%), y III (1,3%). Se observó anatomía aberrante del arco aórtico en 35 pacientes (15,5%).

tabla I. Criterios de alto riesgo entre pacientes sometidos a endarterectomía carotídea (EAC) (n = 279)

Factor de riesgo	N.º (%)
Neumopatía	36 (12,9%)
Cardiopatía	31 (11,1%)
Oclusión de ACI contralateral	24 (8,6%)
Edad > 80 años	22 (7,9%)
Estenosis recurrente	4 (1,4%)
Irradiación o disección del cuello	2 (0,7%)
Lesión del nervio laríngeo recurrente contralateral	2 (0,7%)
Cualquier factor de riesgo	99 (35,5%)
Múltiples factores de riesgo	20 (7,2%)

ACI: arteria carótida interna.

tabla II. Complicaciones mayores tras endarterectomía carotídea (EAC) por estado del riesgo (n = 279)

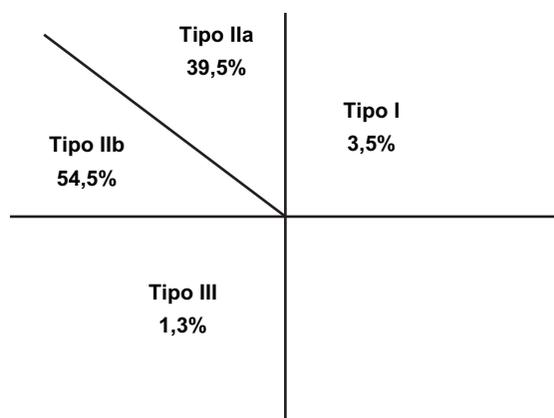
Complicación	Riesgo estándar (n = 180)	Riesgo elevado (n = 99)	Valor de p
Infarto de miocardio	4 (2,2%)	2 (2,0%)	0,638 ^a
Accidente vascular cerebral	2 (1,1%)	1 (1,0)	0,712 ^a
Muerte	1 (0,6%)	0	—
Cualquier complicación mayor	6 ^c (3,3%)	3 (3,0%)	0,891 ^b

^aPrueba exacta de Fisher.^bPrueba de la χ^2 .^cLa única muerte perioperatoria correspondió a un paciente que también experimentó infarto de miocardio perioperatorio.

De los pacientes con angiografías disponibles, 171 (73,4%) presentaron, como mínimo, otro hallazgo angiográfico que potencialmente habría aumentado las dificultades técnicas del SAC aunque sólo en el 17,6% se observaron hallazgos considerados contraindicaciones relativas del procedimiento (tabla III).

DISCUSIÓN

Aunque diversos ensayos aleatorizados iniciales sobre comparación del SAC con la EAC se interrumpieron debido a las elevadas tasas de complicaciones periprocedimiento^{12,15}, la experiencia continuada y los desarrollos tecnológicos, como los dispositivos de protección cerebral, se siguieron de ensayos adicionales que demostraron resultados iniciales comparables entre ambas técnicas^{5-8,16,17}. Aunque, después de SAC,

**Fig. 1.** Distribución de la clasificación del arco aórtico. Adaptada de Schneider PA, Bohannon WT, Silva MB. Carotid interventions. Boca Raton, FL: Marcel Dekker; 2005¹⁴.**tabla III.** Limitaciones técnicas angiográficas entre pacientes sometidos a endarterectomía carotídea (EAC) (n = 233)

Limitación técnica	N.º (%)
Arco tipo IIb o III	130 (55,8%)
Estenosis intracraneal	54 (23,2%)
Preoclusión de ACI*	15 (6,4%)
Patología oclusiva de rama del arco*	12 (5,2%)
Estenosis ACI > 2 cm de longitud	12 (5,2%)
Tortuosidad distal de la ACI*	12 (5,2%)
Tortuosidad de rama del arco	9 (3,9%)
Oclusión de ACE homolateral	3 (1,3%)
Aneurisma intracraneal homolateral*	1 (0,4%)
Cualquier limitación técnica	171 (73,4%)
> una limitación técnica	59 (34,5%)

ACE: arteria carótida externa; ACI: arteria carótida interna.

