

## Revascularización híbrida mediante aterectomía con catéter de Silverhawk y *bypass* infrapoplíteo para el salvamento de la extremidad

David P. Slovut<sup>1,2</sup> y Christopher A. DeMaioribus<sup>3</sup>, Duluth, Minnesota, Estados Unidos

Los pacientes con isquemia que amenaza extremidad y con una vena safena interna inapropiada representan un reto para la revascularización de la extremidad inferior. Presentamos una serie de cuatro pacientes con material autólogo no disponible como injerto vascular autólogo que se sometieron a revascularización híbrida usando el dispositivo de aterectomía de Silverhawk y un *bypass* infrapoplíteo para salvamento de la extremidad. En el seguimiento a corto plazo, en todos los pacientes se obtuvo una curación completa de las lesiones. La revascularización híbrida parece una técnica segura que proporciona resultados excelentes a corto plazo y es adecuada en pacientes con una vena autóloga inapropiada para *bypass* y que requieren una revascularización de la extremidad inferior.

La vena safena interna (VSI) homolateral es el conducto de elección para los procedimientos de *bypass* por debajo de la rodilla como salvamento de la extremidad. Sin embargo, durante las dos últimas décadas y con una frecuencia cada vez mayor, en pacientes que requieren *bypass* distal se observa una vena insuficiente o inadecuada debido a una fleboextracción anterior o el uso previo para cirugía de *bypass* coronario periférico. Puede usarse un conducto venoso alternativo, incluida la vena safena externa, vena basílica, vena cefálica o injertos combinados formados por vena autóloga o segmentos de material protésico unido a una vena, con tasas de permeabilidad aceptables<sup>1-4</sup>, pero, con frecuen-

cia, no proporcionan la longitud adecuada para cuando se requiere el origen del *bypass* en la arteria femoral común o profunda. Incluso con las técnicas modificadas, como la angioplastia con parche extendido o manguito venoso, el *bypass* protésico infragenicular proporciona resultados inferiores<sup>5</sup>. Los injertos combinados autólogos requieren una revisión frecuente en busca de estenosis o trombosis durante el seguimiento para mantener su permeabilidad<sup>4</sup>.

La revascularización híbrida combina una intervención endovascular con cirugía mediante *bypass*. En pacientes seleccionados con una isquemia que amenaza la extremidad, los procedimientos híbridos ofrecen la capacidad de proporcionar una revascularización completa de la extremidad inferior, a pesar de la presencia de una vena autóloga limitada. Presentamos nuestra experiencia inicial con la revascularización híbrida utilizando aterectomía y *bypass* de la arteria infrapoplíteo para pacientes con isquemia que era una amenaza para la extremidad.

En el preoperatorio, todos los pacientes se sometieron a una cartografía venosa completa de la extremidad superior e inferior usando eco-Doppler de flujo color. Se efectuó una revascularización quirúrgica utilizando las técnicas de referencia. Después del alta hospitalaria, los pacientes se so-

<sup>1</sup>Department of Vascular Medicine, St. Mary's/Duluth Clinic, Duluth, MN, EE.UU.

<sup>2</sup>Department of Cardiology, St. Mary's/Duluth Clinic, Duluth, MN, EE.UU.

<sup>3</sup>Department of Vascular Surgery, St. Mary's/Duluth Clinic, Duluth, MN, EE.UU.

Correspondencia: David P. Slovut, MD, PhD, North Shore Medical Center, 81 Highland Avenue, Salem, MA 01970, EE.UU. Correo electrónico: david.slovut@mssm.edu

Ann Vasc Surg. 2007;21:1-5  
DOI: 10.1016/j.avsg.2007.07.008  
© Annals of Vascular Surgery Inc.  
Publicado en la red: •••

