

Valoración no invasiva de injertos coronarios con tomografía computarizada: comparación con la angiografía convencional

Alberto Trigo Bautista^a, Jordi Estornell^b, Francisco Ridocci^a, Carlos J. Soriano^a, Margarita Gudín^a, Juan V. Vilar^a, Pau Federico^a, Rafael Payá^a, Vicente Cervera^b y José A. Velasco^a

^aServicio de Cardiología. Consorcio Hospital General Universitario de Valencia. Valencia. España.

^bERESA. Unidad de TC y RM. Consorcio Hospital General Universitario de Valencia. Valencia. España.

Introducción y objetivos. Aunque la tomografía computarizada (TC) muestra una elevada exactitud diagnóstica en la valoración no invasiva de las arterias coronarias principales, son todavía escasos los trabajos que valoren su fiabilidad en el estudio de los injertos coronarios. El objetivo de este estudio es determinar la exactitud diagnóstica de la TC con detectores múltiples en la valoración de los injertos coronarios.

Pacientes y método. Se evaluó de manera prospectiva a 38 pacientes revascularizados quirúrgicamente (117 injertos coronarios según la hoja operatoria), con indicación clínica de evaluación angiográfica de sus injertos. Todos los pacientes se encontraban en ritmo sinusal y con una frecuencia cardíaca < 75 lat/min. En la valoración no invasiva de los injertos se empleó un tomógrafo de 16 detectores y un grosor de corte de 1,2 mm. Se evaluó la exactitud diagnóstica de la TC para la detección de lesiones significativas en los injertos (estenosis > 50% u oclusión) y los resultados se compararon con los de la angiografía convencional.

Resultados. De los 117 injertos referidos se visualizaron 99 (84,6%) mediante angiografía convencional y 109 (93,2%) mediante TC. Se analizaron los 98 injertos valorados por ambas técnicas. Los valores de sensibilidad y especificidad de la TC para el total de injertos fueron del 92 y del 97,3%, para los injertos venosos del 89,5 y del 97,6%, y para los injertos arteriales del 100 y del 96,8%, respectivamente.

Conclusiones. La TC con detectores múltiples muestra una elevada exactitud diagnóstica en la valoración de los injertos coronarios.

Palabras clave: Tomografía computarizada. Angiografía. Injerto coronario. Enfermedad coronaria. Cirugía cardíaca.

VÉASE EDITORIAL EN PÁGS. 765-7

Correspondencia: Dr. F. Ridocci Soriano.
Servicio de Cardiología. Consorcio Hospital General Universitario de Valencia.
Avda. Tres Cruces, 2. 46014 Valencia. España.
Correo electrónico: ridocci_fra@gva.es

Recibido el 30 de septiembre de 2004.
Aceptado para su publicación el 15 de marzo de 2005.

Non-Invasive Assessment of Coronary Artery Bypass Grafts by Computed Tomography: Comparison With Conventional Coronary Angiography

Introduction and objectives. Although it has been demonstrated that the diagnostic accuracy of computed tomography in the non-invasive assessment of major epicardial coronary arteries is high, only a few studies have evaluated the technique's reliability in assessing coronary artery bypass grafts. The aim of this study was to determine the diagnostic accuracy of multidetector computed tomography in the assessment of coronary grafts.

Patients and method. We prospectively evaluated 117 coronary grafts in 38 patients who had undergone coronary artery bypass graft surgery and who had a clinical indication for angiographic graft assessment. All patients were in sinus rhythm and had a heart rate below 75 bpm. A 16-detector scanner was used for non-invasive assessment of the coronary grafts at a slice thickness of 1.2 mm. The diagnostic accuracy of computed tomography in the non-invasive assessment of significant lesions (i.e., occluded lesions or those with a stenosis greater than 50%) in coronary artery bypass grafts was evaluated by comparison with the results of conventional angiography.

Results. Of the 117 grafts evaluated, 99 (84.6%) were visualized by conventional angiography and 109 (93.2%) by computed tomography. Overall, 98 grafts were analyzed using both techniques. The sensitivity and specificity of computed tomography in detecting significant lesions were: 92% and 97.3%, respectively, for all grafts; 89.5% and 97.6%, respectively, for venous grafts; and 100% and 96.8%, respectively, for arterial grafts.

Conclusions. The diagnostic accuracy of multidetector computed tomography in coronary artery bypass graft assessment was high.

Key words: Computed tomography. Angiography. Coronary artery bypass graft. Coronary disease. Cardiac surgery.

Full English text available at: www.revespcardiol.org

ABREVIATURAS

ECG: electrocardiograma.
 RM: resonancia magnética.
 TC: tomografía computarizada.
 TCDM: tomografía computarizada con detectores múltiples.

