

## Revisión

## Revascularización arterial con doble mamaria. Riesgos y beneficios

Álvaro Pedraz Prieto\*

Departamento de Cirugía Cardiovascular, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España



## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 18 de julio de 2022

Aceptado el 14 de septiembre de 2022

On-line el 29 de noviembre de 2022

## Palabras clave:

Cirugía coronaria

Arteria mamaria

Doble mamaria

Mortalidad

Mediastinitis

## RESUMEN

Este artículo presenta una revisión acerca de la revascularización con doble injerto de arteria mamaria interna.

A modo de introducción se presenta la evidencia existente en favor del uso de injertos arteriales frente al empleo de la vena safena interna como injerto en la cirugía de revascularización coronaria y, seguidamente, se revisan cada uno de los tipos de injerto arterial empleados, con sus ventajas e inconvenientes.

Tras ello, se realiza una revisión pormenorizada de cada uno de los aspectos relevantes en el uso del doble injerto de arteria mamaria, empezando por su anatomía e histología. A continuación, se revisan los aspectos técnicos más importantes y los resultados publicados tanto a corto como a medio-largo plazo. Por último, se hace referencia a las complicaciones asociadas a su uso.

© 2022 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Arterial revascularization with bilateral mammary artery. Risks and benefits

## ABSTRACT

This article presents a review of coronary artery bypass grafting surgery using double internal mammary artery grafts.

As an introduction, evidence in favour of arterial revascularization against saphenous vein grafts is presented and then, a review of the different options used as arterial grafts is commented, with its advantages and disadvantages.

After that, a detailed review of each of the relevant aspects in the use of double mammary artery grafting is carried out, starting with its anatomy and histology. Next, the most important technical aspects and results published both in the short and mid-long term are reviewed. Finally, a reference is made to the complications associated with its use.

© 2022 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Keywords:

Coronary surgery

Mammary artery

Double mammary

Mortality

Mediastinitis

## Introducción

La cirugía de revascularización coronaria continúa siendo el tratamiento de elección de la cardiopatía isquémica compleja, representando a día de hoy la cirugía cardiaca más comúnmente realizada en todo el mundo<sup>1</sup>. El uso de la arteria mamaria interna izquierda (AMII) para revascularizar la arteria descendente anterior (DA) constituye el *gold-standard* dados los beneficios demostrados en términos de supervivencia, menor riesgo de reinfarcto, rehospitalización y nueva revascularización<sup>2</sup>, algo que es conocido desde los años 80<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los pacientes intervenidos de revascularización coronaria requieren más de un *bypass*, se plantea la duda de qué otro/s injerto/s emplear para revascularizar el resto de los territorios. En este aspecto, el injerto más utilizado sigue siendo la vena safena interna desde su empleo por primera vez allá

por los años 60<sup>4</sup>. Desde entonces, su longitud y facilidad de extracción han extendido su uso hasta representar el segundo injerto en el 80-90% de los pacientes<sup>5</sup>. A pesar de este uso tan extendido, la incidencia de fallo de los injertos venosos se estima de hasta el 15-20% en el primer año y de hasta el 40-50% a los 10 años<sup>6</sup>, debido principalmente al daño endotelial producido por el flujo arterial pulsátil y al remodelado de la íntima.

Debido a estos inconvenientes, se hace necesario el buscar alternativas que aporten una mayor permeabilidad a largo plazo. Toda vez que muchos de los problemas que presenta la vena safena como injerto tienen como base el estrés hemodinámico al que se ve sometida su pared por pasar a tener un flujo arterial y pulsátil, estas alternativas pasan por emplear injertos arteriales.

## Revascularización arterial

Además de los factores relacionados con el paciente, los resultados de la cirugía coronaria se relacionan en gran medida con la permeabilidad de los injertos a largo plazo, la cual es mayor con los injertos arteriales.

\* Autor para correspondencia.  
Correo electrónico: [alvaropedraz@gmail.com](mailto:alvaropedraz@gmail.com)

En este sentido, está claramente establecido el beneficio pronóstico de revascularizar la DA con un injerto arterial, preferiblemente la AMII<sup>7</sup>. Así se recoge en las guías europeas de práctica clínica sobre revascularización miocárdica, con una recomendación clase I y un nivel de evidencia B<sup>8</sup>. Estas mismas guías recomiendan el uso de un injerto arterial adicional con clase IIa y un nivel de evidencia B, elevando esta recomendación a clase I y nivel B en caso de estenosis de alto grado y uso de arteria radial. En el caso de las guías americanas, también se recomienda el uso de un segundo injerto arterial con clase IIa, si bien con un nivel de evidencia C<sup>9</sup>.

