

# La arteria radial en la cirugía coronaria

Manuel Calleja Hernández

Aunque las primeras experiencias del uso de la arteria radial como conducto en la cirugía coronaria no fueron satisfactorias, hoy es uno de los conductos arteriales más usados. Tras su resurgimiento a principios de los años 90 su utilización se ha extendido, presentando elevados índices de permeabilidad en series con seguimiento de varios años.

Nuestra pretensión es comentar la historia de la misma en la cirugía coronaria, los detalles referentes a su disección, la experiencia acumulada en una década de uso como segundo conducto de elección y las razones que a nuestro juicio avalan su uso de forma extensiva.

Desde agosto de 1996 hasta la actualidad hemos utilizado la arteria radial como injerto coronario en 424 pacientes. Se realizaron 543 anastomosis distales con 454 arterias radiales, lo que contribuyó a alcanzar un alto tanto por ciento de revascularización completa con conductos arteriales exclusivamente. Nuestra propia experiencia nos ha convencido de que se trata de un conducto excelente para ser usado en cirugía coronaria, en nuestra opinión el mejor tras la arteria mamaria interna izquierda. Las razones que, a nuestro juicio, avalan su uso extensivo son: su naturaleza arterial, su disponibilidad, la facilidad de su obtención con mínima morbilidad, su concordante calibre con los vasos coronarios, la importante longitud de la misma, la facilidad de su manejo quirúrgico, su resistencia al acodamiento, el hecho de evitar safenectomías, y la excelente permeabilidad demostrada ya a largo plazo.

**Palabras clave:** Arteria radial. Revascularización miocárdica. Injerto coronario.

## *The radial artery in coronary artery bypass grafting*

Although the initial experiences with radial artery as a conduit for coronary surgery were not satisfactory, it is nowadays widely used. After its renaissance in the early 90s its use has extended, with high patency rates in the series of patients followed for several years. Our goal is to comment the history of this graft, the technical for harvesting, the experience accumulated over a decade of use as the second conduit of choice and the reasons that guarantee their use.

From August of 1996 we have used the radial artery as coronary bypass graft in 424 patients. A total of 543 distal anastomoses were built with 454 radial arteries, which contributed to reach a high percentage of complete revascularizations with exclusively arterial conduits. Our own experience has convinced us that it is an excellent conduit to be used in coronary surgery, in our opinion best after left internal mammary artery. The reasons that, in our opinion, guarantee its extensive use are: its arterial nature, availability, the minimum morbidity associated with its harvest, its similar caliber to the coronary vessel, available length, ease surgical handling, resistance to kinking, and the possibility to avoid saphenectomies and the excellent patency in the long-term.

**Key words:** Radial artery. Myocardial revascularization. Coronary graft.

Correspondencia:  
Manuel Calleja Hernández  
Londres, 2, 3.º Dcha.  
45003 Toledo  
E-mail: mcallejahdez@yahoo.es

## INTRODUCCIÓN

El mejor conducto que conocemos es la arteria mamaria interna izquierda (AMII), especialmente cuando se trata de revascularizar la arteria descendente anterior (DA)<sup>1-6</sup>. El concepto de «lo mejor» se desvanece entre cada vez más matices según profundizamos en el estudio de cualquier asunto, en este caso la cirugía coronaria. Trataré de transmitir lo que de distinto tiene la arteria radial (AR) con respecto al resto de conductos usados en esta cirugía, tras haberla utilizado ampliamente de forma rutinaria durante los últimos 10 años.

El primer autor que comunicó su utilización fue Alain Carpentier a principios de los años 70. En 1973 publicó su primera experiencia<sup>7</sup> con 30 injertos de AR. Dos años después, en el Congreso de la *American Association of Thoracic Surgery* de 1975, comunicó la oclusión y estenosis difusas y múltiples de un tercio de los mismos y, debido a ello, abandonó su uso. Para explicar este fenómeno fueron enunciadas dos hipótesis: el espasmo arterial como respuesta exagerada a las aminas  $\alpha$  de la arteria denervada<sup>8-11</sup>, así como la hiperplasia de la íntima<sup>9,12,13</sup> secundaria a una disección demasiado traumática de la misma.

