

Coronariografía no invasiva mediante tomografía axial computada multicorte

Andrés Schuster P¹, Eduardo Guarda S¹, Alvaro Huete G², Andrés O'Brien S², Alejandro Fajuri N¹, Eugenio Marchant D¹, Alejandro Martínez S¹, Edith Valenzuela S³, Fernando del Valle B³, Cristián Cabrera³.

1. Departamento de Enfermedades Cardiovasculares 2. Departamento de Radiología
Facultad de Medicina
Hospital Clínico Pontificia Universidad Católica de Chile.

3. Tecnólogo Médico

Antecedentes: La tomografía axial computada de 16 detectores de las arterias coronarias (TAC Coronario) ha emergido recientemente como una alternativa diagnóstica a la coronariografía invasiva (CI).

Objetivo: Estudiar la exactitud del TAC coronario de 16 detectores para pesquisar la presencia o ausencia de estenosis coronaria en distintos tipos de pacientes, mediante su comparación con la CI.

Métodos: A un total de 55 pacientes (46 hombres, 9 mujeres, promedio 57 ±12 años) en quienes se realizó una CI electiva, se les realizó un TAC coronario. Se analizó específicamente la presencia de lesiones 50% y se compararon estos resultados con los obtenidos mediante la CI cuantitativa.

Resultados: Cincuenta pacientes requirieron beta bloqueo, obteniéndose una FC promedio de 57 lpm. En los segmentos principales se objetivaron 61 lesiones significativas por CI, de las cuales 52 (85,2%) fueron correctamente detectadas por el TAC coronario. La sensibilidad, especificidad, LH(+) y LH(-) del examen fueron 85%, 97%, 33 y 0.15, respectivamente. La presencia o ausencia de enfermedad coronaria significativa fue correctamente diagnosticada en 50 de los 55 pacientes (91%).

Conclusión: El TAC coronario de 16 detectores es un examen sensible y específico para el diagnóstico de estenosis significativas de los segmentos principales del árbol coronario.

16 Detector computed tomography for coronary angiography

Background: Invasive coronary arteriography (ICA) is the gold standard to assess coronary artery stenosis. Sixteen detector computed tomography (Coronary CT) has recently been introduced as a less invasive diagnostic alternative.

Aim: To assess the reliability of Coronary CT in detecting coronary stenosis among different types of patients by comparing the results with those obtained by ICA.

Methods: 55 patients (age 57±12 years, 46 males) who underwent ICA had also a coronary CT. Beta blockade was used to obtain a heart rate < 65 beats per min. The presence of significant stenosis (≥50% of luminal diameter measured by quantitative angiography) was compared between methods.

Results: Adequate coronary images were obtained in 53 of 55 patients with coronary CT; a total of 715 coronary segments were available for analysis. Fifty patients required beta blockade and the mean heart rate was 57 beats per min. Fifty-two out of 61 main segment stenosis were detected by coronary CT (85.2%). Sensitivity, specificity, LH+ and LH- of coronary

Correspondencia: Dr. Eduardo Guarda S.
Departamento de Enfermedades Cardiovasculares
Facultad de Medicina
Pontificia Universidad Católica de Chile
Marcoleta 367, Santiago
Correo electrónico: eguarda@med.puc.cl

CT were 85%, 97%, 33 and 0.15, respectively. The presence or absence of significant lesions was correctly diagnosed in 50 of the 55 patients (91%).

Conclusion: 16 detector coronary CT is a sensitive and specific method to diagnose main segment significant coronary stenosis

Introducción

Hasta hace algunos años, el único método disponible para determinar con exactitud la extensión de la enfermedad aterosclerótica en las arterias coronarias era la coronariografía invasiva (CI). Esta técnica permitió notables avances terapéuticos, como el desarrollo de la cirugía y luego de la angioplastia coronaria. Puesto que las arterias coronarias son pequeñas y se mueven constantemente (movimientos respiratorios, latido cardíaco), no se había logrado visualizarlas de manera confiable con métodos no invasivos.

