

Resultados de la endarterectomía carotídea con angioplastia con parche de pericardio: tasa de reestenosis y factores predictivos

George L. Hines¹, Martin Feuerman¹, Donna Cappello² y Victor Cruz², Mineola and Stony Brook, Nueva York, Estados Unidos

La angioplastia sistemática con parche tras la endarterectomía carotídea (EAC) parece reducir la incidencia de estenosis recurrente. Se han publicado los resultados obtenidos con parches de vena autóloga, Dacron y PTFE. Recientemente, se ha introducido el pericardio bovino como material protésico. En este estudio han sido evaluados 61 de 73 pacientes consecutivos en los que se realizó una EAC aislada con angioplastia mediante parche pericárdico, con objeto de determinar la incidencia de reestenosis y las variables asociadas a la misma. En todos los pacientes se llevó a cabo una evaluación mediante eco-Doppler intraoperatorio y ninguno de los pacientes presentó estenosis residual o defectos anatómicos al final de la intervención. Todos los procedimientos fueron realizados bajo anestesia general y protección cerebral con derivación de Javid. La edad media de los pacientes fue de $72,8 \pm 7,8$ años; el 41% eran mujeres, y el 62% permanecía asintomático. Se detectó hipertensión arterial en el 72% de los pacientes; elevación del colesterol en el 80%, y antecedentes de coronariopatía en el 44%. Se consideró significativa una estenosis recurrente $> 50\%$. El estudio se efectuó sobre 61 (de los 73 pacientes de la muestra completa) pacientes en los que fue posible obtener datos del seguimiento con eco-Doppler. No se produjeron complicaciones neurológicas perioperatorias ni fallecimientos; tampoco fue necesaria en ningún caso la reintervención por hemorragia. El seguimiento mediante eco-Doppler en los 61 pacientes tuvo una duración media de $13,1 \pm 5,1$ meses. En conjunto, 36 pacientes presentaron una estenosis del 1-15%; 15 pacientes, del 16-49%, y 10, del 50-79%. En el grupo de estenosis del 50-79%, la velocidad sistólica media fue de 154 ± 25 cm/s, y la velocidad telediastólica (VTD) media, de 36 ± 16 cm/s. La VTD máxima en el grupo de estenosis del 50-79% fue de 56 cm/s. Ninguno de los pacientes llegó a presentar una estenosis en el rango del 80-99%. En las fases tardías del seguimiento no hubo complicaciones neurológicas ni fueron necesarias las reintervenciones. La supervivencia sin reestenosis al cabo de 1 año fue del 95,6%, según el método de Kaplan-Meier. Los factores predictivos univariados significativos de la aparición de una estenosis recurrente $> 50\%$ fueron la edad menor (68 frente a 74 años; $p = 0,04$) y la existencia de una enfermedad sintomática antes de la intervención quirúrgica (35% frente a 5%; $p = 0,004$). En el análisis de regresión logística múltiple escalonado se observó que el factor predictivo más importante para la reestenosis fue la presencia de síntomas preoperatorios ($p = 0,008$). En el análisis de regresión de Cox escalonado también se demostró que el estado sintomático durante el preoperatorio fue el único factor significativo para la aparición de reestenosis ($p = 0,019$), con un riesgo relativo de 6,65 y un intervalo de confianza del 95% de 1,36-32,4. En conclusión, la angioplastia mediante parche pericárdico se asocia a una tasa mínima de complicaciones precoces. La reestenosis tras la angioplastia mediante parche pericárdico no es infrecuente, pero en nuestro estudio no se observaron casos de recidiva con estenosis reestenosis de alto grado. La existencia de síntomas preoperatorios y la edad menor fueron los factores predictivos más significativos de dicha complicación reestenosis.

¹Winthrop University Hospital, Mineola, Nueva York, EE.UU.

²State University of New York at Stony Brook, Stony Brook, Nueva York, EE.UU.

Correspondencia: George L. Hines, MD, Winthrop University Hospital, 259 First Street, Mineola, Nueva York 11501, EE.UU.
Correo electrónico: mepstein@winthrop.org

Ann Vasc Surg. 2007;21:767-71

DOI: 10.1016/j.avsg.2007.07.005

© Annals of Vascular Surgery Inc.

