

Cir. Cardio. 2005;12(2):127-34

Artículos originales

Valoración incruenta de la permeabilidad de los injertos coronarios mediante tomografía computarizada multicorte

María Bueno Codoñer¹, Fernando Hornero Sos¹, José A. Buendía Miñano¹, Ignacio Rodríguez Albarrán¹, Sergio Cánovas López¹, Óscar Gil Albarova¹, Rafael García Fuster¹, José A. Montero Argudo¹, Jordi Estornell Erill²

¹Servicio de Cirugía Cardíaca²Servicio de TC y RM ERESA

Hospital General Universitario de Valencia

Introducción y objetivos. Se describen los hallazgos de la tomografía computarizada (TC) multicorte como técnica incruenta para la valoración de la permeabilidad de los injertos coronarios.

Pacientes y métodos. Entre 2002-2005 se realizó TC multicorte en 31 pacientes intervenidos de cirugía coronaria, utilizando un escáner *Light Speed 16* de GE® con contraste yodado. La indicación en la mayoría de los casos fue la recurrencia de angina. Se excluyeron pacientes con alergia a contrastes, insuficiencia renal y fibrilación auricular. En siete pacientes se realizó además coronariografía.

Resultados. Se valoraron 143 injertos coronarios, 37 venosos y 106 arteriales. Se analizaron las diferencias en permeabilidad en función del injerto empleado, el territorio revascularizado y la técnica anastomótica. La permeabilidad fue del 97, 40, 88 y 86% al emplear, respectivamente, la arteria mamaria izquierda (AMI), la derecha (AMD), arteria radial y arteria safena. En función del territorio revascularizado, la permeabilidad fue de 97, 85, 85, 78 y 83% en la descendente anterior, diagonales, marginales, coronaria derecha y descendente posterior. Según el tipo de anastomosis empleada, la permeabilidad de los injertos individuales fue del 89%, secuenciales del 75% y del 100% en composiciones en «Y» en esta serie.

Non-invasive assessment of coronary graft patency with multislice computed tomography

Background. To evaluate the results of multislice computed tomography (CT) as non invasive technique for the assessment of coronary artery bypass grafting patency.

Patients and method. Between 2002-2005, multislice CT was performed in 31 patients with previous coronary surgery, using a 16 slice CT scanner, receiving contrast material. Most of the patients were referred by recurrence of angina. Contraindications were contrast allergy, abnormal renal function or atrial fibrillation. Additional invasive angiography was performed in seven of these patients.

Results. 143 conduits were studied, 37 vein grafts and 106 arterial grafts. We evaluate differences in patency based on the conduit, the coronary territories or the type of anastomosis. Patency was 97, 40, 88 and 86% for LIMA, RIMA, radial artery and saphenous vein, respectively. Depending on the target territories, patency was 97, 85, 85, 78 and 83% for left anterior descending coronary artery, diagonals, marginals, right coronary artery and posterior descending coronary artery. Based on type of anastomosis, patency for individual anastomosis was 89%, for sequential was 75 and 100% for «Y» grafts.

Correspondencia:

María Bueno Codoñer

Hospital General Universitario de Valencia

Avda. Tres Cruces, s/n

46014 Valencia

E-mail: mar_bueno@gva.es

Recibido 9 julio 2004

Aceptado 30 mayo 2005

Conclusiones. La TC multicorte es una técnica incruenta potencialmente útil en la valoración postoperatoria de los injertos coronarios.

Palabras clave: Tomografía computarizada Injerto coronario. Permeabilidad.

Conclusion. Multi-slice CT is a non-invasive technique useful to evaluate patency after coronary artery bypass grafting.

Key words: Computed tomography. Coronary graft. Patency.

INTRODUCCIÓN

La coronariografía es en la actualidad la técnica estándar para la valoración de la permeabilidad de los injertos coronarios. Sin embargo, se trata de un procedimiento cruento, costoso y no exento de riesgos con una mortalidad del 0,15% y una morbilidad del 1,5%. Desde 1980 se han empleado diversos métodos diagnósticos para tratar de evaluar la permeabilidad de los injertos coronarios de forma incruenta con suficiente exactitud diagnóstica para permitir su uso sistemático en la práctica clínica, pero han demostrado limitaciones importantes².

La resonancia magnética (RM) y la tomografía computarizada (TC) son métodos prometedores para lograr este objetivo³. Las limitaciones principales de estas técnicas están relacionadas con la propia anatomía coronaria y su constante movilidad. Los avances tecnológicos⁶ han permitido dar soluciones a estos problemas, al menos parcialmente.

