



Cirugía de bypass arterial coronario múltiple o único para la enfermedad de múltiples vasos

Zaza Samadashvili, MD,^a Thoralf M. Sundt III, MD,^b Andrew Wechsler, MD,^c Joanna Chikwe, MD,^d David H. Adams, MD,^e Craig R. Smith, MD,^f Desmond Jordan, MD,^f Leonard Girardi, MD,^g Stephen J. Lahey, MD,^h Jeffrey P. Gold, MD,ⁱ Mohammed H. Ashraf, MD,^j Edward L. Hannan, PhD^a

RESUMEN

ANTECEDENTES A pesar de lo establecido en las guías recientes, continúa habiendo una amplia variabilidad en la práctica clínica por lo que respecta al uso de múltiples injertos arteriales (MIA) frente a un injerto arterial único (IAU) en los pacientes con una enfermedad de múltiples vasos a los que se practica una intervención quirúrgica de bypass arterial coronario. Este hecho puede estar relacionado con diferencias en los resultados obtenidos en los estudios observacionales y los estudios controlados y aleatorizados.

OBJETIVOS El objetivo de este estudio fue comparar los resultados de los MIA y el IAU a medio plazo, utilizando una mejora del emparejamiento para reducir el sesgo de selección.

MÉTODOS En el registro de cirugía cardíaca de Nueva York se identificó a un total de 63.402 pacientes con enfermedad de múltiples vasos a los que se practicó una intervención quirúrgica de bypass arterial coronario entre el 1 de enero de 2005 y el 31 de diciembre de 2014, con objeto de comparar los resultados obtenidos (en una mediana de seguimiento de 6,5 años) en los pacientes tratados con IAU y los tratados con MIA. Se emparejó a los pacientes tratados con IAU y con MIA con el empleo de una puntuación de propensión basada en 38 características iniciales, con objeto de reducir el sesgo de selección. La variable principal de valoración fue la mortalidad, y las variables secundarias incluyeron la realización de una nueva revascularización y una variable de valoración combinada formada por la mortalidad, el infarto agudo de miocardio y el ictus.

RESULTADOS Antes del emparejamiento, en un 20% de las intervenciones se habían utilizado MIA. Al cabo de 1 año, no hubo diferencias de mortalidad entre los pacientes tratados con MIA y con IAU emparejados (2,4% frente a 2,2%, *hazard ratio* ajustada [AHR]: 1,11, intervalo de confianza [IC] del 95%: 0,93 a 1,32). A los 7 años, los pacientes tratados con MIA presentaron una mortalidad inferior (12,7% frente a 14,3%, AHR: 0,86; IC del 95%: 0,79 a 0,93), una menor incidencia de la variable de valoración combinada (20,2% frente a 22,8%, AHR: 0,88; IC del 95%: 0,83 a 0,93), y una tasa de nuevas revascularizaciones inferior (11,7% frente a 14,6%, AHR: 0,80; IC del 95%: 0,74 a 0,87). A los 7 años, los subgrupos en los que el empleo de MIA no mostró una tasa de mortalidad inferior fueron los de pacientes con cirugía sin bomba extracorpórea, enfermedad de 2 vasos con afectación de la arteria coronaria derecha, infarto agudo de miocardio reciente, disfunción renal y los pacientes de edad ≥ 70 años.

CONCLUSIONES La mortalidad y los resultados de la variable de valoración combinada fueron similares en los pacientes tratados con MIA y con IAU a 1 año, pero fueron inferiores con el tratamiento de MIA a los 7 años. Los pacientes de cirujanos con un mayor volumen de intervenciones de MIA presentaron una mortalidad inferior con el uso de MIA. (J Am Coll Cardiol 2019;74:1275-85) © 2019 American College of Cardiology Foundation. Publicado por Elsevier.



Para escuchar el audio del resumen en inglés de este artículo por el Editor Jefe del JACC, Dr. Valentin Fuster, consulte JACC.org

De la ^aSchool of Public Health, University at Albany, State University of New York, Rensselaer, Nueva York, Estados Unidos; ^bCardiac Surgical Division, Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts, Estados Unidos; ^cDepartment of Cardiothoracic Surgery, Drexel University, Filadelfia, Estados Unidos. Pennsylvania, Estados Unidos; ^dDepartment of Cardiothoracic Surgery, Stony Brook School of Medicine, Stony Brook, Nueva York, Estados Unidos; ^eDepartment of Surgery, Mount Sinai Hospital, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos; ^fDepartment of Surgery, Columbia-Presbyterian Medical Center, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos; ^gDepartment of Cardiothoracic Surgery, Weill Cornell Medical Center, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos; ^hDivision of Cardiothoracic Surgery, University of Connecticut, Storrs, Connecticut, Estados Unidos

Los resultados de la cirugía de bypass arterial coronario (CABG) aislada han mejorado notablemente en todo el mundo a lo largo de las 3 últimas décadas, de tal manera que en el estado de Nueva York se ha pasado de un 3,52% de mortalidad intrahospitalaria en 1989 a un 1,67% de mortalidad intrahospitalaria a 30 días en 2016 (1). Parte de la explicación de esta mejora de los resultados está probablemente en el mayor uso de injertos de la arteria torácica interna izquierda (ATII) a la arteria coronaria descendente anterior izquierda (DAI). El uso de injertos de ATII-DAI en los pacientes con una afectación de la DAI supera actualmente el 95% en los Estados Unidos (2), y las guías tanto de Estados Unidos como de Europa establecen actualmente una recomendación de clase I para el uso de los injertos de ATII-DAI (3, 4).

Los mejores resultados de permeabilidad del injerto y de supervivencia de los pacientes con los injertos arteriales en comparación con los injertos de vena safena en la DAI ha llevado a que se haya planteado la hipótesis de que los injertos arteriales puedan ser también superiores a los injertos de vena safena en otras arterias coronarias, y se han realizado numerosos estudios en los que se han comparado los resultados de los pacientes con una enfermedad de múltiples vasos tratados con un único injerto de ATII-DAI e injertos de vena safena con los obtenidos en pacientes tratados con múltiples injertos arteriales (MIA). Estos estudios, en su mayor parte observacionales, han llevado a la conclusión de que el uso de MIA, generalmente con el empleo de injertos de arterias torácicas internas bilaterales (ATIB), se asocia a un beneficio significativo en cuanto a la mortalidad (5-12), y en las guías recientes el uso de ATIB ha pasado a tener una recomendación de grado IIa para los pacientes con una esperanza de vida prolongada (3, 13).

No obstante, los ensayos aleatorizados en los que se ha comparado el uso de injertos de ATIB con el uso de un único injerto de la arteria torácica interna (ATIU) no han indicado una ventaja de supervivencia con la ATIB (14-18), y en un reciente metanálisis de estudios de observación se observó que los factores de confusión no medidos pueden explicar la ventaja de supervivencia de la ATIB hallada en los estudios de observación (19). El objetivo de este estudio es utilizar los datos del Registro del Estado de Nueva York para comparar los resultados a más largo plazo (seguimiento de 6,5 años) en pacientes con

una enfermedad coronaria de múltiples vasos tratados con cirugía de CABG con el empleo de un injerto arterial único (IAU) en comparación con los de los pacientes a los que se practicó una intervención con MIA. El estudio evalúa también el grado de sesgo de selección existente al examinar los resultados iniciales. Por otra parte, se compararon los resultados obtenidos en subgrupos de pacientes importantes y se exploran las variaciones existentes en la elección de la intervención por parte del cirujano y en los resultados de los distintos cirujanos con la intervención de MIA en función de su volumen de operaciones de este tipo.