En 1989, un cardiólogo de la periferia de París remite a Carpentier una coronariografía de un paciente que, habiéndosele ocluido su injerto de AR de forma precoz 15 años antes, ahora se encontraba permeable y con buen aspecto angiográfico. Esta sorpresa lleva al grupo de Carpentier, personalizado en Christophe Acar, a estudiar a los pacientes que tenían su injerto ocluido, comprobando, con gran sorpresa, que este mismo fenómeno de «repermeabilización» había ocurrido en cinco casos más. Como consecuencia y sin poder enunciar argumentos claros del porqué de esta sorpresa, comienza con nuevo ímpetu a principios de los años 90 la utilización de la AR en cirugía coronaria. Sin embargo, permanecía una cuestión en el aire: si no sabemos exactamente por qué había ocurrido esto... ¿qué pasará con estos nuevos injertos de AR que implantamos ahora?

El asunto no carecía de importancia. En ese momento histórico del principio de los 90 contábamos con una cirugía coronaria segura, de baja mortalidad, y de efectos clínicos duraderos, en la que ya se había impuesto la evidencia de la superioridad de la AMI en la revascularización de la DA<sup>1,2</sup> y en la que se habían introducido otros conductos arteriales como la AMID, la arteria gastroepiploica y otras con buenos resultados<sup>14,15</sup>. Además, la durabilidad de los injertos venosos era cada vez mayor, lo que se atribuía a su disección más cuidadosa y al tratamiento antiagregante plaquetario. Se reintroducía la AR pero debía respetar obligatoriamente tres condiciones: no empeorar las tasas de mortalidad consigui-

das, no añadir riesgos (incluidos los relativos a la perfusión del brazo, o brazos, donantes) y, por último, ser por lo menos igual de buena en términos de resultados clínicos que la cirugía coronaria «clásica».

Tras publicarse durante la segunda mitad de la década de los 90 resultados de permeabilidad muy buenos a medio plazo<sup>5-7</sup>, la AR se consolida definitivamente como un buen conducto en cirugía coronaria a principio de los 2000. La mejoría de los resultados con respecto a las primeras experiencias fue atribuida al uso de calcioantagonistas<sup>16</sup> para prevenir el espasmo arterial, así como a las modificaciones técnicas, evitando la excesiva dilatación hidrostática del injerto y con ello el deterioro de la función endotelial<sup>17</sup>.

Para entender su comportamiento debemos saber que la AR pertenece al tipo III de la clasificación arterial funcional de He, grupo caracterizado por presentar una pared extraordinariamente reactiva a los estímulos físicos y químicos y, por lo tanto, ser muy tendente al espasmo. Esta importante respuesta de la pared de la AR se encuentra en relación con la potencia de su capa media, cuyo espesor es de 500  $\mu$ .

## MÉTODOS

En nuestra experiencia, para minimizar el riesgo de espasmo arterial, desde el comienzo de su manipulación hasta el momento de ser extraída, infundimos diltiazem por vía endovenosa según el protocolo propuesto por Reyes, et al.<sup>18</sup>, con una dosis de carga inicial de 0,15-0,25 mg/kg, seguido de una infusión continua endovenosa a dosis de 0,5-1,0  $\mu$ g/kg/min. Posteriormente, el diltiazem fue restaurado a la misma dosis desde el momento en que fue realizada la primera anastomosis distal con la AR. Con el transcurso del tiempo, siguiendo la tendencia general, hemos sido, poco a poco, menos exigentes con respecto a la política «antiespasmo» hasta dejar de practicarla<sup>19-21</sup>. Desde hace 5 años no utilizamos calcioantagonista; sólo si sospechamos algún fenómeno vasospástico usamos nitroglicerina endovenosa.

