

# Revascularización miocárdica con conductos arteriales: arteria radial en combinación con arterias mamarias

ERNESTO E. WEINSCHELBAUM<sup>△</sup>, EDUARDO D. GABE<sup>△</sup>, ALEJANDRO MACCHIA,  
RAFFAELE SMIMMO, LUIS D. SUAREZ<sup>△</sup>

Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Fundación Favalaro, Buenos Aires

Trabajo recibido para su publicación: 12/96 Aceptado: 6/97

*Dirección para separatas:* Dr. Ernesto Eduardo Weinschelbaum, Departamento de Cirugía Cardiovascular, Fundación Favalaro, Belgrano 1746, (1093) Buenos Aires, Argentina

<sup>△</sup> Miembro Titular SAC

<sup>°</sup> FACC

## *Antecedentes*

En la actualidad se ha renovado el interés por el empleo de la arteria radial en combinación con otros conductos arteriales como alternativa para la revascularización miocárdica.

## *Material y método*

Se analizan los resultados operatorios en forma prospectiva de 123 pacientes, sometidos a cirugía coronaria realizada por un solo cirujano, con el empleo de la arteria radial como conducto para revascularizar preferentemente los territorios de las arterias circunfleja y/o coronaria derecha combinada con arteria mamaria izquierda conectada siempre a la arteria descendente anterior y en ocasiones la mamaria derecha a coronaria derecha. Los 123 pacientes fueron operados desde mayo de 1995 hasta octubre de 1996 empleándose la arteria radial anastomosada como injerto libre en Y o en T desde la arteria mamaria interna izquierda. La edad media de los pacientes fue de 62,14 años  $\pm$  10,56 (rango entre 37 y 84 años). Se realizó un total de 437 puentes (promedio 3,56 puentes/paciente). De ellos 224 fueron confeccionados con la arteria radial. Se administró rutinariamente a todos los pacientes diltiazem para evitar el espasmo de la arteria radial. A 44 pacientes se les realizó coronariografía al darle alta.

## *Resultados*

En la fase hospitalaria 1 paciente (0,8%) falleció por causa no cardíaca (sepsis); 2 pacientes (1,62%) padecieron un infarto agudo de miocardio perioperatorio. La coronariografía al darle alta demostró que todos los puentes con arteria radial y mamarias estaban permeables. Aunque las anastomosis realizadas en el reestudio angiográfico fueron 217, sólo 1/217 (0,46%) presentaba una obstrucción de su luz menor al 50%; en 3/171 pacientes (1,75%) se detectó espasmo arterial. Durante el seguimiento (media 9,2 meses; rango entre 4 y 17 meses) 2 pacientes (1,63%) fallecieron, uno a causa de una hemorragia digestiva cataclísmica al sexto mes de la cirugía y el otro por una neumonía. No se registraron nuevos eventos o nuevas intervenciones (angioplastia y/o cirugía). El 92,68% de los pacientes se encontraban libres de síntomas al final del período de seguimiento.

## *Conclusiones*

1) En esta serie se demostró una permeabilidad óptima de los conductos arteriales empleados (arterias radial y mamarias). 2) Se comprobó que es posible lograr a través del empleo combinado de la arteria radial con arterias mamarias internas una revascularización miocárdica con conductos arteriales de manera exclusiva en la gran mayoría de los pacientes. REV ARGENT CARDIOL 1997; 65 (5): 563-569.

*Palabras clave* Cirugía coronaria - Puentes arteriales - Arteria radial

La arteria radial (AR) se comenzó a utilizar como conducto alternativo para la revascularización miocárdica a principios de la década del '70 por Carpentier y colaboradores. (1) Luego su uso fue abandonado debido a los pobres resultados obtenidos durante aquella primera experiencia. (2) Dos décadas más tarde, Acar y colaboradores comunicaron excelentes resultados a mediano plazo en pacientes sometidos a cirugía coronaria empleando la AR y además comprobaron la permeabilidad de algunos conductos en pacientes operados 16 y 18 años antes. (3) Probablemente el tratamiento del espasmo de la AR con drogas bloqueantes cálcicas, la modificación de la técnica de extracción y también su manipulación cuidadosa durante la anastomosis, evitando tocar su endotelio, han sido las causas más trascendentes para lograr este éxito. A partir de la última experiencia mencionada, otros grupos quirúrgicos han comunicado y alentado su utilización debido a los buenos resultados conseguidos con este conducto arterial. (4, 5)

En nuestro Instituto comenzamos a usar la AR como conducto alternativo en reemplazo de la vena safena, a partir de mayo de 1995.

