



# Valor de la tomografía de 64 cortes en el diagnóstico de la permeabilidad de los injertos aortocoronarios

## Diagnostic value of 64 multislice computed tomography in the assessment of the coronary graft patency

Vladimir Mendoza Rodríguez<sup>I</sup>; Luis R. Llerena<sup>II</sup>; Eddy W. Olivares Aquino<sup>III</sup>; Alain Zaldivar O´Farril<sup>IV</sup>; Katia FernándezHerrera<sup>V</sup>; Romualdo Linares Machado<sup>VI</sup>; Eliezer San Román<sup>VII</sup>; Eddy Morales<sup>VII</sup>; Luis M. Morales Perez<sup>VII</sup>

I DrC. Profesor e Investigador Auxiliar. Especialista de II grado en Cardiología. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

II DrC. Profesor titular. Especialista de II grado en Imagenología. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

III Profesor instructor. Especialista de I grado en Cardiología. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

IV Especialista de I grado en Medicina General Integral. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

V Licenciada en enfermería. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

VI Licenciado en Imagenología. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

VII Especialista de I grado en Cardiología. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

## RESUMEN

**Introducción** La recurrencia de síntomas después de la revascularización coronaria quirúrgica conlleva estudio de la permeabilidad de los injertos. Actualmente, se han reportado resultados promisorios utilizando la tomografía computarizada de múltiples cortes con este fin.

**Objetivo** Determinar el valor de la coronariografía por tomografía computarizada de 64 cortes para precisar la permeabilidad de los injertos aortocoronarios.

**Método** Se examinaron en este estudio 65 pacientes portadores de 178 injertos aortocoronarios con recurrencia de síntomas. Inicialmente se les realizó coronariografía por tomografía computarizada de 64 cortes y después la coronariografía invasiva como patrón de referencia. Se determinaron los índices de eficiencia diagnóstica y prueba de Chi-cuadrado con nivel de significación ( $p \leq 0,05$ ).

**Resultados** En el análisis del total de injertos venosos (116) y arteriales (62), la sensibilidad; especificidad; valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de la angiografía por tomografía computarizada para detectar oclusión total fueron de 100%; con validez de 100% y Kappa de 1 (IC95%,1-1), ( $p \leq 0,00001$ ).

La sensibilidad; especificidad; valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de la angiografía por tomografía computarizada para detectar estenosis significativa del total de injertos (114) sin oclusión total fueron de 95; 98; 91 y 99% respectivamente con validez de 97% y Kappa de 0,92(IC95%, 0,82-1), ( $p \leq 0,00001$ ).

**Conclusiones** La coronariografía por tomografía de 64 cortes en nuestra casuística resultó ser una técnica no invasiva precisa, en la detección de oclusión total y estenosis significativas de los injertos aortocoronarios.

**Palabras clave:** injertos aortocoronarios, tomografía computarizada de múltiples cortes, coronariografía invasiva.

## ABSTRACT

**Introduction** Symptoms recurrence after surgical coronary artery revascularization requires the assessment of graft patency. At the moment, promissory results have been reported using the multislice computed tomography.

**Objective** To determine the 64 multislice computed tomography diagnostic value of graft patency.

**Method** We included 65 patients with 178 coronary graft and symptoms recurrence. Initially they underwent a 64 multislice computed tomography scan with further assessment by invasive coronary angiography as gold standard reference. Parameters of diagnostic efficiency were determined as well as X2-test. Level of significance was  $p < 0.05$ .

**Results** Total analysis of venous ( $n=116$ ) and arterials ( $n=62$ ) graft showed a sensitivity, specificity, positive and negative predictive value and validity of 100 %, with Kappa Index of 1 (IC95%,1-1), ( $p \leq 0,00001$ ) for the diagnosis of total occlusion by 64 multislice computed tomography assessment. Sensitivity, specificity, positive and negative predictive value of computed tomography for the diagnosis of significant stenosis of the 114 coronary graft without total occlusion was 95; 98; 91 and 99% respectively with validity of 97% and Kappa Index of 0,92 (IC95% (p.0,00001), 0,82-1).

**Conclusions** Multislice computed tomography coronary angiography is a precise non invasive imaging technique for the detection of total occlusion and significant stenosis of the coronary graft.

**Key words:** coronary graft, multislice computed tomography, invasive coronary angiography.

**Correspondencia:** Dr. Vladimir Mendoza Rodríguez. Departamento de Tomografía Multicortes. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Calle 17 # 702 / A y Paseo, Vedado, Plaza de La Revolución. La Habana, Cuba, CP:10400. Teléfono: 8383845, 8382661 extensión 135. Fax: 8344435 **Correo electrónico:** vladimr@infomed.sld.cu; vladimiromr@yahoo.es