MÉTODOS

BASES DE DATOS. Las bases de datos utilizadas para la realización del estudio fueron el *Cardiac Surgery Reporting System* (CSRS) de Nueva York y el archivo *New York's Vital Statistics*. El CSRS se creó en 1989 para evaluar y mejorar la calidad de las intervenciones de la cirugía de CABG y de cirugía de válvulas cardíacas en Nueva York mediante un ajuste de los resultados según el riesgo y para la difusión de informes a los hospitales, los cirujanos y el público general. Incluye parámetros demográficos; numerosos factores de riesgo del paciente previos a la intervención; información sobre la intervención (cirugía sin bomba o con bomba, número total de injertos utilizados, número de injertos arteriales empleados, etcétera), complicaciones perioperatorias (infarto agudo de miocardio [IAM], ictus, etcétera); códigos de identificación de los hospitales y los cirujanos; fechas de ingreso, alta e intervención; y resultado al alta de todas las operaciones de CABG y de cirugía valvular realizadas en hospitales no federales del estado. Los datos del CSRS son verificados anualmente para valorar su exhaustividad y exactitud, emparejando los registros con los del *Statewide Planning and Research Cooperative System* (SPARCS), una base de datos administrativa de la asistencia sanitaria aguda de Nueva York. La exactitud de los factores de riesgo en el sistema se verifica con el empleo del agente de revisión de utilización de Nueva York para auditar muestras de casos de ciertos hospitales seleccionados cada año.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

- AHR = hazard ratio ajustada
- IAM = infarto agudo de miocardio
- ATIB = arterias torácicas internas bilaterales
- CABG = cirugía de bypass arterial coronario
- IC = intervalo de confianza
- CSRS = *Cardiac Surgery Reporting System*
- HR = hazard ratio
- RIC = rango intercuartílico
- DAI = arteria coronaria descendente anterior izquierda
- ATII = arteria torácica interna izquierda
- MACE = eventos adversos cardíacos mayores
- MIA = múltiples injertos arteriales
- ICP = intervención coronaria percutánea
- AR = arteria radial
- ECA = ensayo controlado aleatorizado
- IAU = injerto arterial único
- ATIU = arteria torácica interna única
- SPARCS = *Statewide Planning and Research Cooperative System*

Unidos; ¹Chancellor, University of Nebraska Medical Center, Omaha, Nebraska, Estados Unidos; y ¹Department of Cardiothoracic Surgery, Kaleida Health, Buffalo, Nueva York, Estados Unidos. El Dr. Sundt ha formado parte de un comité de eventos clínicos de Medpace. El Dr. Wechsler ha recibido pagos por consultoría de Bioventrix. La Dra. Chikwe ha recibido honorarios por conferencias de Edwards Lifesciences. El Dr. Adams ha sido uno de los investigadores principales en ensayos de Medtronic y Abbott; y su centro recibe derechos de autor por la propiedad intelectual relacionada con el desarrollo de productos para la reparación valvular de Edwards Lifesciences y Medtronic. Todos los demás autores han indicado no tener relaciones relevantes que declarar en relación con el contenido de este artículo.

Se emparejaron los datos de estadísticas vitales con los del CSRS utilizando los códigos de identificación específicos de cada paciente, con objeto de determinar las muertes que se produjeron después del alta tras la intervención índice. Se utilizó la base de datos de SPARCS para obtener la información relativa a hospitalizaciones por IAM o ictus tras la hospitalización índice. El estudio se limitó a los residentes en el estado de Nueva York, con objeto de reducir al mínimo el cambio de los resultados posteriores al alta que se pudiera producir fuera de Nueva York.

PACIENTES Y HOSPITALES. Se identificó a la totalidad de 81.147 pacientes con enfermedad coronaria de múltiples vasos que fueron tratados con una intervención de CABG aislada entre el 1 de enero de 2005 y el 31 de diciembre de 2014 en hospitales no federales del estado de Nueva York. Se excluyó entonces a los pacientes en los que no se realizó ningún injerto arterial o se utilizó un solo conducto durante la intervención quirúrgica índice (n = 5.750); a los pacientes que habían sufrido un IAM durante un período de un día antes de la intervención índice, tenían una hemodinámica inestable, presentaban una arritmia ventricular maligna, habían sido clasificados como prioridad de urgencia o habían sido trasladados de urgencia desde una unidad de intervención coronaria percutánea (ICP) o de cateterismo (n = 4.818); a los que no eran residentes en el estado (n = 3.147); y a los que tenían un número de seguridad social no válido (n = 5.407). Se excluyó a los que no eran residentes en el estado ya que no era posible determinar su muerte o sus hospitalizaciones posteriores con el empleo de los datos de *New York Vital Statistics* y SPARCS. La muestra final del estudio la formaron 63.402 pacientes, de los cuales 50.773 (80%) fueron tratados con un IAU y 12.629 (20%) con MIA. La mediana de seguimiento fue de 6,3 años, con un rango intercuartílico (RIC): 3,8 a 8,9 años en los pacientes tratados con IAU; y de 7,1 años con un RIC: 4,4 a 9,6 años en los pacientes tratados con MIA (6,5 años con un RIC: 4,1 a 9,1 años para el conjunto de todos los pacientes).

Los hospitales del estudio incluyen los 42 hospitales en los que se realizaron intervenciones quirúrgicas de CABG llevadas a cabo por 246 cirujanos durante el periodo del estudio. La mediana de volumen anual de los cirujanos para el conjunto de las intervenciones de IAU fue de 26,8 con un RIC de 9,5 a 46,0, y la mediana anual de volumen de los cirujanos para el conjunto de las intervenciones de MIA fue de 4,9, con un RIC de 2,0 a 12,5. La mediana anual de volumen de los hospitales para el conjunto de las intervenciones de MIA fue de 21,9, con un RIC de 10,8 a 45,1.

PARÁMETROS DE VALORACIÓN. Se compararon los resultados de mortalidad, IAM, ictus, eventos adversos car-

diacos mayores (MACE) (cualquiera de los 3 parámetros de valoración previos) y nueva revascularización obtenidos con las 2 intervenciones al cabo de 1 y de 7 años de realizada la intervención índice. Se compararon también las tasas de infección intrahospitalaria de las incisiones esternales. Se examinó la diversidad existente entre los cirujanos por lo que respecta al uso de las intervenciones de MIA en comparación con las de IAU, así como la relación entre el volumen del cirujano y la mortalidad por lo que respecta a las intervenciones de MIA.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO. Dado que no se realizó una asignación aleatoria de los pacientes al tratamiento con MIA o con IAU y puesto que muchos factores de riesgo de los pacientes mostraban grandes diferencias de prevalencia entre los 2 grupos, se utilizó un emparejamiento por puntuación de propensión con objeto de reducir al mínimo el sesgo de selección mediante la identificación de un conjunto de pares de MIA/IAU igualados respecto a numerosos factores de riesgo de los pacientes, los vasos sanguíneos afectados, el volumen de intervenciones del cirujano, la completitud de la revascularización, el número de conductos utilizados, el volumen total de intervenciones de CABG del cirujano y el tipo de intervención (sin bomba, con bomba). Se presenta una lista completa en la **tabla 1**.

La puntuación de propensión se obtuvo mediante el desarrollo de un modelo de regresión logística sin limitación del número de variables que predecía la probabilidad de que un paciente dado fuera tratado con una intervención de MIA en función de todos los factores de riesgo disponibles en el registro. La puntuación de propensión se utilizó entonces para emparejar a los pacientes en una relación 1 a 1, con objeto de reducir al mínimo la distancia total de las puntuaciones de propensión entre los dos grupos (20-23). Se emparejó a los pacientes de forma exacta respecto a unos pocos factores importantes (año de la intervención quirúrgica, cirugía sin bomba extracorpórea, uso de 3 o más conductos durante la intervención quirúrgica índice, revascularización completa [número total de conductos igual o superior al número de vasos afectados], afectación del tronco de la coronaria principal izquierda, enfermedad de 3 vasos, enfermedad de 2 vasos con afectación de la arteria coronaria derecha, IAM previo en las 24 horas anteriores, IAM previo en un plazo de 1 a 7 días, fracción de eyección ventricular izquierda < 50%, diabetes, insuficiencia renal [creatinina sérica > 1,5 mg/dl o uso de diálisis] y edad ≥ 70 años) y se emparejaron respecto a las demás características en tanto en cuanto el valor logarítmico de la verosimilitud (*log-odds*) estimado por el modelo de regresión logística no se diferenciara en más de 0,2 DE. A continuación se calcularon las diferencias estandarizadas de la prevalencia de las variables del modelo de propensión (24).

TABLA 1 Volumen de intervenciones del proveedor y características de los pacientes en la situación inicial en los pacientes tratados con una CABG aislada con las intervenciones de injerto arterial único y de múltiples injertos arteriales: Estado de Nueva York, 2005 a 2014