El objetivo del presente estudio planeado prospectivamente resultó doble: 1) analizar los resultados de pacientes sometidos a cirugía coronaria, en quienes se utilizó la AR como conducto para revascularizar las arterias circunfleja (Cx) y coronaria derecha (Cd), asociada a una o ambas arterias mamarias para los territorios restantes; 2) determinar la factibilidad de lograr una revascularización completa en base exclusivamente a conductos arteriales con el empleo de las arterias antes mencionadas.

## MATERIAL Y METODO

Entre mayo de 1995 y octubre de 1996, en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de la Fundación Favalaro, de 279 cirugías coronarias puras realizadas por el mismo cirujano, en 123 pacientes se utilizó la AR para revascularizar preferentemente los territorios

de las arterias Cx y/o Cd y/o del ramo diagonal (Dg) de la descendente anterior (DA). Se la empleó a través de una anastomosis en Y o en T con la arteria mamaria interna izquierda (siempre conectada al territorio de la arteria DA). La edad media de la población fue de 62,14 años  $\pm$  10,56 años (rango entre 37 y 84 años). Las características clínicas de los pacientes intervenidos pueden observarse en las Tablas 1 y 2.

Cuarenta y cuatro pacientes fueron estudiados angiográficamente antes del alta hospitalaria para verificar la permeabilidad y características angiográficas de los puentes con la AR y arterias mamarias. Todos los pacientes recibieron diltiazem en forma rutinaria, en infusión continua endovenosa, en dosis de 1  $\mu$ g/kg/min durante las primeras 24 horas del posoperatorio, seguida por una dosis por vía bucal de 240 mg/día durante un período de 6 meses. Se catalogó como espasmo de la AR al desnivel transitorio mayor a 1,5 mm del segmento ST en derivaciones electrocardiográficas que hubieran correspondido al territorio irrigado por la AR y que se hubiese normalizado con la administración de nitroglicerina, o a una disminución uniforme y manifiesta del calibre del vaso no relacionada con el sitio de la anastomosis, durante el estudio angiográfico.

## Obtención de la AR

La disección de la AR se efectuó a través de una incisión realizada desde los 2 cm por debajo del pliegue del codo hasta 3 cm por encima de la muñeca. Se ligaron los colaterales con clips hemostáticos. La longitud de arteria obtenida fue de 18-20 cm. En todos los casos se efectuó de manera rutinaria una evaluación de la irrigación de la mano en forma duplicada. La primera vez se llevó a cabo el día previo a la cirugía mediante la maniobra o prueba de Allen. (6) Se descartó el empleo de la AR en todo resultado positivo para isquemia e incluso se observó la misma conducta cuando el resultado era dudoso, debido a la posible repercusión circulatoria y para extremar las medidas de seguridad. La segunda evaluación fue llevada a cabo, ya, en el quirófano y una vez expuesta la AR. Antes de seccionarla se investi-

Tabla 1  
Características clínicas en 123 pacientes

Antecedentes	N°	%
> 70 años	27	21,9
Sexo masculino	106	86,1
Sexo femenino	17	13,8
Hipertensión arterial	79	64,2
Hipercolesterolemia	59	47,9
Diabetes	33	26,8
Hábito de fumar	56	45,5
Clase funcional III-IV (NYHA)	81	65,8
Total	123	100,0

NYHA: clasificación de la New York Heart Association.

Tabla 2  
Características clínicas en 123 pacientes

Antecedentes	N°	%
Angina inestable	58	47,1
Infarto previo	68	55,2
Fracción de eyección < 40%	37	30,0
Enfermedad de 3 vasos	85	69,1
Lesión de TCI	14	11,3
Reoperación	6	4,8

TCI: tronco de arteria coronaria izquierda.



Fotos 1A (izquierda) y 1B (derecha).

gó la circulación recurrente a través del arco palmar mediante la compresión directa con los dedos de su porción proximal, seguida de la expresión en sentido distal de su trayecto en una extensión de 10 cm, observándose entonces el relleno distal retrógrado o recurrente, luego de liberar la compresión distal. La AR no fue utilizada si este relleno no era normal o se lo estimaba insuficiente.