Por lo tanto, sigue siendo fuente de debate si el uso de injertos arteriales adicionales a la AMII ofrece beneficios pronósticos frente al uso de injertos venosos. Son múltiples los estudios que han intentado arrojar luz en este sentido, si bien se trata en su mayor parte de estudios observacionales, de ahí la tibieza en las recomendaciones por parte de las guías de práctica clínica. No obstante, a pesar de la falta de estudios aleatorizados, la mayoría de los trabajos apuntan hacia un beneficio en favor de la revascularización arterial en términos de una mayor supervivencia a largo plazo, menor incidencia de infarto y de angina y menor necesidad de nueva revascularización en el seguimiento<sup>10–14</sup>.

Aun existiendo esta evidencia clínica, el uso de más de un injerto arterial continúa siendo una práctica poco habitual. Se estima que únicamente un 10–20% de los pacientes intervenidos de cirugía de revascularización en Europa y alrededor del 5% en EE. UU. reciben más de un injerto arterial<sup>5</sup>. El aumento de los tiempos quirúrgicos, la mayor complejidad técnica, la menor sensibilidad de la vena safena a la manipulación quirúrgica y el mayor riesgo de complicaciones son las principales causas del uso minoritario de múltiples injertos arteriales como estrategia de revascularización.

### Injertos arteriales

Son varias las opciones disponibles, entre las que cabe destacar la arteria gastroepiploica, la arteria radial y la arteria mamaria interna derecha.

La arteria gastroepiploica es, de todos ellos, el injerto menos extendido en la práctica clínica diaria. La rama de la arteria gastroduodenal discurre paralela a la curvatura mayor del estómago, lo que la convierte en una buena alternativa para revascularizar la cara inferior<sup>2</sup>. Algunas series describen buenos resultados con ella, con una permeabilidad del 85,5% y del 66,5% a los 5 y 10 años, respectivamente<sup>15</sup>. La dificultad en su extracción y de su posible cateterismo en el caso de injertos in situ son sus mayores inconvenientes.

Empleada por primera vez por Carpentier et al. en 1974, la arteria radial es quizás la alternativa a la vena safena más empleada. Aunque su uso fue inicialmente abandonado debido a sus problemas de vasoespasmos, la mejora en las técnicas de extracción la devolvió a la primera línea. Estudios comparativos con la vena safena han demostrado su superioridad tanto a corto como a medio plazo en términos de permeabilidad<sup>16,17</sup>. Su extracción pediculada para evitar una excesiva manipulación con el consecuente vasoespasmos y su empleo en vasos con lesiones muy severas para limitar al máximo el flujo competitivo, especialmente en el territorio izquierdo, han mejorado sus resultados de permeabilidad a largo plazo, siendo esta de hasta el 83% a los 10 años en algunos estudios<sup>18</sup>.

Dados los buenos resultados observados con la AMII cabría esperar que el empleo de un segundo injerto de arteria mamaria mejorase esos resultados. Existen múltiples estudios que así lo demuestran, si bien se trata de estudios observacionales<sup>10,11</sup>. A pesar de ello, la arteria mamaria interna derecha (AMID) es empleada únicamente en un 4–12% de las cirugías de revascularización en el mundo, siendo esta proporción algo mayor en Europa que

en EE. UU.<sup>11</sup>. La mayor dificultad técnica, junto con el mayor riesgo de complicaciones en relación con la cicatrización de la herida son los principales responsables de su bajo uso.

### Anatomía de la arteria mamaria interna

Rama de la arteria subclavia, la arteria mamaria interna o arteria torácica interna (AMI) se origina como un tronco único en el 70–96% de los casos, mientras que presenta un origen común junto con otras ramas de la arteria subclavia (tronco tirocervical, arteria supraescapular y arteria tiroidea inferior) en el 4–30% de casos restantes<sup>19</sup>. Desde su origen pasa por detrás de la vena subclavia y desciende lateral al hueso esternón a una distancia que varía entre 0,4 y 2 cm. En su origen, el nervio frénico la cruza para dirigirse hacia el pericardio. A la altura del sexto espacio intercostal se divide en sus 2 ramas terminales, la arteria musculofrénica y la arteria epigástrica superior, mientras que solo en algunos casos finaliza como una trifurcación<sup>19</sup>.

Aparte de sus 2 ramas terminales, la AMI da origen a multitud de ramas arteriales: intercostales anteriores, perforantes, pericardiofrénica, ramas tímicas, esternales y mediastínicas. A través de ellas se encarga de la irrigación del pericardio, el nervio frénico, el esternón, la pared torácica anterior, el músculo pectoral mayor, la glándula mamaria, el diafragma y la pared anterior abdominal.

De todos estos territorios interesa especialmente en el ámbito de la cirugía cardíaca la irrigación del esternón. Esta corre a cargo de los plexos periósticos que se forman a partir de las ramas esternales de la AMI, mientras que su irrigación intramedular es escasa. Tras la extracción de la AMI como injerto coronario existen 2 posibles fuentes de colateralidad para la irrigación esternal: las arterias intercostales anteriores a través de sus anastomosis con las intercostales posteriores y las ramas perforantes a través de sus anastomosis con ramas de las arterias toracoacromial y torácica lateral. Además, existen estudios que demuestran la existencia de abundantes ramas a lo largo de todo el recorrido de la AMI y en íntima relación con la misma que favorecen dicha colateralidad, siendo su preservación de vital importancia para minimizar la devascularización del esternón asociada a la extracción de la AMI<sup>20</sup>.