## INTRODUCCIÓN

La cirugía de revascularización coronaria es una estrategia terapéutica que con frecuencia se utiliza en pacientes con cardiopatía isquémica avanzada. La oclusión temprana del injerto se describe en el 23% de estos con recurrencia del dolor durante los tres meses posteriores al procedimiento y la necesidad con frecuencia de evaluar la permeabilidad.<sup>1</sup> Los injertos arteriales son preferidos por su mayor durabilidad que los venosos. El 90% de los hemoductos arteriales a los 5 años permanecen permeables, en contraste con el 80% o menos de los venosos.<sup>2</sup> El patrón de referencia para estudiar los vasos coronarios nativos e injertos aortocoronarios es la coronariografía invasiva (CI), pero dado su naturaleza invasiva, costosa y la incidencia de complicaciones durante el procedimiento se considera de gran importancia desarrollar métodos diagnósticos no invasivos que permitan hacer un estudio preciso de estos vasos. Las primeras generaciones de tomógrafos por su limitada resolución espacial y temporal impidieron el estudio óptimo del árbol coronario nativo y los injertos.<sup>3</sup> Con la introducción de la tomografía computarizada (TC) de múltiples detectores en el año 1999 se lograron resultados prometedores en este campo.<sup>4</sup> Hoy día la TC de 16 y 64 detectores se utiliza de rutina y con resultados satisfactorios en la práctica clínica para evaluar las arterias coronarias.<sup>5-11</sup> El objetivo del presente trabajo fue determinar el valor de la TC de 64 cortes para precisar la permeabilidad de los injertos aortocoronarios.

## MÉTODO

Se realizó un estudio observacional descriptivo de corte transversal en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de Ciudad de La Habana, Cuba en el período comprendido desde marzo del 2006 a mayo del 2009.

### Población de estudio

Universo: Todos los pacientes revascularizados que se les realizó estudio angiográfico de los injertos a través de la TC de 64 cortes.  
Muestra: 65 pacientes que inicialmente se les realizó estudio angiográfico mediante la tomografía y luego la CI.

### Criterios de inclusión

Pacientes revascularizados sintomáticos con indicación de estudio de la permeabilidad de los injertos que no presentaron criterios de exclusión.

### Criterios de exclusión

1. Pacientes que no se realizaron la CI.
2. No consentimiento informado.
3. Alergia al yodo, nefropatía (creatinina sérica  $\geq 1,5$  mg/dl), hipertiroidismo, claustrofobia, imposibilidad de apnea de 20 seg, estado de descompensación clínica avanzada.
4. Estudios con artefactos no adecuados para diagnóstico.

### Procedimiento

A todos los pacientes se les realizó inicialmente el estudio angiográfico por TC de 64 cortes y luego la CI, la que se decidió por el médico de asistencia al valorar la clínica y el resultado de la TC.

### Protocolo de angiografía por tomografía computarizada

#### Preparación del paciente

La mayoría de los pacientes estaban bajo tratamiento con betabloqueadores, a los que no lo estaban se les administró 100-150 mg de atenolol por vía oral si el día del examen la frecuencia cardíaca era mayor que 65 latidos/min. Todos los pacientes a los que se les realizó la coronariografía por tomografía recibieron una tableta de nitroglicerina sublingual de 0,5 mg 7 min antes de la inyección del contraste. A todos se les dio una explicación detallada sobre las cuestiones relacionadas con el estudio para lograr una fase de apnea prolongada y evitar movimientos con el fin de reducir artefactos.

#### Parámetros de captación

Las imágenes fueron obtenidas con el tomógrafo Somatom Sensation Cardiac, 64 Slices, Siemens Medical Systems, Forchheim, Germany, con una colimación de 64x0,6 mm,

330 ms de tiempo de rotación del gantry y pie de tabla 3,8 mm por rotación.

Para el estudio de la coronariografía por TC se utilizó el contraste: Iopromida 370 mg/mL (Ultravist de la firma Shering), volumen: 120 mL, solución salina 50-80 mL, bomba inyectora (Medrad) de doble cabezal, velocidad de flujo: 5 mL/seg. Primero se inyectó el contraste e inmediatamente después la solución salina para arrastrarlo de la vena cava superior, aurícula y ventrículo derecho. ROI (región de interés): aorta ascendente torácica, Umbral de disparo: 130 unidades Hounfield (UH). El contraste se inyectó a través de un trocar calibre 18 colocado en la vena antecubital preferiblemente la del brazo derecho. El área de estudio fue desde las clavículas hasta la base del corazón.

Se utilizó un protocolo en espiral en la captación de las imágenes y se realizaron reconstrucciones retrospectivas sincronizadas con ECG en fase diastólica del ciclo cardíaco al:

- a. 60%, 65% y 70% en ciclos cardiacos largos.
- b. 35%, 40% y 45% en ciclos cardiacos cortos y reconstrucciones adicionales en el intervalo diastólico donde mejor se visualizaron las arterias coronarias, si hubo artefactos de movimiento.

#### Análisis de la coronariografía por tomografía

Cada lesión identificada fue examinada usando proyección de máxima intensidad planar (MIP), MIP curvado, reconstrucción multiplanar (RMP) y RMP curvado, en ejes longitudinales y transversales, técnica volumétrica en tres dimensiones (Ver Figura 1). Para precisar las características y magnitud de las lesiones se realizó un análisis integral de estas herramientas. Se consideró estenosis significativa del injerto, a la disminución de un 50% o más de su luz y oclusión total a la pérdida del 100% de ésta.

El grado de estenosis se determinó visualmente por consenso de tres expertos (VMR; LRLI y EWOA).

