

Arteria radial. Alternativas técnico-quirúrgicas en el bypass coronario

Fernando Hornero
María José Dalmau
Sergio Cánovas
María Bueno
Óscar Gil Albarova
Rafael García Fuster
José A. Montero

Servicio de Cirugía
Cardíaca del Hospital
General Universitario
de Valencia

Correspondencia:
Fernando Hornero Sos
Servicio Cirugía
Cardíaca
Hospital General Universi-
tario de Valencia
Avda. Tres Cruces s/n
46014 Valencia
E-mail:
hornero_fer@gva.es

Resumen

Introducción y objetivos: Los excelentes resultados obtenidos con la arteria mamaria interna auguran un futuro prometedor a otros injertos arteriales, como la arteria radial. Presentamos en nuestra experiencia las diferentes alternativas quirúrgicas que puede ofrecer la arteria radial como injerto coronario.

Metodo: En 80 pacientes se realizó revascularización miocárdica empleando arteria radial izquierda, con un nº de anastomosis por paciente de 3,2. Se utilizó como: injerto termino-terminal desde la aorta en el 51,7%, injerto en Y en el 38,6%, injerto secuencial en el 8,7%, o injerto intercoronario en el 0,8%.

Resultados: Mortalidad hospitalaria 1,2%. Complicaciones postoperatorias: infarto peroperatorio 1,2%, balón contrapulsación 2,4%. Durante un seguimiento medio 8 meses (rango 1-53) un paciente ha presentado angina; un paciente falleció en el seguimiento por causa desconocida.

Conclusiones: Por sus características morfométricas la arteria radial es un excelente conducto, que puede ser empleado con diversidad de técnicas y permite una revascularización arterial con un mínima morbi-mortalidad quirúrgica.

Palabras claves: Revascularización. Cirugía. Arteria radial

Summary

Background: The excellent patency results achieved with the internal mammary artery give good expectative with others arterial grafts, like radial artery. We present our experience with different surgery strategies by using radial artery for coronary artery bypass grafting.

Method: The radial artery was used for myocardial revascularization in 80 patients, with an average number of grafts of 3,2 per patient. The radial artery was employed in different ways: free graft anastomosed to the ascending aorta in 51.7%, Y graft in 38,6%, sequential graft in 8.7%, or intercoronary graft in 0,8% of cases.

Results: Hospital mortality 1,2%. Postoperative complications: perioperative infarction 1,2%, intraaortic balloon pump 2,4%. The mean follow-up was 8 months (range 1-53), and one patient had recurrent angina; other one patient dead by unknown cause.

Conclusions: Radial artery is an excellent graft for its morphometrics performance, which can be used with different surgical techniques and allow arterial revascularization with minimal surgical morbidity and mortality.

Key words: Revascularization. Surgery. Radial Artery

Introducción

El injerto de arteria mamaria interna (AMI) es actualmente la alternativa quirúrgica de elección en la revascularización miocárdica del territorio coronario de la arteria descendente anterior (DA). Con una permeabilidad superior al 90% a los 10 años, mejora la supervivencia y disminuye en el número de eventos isquémicos¹⁻³. Estos resultados contrastan con los alcanzados mediante el uso de injertos venosos, con permeabilidades inferiores al 50% a los 10 años, lo que generalmente obliga a posteriori a nuevos procedimientos quirúrgicos^{4,5}. Ante estos resultados una nueva tendencia quirúrgica está desarrollándose en la cirugía coronaria, sustituir los injertos venosos por injertos arteriales. Diversas arterias han sido empleadas como injertos y la arteria radial (AR) parece ser un buen conducto arterial con el que obtiene una excelente permeabilidad, superior al 90% durante los primeros 5 años⁶⁻⁸. Diversos grupos han publicado su experiencia con la AR en la revascularización coronaria, empleándola mediante diferentes técnicas. Acar y Chen, *et al.* anastomosaron proximalmente la AR a la aorta, sin embargo Calafiore y Sundt, *et al.* emplean la AR en "Y" o "T" desde la AMI⁹⁻¹¹. Otros autores prefieren hacer uso indistinto de ambas técnicas, adaptándose a la situación de cada caso^{12,13}. Presentamos en nuestra experiencia las diferentes alternativas quirúrgicas con que puede emplearse una AR como injerto coronario, a fin de alcanzar una revascularización arterial completa.