Publicado en la red: 15 de octubre de 2007

INTRODUCCIÓN

El efecto beneficioso a largo plazo de la endarterectomía carotídea se debe, al menos parcialmente, a la prevención de la aparición de reestenosis. Uno de los problemas principales de la angioplastia carotídea percutánea y del uso de endoprótesis es la posibilidad de que se produzca una reestenosis. La aplicación de un parche tras la endarterectomía

carotídea permite minimizar el riesgo de reestenosis a largo plazo¹⁻³.

El primer material utilizado como parche fue la vena safena. Sin embargo, dada la necesidad de un segundo abordaje y del sacrificio de una vena, se introdujeron diversos materiales protésicos como alternativa a la vena safena interna, como, por ejemplo, la vena yugular externa, Dacron⁴, politetrafluoroetileno⁵ (PTFE) y pericardio bovino⁶.

Todos estos materiales han sido estudiados con detalle para determinar los riesgos de aparición de complicaciones neurológicas perioperatorias y de reestenosis a largo plazo. Sin embargo, hay mucha menos información respecto al riesgo de reestenosis asociado a los parches pericárdicos⁶.

En todos los pacientes intervenidos en nuestro centro mediante endarterectomía carotídea se realiza una evaluación mediante eco-Doppler intraoperatorio para descartar la posibilidad de que existan defectos o signos de estenosis tras la reparación. En los pacientes en los que se detectan defectos residuales significativos se lleva a cabo una corrección inmediata. Todos los pacientes salen del quirófano con una hemodinámica normal y sin pruebas de defectos técnicos. Por tanto, consideramos que cualquier signo de reestenosis detectado durante el seguimiento postoperatorio mediante la eco-Doppler se debe a una hiperplasia de la íntima o a una recidiva de la aterosclerosis, y no a un defecto técnico residual.

MÉTODOS

Entre enero de 2004 y marzo de 2005 en fueron intervenidos en nuestro centro 75 pacientes consecutivos mediante endarterectomía carotídea con evaluación intraoperatoria mediante eco-Doppler. Todos los procedimientos quirúrgicos fueron realizados bajo anestesia endotraqueal general con monitorización sistemática de la presión arterial a través de una vía en la arteria radial. Los pacientes recibieron 100 unidades/kg de heparina antes del clampaje carotídeo y en todos los casos se utilizó una derivación de Javid. En todos los pacientes se determinó de forma sistemática la oximetría cerebral (oxímetro cerebral INVOS-4100; Somanetics, Troy, MI). Dichos valores se utilizaron para verificar el mantenimiento de la saturación cerebral de O₂ durante el procedimiento, y no para determinar la indicación de protección cerebral con derivación endoluminal. En todos los pacientes se llevó a cabo una endarterectomía carotídea estándar y en todos ellos se cerró la arteriotomía con un parche pericárdico (Vascu-Guard; Biovascular, St. Paul, MN), siguiendo el método de preparación descrito por el fabricante. Tras la colocación del mismo, todos los

pacientes fueron evaluados mediante eco-Doppler intraoperatorio con un equipo Sonosite 180 Plus (Sonosite, Bothell, WA), con objeto de descartar la existencia de estenosis residual.

Seguimiento

A todos los pacientes se les solicitó que acudieran a visitas de seguimiento a los 3, 6 y 12 meses del postoperatorio y después anualmente si no existían signos de reestenosis; durante estas visitas se realizó una evaluación con eco-Doppler. El grado de estenosis fue determinado mediante los criterios de la Universidad de Washington⁷. La estenosis fue clasificada en los rangos de 1-15%, 16-49%, 50-79%, 80-99% y oclusión total. Para el objetivo de este estudio, consideramos significativa la estenosis > 50% (velocidad sistólica [VS] > 125 cm/s).