Sin embargo, en los últimos 5 años la Tomografía Axial Computada Helicoidal con múltiples detectores ha progresado enormemente, alimentando esperanzas de que se podría realizar el estudio del árbol coronario mediante una coronariografía no invasiva^{1,2}.

Se han publicado diversos estudios buscando determinar la exactitud de la Tomografía Axial Computada de las arterias coronarias (TAC coronario) respecto de detectar estenosis significativa (50%), utilizando la CI como gold standard³⁻⁵. Estos estudios han demostrado distintos grados de exactitud, debido a algunas limitaciones de la técnica tales como ritmo cardíaco irregular, taquicardia (>90 latidos por minuto) y calcificación importante de la pared coronaria.

Recientemente, con la aparición de equipos de 16 detectores se ha logrado mejorar considerablemente la visualización de las arterias coronarias. Al aumentar la velocidad de obtención de las imágenes han disminuido los artefactos secundarios al movimiento cardíaco. En estudios donde se ha excluido a pacientes con alto contenido de calcio coronario, se ha reportado una sensibilidad y especificidad de 98%^{6,7}.

Las posibles aplicaciones clínicas de esta nueva herramienta diagnóstica se encuentran en plena evaluación en distintos centros de todo el mundo, incluyendo a pacientes revascularizados⁸⁻¹⁰. No hemos encontrado estudios de ese tipo en nuestro país. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue determinar la sensibilidad y especificidad del TAC coronario de 16 detectores para objetivar la presencia de estenosis coronaria significativa.

Métodos

Pacientes

Ingresaron al estudio 55 pacientes con indicación de CI electiva (indicada por su cardiólogo tratante), a los cuales se estudió adicionalmente con TAC coronario. Previo al examen, todos los pacientes firmaron un consentimiento informado, aprobado por el Comité de Ética de nuestra institución. Los criterios de exclusión fueron: Edad menor a 18 años, arritmia significativa (fibrilación auricular, extrasístola ventricular o auricular frecuente), creatinina plasmática >1.5 mg/dL, alergia conocida a medios de contraste yodados y pacientes con frecuencia cardíaca (FC) >70 lpm, que no pudieran recibir beta bloqueadores (asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia cardíaca descompensada).

Protocolo Tomografía

A todo paciente con FC >65 lpm se le administró 40 mg de propanolol oral una hora antes del examen y propanolol 1 mg EV si la FC persistía sobre 65 lpm al momento de la tomografía. La adquisición de imágenes se realizó con un equipo Light Speed 16 Pro (GE Healthcare, Milwaukee, WI) con un tiempo de rotación de 350 ms y 16 detectores simultáneos. Se determinó el tiempo de circulación entre el sitio de inyección, a nivel de antebrazo derecho y la raíz de la aorta ascendente, a través de la administración de 20 cc de medio de contraste yodado no iónico (Optiray® 320, Mallinckrodt Inc). Luego se inyectaron 80 ml de contraste (100 ml en pacientes portadores de puentes coronarios) y se realizó la adquisición de múltiples cortes gatillados por frecuencia cardíaca, desde la aorta ascendente hasta el diafragma, durante un tiempo de apnea entre 15 y 20 segundos (16 x 0.625 mm, 3.8 mm/rotación, 650 mA, 120 kV). Se reconstruyeron imágenes axiales entre un 60 - 80% del intervalo RR, realizándose el análisis definitivo en una estación de trabajo (Advantage Windows 4.2, GE Healthcare, Milwaukee, WI), utilizando reconstrucciones multiplanares, reconstrucciones curvas y proyecciones de máxima intensidad (MIP).

Interpretación de imágenes

Dos radiólogos especialistas, ciegos a la información clínica de los pacientes y al resultado de la CI, evaluaron las imágenes del TAC coronario, determinando la presencia de lesiones significativas (50% del lumen) en cada segmento de las arterias coronarias nativas, según la clasificación de la American Heart Association (AHA, Tabla 1), como también en los puentes coronarios arteriales y venosos, además de la permeabilidad de los stents.