INTRODUCCIÓN

La cirugía de revascularización coronaria es un tratamiento establecido en la enfermedad coronaria avanzada. Según el último registro de la Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular, en el año 2002 se realizaron más de 8.000 intervenciones de revascularización coronaria. Sin embargo, la recurrencia de angina en estos pacientes se estima en un 24% el primer año y en un 40% a los 6 años¹, y está relacionada con la progresión de la enfermedad aterosclerótica en las coronarias nativas y/o en los injertos aortocoronarios².

La angiografía convencional es la modalidad diagnóstica de elección en la valoración del estado de los injertos; sin embargo, tiene los inconvenientes de ser una técnica invasiva, costosa y con posibilidad de complicaciones asociadas que, aunque poco frecuentes, pueden llegar a ser graves.

Recientemente se han desarrollado nuevas modalidades diagnósticas que permiten la visualización de las arterias coronarias y los injertos de forma no invasiva, entre las que destacan sobre todo la resonancia magnética (RM) y la tomografía computarizada (TC). Entre ellas, la TC, pese al inconveniente del empleo de radiaciones ionizantes y contraste yodado, se postula actualmente como la técnica de elección al combinar una mayor resolución espacial y temporal y lograr una mejor relación señal/ruido que la RM³, lo que se traduce en definitiva en exploraciones más rápidas y, por tanto, más cómodas para el paciente, con menores artefactos derivados del movimiento cardíaco y/o respiratorio, al tiempo que permite emplear cortes de grosor ≤ 1 mm, lo que tiene extraordinaria importancia dado el reducido calibre de las arterias y los injertos coronarios.

En concreto, la TC multicorte o con detectores múltiples (TCDM) es la modalidad de TC más ampliamente difundida, al tiempo que ha mostrado una elevada exactitud diagnóstica en la valoración de las arterias coronarias principales⁴⁻⁷. Sin embargo, son todavía escasos los trabajos en los que se ha determinado la utilidad clínica de esta modalidad diagnóstica en el estudio de los injertos coronarios.

El objetivo del presente estudio es determinar la exactitud diagnóstica de la TCDM en la valoración de

los injertos aortocoronarios y compararla con la injertografía invasiva convencional.

PACIENTES Y MÉTODO

Pacientes

Se estudió de forma prospectiva a 38 pacientes (29 varones) con una edad media de $66,7 \pm 9,9$ años (rango, 39-83 años), revascularizados quirúrgicamente, con indicación clínica de valoración angiográfica de los injertos por recurrencia de los síntomas isquémicos en 29 pacientes (76,4%) o deterioro de la función sistólica en 9 (23,6%).

Todos los pacientes se encontraban en ritmo sinusal y con una frecuencia cardíaca media de $62,4 \pm 6,4$ lat/min (rango, 50-75 lat/min). Se excluyó a los pacientes con arritmia cardíaca persistente (incluida la extrasistolia frecuente), insuficiencia renal, alergia a contrastes yodados y falta de colaboración para realizar una apnea adecuada.

En todos ellos se realizó un estudio angiográfico convencional y con TCDM (a partir de enero del 2003) con un intervalo entre ambos de $27,7 \pm 43,2$ días (rango, 1-175 días).

Se evaluaron 117 injertos coronarios, según refería la hoja operatoria, 42 injertos arteriales (33 de mamaria izquierda, 2 de mamaria derecha y 7 de radial) y 75 venosos (de estos últimos, 6 eran secuenciales). En la tabla 1 se muestran los tipos de injertos y las coronarias nativas revascularizadas.

Todos los pacientes otorgaron su consentimiento informado para la participación en el estudio.

Injertografía por tomografía computarizada con detectores múltiples

Se empleó un tomógrafo de 16 detectores con un tiempo de rotación completa en 500 ms (Light Speed 16[®]; General Electric Medical Systems. Milwaukee Wisconsin, Estados Unidos) y capacidad de adquisición de 32 cortes en 1 s. El grosor de corte empleado

TABLA 1. Características de los injertos y sus anastomosis

Injertos	MII	MID	Safena	Radial	Total
Número	33	2	75	7	117
Anastomosis					
A ADA	31	–	6	–	37
A diagonal	1	–	13 (3) ^a	–	14
A marginal (Cx)	1 ^a	1	26 (1) ^a	7	35
A CD	–	1	30 (2) ^a	–	31

ADA: arteria descendente anterior; CD: arteria coronaria derecha; Cx: arteria circunfleja; MII: arteria mamaria interna izquierda; MID: arteria mamaria interna derecha.

^aInjerto secuencial.

fue de 1,2 mm con la finalidad de adquirir un volumen que incluyera la totalidad del tórax durante tiempos de apnea tolerables por los pacientes (< 30 s).