La TC ofrece además otras ventajas. Cabe destacar su utilidad para aportar información adicional en el estudio previo a una reintervención cardíaca. En la valoración preoperatoria es necesario el conocimiento completo de las coronarias nativas y de la disposición espacial de los injertos para plantear una estrategia quirúrgica adecuada. La TC multicorte con reconstrucción tridimensional aporta excelentes imágenes de la disposición anatómica que pueden permitir modificaciones en el planteamiento de la nueva intervención.

El objetivo de este estudio es, por una parte, la descripción de los hallazgos con la TC multicorte en pacientes intervenidos de cirugía coronaria, fundamentalmente dirigido a describir la capacidad de valoración de la permeabilidad de los injertos y, por otra, definir las potenciales ventajas de esta técnica frente a la coronariografía convencional.

PACIENTES Y MÉTODOS

Entre los años 2002 y 2005 se realizó TC multicorte en 31 pacientes intervenidos de cirugía coronaria (29 varones y 2 mujeres), con una edad media de 64 años (rango: 49-76). Los pacientes del grupo de estudio presentaron una prevalencia de hipertensión arterial del 38,5%, de dislipemia del 53,8%, de tabaquismo del 53,8% y de diabetes del 26,9%.

Los motivos de inclusión en el estudio fueron diversos. En siete pacientes se realizó durante el seguimiento postoperatorio ante la positividad de una prueba de esfuerzo; en cinco como

estudio complementario previo a reintervención (dos recambios valvulares mitrales, dos aórticos y uno coronario), en tres casos por recurrencia de angina, y en otros tres para visualizar el resultado de injertos compuestos complejos. En dos casos la exploración la solicitó otro servicio del hospital y se desconoce la causa de la petición. Los 11 casos restantes eran pacientes operados que aceptaron realizarse la prueba y no presentaban contraindicaciones. El tiempo medio de realización del estudio tras la intervención coronaria fue de 33 meses (rango: desde 15 días hasta 120 meses).

Todos los estudios se realizaron de forma ambulatoria. Para ello se empleó un escáner Light Speed 16 de GE[®]. Se realizaron reconstrucciones 3D-Volume Rendering y 2D-Maximum Intensity Projection. La TC multicorte o multidetector emplea una fuente de rayos X móvil, así como detectores móviles en rotación continua, al tiempo que se mueve también la mesa exploratoria. De esta forma se obtienen múltiples cortes tomográficos paralelos en cada giro (hasta 16 cortes en 0,5 s), con sincronismo cardíaco (registro simultáneo del electrocardiograma [ECG]) y en apnea, durante todo el ciclo cardíaco. La reconstrucción de las imágenes se realizó de forma retrospectiva en la fase del ciclo cardíaco más adecuada (habitualmente la diástole), con el objeto de evitar artefactos por el movimiento cardíaco. Los estudios se realizaron con administración de contraste yodado (Clarograft[®] 370) mediante bomba de perfusión a través de una vena antecubital con la finalidad de realzar el árbol vascular coronario. En los pacientes con frecuencia cardíaca elevada (dos casos), se emplearon bloqueadores β (atenolol, 2,5-5 mg por vía endovenosa [ev]), con el fin de prolongar la diástole y minimizar así los artefactos del movimiento. Las imágenes fueron analizadas por un cardiólogo especializado en técnicas de imagen cardíacas. Se excluyeron pacientes con alergia a contrastes yodados, insuficiencia renal, fibrilación auricular o claustrofobia.

RESULTADOS

No hubo complicaciones atribuibles a la exploración mediante TC en ningún paciente estudiado. Todos los segmentos se consideraron valorables.

En los 31 pacientes a los que se les practicó el estudio se valoraron globalmente 98 injertos coronarios (3,16 injertos/paciente [rango: 1-5]), de los cuales 37 fueron de vena safena (37,8%) y 61 arteriales (62,2%) con arteria mamaria interna



Figura 1. Injertos permeables de arteria mamaria izquierda (AMI)-descendente anterior, vena safena a primera marginal y vena safena a segunda obtusa marginal.

izquierda (AMI), derecha (AMD) y arteria radial. Se realizaron intervenciones de cirugía arterial múltiple en el 66,7% de los pacientes, de las cuales fueron arteriales completas el 38,7%. De los 31 casos estudiados, 11 pacientes mostraron al menos un injerto con lesión significativa u oclusión (36%). En los cuatro pacientes en los que se realizó como estudio adicional previo a la reintervención se encontró que eran permeables 12 de los injertos estudiados (86%) y dos ocluidos. En estos casos se realizó también una coronariografía, que mostró una concordancia total con los resultados de la TC (sensibilidad y especificidad del 100%). En otros tres pacientes se realizó también coronariografía durante el seguimiento; se valoraron ocho injertos, seis de ellos permeables (75%) y dos ocluidos, con una correspondencia con la TC también en todos los casos. Por tanto, en 7 de los 31 pacientes (22,6%) se han podido comparar ambas técnicas diagnósticas.