Angiografía Coronaria Cuantitativa

La CI fue realizada con técnica estándar¹¹ y la interpretación de las imágenes estuvo a cargo de expertos independientes, quienes utilizaron el programa de angiografía coronaria cuantitativa presente en el cineangiógrafo Centricity AI 1000 (GE Healthcare).

Análisis Estadístico

Las variables categóricas se expresaron en frecuencias absolutas y porcentajes; las variables continuas, en promedios \pm desviación estándar. Se consideró como diagnóstico correcto la detección o el descarte de lesiones coronarias significativas (50%) mediante el TAC coronario, luego de compararlo con la CI. Estas comparaciones fueron realizadas tanto por segmento como por paciente.

Específicamente, se calculó la sensibilidad, especificidad y el Likelihood Ratio (LH) positivo y negativo para el TAC coronario a través de un análisis por paciente (presencia o ausencia de enfermedad significativa en cada paciente), por el total de segmentos coronarios y por segmentos principales (arteria coronaria derecha, ACD, segmentos 1-3; arteria coronaria izquierda, ACI: segmentos 5-8 y 11-12). Se correlacionó cada segmento coronario entre CI y TAC coronario a través de un test de Kappa. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software SPSS v13.0 (SPSS Inc).

Resultados

Pacientes

Se reclutaron 55 pacientes (46 hombres, 57 \pm 12 años). De acuerdo a la CI, 29 pacientes no tenían enfermedad coronaria significativa, mientras que en los 26 restantes la enfermedad se distribuyó de la siguiente forma: 6 pacientes con enfermedad de 1 vaso, 3 de 2 vasos y 17 de 3 vasos.

Los factores de riesgo cardiovascular y las características clínicas de los pacientes se muestran en las Tablas 2 y 3.

Tabla 1. Clasificación AHA de segmentos coronarios.

Coronaria Derecha	→ 1	= Proximal
	→ 2	= Media
	→ 3	= Distal
	→ 4	= Descendente y ventricular posterior
Coronaria Izquierda	→ 5	= Tronco
	→ 6	= Descendente anterior Proximal
	→ 7	= Descendente anterior Media
	→ 8	= Descendente anterior Distal
	→ 9	= Primera diagonal
	→ 10	= Segunda diagonal
	→ 11	= Circunfleja Proximal
	→ 12	= Circunfleja Distal
	→ 13	= Posterolaterales

Tabla 2. Características generales de los pacientes.

Sexo masculino	46 (84%)
Edad	57 ±12 años
Rango de edad	23 - 84 años
Hipertensión Arterial	29 (53%)
Diabetes Mellitus	17 (31%)
Tabaquismo	20 (36%)
Dislipidemia	40 (73%)
Obesidad	12 (22%)
Antecedentes familiares de cardiopatía coronaria	12 (22%)
Revascularización previa	17 (31%)
Enfermedad coronaria conocida	26 (47%)

Tabla 3. Diagnósticos de estudio.

IAM con SDST reciente	2 (3,6%)
IAM sin SDST	2 (3,6%)
Angor inestable	20 (36,4%)
Angor atípico	9 (16,4%)
Isquemia silente	9 (16,4%)
Angor crónico	3 (5,5%)
Control de stent	4 (7,3%)
Cirugía valvular aórtica	2 (3,6%)
Cirugía valvular mitral	1 (1,8%)
Cirugía aneurisma aórtico	2 (3,6%)

Análisis por segmentos

Se analizaron un total de 715 segmentos, de los cuales 16 (2.2%) no fueron evaluables por el TAC coronario, ya que no se logró visualizar su lumen con claridad. Las arterias no evaluables fueron < 2 mm de diámetro, y correspondieron a ramas distales en distintos territorios.