Material y método

En los últimos cuatro años comenzamos a emplear en pacientes candidatos a cirugía de revascularización miocárdica injertos arteriales de arteria radial, de forma asociada al empleo de AMI. Presentamos en un subgrupo de 80 pacientes las diferentes formas quirúrgicas con que ha sido empleada la arteria radial como injerto coronario. Del grupo se excluyeron los pacientes con patología quirúrgica valvular asociada. La selección de este grupo se realizó de forma retrospectiva, agrupando para el estudio todos los pacientes intervenidos hasta febrero de 2001, con objeto de poder comunicar los resultados en el X Congreso de la *Societat Catalana de Cirurgia Cardíaca*. Las indicaciones quirúrgicas para la revascularización miocárdica fueron las establecidas como recomendaciones por la Sociedad Española de Cardiología para la cardiopatía isquémica¹⁴.

El grupo de pacientes a estudio lo forman 70 varones y 10 mujeres, con una edad media de 57 ± 9 años (32 a 74). La clínica preoperatoria de los pacientes fue predominantemente angina al esfuerzo, con antecedentes de infarto de miocardio en 32 pacientes (40%). Entre las principales patologías concomitantes y factores de riesgo cardiovascular, destacaban la diabetes mellitus en 42 pacientes (52,5%); dislipemia 46 pacientes (57,5%); hipertensión arterial sistémica 35 pacientes (43,7%); enfermedad vascular periférica severa en 17 pacientes (21,2%); insuficiencia renal preoperatoria (creatinina > 2 mg%) en cinco pacientes (6,2%); y enfermedad pulmonar obstructiva crónica 9 pacientes (11,2%). La fracción de eyección media por la ventriculografía del cateterismo fue de $51 \pm 16\%$ (rango 25 a 69). La coronariografía demostró enfermedad del tronco común de la coronaria izquierda en 15 pacientes (18,7%), y/o enfermedad severa de tres vasos coronarios en 68 pacientes (85%). La revascularización quirúrgica se realizó con carácter urgente (< 24 horas) en 13 pacientes (16,2%). Empleamos tres escalas de riesgo quirúrgico en cirugía cardíaca para ponderar la mortalidad predecible del grupo seleccionado. El EuroSCORE¹⁵, una escala genérica de todo tipo de cirugía cardíaca, fue de $2,9 \pm 2,6$ (rango entre 0 y 13) lo que corresponde a una mortalidad esperada menor del 2,9%. Las escalas específicas para pacientes con cardiopatía isquémica que empleamos para la estratificación fueron el Score de la *Cleveland Clinic Foundation*¹⁶ con un valor de $2,4 \pm 2,5$ (rango entre 0 y 11), y el Score de la *American Heart Association*¹⁷ de $2,4 \pm 1,9\%$ (rango entre 0 y 8,5), es decir una mortalidad esperada menor del 2,3% y 1,7% respectivamente.

En todos estos pacientes la arteria radial elegida para su disección fue la del brazo no dominante. Empleamos dos tests para evaluar la posibilidad de su disección y uso: el test de Allen y la variación pulsioximétrica de la saturación de oxígeno al clampaje. El test de Allen es realizado preoperatoriamente en sala y lo empleamos como primer método de *screening* entre los pacientes candidatos al empleo de AR. Si no existe sospecha de isquemia con este test, al paciente se le prepara el antebrazo para quirúrgicamente ser explorada la AR. Para ello colocamos un pulsioxímetro en el 1º dedo de la mano, clampamos la AR y comprobamos su índice oximétrico. Sólo cuando la saturación en el primer dedo se mantiene sin cambios asumimos un correcto funcionamiento de la circulación colateral por el arco palmar y extraemos la AR. La AR la disecamos no esqueletizada con ayuda de clips y electrobisturí quirúrgico, y una vez extraída la almacenamos hasta su empleo en una solución de sangre con vasodilatadores, diltiazem y sulmetin papaverina.

Cuando empleamos la AR como injerto coronario aplicamos un protocolo sistémico de perfusión continua intravenosa durante las primeras 48 horas con un antagonista del calcio, diltiazem. En el momento de la inducción anestésica se instaura bolo inicial de 10-25 mg de diltiazem, seguido de la perfusión continua a 5-10 ml/hora (a dilución: 25 mg diltiazem en 50 ml suero fisiológico) durante las primeras 48 horas. En el resto de postoperatorio mantenemos una dosis de 60 mg / 8 horas, vía oral, durante los primeros 6 meses.