La AMI se empleó en 29 de los 31 pacientes (93,5%) (Fig. 1). En un paciente se descartó su uso por el reducido calibre y por flujo disminuido y en otro por una ateromatosis grave del injerto. En todos los casos se empleó pediculada para revascularizar la arteria coronaria interventricular anterior (IVA) y en uno de ellos además como injerto secuencial a la diagonal. La TC multicorte describió uno de estos injertos como ocluido a los 55 meses de la intervención. La coronaria nativa revascularizada presentaba en el estudio coronariográfico preoperatorio una estenosis del 50%. En el seguimiento postoperatorio se realizó una coronariografía previa a la reintervención por valvulopatía que mostró ausencia de anomalías en la IVA con injerto no funcionando de AMI. En otro caso no se visualizó correctamente la salida desde la subclavia por interposición de contraste venoso.

Se empleó la AMD como injerto pediculado en cinco pacientes. En un paciente se realizaron dos anastomosis secuenciales que no se visualizaron en la TC, considerándose ambas ocluidas. Otro injerto individual también apareció ocluido. En otros dos pacientes se empleó como injerto compuesto prolongándose con arteria radial. Estas anastomosis terminotermina-

les se encuentran permeables, pero no se han incluido en el cómputo global por no ser anastomosis distales.

La arteria radial se utilizó en 19 pacientes (61,3%), con un total de 26 anastomosis distales (26,5%) de las cuales tres injertos aparecían ocluidos en la TC, en todos ellos formando parte de anastomosis secuenciales. En otros tres pacientes se valoró con dificultad la anastomosis distal por presencia de artefactos (clips metálicos), aunque se definieron como permeables.

La vena safena se utilizó en 18 de los 31 pacientes (58%), con un total de 37 anastomosis valoradas. En cuatro casos no se visualizó el injerto (ocluidos) y un injerto mostraba una estenosis distal significativa. En un paciente se observó el trayecto de tres injertos venosos, pero no sus anastomosis distales por artefactos de movimiento.

Los territorios coronarios a los que iban dirigidos los injertos se describen en la tabla I. Cuando la arteria revascularizada fue la IVA, la permeabilidad fue del 97%. El injerto afectado fue la AMI izquierda, que se visualiza en su porción proximomedial, sin visualizarse su porción distal ni la anastomosis coronaria. En sólo dos casos se revascularizó la IVA con vena safena, ambas permeables a los 5 y 54 meses, respectivamente.

Cuando el injerto iba dirigido a ramas diagonales (13 anastomosis) se observaron dos oclusiones de dos injertos arteriales, una mamaria derecha y una radial, en ambos casos formando parte de un injerto secuencial a diagonal y marginal. Esto supone una permeabilidad del 85% en este territorio. Las coronarias a las que iba dirigido el injerto se valoraron en el acto quirúrgico como ateromatosas, con un diámetro de 1,5 mm.

Los injertos dirigidos a las ramas marginales (33 anastomosis) mostraron cinco lesiones significativas. Los injertos ocluidos fueron dos venas safenas, dos AMD y una arteria radial. El diámetro medio de la coronaria a la que iban dirigidos fue 1,6 mm. Esto representa una permeabilidad del 85% de los injertos dirigidos a este territorio.

La revascularización del territorio derecho se llevó a cabo con 21 anastomosis (nueve a la coronaria derecha y 12 a la descendente posterior). La TC mostró cuatro oclusiones, lo

TABLA I. PERMEABILIDAD EN FUNCIÓN DEL TERRITORIO CORONARIO REVASCULARIZADO

Territorio	Número de anastomosis	Número de ocluidos	Permeabilidad (%)
IVA	31	1	97
Diagonales	13	2	85
Marginales	33	5	85
Coronaria derecha	9	2	78
IVP	12	2	83

IVA: arteria coronaria interventricular anterior; IVP: arteria coronaria interventricular posterior.

que supone una permeabilidad de 78 y 83% cuando las arterias revascularizadas fueron la coronaria derecha y la descendente posterior, respectivamente. Los injertos ocluidos fueron dos venas safenas a coronaria derecha y una vena safena y una radial a descendente posterior (Fig. 2). El diámetro medio estimado en el momento de la intervención fue de 2,5 mm de la coronaria derecha y 1 mm de la descendente posterior; en los cuatro casos fueron descritas como muy ateromatosas.

Para analizar los resultados en función del tipo de anastomosis (Tabla II) se ha dividido el total de 98 anastomosis en cuatro grupos.

El grupo 1 está constituido por injertos individuales, pediculados en los casos de AMI y AMD, y desde la aorta en los casos de arteria radial y vena safena. En las 65

anastomosis individuales realizadas se encontraron siete oclusiones (permeabilidad del 89%) (Fig. 3).