Al considerar todos los segmentos mediante la CI se objetivaron 78 lesiones significativas, de las cuales 56 (71,7%) fueron correctamente detectadas por el TAC coronario. En los 495 segmentos principales (1-3, 5-8, 11-12), se diagnosticaron correctamente 52 de 61 lesiones (85,2%), lo que corresponde a una sensibilidad de 85%, una especificidad de 97%, un LH(+) de 33 y un LH(-) de 0,15.

Análisis por pacientes

El TAC coronario diagnosticó correctamente la presencia o ausencia de lesiones coronarias significativas en 50 de los 55 pacientes (91%), debido a 1 falso positivo y a 4 falsos negativos. La sensibilidad y la especificidad fueron de 85% y 97%, con valores de LH(+) y LH(-) de 24.5 y 0.16, respectivamente.

Respecto de los falsos negativos, dos casos correspondieron a estudios subóptimos, a causa de artefactos por movimiento (frecuencia cardíaca de 81 y 84 lpm). Los 2 casos restantes correspondieron a exámenes con una frecuencia cardíaca adecuada (60 y 53 lpm) y un score de calcio menor a 1000 unidades Agatston. Aún así no se logró objetivar la presencia de lesiones significativas en los segmentos correspondientes. Las características de los falsos negativos se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Características de falsos negativos.

	Sexo (F/M)	Edad	FC (lpm)	Segmentos
Paciente 1	F	52	81	Diagonal mayor
Paciente 2	F	77	84	ADA tercio medio
Paciente 3	F	68	60	PL - Cx / CD tercio medio
Paciente 4	M	51	53	ADA tercio medio

ADA: Arteria descendente anterior. PL-Cx: Posterolateral circunfleja. CD: Coronaria derecha.

Stents y puentes aorto coronarios

Se analizaron 13 stents, distribuidos de la siguiente manera: 1 en descendente anterior, 1 en diagonal mayor, 6 en circunfleja y 5 en la coronaria derecha. Por TAC coronario, el lumen no fue evaluable en 2 de los stents ubicados en el territorio circunflejo. En los 11 restantes se hizo un diagnóstico correcto: 8 tenían reestenosis < 50%, mientras que los 3 restantes estaban ocluidos. Por otro lado, se evaluaron 23 puentes aorto coronarios (8 mamarias izquierdas a la descendente anterior, 4 mamarias derechas a la coronaria derecha, 2 puentes aorto coronarios a arterias diagonales, 4 puentes a arteria circunfleja, 1 puente a una posterolateral circunfleja, 3 puentes a coronaria derecha y 1 puente a la descendente posterior). Todos los puentes fueron analizables mediante el TAC coronario,

diagnosticándose correctamente 21 de ellos (15 permeables, 2 con obstrucción >50% y 4 ocluidos).

Adicionalmente, como hallazgo del examen, se detectó la presencia de embolia pulmonar en 3 casos y origen anómalo de la arteria coronaria izquierda en un paciente.

Correlación de segmentos coronarios mediante ambos métodos

Se aplicó un análisis de Kappa, correlacionando el TAC coronario con la CI en cada segmento coronario (Tabla 5). Se obtuvieron valores de *p* altamente significativos en todos los segmentos, a excepción del número 10, correspondiente a la segunda rama diagonal. En este segmento la correlación no se pudo efectuar debido a que no hubo casos positivos por tomografía.

Tabla 5. Correlación de segmentos coronarios por Test de Kappa.

Segmento	Correlación	DS	p
CD Proximal	0,879	0,119	<0,0001
CD Medio	0,734	0,126	<0,0001
CD Distal	0,930	0,069	<0,0001
DP y AV	0,382	0,273	<0,0001
TCI	1,000	0,000	<0,0001
ADA Proximal	0,781	0,148	<0,0001
ADA Medio	0,672	0,114	<0,0001
ADA Distal	0,697	0,164	<0,0001
Primera Diagonal	0,263	0,212	<0,004
Cx Proximal	0,899	0,099	<0,0001
Cx Distal	0,913	0,086	<0,0001
PL-Cx	0,548	0,226	<0,0001

DP: Descendente posterior; AV: Aurículo-ventricular; TCI: T ronco común izquierdo. Resto de abreviaturas explicadas en Tabla 3.