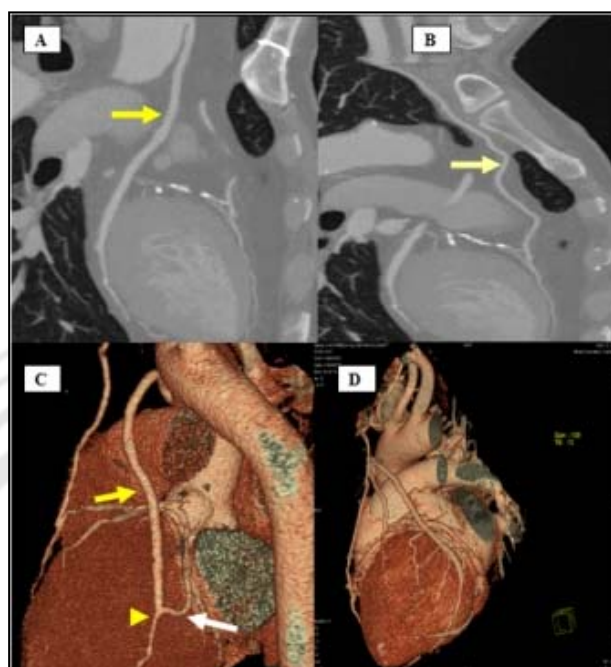


Figura 1. Angiografía por TC de 64 cortes.

- A. Proyección de máxima intensidad (PMI) planar curvado. Injerto de vena safena (flecha amarilla) a obtusa marginal permeable.
- B. Injerto de arteria mamaria interna izquierda (flecha amarilla) a arteria descendente anterior permeable.
- C. Técnica volumétrica en 3D. Anastomosis (cabeza de flecha) del injerto de vena safena (flecha amarilla) a obtusa marginal (flecha blanca).
- D. Otro paciente con dos injertos venosos y uno arterial permeables.

#### Protocolo de angiografía convencional

Las coronariografías fueron realizadas en un angiógrafo (Hicor, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany). Las coronariografías se realizaron por punción percutánea empleando la técnica de Seldinger y con catéteres diseñados por Judkins, Amplatz, multipropósitos o los diseñados especialmente para cateterizar la arteria mamaria o los injertos venosos. Se realizó inyección manual selectiva de contraste en la aorta ascendente y el arco para cateterizar los injertos y selectiva en cada injerto. Se tomaron, al menos, 2 vistas ortogonales de cada injerto y que abarcaran su origen, trayecto y anastomosis.

La interpretación fue hecha por consenso del equipo de hemodinamistas que realizó el estudio (al menos 2 ó 3) que desconocían el diagnóstico realizado en la TC. Se consideró estenosis significativa del injerto a la dismi-



nución cualitativa de un 50 o más de su luz y oclusión total a la pérdida del 100% de esta.

### Análisis comparativo

Se realizó una evaluación cualitativa para determinar la precisión de la coronariografía por TC de 64 cortes para detectar oclusión total y estenosis significativa de los injertos aortocoronarios tomando como patrón de referencia la CI con el siguiente orden:

1. Análisis por pacientes: Se evaluó la presencia o ausencia de oclusión total o estenosis significativa de los injertos por cada método en cada uno de los pacientes.
2. Análisis por injertos: Se evaluó la presencia o ausencia de oclusión total por cada método en cada uno de los injertos (venosos y arteriales).
3. Análisis por injertos: Se evaluó la presencia o ausencia de estenosis significativa por cada método en cada uno de los injertos (venosos y arteriales) sin oclusión total.
4. Análisis por injertos: Se evaluó la presencia o ausencia de estenosis significativa por cada método en cada uno de los injertos venosos sin oclusión total.

### Recolección de datos

Los datos fueron recogidos en una planilla directamente del paciente durante el estudio y de los informes emitidos por los médicos especialistas.

### Análisis estadístico

Las variables cualitativas se expresaron en frecuencias y porcentajes, y las cuantitativas en valores medios y desviaciones estándares. Se determinaron la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y negativo (VPP y VPN), y las razones de verosimilitud positiva y negativa (RVP y RVN), de la TC en relación con la CI para detectar oclusión total o estenosis significativa de los injertos aortocoronarios. Se calcularon los índices de validez y de concordancia de Kappa, intervalos de confianza de 95% (IC95%), y prueba de Ji-cuadrado con nivel de significación ( $p \leq 0,05$ ).<sup>9-11</sup> Se utilizaron los programas SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago,

USA) y EPIDAT 3.1 (PAHO/WHO, Washington, D.C., USA).

### RESULTADOS

La edad media de los pacientes estudiados fue de  $65 \pm 10$  años y el 74% fueron del sexo masculino. Los factores de riesgo predominantes fueron la hipertensión arterial; dislipidemia y los antecedentes familiares de cardiopatía isquémica. El tiempo transcurrido desde la operación hasta la angiografía por tomografía fue de  $6 \pm 4$  (1-15) años (Ver Tabla 1).

El 65% de los 178 hemoductos analizados fueron venosos y el 35% arteriales. El 92% de los pacientes portaban injertos mixtos (venosos y arteriales) y el 55% dos injertos (Ver Tabla 2).

La S; E; VPP y VPN de la TC de 64 cortes para confirmar o excluir oclusión de los injertos venosos fueron de 100% con un índice de Kappa de 1 (IC:95%, 1-1), ( $p < 0,0001$ ). Los parámetros de validez fueron prácticamente iguales para los injertos arteriales (Ver Tabla 3).