El grupo 2 lo constituyen ocho anastomosis secuenciales (laterolateral y terminolateral), originadas desde la aorta (dos de vena safena y cuatro de arteria radial) y en un caso prolongando a la AMD *in situ* terminoterminal con radial. Se realizaron ocho anastomosis secuenciales de las que dos se describen como ocluidas (arteria radial desde la aorta secuencial a diagonal y marginal). Por tanto, la permeabilidad es del 75%.

El grupo 3 lo constituyen las anastomosis en «Y» desde otro injerto (vena safena, radial, AMD o AMI). Las 16 anastomosis realizadas según esta técnica se describieron como normofuncionantes, lo que constituye una permeabilidad del 100%.



Figura 2. Injertos permeables de arteria mamaria izquierda (AMI)-descendente anterior, vena safena a primera obtusa marginal, vena safena a segunda obtusa marginal y vena safena a coronaria derecha.

TABLA II. PERMEABILIDAD EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ANASTOMOSIS

Tipo de anastomosis	Número de anastomosis	Número de ocluidos	Permeabilidad (%)
Individual	65	7	89
-Pediculado (AMI/AMD)	32 (30/2)	2 (1/1)	94 (97/50)
-Aorta	33	5	85
Secuencial	8	2	75
En «Y»	15	0	100
En «Y» + secuencial	10	3	70

AMI: arteria mamaria izquierda; AMD: arteria mamaria derecha.

Finalmente hemos considerado un grupo 4 en el que se combinó el origen en «Y» desde otro injerto y la realización de anastomosis secuenciales. En tres pacientes se realizó este tipo de composición con 10 anastomosis, apareciendo tres injertos afectados en dos de estos pacientes (una arteria radial y dos anastomosis con AMD).

En el 96,8% (30 casos), las coronarias susceptibles de revascularización tenían una estenosis significativa (mayor del 70%), por lo que no se ha tenido en cuenta este criterio para valorar las diferencias de permeabilidad de los injertos. En el caso restante, la arteria descendente anterior revascularizada presentaba una lesión del 50%, y como ya se ha comentado anteriormente fue el único injerto de AMI no funcionante.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La limitación más evidente de este trabajo es la falta de estudio comparativo con la coronariografía convencional. En sólo siete pacientes de los 31 (22,5%) se realizaron ambas técnicas. En todos los casos los hallazgos fueron los mismos (sen-

sibilidad y especificidad del 100%). La experiencia con esta técnica es muy reciente, por lo que los estudios comparativos con la angiografía son por el momento escasos^{1,5,8}, con resultados de sensibilidad variable entre el 75 y el 92% y especificidad entre el 91 y el 95%. En estos estudios se valoraban coronarias nativas además de los injertos. Cuando se analizan exclusivamente injertos coronarios^{4,7} la sensibilidad y especificidad son superiores (98-100% y 99-100% según las series).

Además hay que tener en cuenta las limitaciones inherentes a la técnica, relacionadas con la propia anatomía coronaria (pequeño calibre coronario, relación con otros tejidos, calcificaciones), y su constante movilidad (pulso arterial, movimientos cardíacos y respiratorios). Otra limitación importante es la valoración de endoprótesis coronarias por el artefacto metálico que producen, aunque ningún paciente de la serie recibió una endoprótesis en ninguno de los injertos. Estas limitaciones son menos importantes cuando se analizan injertos que al estudiar coronarias nativas, ya que se trata de vasos de mayor calibre, menos afectados por la relación con tejidos cardíacos (grasa, miocardio), sin calcificaciones y con menor movilidad por su posición «extracardíaca».