En la Figura 1 se muestran imágenes obtenidas del mismo paciente mediante TAC Coronario y por CI. En la Figura 2 se muestra un stent en arteria coronaria derecha

también por ambos métodos y en la Figura 3, la anastomosis mamaria interna-descendente anterior mediante TAC coronario.

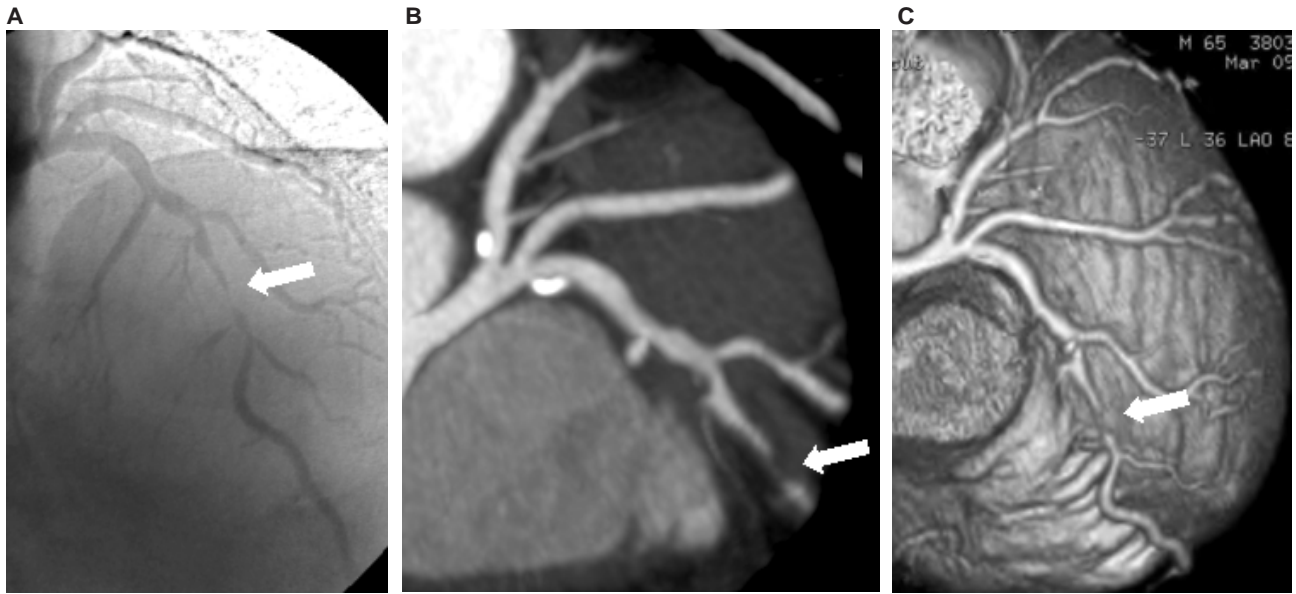


Figura 1. A. Se observa una estenosis significativa en tercio medio de arteria descendente anterior por coronariografía invasiva (flecha). B. La misma lesión por TAC Coronario en 2D. C. Reconstrucción 3D de la imagen anterior.

