

PRECISIÓN DIAGNÓSTICA DE LA ANGIOTOMOGRAFÍA CORONARIA DE 64 CORTES EN LA EVALUACIÓN DE PACIENTES SINTOMÁTICOS DESPUÉS DE CIRUGÍA DE REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICA, ESTUDIO COMPARATIVO CON ANGIOGRAFÍA CORONARIA CONVENCIONAL

¹MUÑOZ, J.S., ²VILLANI, A.

1. Médico Cardiólogo adscrito a Sanitas Venezuela, Instituto Médico La Floresta, Caracas, Venezuela.

2. Médico Radiólogo adscrito a Sanitas Venezuela, Instituto Médico La Floresta, Caracas, Venezuela

RESUMEN

Aunque la angiografía coronaria convencional (ACC) es considerada el método estándar para evaluar la presencia de obstrucciones a nivel de injertos aortocoronarios –venosos y/o arteriales– (puentes coronarios), así como el estado de las arterias coronarias nativas, las nuevas generaciones de tomografía computada multicorte (TCMC) han demostrado que pueden identificar con gran exactitud la permeabilidad de los puentes coronarios y evaluar el estado de las arterias coronarias nativas, que reciben los puentes (anastomosis distal), y de las arterias no revascularizadas. **Objetivos:** evaluar la capacidad diagnóstica de la TCMC de 64 cortes en pacientes sintomáticos que fueron sometidos a cirugía de revascularización miocárdica. **Métodos y resultados:** la angiografía coronaria por TCMC de 64 detectores fue realizada en 92 pacientes sintomáticos, 9.3 ± 7.8 años después de la realización de la cirugía de revascularización miocárdica. Cincuenta y seis pacientes (61%) habían realizado por lo menos una prueba inductora de isquemia al inicio de los síntomas. El 92% (85/92) de los pacientes realizaron también ACC a los 16.9 ± 9.1 días después de la angiotomografía coronaria. Se analizaron independientemente (dos observadores) solo los segmentos que tenían confirmación angiográfica y se obtuvo como resultado un análisis total de 201 puentes coronarios (77 puentes arteriales y 124 puentes venosos), con 603 segmentos analizados (231 segmentos arteriales y 372 segmentos venosos). De igual manera, fueron analizados por ambos métodos 200 segmentos coronarios correspondientes a los segmentos distales de las arterias revascularizadas (*distal runoff segments*) y 140 arterias coronarias nativas (no revascularizadas), con un total de 420 segmentos coronarios estudiados. La sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo de la angiografía coronaria por TCMC para detectar obstrucciones significativas (estenosis u oclusión total) para todos los puentes (venosos y arteriales) fue del 98%, 98.6%, 96.5% y 99.3%, respectivamente. En relación con los segmentos (proximal, medio y distal) de cada puente (arterial y venoso), se reportó una sensibilidad del 98.6% y una especificidad del 99%. La presencia de lesiones obstructivas $\geq 50\%$ fue significativamente mayor en los segmentos dis-

• *Correspondencia: jsmuro@cantv.net

Fecha de recepción: 30 de mayo de 2009 - Fecha de aceptación: 13 de octubre de 2009

tales coronarios revascularizados que en los puentes coronarios (39%[78/200] vs. 28%[56/201]; $p=0.026$). En relación con las arterias coronarias nativas no revascularizadas, fueron evaluadas 140 (420 segmentos coronarios), de las cuales resultó un valor predictivo positivo del 67% y una especificidad del 86%. Esto relacionado con una “sobrestimación” de la severidad de las lesiones, reflejada en la presencia de 15 falsos positivos y un falso negativo. **Conclusión:** los resultados mostrados en nuestro estudio sugieren que la enfermedad obstructiva de los puentes coronarios puede ser detectada con una alta precisión diagnóstica por medio del uso de la angi tomografía coronaria de 64 cortes en una población seleccionada.

Palabras clave: tomografía computada multicortes, angiografía coronaria, estenosis, puentes venosos y arteriales, arterias coronarias.

DIAGNOSTIC PRECISION OF CORONARY ANGIOTOMOGRAPHY OF 64 SLICES IN THE ASSESSMENT OF SYMPTOMATIC PATIENTS AFTER GOING TO MYOCARDIAL REVASCULARIZATION, A COMPARATIVE STUDY WITH CONVENTIONAL CORONARY ANGIOGRAPY