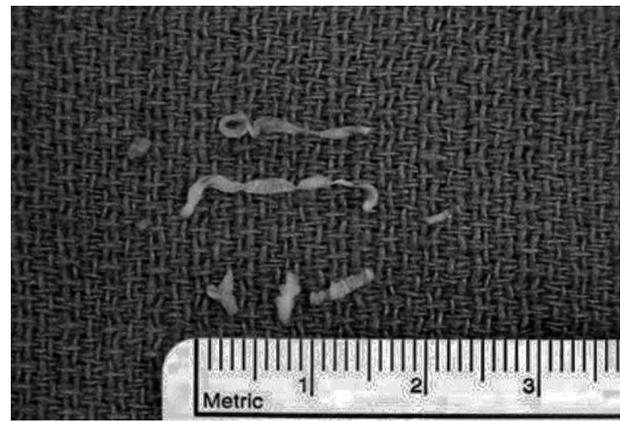
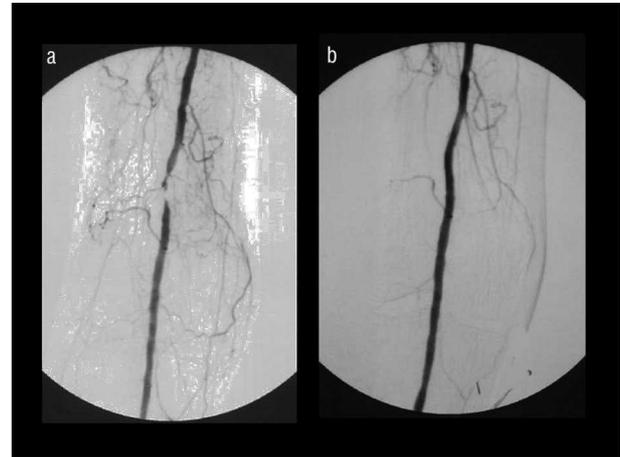
metieron a exámenes de vigilancia con eco-Doppler a las 6 semanas de revascularización y a intervalos cada 3 meses. En tres de cuatro pacientes se demostró una morfología de la onda Doppler normal tanto en el lugar de la aterectomía como en el injerto mediante *bypass* infrageniculado. En un paciente se demostraron hallazgos indirectos de estenosis residual moderada en la arteria poplítea proximal al injerto. En todos ellos se obtuvo la curación completa de las lesiones cutáneas durante el seguimiento a corto plazo.

## PRESENTACIÓN DE CASOS

### Paciente 1

Un hombre de 78 años de edad se presentó para la evaluación de la herida de amputación del segundo dedo del pie derecho que no se había curado. En diciembre de 2004, 4 meses antes de la presentación, se sometió a la amputación de este dedo por gangrena. Entre sus antecedentes patológicos destacaba: cardiomiopatía isquémica con fracción de eyección del 25%, fibrilación auricular e insuficiencia renal crónica con una concentración de creatinina plasmática de 1,7 mg/dl. En 1995, se sometió a cirugía de *bypass* aorto-coronario. La exploración física demostró la presencia de pulsos femorales bilaterales y ausencia de pulsos poplíteos y distales bilaterales. Había una ligera palidez con la elevación y un rubor en declive. El lugar de la amputación del segundo dedo destacaba por su palidez. La aortografía con una fase tardía distal demostró afectación difusa leve en la arteria femoral superficial (AFS), un breve segmento de oclusión total de la arteria poplítea por encima de la rodilla, y una oclusión completa de las arterias tibiales con revascularización a nivel de la arteria tibial posterior inframaleolar (fig. 1A). Debido a la cirugía previa mediante *bypass* aorto-coronario, la disponibilidad de un segmento venoso autólogo para *bypass* era limitado. El eco-Doppler venoso de la extremidad superior mostró un conducto utilizable.