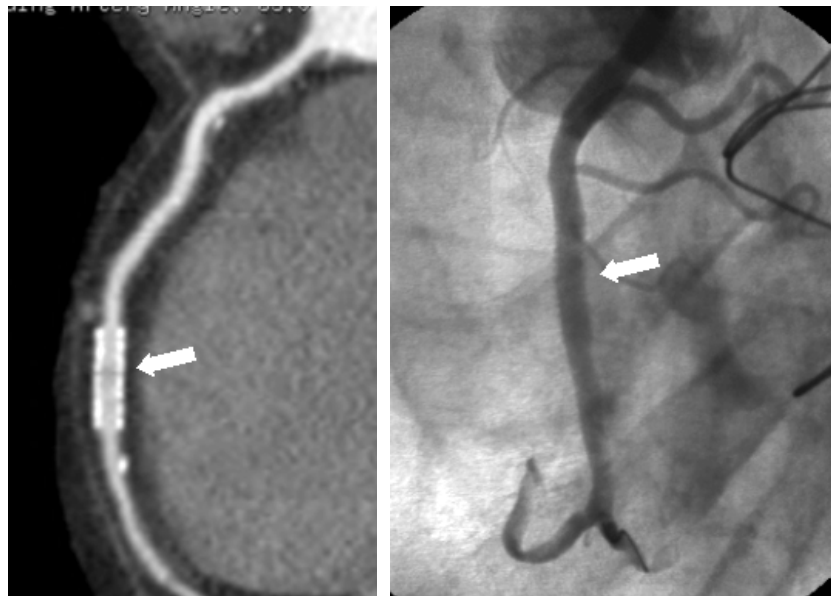


Figura 2. Imagen de un stent en coronaria derecha, permeable, sin estenosis (flecha). En A mediante TAC coronario y en B por coronariografía.

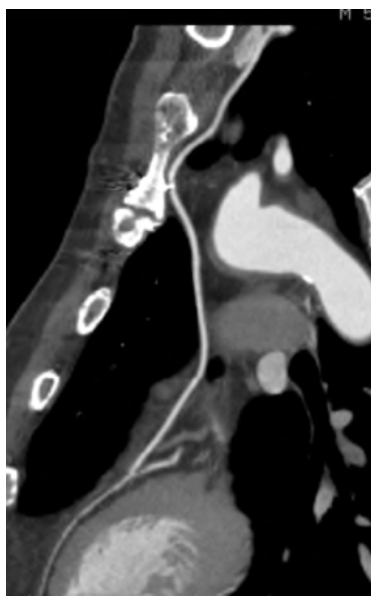


Figura 3. Imagen de un puente mamario anastomosándose a la descendente anterior mediante TAC coronario.

Discusión

La CI selectiva sigue siendo el “gold standard” para el diagnóstico preciso de la extensión y gravedad de la enfermedad coronaria obstructiva. Sin embargo, el carácter invasivo de la coronariografía tradicional, así como sus riesgos (mortalidad, embolía, etc.), han motivado la búsqueda de técnicas no invasivas que permitan identificar a los pacientes que realmente requieran de una CI. Idealmente, la CI debería realizarse en sujetos con alta probabilidad de requerir intervenciones endovasculares (angioplastia percutánea). Ello no ocurre en la actualidad, puesto que en un porcentaje de las CI se demuestra que los pacientes no tienen estenosis significativas, mientras que en otras ocasiones se diagnostica enfermedad de múltiples vasos, lo que normalmente implica revascularización quirúrgica. Para disminuir las CI innecesarias se requeriría de una técnica no invasiva muy confiable. Al respecto, el TAC coronario ha sobresalido dentro de las distintas modalidades que se han investigado.

En este trabajo, tras comparar las estenosis de los segmentos principales del árbol coronario mediante TAC de 16 cortes versus la CI, encontramos una sensibilidad y especificidad de 85% y 97%, respectivamente. Asimismo, al efectuar este análisis por paciente se diagnosticaron correctamente 50/55 individuos (91%), debido a un falso positivo y a 4 falsos negativos. Estas cifras corresponden a una sensibilidad y especificidad equivalentes a las observadas en el análisis por segmento, con valores de

LH(+) y LH(-) de 24.5 y 0.16, respectivamente.