| Factor de riesgo | Todos los casos (N = 63.402) | Injerto arterial único n = 50.773 (80,1) | Múltiples injertos arteriales n = 12.629 (19,9) | Diferencia absoluta estandarizada |
|--|---------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| Volumen anual de intervenciones de CABG del cirujano, <75 | 23.032 (36,3) | 19.334 (38,1) | 3.698 (29,3) | 18,7 |
| Volumen anual de intervenciones de CABG del cirujano, 75-150 | 29.379 (46,3) | 21.791 (42,9) | 7.588 (60,1) | 34,9 |
| Volumen anual de intervenciones de CABG del cirujano, > 200 | 10.991 (17,3) | 9.648 (19,0) | 1.343 (10,6) | 23,7 |
| Prioridad de la intervención quirúrgica | | | | |
| Electiva | 42.848 (67,6) | 35.287 (69,5) | 7.561 (59,9) | 20,3 |
| Urgente | 20.554 (32,4) | 15.486 (30,5) | 5.068 (40,1) | 20,3 |
| Edad, años | 65,9 ± 10,5 | 67,1 ± 10,2 | 61,3 ± 10,1 | 56,5 |
| Área de superficie corporal, m ² | 2,0 ± 0,3 | 2,0 ± 0,3 | 2,1 ± 0,3 | 17,4 |
| Cirugía sin bomba extracorpórea | 13.881 (21,9) | 11.328 (22,3) | 2.553 (20,2) | 5,1 |
| Revascularización incompleta | 14.256 (22,5) | 11.733 (23,1) | 2.523 (20,0) | 7,6 |
| Número de conductos ≤ 3 | 15.013 (23,7) | 12.286 (24,2) | 2.727 (21,6) | 6,2 |
| Edad, ≥ 70 años | 24.561 (38,7) | 21.887 (43,1) | 2.674 (21,2) | 48,3 |
| Mujeres | 15.247 (24,0) | 13.146 (25,9) | 2.101 (16,6) | 22,8 |
| Vasos afectados | | | | |
| Afectación de TPI | 17.869 (28,2) | 14.516 (28,6) | 3.353 (26,6) | 4,6 |
| DAI proximal | 35.335 (55,7) | 28.477 (56,1) | 6.858 (54,3) | 3,6 |
| Enfermedad de 2 vasos | | | | |
| DAI y CXI | 9.521 (15,0) | 7.624 (15,0) | 1.897 (15,0) | 0 |
| DAI y ACD | 10.453 (16,5) | 8.497 (16,7) | 1.956 (15,5) | 3,4 |
| CXI y ACD | 3.723 (5,9) | 2.934 (5,8) | 789 (6,2) | 2,0 |
| Enfermedad de 3 vasos | 39.705 (62,6) | 31.718 (62,5) | 7.987 (63,2) | 1,6 |
| IAM previo | | | | |
| 0-23 h | | | | |
| 1-7 días | 528 (0,8) | 446 (0,9) | 82 (0,6) | 2,6 |
| 8-14 días | 11.903 (18,8) | 9.711 (19,1) | 2.192 (17,4) | 4,6 |
| 15-20 días | 3.011 (4,7) | 2.506 (4,9) | 505 (4,0) | 4,5 |
| ≥ 21 días | 564 (0,9) | 483 (1,0) | 81 (0,6) | 3,5 |
| Fracción de eyección ventricular izquierda | | | | |
| < 20% | 866 (1,4) | 776 (1,5) | 90 (0,7) | 7,8 |
| 20%-29% | 3.838 (6,1) | 3.322 (6,5) | 516 (4,1) | 11,0 |
| 30%-39% | 7.071 (11,2) | 5.977 (11,8) | 1.094 (8,7) | 10,3 |
| 40%-49% | 12.510 (19,7) | 10.143 (20,0) | 2.367 (18,7) | 3,1 |
| Enfermedad vascular periférica | 7.751 (12,2) | 6.441 (12,7) | 1.310 (10,4) | 7,2 |
| Enfermedad cerebrovascular | 11.591 (18,3) | 9.925 (19,5) | 1.666 (13,2) | 17,2 |
| ICC, actual | 7.424 (11,7) | 6.531 (12,9) | 893 (7,1) | 19,4 |
| ICC, previa | 1.979 (3,1) | 1.712 (3,4) | 267 (2,1) | 7,7 |
| EPOC | 13.864 (21,9) | 12.012 (23,7) | 1.852 (14,7) | 23,0 |
| Aterosclerosis aórtica extensa | 3.214 (5,1) | 2.679 (5,3) | 535 (4,2) | 4,9 |
| Diabetes | 24.934 (39,3) | 20.894 (41,2) | 4.040 (32,0) | 19,1 |
| Insuficiencia hepática | 10 (0,0) | 9 (0,0) | 1 (0,0) | 0,9 |
| Disfunción renal | | | | |
| Creatinina sérica 1,3-1,5 mg/dl | 8.673 (13,7) | 7.180 (14,1) | 1.493 (11,8) | 6,9 |
| Creatinina sérica 1,6-2,0 mg/dl | 4.079 (6,4) | 3.514 (6,9) | 565 (4,5) | 10,6 |
| Creatinina sérica ≥ 2,1 mg/dl | 1.884 (3,0) | 1.654 (3,3) | 230 (1,8) | 9,1 |
| Diálisis renal | 1.559 (2,5) | 1.457 (2,9) | 102 (0,8) | 15,4 |
| ICP previa, este ingreso | 938 (1,5) | 746 (1,5) | 192 (1,5) | 0,4 |
| ICP previa, antes de este ingreso | 13.067 (20,6) | 10.431 (20,5) | 2.636 (20,9) | 0,8 |
| Cirugía cardíaca abierta previa | 987 (1,6) | 783 (1,5) | 204 (1,6) | 0,6 |

Los valores corresponden a n (%) o media ± DE.

IAM = infarto agudo de miocardio; CABG = cirugía de bypass arterial coronario; ICC = insuficiencia cardíaca congestiva; EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica; DAI = arteria coronaria descendente anterior izquierda; CXI = arteria coronaria circunfleja izquierda; TPI = tronco coronario principal izquierdo; ICP = intervención coronaria percutánea; pts. = pacientes; ACD = arteria coronaria derecha.

Los pares emparejados por puntuación de propensión se utilizaron entonces para analizar las diferencias de las tasas de mortalidad, IAM, ictus, MACE y nueva revascularización entre los 2 grupos. Con objeto de eliminar otras posibles diferencias existentes en los pares emparejados, se utilizó un modelo de riesgos proporcionales de Cox para calcular la *hazard ratio* (HR) para las 2 intervenciones tras un ajuste respecto a todos los factores de riesgo de la puntuación de propensión.

Se utilizó un modelo de regresión logística jerarquizado, con el uso de MIA/IAU como variable dependiente, para examinar la amplitud de las diferencias existentes entre los cirujanos en cuanto a la elección de la intervención. Se utilizó el modelo jerarquizado porque las variables independientes se examinaban a 2 niveles diferentes: a nivel del paciente y a nivel del cirujano. El primer nivel del modelo contenía todos los factores predictivos del uso de MIA a nivel del paciente que eran significativos, incluidos los parámetros demográficos, la gravedad de la enfermedad coronaria y las comorbilidades. Los cirujanos individuales fueron las únicas variables utilizadas en el segundo nivel del modelo. Se evaluó también la relación entre la mortalidad de la intervención de MIA y el volumen anual total del proveedor de MIA (cirujano y hospital). Todas las pruebas fueron bilaterales y se realizaron para un nivel de significación de 0,05, y todos los análisis se llevaron a cabo con el programa informático SAS versión 9.2 (SAS Institute, Cary, North Carolina, Estados Unidos).

RESULTADOS

En la **tabla 1** se presenta la frecuencia de diversas características iniciales que describen el volumen de intervenciones de CABG del operador; el tipo de intervención quirúrgica, los parámetros demográficos del paciente, la gravedad de la enfermedad coronaria y las comorbilidades. Muchas de las características mostraron diferencias significativas, de tal manera que los pacientes en los que se utilizó una intervención de MIA eran de menor edad; era más probable que fueran varones; tenían una menor prevalencia de diabetes, enfermedad cerebrovascular, EPOC y uso de diálisis renal; tenían un área de superficie corporal mayor; y presentaban una fracción de eyección ventricular izquierda más alta. Tal como se ha indicado, 12.629 de las 63.402 intervenciones (19,9%) utilizaron MIA.

La mediana del número de injertos/paciente fue de 3 (RIC: 3 a 4). La mediana del porcentaje de injertos que consistieron en injertos arteriales fue del 50% (RIC: 33% a 67%). La cirugía sin bomba extracorpórea se asoció a una tasa más elevada de revascularización incompleta (26% frente a 21%).

El proceso de emparejamiento por propensión proporcionó un total de 10.828 pares de pacientes empare-

jados. En la **tabla 2** se observa que los pares emparejados por propensión eran muy similares por lo que respecta a la prevalencia de los factores de riesgo, sin que hubiera ninguna característica de los pacientes que presentara una diferencia estandarizada superior al 10%. En la **tabla 1 online** se muestra el modelo de propensión que predice la elección de la intervención de MIA, y en la **figura 1 online** se indican los casos emparejados por propensión y los no emparejados en relación con la probabilidad estimada de que se optara por una intervención de MIA. Como se ha indicado, hubo un porcentaje elevado de casos no emparejados en los pacientes tratados con IAU cuya propensión a ser tratado con MIA era $\leq 0,1$.