### Histología de la arteria mamaria interna

La AMI se clasifica como una arteria elástica, siendo la única arteria periférica en el cuerpo humano de este tipo. Está compuesta por una primera capa endotelial que es muy resistente a la lesión durante la manipulación de la arteria<sup>21</sup>. Presenta una capa muscular fina y muy rica en fibras elásticas, y entre ambas capas se dispone una fina capa elástica (la lámina elástica interna) sin fenestraciones que es muy constante. La capa muscular no es igual en todo el trayecto de la AMI, siendo más rica en fibras elásticas en sus porciones proximal y media y teniendo un mayor contenido de músculo liso cuanto más distal, siendo esta capa totalmente muscular en sus 2 ramos terminales (musculofrénica y epigástrica superior)<sup>22</sup>.

Su superioridad en términos de permeabilidad a largo plazo viene determinada por esta histología tan particular. La lámina elástica interna sin fenestraciones impide la migración de células musculares lisas desde la capa muscular, haciendo de la AMI un injerto muy resistente a la hiperplasia intimal<sup>23</sup>. La riqueza en fibras elásticas de la capa muscular media sirve de elemento protector frente a la aterosclerosis y la sobredistensión del vaso durante la sístole<sup>21</sup>. Por otro lado, las fibras musculares lisas de esta capa presentan una menor respuesta proliferativa a agentes como el factor de crecimiento derivado de las plaquetas<sup>24</sup>. Por último, su endotelio produce gran cantidad de agentes vasodilatadores tales como óxido nítrico y prostaciclina, que ejercen un efecto protector no

solo sobre el endotelio de la propia AMI sino también sobre el lecho distal coronario revascularizado<sup>21</sup>.

### Aspectos técnicos de la revascularización con doble mamaria

A la hora de plantear una revascularización coronaria empleando ambas AMI existen diferentes cuestiones a tener en cuenta: ¿Cuál es la técnica más apropiada para la extracción de ambos injertos? ¿Existen diferencias entre su empleo «in situ» y su empleo como injerto libre? En el caso de su empleo como injerto libre, ¿existen diferencias en función de donde se realice la anastomosis proximal? ¿Se debe reservar ambos injertos mamarios para el territorio izquierdo o, por el contrario, los resultados son similares en ambos territorios? ¿Influye en la permeabilidad la realización de anastomosis secuenciales?

#### 1. Técnica de extracción

La extracción pediculada ha sido la técnica tradicionalmente más empleada para la extracción de la AMI en la cirugía de revascularización coronaria. A raíz de diferentes estudios que demostraron la devascularización del esternón asociada a esta técnica, especialmente en casos de empleo de ambas AMI<sup>25</sup>, creció el interés por su extracción esqueletonizada, en un intento de disminuir la morbilidad asociada a esta devascularización esternal. Son múltiples los estudios que han comparado estas técnicas en los últimos años, estableciendo de forma global la superioridad de la técnica esqueletonizada.

Cabe destacar el metaanálisis de Hu et al.<sup>26</sup>, que tras revisar los resultados de 22 artículos publicados entre 1966 y 2010 encontraron que la técnica esqueletonizada ofrece injertos de mayor longitud, calibre y flujo sanguíneo y, por otro lado, disminuye la incidencia de mediastinitis y se asocia con menor dolor en el postoperatorio. Mazur et al.<sup>27</sup> añaden a estos hallazgos un menor débito sanguíneo postoperatorio con la técnica esqueletonizada en su ensayo clínico. En esta misma línea se muestra un subestudio del ensayo clínico ART de Benedetto et al.<sup>28</sup> que demuestra la ausencia de diferencias en la incidencia de mediastinitis entre la extracción esqueletonizada de ambas mamas y la extracción pediculada de una sola mama.

Frente a estos beneficios en términos de menor morbilidad, hay quien señala que la esqueletonización de la AMI es más lesiva y, por lo tanto, puede afectar a su permeabilidad a largo plazo. Frente a esta creencia se opone el ensayo clínico de Dreifaldt et al.<sup>29</sup> en el que se aleatorizaron 109 pacientes a recibir la AMII a la DA pediculada o esqueletonizada, realizando un control angiográfico a los 3 y a los 8 años, sin encontrar diferencias en cuanto a la permeabilidad en ambos grupos. En esta misma línea, Puslecki et al.<sup>30</sup> analizaron mediante un ensayo clínico la integridad endotelial de 120 AMI extraídas mediante ambas técnicas, 60 por cada brazo. No observaron diferencias ni en el análisis histológico ni en el análisis inmunohistoquímico.