ABSTRACT

Conventional coronary angiography is still considered the standard method for assessment of obstructions in aorto coronarous grafts, as well as for native coronary arteries. Nevertheless new generations of multislice computed tomography (MCT) have shown accuracy for identification of permeability of coronarial bypasses as well as for the assessment of native coronary arteries which receive distal anastomoses. **Objectives:** our aim was to assess operative properties of MCT obtained from 64 slices of symptomatic patients who were taken to myocardial revascularization. **Methodology and results:** coronary angiography by MCT of 64 detectors was performed in 92 symptomatic patients, 9.3 ± 7.8 years after myocardic revascularization. 56 patients (61%) had gone to at least one ischemic inductor test at the beginning of symptoms. 92% of patients were also taken to conventional coronary angiography within days 16.9 ± 9.1 after MCT. Only segments which presented angiographic confirmation were analyzed by two independent observers, resulting in an analysis of 201 coronary bypasses (77 arterial bypasses and 124 venous bypasses), with a total of 603 analyzed segments (231 arterial, 372 venous). Also 200 segments correspondent to distal runoff segments and 140 native coronaries were analyzed. Sensitivity, specificity, predictive positive value and negative predictive value of coronary angiography by MCT for the detection of significant obstructions (stenoses or total occlusions) for all bypasses was of 98%, 98.6%, 96.5% y 99.3%, respectively. In relationship to segments (proximal, medial and distal) of each bypass (arterial and venous) a sensitivity of 98.6% was reported with an specificity of 99%. The presence of obstructive lesions was significantly higher in revascularized distal segments than in coronary bypasses (39%[78/200] vs. 28%[56/201]; $p=0,026$). In relation to native coronary arteries, a total of 140 were assessed (420 coronary segments) resulting in a predictive positive value of 67% and a specificity of 86%. This in relation to the over estimation of severity of lesions, which was shown by the presence of 15 false positive and one false negative. **Conclusions:** results shown by our study suggest that obstructive disease of coronary bypasses can be detected with a high diagnostic accuracy by using coronary angiography of 64 slices in a selected population.

Keywords: multislice computed tomography, coronary angiography, stenoses, venous and arterial bypasses, coronary arteries.

INTRODUCCIÓN

La angiografía coronaria convencional (ACC) es considerada el método de referencia para la evaluación de la enfermedad obstructiva de los injertos aortocoronarios –venosos y/o arteriales– en pacientes sintomáticos que fueron sometidos a cirugía de revascularización miocárdica; sin embargo, la ACC no deja de ser un procedimiento invasivo y costoso, que está relacionado a potenciales riesgos y complicaciones, y que causa controversia por la elevada exposición a la radiación y por el uso de cantidades importantes de medio contraste para el estudio de este tipo de pacientes (1). En este sentido, los métodos –no invasivos– inductores de isquemia miocárdica, como la prueba de esfuerzo, la ecocardiografía de stress farmacológico y la cintilografía miocárdica, no son capaces de determinar exactamente el sitio y la extensión de la enfermedad obstructiva.

Los recientes adelantos de la tomografía computada multicorte (TCMC), dirigidos al diagnóstico de la enfermedad coronaria obstructiva, podrían representar una alternativa menos invasiva que la ACC, con menores riesgos y complicaciones potenciales, y capaz de determinar la presencia o no de estenosis en: 1) puentes coronarios; 2) arterias coronarias nativas (que recibieron injerto aorto-coronario), especialmente los segmentos distales a las anastomosis *runoff*, y 3) las arterias coronarias que no fueron revascularizadas, con el fin de identificar progresión o no de la enfermedad atero-obstructiva. Se han reportado resultados prometedores para la evaluación de la permeabilidad de los puentes coronarios con equipos de TCMC de primera generación (cuatro y ocho detectores), no obstante, se describió una limitación mayor, relacionada a la presencia de un número significativo de injertos –tanto venosos como arteriales– que no podían ser evaluados debido a la presencia de artefactos de movimiento, de alambres quirúrgicos o grapas, y a una extensa calcificación (2).

Con la introducción de 16 detectores y, más recientemente, los tomógrafos de 64 detectores, en estudios iniciales se han minimizado el número de injertos no evaluables, lo cual ha mejorado la exactitud en el diagnóstico de la enfermedad de los puentes coronarios (3-10). El objetivo de este estudio es evaluar la capacidad diagnóstica de la angiografía coronaria por TCMC de 64 cortes, en pacientes sintomáticos que fueron sometidos a cirugía de revascularización miocárdica, identificando la permeabilidad de los puentes coronarios, el estado de los segmentos distales de las arterias revascu-

larizadas y la presencia o no de nuevas obstrucciones en arterias coronarias nativas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y Población del Estudio