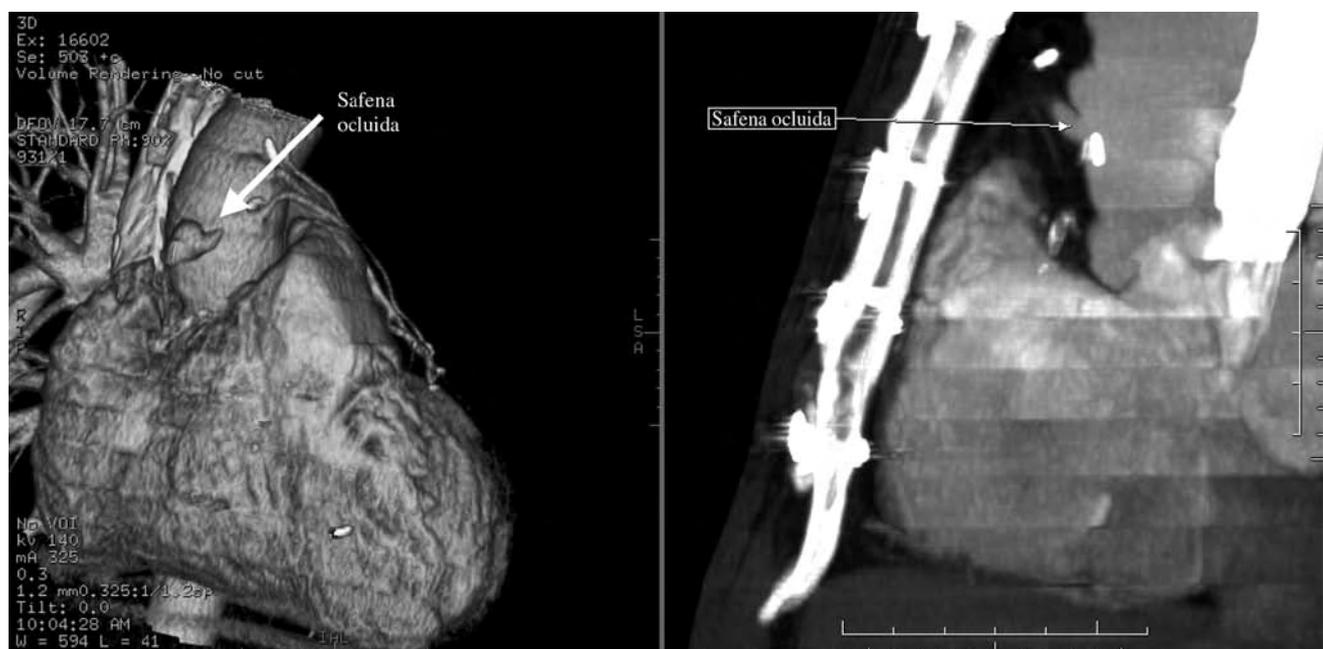


Figura 3. Imagen de oclusión proximal de vena safena a coronaria derecha.

TABLA III. PERMEABILIDAD EN FUNCIÓN DEL INJERTO EMPLEADO

Injerto empleado	Número de anastomosis	Número de ocluidos	Permeabilidad (%)
AMI	30	1	97
AMD	5	3	40
Arteria radial	26	3	88
Vena safena	37	5	86

AMI: arteria mamaria izquierda; AMD: arteria mamaria derecha.

Otra limitación es el pequeño tamaño de la muestra, por lo que los resultados de permeabilidad en función de los diversos aspectos considerados no tienen ninguna significación estadística.

DISCUSIÓN

El primer objetivo de este estudio ha sido la descripción de los hallazgos con la TC multicorte en pacientes intervenidos de cirugía coronaria. Se han analizado las diferencias de permeabilidad a los 33 meses (rango: 15 días-10 meses) en función de tres aspectos en controversia en la literatura médica.

El primer criterio ha sido el tipo de injerto utilizado (Tabla III). La cirugía coronaria ha evolucionado hacia el empleo de conductos arteriales, por su probable mejor permeabilidad a largo plazo. En esta serie se han realizado intervenciones de cirugía arterial múltiple en el 66,7% de los pacientes, siendo arteriales completas en el 38,7%. De las 98 anastomosis, 61 fueron arteriales (62,2%).

Está bien establecido el empleo de la AMI como injerto de elección para la descendente anterior, derivado de los excelentes resultados en numerosos estudios a largo plazo¹⁴. En nuestra serie se empleó en el 93,5% de los pacientes, realizando 30 anastomosis de las 98 totales (30,6%) y mostrando una permeabilidad del 97%.

La elección de la AMD o la arteria radial como injerto de segunda elección es todavía un tema controvertido. La AMD ha mostrado unos resultados prometedores a largo plazo en cuanto a permeabilidad, reducción de episodios cardíacos y necesidad de reoperación o dilatación percutánea, aunque los efectos sobre la supervivencia son contradictorios. Así, el empleo de mamaria bilateral es todavía limitado, por aumento del tiempo operatorio, el potencial aumento de la morbilidad y la complejidad técnica. En esta serie se ha empleado en el 19,3% de pacientes, realizando cinco anastomosis (5,10%). La permeabilidad fue del 40%. Los injertos compuestos alargando la AMD con arteria radial han mostrado ser una técnica segura y efectiva¹⁰. Los dos casos en nuestra experiencia han tenido un buen resultado.

Se ha empleado la arteria radial en el 61,3% de los pacientes, realizando 26 anastomosis (26,5%). Estudios recientes^{26,27} están demostrando muy buenos resultados de permeabilidad a largo plazo, además de ventajas técnicas por adecuada longitud y diámetro, facilidad de extracción simultánea con la AMI

y la baja morbilidad derivada de su uso¹⁶. En este estudio, la TC ha mostrado una permeabilidad del 88%.

La vena safena se ha empleado en 37 anastomosis (37,8%), con una permeabilidad del 86%.