Las características físicas de la AR son:

- El calibre de la AR oscila entre 2-3 mm<sup>22</sup>, lo que significa que existe un importante grado de concordancia con los calibres habituales de las arterias coronarias y, en cualquier caso, mucho mejor que el de la vena safena. Sin duda, este hecho supone una menor turbulencia y estasis sanguíneo en el injerto, dificultando su trombosis.
- La longitud útil de injerto suele ser suficiente para alcanzar cualquier vaso coronario desde la aorta ascendente.

- La AR se ve afectada raramente por la aterosclerosis, lo que hace de la misma un conducto casi siempre utilizable.
- En algunos casos de pacientes con insuficiencia renal encontramos una arteria con pared muy rígida. Esta rigidez no es debida a aterosclerosis sino a calcinosis de la capa media<sup>23</sup>, siendo en estos casos desaconsejable su uso.

Desde el punto de vista anatómico, al contrario de lo que ocurre con la vena safena, el trayecto de la AR es constante y, por lo tanto, predecible. Transcurre por el surco virtual que existe entre los músculos flexor radial del carpo y braquiorradial, el cual la protege de traumatismos al cubrirla por completo en sus dos tercios proximales. En su tercio distal la AR es subcutánea, siendo más vulnerable a traumatismos.

Para obtener un injerto idóneo y no provocar yatrogenia en el brazo donante es muy importante tener en cuenta los siguientes puntos:

- Realizar una valoración adecuada del flujo cubital y de la integridad del arco palmar.
- Respetar los límites anatómicos peligrosos en sus dos extremos: la arteria recurrente en el proximal y la arteria palmar superficial en el distal.
- Producir el mínimo trauma a la misma durante la disección.
- No proceder a dilatación hidrostática de la misma una vez extraída.
- Es importante conservarla en suero templado con heparina y papaverina hasta ser implantada<sup>24</sup>.

Para la valoración del flujo de la arteria cubital y de la integridad del arco palmar puede utilizarse la maniobra de Allen<sup>25</sup>, pero una prueba mucho más objetiva y que en nuestra práctica ha sido muy segura es la siguiente:

- Monitorización de la pulsioximetría del dedo índice de la mano cuya circulación se pretende explorar.
- Disección de una pequeña porción (unos 2 cm) del segmento más distal de la AR.
- Una vez estabilizada la señal gráfica y el dígito correspondiente de la saturación periférica de oxígeno del pulsioxímetro, se ocluye firmemente la AR disecada.
- Se interpreta como prueba negativa, y, por lo tanto, AR susceptible de ser extraída, cuando no se pierde la curva o cuando, perdiéndose, se recupera antes de 5 s.

Una vez realizada dicha prueba, si la arteria es susceptible de ser usada, se extiende la incisión hasta el punto medio de la fosa antecubital, sobre el latido braquial, con un trayecto en arco de violín con la curvadura dirigida hacia el borde medial del antebrazo,

para evitar la lesión del nervio cutáneo antebraquial. Debe evitarse siempre alcanzar con la incisión el pliegue antebraquial y el de la muñeca, para evitar molestias durante la flexión del antebrazo y la flexión ventral de la mano.

En su disección es importante tener claro cuáles son los límites proximal y distal que deben ser respetados siempre para evitar ulteriores problemas isquémicos en el antebrazo. En su extremo proximal debe ser siempre respetado el origen de la arteria recurrente que se origina entre 1-2 cm distal a la bifurcación de la arteria braquial, tomando posteriormente un trayecto lateral y ascendente para irrigar músculos pronadores. En su extremo distal debe ser siempre respetado el origen de la arteria palmar superficial para mantener íntegro el arco palmar, que debe asegurar la irrigación de la mano a partir del flujo procedente de la arteria cubital.

Con respecto a cuál de las dos arterias debe ser disecada, parece razonable que sea la del lado no dominante, por motivos obvios, aunque en mi experiencia personal no ha existido ningún caso de secuelas clínicamente relevantes tras su extracción. En 30 casos han sido disecadas ambas AR. Como anécdota, en uno de los primeros artículos publicados de la «segunda era de la radial», a principios de los 90, a uno de los pacientes de la serie, pianista profesional, le habían extraído las dos arterias radiales.