Métodos estadísticos

Las variables continuas se expresaron en forma de media \pm desviación estándar. La mediana también fue utilizada para la presentación del tiempo de seguimiento. Las diferencias en las proporciones entre los grupos fueron valoradas mediante la prueba exacta de Fisher o la prueba χ^2 para las tendencias. Se utilizó una curva de Kaplan-Meier para expresar la supervivencia sin estenosis al cabo de 1 año. Las diferencias en la media (edad) entre los grupos fueron evaluadas mediante el análisis de la varianza o la prueba *t* para datos no apareados. Se utilizó el análisis de regresión logística lineal múltiple y de regresión de Cox escalonados para determinar los factores predictivos independientes de la reestenosis. Todos los cálculos se llevaron a cabo mediante el programa informático SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC) para Windows 2000. Los resultados fueron considerados estadísticamente significativos para valores $p < 0,05$.

RESULTADOS

De los 73 pacientes intervenidos, en 61 se realizó al menos una evaluación mediante eco-Doppler durante el postoperatorio. A pesar de que en algunos de ellos se llevó a cabo más de una evaluación postoperatoria, muchas se efectuaron en otros centros, de manera que no tuvimos acceso a todas las exploraciones de seguimiento. Nuestro estudio se realizó finalmente sobre los 61 pacientes (de los 73 pacientes originales) en los que existían datos postoperatorios. Treinta y seis pacientes eran hombres (59%). La edad media de todos los pacientes era de $72,8 \pm 7,8$ años (límites, 55-95). Presentaban hi-

Tabla I. Características demográficas de los pacientes

Variable	Número (%)	Riesgo de reestenosis* (<i>p</i>)
Sexo		
Masculino	36 (59,0)	ns
Femenino	25 (41,0)	ns
Hipercolesterolemia	49 (80,3)	ns
Hipertensión arterial	44 (72,1)	ns
Diabetes mellitus	15 (24,6)	ns
Coronariopatía	27 (44,3)	ns
Diálisis	1 (1,6)	ns

*Prueba de Fisher. ns: no significativo.

percolesterolemia 49 pacientes (80,3%); hipertensión arterial, 44 (72,1%); coronariopatía, 27 (44,3%), y diabetes mellitus, 15 (24,6%) (tabla I).

Treinta y ocho pacientes presentaban estenosis carotídea asintomática y 23 pacientes mostraban afectación sintomática en el hemisferio cerebral correspondiente. Diez de estos últimos pacientes tenían antecedentes de un accidente cerebrovascular (ACV), ocho de un ataque isquémico transitorio (AIT) y cinco de un episodio de amaurosis fugaz (tabla II).

En todos los pacientes se efectuó una exploración mediante eco-Doppler intraoperatorio al finalizar el procedimiento quirúrgico, antes del cierre del abordaje cervical. En todos los casos, las estenosis observadas estaban en el rango del 1-15%. No fue posible determinar las velocidades precisas. Durante los períodos perioperatorio y postoperatorio, ninguno de los pacientes sufrió complicaciones neurológicas, problemas locales en la herida quirúrgica, episodios de hemorragia o fallecimiento, y todos ellos recibieron el alta hacia su domicilio. Tampoco se observaron complicaciones neurológicas en las fases tardías del seguimiento.

Seguimiento mediante eco-Doppler

En 61 pacientes se efectuó un seguimiento mediante eco-Doppler entre los 6 meses y los 2 años

del postoperatorio. El seguimiento medio fue de $13,1 \pm 5,1$ meses, y el seguimiento mediano, de 12,7 meses.

Treinta y seis pacientes (59%) presentaron una estenosis del 1-15%; 15 (24,6%), del 16-49%, y 10 (16,4%), del 50-79%. Ninguno de ellos llegó a presentar una estenosis en el rango del 80-99% ni tampoco se registró ningún caso de oclusión total. A pesar de que todos los casos de reestenosis tuvieron lugar en la zona de la reparación y no parecían estar relacionados con una ateromatosis proximal o distal, los datos obtenidos en nuestro estudio no nos permitieron determinar la localización anatómica precisa en relación con el parche.