Técnica quirúrgica en el empleo de la AR

A criterio del cirujano, la AR fue empleada técnicamente de cuatro formas distintas en función de las características anatómicas del caso. Tipo injerto libre, anastomosis en "Y" o en "T", anastomosis secuencial *side to side*, o como injerto intercoronario (Figura 1).

- El *injerto libre* de AR (Tabla 1) anastomosado directamente en la aorta ascendente, fue realizado cuando se consideró la arteria nativa coronaria a revascularizar de suficiente relevancia (planteándonos dudas de robo coronario si se empleaba como injerto secuencial), y si la AR era de un calibre proximal $> 2,5$ -3 mm que permitiese su anastomosis directa a la aorta, con suficiente longitud para llegar hasta la aorta, y cuando no había enfermedad ateromatosa en la porción ascendente de la aorta.

- Arteria radial en "Y" o en "T" (Tabla 2), con origen desde otro injerto arterial, se empleó preferentemente en arterias coronarias con lesión severa u ocluidas (bajo riesgo de robo de flujo), en arterias coronarias pequeñas y / o mala calidad (ateromatosas - calcificada) con dificultad para una anastomosis secuencial, en casos con aorta ascendente ateromatosa (técnica *non touch* para evitar las embolias por el clampaje aórtico), y en las condiciones no propicias para emplearse como injerto libre, es decir, AR de longitud insuficiente para alcanzar la aorta y AR de pequeño calibre (pacientes con baja superficie corporal).
- Anastomosis *secuencial* de AR (Tabla 3) se realizó cuando la arteria coronaria era > 2 mm y / o buena calidad, en arterias coronarias con severa lesión u ocluidas o de limitada relevancia, en casos de aorta ascendente ateromatosa (*non touch*), limitada longitud y pequeño calibre proximal de la AR para ser anastomosada en la aorta, pequeño calibre de la AR (pacientes baja superficie corporal).
- El *injerto intercoronario* (Tabla 4) se empleó en las situaciones de escasez de injertos arteriales, o en casos de reintervenciones, siempre y cuando las condiciones anatómicas de las coronarias fueran favorables.

La mayoría de anastomosis en "Y" las realizamos antes de iniciar la CEC, para lo cual intraoperatoriamente medimos las distancias entre las coronarias y preparamos los injertos con las anastomosis necesarias (Figura 2).

Durante las primeras 12 horas postoperatorias se realizó una titulación seriada de enzimas miocárdicos, y posteriormente un electrocardiograma cada 48 horas. Los pacientes fueron seguidos clínicamente en el postoperatorio, con prueba de esfuerzo de control al 2º ó 3º mes. Los pacientes que bajo tratamiento médico antianginoso presentaron clínica y / o prueba de esfuerzo positiva, fueron remitidos a un estudio ecocardiográfico con dobutamina para valorar isquemia residual. Una nueva coronariografía con injertografía se realizó cuando con las pruebas anteriores se documentó isquemia y por lo tanto había alta sospecha de oclusión precoz de un injerto coronario.

Resultados

La revascularización miocárdica se realizó en este subgrupo de pacientes empleando las arterias AMI izquierda y derecha, con la AR como únicos injertos arteriales. El número de injertos realizados por paciente fue de $3,2 \pm 1,3$. Mediante los tests utilizados en la disección de la AR no hubo ningún caso con isquemia de mano, ni impotencia o claudicación. La incisión en el antebrazo origina hipoestesias a nivel del territorio del ramo superficial del nervio musculocutáneo en el 18,7% de casos, resueltas espontáneamente en la totalidad de los pacientes durante los primeros tres meses. En 61 pacientes (76,2%) se realizó la intervención con ayuda de circulación de extracorpórea (CEC), preparando las anastomosis en "Y" antes de iniciar la CEC. En 19 pacientes (23,8%) se realizaron los injertos sin asistencia circulatoria a corazón latiendo (sin CEC).