El segundo criterio analizado han sido las diferencias en función del territorio coronario revascularizado (tema 2). Es tema de controversia su influencia sobre la permeabilidad. Se han descrito resultados óptimos^{11,20} cuando se revasculariza la descendente anterior, menos en el territorio de la circunfleja, y más bajos cuando se revasculariza el territorio de la coronaria derecha, como ha ocurrido en nuestra serie, con una permeabilidad en descendente anterior, diagonales, marginales, coronaria derecha y descendente posterior del 97, 85, 85, 78 y 83%, respectivamente. Otros estudios no corroboran estas diferencias^{12,24}.

El tercer aspecto considerado ha sido la configuración de la anastomosis (Tabla II). La cirugía arterial completa es posible empleando varios conductos arteriales o mediante la construcción de injertos compuestos secuenciales y/o anastomosis en «Y»¹⁸. La disección de múltiples conductos complica el acto quirúrgico y aumenta las complicaciones postoperatorias²⁰. Las ventajas de los injertos compuestos¹⁷ son su mayor longitud y la disminución de la manipulación aórtica¹⁹. En esta serie se han empleado injertos compuestos en el 34,7% de los casos. Preferimos las anastomosis longitudinales (paralelas a la coronaria nativa) que la configuración «en diamante» (perpendicular a la coronaria nativa) porque proporciona un orificio más amplio, causa menos flujo turbulento, previene la estenosis de la anastomosis, evita la distorsión de la coronaria nativa o el injerto y es técnicamente más sencilla^{21,23}. Mientras algunos autores defienden que la localización de la anastomosis proximal no parece afectar a la permeabilidad²⁰, otros establecen claras diferencias. En esta serie hemos observado la mejor permeabilidad cuando se realizan injertos en «Y» (100%), algo menor en injertos individuales (89%). Con injertos secuenciales la permeabilidad disminuyó a un 75% y si se combinan injertos compuestos en «Y» con secuenciales la permeabilidad fue sólo del 70%. La idea de que la permeabilidad es menor en los injertos anastomosados a la aorta es explicada por algunos autores²⁰ porque la mayor dp/dt a este nivel podría provocar una hiperplasia acelerada del injerto con su consecuente disfunción. Los peores resultados en anastomosis secuenciales pueden derivarse de su mayor complejidad técnica.

El segundo objetivo de este trabajo ha sido definir las potenciales ventajas de la TC multicorte frente a la coronariografía convencional y establecer sus posibles indicaciones.

La TC multicorte permite valorar la permeabilidad de los injertos coronarios de forma no cruenta y sin necesidad de ingreso hospitalario⁹. La alta calidad de las imágenes y la buena correlación con la coronariografía en otras series publicadas^{1,4-8} apoyan su utilidad. Permiten además añadir información de relevancia ante una reintervención cardíaca.

La coronariografía es el procedimiento de referencia para la valoración de las arterias coronarias nativas y la identificación de las lesiones que ocasionan su estenosis, así como para el estudio de la permeabilidad de los injertos tras cirugía de revascularización coronaria. De forma adicional, puede combinarse con otras técnicas, como la ecocardiografía intracoronaria, el Doppler o las guías de presión, que ofrecen información complementaria acerca de la anatomía y composición de las lesiones, así como de su repercusión funcional. Sin embargo, la angiografía con contraste es un procedimiento de alto coste, y que comporta riesgos como disección de conductos, espasmo, embolización e infarto agudo de miocardio (IAM), arritmias, accidente cerebrovascular y muerte, y complicaciones locales en la zona de punción.

En los últimos años se han tratado de buscar métodos diagnósticos alternativos para reemplazar la angiografía en el estudio de los injertos coronarios. Entre estos procedimientos no cruentos, destacan dos con posibilidades de lograr este objetivo: la RM y la TC.

Ambas técnicas de imagen tienen en común una serie de limitaciones relacionadas con la propia anatomía coronaria, y su constante movilidad. Ante el enorme interés que ha supuesto la posibilidad de evitar el cateterismo coronario, se ha producido un rápido avance tecnológico en los últimos años que ha conseguido reducir parcialmente estas limitaciones. El desarrollo de secuencias que permiten adquisiciones más rápidas, con una mayor resolución espacial, con sincronismo cardíaco y durante apneas de duración tolerable (15 s) ha permitido mejorar la calidad de las imágenes obtenidas. La presencia de ritmos cardíacos elevados provoca a menudo artefactos que pueden ser minimizados mediante el empleo de medicación con bloqueadores β , con el fin de prolongar la diástole, período del ciclo cardíaco empleado habitualmente para el análisis. En algunas series publicadas⁵ no emplean ningún fármaco cardiovascular para la realización del estudio, y utilizan sistemas especiales de segmentación que optimizan la reconstrucción de imágenes en función de la frecuencia cardíaca espontánea. Estos grupos emplean algoritmos de reconstrucción de imágenes que integran los datos obtenidos a partir de varios ciclos cardíacos, y durante el ciclo completo, por lo que la radiación empleada es mucho mayor, a veces incluso más que la utilizada en la coronariografía convencional. Hay otras limitaciones que dificultan la visualización de las arterias coronarias nativas, pero que son menos determinantes cuando el

