

**CARDIOCENTRO
“ERNESTO CHE GUEVARA”
SANTA CLARA, VILLA CLARA**

ARTÍCULO DE REVISIÓN

**REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICA CON AMBAS ARTERIAS MAMARIAS
INTERNAS, UN RETO PARA LOS CIRUJANOS CARDIOVASCULARES
ACTUALES**

Por:

Dr. Jean Luis Chao García¹, Dr. Álvaro Lagomasino Hidalgo², Dr. Francisco Javier Vázquez Roque³
y Dr. Roger Mirabal Rodríguez⁴

1. Residente de Cuarto año en Cirugía Cardiovascular.
2. Especialista de II Grado en Cirugía Cardiovascular. Cirujano Principal del Cardiocentro Ernesto Che Guevara. Profesor Auxiliar. ISCM-VC.
3. Especialista de II Grado en Cirugía cardiovascular. Doctor en Ciencias Médicas.
4. Especialista de II Grado en Cirugía Cardiovascular.

Resumen

La arteria mamaria interna izquierda es, actualmente, el injerto más utilizado en las revascularizaciones miocárdicas quirúrgicas; sin embargo, aunque existen trabajos que demuestran la eficacia del uso de ambas arterias mamarias, esta técnica continúa siendo un tema controvertido en la literatura médica actual. Entre los factores que desestimulan su uso se encuentran los buenos resultados de la revascularización miocárdica con arteria mamaria interna izquierda y vena safena, mayor dificultad técnica y el tiempo quirúrgico prolongado; además de un incremento de las complicaciones esternales. En este trabajo se comentan las ventajas y desventajas del empleo de este tipo de procedimiento, se discuten varios resultados de diversos autores y se describe la técnica quirúrgica.

Abstract

The left internal mammary artery is currently the most common graft in surgical myocardial revascularization. However, in spite of the works showing the effectiveness of the use of both mammary arteries, this technique remains a controversial topic in medical literature nowadays. Among the factors discouraging its use we have the good results of the myocardial revascularization with left internal mammary artery and with saphenous vein, a greater technical difficulty and a prolonged surgical time; as well as an increase in sternal complications. The advantages and disadvantages in the use of this procedure are discussed in this work, as well as the results presented by several authors. The surgical technique is also described.

Descriptores DeCS:

REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICA
ARTERIAS MAMARIAS

Subject headings:

MYOCARDIAL REVASCULARIZATION
MAMMARY ARTERIES

Introducción

Las técnicas en cirugía coronaria han continuado evolucionando desde los trabajos pioneros de Sabiston, Dudley Johnson, Favalaro, Green, Bailey, Spencer y Kolesov, proporcionando a lo largo de los años magníficos resultados que hicieron cambiar la conducta exclusivamente médica de la cardiopatía isquémica¹.

Inicialmente la vena safena fue con mucho el conducto autólogo más utilizado como injerto para la revascularización por su amplia disponibilidad y su fácil manejo. Sin embargo su vulnerabilidad ante determinados procesos histopatológicos compromete su permeabilidad a medio y largo plazo, en contraposición a los excelentes resultados clínicos y de permeabilidad de la arteria mamaria interna (AMI)²⁻⁹.

Las características únicas de la arteria mamaria interna contenida en un pedículo viable, su resistencia al desarrollo de lesiones ateroscleróticas y la fisiología peculiar de su endotelio la separan no únicamente de los injertos de vena safena, sino también de otros injertos arteriales, como el de arteria radial, arteria gastroepiloica y arteria epigástrica¹⁰⁻¹⁵. La permeabilidad de los injertos de AMI a los 10 años es excelente, alrededor del 90 %^{10,11,15-20}. El efecto beneficioso de la AMI se debe a su capacidad para mantener a largo plazo la perfusión de una importante cantidad de miocardio y preservar la función ventricular^{12,13,15,18-20}.