El tipo de injerto realizado con la AR fue:

- *Libre*, desde la aorta ascendente: 59 anastomosis (51,7% de las anastomosis con AR)
- *Injerto en "Y"* desde otro injerto arterial: 44 anastomosis (38,6% de las anastomosis con AR). Desde la AMI izquierda en un 43%, 5% de la AMI derecha, y 52% desde la misma AR libre.
- *Injerto secuencial*, con la misma AR: 10 anastomosis (8,7% de las anastomosis con AR)
- *Injerto intercoronario*: 1 anastomosis entre una 1º y 2º diagonal (0,8% de las anastomosis con AR)

Figura 1.
Variedades técnicas en el uso de la arteria radial como injerto coronario.
A, injerto libre desde la aorta ascendente.
B, injerto en "Y".
C, injerto secuencial.
D, injerto intercoronario

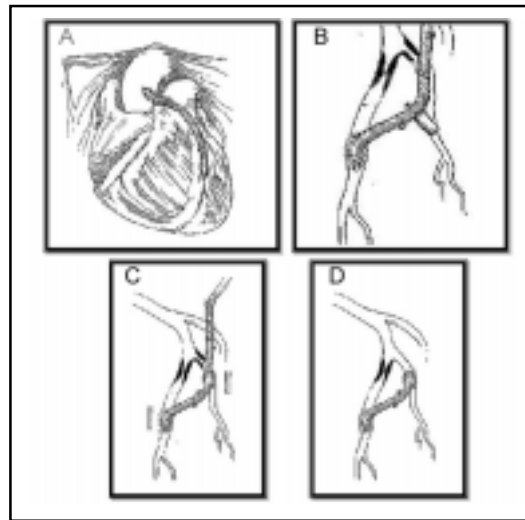


Tabla 1.
Arteria radial como injerto libre desde aorta

- Arteria coronaria de relevancia (¿robo coronario?)
- Arteria radial calibre proximal >2,5-3 mm (¿parche safena?)
- Longitud arteria radial adecuado
- Aorta ascendente no ateromatosa

La AR tipo injerto libre la utilizamos preferentemente en la revascularización del territorio de la arteria circunfleja (69,5%), y de forma tipo injerto en "Y" o secuencial para la revascularización de las arterias diagonales y la arteria coronaria derecha.

El territorio coronario injertado con la AR fue variable en función de las lesiones coronarias del paciente, intentando mantener una preferencia por el uso de la AMI izquierda en la revascularización de la arteria descendente anterior. Por ello, la AR se empleó mayoritariamente para revascularizar el territorio de la arteria circunfleja (arterias obtusas marginales), en el 57,9% de los casos. En el restante número de casos, de manera indistinta, la AR injertó el territorio de la arteria coronaria derecha o el de la arteria diagonal (Tabla 5).

La AR fue empleada como injerto libre en un 69,5% cuando revascularizó alguna arteria obtusa marginal, y mediante injerto en "Y" y/o secuencial en similares porcentajes cuando se empleó para el territorio de la arteria diagonal o coronaria derecha.

La mortalidad hospitalaria fue del 1,2% (un paciente), fallecido por shock cardiogénico; en este paciente se demostró la permeabilidad de todos los injertos con una nueva coronariografía al 3º día de postoperatorio. Las principales complicaciones postoperatorias fueron: infarto perioperatorio en 1 paciente por oclusión de AR libre (1,2%) a arteria coronaria derecha comprobada en la injertografía postoperatoria; implantación de balón intraaórtico de contrapulsación en 2 pacientes (2,4%); síndrome resistencias periféricas bajas durante el postoperatorio inmediato en la unidad de intensivos, atribuido inicialmente al efecto farmacológico del diltiazem, en 9 pacientes (10,8%); transfusión de hemoderivados en 29 pacientes (34,8%). En el seguimiento medio de 8 meses (rango 1-55), un paciente ha presentado nueva angina atribuible tras el estudio con ecocardiografía-dobutamina a un territorio coronario no revascularizado durante la intervención por mala calidad de la arteria coronaria, motivo por el que no se realizó nueva coronariografía. Un paciente falleció al segundo mes por causa desconocida. En el resto de pacientes todas las pruebas de esfuerzo realizadas de control durante el 2º-3º mes de postoperatorio han sido negativas.