Los pacientes tratados con MIA presentaron una tasa de infecciones intrahospitalarias de la incisión esternal más elevada (1,01 frente a 0,62; $p = 0,002$). En la **tabla 3**, la **ilustración central** y las **figuras 1 y 2** se presentan los resultados comparativos de los pacientes tratados con intervenciones de MIA e IAU emparejados por puntuación de propensión, al cabo de 1 y de 7 años. Tal como se muestra en la **tabla 3** y en la **ilustración central**, la mortalidad a 1 año no fue diferente en los pacientes tratados con una intervención de MIA en comparación con los tratados con un IAU (2,4% frente a 2,2%; *hazard ratio* ajustada [AHR]: 1,11, intervalo de confianza [IC] del 95%: 0,93 a 1,32). Las tasas de IAM, ictus y MACE no fueron diferentes a 1 año, pero en los pacientes tratados con una intervención de MIA la tasa de nuevas revascularizaciones fue inferior.

En la **tabla 2 online** se presentan los factores de riesgo significativos para la mortalidad en el conjunto de todos los pacientes en cualquier momento durante la realización del estudio. En los pacientes emparejados por propensión, a los 7 años, la mortalidad fue significativamente inferior en los tratados con MIA (12,7% frente a 14,3%; AHR: 0,86; IC del 95%: 0,79 a 0,93), véase la **tabla 3** y la **ilustración central**. Se observaron resultados similares al limitar el volumen de intervenciones de CABG del cirujano a un mínimo de 50 operaciones/año (AHR: 0,85; IC del 95%: 0,78 a 0,93). Las tasas de MACE, IAM y nuevas revascularizaciones fueron también inferiores (20,2% frente a 22,8%, AHR: 0,88; IC del 95%: 0,83 a 0,93) para los MACE, (5,2% frente a 6,2%, AHR: 0,85; IC del 95%: 0,75 a 0,95) para el IAM, y (11,7% frente a 14,6%, AHR: 0,80; IC del 95%: 0,74 a 0,87) para la nueva revascularización (**tabla 3**, **figuras 1 y 2**). En los 2.303 pacientes emparejados por propensión en los que se realizó luego una ICP, se trató un total de 4.146 lesiones; un 73% de ellas afectaban a arterias coronarias nativas en las que se había realizado un injerto en la intervención índice de CABG, 20% afectaban a los propios injertos y un 7% a arterias coronarias nativas no tratadas. De los 49 pacientes en los que se llevó a cabo una nueva intervención de CABG, 12 de las intervenciones se realizaron en arterias

TABLA 2 Volumen de intervenciones del proveedor y características de los pacientes en la situación inicial en los pacientes tratados con una CABG aislada con las intervenciones de injerto arterial único y de múltiples injertos arteriales, después de un emparejamiento por puntuación de propensión: Estado de Nueva York, 2005 a 2014

| Factor de riesgo | Todos los casos (N = 21.656) | Injerto arterial único n = 10.828 | Múltiples injertos arteriales n = 10.828 | Diferencia absoluta estandarizada |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Volumen anual de intervenciones de CABG del cirujano, <75 | 6.939 (32,0) | 3.558 (32,9) | 3.381 (31,2) | 3,5 |
| Volumen anual de intervenciones de CABG del cirujano, 75-150 | 12.281 (56,7) | 6.055 (55,9) | 6.226 (57,5) | 3,2 |
| Volumen anual de intervenciones de CABG del cirujano, > 200 | 2.436 (11,2) | 1.215 (11,2) | 1.221 (11,3) | 0,2 |
| Prioridad de la intervención quirúrgica | | | | |
| Electiva | 12.867 (59,4) | 6.449 (59,6) | 6.418 (59,3) | 0,6 |
| Urgente | 8.789 (40,6) | 4.379 (40,4) | 4.410 (40,7) | 0,6 |
| Edad, años | 61,8 ± 9,6 | 61,7 ± 9,6 | 61,8 ± 9,6 | 0,7 |
| Área de superficie corporal, m ² | 2,1 ± 0,3 | 2,1 ± 0,3 | 2,1 ± 0,3 | 1,0 |
| Cirugía sin bomba extracorpórea | 3.830 (17,7) | 1.915 (17,7) | 1.915 (17,7) | 0 |
| Revascularización incompleta | 3.904 (18,0) | 1.952 (18,0) | 1.952 (18,0) | 0 |
| Número de conductos ≤ 3 | 4.172 (19,3) | 2.086 (19,3) | 2.086 (19,3) | 0 |
| Edad ≥ 70 años | 4.506 (20,8) | 2.253 (20,8) | 2.253 (20,8) | 0 |
| Mujeres | 3.778 (17,4) | 1.924 (17,8) | 1.854 (17,1) | 1,7 |
| Vasos afectados | | | | |
| Afectación de TPI | 5.088 (23,5) | 2.544 (23,5) | 2.544 (23,5) | 0 |
| DAI proximal | 11.884 (54,9) | 5.981 (55,2) | 5.903 (54,5) | 1,4 |
| Enfermedad de 2 vasos | | | | |
| DAI y CXI | 2.844 (13,1) | 1.422 (13,1) | 1.422 (13,1) | 0 |
| DAI y ACD | 3.255 (15,0) | 1.628 (15,0) | 1.627 (15,0) | 0 |
| CXI y ACD | 1.225 (5,7) | 612 (5,7) | 613 (5,7) | 0 |
| Enfermedad de 3 vasos | 14.332 (66,2) | 7.166 (66,2) | 7.166 (66,2) | 0 |
| IAM previo | | | | |
| 0-23 h | 26 (0,1) | 13 (0,1) | 13 (0,1) | 0 |
| 1-7 días | 3.118 (14,4) | 1.559 (14,4) | 1.559 (14,4) | 0 |
| 8-14 días | 876 (4,0) | 435 (4,0) | 441 (4,1) | 0,3 |
| 15-20 días | 148 (0,7) | 81 (0,7) | 67 (0,6) | 1,6 |
| ≥ 21 días | 4.764 (22,0) | 2.377 (22,0) | 2.387 (22,0) | 0,2 |
| Fracción de eyección ventricular izquierda | | | | |
| < 20% | 160 (0,7) | 84 (0,8) | 76 (0,7) | 0,9 |
| 20%-29% | 874 (4,0) | 440 (4,1) | 434 (4,0) | 0,3 |
| 30%-39% | 1.778 (8,2) | 879 (8,1) | 899 (8,3) | 0,7 |
| 40%-49% | 3.825 (17,7) | 1.913 (17,7) | 1.912 (17,7) | 0 |
| Enfermedad vascular periférica | 2.178 (10,1) | 1.102 (10,2) | 1.076 (9,9) | 0,8 |
| Enfermedad cerebrovascular | 2.858 (13,2) | 1.427 (13,2) | 1.431 (13,2) | 0,1 |
| ICC, actual | 1.469 (6,8) | 743 (6,9) | 726 (6,7) | 0,6 |
| ICC, previa | 437 (2,0) | 211 (1,9) | 226 (2,1) | 1,0 |
| EPOC | 3.291 (15,2) | 1.676 (15,5) | 1.615 (14,9) | 1,6 |
| Aterosclerosis aórtica extensa | 854 (3,9) | 455 (4,2) | 399 (3,7) | 2,7 |
| Diabetes | 6.836 (31,6) | 3.406 (31,5) | 3.430 (31,7) | 0,5 |
| Insuficiencia hepática | 0 (0,0) | 0 (0,0) | 0 (0,0) | - |
| Disfunción renal | | | | |
| Creatinina sérica 1,3-1,5 mg/dl | 2.676 (12,4) | 1.342 (12,4) | 1.334 (12,3) | 0,2 |
| Creatinina sérica 1,6-2,0 mg/dl | 570 (2,6) | 276 (2,5) | 294 (2,7) | 1 |
| Creatinina sérica ≥ 2,1 mg/dl | 292 (1,3) | 158 (1,5) | 134 (1,2) | 1,9 |
| Diálisis renal | 104 (0,5) | 49 (0,5) | 55 (0,5) | 0,8 |
| ICP previa, este ingreso | 295 (1,4) | 146 (1,3) | 149 (1,4) | 0,2 |
| ICP previa, antes de este ingreso | 4.497 (20,8) | 2.248 (20,8) | 2.249 (20,8) | 0 |
| Cirugía cardíaca abierta previa | 343 (1,6) | 182 (1,7) | 161 (1,5) | 1,6 |

Los valores corresponden a n (%) o media ± DE.
Abreviaturas como en la tabla 1.