En el quirófano, se implantó percutáneamente una hoja de calibre 8 en la arteria femoral común derecha utilizando un abordaje anterógrado. La oclusión de la arteria poplítea se atravesó utilizando una guía Balance Middleweight de 0,36 mm (Guidant, Indianápolis, IN), que se avanzó a través de un catéter balón de 1,5 por 15 mm. Utilizando el catéter Silverhawk LS (Fox Hollow, Redwood City, CA) se efectuaron 8 pases de escisión con la recuperación de una cantidad significativa de tejido aterosclerótico. La disección residual se trató con un balón de 6 x 20 mm insuflado hasta 4 atmósfe-



**Fig. 1.** Angiografía por sustracción digital que demuestra la oclusión total de la arteria poplítea proximal (A) y el resultado después de la aterectomía y la angioplastia adyuvante con balón (B). Tejido recuperado del catéter de aterectomía (C).

ras durante 90 s. Al completar la angiografía, se demostró una estenosis residual menor del 10% (figs. 1B y 1C). La arteriotomía se cerró utilizando un Angio-Seal (St. Jude Medical, St. Paul, MN). A continuación, se efectuó un *bypass* del tronco tibio-peroneo hasta la arteria tibial posterior inframaleolar con vena cefálica invertida. Tras el procedimiento de revascularización combinado, se identificó un pulso palpable en el injerto y una excelente señal Doppler de baja resistencia en la arteria tibial posterior más allá de la anastomosis distal. El paciente fue dado de alta 4 días después de este procedimiento. A las 4 semanas de seguimiento, el lugar de la amputación del segundo dedo del pie derecho había curado por completo.

### Paciente 2

Una mujer de 84 años de edad fue derivada para la evaluación de una úlcera refractaria al tratamiento tópico. Entre sus antecedentes patológicos destaca-

ba la presencia de diabetes insulino dependiente e hipertensión arterial. En la exploración física se observó una escara en el talón izquierdo. La angiografía reveló estenosis severas secuenciales en la arteria femoral superficial y poplítea izquierdas, al igual que afectación proximal difusa severa de los tres vasos de la trifurcación poplítea. Las arterias tibiales anterior y posterior se reconstituían en el tobillo y parecían apropiadas para un *bypass*.

En el quirófano, se implantó una hoja de Raabe de calibre 8, de 55 cm, por vía retrógrada a través de la arteria femoral común derecha y se posicionó en la arteria femoral común contralateral. Para cruzar las lesiones de la femoral superficial y poplítea, se utilizó una guía de 0,36 mm. Después de la aterectomía, la estenosis residual de cada lesión era < 20%. El *bypass* de la arteria poplítea por debajo de la rodilla hasta la arteria tibial posterior se efectuó utilizando la vena safena interna invertida. La paciente fue dada de alta en el quinto día postoperatorio. A los 3 meses de seguimiento, la escara se había resuelto.

### Paciente 3

Un hombre diabético de 46 años de edad desarrolló una gangrena húmeda en la cara lateral del pie 9 meses después de la amputación del quinto radio. Sus antecedentes eran destacables para diabetes mellitus, amputación contralateral por encima de la rodilla 4,5 años atrás, nefropatía terminal para la que se sometió a un trasplante de riñón de donante vivo 4 años atrás, hipertensión arterial y coronariopatía no tributaria de revascularización. La exploración física reveló una pequeña úlcera presente en la cara lateral del pie, adyacente a la cuarta articulación metatarsofalángica. La cápsula articular hacía protrusión a través de la ulceración. Las radiografías simples demostraron una osteomielitis. Se practicó una amputación transmetatarsiana. El flujo sanguíneo hasta el lugar de la amputación estaba gravemente comprometido; se observaron estenosis secuenciales severas en las arterias femoral superficial, poplítea e infrapoplíteas izquierdas.

Utilizando un catéter Silverhawk SX se efectuó una aterectomía del tercio distal de la arteria femoral superficial y del tercio proximal y medio de las arterias poplíteas. Al completar la arteriografía, se demostró un excelente resultado luminal con una estenosis residual < 20% y un flujo sanguíneo energético. Se llevó a cabo un *bypass* de la arteria poplítea izquierda por debajo de la rodilla hasta la arteria pedia con vena cefálica invertida de la extremidad superior derecha. La herida curó al cabo de 4 semanas de la revascularización y permanecía intacta a los 4 meses de seguimiento.