A partir de unos localizadores equivalentes a una radiografía simple de tórax en proyecciones posteroanterior y lateral se determinó el tiempo de llegada de un volumen de prueba (13 ml de contraste yodado, Iopromida, Clarograf® 300, JUSTE, SAQF, Madrid) inyectado en la vena antecubital con una velocidad de infusión de 5 ml/s, en la aorta ascendente (corte en la carina), para establecer, a partir de él, el tiempo de adquisición tras la administración del volumen de contraste definitivo (130 ml del mismo contraste yodado a 5 ml/s). Sobre las mismas proyecciones se determinaba el volumen torácico, que incluía desde la región supraclavicular hasta las cúpulas diafragmáticas.

Se utilizó un voltaje de 120 kV con una corriente de 300-350 mA y la dosis de radiación dependió de las características morfológicas de cada paciente. No se administró ningún fármaco bloqueador beta antes de la exploración.

La adquisición se realizó de forma sincronizada con el electrocardiograma (ECG) y posteriormente se reconstruyeron las imágenes con grosor de 1,2 mm e incrementos de 1,2 mm de todo el volumen adquirido en las fases predeterminadas del ciclo cardíaco (del 0 al 90% con incrementos sucesivos del 10%), con el fin de obtener las reconstrucciones en la fase con menor artefacto de movimiento cardíaco.

El análisis de las imágenes se realizó en una estación de trabajo (Advantage Work Station 4,2®. General Electric Medical Systems. Milwaukee Wisconsin, Estados Unidos) con un software específico para el estudio cardiovascular y se emplearon reconstrucciones MPR (*multiplane reformat*), MIP (*maximum intensity projection*) y 3D-VR (*volume rendering*). Cada estudio fue interpretado por un cardiólogo con experiencia en la realización e interpretación de estudios cardiovasculares por TC y RM y por un radiólogo con amplia experiencia en la realización de estudios vasculares con TC, y que desconocían los resultados de la angiografía convencional.

Se evaluó la permeabilidad de los injertos y la presencia de estenosis significativas (reducción del cali-

bre del injerto, en cualquier punto de su trayecto, > 50% por estimación visual).

Injertografía invasiva convencional

La injertografía convencional se realizó con un equipo Coroskop Plus/TOP® (Siemens. München, Alemania) mediante punción de la arteria femoral y cateterización selectiva, siempre que fue posible, de los injertos coronarios y realizando las proyecciones angiográficas habituales. El análisis de las imágenes fue realizado por el hemodinamista responsable del procedimiento y se determinó de forma visual la presencia de lesiones en los injertos, de la misma manera que con la TCDM.

Análisis estadístico

En el análisis descriptivo de la muestra del estudio, las variables continuas se expresaron en forma de media \pm desviación estándar, mientras que las variables cualitativas se expresaron en porcentajes.

Para determinar la exactitud diagnóstica de la TCDM en la valoración no invasiva de lesiones significativas (estenosis > 50% u oclusión) en toda la extensión de los injertos aortocoronarios se calcularon los valores de sensibilidad, especificidad, los valores predictivos (positivo [VPP] y negativo [VPN]) y la exactitud diagnóstica. Estos valores se calcularon mediante una tabla de contingencia de 2×2 , tomando como estándar la injertografía invasiva convencional. Se calcularon los valores diagnósticos para los injertos aortocoronarios venosos y arteriales, de forma separada, y los valores para el total de los injertos. Se determinó el intervalo de confianza (IC) del 95% para los parámetros diagnósticos referidos.

RESULTADOS

Ningún paciente presentó complicaciones durante la realización de la exploración mediante la TCDM, salvo empeoramiento de la función renal en 1 paciente que fue determinado por la concentración sérica de creatinina, que pasó de 1,45 a 3,16 mg/dl tras la exploración con TCDM.

TABLA 2. Número, tipo y lesiones en injertos aortocoronarios detectados por angiografía convencional y tomografía computarizada

	Visualizados	Sin lesiones	Estenosis	Oclusión	No visualizados
Injertografía convencional					
Arteriales	37	31	3	3	5
Venosos	62	43	5	14	13
Total	99	74	8	17	18
Tomografía con detectores múltiples					
Arteriales	41	30	4	7	1
Venosos	68	44	4	20	7
Total	109	74	8	27	8