#### Seguimiento

El seguimiento se realizó en forma semestral a través de un contacto personal y/o en forma telefónica con el paciente o su médico de cabecera. La media de seguimiento fue 9,2 meses (rango entre 4 y 17 meses).

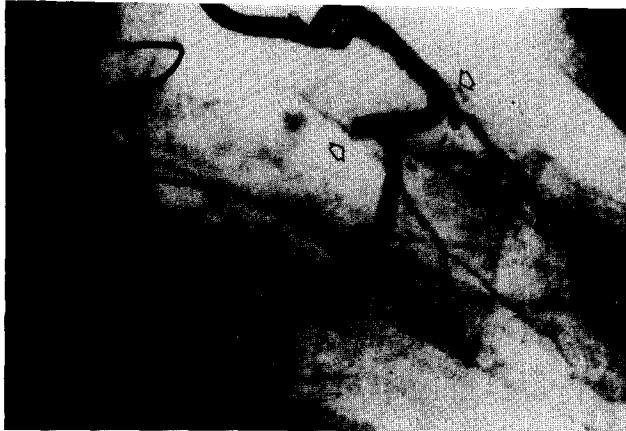
#### RESULTADOS

La edad media de la población fue de 62,14 años  $\pm$  10,56 años (valores extremos: 37 y 84 años). El 86,1%

de los pacientes eran de sexo masculino. Las principales características clínicas de los pacientes intervenidos son resumidas en las Tablas 1 y 2. Se confeccionaron 412 puentes (3,5 puentes/paciente), 224 de los cuales se realizaron con la AR, 142 con arteria mamaria interna izquierda y 46 con arteria mamaria interna derecha. Se empleó una mamaria en el 63,4% de los pacientes, dos en el 32,5% y AR en todos ellos. Cabe señalar que el 15% de los pacientes analizados previamente para ser incluidos en este estudio de cirugías consecutivas fueron rechazados por tener una respuesta anormal o dudosa a las dos maniobras de exploración de la circulación recurrente a través del arco palmar. La AR fue utilizada como puente único en 45 pacientes (36,5%) y como secuencial en 78 (63,4%). En estos 78 pacientes se lograron realizar 2, 3 y 4 anastomosis en el 73%, 24,3% y 2,5% respectivamente (Tabla 3, Fotos 1, 2 y 3). El territorio dependien-



Fotos 2A (izquierda) y 2B (derecha).



Fotos 3A (izquierda) y 3B (derecha).

te de la Cx fue el preferido para irrigar con AR cuando se la empleó en forma múltiple. En segundo lugar en orden de frecuencia se revascularizó el territorio Dg y Dp (Tabla 3). La arteria mamaria izquierda *in situ* fue habitualmente utilizada para revascularizar el territorio de la arteria DA, como puente único en el 80,5% de los casos o como secuencial a la misma DA o a la Dg en el 19,4% restante. La arteria mamaria derecha fue generalmente destinada a la Cd, como anastomosis única e *in situ*.

Una sola arteria mamaria se utilizó en el 63,4% de los casos, mientras que se realizó doble implante mamario en el 32,1% restante. Se logró una revascularización en base a conductos arteriales exclusivamente en 101 pacientes (82,1%).

Durante el reestudio angiográfico se observó que la totalidad de las 217 anastomosis realizadas se encontraban permeables, y sólo 1/217 (0,46%) presentaba una obstrucción de su luz menor del 50%. En 3/171 puentes (1,75%) se detectó un espasmo arterial, dos de los cuales fueron revertidos con la administración intravenosa de nitroglicerina. En otros 3 pacientes (1,75%) pudo objetivarse

un fenómeno de "robo" de la AR al tercio distal de la mamaria izquierda sin trascendencia clínica o funcional.

Durante el período hospitalario falleció un paciente (0,8%) debido a una falla multisistémica por sepsis. Dos pacientes (1,62%) desarrollaron IAM perioperatorio, aunque ambos con buena evolución. La Tabla 4 resume las complicaciones posoperatorias más frecuentes.