La primera utilización de la arteria mamaria interna en humanos se debe a Longmire en 1958, Posteriormente autores como Green, Bayley y otros impulsaron la utilización de la arteria mamaria como injerto de excelencia¹⁻⁴.

Utilidad de la arteria mamaria interna

La utilización de la arteria mamaria interna izquierda (AMII) como injerto a la arteria coronaria descendente anterior (DA) forma parte, desde los años 80 de la estrategia básica en la cirugía de revascularización coronaria¹⁵.

El uso de la AMII se ha mostrado como un factor independiente para mejorar la supervivencia, independientemente de la edad, el género y la afectación de la función ventricular¹⁷.

Si la utilización de AMII presenta ventajas clínicas tan evidentes, mayores deberían ser éstas en el caso de que se utilicen ambas arterias mamarias. Entre los pacientes que más se beneficiarían con la utilización de esta técnica tenemos a los jóvenes y aquellos que presenten una expectativa de vida superior a los 10 años, teniendo como contraindicaciones relativas la realización de cirugías radicales de las mamas o tratamiento radiante de las mismas o el mediastino, por el riesgo elevado de accidentes quirúrgicos en la disección de estas arterias. En las revascularizaciones miocárdicas de urgencia es privativo el uso de AMIB por la prolongación del tiempo quirúrgico que conlleva la disección de ambas AMI^{8,9}.

Arteria mamaria interna bilateral

El grupo que popularizó y estandarizó la utilización de ambas arterias mamarias en la revascularización miocárdica encontró una reducción de la recidiva de la angina, de la aparición de nuevos IAM, y la necesidad de reoperación lo cual proporciona una mayor supervivencia^{13,17}.

En una de las publicaciones de este grupo, Cameron et al, comunicaron que la supervivencia a los 20 años era del 63 %, 50 % y 38 % según se hubiesen utilizado las dos, una o ninguna AMI^{13,17}. Corroborando estos datos, los resultados de sendos estudios retrospectivos, realizados por Fiore et al, y Galbut et al, han encontrado que la supervivencia es mayor y la recurrencia de la angina o la incidencia de nuevos infartos es menor cuando se utilizan ambas AMI^{21,22}.

La mayor serie de pacientes estudiada retrospectivamente, de forma no aleatorizada, ha sido publicada por la *Cleveland Clinic*; incluyendo 10.124 pacientes, de los que 2.001 se revascularizaron con ambas arterias mamarias, siguiéndolos por 12 años, demostrando mayor supervivencia y un menor número de reintervenciones en aquellos pacientes que recibieron AMIB, frente a los que se utilizaron solo la AMII e injertos de VS. Los jóvenes precisaron un menor

número de reintervenciones, y los de más edad han mostrado una mayor supervivencia. Estos resultados se han corroborado igualmente en subgrupos específicos como pacientes diabéticos o con disfunción ventricular izquierda²³.

Este mismo grupo presentó posteriormente sus resultados en un seguimiento a 20 años, confirmando una mejor supervivencia en el grupo de AMIB (50 vs 37 %; $p < 0,0001$), aumentado la magnitud de los beneficios a partir de los 10 años de operados. Destacan que la edad avanzada, una función ventricular izquierda afectada y otros factores de riesgo extracardíacos, disminuyen la supervivencia a largo plazo, aun persistiendo los beneficios del uso de la doble arteria mamaria en estos pacientes. Asimismo, identifican un subgrupo de pacientes de edad avanzada y con pequeña superficie corporal como los pacientes que menos se benefician de esta técnica²⁴. Por supuesto en este último corte influye una mayor destreza y experiencia del grupo, además de una renovación tecnológica en los dispositivos de inmovilización miocárdica regional, posibilitando una disminución del tiempo quirúrgico y de la accesibilidad a las arterias coronarias.