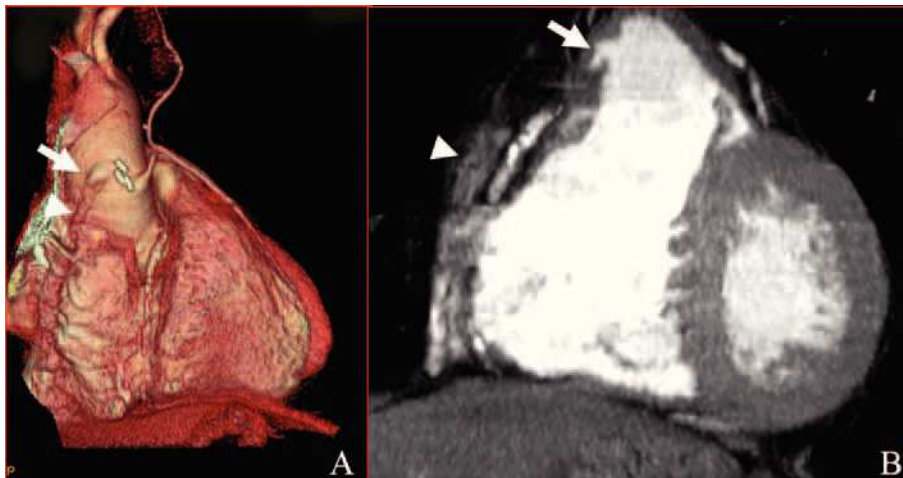


Fig. 1. Oclusión del injerto de safena a coronaria derecha en su origen (flechas). Se visualiza el trayecto trombosado del injerto (punta de flecha). A: reconstrucción 3D-VR (*volume rendering*). B: reconstrucción MIP (*maximum intensity projection*).

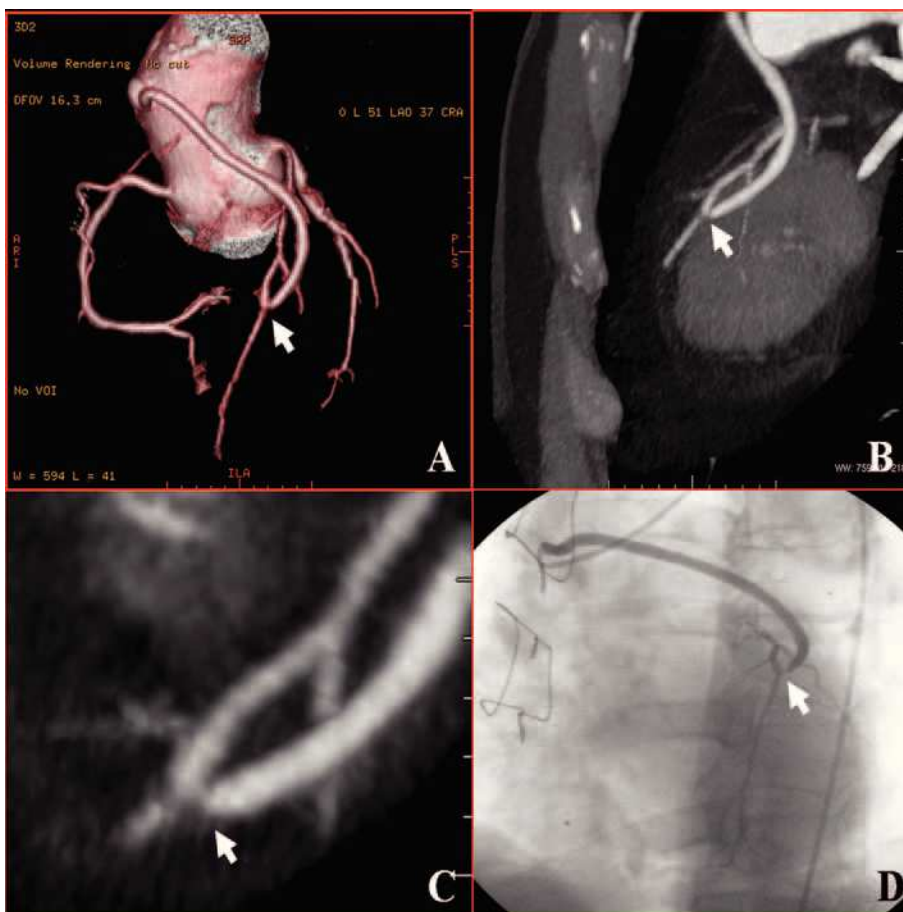


Fig. 2. Injerto de safena a descendente anterior con estenosis significativa en su anastomosis distal (flechas). A: reconstrucción 3D-VR (*volume rendering*). B y C: reconstrucción MIP (*maximum intensity projection*). D: injertografía convencional.

De los 117 injertos aortocoronarios referidos en la hoja quirúrgica se visualizaron 99 injertos (84,6%) mediante angiografía invasiva convencional (tabla 2), tanto por inyección selectiva como de forma indirecta, de los cuales 37 eran injertos arteriales y 62 venosos. Se identificaron 17 oclusiones (3 en el injerto de mamaria interna y otras 14 en los injertos venosos) y 8 estenosis > 50% (3 en injertos de mamaria y 5 en injertos de safena).