En el grupo de estenosis del 50-79%, la VS media fue de 154 ± 24 cm/s, y la velocidad telediastólica media (VTD), de 36 ± 16 cm/s. La VTD más elevada en este grupo fue de 56 cm/s. La tasa de ausencia de reestenosis (estenosis < 50%) calculada mediante el método de Kaplan-Meier fue del 95,6% al cabo de 1 año (fig. 1). Se observó una disminución de la supervivencia hasta cero a los 23,5 meses debido a que solamente fue posible un seguimiento tan prolongado en uno de los pacientes, que sufría reestenosis en este momento. La supervivencia mediana fue de 21,6 meses. La reestenosis fue infrecuente al cabo de 1 año de seguimiento. Solamente dos de los 10 casos de reestenosis tuvieron lugar durante el primer año. Sin embargo, los 10 casos de reestenosis ya existían a los 2 años. En los 10 pacientes con reestenosis hubo un seguimiento mayor ($16,2 \pm 5,18$ meses) que en los 51 pacientes sin reestenosis ($12,5 \pm 4,95$ meses). Esta comparación fue estadísticamente significativa mediante la prueba de la suma de rangos ($p = 0,03$). Los factores predictivos univariados significativos de la reestenosis > 50% fueron la edad menor (68 ± 7 frente a 74 ± 8 años; $p = 0,04$) y la presencia de enfermedad sintomática antes de la intervención. Las tasas de reestenosis fueron del 35% y el 5% en los pacientes sintomáticos y asintomáticos antes de la intervención, respectivamente ($p = 0,004$) (tabla II).

El análisis de regresión logística múltiple escalonado indicó que el factor predictivo más significati-

Tabla II. Características de la sintomatología antes de la intervención

Síntomas	Número (%)	Estenosis recurrente	Estenosis recurrente (%)	<i>p</i> *
Asintomáticos	38 (62,3)	2	5,3	0,0042
Sintomáticos	23 (37,7)	8	34,8	
Accidente cerebrovascular	10 (16,4)	2		
AIT	8 (13,1)	3	—	
Amaurosis	5 (8,2)	3	—	

AIT: ataque isquémico transitorio.

*Prueba de Fisher.

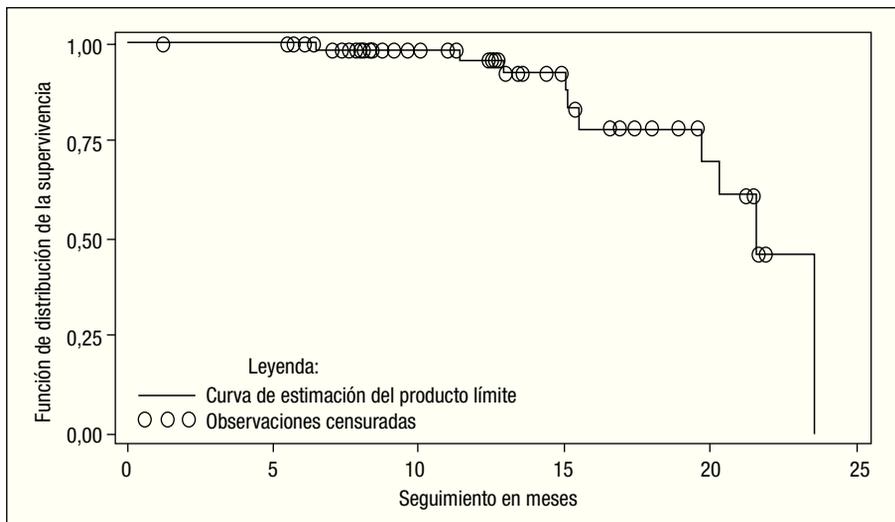


Fig. 1. Curva de Kaplan-Meier en la que se muestra la supervivencia sin reestenosis. Tal como se puede observar en la curva, la tasa de supervivencia sin reestenosis fue del 95,6% al cabo de 1 año. Los círculos indican las observaciones censuradas en las que los pacientes permanecían sin reestenosis en el momento de la última evaluación de seguimiento. Las caídas de la curva indican la aparición de una complicación (reestenosis).

vo de la reestenosis fue la presencia de sintomatología preoperatoria ($p = 0,008$). El análisis de regresión de Cox escalonado también demostró que la existencia de síntomas durante el período preoperatorio fue el único factor significativo para la aparición de reestenosis ($p = 0,019$), con un riesgo relativo de 6,65 y un intervalo de confianza del 95% de 1,36-32,4.