Desde enero de 2007 hasta septiembre de 2008 fueron incluidos 92 pacientes estables con antecedente de cirugía de revascularización miocárdica, quienes fueron referidos a un centro asistencial del área metropolitana (ubicado en Caracas, Venezuela) para la realización ambulatoria de angiotomografía coronaria por presentar síntomas compatibles con angina estable, todos con indicación de cinecoronariografía diagnóstica. Los criterios de exclusión fueron: presencia de arritmias, alergia al medio de contraste yodado e insuficiencia renal (creatinina sérica >2.0 mg/dl). Todos los pacientes fueron previamente informados de las características del procedimiento y firmaron el consentimiento informado antes de la inclusión. A 85 pacientes (92.4%) les realizaron también la ACC a los 16.9 ± 9.1 días después de la angiotomografía coronaria. El tiempo de intervalo entre la cirugía de revascularización y la realización de la angiotomografía coronaria fue de 9.3 ± 7.8 años (rango 1–17 años). Setenta y dos pacientes presentaron puentes venosos y arteriales; 12 pacientes, solo puentes venosos, y ocho pacientes, únicamente injertos arteriales. Se registró una media de 2.41 ± 0.86 injertos coronarios por paciente, lo cual dio un total de 138 puentes venosos y 84 puentes arteriales evaluados. El 48% de los pacientes (44/92) tenían dos o más injertos venosos aortocoronarios, y el 83% (76/92), por lo menos un puente arterial. De los 138 puentes venosos, apenas 11 no fueron anastomosados directamente a una única arteria coronaria nativa (>2 anastomosis coronarias distales), y 10 (12%) de los 84 injertos arteriales tuvieron más de una anastomosis coronaria. En tres pacientes, ambas arterias torácicas internas (izquierda y derecha) fueron usadas y en un paciente fue usada una arteria radial. Dos pacientes habían realizado una nueva revascularización quirúrgica (redo quirúrgico). Once pacientes (12%) tenían intervención coronaria percutánea previa con implante de *stent*, con un total de siete *stents* en arterias coronarias nativas y cuatro *stents* a nivel de injertos aortocoronarios.

Adquisición de la angiografía coronaria por TCMC

Todos los pacientes recibieron previamente metoprolol, 100-200 mg vía oral, antes del examen, y/o 5 mg del

medicamento intravenoso, hasta alcanzar una frecuencia cardíaca no mayor a los 60 latidos por minuto. El uso de vasodilatadores, como dinitrato de isosorbide (5 mg sublingual) y benzodiazepínicos, quedó a criterio del operador. La adquisición de imágenes se realizó con un tomógrafo multicorte de 64 detectores (Brilliance 64, Philips, Holanda). Se administraron 90-125 ml de contraste yodado (Optiray®, Ioversol 350 mg/ml, Mallinckrodt, St. Louis, EE.UU.) por vía endovenosa a un caudal ajustado de acuerdo con el sexo, la edad, el índice de masa corporal y la frecuencia cardíaca.

Los parámetros de *scan* fueron: un detector de colimación de 64 x 0.625 mm, tiempo de rotación de 0.4 segundos, voltaje del tubo 120 a 140 kV y corriente de 700-1.045 mA, pitch de 0.20-0.24 y un espesor de corte de 0.67 mm. Las imágenes se adquirieron con gatillado electrocardiográfico para reducir los artefactos de movimiento. Se utilizó la técnica de *bolus track* para sincronizar la llegada del contraste a las coronarias con el inicio de la adquisición. Los segmentos difusamente calcificados, con diámetro <2.0 mm y tratados con *stents* no se excluyeron.

Análisis de la angiografía coronaria por TCMC

Se utilizaron reconstrucciones en tres dimensiones, reconstrucciones multiplanares curvas y proyecciones de máxima intensidad para evaluar los segmentos coronarios y los injertos venosos y arteriales, de acuerdo con la clasificación de la American Heart Association (11). Inicialmente, las imágenes se reconstruyeron en fin de diástole (75% del intervalo R-R) y su calidad se evaluó de forma segmentaria. En caso de calidad insuficiente, las reconstrucciones sucesivas se obtuvieron en el 30%, 40%, 70% y 80% del intervalo R-R, para obtener una calidad óptima de imágenes. Las lesiones se clasificaron en no significativas (reducción luminal <50%), significativas (reducción luminal ≥ 50%) y oclusivas (100% de oclusión de la luz).

Análisis de los vasos por angiografía coronaria por TCMC

Dos observadores (un radiólogo y un cardiólogo, certificados nivel dos y tres en la Society of Cardiovascular Computed Tomography) evaluaron categóricamente la presencia o la ausencia de lesiones significativas (reducción luminal ≥ 50%).

Ambos observadores fueron informados acerca de la intervención quirúrgica previa. En caso de desacuerdo en los resultados, ambos se reunieron y realizaron las reconstruc-

ciones juntos. Los siguientes vasos e injertos (conductos) fueron evaluados:

Puentes arteriales y venosos: en todos los puentes arteriales y venosos evaluados, el análisis se realizó separadamente desde su anastomosis proximal (aorta o arteria subclavia) hasta su anastomosis distal coronaria. Fueron evaluados tres segmentos (proximal, medio y distal) por cada injerto analizado. Las lesiones se clasificaron en no significativas (reducción luminal <50%), significativas (reducción luminal ≥ 50%) y oclusivas (100% de oclusión de la luz).

Segmentos distales de las arterias revascularizadas (distal runoff): todos los segmentos distales de las arterias coronarias nativas que recibieron injertos aortocoronarios (venosos y/o arteriales) fueron evaluados y, determinada la presencia o no de lesiones obstructivas significativas, fueron clasificados de la misma manera que los puentes.