Mediante la TCDM se visualizaron 109 injertos coronarios (93,2%), de los cuales 41 eran injertos arteriales y 68 venosos (tabla 2). Se detectaron 27 oclusiones (6 de injertos de arteria mamaria interna, 1 de injerto de radial ocluido y 20 en injertos de safena) (fig. 1) y 8 estenosis significativas (4 en un injerto de arteria mamaria y los otros 4 en injertos venosos) (figs. 2 y 3).

Para determinar la capacidad diagnóstica de la TCDM en la valoración no invasiva de lesiones signifi-



Fig. 3. Injerto de safena a coronaria derecha con estenosis significativa en su anastomosis distal. A: reconstrucción MIP (*maximum intensity projection*). B: injertografía convencional.

cativas (oclusión o estenosis > 50%) en los injertos aortocoronarios se compararon los 98 injertos (37 arteriales y 61 venosos) que fueron visualizados mediante ambas técnicas (tabla 3) (1 injerto venoso valorado por la injertografía invasiva no fue visualizado mediante TCDM).

Los valores diagnósticos para los injertos venosos mostraron una sensibilidad del 89,5% (17 lesiones significativas en la TCDM de las 19 lesiones detectadas en la injertografía), una especificidad del 97,6% (41 injertos sin lesiones en la TCDM de los 42 injertos en la angiografía convencional), con un VPP del 94,4% y un VPN del 95,4% (tabla 3).

Respecto a los injertos arteriales comparados, hubo 6 lesiones significativas diagnosticadas en la angiografía invasiva y todas se detectaron en la TCDM (sensibilidad del 100%). Se obtuvieron, además, una especificidad, un VPP y un VPN del 96,8 (30/31), el 85,7 (6/7) y el 100% (30/30), respectivamente (tabla 3).

La sensibilidad y especificidad global de la TCDM en la detección de lesiones significativas en los injertos fue del 92% (23 lesiones correctamente diagnosticadas por TCDM de las 25 visualizadas en la injertografía; IC del 95%, 81,4-100%) y del 97,3% (71 injertos sin lesiones según la TCDM de los 73 así clasificados por la angiografía convencional; IC del 95%, 93,5-100%), respectivamente. Asimismo, el

VPP global fue del 92% (IC del 95%, 81,4-100%) y el VPN del 97,3% (IC del 95%, 93,5-100%). La exactitud diagnóstica de la TCDM en la valoración no invasiva de todos los injertos aortocoronarios fue del 95,9% (94 de los 98 injertos comparados fueron valorados correctamente por la TCDM; IC del 95%, 92-99,8%) (tabla 3).

CONCLUSIONES

Aunque la angiografía convencional se considera el método de elección para la visualización de los injertos coronarios, ésta es una técnica invasiva, costosa y no exenta de riesgos. De ahí el interés por desarrollar modalidades diagnósticas que permitan, de forma fiable, la valoración no invasiva de los injertos.

La TC, pese al inconveniente del empleo de radiaciones ionizantes y contrastes yodados, presenta frente a su más directo competidor, la RM, la posibilidad de combinar una alta resolución espacial y temporal. Esto permite realizar exploraciones con breves períodos de apnea y visualizar estructuras vasculares de reducido calibre, como los injertos arteriales y los lechos distales de las coronarias nativas. De las 2 modalidades de TC, los actuales dispositivos de TCDM permiten, frente a la TC de haz de electrones, cubrir un mayor volumen en un tiempo de apnea más corto, con un menor grosor de

TABLA 3. Valores diagnósticos de la tomografía computarizada en la valoración no invasiva de lesiones significativas en injertos aortocoronarios

	Total (n = 98)	Venosos (n = 61)	Arteriales (n = 37)
Sensibilidad	92% (81,4-100) (23/25)	89,5% (75,7-100) (17/19)	100% (6/6)
Especificidad	97,3% (93,5-100) (71/73)	97,6% (93-100) (41/42)	96,8% (90,6-100) (30/31)
VPP	92% (81,4-100) (23/25)	94,4% (83,9-100) (17/18)	85,7% (59,8-100) (6/7)
VPN	97,3% (81,4-100) (71/73)	95,4% (89-100) (41/43)	100% (30/30)
Exactitud diagnóstica	95,9% (92-99,8) (94/98)	95,1% (89,7-100) (58/61)	97,3% (92,3-100) (36/37)

VPN: valor predictivo negativo; VPP: valor predictivo positivo.

Entre paréntesis se indica el intervalo de confianza del 95% y la proporción de injertos valorados.