La estenosis recidivó en un porcentaje mayor de pacientes de sexo masculino (7/36, 19,4%) que de pacientes de sexo femenino (3/25, 12%). Sin embargo, esta diferencia no presentó significación estadística en la prueba exacta de Fisher ($p = 0,50$).

DISCUSIÓN

La aplicación sistemática de un parche en la arteria carótida se lleva a cabo con una gran frecuencia en los pacientes sometidos a endarterectomía carotídea. En diversos estudios se ha señalado que el riesgo de complicaciones perioperatorias y de reestenosis a largo plazo disminuye cuando la plastia se realiza de forma sistemática. En una revisión reciente, Archie¹ observó que la incidencia de oclusión carotídea precoz se reducía desde el 4,3% hasta el 0,8%, y el riesgo de accidente cerebrovascular perioperatorio, desde el 3,9% hasta el 1,2%, cuando las arteriotomías se cerraban con parche frente al cierre primario.

La estenosis recurrente secundaria a la hiperplasia intimal tiene lugar entre los 6 meses y los 2 primeros años desde la reparación. Es imposible diferenciar la estenosis recurrente de la persistencia de la estenosis postoperatoria residual, a menos que en el momento de la reparación original se lleve a cabo una evaluación completa del paciente. Moore

et al⁸ observaron una estenosis residual en el 4,1-6,5% de los pacientes que participaron en el Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study (ACAS) realizado sobre pacientes sometidos a una evaluación mediante eco-Doppler. AbuRahma et al⁵ aplicaron la evaluación ecográfica intraoperatoria de manera sistemática y observaron una tasa del 1% de estenosis residual > 50%. Reilly et al⁹ llevaron a cabo uno de los primeros estudios en los que se utilizó el examen mediante eco-Doppler intraoperatoria; en este estudio fue necesaria la reexploración del 6,1% de los pacientes debido a la presencia de patología residual significativa en la carótida interna o la carótida común. Neuhauser y Oldenburg¹⁰ detectaron una estenosis residual en el 4-5,1% de los pacientes tratados mediante angioplastia con parche de Dacron o pericárdico.

En la mayor parte de los estudios se ha considerado significativa una estenosis recurrente > 50%¹⁰, aunque en algunos de ellos se ha utilizado el porcentaje de estenosis del 70%^{11,12} como umbral para dicha consideración. Los criterios eco-Doppler utilizados para la demostración de una estenosis > 50% han oscilado entre una VS de 160 cm/s con ampliación espectral¹³ hasta una VS de 140 cm/s con incremento asociado de la VTD⁵. Los criterios aplicados para la estenosis > 70% han oscilado entre una VS ≥ 250 cm/s asociada a una VTD ≥ 90 cm/s¹³ y una VS de 171 cm/s asociada a una VTD de 110-140 cm/s¹¹.

El material de fabricación del parche incluye, la vena safena, PTFE, Dacron, poliuretano, venas autólogas diferentes de la vena safena y pericardio bovino. Ninguno de ellos ha estado completamente libre de reestenosis. Dicha complicación se registra reestenosis oscila entre el 4% y el 21% de los

pacientes en los que se practica un cierre primario^{8,11,12,14}. La angioplastia con parche de Dacron se acompaña de tasas de reestenosis del 3,8-16%. La reestenosis con los parches de PTFE se ha observado en el 0-3% de los pacientes^{14,15}. Las tasas de reestenosis con el poliuretano han sido del 2,2-6%. Posiblemente, la vena safena sea el material más utilizado para el parche, y se ha asociado a una tasa de reestenosis del 0,3-7% de los pacientes^{2,4,8,13}.

Varios grupos de investigación han evaluado previamente su experiencia con el parche carotídeo de pericardio bovino. Grimsley et al⁶ observaron una tasa de reestenosis > 50% del 6,5% (siete pacientes) en un conjunto de 115 pacientes, tras un período de seguimiento medio de 41,7 ± 4,4 meses. Cuatro pacientes presentaron una estenosis del 50-69% y tres pacientes una estenosis del 70-99%. Uno de estos tres últimos pacientes desarrolló una reestenosis a los 7 meses, atribuida a hiperplasia intimal; los otros dos desarrollaron una estenosis de alto grado a los 30-36 meses, atribuida a recidiva de la enfermedad aterosclerótica.