TABLA 3 Resultados a 1 año y a 7 años en pacientes con enfermedad de múltiples vasos tratados con CABG con intervenciones de injerto arterial único en comparación con las de múltiples injertos arteriales: Nueva York, 2005 a 2014

| Parámetro de valoración/ tiempo de seguimiento | Múltiples injertos arteriales | | Injerto arterial único | | Hazard ratio ajustada MIA/IAU (IC del 95%) | Valor de p |
|---|-------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|---|---------------|
| | Pts. en riesgo, n | Evento adverso (est. K-M) | Pts. en riesgo, n | Evento adverso (est. K-M) | | |
| 1 año | | | | | | |
| Mortalidad | 10.566 | 262 (2,4) | 10.593 | 235 (2,2) | 1,11 (0,93-1,32) | 0,26 |
| IAM | 10.659 | 169 (1,6) | 10.621 | 207 (1,9) | 0,83 (0,67-1,01) | 0,07 |
| Ictus | 10.629 | 199 (1,8) | 10.649 | 179 (1,7) | 1,11 (0,91-1,36) | 0,29 |
| MACE | 10.246 | 582 (5,4) | 10.246 | 582 (5,4) | 1,00 (0,89-1,12) | 0,96 |
| Nueva revascularización | 10.302 | 266 (2,5) | 10.228 | 369 (3,5) | 0,73 (0,62-0,85) | < 0,001 |
| 7 años | | | | | | |
| Mortalidad | 5.519 | 1.158 (12,7) | 5.406 | 1.306 (14,3) | 0,86 (0,79-0,93) | < 0,001 |
| IAM | 6.017 | 492 (5,2) | 5.945 | 580 (6,2) | 0,85 (0,75-0,95) | 0,006 |
| Ictus | 5.994 | 516 (5,4) | 6.006 | 504 (5,2) | 1,02 (0,90-1,15) | 0,78 |
| MACE | 5.068 | 1.894 (20,2) | 4.880 | 2.122 (22,8) | 0,88 (0,83-0,93) | < 0,001 |
| Nueva revascularización | 4.957 | 1.051 (11,7) | 4.675 | 1.300 (14,6) | 0,80 (0,74-0,87) | < 0,001 |

Los MACE se definen como mortalidad/IAM/ictus; y KM est = estimación de Kaplan-Meier al final de los períodos de 1 año y de 7 años.
MACE = eventos adversos cardíacos mayores; MIA = múltiples injertos arteriales; IAU = injerto arterial único; otras abreviaturas como en la **tabla 1**.

no tratadas anteriormente y 37 en arterias que ya habían sido tratadas antes.

En la **tabla 4** se presenta la mortalidad a 7 años en algunos subgrupos seleccionados, tras un ajuste adicional de las diferencias en los pares emparejados, con el empleo de análisis de regresión de Cox. Los subgrupos de pacientes en los que los tratados con MIA no presentaron una mortalidad inferior fueron los pacientes de edad ≥ 70 años, los tratados con una intervención quirúrgica sin bomba extracorpórea, los que tenían una enfermedad de 2 vasos con afectación de la arteria coronaria derecha, los que habían sufrido un IAM en los 20 días previos a la operación y los que tenían una disfunción renal.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD. Tras la exclusión de los casos en los que no se realizó una revascularización completa durante la hospitalización índice, la tasa de mortalidad a los 7 años en los pacientes tratados con intervenciones de MIA y de IAU continuó siendo significativamente diferente en los 2 grupos (11,5% frente a 13,0%, AHR: 0,87; IC del 95%: 0,79 a 0,96).

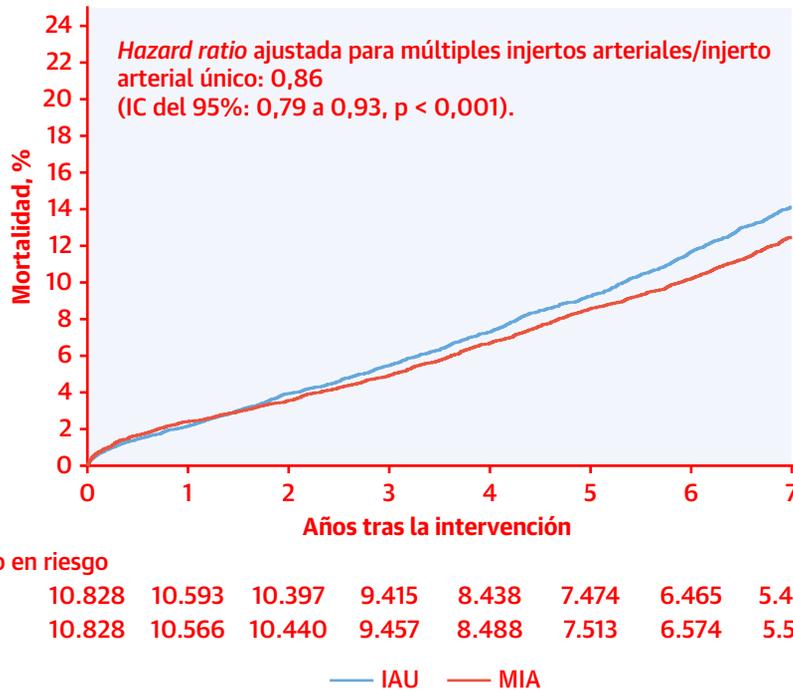
VOLUMEN DE INTERVENCIONES DEL CIRUJANO Y DEL HOSPITAL. Se calculó el volumen de intervenciones de cada cirujano y de cada hospital para las operaciones de MIA asociadas a cada paciente, utilizando la media del total anual de intervenciones de MIA realizadas por el cirujano del paciente durante el período del estudio. El volumen de intervenciones de MIA de los cirujanos para el total de pacientes fue de entre 0 y 67 durante el período de estudio, con un RIC de 1 a 10. El coeficiente de correlación intraclass fue de 0,49, IC del 95%: 0,44 a 0,54, y la mediana de *odds ratio* fue de 5,54, IC del 95%: 4,60 a 6,56, lo cual indicaba que, una vez tenidos en cuenta los factores de riesgo significativos del paciente, había una variación sustancial en la elección de la intervención por

parte del cirujano. En el tercil superior de volumen de intervenciones de los cirujanos (≥ 10) para las operaciones de MIA la mortalidad a los 7 años fue significativamente inferior a la observada en los demás terciles al limitar el análisis a los pacientes tratados con MIA solamente (AHR para el tercil más alto de volumen de operaciones frente a los demás terciles: 0,86; IC del 95%: 0,75 a 0,99, $p = 0,046$). El volumen medio anual de MIA de los hospitales fue de entre 0 y 149 en el periodo de estudio, con un rango intercuartílico de 10 a 60. Los hospitales con un volumen medio anual de operaciones de MIA ≥ 50 no presentaron una mortalidad a 7 años significativamente inferior a la de los demás hospitales, al limitar el análisis tan solo a los pacientes tratados con MIA (AHR para el volumen de operaciones del hospital ≥ 50 frente a un volumen del hospital < 50 : 0,93; IC del 95%: 0,82 a 1,06, $p = 0,25$).

DISCUSIÓN

Hay una controversia considerable respecto al uso de múltiples injertos arteriales en los pacientes con una enfermedad coronaria de múltiples vasos. La mayor parte de los estudios de observación han observado un beneficio de supervivencia con los injertos de ATIB en comparación con los pacientes tratados con un injerto de ATIU, y las guías actuales establecen una recomendación de clase IIa para el uso de la ATIB en los pacientes con una esperanza de vida prolongada (3, 13). Sin embargo, en ensayos controlados y aleatorizados (ECA) recientes no se han confirmado estos beneficios de supervivencia (14-18). La controversia se complica aún más por el hecho de que la mayoría de los estudios comparan el uso de la ATIU con el de la ATIB, pero se ha demostrado que los injertos de arteria radial (AR) constituyen una buena al-

ILUSTRACIÓN CENTRAL Mortalidad de pacientes con enfermedad de múltiples vasos tratados con CABG mediante intervenciones de IAU y de MIA: estimaciones de Kaplan-Meier