De los 178 injertos estudiados 114 no presentaron oclusión total. La S; E; VPP y VPN de la TC de 64 cortes para confirmar o excluir estenosis significativa en este grupo de injertos fueron de 95; 98; 91 y 99% respectivamente con un Kappa de 0,92 (IC95%, 0,82-1), ( $p < 0,0001$ ) (Ver Tabla 4 y Figura 2).

En la Figura 3 (A-D) se observa un injerto de mamaria y uno de safena permeables en la TC de 64 cortes y confirmado en la angiografía convencional. En la 3E se muéstrale mismo paciente con un injerto de safena ocluido. De los 116 injertos venosos estudiados 62 (53%) no presentaron oclusión total. La S; E; VPP y VPN de la TC de 64 cortes para confirmar o excluir estenosis significativa en este grupo de injertos fueron de 95; 95; 91 y 97% respectivamente con un Kappa de 0,90 (IC95%, 0,78-1), ( $p < 0,0001$ ) (Ver Tabla 5). En los 52 injertos arteriales sin oclusión total no se diagnosticó estenosis significativa.

<b>Tabla 1.</b> Características demográficas y clínicas de los pacientes		
Características	n=65	%
Edad media ± DS	65±10	
Sexo Masculino	48	74
Hipertensión arterial	40	62
Dislipidemia	45	69
Diabetes mellitus	20	31
Hábito de fumar	13	20
APF de cardiopatía isquémica	35	54
Infarto previo	29	45
Tratamiento con beta-bloqueador	59	91
Tiempo de operado	6±4(1-15)	
IMC-Kg/m <sup>2</sup> /SC	27±5	

<b>Tabla 2.</b> Características de los injertos		
Características	n=178	%
<b>Tipo de hemoducto</b>		
Safena	116	65
Mamaria	60	34
Radial	2	1
<b>Tipo de injertos por pacientes</b>		
Venoso y arterial	60	92
Venoso solo	2	3
Arterial solo	3	5
<b>Injertos por pacientes</b>		
uno	13	20
dos	36	55
tres	13	20
mayor que 3	3	5

En la Figura 4 se muestra un paciente con un stent permeable en el segmento proximal del injerto de safena con una estenosis significativa posterior a este que se corrobora con la angiografía convencional.

## DISCUSIÓN

El presente trabajo demuestra que la TC de 64 cortes es una técnica precisa para evaluar

<b>Tabla 3.</b> Valor de la TC de 64 cortes para confirmar o excluir la oclusión total de los injertos aortocoronarios		
Índices	Venoso	Arterial
n	116	62
VP	54	10
FP	0	0
VN	62	52
FN	0	0
Sensibilidad (%)	100(99-100)	100(95-100)
Especificidad (%)	100(99-100)	100(99-100)
VPP (%)	100(99-100)	100(95-100)
VPN (%)	100(99-100)	100(99-100)
RVP	-	-
RVN	-	-
Índice de Kappa	1(1-1)	1(1-1)
Índice de validez	100(99-100)	100(99-100)
P(kappa)	<0,0001	<0,0001
Prevalencia	46,5(37-56)	16(6-26)

**VP:** Verdaderos positivos; **FP:** Falsos positivos; **VN:** Verdaderos negativos; **FN:** Falsos negativos; **VPP:** Valor predictivo positivo; **VPN:** Valor predictivo negativo; **UA:** unidades Agatston; **RVP:** Razón de verosimilitud positiva; **RVN:** Razón de verosimilitud negativa.

la permeabilidad de los injertos aortocoronarios en pacientes sintomáticos.

La S y E de la angiografía por EBCT para diagnosticar oclusión de los injertos es de 100% y para detectar estenosis significativa es de 100 y 97% respectivamente. Las imágenes no contaron con calidad óptima por la limitada resolución espacial de la técnica y por la aparición de artefactos secundarios a movimientos respiratorios.<sup>15</sup> Ropers et al. con TC de 4 cortes en 65 pacientes portadores de 182 injertos pudieron evaluar el 77% de estos, encontrando una S; E; VPP y VPN de 97; 98; 97 y 98% respectivamente.<sup>16</sup>

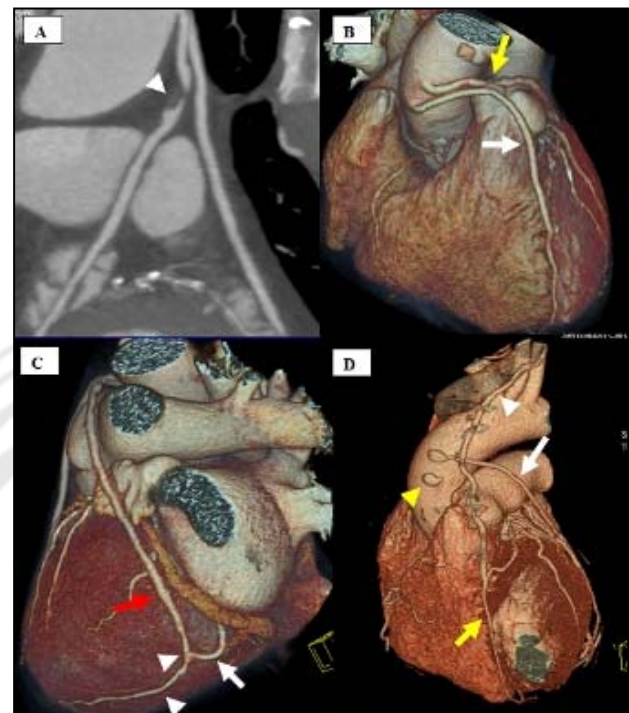
El advenimiento de la TC de 16 detectores con resolución espacial y temporal superior aportó resultados superiores. Burgstahler y colaboradores logró estudiar el 95% de los 43 injertos. La S; E; VPP y VPN fueron de 100; 93; 89 y 100% respectivamente para detectar oclusión de estos.<sup>17</sup>