En nuestro estudio, el 16,4% de los pacientes presentó una estenosis del 50-79% tras un período de seguimiento medio de 13,1 ± 5,1 meses. Sin embargo, en este grupo la VS media fue de 154 ± 24 cm/s, y la VTD media, de 36 ± 16 cm/s. Ninguno de los pacientes presentó una VTD > 56 cm/s. En el estudio de Grimsley et al⁶, en el que se observó una tasa de reestenosis del 6,5%, el criterio para la estenosis del 50% fue una VS > 200 cm/s. Por tanto, según este criterio, ninguno de nuestros pacientes habría presentado una reestenosis. Neuhauser y Oldenburg¹⁰ aplicaron parches de pericardio bovino en 59 arterias carótidas y realizaron un seguimiento medio de 12 meses (rango, 3-28). Uno de los pacientes (2%) desarrolló una estenosis del 50-69%, y otro paciente (2%), una estenosis del 70-99%. El criterio para la estenosis > 50% en los pacientes de Neuhauser y Oldenburg¹⁰ fue una VS > 130 cm/s, mientras que la estenosis > 70% se definió mediante una VS > 230 cm/s y una VTD > 70 cm/s¹⁶. Varios de los pacientes de nuestro grupo no hubieran presentado una estenosis del 50% si se hubieran utilizado estos criterios.

No podemos explicar el aumento en la incidencia de reestenosis en los pacientes intervenidos mediante endarterectomía carotídea por enfermedad sintomática. Entre los pacientes sintomáticos y asintomáticos no hubo diferencias en las complicaciones perioperatorias ni en los resultados obtenidos en el examen mediante eco-Doppler al final del procedimiento quirúrgico. Sin embargo, entre los pacientes sintomáticos y asintomáticos sí se han

identificado diferencias en la composición de la placa. La endarterectomía realizada en pacientes sintomáticos se ha asociado a la aparición de más complicaciones que la efectuada en pacientes asintomáticos. Quizá algún aspecto de la biología de la pared vascular en los pacientes sintomáticos dé lugar a un incremento en la tasa de hiperplasia intimal en los mismos.

El pericardio bovino se ha utilizado como válvula cardíaca bioprotésica y ha presentado desestructuración mecánica de las valvas y mineralización^{17,18}. También se ha utilizado como sustituto pericárdico y ha dado lugar a algunos casos de reacción inflamatoria epicárdica. Cuando se ha utilizado en forma de parche en los niños con diversas cardiopatías congénitas, el pericardio bovino ha presentado calcificación, inflamación y formación de tejido fibroso.

Ha sido necesaria la reintervención en hasta el 30% de los receptores de válvulas bioprotésicas hacia el décimo año del postoperatorio, debido principalmente a fallos tisulares primarios en forma de degeneración con calcificación¹⁹. La etiología de este problema no ha sido definida de manera detallada, pero se considera que las causas son los efectos mecánicos, la acción perniciosa del glutaraldehído al desencadenar enlaces cruzados inter e intramoleculares¹⁸ y la posibilidad de que se produzca una respuesta inmunitaria mediada por células.

Nuestro estudio presenta varias limitaciones. No se llevó a cabo una asignación aleatoria de los pacientes a los grupos, el período de seguimiento medio fue de tan sólo 13,1 ± 5,1 meses y únicamente fue posible realizar el seguimiento en 61 pacientes.