Para su disección, tras incidir la fascia antebraquial, se separa lateralmente el músculo braquiorradial en toda su longitud antes de comenzar la disección de la arteria. Esta maniobra permite una buena exposición de la totalidad de la AR y es importante, pues evita la necesidad de hacer pequeñas incisiones entre los músculos, que pueden dañar la arteria o provocarle espasmos. Colocando una pinza vascular atraumática en la parte media de la arteria palpamos, e incluso visualizamos, el latido de la mitad distal de la misma. Si esto ocurre, podemos estar seguros de que existe una buena suplencia cubital y de que el pulso llega a través de la circulación del arco palmar. Posteriormente, se liga la porción proximal de la arteria, siempre distalmente al origen de la arteria recurrente, y se secciona 1 mm por debajo observando el sangrado retrógrado. Si éste es bueno, tenemos una prueba más de que la circulación colateral a través del arco palmar, procedente de la arteria cubital, es suficiente y no va a producirse isquemia de la mano. Seguidamente, se liga en su porción distal, siempre proximalmente al origen de la arteria palmar superficial a través de la cual se establece la circulación del arco palmar, y se secciona 1 mm proximal a la ligadura.

En lo referente al método de disección parece existir evidencia de que el uso del bisturí ultrasónico determina el menor trauma entre todos los métodos posibles y,

como consecuencia, consigue mayores flujos y menores índices de pulsatilidad, la troponina I se eleva menos y raramente produce complicaciones locales<sup>26</sup>.

En mis 10 años de experiencia no he visto ningún caso de isquemia ni déficit motor ni ningún síndrome compartimental. No han existido infecciones de suficiente entidad para necesitar desbridamiento y solamente ha habido cuatro casos de hematoma que no han necesitado drenaje quirúrgico.

## RESULTADOS

Personalmente, comencé la utilización de forma rutinaria de AR como conducto de segunda elección en agosto de 1996. Desde entonces hasta el presente se ha utilizado en 424 pacientes. El número de anastomosis distales realizadas ha sido de 1.123, de las cuales 543 lo han sido de AR. La revascularización de estos pacientes fue completada con 463 de AMII o AMID, 16 de arteria epigástrica inferior derecha y 101 de vena safena, lo que significa que menos del 10% de los injertos usados fueron venosos. Se trató de 325 simples, 92 secuenciales, fundamentalmente a ramos marginales, y 126 bifurcados, especialmente a ramas diagonales y marginales, y en cuanto a anastomosis proximales, 434 de ellas fueron realizadas en aorta<sup>27,28</sup>, 18 sobre alguna arteria mamaria y 45 sobre otra AR. Por otra parte, 471 de ellas fueron construidas bajo CEC y 72 sin CEC.

En lo referente a los territorios revascularizados, la cara anterior lo fue en 142 casos, la mayoría de los cuales fueron a ramos diagonales; la cara lateral en 281, la mayoría a ramos marginales, y la cara inferior en 120 casos, siendo en dos tercios de casos a la arteria descendente posterior y un tercio a la propia coronaria derecha. La cara lateral es la que más se presta a recibir un injerto de AR. Su uso rutinario como injerto de segunda elección nos ha permitido lograr revascularización completa y con conductos arteriales en un 73,8% de los 424 casos.

## DISCUSIÓN

Tras 10 años de experiencia he aprendido muchas cosas sobre la AR. De tal forma, si fuera preguntado sobre 10 argumentos que pudiera exponer para aconsejar su uso, diría:

- Naturaleza. Es algo intuitivo que un injerto de naturaleza arterial debe tener un comportamiento mejor, especialmente a largo plazo, cuando es interpuesto en un sistema de circulación arterial, que el comportamiento de un conducto venoso.

El comportamiento «vivo» que ha demostrado, similar al de la AMI en algunos casos, hace que tenga una permeabilidad muy resistente al bajo flujo. Son bien conocidos los «signos de la cuerda» que, al igual que ocurre con la AMI, se producen cuando la lesión del árbol nativo no es demasiado grave, y cómo se van «abriendo» según dicha lesión va progresando en gravedad. En mi opinión, este es el hecho que explica lo que sucedió en la primera era de su uso.