*Prueba exacta de Fisher.

la incidencia descrita de accidente vascular cerebral mortal a los 3 años ha sido comparable con la documentada para EAC^{5,18}, siguen por determinarse los resultados a más largo plazo. En Estados Unidos la aprobación por parte de los Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS) del SAC, como tratamiento primario de la estenosis carotídea fuera del ámbito de los ensayos clínicos⁹, ha generado un mayor interés por este tratamiento a través de diversas especialidades y ha contribuido a su difusión. A pesar de que el análisis de los datos del estudio NSACET proporcionó siete características de los pacientes que aumentaban en más del doble el riesgo de accidente vascular cerebral o mortalidad perioperatoria después de la EAC¹, sólo uno de estos factores (la oclusión de la carótida

contralateral) se incluyó entre los criterios de riesgo elevado en el ensayo Stenting and Angioplasty With Protection in Patients at High Risk for Endarterectomy (SAPPHIRE), a partir del cual se han estandarizado los criterios de riesgo elevado más aceptados en la actualidad⁸. Pese a que la información anatómica obtenida de la angiografía desempeña un papel muy importante, tanto en la selección de pacientes como en la determinación de la viabilidad técnica del SAC, estos datos apenas se documentan y siguen estando mal definidos en pacientes con estenosis carotídea. Los objetivos primarios del presente estudio fueron la validación de nuestros criterios de alto riesgo, aceptados en la actualidad para la EAC, en nuestra propia población de pacientes y la caracterización adicional de la anatomía vascular cerebral en la población en conjunto de estenosis carotídea, prestando particular atención a los hallazgos angiográficos con un impacto potencial en la selección de pacientes y/o la viabilidad técnica del SAC.

El beneficio derivado de la EAC depende de la baja incidencia de complicaciones y muerte relacionadas con el procedimiento¹⁻³, pero se ha cuestionado, con razón, la aplicabilidad de estos datos en centros distintos de los participantes en los grandes ensayos aleatorizados, debido principalmente a los estrictos estándares de selección de los pacientes, centros y médicos^{19,20}. A pesar de que, en el presente estudio, el 35% de pacientes se habrían considerado de alto riesgo para la EAC, según los estándares aceptados en la actualidad, y cumpliendo algunos los criterios que habrían dado lugar a su exclusión de los ensayos aleatorizados previos sobre EAC (edad > 80¹⁻³, cardiopatía grave^{3,13} o EAC homolateral previo^{3,13}), no detectamos una diferencia en las complicaciones postoperatorias mayores en pacientes en riesgo elevado comparado con el estándar. Por esta razón, podría justificarse una consideración adicional la adecuación de los criterios de riesgo elevado aceptados en la actualidad para la EAC, tanto desde un punto de vista de la validez como de los criterios de selección para SAC, al igual que la precisión en la predicción de complicaciones mayores relacionadas con la endarterectomía carotídea.

Se ha propuesto la edad > 80 años como factor de riesgo preoperatorio para EAC en pacientes sintomáticos²¹. Esta limitación, además del presente estudio, ha sido incluida como criterio de elevado riesgo en un ensayo previo⁸. En el presente estudio, se observó una diferencia significativa de edad entre el grupo de pacientes en

riesgo estándar y elevado (65 comparado con 75 años, respectivamente), pero en las 22 EAC practicadas en pacientes > 80 años de edad no se produjeron complicaciones mayores. Un hallazgo similar se documentó el estudio NSACET, que no detectó una diferencia relacionada con la edad en las complicaciones perioperatorias tras EAC en un grupo de más de 1.000 pacientes¹. Sin embargo, se ha observado una correlación entre la edad avanzada y las complicaciones relacionadas con el SAC^{15,18,22-24}, lo que sugiere que sería más apropiado considerar la edad avanzada como un factor de riesgo para esta intervención, siendo la EAC el tratamiento de elección en individuos de edad avanzada.