Arterias coronarias nativas: para el análisis comparativo entre ambos métodos se le dio un interés especial a aquellas arterias que no habían sido revascularizadas, con evaluación por vasos y por segmentos coronarios, independientemente del diámetro del vaso (17 segmentos del modelo del ACC/AHA) (11). Los siguientes vasos y segmentos coronarios fueron evaluados: arteria coronaria derecha (ACD) proximal, media y distal, con ramo descendente posterior (derecho) y ventricular posterior; tronco principal de la arteria coronaria izquierda (TPCI); arteria descendente anterior (ADA) proximal, media y distal, con primera y segunda rama diagonal, y arteria circunfleja (ACx) proximal y distal con tres ramas marginales obtusas y/o descendente posterior (en caso de dominancia izquierda) y ramo intermedio (si está presente). En relación con la calcificación en segmentos coronarios, a pesar de que la presencia de clips o grapas quirúrgicas (metálicas) y de *stents* no permitió cuantificar el *score* coronario, se clasificó la calcificación en segmentos coronarios como: ausente-leve (aisladas, focales) o severa (calcificación extensa, densa y/o circunferencial). Arterias coronarias o puentes con *stents* no fueron excluidos de la evaluación.

Angiografía cuantitativa

El 92% (85/92) de los pacientes se estudiaron invasivamente en un período menor de un mes del estudio no invasivo. Los angiogramas coronarios se obtuvieron en múltiples proyecciones luego de la administración de nitratos.

El análisis de la angiografía cuantitativa coronaria (QCA) se realizó con un *software* especializado: el sistema QCA-CMS® versión 5.1 (MEDIS –Medical Imaging Systems Inc.–, AJ Leiden, Holanda). Antes de esta, se eliminó todo rastro de contraste de la punta del catéter para lograr una calibración precisa. Las mediciones segmentarias se realizaron utilizando la “peor” proyección de una imagen congelada de fin de diástole.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los análisis estadísticos se realizaron con el *software* SPSS versión 11.0 (Chicago, Illinois, Estados Unidos). Las variables categóricas fueron presentadas como frecuencias absolutas y porcentajes. Las variables continuas se muestran como medias \pm desviación estándar. La precisión diagnóstica de la TCMC, para detectar estenosis significativas utilizando la angiografía coronaria cuantitativa como método de referencia, se presenta como sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN). La precisión de los parámetros diagnósticos fue presentada usando un 95% de intervalo de confianza (IC). La variabilidad interobservador se evaluó utilizando la prueba de kappa, categorizando como normales los segmentos no analizables.

RESULTADOS

De los 92 pacientes a los que se les realizó angiografía coronaria, solo a siete no se les realizó coronariografía diagnóstica. En la tabla 1 se muestran las características demográficas de la población en estudio (77% del sexo masculino, edad media de 62.9 ± 10.4 años, 35% diabéticos y 33% tuvieron infarto del miocardio previo). Cincuenta y seis pacientes (61%) habían realizado por lo menos una prueba inductora de isquemia al inicio de los síntomas: el 41% de estas pruebas resultaron positivas para isquemia miocárdica; el 34% (19/56), negativas, y el 25% (14/56), no concluyentes (tabla 1). La frecuencia cardiaca media al inicio de la angiografía coronaria fue de 58.97 ± 2.96 latidos por minuto. El tiempo medio de *scan* tomográfico fue de 14.52 ± 2.6 segundos. No se observaron reacciones adversas en ningún paciente. Se analizaron independientemente solo los segmentos que tenían confirmación angiográfica, lo cual resultó en un análisis total de 201 puentes coronarios (77 puentes arteriales y 124 puentes venosos), con 603 segmentos analizados (231 segmentos arteriales y 372 segmentos

Tabla 1. Características clínicas y tomográficas de los pacientes estudiados. Variables (N=92)

Variables (N=92)	
Edad (años), media \pm DE	62.89 \pm 10.44
Sexo masculino, n	71 (77%)
Hipertensión arterial, n	64 (70%)
Diabetes Mellitus, n	32 (35%)
Hipercolesterolemia*, n	44 (48%)
Infarto del miocardio, n	30 (33%)
Intervención coronaria percutánea (stents), n	11 (12%)
Prueba inductora de isquemia, n	56 (61%)
Prueba inductora de isquemia positivo, n	23 (41%)
Prueba inductora de isquemia negativo, n	19 (34%)
Prueba inductora de isquemia no concluyente, n	14 (25%)
Anatomía de los puentes por pacientes	
Un solo puente, n	8 (9%)
Dos puentes, n	51 (55%)
Tres puentes, n	22 (24%)
Más de tres puentes, n	11 (12%)
Puentes venosos y arteriales, n	72 (78%)
Solo puentes venosos, n	12 (14%)
Solo puentes arteriales, n	8 (8%)

n= número; DE= desviación estándar; * Colesterol total > 200 mg/dl.