No se observaron complicaciones derivadas de isquemia arterial de la mano por la extracción de la AR, incluyendo impotencia funcional, dolor isquémico, necrosis o infección.

Durante el seguimiento realizado de 17 meses (media 9,2 meses) fallecieron 2 pacientes (1,6%), uno debido a una hemorragia cataclísmica provocada por una úlcera perforada a los 6 meses de la cirugía y el otro por una neumopatía. No se registraron otros eventos, así como tampoco surgió la necesidad de angioplastia o una nueva cirugía (Tabla 5).

En el preoperatorio, el 65,8% de la población se encontraba en clase funcional III-IV (NYHA), mientras que a 17 meses del seguimiento sólo un paciente presentaba angina incapacitante (65,8% *versus* 0,8%;  $p = 0,0001$ ).

**Tabla 3**  
Puentes secuenciales realizados con arteria radial  
(123 pacientes)

Territorios revascularizados	N°	%
Cx-Cx	36	46,1
Cx-Dg	17	21,7
Cx-Dp	4	5,1
Cx-Cx-Cx	8	10,2
Cx-Cx-Dp	3	3,8
Dg-Cx-Cx	7	8,9
Dg-Cx-Dp	1	1,2
Cx-Cx-Cx-Dg	2	2,5
Total	78	100,0

Cx: circunfleja. Dp: descendente posterior. Dg: diagonal.

**Tabla 4**  
Complicaciones posoperatorias (123 pacientes)

	N°	%
Infarto perioperatorio	2	1,6
Muerte hospitalaria	1	0,8
Fibrilación auricular	17	13,8
Insuficiencia cardíaca	16	13,0
Uso de balón de contrapulsación	3	2,4
Neumonía	3	2,4
Infección herida esternal	1	0,8
Isquemia braquial	0	0,0
Necesidad de uso de inotrópicos	30	24,3
Mediastinitis	1	0,8

Tabla 5  
Nuevos eventos. Seguimiento

	Nº	%
Infarto agudo de miocardio	0	0,00
Nueva revascularización (angioplastia o cirugía)	0	0,00
Obitos	2	1,63
Clase funcional I-II	5	4,09
Clase funcional III-IV	1	0,80
Libre de síntomas	114	93,40

## DISCUSION

Las importantes ventajas potenciales y teóricas que exhiben los conductos arteriales sobre los puentes venosos en la cirugía coronaria han determinado que su empleo fuera incrementándose a través del tiempo para tratar de obtener una completa revascularización miocárdica exclusivamente con ellos.

Las características biológicas endovasculares explican la mayor permeabilidad de los conductos arteriales en relación con la vena safena. En referencia a la permeabilidad temprana, los conductos arteriales, a diferencia de la vena safena, no sufren de una prematura hiperplasia intimal, salvo cuando se producen inconvenientes en el manipuleo quirúrgico. (7, 8) De allí a la necesidad durante el proceso de preparación operatoria. La permeabilidad alejada está relacionada con la biología endovascular y con la resistencia natural al desarrollo de aterosclerosis que poseen tanto las venas como los conductos arteriales. En tal sentido, un aspecto importante es que las arterias presentan un sistema endógeno capaz de producir liberación de óxido nítrico, que preserva al conducto de la formación de trombos y subsiguientes procesos degenerativos que, de manera progresiva, terminan con su oclusión. En contraste, la vena libera tromboxano A<sub>2</sub>, hecho que facilita la adhesión plaquetaria y trombosis. (9, 10) Accesoriamente, Luscher y colaboradores demostraron que las arterias mamarias internas liberan un potente factor relajante del endotelio en respuesta a la acetilcolina, trombina, histamina y adenosina, característica que no presenta la vena safena. (11) Se ha demostrado, además, que la anastomosis mamario-coronaria a la arteria DA ha mejorado la supervivencia alejada a través de la reducción, no sólo del desarrollo del IAM, sino también por la menor necesidad de reoperaciones cuando se la compara con la observada en el puente con vena safena. (12, 13) Sobre la base de las ventajas a largo plazo del puente mamario-coronario *in situ* resulta obligatorio destinar su uso casi exclusivamente al territorio miocárdico más importante, generalmente el dependiente de la DA, y por consiguiente

el empleo de los otros conductos arteriales a las áreas irrigadas por las arterias Cd y Cx.