Los hallazgos del presente estudio son similares a los documentados en la investigación de Mozes et al²⁵ que demostraron tasas similares de accidente vascular cerebral y mortalidad entre pacientes clasificados en un grupo de riesgo elevado y bajo partiendo de los criterios del ensayo SAPPHIRE. Sin embargo, en comparación con nuestros propios hallazgos, estos investigadores observaron una mayor incidencia de IM sin onda Q en pacientes en alto riesgo (3,1% comparado con 0,9%). En pacientes sometidos a cirugía vascular se ha encontrado que el aumento postoperatorio precoz de los valores de troponina I cardíaca es predictivo tanto de IM como de mortalidad a corto plazo²⁶, y se ha demostrado una mayor incidencia de aumento de los valores con EAC en comparación con SAC²⁷. Un factor que limita el presente estudio fue la falta de control postoperatorio sistemático de las isoenzimas en todos los pacientes, lo que podría haber reducido la detección de acontecimientos cardíacos postoperatorios, en particular IM sin onda Q, que no dan lugar a otras secuelas iniciales clínicamente evidentes.

En el presente estudio un segundo factor que potencialmente produjo un impacto en la detección de complicaciones postoperatorias fue la ausencia de evaluación pre y postoperatoria de los pacientes por parte de un neurólogo independiente. En diversos ensayos prospectivos que han examinado intervenciones de la carótida se ha incluido una evaluación sistemática de los pacientes por parte de un neurólogo y/o un sistema de puntuación estandarizado para accidente vascular cerebral (como la escala de los National Institutes of Health)^{2,4,5,8,28,29}. Aunque no es posible implementarlos en un estudio retrospectivo, en teoría, estos parámetros habrían contribuido a reducir el sesgo y a mejorar tanto la sensibilidad como la estandarización en la

detección y documentación de acontecimientos neurológicos perioperatorios.

Las angiografías cerebrales revisadas en el presente estudio detectaron hallazgos que potencialmente limitarían el resultado técnico del SAC en el 73,4% de pacientes, mientras que se observaron hallazgos angiográficos considerados en general como contraindicaciones relativas de este procedimiento en el 17,6%. La frecuencia observada de factores anatómicos adversos coincide con lo descrito en publicaciones previas³⁰ pero discrepa de las elevadas tasas documentadas de viabilidad técnica del SAC^{18,22-24,31,32}, lo que sugiere que algunos de los factores documentados no serían un obstáculo clínicamente apropiado para la eficacia de la SAC.

Nuestro interés en describir los hallazgos de las arteriografías carótideas en esta población de pacientes estuvo en parte estimulado por la escasez de datos anatómicos publicados previamente, y, por esta razón, la lista de limitaciones técnicas es a propósito de naturaleza global. La técnica que en la actualidad utilizamos para la SAC incluye el "aparcamiento" de un cable guía en la ACE en el momento del avance del dispositivo de protección cerebral a través de la lesión carótidea con el objetivo de reducir a un mínimo el traumatismo de la placa; por lo tanto, consideramos la oclusión de esta arteria como una limitación técnica. Sin embargo, este hallazgo no representaría un problema significativo para los investigadores que utilizan métodos alternativos. La calcificación aguda de la carótida se ha clasificado como un hallazgo angiográfico adverso cuando se considera la SAC^{30,33} pero no la incluimos entre las limitaciones técnicas debido a las dificultades para clasificar objetivamente su gravedad. En nuestro hospital, donde está en marcha un programa activo de SAC desde el punto final del período de investigación del presente estudio, se planifica una investigación prospectiva adicional para determinar qué factores anatómicos producen un impacto real en el resultado técnico y/o las tasas de complicaciones de este procedimiento.