TABLA 4. Estudios sobre la capacidad diagnóstica de la tomografía computarizada con detectores múltiples en la valoración no invasiva de lesiones significativas en los injertos aortocoronarios

Autor, año y referencia bibliográfica	TCDM	N.º de injertos (n.º de pacientes)	Sensibilidad	Especificidad
Ropers et al, 2001 ⁸	4 detectores	182 (65)	75% (97%) ^a	92% (98%) ^a
Young-Guk et al, 2003 ⁹	4 detectores	115 (39)	66,7% (93%) ^a	98% (99%) ^a
Burgstahler et al, 2003 ¹⁰	4 detectores	21 (10)	86%	86%
Nieman et al, 2003 ¹¹	4 detectores	60 (24) ^b	60-83% ^b	88-90% ^b
		26 (24) ^c	67-100% ^c	83-93% ^c
Willmann et al, 2004 ¹²	4 detectores	62 (20)	83%	96%
Leta et al, 2004 ⁴	16 detectores	9 (4)	100%	100%
Schlosser et al, 2004 ¹³	16 detectores	131 (48)	96%	95%
Serie propia, 2005	16 detectores	98 (38)	92%	97,3%

E: especificidad; S: sensibilidad; TCDM: tomografía computarizada con multidetectores.

^aEntre paréntesis se muestran los valores para obstrucción del injerto. ^bValores referidos a injertos venosos. ^cValores referidos a injertos arteriales.

corte (mayor resolución temporal y espacial), lo que hace de ésta la técnica ideal para la valoración tanto de los injertos como de las coronarias nativas³.

No obstante, hay limitaciones que impiden su uso generalizado y afectan a la adquisición de las imágenes, como la presencia de arritmias y apneas incorrectas, o a su interpretación, como los artefactos metálicos por clips metálicos y endoprótesis (*stents*), las calcificaciones coronarias extensas y la interposición de estructuras venosas.

Son escasos los estudios en los que se determina la exactitud diagnóstica de la TCDM cuando se compara con la angiografía convencional en la valoración de los injertos coronarios^{4,8-13} (tabla 4). El trabajo de Ropers et al⁸, en el que se incluye el mayor número de injertos (182 injertos de 65 pacientes), realizado con un dispositivo de 4 detectores muestra unos valores de sensibilidad y especificidad del 97 y del 98% para oclusión y del 75 y del 92% para estenosis significativa, respectivamente. Sin embargo, una importante limitación de este estudio es el importante porcentaje (38%) de injertos permeables por angiografía que no fueron evaluables por TC debido sobre todo a artefactos de movimiento, a pesar de que el 86% de los pacientes recibía tratamiento con bloqueadores beta.

Nuestro trabajo, realizado con un tomógrafo de 16 detectores, muestra unos resultados similares (sensibilidad del 92% y especificidad del 97,3%), con la ventaja de que ninguno de los injertos valorados fue excluido debido a artefactos derivados del movimiento cardíaco y/o respiratorio. Esto se debió a varios motivos: por una parte, el empleo de un mayor número de detectores permite una mayor resolución temporal y, por tanto, una adquisición más rápida y con menor tiempo de apnea, lo que limita considerablemente los artefactos de movimiento¹⁴. Por otro lado, aunque no se administraron bloqueadores beta ni ningún otro fármaco que redujera la frecuencia cardíaca antes del estudio con TC, ésta no superó en ningún caso los 75 lat/min lo que, sin duda, redujo los artefactos debidos al movimiento cardíaco. Además, todos los pacientes

fueron instruidos y se comprobó su capacidad de apnea antes de la prueba, lo que redujo la incidencia de artefactos por apneas incorrectas y se reconstruyeron las imágenes en las diferentes fases del ciclo cardíaco, eligiendo aquellas en las que los artefactos de movimiento eran menores. Es lógico pensar, y en nuestra experiencia así ocurre, que los injertos coronarios, por su trayecto, se ven en general menos afectados por el movimiento cardíaco que las coronarias nativas.

Además, los resultados obtenidos en nuestra serie son equiparables a los del estudio recientemente publicado por Schlosser et al¹³, realizado con una TC con el mismo número de detectores y un protocolo similar.

Aunque en algunos estudios se emplean protocolos de adquisición especiales para el estudio coronariográfico con TCDM cuando la frecuencia cardíaca es elevada, éstos utilizan los datos de varios latidos consecutivos para reconstruir una imagen, lo que requiere un ritmo cardíaco extremadamente regular^{11,14}. En nuestro estudio no utilizamos estos protocolos por la frecuencia basal de los pacientes (media de 62 lat/min), dado que la mayoría recibía tratamiento con bloqueadores beta, y también porque los injertos aortocoronarios se ven menos afectados por artefactos de movimiento cardíaco.

El grosor de corte empleado fue de 1,2 mm, con incrementos de 1,2 mm en la reconstrucción. El motivo para no emplear un grosor de corte submilimétrico, aunque disponible, fue la imposibilidad de cubrir todo el volumen torácico durante una apnea tolerable para el paciente (< 30 s) cuando se recurre a ellos. Esto supone, en la práctica, la obtención de una menor resolución espacial, lo que podría influir sobre todo en la visualización de los vasos de calibre reducido.