Discusión

La revascularización de la estenosis significativa de la arteria descendente anterior con el injerto de AMI izquierda ha demostrado a largo plazo ser la alterna-

-
- Aorta ascendente ateromatosa ("non touch")
 - Limitada longitud arteria radial
 - Reducido calibre proximal de la arteria radial (<2 mm)
 - Pequeño calibre arteria radial (mujeres, pacientes baja SC)
 - Arteria coronaria ocluida o de limitada relevancia
 - Arteria coronaria pequeña y / o mala calidad (ateromatosa-calcificada)
 - Cirugía sin CEC (?). Pacientes elevado riesgo quirúrgico (?)
-

-
- Arteria coronaria > 2 mm y/o buena calidad
 - Arteria coronaria ocluida o de limitada relevancia
 - Aorta ascendente ateromatosa / calcificada ("non touch")
 - Limitada longitud arteria radial
 - Pequeño calibre proximal arteria radial
 - Pequeño calibre arteria radial (mujeres, pacientes baja SC)
-

-
- Escasez de injertos arteriales
 - Reintervenciones
 - Anatomía coronaria favorable
-

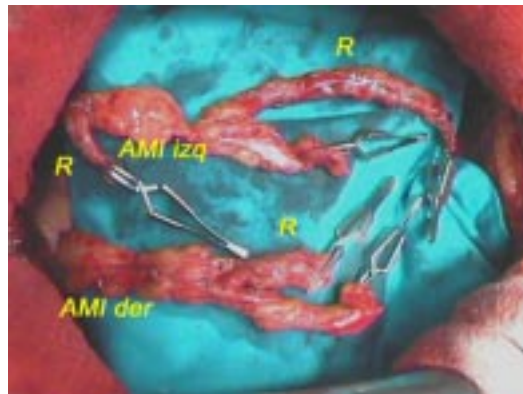


Tabla 2.
Arteria radial como injerto en "Y" o en "T" desde otro injerto

Tabla 3.
Arteria radial como injerto secuencial

Tabla 4.
Arteria radial como injerto intercoronario

Figura 2.
Preparación de las anastomosis entre los distintos injertos arteriales, antes de ser anastomosados al árbol coronario. AMI izq= arteria mamaria interna izquierda. AMI der= arteria mamaria interna derecha. R = arteria radial

tiva quirúrgica de elección por mejorar la supervivencia y disminuir el número de eventos isquémicos miocárdicos. Estos resultados son gracias a su exce-

Tabla 5.
Ubicación del injerto
de arteria radial
en función de su variedad
técnica

	DA	DIAG	OM	CD/DP	PL izq y/o der
libre	1 (1,6%)	3 (5%)	41 (69,5%)	9 (15,2%)	5 (8,4%)
en Y	0	15 (14,3%)	21 (20%)	4 (3,8%)	4 (3,8%)
secuencial			4(40%)	6 (60%)	

lente permeabilidad como injerto coronario del territorio miocárdico de la arteria descendente anterior, es decir, un excelente injerto coronario revasculariza probablemente la arteria coronaria más importante. Diversos trabajos han demostrado una permeabilidad de la AMI izquierda superior al 90% durante los primeros 10 años, y para la AMI derecha del 93% a los cinco años^{18,19}. Por su capacidad adaptativa al flujo coronario y su elevada permeabilidad, es a largo plazo el tipo de injerto coronario de elección. En los últimos años se están empleando las dos AMI con las que parecen obtenerse mejores resultados a largo plazo que con una sola mamaria, tanto en términos de supervivencia como de recurrencia de angina y reintervenciones^{20,21}. Por el contrario, las principales series quirúrgicas de revascularización coronaria en las que han sido empleados injertos venosos han demostrado su baja permeabilidad, inferior al 45% a los 10 años, con un elevado porcentaje de pacientes con recidiva de angina o nuevo infarto. En base a los buenos resultados de la AMI y la baja permeabilidad a largo plazo del injerto venoso, se utilizan nuevos injertos arteriales, algunos de ellos ya utilizados con anterioridad. Entre estos injertos arteriales empleados en la actualidad para la revascularización miocárdica destacan las arterias radiales, la arteria gastroepiploica y las arterias epigástricas. En concreto la AR presenta diferencias morfológicas, mayor calibre y longitud, así como ventajas quirúrgicas derivadas de su fácil disección y versatilidad técnica, características que la hacen ser en la actualidad uno de los injertos arteriales de uso preferido entre los grupos quirúrgicos.