Sin embargo el uso de la arteria mamaria bilateral (AMIB) es motivo de controversia en la literatura médica. En un estudio de 8 años de seguimiento Berreklouw, et al. no encontraron diferencias significativas, en cuanto a mortalidad, eventos cardíacos postoperatorios o necesidad de sucesivas reintervenciones, entre ambos grupos de pacientes intervenidos, bien con ambas arterias mamarias o únicamente con la AMII y VS. Se destaca que la mortalidad tardía se relaciona más con la función ventricular y la comorbilidad cardíaca o extracardíaca asociada¹⁵.

En un estudio prospectivo y randomizado, Morris et al, no pudieron demostrar ventajas clínicas evidentes de la utilización de la segunda AMI. Es muy probable que para demostrar una ventaja estadísticamente significativa con la utilización de ambas AMI se necesite un seguimiento postoperatorio prolongado, de al menos 10 años²⁵.

Las causas por las que puede ser difícil demostrar la superioridad del uso de ambas arterias mamarias pueden ser múltiples. En primer lugar, la estrategia de AMII a DA más injertos de VS produce unos muy buenos resultados durante la primera década, por lo que serían necesarios seguimientos a más largo plazo y mayor número de pacientes para encontrar diferencias significativas. En segundo lugar, las técnicas utilizadas han sido muy variadas, utilizando tanto injertos *in situ* como libres, y variados han sido asimismo los vasos revascularizados, factores que pueden influir en el curso clínico posterior. Por último, la utilización de AMIB no ha obtenido necesariamente una revascularización arterial completa, pudiendo deberse los eventos posteriores a la mala evolución de los injertos venosos¹⁵.

Con todos estos beneficios, la utilización de la AMIB continúa siendo muy baja, según la base de datos de la *Society of Thoracic Surgeons*. Las causas de esta baja utilización pueden estar relacionadas, en primer lugar, con la mayor complejidad técnica que puede alargar el tiempo quirúrgico, demandando de experiencia para enfrentar este tipo de cirugía. En segundo lugar, dependiendo de la accesibilidad de los vasos a revascularizar no todos los pacientes podrán beneficiarse de esta técnica²⁶.

El mayor inconveniente asociado a la utilización de las dos arterias mamarias es la mayor incidencia de complicaciones de la esternotomía media (dehiscencia o mediastinitis), supuestamente causadas por el compromiso de la irrigación arterial de los tejidos. La falta de diferencia en la morbilidad y mortalidad en los dos grupos de enfermos es un hallazgo de alta importancia que deberá estimular el uso rutinario de esta estrategia para la revascularización coronaria.

Estudios reciente han demostrado que no existe un incremento estadísticamente significativo de las complicaciones esternales con la utilización de AMIB respecto a AMII si se disecan ambas esqueletizadas utilizando el electrobisturí armónico, manteniendo la irrigación esternal por respetar la circulación colateral.

Además de las principales ramas de las arterias mamarias, esternales, intercostales y perforantes, se han descrito otras que pueden aportar sangre al esternón y a los tejidos adyacentes una vez extraída la arteria mamaria. Éstas son las ramas esternal-perforantes y esternal-intercostales.

La ligadura de estas ramas a una distancia de 2-3 mm de la arteria mamaria, respetando la bifurcación de las mismas, puede aportar sangre al esternón a través de su circulación colateral. Por otra parte, las arterias mamarias finalizan, en un 93 % de los pacientes, a la altura del séptimo espacio intercostal en forma bifurcada en dos ramas, la arteria epigástrica superior y la

musculofrénica. En otro 7 % la finalización de las arterias mamarias se produce de forma trifurcada en las dos ramas anteriores y una rama diafragmática¹⁵.