- Disponibilidad. Al contrario de lo que ocurre con la vena safena, que con alguna frecuencia se ve afectada por varices, o no está presente por haber sido sometida a safenectomía, prácticamente siempre la AR se encuentra presente en condiciones suficientemente buenas para ser usada. Solamente en los pacientes renales crónicos podemos tener problemas, pero en mi experiencia personal únicamente en una docena de casos hemos tenido que rechazar su uso. Además, en caso de necesidad, pueden ser obtenidas ambas AR, lo que ocurrió en 30 pacientes, en ninguno de los cuales hemos tenido problemas.
- Obtención. Como hemos comentado, su obtención es sencilla y prácticamente sin posibilidad de yatrogenia siempre que se respeten los puntos indicados. La evolución de la perfusión de la mano y el antebrazo, así como las heridas, ha sido en general excelente. El brazo ha sido utilizado con normalidad desde el momento de despertar en todos los casos. No han existido complicaciones isquémicas. No ha habido infecciones que hayan requerido drenaje ni curas locales. No ha existido tampoco ningún caso de síndrome compartimental. La herida resulta en general muy poco dolorosa. Por último, es importante señalar que con su uso fueron evitadas, en 353 de los 424 pacientes, las heridas de safenectomía, muchas de las cuales pertenecientes a pacientes obesos y/o diabéticos, con grandes posibilidades de dehiscencia de la herida y/o infección. En cuanto al método de obtención recomendamos el uso del bisturí ultrasónico, que asegura un mínimo trauma en la disección de la misma.
- Calibre. El calibre de la AR es más concordante con el calibre de las arterias coronarias que la vena safena. Este hecho significa la existencia de menor grado de turbulencia en la anastomosis y estasis sanguínea en el propio injerto y, por lo tanto, menor trombogenicidad.
- Longitud. Como he referido anteriormente, la longitud media de las 454 AR fue  $20,3 \pm 3,1$  cm (rango 16-24). Esta longitud permite alcanzar



desde la aorta ascendente, recorriendo el borde izquierdo del corazón, los vasos coronarios más lejanos, incluso la descendente posterior de la circunfleja en casos de dominancia izquierda. Esta circunstancia nos permite llevar a cabo siempre la estrategia quirúrgica realizada previamente con respecto al/a los injerto/s con AR planeados.

- Versatilidad. La AR una vez extraída es muy versátil, permitiéndonos realizar injertos simples, así como secuenciales, bifurcados, etc. Puede ser anastomosada, además, a cualquiera de las dos AMI sin problemas de concordancia de calibre. Podemos decir que, en términos generales, nos permite diseñar cualquier clase de injertos arteriales compuestos.
- Manejo quirúrgico. Una de las mayores facilidades que encontramos en nuestra práctica al incorporar la AR es que su manejo es muy similar al de la vena safena en cuanto a la técnica quirúrgica en la construcción de ambas anastomosis. Además, los injertos realizados con AR son más fáciles de medir, y ésta es una de las razones de que la permeabilidad de la AR sea muy superior a la de la vena safena en los injertos de los ramos marginales.
- Acodamiento. En el hecho de pertenecer al tipo III de la clasificación arterial funcional de He, confiere a la AR uno de sus principales inconvenientes: su tendencia al espasmo. Sin embargo, la potencia de su capa muscular responsable de este inconveniente es, a la vez, su mayor virtud: un injerto de AR no se acoda nunca. Si me preguntaran cuál es la mayor virtud de la AR en la cirugía coronaria, yo diría que es su imposibilidad de acodarse, incluso cuando, por equivocarnos en la medición de su longitud, queda largo el injerto. Esta imposibilidad de acodamiento es lo que explica los elevados índices de permeabilidad que se encuentran en los injertos de AR a la cara lateral.
- Safenectomías. Un efecto, no por colateral menos importante, es la cantidad de safenectomías que evitamos. Si pensamos en la gran cantidad de pacientes diabéticos y obesos que operamos y la importante tasa de complicaciones que dichas safenectomías generan nos daremos cuenta de cómo el uso de la AR ha contribuido a la disminución de la estancia media y con ello la disminución del coste/paciente de esta cirugía. Por otra parte, el no tener un paciente ninguna dificultad para deambular permite evitar muchas otras complicaciones de todos conocidas.