<b>Tabla 4.</b> Valor de la TC de 64 cortes para confirmar o excluir estenosis significativa del total de injertos aortocoronarios sin oclusión total	
<b>Indices</b>	
n	114
VP	21
FP	2
VN	90
FN	1
Sensibilidad (%)	95(84-100)
Especificidad (%)	98(94-100)
VPP (%)	91(78-100)
VPN (%)	99(96-100)
RVP	44(11-173)
RVN	0,05(0,01-0,32)
Índice de Kappa	0,92(0,82-1)
Índice de validez	97(94-100)
P(kappa)	<0,0001
Prevalencia	19(12-27)
<b>VP:</b> Verdaderos positivos; <b>FP:</b> Falsos positivos; <b>VN:</b> Verdaderos negativos; <b>FN:</b> Falsos negativos; <b>VPP:</b> Valor predictivo positivo; <b>VPN:</b> Valor predictivo negativo; <b>UA:</b> Unidades Agatston; <b>RVP:</b> Razón de verosimilitud positiva; <b>RVN:</b> Razón de verosimilitud negativa.	

Martuscelli et al. reportan una S y E de 97 y 100% respectivamente.<sup>18</sup>

Resultados similares fueron informados por Schlosser et al., con una S; E; VPP y VPN de 96; 95; 81 y 99% respectivamente.<sup>19</sup> La S, E, VPP y VPN en la confirmación o de exclusión de la oclusión total de los injertos. Maglutti et al. en 52 pacientes con 10±5 años de operados con síntomas estudiados con TC de 64 cortes informa una S y E de 99 y 96% respectivamente.<sup>20</sup>

Resultados similares encuentra Pache et al., con el mismo equipo, los que informan una S; E; VPP y VPN de 98; 89; 90 y 98% respectivamente.<sup>21</sup> En nuestra casuística no se



**Figura 2.** Angiografía por TC de 64 cortes.

**A.** PMI curvado. Injerto de vena safena a obtusa marginal con estenosis significativa (cabeza de flecha) en su segmento proximal.

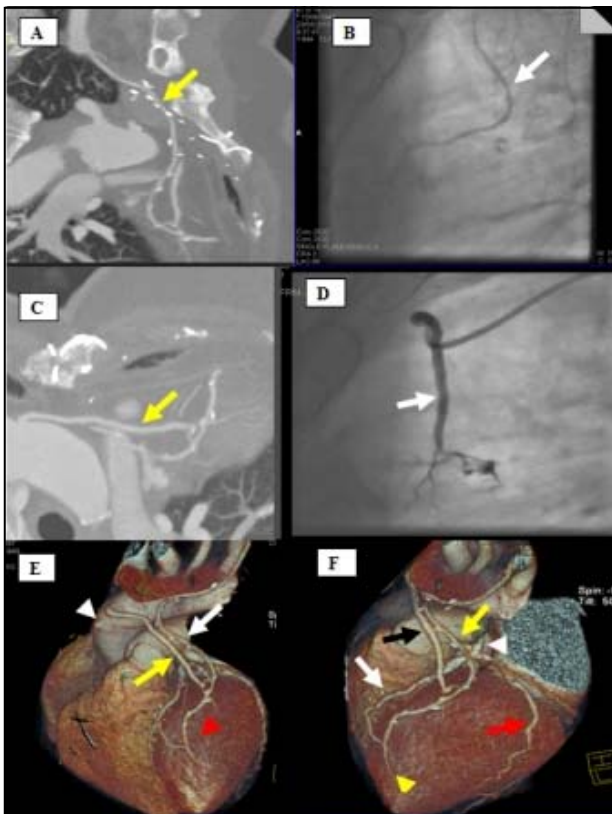
**B.** Técnica volumétrica en 3D. Injerto de safena (flecha blanca) permeable a la arteria descendente anterior e injerto de safena a rama obtusa marginal con estenosis significativa (flecha amarilla) en su segmento proximal.

**C.** Anastomosis (cabeza de flecha) entre el injerto de safena (flecha roja) y la rama obtusa marginal (flecha blanca); vaso nativo distal a la anastomosis normal (cabeza de flecha blanca).

**D.** Otro paciente con oclusión total (cabeza de flecha amarilla) de un injerto venoso; un injerto de mama-ria (cabeza de flecha blanca) permeable y uno de safena (flecha blanca) permeable. Vaso nativo distal a la anastomosis normal (flecha amarilla).

observó diferencias en la validez diagnóstica entre los injertos venosos y arteriales. Maglutti et al.<sup>20</sup> informan una S y E de 100% para los injertos arteriales y 10% y 96% respectivamente para los venosos, mientras Pache et al.<sup>21</sup> con TC de 64 cortes describieron una S y E de 98 y 97% respectivamente para los venosos, sin embargo, para los arteriales fueron de 83 y 75% respectivamente con tres falsos positivos secundarios a artefactos generados por los clips metálicos.