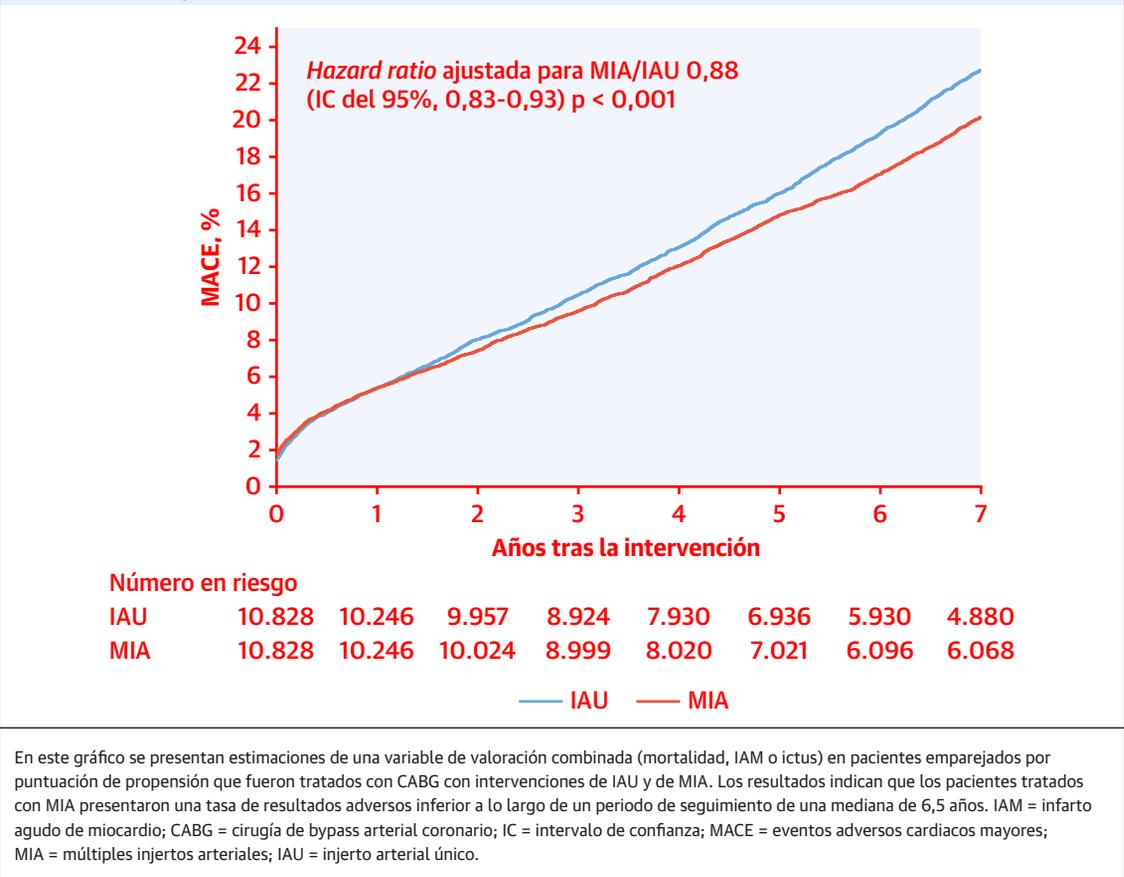
Samadashvili, Z. et al. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74(10):1275-85.

En este gráfico se muestran las estimaciones de mortalidad en los pacientes emparejados por puntuación de propensión a los que se practican intervenciones de CABG con injerto arterial único o con múltiples injertos arteriales. Los resultados indican que los pacientes tratados con múltiples injertos arteriales presentaron unas tasas de mortalidad inferiores a lo largo de un período de seguimiento de una mediana de 6,5 años. CABG = cirugía de bypass arterial coronario; IC = intervalo de confianza; MIA = múltiples injertos arteriales; IAU = injerto arterial único.

ternativa para los segundos injertos arteriales. Por consiguiente, puede ser más pertinente una comparación de los resultados de las intervenciones de MIA con las de IAU. Nuestro estudio observó que, a 1 año, no hubo diferencias entre los pacientes tratados con MIA o con IAU por lo que respecta a la mortalidad, los MACE o el ictus. Esto sugiere que, con el empleo del emparejamiento por puntuación de propensión se ha controlado como mínimo parte del sesgo de selección inevitable que se introduce al utilizar un estudio de observación. Estos resultados difieren de los de Gaudino *et al.* (19), que en un metanálisis de 12 estudios observacionales recientes con emparejamiento por puntuación de propensión, señalaron que la reducción de la mortalidad con el empleo de la ATIB en comparación con la ATIU era significativa a 1 año, y que la reducción de la mortalidad a 1 año (cociente de tasas de incidencia: 0,70; IC del 95%: 0,60 a 0,82) era muy similar a la observada al final del periodo de seguimiento (cociente de tasas de incidencia: 0,77; IC del 95%: 0,70 a 0,85). Nuestra hipótesis es que nuestro emparejamiento por puntuación de propensión puede haber resultado más eficaz que en estudios observacio-

nales previos, ya que nosotros utilizamos varias variables adicionales en el proceso de emparejamiento, entre ellas la completitud de la revascularización, el número de conductos utilizados y los vasos específicos afectados. Es importante señalar que realizamos un emparejamiento de los grupos según el volumen de intervenciones del cirujano, con objeto de reducir al mínimo todo posible sesgo causado por los cirujanos de mayor volumen con unas tasas de mortalidad ajustadas según el riesgo inferiores, que elegían 1 de las intervenciones (MIA o IAU) de manera más frecuente. Además, nuestro estudio fue > 10 veces más grande que los estudios observacionales previos.

A los 7 años (mediana de seguimiento de 6,5 años), nuestro estudio observó una diferencia favorable a la MIA en lo relativo a la mortalidad (12,7% frente a 14,3%, AHR: 0,86; IC del 95%: 0,79 a 0,93), y a los MACE (20,2% frente a 22,8%, AHR: 0,88; IC del 95%: 0,83 a 0,93). El ECA más grande y más reciente realizado con el que se pueden comparar nuestros resultados es el ART (*Arterial Revascularization Trial*), en el que se compararon los resultados a 10 años con la ATIB y la ATIU (18). El estudio

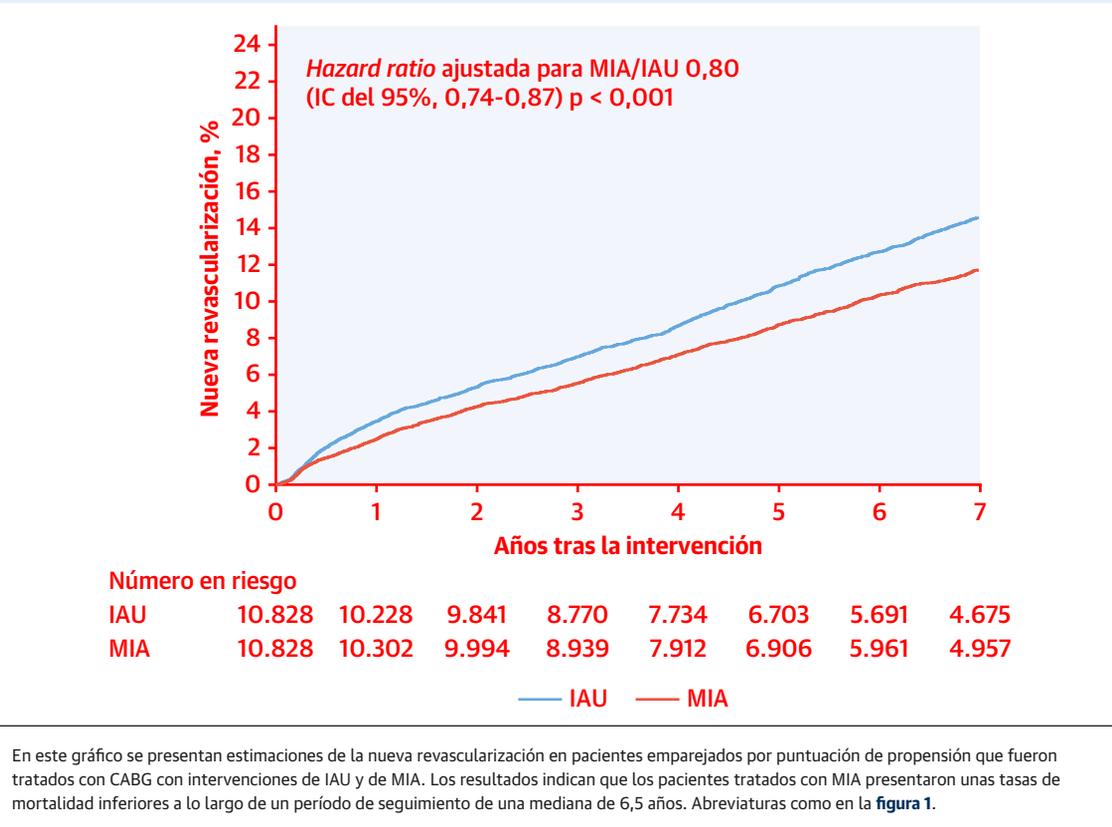
FIGURA 1 Estimaciones de Kaplan-Meier para los MACE en pacientes con enfermedad de múltiples vasos tratados con CABG con intervenciones de IAU y de MIA