### Paciente 4

Un hombre de 51 años de edad se presentó con una amputación transmetatarsiana cuya herida no había curado. Entre los antecedentes patológicos destacaba: diabetes mellitus secundaria a una pancreatitis crónica, insuficiencia renal crónica con una concentración plasmática de creatinina basal de 4,7 mg/dl, hipertensión arterial y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. La angiografía con resonancia magnética de la aorta y las extremidades inferiores demostró una estenosis focal > 75% de la arteria femoral superficial en el tercio medio del muslo por encima del anillo de los aductores y una circulación colateral de un vaso consistente en una arteria tibial anterior con lesiones difusas. En el momento de la revascularización, se efectuó un examen ecográfico intravascular de la arteria femoral superficial para localizar la estenosis. Se practicó una aterectomía utilizando un catéter Silverhawk LS. Al completar la arteriografía, se demostró una estenosis residual < 10% en el segmento tratado. Se llevó a cabo un *bypass* poplíteo derecho por debajo de la rodilla hasta la arteria pedia utilizando vena safena interna invertida. A las 6 semanas de seguimiento, el injerto seguía permeable y el lecho de amputación había curado.

### DISCUSIÓN

En general, la revascularización para la isquemia crítica de la extremidad inferior consiste en un *bypass* infrainguinal utilizando vena autóloga. Cuando la longitud de ésta es inadecuada, se ha utilizado como vaso donante de flujo la arteria femoral superficial distal para la derivación de las arterias infrapoplíteas, con tasas de permeabilidad similares a las obtenidas con injertos originados a partir de la arteria femoral común<sup>6</sup>. El *bypass* poplíteo a arteria distal es duradero pero, con frecuencia, estos pacientes experimentan enfermedad de la arteria femoral superficial<sup>7</sup>. Los injertos implantados distalmente a estenosis de bajo grado ( $\leq 35\%$ ) en la arteria femoral superficial o arteria poplítea se caracterizan por una tasa de permeabilidad a los 2 años del 70-77% comparado con tan sólo un 53% para los implantados distalmente a lesiones más severas<sup>8</sup>.

Para tratar las lesiones del flujo aferente y disminuir la longitud del vaso necesario para completar la revascularización se han empleado métodos endovasculares. En pacientes con lesiones aferentes de alto grado de la arteria femoral superficial o de la arteria poplítea, la angioplastia con balón aumentó la tasa de permeabilidad a los 2 años hasta el 68%<sup>8</sup>. La angioplastia con balón intraoperatorio

de la arteria femoral superficial se ha combinado con un *bypass* distal originado a partir de la arteria poplíteo en pacientes diabéticos con gangrena de la extremidad inferior<sup>9</sup>. La angioplastia de la arteria femoral superficial se efectuó retrógradamente desde la arteria poplíteo expuesta quirúrgicamente para las estenosis focales (longitud de la lesión < 3 cm). En el 42% de casos se implantaron *stents* autoexpandibles para estenosis residuales  $\geq 30\%$ , consiguiendo buen resultado técnico en 12/12 pacientes. A los 2 años de seguimiento, las tasas de permeabilidad primaria y secundaria eran similares para pacientes con *bypass* largos originados en la arteria femoral común, *bypass* cortos con origen en la arteria poplíteo y angioplastia de la arteria femoral superficial/*bypass* poplíteo combinados<sup>9</sup>.