venosos). De igual manera, fueron analizados por ambos métodos 200 segmentos coronarios correspondientes a los segmentos distales de las arterias revascularizadas (*distal runoff* segments) y 140 arterias coronarias nativas (no revascularizadas), con un total de 420 segmentos coronarios estudiados (tabla 2). De los 77 puentes arteriales analizados, la angiografía identificó correctamente nueve (12%) injertos con obstrucción significativa (50%), de los cuales tres (dos arterias torácicas internas izquierdas y una arteria torácica interna derecha) estaban 100% ocluidas. Hubo un falso positivo, asociado a una arteria torácica interna izquierda con placas difusamente calcificadas en su segmento distal, las cuales fueron descritas por la angiografía coronaria como totalmente oclusivas. Con respecto a los puentes venosos, se reportó que el 38% (47/124 puentes) de los injertos tenían obstrucciones significativas, de los cuales el 42% (16/47) cursaban con oclusiones totales. Se reportó un falso positivo, en segmento distal de injerto venoso severamente ectásico, y un falso negativo, en segmento proximal del puente venoso (anastomosis con aorta extensamente calcificada). Así, la sensibilidad, la especificidad, el VPP y el VPN de la angiografía coronaria por TCMC para detectar obstrucciones significativas (estenosis u oclusión total) para todos los puentes fueron del 98%, 98.6%, 96.5% y 99.3%, respectivamente (tabla 2). En relación con los segmentos (proximal, medio y distal) de cada puente (arterial y venoso), se repor-

Tabla 2. Resultados de 85 pacientes a quienes se les realizó angiografía coronaria por TCMC y angiografía coronaria convencional para la detección de obstrucción significativa de puentes coronarios y arterias coronarias nativas.

N=85 pacientes		VP	VN	FP	FN	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	VPP (%)
Todos los puentes	201	56	142	2	1	98.2 (90.6-99.9)	98.6(95.1-99.8)	96.5 (88.1-99.5)
Puentes arteriales	77	9	67	1	0	100 (66.3-100)	98.5 (92.1-99.9)	90 (55.5-99.7)
Puentes venosos	124	47	75	1	1	97.9 (88.9-99.9)	98.6 (92.8-99.9)	97.9 (88.9-99.9)
Todos los segmentos de los puentes	603	71	526	5	1	98.6 (92.5-99.9)	99 (97.8-99.6)	93.4 (85.3-97.8)
Segmentos arteriales	231	21	208	2	0	100 (83.9-100)	99 (96.6-99.8)	91.3 (71.9-98.9)
Segmentos venosos	372	50	318	3	1	98 (89.5-99.9)	99 (97.3-99.8)	94.3 (84.3-98.8)
Segmentos coronarios distales (runoff)	200	78	111	11	0	100 (95.3-100)	90.9 (84.4-95.4)	87.6 (78.9-93.6)
Coronarias nativas no revascularizadas								
Vasos coronarios	140	31	93	15	1	96.8 (83.7-99.9)	86.1 (78-92.0)	67.3 (51.9-80.4)
Segmentos coronarios	420	113	277	27	3	97.4 (92.6-99.4)	91.1 (87.3-94.0)	80.7 (73.1-86.8)

n= número; DE= desviación estándar; * Colesterol total > 200 mg/dl.

taron 71 segmentos con obstrucciones significativas, cinco falsos positivos y un falso negativo, lo que se tradujo en una sensibilidad y una especificidad –por segmentos– del 98.6% y el 99%, respectivamente (tabla 2). De los injertos aortocoronarios que tenían *stents* (4), uno de ellos estaba totalmente ocluido en su interior (reestenosis intrastent).

En cuanto a la variabilidad interobservador, dos observadores con experiencia similar evaluaron de manera independiente los 201 puentes (603 segmentos). Se observó una alta correlación ($r = 0.9641$, intervalo de confianza del 95%: 0.9529 –0.9727; $p < 0.0001$), con buena concordancia interobservador ($kappa = 0.96$, $p < 0.0001$).

De los 56 pacientes que tenían prueba inductora de isquemia miocárdica antes de la realización de la angiotomografía coronaria, el 45% de los 33 pacientes con pruebas negativas y/o no concluyentes tuvieron enfermedad obstructiva significativa de los injertos coronarios.

En relación con los segmentos coronarios que están anastomosados con los puentes coronarios (*distal runoff segments*), fueron identificados 200 segmentos (85% ADA, seguido de 46% ACD y 25% ACx), de los cuales el 39% (78/200) presentaban obstrucciones significativas y el 21% (16/78) cursaron con oclusiones totales. Hubo 11 falsos positivos, en su gran mayoría relacionados con segmentos de muy fino calibre y extensas calcificaciones. La presencia de lesiones obstructivas $\geq 50\%$ fue significativamente mayor en los segmentos coronarios revascularizados que en los puentes coronarios (39%[78/200] vs. 28%[56/201]; $p=0.026$). También fueron evaluadas 140 arterias coronarias nativas no