ART llegó a la conclusión de que en un análisis por intención de tratar realizado a los 10 años no hubo diferencias de mortalidad entre la ATIB (n = 1.548) y la ATIU (n = 1.554), con valores del 20,3% frente al 21,2%, HR: 0,96; IC del 95%: 0,82 a 1,12. Además, no hubo tampoco diferencias significativas en cuanto a los MACE (muerte, IAM o ictus), con valores del 24,9% frente al 27,3%, HR: 0,90; IC del 95%: 0,79 a 1,03. Aunque los resultados tras un seguimiento de 7 años no concuerdan con los resultados de MACE del estudio ART, es de destacar que los 2 estudios mostraron valores casi idénticos de HR (0,90 y 0,88), pero nuestro estudio alcanzó significación estadística con un tamaño muestral > 3 veces mayor. Además de los factores de confusión no medidos en nuestro estudio de observación, hay otras razones que pueden hacer que nuestros resultados sean diferentes de los del estudio ART. En primer lugar, en el grupo de ATIU del estudio ART, un 21,8% de los pacientes fueron tratados también con un injerto de AR, que se ha demostrado que es superior a los injertos de vena safena (8, 24, 25). Tal como señalaron los autores del estudio ART, es posible que esto sea un factor de confusión clave, ya que es probable que beneficie al grupo de ATIU al añadir un injerto arterial en la

segunda arteria coronaria más importante (18). De hecho, cuando se repitieron los análisis del estudio ART utilizando el criterio de uso real de 1 frente a 2 o más injertos arteriales, se identificó un beneficio de supervivencia en el segundo de esos grupos (18,6% frente a 23,1%, HR: 0,81; IC del 95%: 0,68 a 0,95). En nuestro estudio, en el que no pudimos diferenciar entre el uso de injertos de AR e injertos de arteria torácica interna, estos pacientes fueron incluidos en el grupo de intervención de MIA. Así pues, la mortalidad significativamente inferior con la intervención de MIA hallada en nuestro estudio se corresponde con los resultados del estudio ART con el tratamiento real en vez de según el criterio de intención de tratar. Como se señala en el estudio ART, el ensayo ROMA (*Randomized Comparison of the Clinical Outcome of Single Versus Multiple Arterial Grafts*) actualmente en marcha comparará las intervenciones de IAU con las de MIA de cualquier tipo, de tal manera que los pacientes con un injerto de ATII o un injerto de arteria radial serán asignados al grupo de MIA (26).

En segundo lugar, el 13,9% de los pacientes del estudio ART del grupo de ATIB (según el criterio de intención de tratar) fueron tratados de hecho con una ATIU aunque

FIGURA 2 Estimaciones de Kaplan-Meier para la nueva revascularización en pacientes con enfermedad de múltiples vasos tratados con CABG con intervenciones de IAU y de MIA



se les hubiera asignado el grupo de ATIB, y estos pacientes (que presumiblemente presentaron peores resultados) fueron asignados al grupo de IAU en nuestro estudio, ya que no dispusimos de información respecto a la intención de tratar (18). En tercer lugar, es probable que el cumplimiento del tratamiento médico según las guías reduzca las diferencias de resultados de los 2 grupos, y en el estudio ART hubo una tasa de cumplimiento muy elevada (18). Aunque no disponemos de datos de este tipo en nuestro estudio, es improbable que el cumplimiento fuera alto. En cuarto lugar, aproximadamente un 40% de las intervenciones del estudio ART se realizaron sin bomba extracorpórea, en comparación con el 18% de las de nuestro estudio. Sin embargo, los pacientes tratados con intervenciones de MIA y de IAU utilizando cirugía sin bomba extracorpórea presentaron una mortalidad ajustada según el riesgo casi idéntica en nuestro estudio (AHR: 0,98; IC del 95%: 0,82 a 1,17), por lo que si el porcentaje de pacientes operados sin bomba en nuestro estudio hubiera sido igual de alta que la del estudio ART, es muy posible que los pacientes tratados con una intervención de MIA hubieran tenido una mortalidad inferior.

Por lo que respecta a los grupos de especial interés de nuestro estudio, observamos que la ventaja en cuanto a mortalidad de las intervenciones de MIA se limitaba a los

pacientes de edad inferior a los 70 años. Nuestra hipótesis es que la carga de múltiples comorbilidades que es más frecuente en los pacientes ancianos, así como la repercusión de un tiempo de anestesia prolongado antes del bypass son factores que contribuyen a producir este resultado. Esta es una observación importante, por cuanto deberá servir para centrar los subestudios de ECA posteriores en la repercusión que tiene la edad en la elección óptima de la intervención. Se investigó específicamente el grupo de pacientes con una enfermedad de 2 vasos que incluía una afectación de la arteria coronaria derecha (es decir, ausencia de afectación de la DAI y de la arteria coronaria circunfleja izquierda) ya que se trata de un grupo de pacientes que pueden haber sido tratados con un injerto de ATII y un injerto de AR en el grupo de intervención de MIA (es decir, no habrían sido tratados con un injerto de ATII y uno de arteria torácica interna derecha). Los resultados indican que no hubo un beneficio de mortalidad con la intervención de MIA en este grupo de pacientes. En vez de ello, el beneficio de mortalidad se limita a los pacientes con una afectación tanto de la DAI como de la arteria coronaria circunfleja izquierda. Esta es otra observación que convendrá confirmar en ECA posteriores. Como se ha señalado antes, la ventaja de mortalidad en los pacientes con una intervención de MIA se

TABLA 4 Mortalidad a 7 años en subgrupos de pacientes con enfermedad de múltiples vasos tratados con CABG con intervenciones de injerto arterial único o de múltiples injertos arteriales: Nueva York, 2005 a 2014

| | Múltiples injertos arteriales | | Injerto arterial único | | Hazard ratio ajustada MIA/IAU (IC del 95%) | Valor de p |
|---|-------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|--|------------|
| | Pts. en riesgo, n | Muertes (est. KM) | Pts. en riesgo, n | Muertes (est. KM) | | |
| Todos los pacientes | 5.519 | 1.158 (12,7) | 5.406 | 1.306 (14,3) | 0,86 (0,79-0,93) | < 0,001 |
| Edad ≥ 70 años | | | | | | |
| Sí | 948 | 541 (28,3) | 945 | 521 (27,6) | 0,98 (0,87-1,11) | 0,74 |
| No | 4.571 | 617 (8,6) | 4.461 | 785 (10,9) | 0,78 (0,70-0,87) | < 0,001 |
| Tipo de cirugía | | | | | | |
| Sin bomba extracorpórea | 1.051 | 244 (14,4) | 1.063 | 258 (15,5) | 0,98 (0,82-1,17) | 0,79 |
| Con bomba extracorpórea | 4.468 | 914 (12,3) | 4.343 | 1.048 (14,1) | 0,83 (0,76-0,91) | < 0,001 |
| Enfermedad de 2 vasos con afectación de ACD | | | | | | |
| Sí | 1.129 | 244 (12,9) | 1.134 | 232 (11,9) | 1,04 (0,87-1,25) | 0,64 |
| No | 4.390 | 914 (12,6) | 4.272 | 1.074 (15,0) | 0,82 (0,75-0,89) | < 0,001 |
| Diabetes | | | | | | |
| Sí | 1.571 | 505 (17,4) | 1.508 | 574 (19,9) | 0,85 (0,75-0,96) | 0,01 |
| No | 3.948 | 653 (10,5) | 3.898 | 732 (11,8) | 0,88 (0,79-0,98) | 0,02 |
| FEVI < 50% | | | | | | |
| Sí | 1.752 | 515 (17,6) | 1.683 | 584 (20,2) | 0,82 (0,73-0,93) | 0,002 |
| No | 3.767 | 643 (10,4) | 3.723 | 722 (11,7) | 0,89 (0,80-1,00) | 0,042 |
| IAM previo, ≤ 20 días | | | | | | |
| Sí | 767 | 184 (13,5) | 763 | 195 (14,5) | 0,91 (0,74-1,11) | 0,35 |
| No | 4.346 | 825 (11,8) | 4.245 | 950 (13,5) | 0,84 (0,76-0,92) | < 0,001 |
| Disfunción renal | | | | | | |
| Sí | 174 | 174 (40,3) | 177 | 173 (41,1) | 1,00 (0,80-1,24) | > 0,99 |
| No | 5.345 | 984 (11,3) | 5.229 | 1.133 (13,1) | 0,84 (0,77-0,92) | < 0,001 |

FEVI = fracción de eyección ventricular izquierda; otras abreviaturas como en las tablas 1 y 3.

limitó a los tratados con intervenciones con bomba extracorpórea, y esto subraya la necesidad de examinar también este subgrupo en ECA posteriores.