Revascularizar completamente el árbol coronario sin el uso de injertos venosos exige con frecuencia realizar varias anastomosis coronarias con el mismo injerto arterial, mediante las técnicas quirúrgicas de la anastomosis "secuencial o en tándem" y la anastomosis en "T" o en "Y". Existen alternativas quirúrgicas diferentes para la anastomosis proximal de la AR: tipo injerto libre desde la aorta ascendente, o tipo "Y" / "T" anastomosada a otro injerto arterial. La anastomosis directa en aorta es empleada por diversos grupos demostrando permeabilidad de la AR mayor del 80% a los 5 años^{6,12,22}. Las ventajas del injerto tipo libre son varias: garantizar un mejor flujo y un menor riesgo de hipoperfusión coronario en es-

pecial en las arterias coronarias con lesiones no críticas, y no emplear para la anastomosis proximal otro injerto arterial por el riesgo de lesión. Por el contrario, otros autores defienden la anastomosis proximal de la AR sobre la AMI frente a su empleo como injerto libre desde la aorta, para evitar el excesivo estrés al que se vería sometida ubicada en esta posición. Calafiore, *et al.* han demostrado una permeabilidad de la AR del 94% al año de la cirugía, realizando su anastomosis proximal sobre la misma AMI (injerto en "Y" o en "T")²³. Tector, *et al.* han demostrado resultados similares realizando anastomosis secuenciales sucesivas con la AMI derecha en "T" desde la AMI a lo largo del territorio de las arterias obtusas marginales y posterolaterales²⁴. En nuestra experiencia hemos anastomosado proximalmente la AR en similares porcentajes a aorta ascendente (51,7%) y en "Y" a AMI (49,3%), no encontrando diferencias entre ambas. La mayoría de anastomosis en "Y" las hemos realizado antes de iniciar la CEC, para lo cual intraoperatoriamente medimos las distancias entre las coronarias y preparamos las anastomosis.

Otro aspecto en el empleo de la AR es el tipo de anastomosis distal, es decir, anastomosis "secuencial o en tándem", la anastomosis en "T" o en "Y", o el injerto intercoronario. No existen estudios comparativos entre las diferentes técnicas quirúrgicas. La técnica habitual es la anastomosis secuencial por ser técnicamente un procedimiento más rápido, que precisa de menor disección de injertos arteriales^{3,7,11}. Sin embargo, exige una mayor precisión técnica quirúrgica por ser anastomosis más pequeñas, que no siempre son factibles por depender de las condiciones anatómicas del paciente, e implican un mayor riesgo al hacer depender del mismo injerto varias anastomosis coronarias. La anastomosis secuencial en perpendicular es una anastomosis más pequeña al requerir un arteriotomía coronaria pequeña, que no exceda el diámetro del injerto arterial, y que debe realizarse en porciones sanas de la coronaria. Por el contrario las anastomosis en "Y" permiten anastomosis con arteriotomías más amplias, incluso en las situaciones de enfermedad coronaria difusa. La oclusión precoz o tardía de una boca anastomótica coronaria secuencial puede comprometer el resto de anastomosis distales, mientras que con la "Y" o "T"

se limita la oclusión a la anastomosis comprometida sin afectar al resto. Algunos autores cuestionan la revascularización con múltiples anastomosis secuenciales por el temor del riesgo potencial de hipoperfusión coronario^{25,26}. Por el contrario, la anastomosis en "Y" es más simple técnicamente y probablemente segura, aunque necesita de mayor cantidad de injertos arteriales y precisa de un mayor tiempo quirúrgico al tener que realizarse una anastomosis proximal. En los injertos arteriales de pequeño calibre y/o coronaria de mala calidad es recomendable recurrir a las anastomosis en "T" o en "Y". Nuestro grupo prefiere la opción de la anastomosis en "Y" fundamentalmente por ser más simple y adaptarse más fácilmente a las condiciones anatómicas del caso.

La AR es en nuestra experiencia un excelente injerto arterial que nos permite revascularizar el miocárdico sin incrementar la morbilidad y mortalidad hospitalaria. Por sus características morfológicas (longitud y calibre) puede ser empleada con diversidad de técnicas quirúrgicas adaptándose fácilmente a las condiciones anatómicas del árbol coronario del paciente. Mantenemos unos criterios técnicos quirúrgicos para su uso adaptables a las peculiaridades del caso. Preferimos las anastomosis en "Y" de radial, en especial cuando su calibre es <2 mm, y/o las coronarias nativas son de calibre <1,5 mm y/o están atero-calcificadas. Un protocolo con diltiazem es iniciado en el acto quirúrgico y mantenido durante los primeros seis meses de postoperatorio. Actualmente en nuestra experiencia la AR es el segundo injerto arterial de elección, después de la AMI para DA, siendo empleado en más del 80% de los pacientes sometidos a revascularización quirúrgica.