**Figura 3.** Angiografía con TC de 64 cortes y angiografía convencional.

**A.** PMI curvado. Injerto de arteria mamaria interna (flecha amarilla) a rama diagonal permeable.  
**B.** Angiografía convencional. Injerto de arteria mamaria interna (flecha blanca) a rama diagonal permeable.  
**C.** PMI curvado. Injerto de vena safena (flecha amarilla) permeable.  
**D.** Angiografía convencional. Injerto de vena safena (flecha blanca) a rama diagonal permeable.  
**E.** Técnica volumétrica en 3D. Injerto venoso ocluido (cabeza de flecha blanca); anastomosis (cabeza de flecha roja) de injerto de mamaria a rama diagonal; injerto venoso (flecha amarilla) y arterial (flecha blanca) permeables.  
**F.** Técnica volumétrica en 3D. Injertos, vasos nativos y anastomosis y lechos distales. Tronco de coronaria izquierda (cabeza de flecha blanca); rama obtusa marginal (flecha roja) y segmento distal de la arteria descendente anterior (flecha blanca).

Laynes-Carnicero comparando la validez de la TC de 64 cortes para diagnosticar o descartar oclusión o estenosis mayor que 50% de los injertos informó una S; E; VPP y VPN de 100% para los venosos y de 100; 95; 85 y 100% respectivamente para los arteriales.

**Tabla 5.** Valor de la TC de 64 cortes para confirmar o excluir estenosis significativa de los injertos aortocoronarios de vena safena sin oclusión total

Indices	
n	62
VP	21
FP	2
VN	38
FN	1
Sensibilidad (%)	95(84-100)
Especificidad (%)	95(87-100)
VPP (%)	91(78-100)
VPN (%)	97(91-100)
RVP	19(5-74)
RVN	0,05(0,01-0,33)
Índice de Kappa	0,90(0,78-1)
Índice de validez	95(89-100)
P(kappa)	<0,0001
Prevalencia	35(23-48)
<b>VP:</b> Verdaderos positivos; <b>FP:</b> Falsos positivos; <b>VN:</b> Verdaderos negativos; <b>FN:</b> Falsos negativos; <b>VPP:</b> Valor predictivo positivo; <b>VPN:</b> Valor predictivo negativo; <b>UA:</b> Unidades Agatston; <b>RVP:</b> Razón de verosimilitud positiva; <b>RVN:</b> Razón de verosimilitud negativa.	

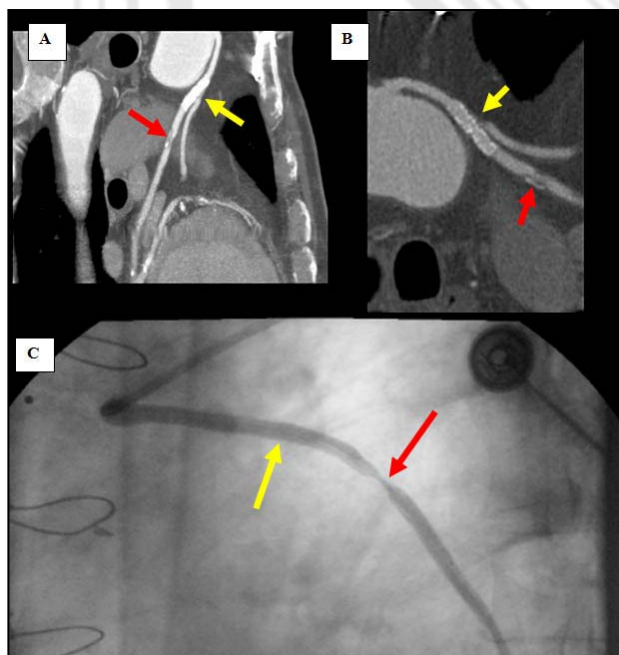
Reportó dos falsos positivos secundarios a artefactos generados por los clips metálicos.<sup>22</sup> La S y E de la TC de 16 detectores para confirmar o excluir estenosis significativas son de 71-100% y 86-100% respectivamente.<sup>23</sup> La S; E; VPP y VPN encontrada en esta casuística para confirmar o excluir estenosis significativa de los injertos fueron de 95; 98; 91 y 99% respectivamente. Resultados en un rango de 80 a 100% de S han sido informados por múltiples autores en pacientes estudiados con un equipo similar.<sup>24-29</sup> Los resultados hasta aquí demuestran que con la TC de 64 cortes se logra mejor calidad de imagen y se mantiene una elevada exactitud diagnóstica, del 100%, para detectar oclusiones y próxima al 100% para estenosis.

La evaluación de los vasos nativos y la anastomosis es de vital importancia en los pa-



cientes sintomáticos post-cirugía. Malagutti et al.<sup>20</sup> obtuvieron una S y E de 89 y 93% respectivamente para la detección de estenosis significativas en los segmentos coronarios distales a la anastomosis y de 97 y 86% respectivamente en los segmentos no revascularizados. Ropers<sup>27</sup> y colaboradores mostraron S y E de 86 y 90% respectivamente en la valoración de los segmentos coronarios distales a la anastomosis y del 86 y el 76% en los no revascularizados con un 7% de no evaluables, sobre todo, por calcificaciones extensas. Resultados similares también encontró Onuma y colaboradores.<sup>25</sup> Como se plantea, la mayor dificultad para la TC de 64 cortes y menos cortes reside en la valoración de los vasos nativos, en los que la progresión de la enfermedad coronaria es causa frecuente de la reaparición de los síntomas.