La sección distal de las arterias mamarias previamente a su finalización aportaría, asimismo, circulación colateral al esternón y tejidos adyacentes. De esta manera, Parish, et al, comprobaron, mediante la utilización de microesferas radioactivas en un modelo canino, que aunque la extracción de la arteria mamaria se realice de forma pediculada o esqueletizada, el aporte sanguíneo al esternón disminuye, pero encuentran una mayor reducción en el flujo esternal residual cuando la extracción se realiza en forma pediculada ($1,27 \pm 0,27 \text{ cm}^3/\text{min}/100\text{g}$ de tejido) comparada con la extracción esqueletizada ($2,6 \pm 0,68 \text{ cm}^3/\text{min}/100\text{g}$), siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$)²⁷.

La disminución de la infección esternal profunda mediante la esqueletización, frente a la extracción pediculada, ha sido mostrada, incluso en pacientes de mayor riesgo, como pueden ser los pacientes diabéticos. (29-34) Calafiore, et al²⁸ estudiaron a 842 pacientes revascularizados con AMIB esqueletizadas, frente a 304 con AMIB pediculizadas, mostrando un mayor número de injertos/paciente (2,4 vs 2,1; $p < 0,001$), un mayor número de anastomosis secuenciales (288 vs 42; $p < 0,001$) y una disminución importante de la infección esternal profunda (2,2 vs 10 %; $p < 0,05$) en el grupo de AMIB esqueletizada. Asimismo, encuentran una mayor supervivencia a medio plazo (46 meses) y menor número de eventos cardíacos postoperatorios, a favor de la esqueletización.

Técnica quirúrgica

Se disecan ambas AMI con o sin pedículo mediante lupas de magnificación ($\times 3,5$ a $\times 5,5$), preferiblemente esqueletizada con el objeto de preservar la vascularización del esternón, mejorar su calibre y longitud y facilitar las anastomosis secuenciales. Se hepariniza inicialmente con 1,5-3 mg/kg de peso, necesaria para alcanzar un tiempo de coagulación activado (TCA) superior a 300 segundos, manteniéndose esta cifra durante todo el período en el que se realizan oclusiones arteriales. Ambas AMI son irrigadas con suero salino caliente y solución salina de papaverina 1:30, no realizándose de forma rutinaria manipulación farmacológica intraarterial. Se exploran las arterias coronarias diana confirmándose la estrategia quirúrgica. Tras seccionar con clips metálicos la porción proximal de la AMID, se realiza la construcción del injerto en «T» (anastomosis término-lateral perpendicular) o en «Y» (anastomosis término-lateral en paralelo), según el plan quirúrgico, suturando la AMID sobre la AMII a la altura de la orejuela izquierda, tras pasar esta última por una incisión lateral del pericardio. La anastomosis término-lateral, de unos 8 mm de longitud, se realiza con sutura continua de monofilamento de 8-0 y se comprueba la pulsatilidad o flujo de ambos brazos del injerto. Si en algunos casos seleccionados fuese necesario construir un segundo injerto en «Y», para la revascularización de ramos diagonales, se utiliza un segmento de AMII o AMID de 2-4 cm de longitud, sobre una porción más distal de la AMII que discurre casi perpendicular a la DA^{34,36,38,39}.

Siempre realizamos en primer lugar la revascularización de la cara anterior del corazón, comenzando, si es preciso por las arterias diagonales y a continuación la arteria descendente anterior. Posteriormente, se realiza las anastomosis de la cara lateral, posterolateral e inferior, por este orden. En la mayoría de los pacientes se realizó la revascularización de la DA con la AMII³⁴⁻⁴¹.

Se puede utilizar como estrategia de exposición de las arterias coronarias la descrita por Calafiore et al⁴², basada en el uso de cuatro cintas de algodón, dos que se pasan por el seno transversal y otras dos por debajo de la vena cava inferior para la elevación del corazón, y del dispositivo de inmovilización regional CTS-MV (Cardio Thoracic System, Cupertino, CA), también la descrita por Lima, realizando elevación y rotación del corazón para acceder a la cara lateral, posterolateral e inferior del mismo^{40,41}. Esta técnica se basa en la colocación de 3 ó 4 puntos para elevar el lado izquierdo del pericardio, el primero por encima de la vena pulmonar superior izquierda, el segundo próximo a la vena pulmonar inferior izquierda, el tercero entre esta vena y la vena cava inferior y el cuarto en la vecindad de la vena cava inferior. Con la tracción alternativa o simultánea de estos puntos se consigue elevar y rotar hacia la derecha la base del corazón y colocar el ápex fuera del tórax. Esta posición genera una dificultad al llenado del ventrículo derecho que es compensada con la adopción de la posición de Trendelenburg de 20°, con lo que se consigue una adecuada