Bibliografía

- Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM. Influence of the internal mammary graft on the 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986;314:1-6.
- Barner HB, Sundt TM. Multiple arterial grafts and survival. *Curr Opin Cardiol* 1999;14:501-5.
- Calafiore AM, Di Giammarco G, Luciani N, Maddestra N, Di Nardo E, Angelini R. Composite arterial conduits for a wider arterial myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1994;58:185-90.
- Grondin CM, Campeau L, Thornton JC, Engle JC, Cross FS, Schreiber H. Coronary artery bypass grafting with saphenous vein. *Circulation* 1989;79:124-9.
- Campeau L, Lesperance J, Poitras AM, Leclerc D, Castonguay Y. Saphenous vein coronary artery bypass graft patency up to 22 years after grafting (Abstract). *Circulation* 1993;88(suppl II):1388.
- Acar C, Ramsheyi A, Pagny JY, et al. The radial artery for coronary artery bypass grafting: clinical and angiographic results at five years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 116:981-9.
- Weinschelbaum EE, Gabe ED, Macchia A, Smimmo R, Suarez LD. Total myocardial revascularization with arterial conduits: radial artery combined with internal thoracic arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;114: 911-6.
- Dietl CA, Benoit CH. Radial artery graft for coronary revascularization: technical considerations. *Ann Thorac Surg* 1995;60:102-9.
- Acar C, Jebara VA, Portoghese M, et al. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1992;54:652-9.
- Chen AH, Nakao T, Brodman RF, et al. Early postoperative angiographic assessment of radial grafts used for coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;111:1208-12.
- Sundt TM, Barner HB, Camillo CJ, Gay WAJ. Total arterial revascularization with an internal thoracic artery and radial artery T graft. *Ann Thorac Surg* 1999;68: 399-404.
- Barner HB. Defining the role of the radial artery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1996;8:3-9.
- Taggart DP. The radial artery as a conduit for coronary artery bypass grafting. *Heart* 1999;82:409-10.
- Alonso JJ, Azpitarte J, Bardají A, et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en cirugía coronaria. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:241-66.
- Nashef SAM, Roques F, Michel P, et al. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;16:9-13.
- Higgins TL, Estafanos FG, Loop FD, et al. ICU admission score for predicting morbidity and mortality risk after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1997;64:1050-8.
- Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, et al. ACC/AHA guidelines for coronary artery bypass graft surgery: executive summary and recommendations: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee to revise the 1991 guidelines for coronary artery bypass surgery). *Circulation* 1999;100:1464-80.
- Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome. Angiographic follow-up of 5065 grafts related to survival and reoperation in 1388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:616-26.
- Cameron A, Davis KB, Green G, Schaff HV. Coronary bypass surgery with internal-thoracic artery grafts. Effects on survival over a 15-year period. *N Engl J Med* 2001; 334:216-9.

20. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, *et al.* Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:855-72.
21. Buxton B, Komeda M, Fuller J, Gordon I. Bilateral internal thoracic artery grafting may improve outcome of coronary artery surgery. Risk-adjusted survival. *Circulation* 1998;98(suppl II):6.
22. Anyanwu AC, Saeed I, Bustami M, Ilesley C, Yacoub MH, Amrani M. Does routine use of the radial artery increase complexity or morbidity of coronary bypass surgery? *Ann Thorac Surg* 2001;71(2):555-60.
23. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, *et al.* Radial artery and inferior epigastric artery in composite grafts: improved midterm angiographic results. *Ann Thorac Surg* 1995;60:517-23.
24. Tector AJ, Amundsen S, Schmahl TM, Kress DC, Peter M. Total revascularization with T grafts. *Ann Thorac Surg* 1994;57:33-8.
25. Carrel T, Kujawski T, Zünd G, *et al.* The internal mammary artery malperfusion syndrome: incidence, treatment and angiographic verification. *Eur J Cardiothorac Surg* 1995;9:190-7.
26. Vajtai P, Ravichandran P, Fessler CL, *et al.* Inadequate internal mammary artery graft as a cause of postoperative ischemia: incidence, diagnosis, and management. *Eur J Cardiothorac Surg* 1992;6:603-8.