Un aspecto quizá no tan tenido en cuenta es la apertura de la cavidad pleural, en muchas ocasiones inherente a la técnica pediculada y que, por el contrario, puede ser evitada con la esqueletonización. Existen estudios que han demostrado que el mantener cerrada la pleura se asocia con una mejor función pulmonar en el postoperatorio, demostrada mediante espirometría, y una menor incidencia de complicaciones tales como atelectasias y derrames pleurales<sup>31</sup>.

#### 2. Injerto «in situ» vs. «injerto libre»

Existen diferentes configuraciones a la hora de plantear una revascularización empleando doble injerto de AMI, entre las que cabe destacar:

Emplear la AMII para revascularizar la DA y la AMID como injerto «in situ» para revascularizar la arteria coronaria derecha (CD).

Emplear la AMII para revascularizar la DA y la AMID como injerto «in situ» prolongado con un injerto radial o safeno para revascularizar la cara lateral.

Emplear la AMII para revascularizar la DA y la AMID como injerto libre desde la aorta, la propia AMII o un injerto venoso para revascularizar la cara lateral.

Emplear la AMID para revascularizar la DA y la AMII para revascularizar la cara lateral, en ambos casos como injerto «in situ».

Existen múltiples estudios que comparan los resultados de las diferentes estrategias. Merece la pena destacar la revisión del tema llevada a cabo por Kelleher et al.<sup>32</sup>, donde encuentran 571 artículos que intentan arrojar luz al respecto. De ellos, destacan y analizan una revisión sistemática, 4 ensayos aleatorizados y 3 estudios observacionales. En ninguno de ellos se encontraron diferencias en términos de permeabilidad y supervivencia en el seguimiento entre la configuración «in situ» y la configuración en «Y» (AMID desde la AMII). Uno de los ensayos aleatorizados sí observó una menor incidencia de complicaciones tanto cardiovasculares como cerebrovasculares con la configuración en «Y»<sup>33</sup>. En este sentido algún estudio también ha encontrado una mayor tasa de complicaciones cuando se emplea la AMID «in situ» para revascularizar la cara lateral a través del seno transversal (trayecto retroaórtico), si bien tampoco se observaron diferencias en términos de supervivencia<sup>34</sup>.

#### 3. Importancia del territorio revascularizado

Toda vez que la mayoría de los pacientes remitidos a cirugía presentan enfermedad coronaria multivascular, se plantea la cuestión de para qué vaso emplear la segunda AMI (y revascularizar el resto con otro/s injerto/s) o si revascularizar todos o la mayoría de vasos con AMI mediante anastomosis secuenciales.

Algunos estudios plantean la duda de los beneficios de emplear un segundo injerto de AMI en el territorio derecho. Schmidt et al.<sup>35</sup> revisan su serie con 10 años de seguimiento y encuentran una permeabilidad similar pero mejor supervivencia cuando el segundo injerto de AMI se emplea en el territorio izquierdo. Por el contrario, Tatoulis et al.<sup>36</sup>, tras revisar con coronariografía cerca de 1000 pacientes revascularizados con doble mama observan una permeabilidad a 10 años significativamente menor cuando el segundo injerto mamario se empleó en territorio derecho en comparación con su empleo en el territorio circunflejo.

En cambio, otros autores señalan que lo más importante a la hora de escoger el vaso que va a recibir la segunda AMI es el desarrollo y la calidad de dicho vaso. Con esta estrategia, Scott et al.<sup>37</sup> no encuentran diferencias en el seguimiento entre emplear la segunda AMI para la CD o para la circunfleja.

#### 4. Anastomosis secuenciales

El empleo de anastomosis secuenciales ofrece la ventaja de revascularizar un mayor número de territorios con injerto de mama. Frente a esta ventaja está el inconveniente de una mayor complejidad técnica, lo cual puede repercutir en la permeabilidad del injerto.

Glineur et al.<sup>38</sup> encuentran, tras comparar 436 pacientes con doble injerto mamario más algún injerto safeno con 771 pacientes con doble injerto mamario empleando anastomosis secuenciales, la ausencia de diferencias en cuanto a mortalidad hospitalaria y complicaciones, si bien una mejor supervivencia a largo plazo en el grupo de doble injerto mamario y anastomosis secuenciales.

Sung et al.<sup>39</sup> revisan mediante angiografía los resultados de su serie de pacientes revascularizados únicamente con doble injerto mamario. La media de anastomosis distales fue de 3,9 +/- 0,7 por paciente. Con unos resultados a corto plazo muy buenos en cuanto a permeabilidad (> 98% para ambos injertos mamarios), encuentran una incidencia de flujo competitivo de un 10,5%, con una repercusión en el seguimiento a medio-largo plazo incierta.