Otra observación del estudio fue la de que el volumen de intervenciones de MIA del cirujano mostraba una relación significativa con la mortalidad de las intervenciones de MIA. Además, a pesar de que en general el volumen de intervenciones de MIA de los cirujanos fue bajo, había una considerable variabilidad intercirujanos en el uso de esta operación.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO. La primera y más importante de las limitaciones es que se trata de un estudio de observación, y la falta de aleatorización hace que los pacientes del grupo de IAU presentaran indudablemente una gravedad superior a la de los pacientes tratados con la intervención de MIA. Intentamos reducir al mínimo este sesgo de selección mediante un emparejamiento por propensión de los pacientes, y observamos que, tras ello, los pacientes de los 2 grupos tenían un perfil muy similar por lo que respecta a los numerosos factores de riesgo de los que se disponía de información en nuestro registro. También es una buena señal el hecho de que, a diferencia de lo ocurrido en estudios de observación anteriores de esta cuestión (19), las tasas a 1 año de mortalidad, MACE, IAM e ictus fueran casi idénticas en los 2 grupos, lo cual implica que no hubo diferencias en un periodo demasia-

do temprano para que fueran atribuibles a un fallo del injerto de vena safena. No obstante, no pudo eliminarse el sesgo asociado a variables no incluidas en nuestro registro. Algunos de los factores de confusión no medibles son el estado de salud general y la esperanza de vida, el acceso a la asistencia, el seguimiento a largo plazo y la posibilidad de uso de injertos en los vasos diana (19).

Además, no pudimos diferenciar entre los injertos de arteria torácica interna y los de AR, ya que no se dispuso de esta información en el registro durante el periodo de estudio. Esto tiene interés ya que algunos estudios previos han mostrado resultados mejores con los injertos de arteria torácica interna en comparación con los injertos de AR, y hubiera sido interesante comparar los resultados de los pacientes tratados con MIA en función del tipo de injerto arterial que se utilizó en ellos (21). No tuvimos acceso a la información relativa a la técnica de obtención del injerto, y es posible que esos datos pudieran tener una repercusión en las tasas relativas de infección de la incisión esternal y en la permeabilidad del injerto. Es posible también que nuestra definición de la revascularización completa sea inexacta en ciertos pacientes ya que no podemos emparejar los injertos con el número de lesiones críticas. Es posible que algunos vasos con lesiones críticas no pudieran ser tratados con injertos, y que ello llevara a los cirujanos a aplicar injertos en vasos con una

afectación menos grave de otros territorios. Además, no dispusimos de información acerca de la ubicación de los injertos secuenciales, que probablemente fueron más frecuentes en el grupo de intervención de IAU y que es posible que hayan afectado a los resultados relativos. No pudimos identificar cambios de grupo de tratamiento de la intervención de MIA a la de IAU. En muchos de estos pacientes, que fueron asignados a la intervención de IAU, hubo dificultades intraoperatorias, y probablemente un peor resultado a largo plazo. Además, la prevención médica secundaria puede haber sido mejor en el grupo de MIA, y la definición imperfecta de la revascularización completa puede haber favorecido al grupo de MIA. El conjunto de estas cuestiones podría explicar la ventaja modesta en cuanto a la supervivencia y en cuanto a los MACE que observamos en el grupo de MIA.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados indican una ventaja en la mortalidad y los MACE a 7 años en los pacientes tratados con MIA y, aunque estos resultados difieren de los de un reciente ECA, la razón de ello puede estar claramente relacionada con diferencias en los tipos de pacientes y en la asignación de estos a los grupos de estudio (MIA frente a IAU en vez de ATIB frente a ATIU). Además, nuestro estudio ha identificado algunas hipótesis a examinar en futuros ECA, como la de diferencias de resultados entre los pacientes tratados con MIA y con IAU en función del uso de cirugía con o sin bomba extracorpórea, la edad, los vasos concretos afectados y el tipo de injertos arteriales utilizados.

AGRADECIMIENTOS. Los autores dan las gracias a Kimberly S. Cozzens, Rosemary Lombardo y a los departa-

mentos de cirugía cardíaca de los hospitales participantes por sus incansables esfuerzos para asegurar la exhaustividad, la exactitud y la inclusión en el momento oportuno de los datos del registro.

DIRECCIÓN PARA LA CORRESPONDENCIA: Dr. Edward L. Hannan, School of Public Health, State University of New York, University at Albany, One University Place, Rensselaer, New York 12144-3456, Estados Unidos. Correo electrónico: Edward.Hannan@health.ny.gov. Twitter: @UAlbanySPH.

PERSPECTIVAS

COMPETENCIAS EN LA ASISTENCIA DE LOS PACIENTES Y LAS CAPACIDADES DE APLICACIÓN DE TÉCNICAS:

En determinados pacientes seleccionados con una enfermedad de múltiples vasos a los que se practica una intervención quirúrgica de bypass coronario, el uso de una intervención de MIA se asocia a resultados a medio plazo mejores que los de la intervención de IAU.

PERSPECTIVA TRASLACIONAL:

Deberán realizarse estudios aleatorizados para comparar los resultados obtenidos en los pacientes de mayor edad y en pacientes con otras características específicas a los que se practica una revascularización completa o incompleta o una intervención sin bomba extracorpórea.

BIBLIOGRAFÍA

1. New York State Department of Health. Adult Cardiac Surgery in New York State: 2014-2016. January 2019. Available at: https://www.health.ny.gov/statistics/diseases/cardiovascular/heart_disease/docs/2014-2016_adult_cardiac_surgery.pdf. Accessed June 1, 2019.
2. El-Bardissi AW, Aranki SF, Sheng S, O'Brien SM, Greenberg CC, Gammie JS. Trends in isolated coronary artery bypass grafting: an analysis of the Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012;143:273-81.
3. Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, et al. 2011 ACCF/AHA guideline for coronary artery bypass graft surgery. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:e123-210.
4. Kolh P, Windecker S, Alfonso F, et al. 2014 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization. *Eur J Cardiothorac Surg* 2014;46:517-92.
5. 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.
6. 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.
7. Takagi H, Goto S, Watanabe T, Mizuno Y, Kawai N, Umemoto T. A metaanalysis 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.
8. 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.
9. Yi G, Shine B, Rehman SM, Altman DG, Taggart DP. Effect of bilateral internal mammary artery grafts on long-term survival: a metaanalysis approach. *Circulation* 2014;130:539-45.
10. 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.
11. Schwann TA, Habib RH, Wallace A, et al. Operative outcomes of multiple-arterial versus single-arterial coronary bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2018;105:1109-19.
12. Royle AG, Brennan AP, Ou-Young J, et al. 21-Year survival of left internal mammary artery-radial artery-Y graft. *J Am Coll Cardiol* 2018;72: 1332-40.
13. Aldea GS, Bakaeen FG, Pal 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.
14. Myers WO, Berg R, Ray JF, et al. All-artery multigraft coronary artery bypass grafting with only internal thoracic arteries possible and safe: a randomized trial. *Surgery* 2000;128:650-9.

15. Gaudino M, Cellini C, Pragliola C, et al. Arterial versus venous bypass grafts in patients with instent restenosis. *Circulation* 2005;112:1265-9.
16. Nasso G, Coppola R, Bonifazi R, Piancone F, Bozzetti G, Speziale G. Arterial revascularization in primary coronary artery bypass grafting: direct comparison of 4 strategies—results of the Standin-Y Mammary Study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:1093-100.
17. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, et al. Randomized trial of bilateral versus single internal-thoracic-artery grafts. *N Engl J Med* 2016;375:2540-9.
18. Taggart DP, Benedetto U, Gerry S, et al. Bilateral versus internal-thoracic artery grafts at 10 years. *N Engl J Med* 2019;380:437-46.
19. Gaudino M, DiFranco A, Rahooua M, et al. Unmeasured confounders in observational studies comparing bilateral versus single internal thoracic artery for coronary artery bypass grafting: a metaanalysis. *J Am Heart Assoc* 2018;7:e008010.
20. Rosenbaum PR, Rubin DB. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika* 1983;70:41-55.
21. Rosenbaum PR. Optimal matching for observational studies. *J Am Stat Assoc* 1989;84:41-55.
22. Ming K, Rosenbaum PR. A note on optimal matching with variable controls using the assignment algorithm. *J Comput Graph Stat* 2001;10:455-63.
23. Gu XS, Rosenbaum PR. Comparison of multivariate matching methods, structures, differences, and algorithms. *J Comput Graph Stat* 1993;2:405-20.
24. Gaudino M, Benedetto U, Fremes S, et al. Radial-artery or saphenous-vein grafts in coronary artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2018;378:2069-77.
25. Benedetto U, Raja SG, Albanese A, Amrani M, Biondi-Zoccai G, Frati G. Searching for the second best graft for coronary artery bypass surgery: a network meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Cardiothorac Surg* 2015;47:59-65.
26. Gaudino M, Alexander JH, Bakaeen PG, et al. Randomized comparison of the clinical outcome of single versus multiple arterial grafts: the ROMA trial—rationale and study protocol. *Eur J Cardiothorac Surg* 2017;52:1031-40.

PALABRAS CLAVE cirugía CABG, MACE, diferencias de mortalidad, revascularización arterial múltiple, enfermedad de vasos múltiples, estudio observacional

APÉNDICE Puede consultarse una figura y tablas complementarias en la versión de este artículo en línea.