Ello se debe a la limitada resolución espacial de estas generaciones de TC que impiden una óptima evaluación de los vasos con ateromatosis avanzada, de reducido diámetro,



**Figura 4.** Angiografía con TC de 64 cortes y angiografía convencional.

**A.** PMI curvado. Injerto de vena safena a obtusa marginal con stent permeable (flecha amarilla) y estenosis significativa (flecha roja) posterior al stent.  
**B.** Reconstrucción multiplanar curvado. Stent en segmento proximal del injerto permeable (flecha amarilla) y estenosis significativa (flecha roja) posterior al stent.  
**C.** Angiografía convencional. Stent permeable (flecha amarilla) en segmento proximal del injerto y estenosis significativa (flecha roja) posterior al stent.

con calcificación extensa y ocasionalmente con stent. En algunos pacientes con frecuencia cardiaca menor que 65 latidos por minutos y ritmo sinusal estudiados con la TC de 64 cortes se puede lograr visualizar el injerto, el sitio de la anastomosis y los vasos nativos con buena calidad diagnóstica.

Resultados superiores se obtienen con TC de doble fuente al contar con una resolución temporal superior a las generaciones de TC previos. Weustink et al.,<sup>30</sup> en 52 pacientes con un tiempo de post-operados de  $9,6 \pm 7,2$  años estudiados con TC de doble fuente encontró una S; E; VPP y VPN de 100% para confirmar o descartar estenosis significativa o oclusión total de los injertos; 95; 100; 100 y 99% respectivamente en los vasos nativos, distal a la anastomosis; 100; 96; 97 y 100% respectivamente en todos los vasos revascularizados y de 97; 92; 83 y 99% respectivamente en todos los vasos no ponteados.

En general podemos concluir que la TC de 64 cortes es una técnica precisa y segura para evaluar la permeabilidad de los injertos aortocoronarios. Con el advenimiento de la TC de doble fuente y TC de 128; 256 y 320 cortes se pueden lograr imágenes con calidad diagnóstica sin necesidad de controlar la frecuencia cardiaca. Sin embargo si no hay contraindicaciones es preferible utilizar medicamentos para realizar el estudio con una frecuencia cardiaca baja ya que se obtienen mejores resultados, mejor estudio de los vasos nativos, anastomosis y lechos distales.

#### Limitaciones

- No se realizó análisis cuantitativo de las lesiones.
- Los pacientes reciben mayor dosis de radiación y contraste radiográfico que para estudiar las coronarias nativas.
- En el presente estudio no se evaluó la precisión de la TC para diagnosticar o descartar lesiones significativas u oclusión total de los vasos nativos.

#### Implicaciones clínicas

La TC de 64 cortes al ser una técnica precisa para evaluar los injertos, en los que con una adecuada preparación del paciente y con el

advenimiento de nuevas tecnologías con resolución temporal y espacial superior a las generaciones previas hacen posible una evaluación óptima y precisa no solo del injerto, sino, además del sitio de la anastomosis y los vasos nativos, todo lo cual puede evitar la necesidad de realizar CI para este fin, proceder que si aún es el patrón oro, es invasivo y con frecuencia la cateterización de los puentes se torna difícil y prolongada, por lo que el paciente se somete a altas dosis de radiaciones y contraste radiológico. De tal forma que solo irían al cateterismo los pacientes que necesiten intervención terapéutica y, por supuesto, esto se traduce en beneficios para el paciente y ahorro de recursos materiales y humanos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rifon J, Paramo JA, Panizo C, Montes R, Rocha E. The increase of plasminogen activator inhibitor activity is associated with graft occlusion in patients undergoing aorto-coronary bypass surgery. *Br J Haematol.* 1997;99:262-67.
2. Cho KR, Kim JS, Choi JS. Serial angiographic follow-up of grafts one year and five years after coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;29: 511-16.
3. Kahl FR, Wolfman NT, Watts LE. Evaluation of aortocoronary bypass graft status by computed tomography. *Am J Cardiol.* 1981;48: 304-10.
4. Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA, Raaijmakers R, Pattynama PM, de Feyter PJ. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography. *Circulation.* 2002;106:2051-54.
5. 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;107:664-66.
6. Leber AW, Knez A, von Ziegler F, Becker A, Nikolaou K, Paul S, Wintersperger B, et al. Quantification of obstructive and non-obstructive coronary lesions by 64-slice computed tomography: a comparative study with quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46:147-154.
7. Mollet NR, Cademartiri F, van Mieghem CA, Runza G, McFadden EP, Baks T, et al. High-resolution spiral computed tomography coronary angiography in patients referred for diagnostic conventional coronary angiography. *Circulation.* 2005;112:2318-2323.
8. Mendoza V, Llerena LR, Llerena LD, Rodríguez L, Milián V, Linares R, et al. Coronariografía por tomografía de 64 cortes. Precisión diagnóstica según puntaje de calcio y frecuencia cardiaca. *Rev Argent Cardiol.* 2007;75:272-78.
9. Mendoza V, Llerena LR, Llerena LD, López L, Milián V, Linares R, et al. Precisión de la tomografía de 64 cortes en el diagnóstico de estenosis coronaria significativa. *Revista Cubana de Medicina.* 2007;46:1-7.
10. Mendoza V, Llerena LR, Milián V, Linares R, Hernández A, Llerena LD, et al. Precisión de la tomografía de 64 cortes en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica. *Archivos de Cardiología de México.* 2008;78:162-70.
11. Mendoza V, Llerena LR, Llerena LD, Rodríguez L, Olivares EW, Linares R, et al. Ischemic heart disease diagnosed by 64 slice computed tomography coronary angiography. *The Internet Journal of Cardiology.* 2009;7(1).
12. Kelly H, James A, Laura M. Receiver-Operating Characteristic Analysis for Evaluating Diagnostic Tests and Predictive Models. *Circulation.* 2007;115:654-657.
13. Deeks JJ. Systematic reviews in health care: Systematic reviews of evaluations of diagnostic and screening tests. *BMJ.* 2001;323:157-162.