Otros estudios han mostrado que el empleo de doble anastomosis mamaria es una alternativa que permite una adecuada revascularización con muy buenos resultados en el largo plazo. Sin embargo, no siempre es posible lograr, sólo con estas dos arterias, una revascularización completa. Este es otro hecho por el que ha renacido el interés por el uso de la AR entre otros conductos, con el fin de lograr una revascularización coronaria exclusivamente con arterias. Por otra parte, la similitud del calibre de los conductos arteriales con las arterias coronarias nativas los ubica en una mejor situación desde el punto de vista funcional, sobre todo en comparación con las diferencias existentes entre la vena safena y la arteria coronaria.

El presente análisis demuestra que es factible lograr una revascularización múltiple al combinar el empleo de AR con una o ambas arterias mamarias. Esto es debido, por un lado, a la longitud de la misma (18-20 cm), y por el otro, a que la técnica de anastomosis en Y o en T desde la mamaria permite, entre 2 y 4 anastomosis secuenciales en los territorios de Cx, Cd y/o Dg. Una ventaja adicional de la técnica de anastomosis en Y o en T es ubicar la AR en una situación similar a su lugar primitivo, es decir, como una arteria de cuarto orden, tal como ha sido señalado por Calafiore. (5)

En contraste, al anastomosarse de manera directa con la aorta, parece expuesta no sólo a una mayor presión sino también a una mayor fricción parietal, hecho que favorecería, debido a sus características histológicas, el desarrollo precoz de alteraciones intinales y la evolución ulterior hacia la obstrucción. Sin embargo, la hiperplasia intimal acelerada de la AR, descrita por Curtis en un análisis retrospectivo, podría obedecer principalmente a un daño focal de la íntima, provocado por una dilatación progresiva y excesiva durante la preparación del conducto, así como por una denudación inadecuada del tejido circundante a la arteria; todo esto puede ocasionar potencialmente un proceso isquémico del conducto por privación de los *vasa vasorum* y por alteración del drenaje linfático. (14)

La AR, por poseer un gran desarrollo de su capa muscular, es muy sensible al estímulo mecánico y reacciona fácilmente con la producción de espasmos. (15) Sin embargo, en la presente serie, tanto durante la observación clínica como en los exámenes angiográficos, el fenómeno vasoespástico no resultó un inconveniente manifiesto. Por otra parte, es de destacar que el diltiazem debió ser discontinuado por efectos adversos (hipotensión, bradicardia o insuficiencia cardíaca), especialmente en pacientes con baja fracción de eyección, en aproximadamente el 20%

de los casos. No obstante, en ninguno pudieron documentarse espasmos ulteriores.

Otra ventaja de la AR en relación con los otros conductos arteriales es su fácil acceso y disponibilidad. Sólo se descartó en el 15% de los pacientes debido a una prueba de Allen positiva.

Se ha mencionado como una desventaja potencial para el empleo de la AR a la probabilidad de generar un hipoflujo miocárdico, debido a que se considera dificultosa la técnica de anastomosis mamario-radial y radial-coronaria en forma múltiple y también a la gran capacidad vasoespástica de la AR. (8) También se ha postulado que no sería conveniente el empleo de AR en pacientes con pobre función ventricular izquierda y/o con insuficiencia cardíaca previa. En el presente estudio se demostró que fue muy baja la incidencia de IAM perioperatorio (1,6%), sólo el 13% de los pacientes presentó insuficiencia cardíaca, y la necesidad del empleo de balón de contrapulsación intraaórtica fue del 2,4% durante el posoperatorio. Es también importante puntualizar que las pruebas utilizadas para asegurar la permeabilidad del sistema arterial supletorio fueron seguras, ya que tanto en el período inmediato de la cirugía como durante el seguimiento alejado no se observaron complicaciones isquémicas en el brazo donde se extrajo la AR.

Si bien los resultados iniciales en lo referente a permeabilidad son promisorios, se requiere un período aún mayor de seguimiento para indicar el uso rutinario de la combinación AR y arterias mamarias en la revascularización miocárdica.

## SUMMARY

### MYOCARDIAL REVASCLARIZATION WITH ARTERIAL CONDUITS: COMBINED USE OF RADIAL AND INTERNAL MAMMARY ARTERIES

#### Background

At present there is a renewed interest in the use of the radial artery in combination with other arterial conduits as an alternative for myocardial revascularization procedures.