En resumen, desde un punto de vista técnico parecen indudables los beneficios asociados a una extracción lo menos agresiva posible de ambas AMI. Esto implica su esqueletonización, el preservar la parte distal de la AMI, mantener permeables las venas mamarias y la no apertura de la pleura.

En cuanto a la configuración, no existe una clara evidencia en favor de alguna estrategia en concreto. Cada una de ellas ofrece alguna ventaja, de tal modo que parece razonable emplear aquella con la que cada cirujano se sienta más cómodo y le resulte más sencilla y reproducible.

Por último, dado que el beneficio de emplear un doble injerto mamario viene determinado por su mejor permeabilidad a largo plazo, dichos injertos deben ser utilizados en aquellos vasos con mayor territorio miocárdico irrigado, siendo uno de ellos siempre la DA y el otro la circunfleja en la mayor parte de las ocasiones, pudiendo ser la CD en casos de gran dominancia derecha.

### Resultados de la revascularización con doble mamaria

Existen multitud de estudios en los que se han comparado los resultados tanto postoperatorios como a largo plazo de la revascularización con doble mamaria frente a la revascularización con una sola AMI. En la mayoría de los casos se trata de estudios observacionales, por lo que la evidencia aportada está sujeta a las limitaciones de este tipo de estudios. Hasta la fecha se ha llevado a cabo un único ensayo clínico aleatorizado, con resultados en cierto modo sorprendentes.

Se trata del ensayo clínico *Arterial Revascularization Trial (ART)*<sup>40</sup>, cuyos resultados a 10 años se han publicado recientemente. Es un estudio multicéntrico y aleatorizado que comparó 2 grupos de pacientes, uno revascularizado mediante doble injerto mamario y el otro revascularizado mediante un único injerto mamario. En ambos grupos se emplearon otros injertos, tanto arteriales como venosos, a discreción del cirujano. Todos los injertos mamarios se implantaron en el territorio izquierdo. Se excluyeron aquellos pacientes con un infarto (IAM) en evolución, intervenidos previamente de cirugía de revascularización coronaria o intervenidos concomitantemente de alguna válvula cardíaca. Finalmente se incluyeron en el análisis 3102 pacientes procedentes de 28 centros, con un número medio de anastomosis distales de 3 y un 40% de procedimientos sin CEC. A corto plazo, no se observaron diferencias en cuanto a mortalidad, ni a 30 días ni al año de seguimiento, y tampoco se observaron diferencias en términos de ictus, IAM o nueva revascularización. Por el contrario, el grupo de doble mamaria presentó más complicaciones relacionadas con la herida (1,9% vs. 0,6%). A los 10 años tampoco se observaron diferencias en cuanto a mortalidad, nueva revascularización ni en el compuesto de muerte, IAM e ictus.

Ante estos resultados sorprendentes se decidió realizar un análisis paralelo, habida cuenta de que «solo» el 83,6% de los pacientes asignados al grupo de doble mamaria finalmente recibió un doble injerto mamario y que el 21,8% de los pacientes asignados al grupo de una sola mamaria recibió un injerto de arteria radial. Por este motivo se realizó un análisis considerando un primer grupo con los pacientes con múltiples injertos arteriales y un segundo grupo con pacientes con un único injerto arterial. En este caso sí se observaron diferencias en cuanto a mortalidad y en el compuesto de muerte, IAM e ictus. La falta de aleatorización en este análisis hace que estas

conclusiones deban ser tomadas con precaución tal y como señalan los autores.

De la multitud de estudios restantes, todos ellos observacionales, merece la pena destacar por el número de pacientes incluidos el metaanálisis de Buttar et al.<sup>41</sup>. Los autores seleccionaron 29 estudios, siendo 2 de ellos prospectivos y el resto retrospectivos, analizando datos de un total de casi 90.000 pacientes, de los cuales casi 21.000 fueron revascularizados con doble injerto mamario, con un seguimiento medio entre 7 y 8,5 años. La supervivencia a largo plazo fue mayor para el grupo de pacientes con doble mamaria, observándose también una menor incidencia de eventos cardíacos, IAM y angina en este grupo. Analizan también resultados a corto plazo, observando una mortalidad perioperatoria y una incidencia de ictus, IAM y re-revascularización menor en el grupo de doble mamaria. Por el contrario, la incidencia de mediastinitis fue mayor en este grupo.

No es el único metaanálisis que apunta hacia un beneficio pronóstico tanto a corto como a largo plazo del doble injerto frente al injerto simple mamario<sup>10,11,42–44</sup>. Todos ellos coinciden en la menor mortalidad en el seguimiento (que en algunos casos llega hasta los 20 años) y en una menor necesidad de nueva revascularización en aquellos pacientes revascularizados con doble mamaria.

### Complicaciones de la herida quirúrgica

El principal inconveniente relacionado con el empleo de ambas AMI como injertos coronarios es la devascularización esternal asociada, lo que se ha puesto en relación con un aumento en la incidencia de complicaciones relacionadas con la herida quirúrgica (infección superficial, mediastinitis y necesidad de reconstrucción esternal).