La permeabilidad a largo plazo de la arteria femoral superficial y la arteria poplíteo tras angioplastia con balón o implantación de un *stent* ha sido inferior a la revascularización quirúrgica. En pacientes con isquemia crítica de la extremidad, la angioplastia en la arteria femoral superficial-arteria poplíteo se asocia con una tasa de permeabilidad primaria al año del 62% para las estenosis y del 26% para las oclusiones<sup>10</sup>. Las tasas de permeabilidad para los *stents* de la arteria femoral superficial-poplíteo son comparables, con tasas al año del orden del 62%<sup>10</sup> (límites 48-80). Las fuerzas mecánicas, como la flexión/extensión, rotación y contracción, con frecuencia dan lugar provocan la fractura del *stent* o reestenosis en el lugar de implantación del mismo. Las reducidas tasas de permeabilidad de la angioplastia y la implantación de *stents* infrainguinales han generado interés en las estrategias de revascularización alternativas. Para tratar las lesiones de la arteria femoral superficial, se ha utilizado una endarterectomía femoral superficial remota con el dispositivo MollRing Cutter, junto con la implantación de un *stent*<sup>11</sup>. En este procedimiento, se expone la arteria femoral superficial y se practica una arteriotomía. La endarterectomía se efectúa utilizando un "anillo vaso extractor en anillo", que despega el ateroma de la pared del vaso. Después se efectúa una transección del ateroma con una cuchilla en anillo, y se implanta un *stent* para "suturar" el borde libre del ateroma cortado. El MollRing Cutter y el *bypass* de la vena safena distal desde la arteria poplíteo se han usado para el salvamento de la extremidad en pacientes con una vena autóloga inadecuada<sup>12</sup>. Durante un seguimiento medio de 12,4 meses, la permeabilidad primaria fue del 71,4%. Las seis reestenosis (28,6%) localizadas sobre el curso de la arteria femoral superficial o del injerto venoso requirieron una reintervención, lo que deparó una tasa de per-

meabilidad primaria asistida del 81,0%<sup>12</sup>. El MollRing Cutter presenta la desventaja de que requiere la exposición quirúrgica de la arteria. Además, en la mayor parte de los casos, es necesaria la implantación de un *stent*, lo que reduce la permeabilidad a largo plazo. Para la aterectomía direccional de la arteria femoral superficial, se ha utilizado el Simpson AtheroCath (RedWood City, CA). El dispositivo es difícil de manipular por ser voluminoso y su utilización es compleja desde un punto de vista técnico. Los estudios aleatorizados comparativos de este dispositivo y la angioplastia con balón han sido desfavorables<sup>13,14</sup>.

En comparación con el MollRing Cutter y el dispositivo de Simpson, el catéter de aterectomía de Silverhawk confiere diversas ventajas: es fácil de manejar, es apropiado para tratar lesiones largas en un período relativamente breve de tiempo y no utiliza un balón para posicionar el elemento cortante frente a la lesión. La eliminación del balón del dispositivo reduce el barotrauma de la pared del vaso, lo que puede disminuir la tasa de reestenosis. Un estudio prospectivo sobre aterectomía, efectuado en un solo centro en 52 pacientes (71 estenosis femoropoplíteas), demostró estenosis residual  $\leq 50\%$  en el 96% de las lesiones y  $\leq 30\%$  en el 76%<sup>15</sup>. En el 58% de los casos se utilizó angioplastia con balón. En el seguimiento a los 6 meses, el índice tobillo-brazo aumentó desde 0,62 a 0,72 y la permeabilidad primaria era del 80%<sup>15</sup>. En las arterias por debajo de la rodilla se ha usado un dispositivo de calibre 6F con tasas elevadas de eficacia y tasas reducidas de complicaciones<sup>16</sup>. La tasa de permeabilidad acumulada a los 6 meses fue del 94,1%.

La estrategia de revascularización híbrida empleada en la serie del presente estudio, combina la reducción de la lesión obtenida usando una aterectomía con un *bypass* de corto para obtener la revascularización completa de la extremidad inferior.

La tasa de resultado técnico fue del 100% con excelentes resultados a corto plazo. No se demostró una embolización distal. El catéter se manipuló fácilmente tanto desde la arteria femoral común contralateral como desde el abordaje anterógrado. Se requiere una serie a mayor escala para evaluar los resultados a medio y largo plazo utilizando este nuevo método de revascularización.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Curi MA, Skelly CL, Woo DH, et al. Long-term results of infrageniculate bypass grafting using all-autogenous composite vein. *Ann Vasc Surg* 2002;16:618-623.
2. Alexander J, Gutierrez C, Katz S. Non-greater saphenous vein grafting for infrageniculate bypass. *Am Surg* 2002;68:611-614.