Así, frente a pacientes con un moderado nivel de sospecha de enfermedad coronaria, un examen positivo con LH(+) de 24 permite aumentar marcadamente las probabilidades de diagnosticar correctamente lesiones coronarias significativas, mientras que un LH(-) de 0.16 permite afirmar, con un alto grado de certeza, que frente a un paciente con bajo riesgo coronario, un TAC coronario negativo prácticamente descarta la presencia de enfermedad coronaria significativa.

Otros trabajos publicados con TAC coronario de 16 cortes entregan cifras de sensibilidad y especificidad semejantes a las nuestras. Así, Mollet y cols estudiaron a un grupo de 128 pacientes con elevada prevalencia de enfermedad coronaria (83%), obteniendo una sensibilidad de 89% y una especificidad de 98%¹². Del mismo modo, Kuettner y cols evaluaron el TAC coronario en 72 pacientes, encontrando una sensibilidad y especificidad de 82 y 98%, respectivamente¹³.

Por otro lado, Morgan-Hughes y cols estudiaron a un grupo de 58 pacientes con una edad promedio de 61 años, en su gran mayoría hombres. Ellos visualizaron el lumen del vaso en el 100% de los segmentos coronarios, obteniendo una sensibilidad de 83% y una especificidad del 97%¹⁴.

Schuijff y cols publicaron recientemente un metaanálisis de 11 trabajos de TAC coronario de 16 cortes, incluyendo un total de 681 pacientes; la sensibilidad promedio reportada fue de 85% (83 – 87%) y la especificidad de 95%¹⁵.

Tal como en los estudios recién citados, en nuestro análisis incluimos sólo arterias coronarias de más de 2 mm de diámetro. Por lo tanto, la validez de nuestras observaciones se limitan a los vasos de ese calibre, lo que deja fuera a ramas diagonales, marginales y a los segmentos distales de todas las arterias. En cambio, cuando incluimos en el análisis tanto los segmentos coronarios principales como los secundarios, nuestra sensibilidad fue de 72%, manteniendo una especificidad del 98%.

Respecto de la validez del TAC coronario para la evaluación de los puentes aortocoronarios, en primer lugar queremos destacar que esta técnica permite una visualización muy precisa, tanto de su localización (especialmente importante en el caso de pacientes con puente mamario que se deben reintervenir) como de su permeabilidad. Respecto de esto último, en nuestra experiencia, 21 de los 23 puentes analizados tuvieron un diagnóstico correcto. Pensamos que esta cifra puede ser mejorada si se cuenta con el protocolo operatorio en el momento de informar el TAC coronario, lo que no se hizo en este estudio, para mantener el ciego. Pensamos que el estudio de los puentes aortocoronarios puede transformarse en una de las indicaciones más precisas del TAC coronario, pues habitualmente se trata de pacientes de edad más

avanzada, con patologías múltiples, donde la naturaleza no invasiva de este examen puede ser una ventaja respecto de la CI.

Los stents coronarios pudieron ser evaluados correctamente por el TAC coronario en 11 de 13 casos, mientras que no se pudo definir el lumen en 2 stents. La búsqueda de reestenosis coronaria también puede constituirse en una de las indicaciones del TAC coronario¹⁶.

Finalmente, queremos destacar que el TAC coronario contribuyó decisivamente a un tratamiento más apropiado en 3 pacientes, al revelar la presencia de embolías pulmonares, en los cuales se había realizado una CI (negativa) con el diagnóstico de angina inestable (dolor precordial asociado a cambios electrocardiográficos en V1 a V3).

Estimamos que la solidez de esta técnica radica en que es capaz de descartar enfermedad coronaria obstructiva significativa, constituyendo un filtro adecuado para evitar la realización de una CI en casos de baja probabilidad diagnóstica. Es posible que el uso de los equipos de 64 cortes, recientemente disponibles en nuestro país, facilite aún más esta aproximación diagnóstica.