estabilidad hemodinámica^{39,40-42}. Pueden utilizarse diversos inmovilizadores, actualmente se usan con más frecuencia el CTS Ultima y el Octopus-2.

Una vez conseguida una adecuada exposición e inmovilización de la arteria coronaria diana con una buena hemodinámica, se procede a la oclusión de la arteria coronaria mediante un torniquete de monofilamento de 4-0 apoyado en un trozo de silicona o teflón para no dañar la arteria. Sólo excepcionalmente se realizará oclusión distal de las arterias coronarias y no se emplearán oclusores o shunts intravasculares. Todas las anastomosis se realizarán con una sutura continua de monofilamento de 7-0 con lupas de magnificación ($\times 3,5$ a $\times 5,5$), y eliminando la sangre de la arteriotomía mediante un dispositivo «soplador» de aire húmedo. Según la posición de las arterias coronarias y la longitud del injerto de AMI se usarán anastomosis látero-laterales (secuenciales) en paralelo o perpendiculares (diamante), así como término-laterales igualmente en paralelo o perpendiculares. Es preferible realizar anastomosis en paralelo, pues con las anastomosis en «diamante», sobre todo si las AMI son finas, se pueden generar distorsiones en la anastomosis que comprometan el flujo distal⁴⁰⁻⁴².

Este injerto se destina al segundo vaso más importante, generalmente alguna rama de la arteria circunfleja. Aunque en la disposición pediculada, la AMI derecha no alcanza cómodamente la mayoría de las ramas de la coronaria izquierda, puede utilizarse sin problemas como injerto aorto-coronario libre. Sin embargo, la anastomosis de la AMI a la aorta puede resultar difícil por el diferente grosor de la pared de ambos vasos. Para obviar este inconveniente, puede anastomosarse el cabo proximal de la AMI a un parche de pericardio, al origen aórtico de algún injerto venoso o al cuerpo de la AMI izquierda⁴⁰⁻⁴².

Al finalizar cada anastomosis se realiza una evaluación cuantitativa y cualitativa mediante un medidor de flujo. La presencia, cerca de la anastomosis, de una onda diastólica dominante se ha correlacionado angiográficamente con una anastomosis permeable y no restrictiva⁴³⁻⁴⁵.

En general, la heparinización se revierte parcialmente con 50 mg de protamina al finalizar la intervención. En aquellos pacientes que presenten malos lechos distales o presenten cambios electrocardiográficos durante la intervención no se neutraliza la heparina. Mariani et al⁴⁶, demuestran la existencia de una actividad procoagulante en la cirugía coronaria sin CEC, similar a la existente en otras cirugías mayores, no neutralizar la heparina (considerando que el paciente tenga un TCA de 200 segundos a la salida de quirófano) y administran heparina cálcica subcutánea y antiagregantes a la llegada del paciente a la unidad de postoperatorio y posteriormente cada 24 h.

Comentarios

A pesar de todos los trabajos que demuestran la eficacia de esta técnica quirúrgica, continúa siendo un tema controvertido en la literatura médica actual. Los pacientes que más se benefician de esta técnica son los jóvenes y aquellos que tienen una larga expectativa de vida^{1,4,48}.

Entre los factores que desestimulan el uso de ambas arterias mamarias se encuentran los buenos resultados de la revascularización miocárdica con AMII y VS, mayor dificultad técnica y de tiempo quirúrgico, además de un incremento de complicaciones esternas^{28,47-49}.