En nuestro trabajo, la TCDM permitió valorar 11 injertos (2 de mamaria interna ocluidos en su segmento proximal [fig. 4] y 1 secuencial desde la mamaria interna izquierda hasta el marginal estenótico; 1 de radial ocluido en su origen y 7 venosos, 1 permeable y los otros 6 ocluidos) que no pudieron ser valorados por la injertografía convencional. Mediante angiografía in-

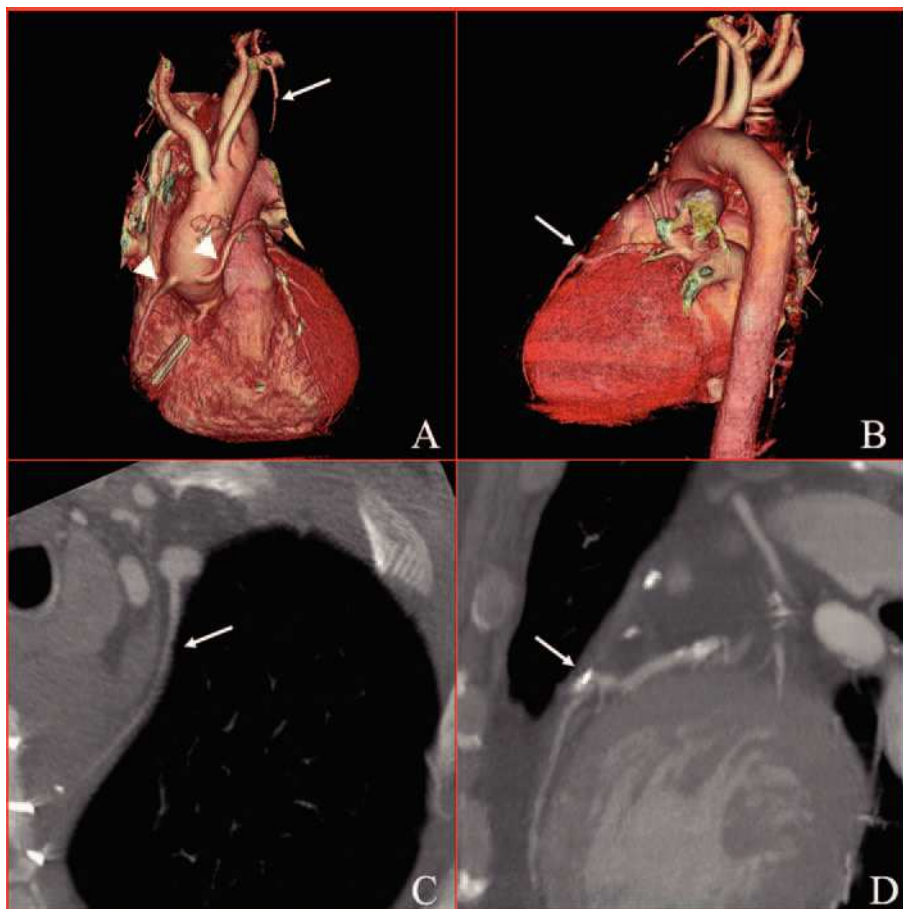


Fig. 4. Injerto de mamaria izquierda a descendente anterior ocluido en su segmento proximal (en A y C, flechas) con vaso nativo distal permeable (en B y D, flechas). Se visualizan 2 injertos de safena (A, puntas de flecha). A y B: reconstrucción 3D-VR (*volume rendering*). C y D: reconstrucción MIP (*maximum intensity projection*).

vasiva se valoró un injerto venoso secuencial a una rama posterolateral derecha no identificado por la TCDM.

Hubo 2 falsos negativos correspondientes a injertos de safena en los que no se identificó mediante TCDM una estenosis significativa en la anastomosis distal a vasos de pequeño calibre (marginal y diagonal).

Hubo 2 falsos positivos en nuestro estudio, un injerto arterial de mamaria interna a descendente anterior, cuya explicación atribuimos a los artefactos por clips metálicos en su anastomosis distal, y otro venoso en el que se sobrestimó la severidad de la estenosis por la TCDM.

Al considerar de forma conjunta estenosis y oclusión, un injerto de mamaria interna fue clasificado como ocluido en la TCDM, mientras que en la injertografía invasiva se valoró como un vaso filiforme asociado a un flujo competitivo por la coronaria nativa que no presentaba reducción significativa de su calibre previa al injerto.