Clásicamente se estima que la incidencia de mediastinitis en cirugía coronaria oscila entre el 0,4% y el 2,7%, situándose entre el 0,6% y el 4,2% en caso de empleo de doble injerto mamario<sup>45</sup>. El ensayo clínico ART puso nuevamente este problema de manifiesto, encontrando un aumento significativo de complicaciones de la herida en el grupo de doble mamaria (3,5% frente a 1,9% a los 6 meses)<sup>40</sup>. Para analizar más a fondo esta cuestión se llevó a cabo un subanálisis de este estudio que analizó las complicaciones de la herida en función de la técnica de extracción de la/s AMI<sup>28</sup>. Del total de 3102 pacientes del estudio, dicho análisis se llevó a cabo en los 2056 pacientes del estudio que disponían datos de cómo se había extraído la AMI. De los resultados cabe destacar que, comparado con la extracción pediculada de una sola AMI, la extracción esqueletonizada de ambas AMI no se asoció con un mayor riesgo de complicaciones en relación con la herida quirúrgica, mientras que la extracción pediculada de ambas AMI sí aumentó dicho riesgo.

Muy amplia resulta la revisión de la literatura al respecto llevada a cabo por Lazar<sup>46</sup>. Por un lado, destaca el hecho de que la mayoría de los estudios son observacionales, retrospectivos, sin aleatorización y con gran variabilidad en cuanto a los protocolos de control glucémico, profilaxis antibiótica y uso de cera de hueso entre otros. De forma genérica sí parece observarse un aumento de las complicaciones en relación con la herida quirúrgica cuando se emplean ambas AMI. No obstante, parece que la esqueletonización de ambas AMI sí que reduce el riesgo de complicaciones equiparándolo al riesgo cuando se extrae una sola AMI. Esto se hace más patente en aquellos pacientes con más riesgo de mediastinitis, como son pacientes diabéticos, obesos y broncópatas. No obstante, señala un par de estudios en los que la extracción pediculada de ambas AMI conservando la arteria pericardiofrénica y la bifurcación distal, junto con la ligadura de las ramas lo más próximo posible a la propia AMI obtiene resultados similares a la esqueletonización. Por último, el autor resalta la marcada reducción de las complicaciones de la herida quirúrgica en los estudios más recientes (tanto en el



grupo de una AMI como en el de 2 AMI), hecho que pone en relación con una aproximación multimodal al respecto (erradicación preoperatoria de la colonización por *Staphylococcus aureus*, control glucémico estricto, uso protocolizado de profilaxis antibiótica, menor uso de cera de hueso, uso de antibióticos tópicos y técnicas de refuerzo del cierre esternal en determinados pacientes).

En cuanto al papel de los factores de riesgo, está ampliamente demostrado el mayor riesgo conferido por comorbilidades tales como la obesidad, la EPOC y la diabetes. Más dudas existen en relación con si el empleo de un doble injerto mamario en estos pacientes añade más riesgo. Los resultados de los diferentes estudios pueden parecer confusos e incluso contradictorios, si bien de forma genérica podemos afirmar que el empleo de ambas AMI, cuando se extraen de forma esqueletonizada, se puede llevar a cabo de forma segura y sin exponer a dichos pacientes a un riesgo adicional de mediastinitis<sup>47</sup>.

### Conclusiones

La cirugía de revascularización mediante injertos arteriales parece ofrecer mejores resultados frente al empleo de injertos venosos. De los injertos arteriales disponibles, la AMI es el que mejores resultados ofrece en cuanto a permeabilidad y preservación de los lechos distales, por lo que el empleo de ambas AMI debe de ser de elección en la mayoría de los pacientes intervenidos.

Su extracción esqueletonizada preservando la bifurcación distal, empleando el bisturí eléctrico lo menos posible (y si es posible empleando el bisturí armónico) y evitando abrir la pleura maximiza sus beneficios y minimiza el aumento del riesgo de complicaciones de la herida quirúrgica, incluso pudiendo equipararlo al riesgo de extraer una única AMI. En cuanto a la configuración, debe de ser aquella que le resulte más cómoda al cirujano, toda vez que cada una presenta sus ventajas e inconvenientes y no hay ninguna claramente superior. No obstante, el empleo de injertos en «Y» podría ser más beneficioso en pacientes con mayor riesgo de mediastinitis, al requerir menor longitud del injerto de AMI y, por lo tanto, resultar en una menor devascularización esternal.

### Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

- Melly L, Torregrossa G, Lee T, Jansens J-L, Puskas JD. Fifty years of coronary artery bypass grafting. *J Thorac Dis.* 2018;10:1960–7.
- Cuminetti G, Gelsomino S, Curello S, Lorusso R, Maessen JG, Hoorntje JCA. Contemporary use of arterial and venous conduits in coronary artery bypass grafting: anatomical, functional and clinical aspects. *Neth Heart J.* 2017;25:4–13.
- Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW, et al. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med.* 1986 Jan 2;314:1–6.
- Bakaeen FG, Blackstone EH, Pettersson GB, Gillinov AM, Svensson LG. The father of coronary artery bypass grafting: René Favaloro and the 50th anniversary of coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018 Jun 1;155:2324–8.
- Caliskan E, de Souza DR, Böning A, Liakopoulos OJ, Choi Y-H, Pepper J, et al. Saphenous vein grafts in contemporary coronary artery bypass graft surgery. *Nat Rev Cardiol.* 2020 Mar;17:155–69.
- Motwani JG, Topol EJ. Aortocoronary saphenous vein graft disease: pathogenesis, predisposition, and prevention. *Circulation.* 1998 Mar 10;97:916–31.
- Boylan MJ, Lytle BW, Loop FD, Taylor PC, Borsh JA, Goormastic M, et al. Surgical treatment of isolated left anterior descending coronary stenosis. Comparison of left internal mammary artery and venous autograft at 18 to 20 years of follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1994;107:657–62.
- 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Rev Esp Cardiol.* 2019 Jan;72(1):73.e1–73.e76.
- Aldea GS, Bakaeen FG, Pal J, Fremes S, Head SJ, Sabik J, et al. The Society of Thoracic Surgeons Clinical Practice Guidelines on Arterial Conduits for Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg.* 2016;101:801–9.

- 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;358:870–5.
- Weiss AJ, Zhao S, Tian DH, Taggart DP, Yan TD. A meta-analysis comparing bilateral internal mammary artery with left internal mammary artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2:390–400.
- Locker C, Schaff HV, Dearani JA, Daly RC. Improved late survival with arterial revascularization. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2:467–74.
- Taggart DP. Current status of arterial grafts for coronary artery bypass grafting. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2:427–30.
- Deb S, Cohen EA, Singh SK, Une D, Laupacis A, Fremes SE, et al. Radial artery and saphenous vein patency more than 5 years after coronary artery bypass surgery: results from RAPS (Radial Artery Patency Study). *J Am Coll Cardiol.* 2012;60:28–35.
- Suma H, Tanabe H, Takahashi A, Horii T, Isomura T, Hirose H, et al. Twenty years experience with the gastroepiploic artery graft for CABG. *Circulation.* 2007;116 11 Suppl:1188–91.
- Desai ND, Cohen EA, Naylor CD, Fremes SE. Radial Artery Patency Study Investigators. A randomized comparison of radial-artery and saphenous-vein coronary bypass grafts. *N Engl J Med.* 2004;351:2302–9.
- Collins P, Webb CM, Chong CF, Moat NE. Radial Artery Versus Saphenous Vein Patency (RSVP) Trial Investigators. Radial artery versus saphenous vein patency randomized trial: five-year angiographic follow-up. *Circulation.* 2008;117:2859–64.
- Achouh P, Boutekdjirt R, Toledano D, Hammoudi N, Pagny J-Y, Goube P, et al. Long-term (5- to 20-year) patency of the radial artery for coronary bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140:73–9, e2.
- Henriquez-Pino JA, Gomes WJ, Prates JC, Buffolo E. Surgical anatomy of the internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg.* 1997;64:1041–5.
- Green GE, Singh RN, Sosa JA. Surgical Revascularization of the Heart: The Internal Thoracic Arteries, 12. New York: Igaku-Shoin; 1991.
- Sajja LR, Mannam G. Internal thoracic artery: Anatomical and biological characteristics revisited. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2015;23:88–99.
- Van Son JAM, Smedts F, de Wilde PCM, Pijls NHJ, Wong-Alcala L, Kubat K, et al. Histological study of the internal mammary artery with emphasis on its suitability as a coronary artery bypass graft. *Ann Thorac Surg.* 1993;55:106–13.
- Van Son JA, Smedts F, Vincent JG, van Lier HJ, Kubat K. Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990;99:703–7.
- Cox JL, Chiasson DA, Gotlieb AI. Stranger in a strange land: the pathogenesis of saphenous vein graft stenosis with emphasis on structural and functional differences between veins and arteries. *Prog Cardiovasc Dis.* 1991;34:45–68.
- De Paulis R, de Notaris S, Scaffa R, Nardella S, Zeitani J, Del Giudice C, et al. The effect of bilateral internal thoracic artery harvesting on superficial and deep sternal infection: The role of skeletonization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;129:536–43.
- Hu X, Zhao Q. Skeletonized internal thoracic artery harvest improves prognosis in high-risk population after coronary artery bypass surgery for good quality grafts. *Ann Thorac Surg.* 2011;92:48–58.
- Mazur P, Litwinowicz R, Tchanchalishvili V, Natorska J, Ząbczyk M, Bochenek M, et al. Left Internal Mammary Artery Skeletonization Reduces Bleeding-A Randomized Controlled Trial. *Ann Thorac Surg.* 2021;112:794–801.
- Benedetto U, Altman DG, Gerry S, Gray A, Lees B, Pawlaczyk R, et al. Pedicled and skeletonized single and bilateral internal thoracic artery grafts and the incidence of sternal wound complications: Insights from the Arterial Revascularization Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;152:270–6.
- Dreifaldt M, Samano N, Geijer H, Lidén M, Bodin L, Souza D. Pedicled versus skeletonized internal thoracic artery grafts: a randomized trial. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2021;29:490–7.
- Puslecki M, Buczkowski P, Nowicki M, Sujka-Kordowska P, Ligowski M, Misterski M, et al. An innovative panel to assess endothelial integrity of pedicled and skeletonized internal thoracic artery used as aortocoronary bypass graft: a randomized comparative histologic and immunohistochemical study. *J Thorac Dis.* 2018;10:4865–73.
- Rezk ME, Elgazzar MA, Abo Youssef SM, Emeraa AS, Elkafoury AE, Moussa HH. Open Versus Closed Pleura Internal Mammary Artery Harvesting and Early Pulmonary Function After Coronary Artery Bypass Grafting. *Heart Lung Circ.* 2020;29:1412–7.
- Kelleher R, Gimpel D, McCormack DJ, El-Gamel A. Does the use of an in situ or Y-configuration for bilateral internal thoracic arteries influence long-term survival, patency or repeat revascularization in coronary bypass surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2019;28:222–6.
- Glineur D, Hanet C, Poncelet A, D'hoore W, Funken J-C, Rubay J, et al. Comparison of bilateral internal thoracic artery revascularization using in situ or Y graft configurations: a prospective randomized clinical, functional, and angiographic midterm evaluation. *Circulation.* 2008;118 14 Suppl:S216–21.
- Raja SG, Benedetto U, Husain M, Soliman R, de Robertis F, Amrani M. Does grafting of the left anterior descending artery with the in situ right internal thoracic artery have an impact on late outcomes in the context of bilateral internal thoracic artery usage? *T J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148:1275–81.
- Schmidt SE, Jones JW, Thornby JJ, Miller CC, Beall AC. Improved survival with multiple left-sided bilateral internal thoracic artery grafts. *Ann Thorac Surg.* 1997;64:9–14.
- Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. The right internal thoracic artery: the forgotten conduit—5,766 patients and 991 angiograms. *Ann Thorac Surg.* 2011;92:9–15.