- Permeabilidad. Es un hecho indiscutible que las permeabilidades encontradas con la AR se pueden considerar de excelentes en relación con sus competidores, el principal de los cuales es la vena safena<sup>27,28</sup>. Existen varias series publicadas<sup>5-7,29-31</sup> con muy buenas permeabilidades, algunas de las cuales con seguimientos de varios años de entre 72,9-91,0%<sup>5,28,31</sup>, siendo el mayor seguimiento en este momento a 8,7 años con una permeabilidad de 91,6%<sup>7</sup>.

También quisiera transmitir aquí cuál es, a mi juicio, «el secreto del éxito» de un injerto de AR. El factor más importante, en mi opinión, para lograr una permeabilidad duradera es no revascularizar con ella estenosis del vaso nativo de grado moderado. Hay que reservarla, como, por otra parte, en general ocurre con otras arterias, para cuando existen estenosis iguales o superiores al 90%, con lo que evitaremos los flujos competitivos entre la circulación nativa y la del injerto, y con ello la aparición de signos de la cuerda<sup>32</sup>.

Por último, no quisiera acabar sin referir una experiencia vivida por mí, que ilustra de una forma intuitiva el valor que yo he encontrado en la AR como conducto a usar en la revascularización miocárdica durante los últimos 10 años. Es lo que yo llamo «el mejor piropo» a la AR que he escuchado, y lo pronunció el Dr. René Favaloro en Málaga, en diciembre de 1999, 7 meses antes de su muerte. Delante de un auditorio de cirujanos cardiovasculares que debatían sobre los injertos arteriales en cirugía coronaria dijo: «Si no resultara antiético, dedicaría el tiempo de vida que me queda a demostrar que la arteria radial alcanzaría la misma permeabilidad que la mamaria interna si con ella revascularizáramos sólo la arteria descendente anterior».

## BIBLIOGRAFÍA

1. Grondin CM, Campeau L, Lespérance J, Enjalbert M, Bourassa MG. Comparison of late changes in internal mammary artery and saphenous vein grafts in two consecutive series of patients 10 years after operation. *Circulation* 1984;70 Suppl 1:208-12.
2. Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, Ratliff NB, Easley K, Taylor PC. Long-term (5 to 10 years) series studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;89:248-58.
3. Barner HB, Swartz MT, Mudd JG, Tyras DH. Late patency of the internal mammary artery as a coronary bypass conduit. *Ann Thorac Surg* 1982;34:408-12.
4. Suma H, Takanashi R. Arteriosclerosis of the gastroepiploic and internal thoracic arteries. *Ann Thorac Surg* 1990;50:413-6.
5. Chaikhouni A, Crawford FA, Kochel PJ, Olanoff LS, Halushka PV. Human internal mammary artery produces more prostacyclin than the saphenous vein. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92:88-91.
6. O'Neil GS, Chester AH, Allen SP, et al. Endothelial function of human gastroepiploic artery: implications for its use as a bypass graft. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991;102:561-5.