La disección de las arterias mamarias de forma esqueletizada, conserva la circulación colateral al esternón y de tejidos subyacentes, disminuyendo las complicaciones dependientes de la disección de estas^{1,32,50}.

Con la realización de anastomosis secuenciales e injertos en T o Y, se puede realizar revascularización de todas las caras del corazón¹.

Referencias bibliográficas

1. Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, Edwards FH, Ewy GA, Gardner TJ, et al. ACC/AHA 2004 Guideline update for coronary artery bypass graft surgery: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery). *Circulation*. 2004;110(August):1168-76.

2. 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 1.388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol.* 1996;28:616-26.
3. Prifti E, Bonacchi M, Frati G, Proietti P, Giunti G, Leacche M. Lambda graft with the radial artery or free left internal mammary artery anatomised to the right internal mammary artery: Flow dynamics. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:1275-81.
4. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, Di Mauro M, Iacò AL, Bivona A, et al. Late results of first myocardial revascularization in multiple vessel disease: single versus bilateral internal mammary artery with or without saphenous vein grafts. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;26:542-8.
5. Sabik JF, Lytle BW, Blackstone EH, Houghtaling PL, Cosgrove DM. Comparison of saphenous vein and internal thoracic artery graft Patency by coronary system. *Ann Thorac Surg.* 2005;79:544-51.
6. Khan NE, De Souza A, Mister R, Flather M, Clague J, Davies S, et al. A randomized comparison of off-pump and on-pump multivessel coronary- artery bypass surgery. *N Engl J Med.* 2004;350:21-8.
7. Calafiore AM, Di Mauro M, Di Giammarco G, Teodori G, Iacò AL, Mazzei V, et al. Single versus bilateral internal mammary artery for isolated first myocardial revascularization in multivessel disease: long-term clinical results in medically treated diabetic patients. *Ann Thorac Surg.* 2005;80:888-95.
8. Hayward PAR, Hare DL, Gordon I, Matalanis G, Buxton BF. Which arterial conduit? Radial artery versus free right internal thoracic artery: six-year clinical results of a randomized controlled trial. *Ann Thor Surg.* 2007;84(2):493-7.
9. Zacharias A, Habib RH, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Improved survival with radial artery versus vein conduits in coronary bypass surgery with left internal thoracic artery to left anterior descending artery grafting. *Circulation.* 2004;109(12):1489-96.
10. Gansera B, Schmidtler F, Angelis I, Kiask T, Kemkes BM, Botzenhardt F. Patency of internal thoracic artery compared to vein grafts - postoperative angiographic findings in 1189 symptomatic patients in 12 years. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;55(7):412-7.
11. Bonacchi M, Battaglia F, Prifti E, Leacche M, Nathan NS, Sani G, et al. Early and late outcome of skeletonized bilateral internal mammary arteries anatomised to the left coronary system. *Herat.* 2005;91(2):195-202.
12. Hayward PAR, Hare DL, Gordon I, Matalanis G, Buxton BF. Which arterial conduit? Radial artery versus free right internal thoracic artery: six-year clinical results of a randomized controlled trial. *Ann Thor Surg.* 2007;84(2):493-7.
13. Crusco F, Antoniella A, Papa V, Menzano R, Di Lazzaro D, Di Manici G, et al. Midterm follow-up of patients receiving radial artery as coronary artery bypass grafts using 16-detector-row CT coronary angiography. *Radiología Médica.* 2007;112(4):538-49.
14. Lytle BW, Blackstone E, Sabik JF, Houghtaling P, Loop FD, Cosgrove DM. The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Ann Thorac Surg.* 2004;78:2205-14.
15. Campos Rubio V. Revascularización con arteria mamaria interna bilateral. *Cir. Cardiov.* 2006;13(4):293-6.
16. López Rodríguez FJ, Voces R, Lima P, Reyes G, Silva J, Ruiz M, et al. Resultados clínicos de la revascularización miocárdica con doble arteria mamaria frente a única: 15 años de seguimiento. *Rev Esp Cardiol.* 2001;54:868-79.
17. Bodnar E, Blackstone EH. An 'actual' problem: another issue of apples and oranges. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;131:1-3.
18. Jacob S, Kallikourdis A, El-Shafei H, Dunning J. What is the Patency of the short saphenous vein when used for coronary artery bypass grafting? *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2007;6:783-5.
19. Goldman S, Zadina K, Moritz T, Ovitt T, Sethi G, Copeland JG, et al. for VA Cooperative Study Group. Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery: results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44:2149-56.