37. Rankin JS, Tuttle RH, Wechsler AS, Teichmann TL, Glower DD, Califf RM. Techniques and benefits of multiple internal mammary artery bypass at 20 years of follow-up. *Ann Thorac Surg.* 2007;83:1008–14.
38. Glineur D, Etienne P-Y, Kuschner CE, Shaw RE, Ferrari G, Rioux N, et al. Bilateral internal mammary artery Y construct with multiple sequential grafting improves survival compared to bilateral internal mammary artery with additional vein grafts: 10-year experience at 2 different institutions†. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017;51:368–75.
39. Sung K, Lee YT, Park K-H, Jun T-G, Park PW, Yang J-H. Beating heart revascularization using only bilateral internal thoracic arteries for triple-vessel disease: early angiographic findings. *Heart Surg Forum.* 2003;6:336–40.
40. Taggart DP, Benedetto U, Gerry S, Altman DG, Gray AM, Lees B, et al. Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts at 10 Years. *N Engl J Med.* 2019;380:437–46.
41. Buttar SN, Yan TD, Taggart DP, Tian DH. Long-term and short-term outcomes of using bilateral internal mammary artery grafting versus left internal mammary artery grafting: a meta-analysis. *Heart.* 2017;103:1419–26.
42. 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;22:781–6.
43. Takagi H, Goto S, Watanabe T, Mizuno Y, Kawai N, Umamoto T. A meta-analysis of adjusted hazard ratios from 20 observational studies of bilateral versus single internal thoracic artery coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148:1282–90.
44. Yi G, Shine B, Rehman SM, Altman DG, Taggart DP. Effect of Bilateral Internal Mammary Artery Grafts on Long-Term Survival. *Circulation.* 2014;130:539–45.
45. Sajja LR. Strategies to reduce deep sternal wound infection after bilateral internal mammary artery grafting. *Int J Surg.* 2015;16:171–8.
46. Lazar HL. The risk of mediastinitis and deep sternal wound infections with single and bilateral, pedicled and skeletonized internal thoracic arteries. *Ann Cardiothorac Surg.* 2018;7:663–72.
47. Deo SV, Shah IK, Dunlay SM, Erwin PJ, Locker C, Altarabsheh SE, et al. Bilateral internal thoracic artery harvest and deep sternal wound infection in diabetic patients. *Ann Thorac Surg.* 2013;95:862–9.