14. Deville WL, Buntinx F, Bouter LM, Montori VM, de Vet HC, Van der Windt DA, et al. Conducting systematic reviews of diagnostic studies: didactic guidelines. *BMJ Med Res Methodol.* 2002;2:9-15.
15. Achenbach S, Moshage W, Ropers D, Nossen J, Bachmann K. Noninvasive, three-dimensional visualization of coronary artery bypass grafts by electron beam tomography. *Am J Cardiol.* 1997;79:856-61.
16. 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;88:792-95.
17. Burgstahler C, Beck T, Kuettner A, Drosch T, Kopp AF, Heuschmid M, et al. Non-invasive evaluation of coronary artery bypass grafts using 16-row multislice computed tomography with 188 ms temporal resolution. *Int J Cardiol.* 2006;106:244-49.
18. Martuscelli E, Romagnoli A, D'Eliseo A, Tomassini M, Razzini C, Sperandio M, et al. Evaluation of venous and arterial conduit patency by 16-slice spiral computed tomography. *Circulation.* 2004;110:3234-38.
19. Schlosser T, Konorza T, Hunold P, Kühl H, Schmermund A, Barkhausen J. Noninvasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector-row computed tomography. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44:1224-29.
20. Malagutti P, Nieman K, Meijboom WB, Van Mieghem CA, Pugliese F, Cademartiri F, et al. Use of 64-slice CT in symptomatic patients after coronary bypass surgery: evaluation of grafts and coronary arteries. *Eur Heart J.* 2007;28:1879-85.
21. Pache G, Saueressig U, Frydrychowicz A, Foell D, Ghanem N, Kotter E, et al. Initial experience with 64-slice cardiac CT: non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts. *Eur Heart J.* 2006;27:976-80.
22. Carnicero AL, Erill JE, Bautista AT, Muñoz AV, Barangé MN, Torres RR, et al. Valoración no invasiva de injertos aortocoronarios y coronarias nativas con tomografía computarizada de 64 detectores: comparación con la coronariografía invasiva. *Rev Esp Cardiol.* 2010;63:161-69.
23. Trigo Bautista A, Estornell J, Ridocci F, Soriano CJ, Gudín M, Vilar JV, et al. Valoración no invasiva de injertos coronarios con tomografía computarizada: comparación con la angiografía convencional. *Rev Esp Cardiol.* 2005;58:807-14.
24. Malagutti P, Nieman K, Meijboom WB, Van Mieghem CA, Pugliese F, Cademartiri F, et al. Use of 64-slice CT in symptomatic patients after coronary bypass surgery: evaluation of grafts and coronary arteries. *Eur Heart J.* 2007;28:1879-85.
25. Onuma Y, Tanabe K, Chihara R, Yamamoto H, Miura Y, Kigawa I, et al. Evaluation of coronary artery bypass grafts and native coronary arteries using 64-slice multidetector computed tomography. *Am Heart J.* 2007;154:519-26.
26. Stauder NI, Küttner A, Schröder S, Drosch T, Beck T, Stauder H, et al. Coronary artery bypass grafts: assessment of graft patency and native coronary artery lesions using 16-slice MDCT. *Eur Radiol.* 2006;27:967-80.
27. Ropers D, Pohle FK, Kuettner A, Pflederer T, Anders K, Daniel WG, et al. Diagnostic accuracy of non-invasive coronary angiography in patients after bypass surgery using 64-slice spiral computed tomography with 220-ms gantry rotation. *Circulation.* 2006;114:2334-41.
28. Dickers R, Willems TP, Tio RA, Anthonio RL, Zijlstra F, Oudkerk M. The benefit of 64-MDCT prior to invasive coronary angiography in symptomatic post-CABG patients. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2007;23:369-77.
29. Nazeri I, Shahabi P, Tehrai M, Sharif-Kashani B, Nazeri A. Assessment of patients after coronary artery bypass

grafting using 64-slice computed tomography. Am J Cardiol. 2009;103:667-73.

30. Weustink AC, Nieman K, Pugliese F, Mollet NR, Meijboom BW, Van Mieghem C, et al. Diagnostic accuracy of computed tomography angiography in patients after bypass grafting: comparison with Invasive coronary angiography. JACC. 2009;2:816-24.

Recibido: 8 de octubre del 2010.

Aceptado: 14 de diciembre 2010.