objetivo es la valoración de injertos coronarios. Son algunas como la presencia de calcificaciones importantes en las arterias coronarias, que disminuyen de manera notable la calidad de la imagen y la posibilidad de cuantificar las lesiones. Es además difícil la valoración de la arteria circunfleja en su trayecto a través del surco auriculoventricular, por su proximidad al seno venoso coronario que también se rellena de contraste. Asimismo es limitada la capacidad de evaluar correctamente vasos distales de pequeño calibre.

Entre las limitaciones propias del análisis de injertos coronarios destaca la derivada del empleo de clips metálicos en la disección de conductos arteriales, que pueden producir artefactos en la imagen, de importancia sobre todo respecto a las anastomosis. Esto es de particular relevancia en la arteria radial, en la que habitualmente se emplean clips en los extremos distales y proximales de las venas satélites. Este problema se podría minimizar mediante el empleo de bisturí ultrasónico. En nuestra serie se empleó en la extracción en un pequeño porcentaje de radiales.

La TC ofrece ventajas adicionales en el estudio previo a reintervenciones cardíacas, en aumento progresivo en los últimos años. Las indicaciones para una nueva intervención son, por una parte, la progresión de la coronariopatía en los vasos nativos o la oclusión de injertos previos y, por otra, la evolución de valvulopatías no significativas en el momento de la primera intervención. A pesar del número creciente de reoperaciones, se siguen asociando a un aumento del riesgo perioperatorio, siendo considerado como un factor de riesgo independiente en distintos sistemas de estratificación del riesgo quirúrgico (Euroscore), con una mortalidad que oscila entre el 3,4 y el 11,4%. La causa más frecuente de muerte en reoperaciones es el IAM peroperatorio, originado en parte por la manipulación y/o lesión de los injertos permeables. Por tanto, las técnicas empleadas en la valoración preoperatoria deben considerar dos aspectos fundamentales a la hora de plantear la estrategia quirúrgica más adecuada. Por una parte, deben permitir valorar las estructuras con especial riesgo de lesión durante la reapertura, fundamentalmente ventrículo derecho, aorta ascendente, tronco innominado e injertos retroesternales y su proximidad al esternón. Por otra parte, deben informar sobre la permeabilidad de los injertos y su disposición anatómica. Habitualmente las técnicas empleadas para la consecución de estos objetivos han sido la radiografía lateral de tórax y la coronariografía. La radiografía orienta sobre la distancia entre el corazón y la pared posterior esternal pero no permite diferenciar entre los distintos tejidos. El empleo de la TC permite definir con mayor exactitud la distancia entre las estructuras con mayor riesgo de lesión. Permite además evaluar la presencia de ateromatosis o calcificación aórtica y en función de los hallazgos plantear lugares alternativos de canulación (subclavia, femoral) o técnicas sin tocar la aorta con hipotermia profunda.

Para la valoración de la permeabilidad de los injertos se emplea habitualmente la coronariografía, que ofrece una ima-

gen en dos dimensiones que no muestra la disposición espacial de los injertos en relación con las cavidades cardíacas. Mediante la TC multicorte se obtiene una imagen tridimensional que define de manera precisa la disposición de los injertos en todo su trayecto y su relación con el resto de estructuras. En los últimos años, ante la mayor disponibilidad de este método, en nuestro servicio se realiza de manera sistemática una TC multicorte a todos los pacientes sometidos previamente a cirugía coronaria que van a ser reintervenidos.

Otra ventaja es la adecuada valoración de las lesiones de los ostia coronarios, en ocasiones de difícil apreciación en la angiografía por interposición del catéter a ese nivel. La capacidad de mostrar la pared del vaso además de su luz es otra ventaja frente a la coronariografía, que permite sólo la investigación intraluminal. Esta propiedad, en teoría, podría permitir la diferenciación entre espasmo del vaso o patologías intraluminales como hiperplasia de la íntima.

Las indicaciones actuales para el estudio angiográfico mediante TC multicorte en nuestro medio son la recurrencia de angina, la positividad de prueba de esfuerzo en el seguimiento y como estudio complementario previo a una reintervención cardíaca. Asimismo, se está empleando como estudio de control ante el empleo de variaciones a la técnica convencional, como la utilización de injertos compuestos, la cirugía sin circulación extracorpórea y otras.