20. Rashkow A, Nawaz H, Juhasz D, Marcu B, Donohue T. Long-term patency of the right internal mammary artery used as a coronary bypass conduit and the effect of the recipient vessel. *Am J Cardiol.* 2003;92(4):460-3.
21. Vitolla G, Di Giammarco G, Deodori G, Mazzei V, Canosa C, Di Mauro M, et al. Composite lengthened arterial conduits: long-term angiographic results of an uncommon surgical strategy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;122:687-90.
22. Nagpal AD, Bhatnagar G, Cutrara CA, Ahmed S, McKenzie N, Quantz M, et al. Early outcomes of coronary artery bypass with and without cardiopulmonary bypass in octogenarians. *Can J Cardiol.* 2006;22(10):849-53.
23. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, Houghtaling PL, Arnold JH, Akhrass R, et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999;117:855-72.
24. Lingaas PS, Hol PK, Lundblad R, Rein KA, Mathisen L, Smith HJ, et al. Clinical and radiologic outcome of off-pump coronary surgery at 12 months follow-up: a prospective randomized trial. *Ann Thorac Surg.* 2006;81:2089-95.
25. Taggart DP, D'Amico R, Altman DG. Effect of arterial revascularisation on survival: a systematic review of studies comparing bilateral and single internal mammary arteries. *Lancet.* 2001;358(9285):870-5.
26. Dinh DT, Lee GA, Billah B, Smith JA, Shardey GC, Reid CM. Trends in coronary artery bypass graft surgery in Victoria, 2001–2006: findings from the Australasian Society of Cardiac and Thoracic Surgeons database project. *MJA.* 2008;188(4):214-7.
27. Turina M. Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery: the internet-based educational tool. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;33(1):1-3.
28. Parish MA, Asai T, Grossi EA, Esposito R, Galloway AC, Colvin SB, et al. The effects of different techniques of internal mammary artery harvesting on sterna blood flow. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1992;104:1303-7.
29. Calafiore AM, Vitolla G, Iaco AL, et al. Bilateral internal mammary artery grafting: midterm results of pedicled vs. skeletonized conduits. *Ann Thorac Surg.* 1999;67:1637-42.
30. Savage EB, Grab JD, O'Brien SM, Ali A, Okum EJ, Perez-Tamayo RA, et al. Use of both internal thoracic arteries in diabetic patients increases deep sternal wound infection. *Ann Thorac Surg.* 2007;83:1002-7.
31. Gaudino M, Toesca A, Glieca F, Girola F, Luciani N, Possati G. Skeletonization does not influence internal thoracic artery innervation. *Ann Thorac Surg.* 2004;77:1257-61.
32. Kai M, Hanyu M, Soga Y, Nomoto T, Nakano J, Matsuo T, et al. Off-Pump coronary artery bypass grafting with skeletonized bilateral internal thoracic arteries in insulin-dependent diabetics. *Ann Thorac Surg.* 2007;84:32-7.
33. Toumpoulis IK, Anagnostopoulos CE, Balaram S, Swistel DG, Ashton RC, DeRose JJ. Does bilateral internal thoracic artery grafting increase long-term survival of diabetic patients? *Ann Thorac Surg.* 2006;81:599-607.
34. Raja SG, Dreyfus GD. Internal thoracic artery: To skeletonize or not to skeletonize? *Ann Thorac Surg.* 2005;79:1805-11.
35. Botman CJ, Schonberger J, Koolen S, Penn O, Botman H, Dib N, et al. Does stenosis severity of native vessels influence bypass graft patency? A prospective fractional flow reserve-guided study. *Ann Thorac Surg.* 2007;83:2093-7.
36. Muneretto C, Bisleri G, Negri A, Manfredi J, Carone E, Morgan JA, et al. Left internal thoracic artery-radial artery composite grafts as the technique of choice for myocardial revascularization in elderly patients: a prospective randomized evaluation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;127(1):179-84.
37. Calafiore AM, Di Mauro M. Bilateral internal mammary artery grafting. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2006;4(3):395-403.
38. Cunningham JM, Gharavi MA, Fardin R, Meek RA. Considerations in the skeletonization technique of internal thoracic artery dissection. *Ann Thorac Surg.* 1992;54:947-51.
39. Bonacchi M, Battaglia F, Prifti E, Leacche M, Nathan NS, Sani G, et al. Early and late outcome of skeletonized bilateral internal mammary arteries anatomised to the left coronary system. *Herat.* 2005;91(2):195-202.