En los 10 casos que presentaron reestenosis se llevó a cabo un seguimiento mayor que en los pacientes sin reestenosis. Este dato sugiere que la reestenosis en estos pacientes es una cuestión de tiempo y que podría estar en relación con el material del parche. Sin embargo, esta posibilidad no es congruente con los resultados obtenidos en otros estudios. pesar de que los resultados a corto y medio plazo con del parche de pericardio bovino son aceptables y comparables a los obtenidos con otros materiales, su comportamiento biológico en la localización carotídea es desconocido. Por esta razón, es necesario obtener datos a largo plazo en estos pacientes, con objeto de evaluar la efectividad del parche carotídeo de pericardio bovino a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Archie JP, Jr. Carotid endarterectomy outcomes: trials, regional and statewide studies, individual surgeon variance, and the influence of patch reconstruction and patch materials. *Adv Vasc Surg* 1999;7:1-22.
2. Eikelboom BC, Ackerstaff RGA, Hoeneveld H, et al. Benefits of carotid patching: a randomized study. *J Vasc Surg* 1988;7:240-247.
3. Bond R, Rerkasem K, Naylor AR, AbuRahma AF, Rothwell PM. A systematic review of randomized controlled trials of patch angioplasty versus primary closure during carotid endarterectomy. *Stroke* 2005;36:1814-1815.
4. Naylor R, Hages PD, Pagne DA, et al. Randomized trial of vein versus Dacron patching during carotid endarterectomy: long-term results. *J Vasc Surg* 2004;39:985-993.
5. AbuRahma AF, Robinson PA, Saiedy S, Khan J, Boland JP. Prospective randomized trial of carotid endarterectomy with primary closure and patch angioplasty with saphenous vein, jugular vein, and polytetrafluoroethylene: long-term follow up. *J Vasc Surg* 1998;27:222-234.
6. Grimsley BR, Wells JK, Pearl GH, et al. Bovine pericardial patch angioplasty in carotid endarterectomy. *Am Surg* 2001;67:890-895.
7. Strandness DER. Extracranial arterial disease. In: Strandness DE, Jr ed. *Duplex Scanning in Vascular Disorders*. 2nd ed. New York: Raven, 1993. pp 113-158.
8. Moore WS, Kempczinski RF, Nelson JJ, Toole JF for the ACAS Investigators. Recurrent carotid stenosis: results of the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. *Stroke* 1998;29:2018-2025.
9. Reilly LM, Akuhn SP, Rapp JA, et al. Recurrent carotid stenosis: a consequence of local or systemic factors? The influence of unrepaired technical defects. *J Vasc Surg* 1990;11:448-460.
10. Neuhauser B, Oldenburg WA. Polyester vs. bovine pericardial patching during carotid endarterectomy: early events and incidence of restenosis. *Cardiovasc Surg* 2003;11:465-470.
11. Mannheim D, Weller B, Vahadim E, Karmeli R. Carotid endarterectomy with a polyurethane patch vs. primary closure: a prospective randomized study. *J Vasc Surg* 2005;41:403-407.
12. Verhoeven BAN, Pasterkamp G, deVries JPPM, et al. Closure of the arteriotomy after carotid endarterectomy: patch type is related to intraoperative microemboli and restenosis rate. *J Vasc Surg* 2005;42:1082-1088.
13. Archie JP. Carotid endarterectomy outcome with vein or Dacron graft patch angioplasty and internal carotid artery shortening. *J Vasc Surg* 1999;19:654-664.
14. Katz D, Snyder SO, Gandhi RH, et al. Long-term follow up for recurrent stenosis: a prospective randomized study of expanded polytetrafluoroethylene patch angioplasty vs. primary closure after carotid endarterectomy. *J Vasc Surg* 1994;19:198-205.
15. AbuRahma AF, Stone PA, Welch CA, Hofeldt MJ, Hass SM, Perry W. Prospective study of carotid endarterectomy with modified polytetrafluoroethylene (ACUSEAL) patching: early and late results. *J Vasc Surg* 2005;41:789-793.
16. Huston JEM, III, Brown RD, Jr, Lefsrud RD, et al. Redefined duplex ultrasonographic criteria for diagnosis of carotid artery stenosis. *Mayo Clin Proc* 2000;75:1133-1140.
17. LeTourneau T, Savoge C, McFadden EP, et al. Mid-term comparative follow up after aortic valve replacement with Carpenter Edwards and pericarbon pericardial prostheses. *Circulation* 1999;100(Suppl. II):11-16.
18. Abolhoda A, Yu S, Oyarzun JR, McCormick JR, Bogden JUD, Gabbay S. Calcification of bovine pericardium: glutaraldehyde vs. no-react biomodification. *Annu Thorac Surg* 1996;62:169-174.
19. Puckett FA, Stahlfeldt KR, Dimarco RF. Hyperacute rejection of a bovine pericardial prosthesis. *Tex. Heart Inst J* 2006;33:260-261.