CONCLUSIONES

La TC multicorte es una técnica que permite visualizar los injertos coronarios de forma incruenta y con imágenes de excelente calidad. Será necesario realizar estudios comparativos prospectivos amplios con la coronariografía convencional para determinar su potencial para sustituir a esta técnica en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Gurevitch J, Gaspar T, Orlov B, et al. Noninvasive evaluation of arterial grafts with newly released multidetector computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2003;76:1523-7.
- Estornell J. Coronariografía con tomografía computarizada: ¿por fin una alternativa a la coronariografía convencional? *Rev Esp Cardiol* 2004;57:198-200.
- Dewey M, Lembcke A, Enzweiler C, et al. Isotropic half millimetre angiography of coronary artery bypass graft with 16-slice computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2004;77:800-4.
- Nieman K, Pattynama P, Rensing B, et al. Evaluation of patients after coronary artery bypass surgery: CT angiographic assessment of grafts and coronary arteries. *Radiology* 2003;229:749-56.
- Leta R, Carreras F, Alomar X, et al. Coronariografía no invasiva mediante tomografía computarizada con 16 detectores: estudio comparativo con la angiografía coronaria invasiva. *Rev Esp Cardiol* 2004;57:217-24.
- Ropers D, Baum U, Pohle J, et al. Detection of coronary artery stenoses with thin slices multidetector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation* 2003;107:664-6.
- Ropers D, Ulzheimer S, Wenkel E, et al. Investigation of aortocoronary bypass grafts by multislice spiral computed tomography with electrocardiographic-gated image reconstruction. *Am J Cardiol* 2001;88:792-5.
- Yoo K, Choi D, Wook Ch, et al. The comparison of the graft patency after coronary artery bypass grafting using coronary angiography and multi-slice computed tomography. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;24:86-91.
- Fiore AC, Naunheim KS, Dean P, et al. Results of internal thoracic artery grafting over 15 years: single versus double grafts. *Ann Thorac Surg* 1990;49:202-9.
- Barner HB. The continuing evolution of arterial conduits. *Ann Thorac Surg* 1999;68 Suppl 3:1-8.
- Lyttle BW, Blackstone EH, Loop FD, et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:855-72.
- Vitolla G, Di Giammarco G, Teodori G, et al. Composite lengthened arterial conduits: long term angiographic results of an uncommon surgical strategy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;122:687-90.
- Gaudino M, Glieda F, Trani C, et al. Midterm endothelial function and remodeling of radial artery grafts anastomosed to the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;120:298-302.
- Zacharias A, Habib R, Schwann T. Improved survival with radial artery versus vein conduits in coronary bypass surgery with left internal thoracic artery to left anterior descending artery grafting. *Circulation* 2004;109:1489-96.
- Possati G, Gaudino M, Prati F, et al. Long-term results of the radial artery used for myocardial revascularization. *Circulation* 2003;108:1350-4.
- Tatoulis J, Buxton F, Fuller J. Bilateral radial artery grafts in coronary reconstruction: technique and early results in 261 patients. *Ann Thorac Surg* 1998;66:714-20.
- Maniar H, Sundt T, Barner H, et al. Effect of target stenosis and location on radial artery graft patency. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123:45-52.
- Maniar H, Barner H, Bailey M. Radial artery patency: are aortocoronary conduits superior to composite grafting? *Ann Thorac Surg* 2003;76:1498-504.
- Moran S, Baeza R, Guarda E, et al. Predictors of radial artery patency for coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1552-6.
- Gaudino M, Alessandrini F, Pragliola C, et al. Effect of target artery location and severity of stenosis on mid-term patency of aorta-anastomosed vs. internal thoracic artery-anastomosed radial artery grafts. *Eur J Cardio Surg* 2004;35:424-8.
- Turan A, Ozal E, Barindik N, et al. The results of radial artery Y-graft for complete arterial revascularization. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21:794-9.
- Muneretto C, Bisleri G, Negri A, et al. Left internal thoracic artery-radial artery composite grafts as the technique of choice for myocardial revascularization in elderly patients: a prospective randomised evaluation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;157:179-84.
- Muneretto C, Negri A, Bisleri G, et al. Is total arterial myocardial revascularization with composite grafts a safe and useful procedure in the elderly. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23:657-64.
- Barner HB. Techniques of myocardial revascularization. En: Edmunds LH, editor. *Cardiac surgery in the adult*. New York: McGraw-Hill; 1997. p. 481-534.
- Royse AG, Royse FC, Raman JS. Exclusive Y graft operation for multivessel coronary revascularization. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1612-8.
- Estornell J, Cervera V, Hornero F. Valoración de los injertos coronarios con TAC multicorte. *Rev Esp Cardiol* 2003;56:621-6.
- Morishita K, Kawaharada N, Fukada J, et al. Three or more median sternotomies for patients with valve disease: role of computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1476-81.