40. Rizzoli G, Schiavon L, Bellini P. Does the use of bilateral internal mammary artery (IMA) grafts provide incremental benefit relative to the use of a single IMA graft? A meta-analysis approach. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;22(5):781-6.
41. Glineur D, Hanet C, D'hoore W, Poncelet A, Astarci P, Verhelst R, et al. Causes of non-functioning right internal mammary used as a Y-graft configuration: insight from a 6-month systematic angiographic trial. Presented at 22nd Annual Meeting of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Lisboa, Portugal, September 17. 2008.
42. Buxton BF, Hayward PAR, Newcomb AE, Moten S, Seevanayagam S, Gordon I. Choice of conduits for coronary artery bypass grafting: craft or science? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2009;35:658-70.
43. Salerno TA, Ricci M. Left internal mammary artery (LIMA) flow reserve in ischemic hypertrophied hearts. *J Card Surg.* 2009;24:55-6.
44. Andreini D, Pontone G, Ballerini G, Bertella E, Nobili E, Parolari A, et al. Bypass graft and native postanastomotic coronary artery patency: assessment with computed tomography. *Ann Thorac Surg.* 2007;83:1672-8.
45. Yoshikai M, Itoh T, Kamohara K, Yunoki J, Fumoto H. Intimal injury of ultrasonically skeletonized internal thoracic artery by a vessel clamp: morphological analysis. *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2007;6:331-4.
46. Hannan EL, Wu C, Smith CR, Higgins RS, Carlson RE, Culliford AT, et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass graft surgery: differences in short-term outcomes and in long-term mortality and need for subsequent revascularization. *Circulation.* 2007;116(10):1145-52.
47. Toumpoulis IK, Theakos N, Dunning J. Does bilateral internal thoracic artery harvest increase the risk of mediastinitis?. *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2007;6:787-92.
48. Shah P, Bui K, Blackmore S, Gordon I, Hare D, Fuller J, et al. Has the in-situ right internal thoracic artery been overlooked? An angiographic study of the radial artery, internal thoracic arteries and saphenous vein graft patencies in symptomatic patients. *Eur J Cardiovasc Surg.* 2005;27(5):870-5.
49. Sabik JF, Blackstone EH. Coronary artery bypass graft patency and competitive flow. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51(2):126-8.
50. Sabik JF, Blackstone EH, Gillinov AM, Smedira NG, Lytle BW. Occurrence and risk factors for reintervention after coronary artery bypass grafting. *Circulation.* 2006;114:1454-60.

Recibido el: 29 de agosto de 2008

Aceptado para la publicación el: 20 de noviembre de 2008