Limitaciones

Debido al escaso número de estenosis presente frente a las oclusiones, hallazgo similar al de otras series pu-

blicadas^{9,11,12}, no se ha analizado por separado la exactitud diagnóstica de la TCDM para la valoración de la estenosis significativa y la oclusión de los injertos.

Se empleó un grosor de corte de 1,2 mm en la adquisición de imágenes, y no el grosor del corte submilimétrico, con el fin de adquirir todo el volumen torácico durante un período de apnea tolerable para el enfermo. Esto implica una menor resolución espacial y, quizá, explicaría que no se hubieran detectado las estenosis distales de los 2 injertos venosos a ramas marginal y diagonal (vasos de menor calibre que las arterias coronarias principales).

La presencia de fenómeno de robo por el vaso nativo debido a la revascularización en presencia de estenosis no significativas puede llevar, como en nuestro caso, a considerar ocluido un injerto que en la injertografía convencional, al ser ésta una técnica dinámica, se considera permeable aunque de calibre reducido.

No ha sido objeto de este estudio la valoración de los vasos nativos, así como tampoco la determinación de la dosis efectiva de radiación recibida por los pacientes, tanto con la injertografía convencional como con la TCDM, aspectos importantes si se pretende generalizar su uso en la práctica clínica habitual.

CONCLUSIONES

En nuestro estudio, la valoración de los injertos coronarios mediante TCDM muestra una elevada exactitud diagnóstica cuando se compara con la injertografía invasiva en pacientes con indicación clínica para la realización del estudio angiográfico convencional. Sin embargo, se necesitan series más amplias en las que también se incluya la valoración de los vasos nativos para confirmar el alto valor predictivo negativo obtenido en nuestra serie, lo que permitiría su utilización como alternativa válida a la angiografía convencional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cameron A, Davis KB, Rogers WJ. Recurrence of angina after coronary artery bypass surgery: predictors and progression (CASS Registry). *J Am Coll Cardiol*. 1995;26:895-9.
2. Campeau L, Enjalbert M, Lesperance J, Vaislic C, Grondin CM, Bourassa MG. Atherosclerosis and late closure of aortocoronary saphenous vein grafts: sequential angiographic studies at 2 weeks, 1 year, 5 to 7 years, and 10 to 12 years after surgery. *Circulation*. 1983;68:111-7.
3. Estornell Erill J. Coronariografía con tomografía computarizada: ¿por fin una alternativa a la coronariografía convencional? *Rev Esp Cardiol*. 2004;57:198-200.
4. Leta R, Carreras F, Alomar X, Monell J, García Picart J, Augé JM, 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.
5. Martuscelli E, Romagnoli A, D'Eliseo A, Razzini C, Tomassini M, Sperandio M, et al. Accuracy of thin-slice computed tomography in the detection of coronary stenoses. *Eur Heart J*. 2004;25:1043-8.
6. Ropers D, Baum U, Pohle K, Anders K, Ulzheimer S, Ohnesorge B, et al. Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation*. 2003;107:644-66.
7. Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA, Raaijmakers R, Pattynama P, Feyter P. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography. *Circulation*. 2002;106:2051-4.
8. Ropers D, Ulzheimer S, Wenkel E, Baum U, Giesler T, Derlien H, et al. Investigation of aortocoronary artery bypass grafts by multislice spiral computed tomography with electrocardiographic-gated image reconstruction. *Am J Cardiol*. 2001;88:792-5.
9. Young-Guk K, Donghoon C, Yangsoo J, Namsik C, Won-Heum S, Seung-Yun C, et al. Assessment of coronary artery bypass graft patency by multislice computed tomography. *Yonsei Med J*. 2003;44:438-44.
10. Burgstahler C, Kuettner A, Kopp AF, Herdeg C, Martensen J, Claussen CD, et al. Non-invasive evaluation of coronary artery bypass grafts using multi-slice computed tomography: initial clinical experience. *Int J Cardiol*. 2003;90:275-80.
11. Nieman K, Pattynama PMT, Rensing BJ, Van Geuns RJ, De Feyter PJ. Evaluation of patients after coronary artery bypass surgery: CT angiographic assessment of grafts and coronary arteries. *Radiology*. 2003;229:749-56.
12. Willmann J, Weishaupt J, Kobza R, Verdun FR, Seifert B, Marincek B, et al. Coronary artery bypass grafts: ECG-gated angiography-Influence of image reconstruction interval on graft visibility. *Radiology*. 2004;232:568-77.
13. Schlosser TH, Konorza TH, Hunold P, Kühl H, Schermund A, Barkhausen J. Non invasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:1224-9.
14. Dewey M, Lembcke A, Enzweiler C, Hamm B, Rogalla P. Isotropic half-millimeter angiography of coronary artery bypass grafts with 16-slice computed tomography. *Ann Thorac Surg*. 2004;77:800-4.