revascularizadas (420 segmentos coronarios) y se observó que en el 23% (32/140) de las mismas había obstrucciones significativas mayores al 50%, siendo la ACD la arteria mayormente afectada (53%), seguida por la ADA y la ACx (ambas con el 19%), y la TPCI (con el 9%). Sin embargo, el análisis por angiotomografía coronaria se relacionó con una “sobrestimación” de la severidad de las lesiones, reflejada en la presencia de 15 falsos positivos y un falso negativo, lo cual resultó en un modesto VPP del 67% y una especificidad del 86% (tabla 2). Un tercio de las arterias coronarias nativas analizadas (47/140) presentaban calcificaciones definidas como severas. La precisión de la angiotomografía para evaluar segmentos coronarios con calcificación severa y leve o ausente fue de 74.4% versus 96.2%, respectivamente ($p=0.0002$). De los segmentos coronarios que tenían *stents* (7), dos de ellos presentaban obstrucciones significativas en su interior (*re-estenosis intrastent*). La variabilidad interobservador para el análisis de las arterias coronarias nativas presentó una correlación también elevada ($r=0.5484$, intervalo de confianza 95%: 0.4208–0.6548; $p < 0.0001$), con buena concordancia interobservador ($kappa = 0.54$, $p < 0.0001$).

DISCUSIÓN

Este estudio explora por primera vez en Latinoamérica la precisión diagnóstica de la angiografía coronaria por tomografía computarizada multicorte, para la detección de estenosis significativas de los puentes coronarios –venosos y arteriales– y del árbol arterial coronario, utilizando un tomógrafo de 64 filas de detectores. Los resultados muestra-

dos en nuestro estudio sugieren que la enfermedad obstructiva de los puentes coronarios puede ser detectada con una alta precisión diagnóstica por medio del uso de la angiografía coronaria de 64 cortes (sensibilidad del 98.2%, especificidad del 98.6%, VPP 96.5% y VPN 99.3%) (figuras 1, 2, 3). Nuestros resultados fueron similares a los encontrados en estudios previos que utilizaron tanto la angiografía coronaria por TCMC de 16 detectores (4,5,7) –con sensibilidad reportada del 98% y especificidad del 97%–, como la TCMC de 64 detectores (12) –sensibilidad del 98% y especificidad del 89%–, para la detección de enfermedad obstructiva de injertos coronarios.

De forma interesante, se evidenció que en los segmentos coronarios revascularizados se describió más enfermedad obstructiva que en los puentes coronarios (39% vs. 28%; $p=0.026$), lo que sugiere que el proceso fisiopatológico más frecuente para esta población estudiada, con múltiples factores de riesgo (35% diabéticos, 48% dislipidémicos y 70% hipertensos), fue la progresión de la enfermedad aterosclerótica obstructiva en los vasos coronarios nativos, no en los injertos aortocoronarios. Así mismo, la correlación con la ACC en la evaluación de los segmentos coronarios de las

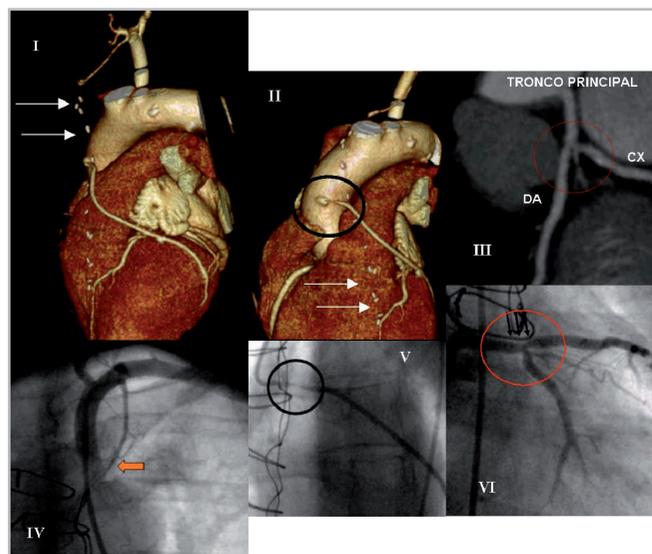


Figura 1. Angiografía coronaria por TCMC y convencional de puentes coronarios (venosos y arteriales) y arterias nativas.

Reconstrucciones en tres dimensiones (I,II), reconstrucción multiplanar curva y proyección de máxima intensidad de una angiotomografía coronaria de 64 cortes (III), y proyecciones de angiografía coronaria convencional (IV,V,VI), las cuales muestran oclusión total proximal de arteria torácica interna izquierda (ATII, flechas blancas en I y II, y flecha anaranjada en IV) dirigida a la arteria descendente anterior (DA). Puente venoso –safena– con obstrucción significativa de su anastomosis proximal (círculo negro en II y V) anastomosado a arteria obtusa marginal de arteria circunfleja (CX). Arterias coronarias nativas, tronco principal de arteria coronaria izquierda con obstrucción significativa en segmento distal (círculo rojo en III y VI).