#### Material and method

We show the results of 123 patients with a myocardial revascularization procedures performed by the same surgeon, using the radial artery as a conduit to revascularize preferably the circumflex and/or the right coronary arteries, combined with a left internal mammary artery graft to the left anterior descending artery and in some case a right internal mammary graft to the right coronary artery: these 123 patients were revascularized from May

1995 to October 1996, using the radial artery as a free graft in Y or in T from the left internal mammary artery; mean age was 62.11 years, SD 10.56 (range 37-84 years). Four hundred thirty seven graft were performed (mean 3.56% per patient), of these 224, were with a radial artery, in all cases diltiazem was routinely administrated to prevent radial artery spasm. Forty four patients had coronary angiography before discharge.

#### Results

In-hospital: 1 patient (0.8%) died of a non-cardiac cause (sepsis) and 2 patients (1.62%) had a perioperative myocardial infarction. The coronary angiography at discharge showed patent arterial conduits in all cases, although 3 (1.75%) had evidence of spasm. During follow-up (mean 9.2 months) 2 patients (1.6%) died of a massive gastrointestinal bleed, and the other of pneumonia, no other events, nor interventions were registered, 92.68% of the patients were free of symptoms by the end of the follow-up.

#### Conclusions

1) In this series of patients control coronary angiography showed an optimal patency for all arterial conduits used. 2) A myocardial revascularization procedures only with arterial conduits is possible in the majority of patients, with the combined use of radial artery, left internal mammary artery and right internal mammary artery.

*Key words* Coronary surgery - Arterial conduits - Radial artery

## BIBLIOGRAFIA

1. Carpentier A, Guermonprez JL, Deloche A, Frechette C, DuBost C. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts. *Ann Thorac Surg* 1973; 16: 111-121.
2. Carpentier A. Discussion of: Geha AS, Krone RJ, Mc Cormick JR, Baue AE. Selection of coronary bypass: anatomic, physiologic, and angiographic considerations of vein and mammary artery grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975; 70: 429-430.
3. Acar C, Jebara VA, Portoghesi M y col. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1992; 54: 652-660.
4. Dietl C, Benoit C. Radial artery graft for coronary revascularization: Technical considerations. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 102-110.
5. Calafiore A, Teodori G, Giammarco G y col. Coronary revascularization with the radial artery: new interest for an old conduit. *J Cardiol Surg* 1995; 10: 140-146.
6. Allen EV, Barker NW, Hines EA. Enfermedades vasculares periféricas. José Bermúdez, Buenos Aires, 1952; 203-254, 307-320.
7. van Son JAM, Smedts F, Vincent JG. Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99: 703-707.
8. Barnes HB. Defining the role of the radial artery. *Seminars in Thoracic and Cardiovasc Surg* 1996; 8: 3-9.

9. Campeau L, Enjalbert M, Lesperance J y col. The relation risk factors to the development of atherosclerosis in saphenous-vein bypass grafts and the progression of disease in the native circulation. *N Engl J Med* 1984; 311: 1329-1332.
10. Blankenhorn DH, Nessim SA, Johnson RL y col. Beneficial effects of combined colestipol-niacim therapy on coronary atherosclerosis and venous bypass grafts. *JAMA* 1987; 257: 3233-3240.
11. Luscher TF, Diedrich D, Siebnmann R y col. Difference between endothelium-dependent relaxation in arterial and in venous coronary bypass grafts. *N Engl J Med* 1988; 319: 462-467.
12. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM y col. Influence of the internal mammary artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986; 314: 1-6.
13. Cameron A, Davis KB, Green G, Schaff HV. Coronary bypass surgery with internal thoracic artery grafts. Effects on survival over 15-years period. *N Engl J Med* 1996; 334: 216-219.
14. Curtis JJ, Stoney WS, Alford WC Jr y col. Intimal hyperplasia: A cause of radial artery aortocoronary bypass graft failure. *Ann Thorac Surg* 1975; 20: 628-635.
15. Spence PA, Montgomery WD, Santamore WP. High flow demand on small arterial coronary bypass conduits promotes graft spasm. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 1995; 110: 952-962.