La población del estudio con un predominio de hombres es representativa de la distribución global de sexos en el hospital del estudio, un centro médico de los Veterans Affairs, y puede dificultar la generalización de los hallazgos a otras poblaciones de pacientes más heterogéneas, fuera del sistema de los Veterans Affairs. La aplicación difundida de la arteriografía preoperatoria en el presente estudio es un factor adicional específico del hospital de los autores propiciado por la variabilidad percibida de los resultados del

eco-Doppler a partir del laboratorio vascular de nuestro hospital, no acreditado de forma independiente. Aunque estas arteriografías proporcionaron excelente información anatómica, los métodos menos cruentos de diagnóstico por imagen preoperatoria (como eco-Doppler y/o angiografía por tomografía computarizada) entrañan menor riesgo y, con frecuencia, son de elección si están disponibles y son de la calidad suficiente.

En conclusión, el SAC es un procedimiento prometedor como alternativa menos cruenta a la EAC, ya que evita el riesgo de lesión de los pares craneales y puede efectuarse con sedación mínima o sin ella, pero todavía se están determinando los resultados a largo plazo y los criterios apropiados de elección de SAC para cada paciente.

Los criterios de alto riesgo para la EAC aceptados en la actualidad podrían no reflejar con precisión los resultados de todos los centros, y se requiere precaución en la aplicación de estos parámetros para indicar una intervención fuera del ámbito de los ensayos clínicos. Partiendo de la angiografía preoperatoria, es necesario considerar algunos factores que determina el grado de complejidad técnica y que pueden limitar la capacidad para efectuar el SAC. Está justificada una investigación retrospectiva para caracterizar con más detenimiento el impacto de estas limitaciones técnicas en la eficacia de la intervención.

BIBLIOGRAFÍA

1. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 1991;325:445-453.
2. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 1995;273(18):1421-1428.
3. Mayberg MR, Wilson SE, Yatsu F, et al. Carotid endarterectomy and prevention of cerebral ischemia in symptomatic carotid stenosis. Veterans Affairs Cooperative Studies Program 309 Trialist Group. *JAMA* 1991;266:3289-3294.
4. Barnett HJ, Taylor DW, Eliasziw M, et al. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N Engl J Med* 1998;339:1415-1425.
5. Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS): a randomised trial. *Lancet* 2001;357:1729-1737.
6. Carotid Revascularization Using Endarterectomy or Stenting Systems (CaRESS) phase I clinical trial: 1-year results. *J Vasc Surg* 2005;42:213-219.
7. Bush RL, Kougiias P, Guerrero MA, et al. A comparison of carotid artery stenting with neuroprotection versus carotid endarterectomy under local anesthesia. *Am J Surg* 2005;190:696-700.