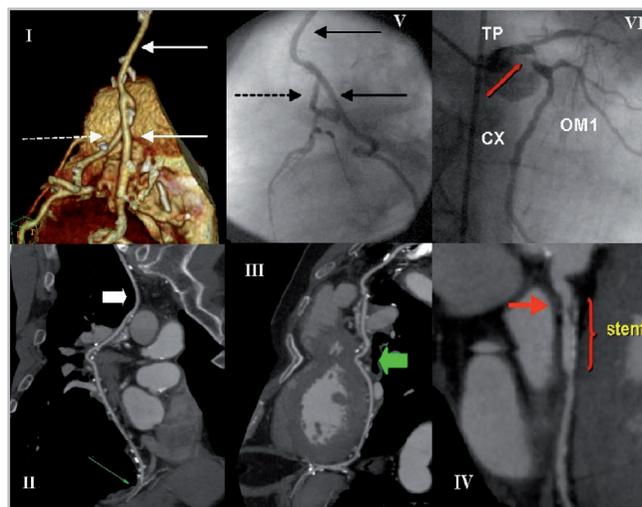


Figura 2. Angiografía coronaria por TCMC y convencional de puentes coronarios (venosos y arteriales) y arterias nativas.

Reconstrucción en tres dimensiones (I), reconstrucciones multiplanares curvas y proyecciones de máxima intensidad de una angiotomografía coronaria de 64 cortes (II,III,IV), y proyecciones de angiografía coronaria convencional (V y VI), los cuales muestran arteria torácica interna izquierda permeable, sin lesiones (ATII, flechas blancas en I, flechas negras en V, y flecha gruesa blanca en II) dirigida a la arteria descendente anterior (DA). Arteria radial anastomosado (en Y) con la ATII (proximal) y dirigida hacia el ramo descendente posterior de la arteria coronaria derecha (arteria radial, flecha punteada blanca en I, flecha negra punteada en V, flecha gruesa verde en III). Arteria coronaria nativa, arteria circunfleja proximal con *stent* con estenosis significativa intrastent (flecha roja en IV y VI).

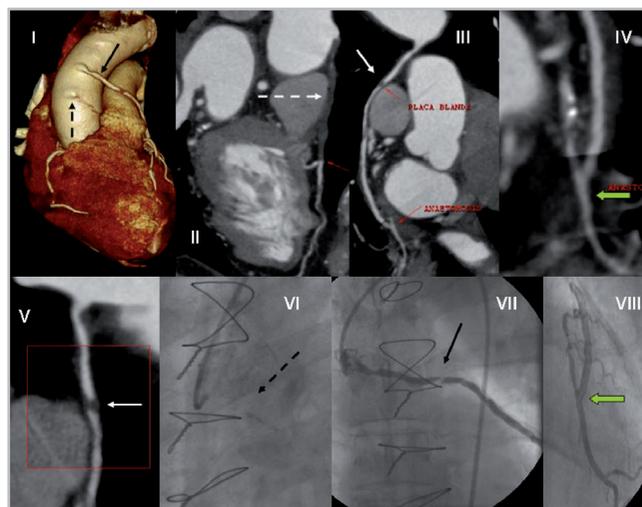


Figura 3. Angiografía coronaria por TCMC y convencional de puentes coronarios (venosos).

Reconstrucción en tres dimensiones (I), reconstrucciones multiplanares curvas y proyecciones de máxima intensidad de una angiotomografía coronaria de 64 cortes (II,III,IV,V), y proyecciones de angiografía coronaria convencional (VI,VII,VIII), los cuales muestran injerto aortocoronario (safena 1), con estenosis >50% segmento proximal (safena 1, flecha negra en I y VII, flechas blancas en III,V) dirigida a la arteria circunfleja (CX). Anastomosis distal (flecha verde en IV, VIII). Segundo injerto aortocoronario (safena 2) con oclusión total proximal (safena 2, flecha punteada negra en I, VI, flecha punteada blanca en II).

arterias coronarias nativas no revascularizadas demostraron una sensibilidad aceptable (96.8%) y un alto valor predictivo negativo (98.9%), lo cual significa que la angiografía coronaria por TCMC es un excelente método diagnóstico para descartar la enfermedad coronaria. En contraparte, el valor predictivo positivo reportado para puentes coronarios fue significativamente mayor que para las arterias coronarias nativas (96.5% vs. 67.3%; $p=0.0043$).

Esta diferencia entre los puentes coronarios y las arterias nativas puede ser explicada por las características anatómicas de los puentes, que son injertos o conductos que frecuentemente tienen mayor diámetro que las arterias coronarias, presentan menos calcificaciones y son relativamente inmóviles, lo cual permite conseguir imágenes por angiotomografía menos cambiantes. Igualmente, los puentes se presentan con mayor frecuencia ocluidos que con estenosis (13) y esto posibilita un diagnóstico más claro. Las limitaciones generadas por artefactos de movimiento, *stents* y alambres quirúrgicos (metálicos) en la evaluación con los tomógrafos de 16 detectores fueron minimizadas con el uso de tomógrafos multidetectores de 64 cortes, que permiten que sean estudiados todos los injertos aortocoronarios y todos sus segmentos. Esto se debe a un incremento de la resolución temporal y espacial, así como a un tiempo de adquisición más corto (<15 segundos). En relación con las arterias coronarias nativas, todavía la presencia de calcificación severa limita la exactitud diagnóstica (“sobrestimación” de la enfermedad) de los segmentos afectados.