3. Gentile AT, Lee RW, Moneta GL, Taylor LM, Edwards JM, Porter JM. Results of bypass to the popliteal and tibial arteries with alternative sources of autogenous vein. *J Vasc Surg* 1996;23:272-280.
4. Chew DK, Conte MS, Donaldson MC, Whittemore AD, Mannick JA, Belkin M. Autogenous composite vein bypass graft for infrainguinal arterial reconstruction. *J Vasc Surg* 2001;33:259-265.
5. Veith FJ, Gupta SK, Ascer E, et al. Six-year prospective multicenter randomized comparison of autologous saphenous vein and expanded polytetrafluoroethylene grafts in infrainguinal arterial reconstructions. *J Vasc Surg* 1986;3:104-114.
6. Ballotta E, Renon L, De Rossi A, Barbon B, Terranova O, Da Giau G. Prospective randomized study on reversed saphenous vein infrapopliteal bypass to treat limb-threatening ischemia: common femoral artery versus superficial femoral or popliteal and tibial arteries as inflow. *J Vasc Surg* 2004;40:732-740.
7. Mills JL, Gahtan V, Fujitani RM, Taylor SM, Bandyk DF. The utility and durability of vein bypass grafts originating from the popliteal artery for limb salvage. *Am J Surg* 1994;168:646-651.
8. Wengerter KR, Yang PM, Veith FJ, Gupta SK, Panetta TF. A twelve-year experience with the popliteal-to-distal artery bypass: the significance and management of proximal disease. *J Vasc Surg* 1992;15:143-151.
9. Schneider PA, Caps MT, Ogawa DY, Hayman ES. Intraoperative superficial femoral artery balloon angioplasty and popliteal to distal bypass graft: an option for combined open and endovascular treatment of diabetic gangrene. *J Vasc Surg* 2001;33:955-962.
10. Kandarpa K, Becker GJ, Hunink MG, et al. Transcatheter interventions for the treatment of peripheral atherosclerotic lesions: part I. *J Vasc Interv Radiol* 2001;12:683-695.
11. Ho GH, Moll FL, Joosten PP, van de Pavoordt ED, Overtoom TT. The MollRing Cutter remote endarterectomy: preliminary experience with a new endovascular technique for treatment of occlusive superficial femoral artery disease. *J Endovasc Surg* 1995;2:278-287.
12. Rosenthal D, Wellons ED, Matsuura JH, Ghegan M, Shuler FW, Laszlo Pallos L. Remote superficial femoral artery endarterectomy and distal vein bypass for limb salvage: initial experience. *J Endovasc Ther* 2003;10:121-125.
13. Tielbeek AV, Vroegindewij D, Buth J, Landman GH. Comparison of balloon angioplasty and Simpson atherectomy for lesions in the femoropopliteal artery: angiographic and clinical results of a prospective randomized trial. *J Vasc Interv Radiol* 1996;7:837-844.
14. Vroegindewij D, Kemper FJ, Tielbeek AV, Buth J, Landman G. Recurrence of stenoses following balloon angioplasty and Simpson atherectomy of the femoro-popliteal segment. A randomised comparative 1-year follow-up study using colour flow duplex. *Eur J Vasc Surg* 1992;6:164-171.
15. Zeller T, Rastan A, Schwarzwald U, et al. Percutaneous peripheral atherectomy of femoropopliteal stenoses using a new-generation device: six-month results from a single-center experience. *J Endovasc Ther* 2004;11:676-685.
16. Zeller T, Rastan A, Schwarzwald U, et al. Midterm results after atherectomy-assisted angioplasty of below-knee arteries with use of the Silverhawk device. *J Vasc Interv Radiol* 2004;15:1391-1397.