8. Yadav JS, Wholey MH, Kuntz RE, et al. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Engl J Med* 2004;351:1493-1501.
9. Centers for Medicare and Medicaid Services. Decision memo for carotid artery stenting (CAG-00085R), 2005.
10. Brooks WH, McClure RR, Jones MR, et al. Carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy for treatment of asymptomatic carotid stenosis: a randomized trial in a community hospital. *Neurosurgery* 2004;54:318-325.
11. Brooks WH, McClure RR, Jones MR, et al. Carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy: randomized trial in a community hospital. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:1589-1595.
12. Alberts MJ. Results of a multicenter prospective randomized trial of carotid artery stenting vs. carotid endarterectomy. Abstracts of the International Stroke Conference 2001; 32(1). 325-d.
13. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. Methods, patient characteristics, and progress. *Stroke* 1991;22:711-720.
14. Schneider PA, Bohannon WT, Silva MB. *Carotid Interventions*. Boca Raton, FL: Marcel Dekker, 2005.
15. Naylor AR, Bolia A, Abbott RJ, et al. Randomized study of carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy: a stopped trial. *J Vasc Surg* 1998;28:326-334.
16. Qureshi AI, Kirmani JF, Divani AA, Hobson RW, 2nd. Carotid angioplasty with or without stent placement versus carotid endarterectomy for treatment of carotid stenosis: a meta-analysis. *Neurosurgery* 2005;56:1171-1181.
17. Coward LJ, Featherstone RL, Brown MM. Safety and efficacy of endovascular treatment of carotid artery stenosis compared with carotid endarterectomy: a Cochrane systematic review of the randomized evidence. *Stroke* 2005;36:905-911.
18. Roubin GS, New G, Iyer SS, et al. Immediate and late clinical outcomes of carotid artery stenting in patients with symptomatic and asymptomatic carotid artery stenosis: a 5-year prospective analysis. *Circulation* 2001;103:532-537.
19. Stukenborg GJ. Comparison of carotid endarterectomy outcomes from randomized controlled trials and Medicare administrative databases. *Arch Neurol* 1997;54:826-832.
20. Wennberg DE, Lucas FL, Birkmeyer JD, et al. Variation in carotid endarterectomy mortality in the Medicare population: trial hospitals, volume, and patient characteristics. *JAMA* 1998;279:1278-1281.
21. Goldstein LB, McCrory DC, Landsman PB, et al. Multicenter review of preoperative risk factors for carotid endarterectomy in patients with ipsilateral symptoms. *Stroke* 1994;25:1116-1121.
22. Hobson RW, 2nd, Howard VJ, Roubin GS, et al. Carotid artery stenting is associated with increased complications in octogenarians: 30-day stroke and death rates in the CREST lead-in phase. *J Vasc Surg* 2004;40:1106-1111.
23. Kastrup A, Groschel K, Schulz JB, et al. Clinical predictors of transient ischemic attack, stroke, or death within 30 days of carotid angioplasty and stenting. *Stroke* 2005;36:787-791.
24. Kastrup A, Schulz JB, Raygrotzki S, et al. Comparison of angioplasty and stenting with cerebral protection versus endarterectomy for treatment of internal carotid artery stenosis in elderly patients. *J Vasc Surg* 2004;40:945-951.
25. Mozes G, Sullivan TM, Torres-Russotto DR, et al. Carotid endarterectomy in SAPHIRE-eligible high-risk patients: implications for selecting patients for carotid angioplasty and stenting. *J Vasc Surg* 2004;39:958-966.
26. Kim LJ, Martinez EA, Faraday N, et al. Cardiac troponin I predicts short-term mortality in vascular surgery patients. *Circulation* 2002;106:2366-2371.
27. Motamed C, Motamed-Kazerounian G, Merle JC, et al. Cardiac troponin I assessment and late cardiac complications after carotid stenting or endarterectomy. *J Vasc Surg* 2005;41:769-774.
28. Endarterectomy vs. Angioplasty in Patients with Symptomatic Severe Carotid Stenosis (EVA-3S). *Trial Cerebrovasc Dis* 2004;18:62-65.
29. Hobson RW, 2nd. CREST (Carotid Revascularization Endarterectomy versus Stent Trial): background, design, and current status. *Semin Vasc Surg* 2000;13:139-143.
30. Lin SC, Trocciola SM, Rhee J, et al. Analysis of anatomic factors and age in patients undergoing carotid angioplasty and stenting. *Ann Vasc Surg* 2005;19:798-804.
31. Lin PH, Bush RL, Lubbe DF, et al. Carotid artery stenting with routine cerebral protection in high-risk patients. *Am J Surg* 2004;188:644-652.
32. Dietz A, Berkefeld J, Theron JG, et al. Endovascular treatment of symptomatic carotid stenosis using stent placement: long-term follow-up of patients with a balanced surgical risk/benefit ratio. *Stroke* 2001;32:1855-1859.
33. Hobson RW, 2nd. Carotid artery stenting. *Surg Clin North Am* 2004;84:1281-1294. vi.