La angiografía coronaria por TCMC puede presentar ventajas potenciales sobre la angiografía coronaria convencional en la evaluación de los puentes coronarios en pacientes seleccionados. Es un método de diagnóstico menos invasivo que la ACC; técnicamente es menos difícil en la visualización selectiva de los puentes, que en la ACC pueden no ser cateterizados selectivamente –como fue reportado en un estudio español (93% usando TCMC vs. 86% con ACC) (14)–, y de menor duración y contraste, lo cual minimiza las tasas potenciales de complicaciones.

Por último, no podemos desestimar las limitaciones generales de la angiografía coronaria por TCMC, como el uso de agentes potencialmente nefrotóxicos, la exposición a la radiación y la selección necesaria de pacientes

con previa exclusión de aquellos con fibrilación auricular y enfermedad respiratoria severa. Algunas limitaciones son específicamente para la evaluación de pacientes con puentes coronarios. Primero, la información provista por la TCMC no refleja las características del flujo y del estado funcional de los injertos coronarios. Segundo, la presencia de calcificación severa y de la extensa enfermedad aterosclerótica limita la evaluación correcta (>falsos positivos) de los segmentos coronarios. Tercero, el incremento necesario del volumen del medio de contraste aumenta la exposición a la radiación y potencialmente el riesgo de nefrotoxicidad si el paciente requiere una intervención coronaria percutánea.

LIMITACIONES

Al comparar ambos métodos para detectar la enfermedad obstructiva, tanto de los puentes coronarios como de las arterias nativas, no se describió el tiempo de exposición a la radiación, ni el volumen promedio del medio de contraste recibido por paciente para ambos procedimientos diagnósticos. El 40% de los pacientes no tenían ningún tipo de prueba inductora de isquemia, fueron directamente a los métodos de evaluación de la anatomía vascular coronaria.

REFERENCIAS

- Gobel FL, Stewart WJ, Campeau L, et al. Safety of coronary arteriography in clinically stable patients following coronary bypass surgery: Post CABG Trial Investigators. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998;45: 376-381.
- Stein PD, Beemath A, Skaf E, et al. Usefulness of 4-,8- and 16-slice computed tomography for detection of graft occlusion or patency after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 2005; 96:1669-1673.
- Nieman K, Pattynama PM, 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;229:749-756.
- Martuscelli E, Romagnoli A, D'Eliseo A, Tomassini M, Razzini C, Sperandio M, Simonetti G, Romeo F, Mehta JL. Evaluation of venous and arterial conduit patency by 16-slice spiral computed tomography. *Circulation* 2004;110:3234-3238.
- Schlosser T, Konorza T, Hunold P, Kuhl H, Schermund A, Barkhausen J. Non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44:1224-1229.
- Marano R, Storto ML, Maddestra N, Bonomo L. Non-invasive assessment of coronary artery bypass graft with retrospectively ECG-gated four-row multi-detector spiral computed tomography. *Eur Radiol* 2004; 14:1353-1362.
- Salm LP, Bax JJ, Jukema JW, Schuijf JD, Vliegen HW, Lamb HJ, van der Wall EE, de Roos A. Comprehensive assessment of patients after coronary artery bypass grafting by 16-detector-row computed tomography. *Am Heart J* 2005;150:775-781.
- Ropers D, Pohle FK, Kuettner A, et al. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography in patients after bypass surgery using 64-slice spiral computed tomography with 330-ms gantry rotation. *Circulation* 2006;114:2334-2341.
- Meyer TS, Martinoff S, Hadamitzky M, et al. Improved non-invasive assessment of coronary artery bypass grafts with 64-slice computed tomographic angiography in an unselected patient population. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:946-950.
- Jabara R, Chronos N, Klein L, et al. Comparison of multidetector 64-slice computed tomographic angiography to coronary angiography to assess the patency of coronary artery bypass grafts. *Am J Cardiol* 2007;99: 1529- 1534.
- Austen WG, Edwards JE, Frye RL, Gensini GG, Gott VL, Griffith LS, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. *Circulation* 1975;51:5-40.
- Pache G, Saueressig U, Frydrychowicz A, Foell D, Ghanem N, Kotter E, Geibel-Zehender A, Bode C, Langer M, Bley T. Initial experience with 64-slice cardiac CT: non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts. *Eur Heart J* 2006;27:976-980.
- Bourassa MG, Fisher LD, Campeau L, Gillespie MJ, McConney M, Lesperance J. Long-term fate of bypass grafts: the coronary artery surgery study (CASS) and Montreal Heart Institute experiences. *Circulation* 1985;72(6 pt 2):V71-V78.
- Salm LP, Bax JJ, Jukema W, et al. Comprehensive assessment of patients after coronary artery bypass grafting by 16-detectorrow computed tomography. *Am Heart J* 2005; 150:775-781.