Referencias

1. ACHENBACH S, ULZHEIMER S, BAUM U, KACHELRIESS M, ROPERS D, GIESLER T, et al. Noninvasive coronary angiography by retrospectively ECG-gated multislice spiral CT. *Circulation* 2000;102:2823–8.
2. CADEMARTIRI F, MARANO R, LUCCICHENTI G, MOLLET N, NIEMAN K, DE FEYTER PJ, et al. Normal anatomy of the vessels of the heart with 16-row multislice computed tomography. *Radiol Med (Torino)*. 2004;107:11–21.
3. ACHENBACH S, GIESLER T, ROPERS D, ULZHEIMER S, DERLIEN H, SCHULTE C, et al. Detection of coronary artery stenoses by contrast-enhanced, retrospectively electrocardiographically-gated, multislice spiral computed tomography. *Circulation* 2001;103:2535–8.
4. 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.
5. ACHENBACH S, ROPERS D, POHLE K, ANDERS K, BAUM U, HOFFMANN U, et al. Clinical results of minimally invasive coronary angiography using computed tomography. *Cardiol Clin* 2003; 21:549–59.
6. KUETTNER A, TRABOLD T, SCHROEDER S, FEYER A, BECK T, BRUECKNER A, et al. Noninvasive detection of coronary lesions using 16-detectors multislice spiral computed tomography technology: initial clinical results. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44:1230–7.
7. LETA R, CARRERAS F, ALOMAR X, MONELL J, GARCIA-PICART J, AUGÉ JM, et al. Non-Invasive Coronary Angiography With 16 Multidetector-Row Spiral Computed Tomography: a Comparative Study With Invasive Coronary Angiography. *Rev Esp Cardiol* 2004;57:217–24.
8. SCHUIJF JD, BAX JJ, JUKEMA JW, LAMB HJ, WARDA HM, VLIEGEN HW, et al. Feasibility of Assessment of Coronary Stent Patency Using 16-Slice Computed Tomography. *Am J Cardiol* 2004;94:427–430.
9. LIGABUE G, ROSSI R, RATTI C, FAVALI M, MODENA MG, ROMAGNOLI R. Noninvasive evaluation of coronary artery stents patency after PTCA: role of Multislice Computed Tomography. *Radiol Med (Torino)* 2004;108:128–37.
10. SCHLOSSER T, KONORZA T, HUNOLD P, KUHL H, SCHMERMUND A, BARKHAUSEN J. Noninvasive Visualization of Coronary Artery Bypass Grafts Using 16-Detector Row Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:1224–9.
11. ESCOBAR J, GUARDA E, MARCHANT E, FAJURI A,

- MARTINEZ A, PICHARD A, et al. Relation Of Stenting To Decreased Coronary Blood Flow During Primary Angioplasty In Acute Myocardial Infarction. *Am J Cardiol.* 2001;88:1410-2.
12. MOLLET NR, CADEMARTIRI F, NIEMAN K, SAIA F, LEMOS PA, MCFADDEN EP, et al. Multislice spiral computed tomography coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:2265-70.
13. KUETTNER A, TRABOLD T, SCHROEDER S, FEYER A, BECK T, BRUECKNER A, et al. Noninvasive detection of coronary lesions using 16-detector multislice spiral computed tomography technology: initial clinical results. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:1230-7.
14. MORGAN-HUGHES GJ, ROOBOTTOM CA, OWENS PE, MARSHALL AJ. Highly accurate coronary angiography with submillimetre, 16 slice computed tomography. *Heart* 2005;91:308-13.
15. SCHUIJF JD, BAX JJ, SHAW LJ, DE ROOS A, LAMB HJ, VAN DER WALL EE, WIJNS W. Meta-analysis of comparative diagnostic performance of magnetic resonance imaging and multislice computed tomography for noninvasive coronary angiography. *Am Heart J* 2006; 151:404-11.
16. OHNUK K, YOSHIDA S, OHTA M, SHIMIZU M, MOCHIZUKI S, NISHIOKA M, et al. New diagnostic technique in multi-slice computed tomography for in-stent restenosis: Pixel count method. *Int J Cardiol* 2006; 108: 251-258.