7. Carpentier A, Guermontprez 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;16:111-21.
8. Carpentier A. Discussion of Geha AS, Krone RJ, McCormick JR, Baue AE. Selection of coronary bypass: anatomic, physiological and angiographic considerations of vein and mammary artery grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975;70:429-30.
9. Chiu RCJ. Why do radial artery grafts for aortocoronary bypass fail? A reappraisal. *Ann Thorac Surg* 1976;22:520-3.
10. Mass G, Johansson S, Kimblad PO, Sjöberg T, Steen S. Might free arterial grafts fail due to spasm? *Ann Thorac Surg* 1991;51:94-101.
11. Mills NL, Everson CT. Right gastroepiploic artery: a third arterial conduit for coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg* 1989;47:706-11.
12. Curtis JJ, Stoney WS, Alford WC Jr, Burrus GR, Thomas CS Jr. Intimal hyperplasia. A cause of radial artery aortocoronary bypass graft failure. *Ann Thorac Surg* 1975;20:628-35.
13. Fisk RL, Brooks CH, Callaghan JC, Dvorkin J. Experience with the radial artery graft for coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg* 1976;21:513-8.
14. Suma H, Wanibuchi Y, Terada Y, Fukuda S, Takayama T, Furuta S. The right gastroepiploic artery graft: clinical and angiographic midterm results in 200 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105:615-23.
15. Grandjean JC, Boonstra PW, Den Heyer P, Ebels T. Arterial revascularization with the right gastroepiploic artery and internal mammary arteries in 300 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107:1309-16.
16. He GW, Yang CQ, Starr A. Overview of the nature of vasoconstriction in arterial grafts for coronary operations. *Ann Thorac Surg* 1995;59:676-83.
17. 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.
18. Reyes AT, Frame R, Brodman RF. Technique for harvesting the radial artery as a coronary artery bypass graft. *Ann Thorac Surg* 1995;59:118-26.
19. Manninen H, Jaakkola P, Suhonen M, et al. Angiographic predictors of graft patency and disease progression after coronary artery bypass grafting with arterial and venous grafts. *Ann Thorac Surg* 1998;66:1289-94.
20. Acar C, Jebara VA, Portoghese M, et al. Comparative anatomy and histology of the radial artery and the internal thoracic artery. Implication for coronary artery bypass. *Surg Radiol Anat* 1991;13:283-8.
21. He GW, Yang CQ. Use of verapamil and nitroglycerin solution in preparation of radial artery for coronary grafting. *Ann Thorac Surg* 1996;61:610-4.
22. Ejrup B, Fischer B, Wrigth IS. Clinical evaluation of blood flow to the hand: the false positive Allen test. *Circulation* 1966;33:778-80.
23. Onorati F, De Feo M, Cristodoro L, et al. Can harvesting techniques modify postoperative results of the radial artery conduit? *Ital Heart J* 2005;6:911-6.
24. Lytle BW, Kramer JR, Golding LR, et al. Young adults with coronary atherosclerosis: 10 year results of surgical myocardial revascularization. *J Am Coll Cardiol* 1984;4:445-53.
25. Da Costa FD, Da Costa IA, Poffo R, et al. Myocardial revascularization with the radial artery. *Ann Thorac Surg* 1996;62:475-9.
26. Possati G, Gaudino M, Alessandrini F, et al. Midterm clinical and angiographic results of radial artery grafts used for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116:1015-21.
27. Acar C, Ramshevi 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.
28. Iaco AL, Teodori G, Di Giammarco G, et al. Radial artery for myocardial revascularization: long-term clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2001;72:464-8; discussion 468-9.
29. Maniar HS, Barner HB, Bailey MS, et al. Radial artery patency: are aortocoronary conduits superior to composite grafting? *Ann Thorac Surg* 2003;76:1498-503; discussion 1503-4.
30. Possati G, Gaudino M, Prati F, et al. Long-term results of the radial artery used for myocardial revascularization. *Circulation* 2003;108:1350-4.
31. Shah PJ, Seevanayagam S, Rosalion A, et al. Patency of the radial artery graft: angiographic study in 209 symptomatic patients operated between 1995 and 2002 and review of the current literature. *Heart Lung Circ* 2004;13:379-83.
32. Miwa S, Desai N, Koyama T, Chan E, Cohen EA, Fremes SE, Radial patency Study Investigators. Radial artery angiographic string sign: clinical consequences and the roles of pharmacologic therapy. *Ann Thorac Surg* 2006;81:112-8; discussion 119.





**BIOMED**



unidix

# Especialistas en cirugía cardiovascular

**desde 1977 al cuidado de tu salud**



**91 803 28 02**



**info@biomed.es**