

## Editorial

# Angiografía mediante tomografía computarizada cardiaca: una técnica versátil

## Cardiac Computed Tomography Angiography: A Versatile Technique

Erick Alexánderson Rosas<sup>a,b,c,\*</sup>, Aloha Meave González<sup>b,c</sup> y Moisés Jiménez-Santos<sup>b,c</sup><sup>a</sup> Departamento de Cardiología Nuclear, División de Imagen Cardiovascular No Invasiva, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", Ciudad de México, México<sup>b</sup> Departamento de Resonancia Magnética y Tomografía Cardíaca, División de Imagen Cardiovascular No Invasiva, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", Ciudad de México, México<sup>c</sup> Unidad PET/CT Ciclotrón, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

On-line el 15 de marzo de 2011

La angiografía mediante tomografía computarizada cardiaca (ATCC) es una modalidad de diagnóstico por la imagen anatómica, no invasiva, que permite la evaluación de las arterias coronarias y la caracterización de la placa aterosclerótica, y es muy prometedora para la obtención de información sobre la perfusión funcional<sup>1</sup>.

Este método ha experimentado un rápido desarrollo tecnológico durante la última década, al pasar de los escáneres de 4 detectores a los de 320 filas y equipamiento de doble fuente. Estos avances han aportado mejoras en la resolución temporal y espacial, una mayor cobertura de volumen y una reducción del tiempo de adquisición y exposición a la radiación<sup>2</sup>.

La principal aplicación de la ATCC es la evaluación diagnóstica en la enfermedad coronaria (EC) obstructiva. En varios estudios se ha comparado el rendimiento diagnóstico de la ATCC, sobre todo con la tecnología de 64 detectores, con la de la angiografía coronaria invasiva, y se ha observado una alta sensibilidad por paciente, que oscila entre el 91 y el 99% y una especificidad del 74 al 96%<sup>3-5</sup>. La mayor utilidad de la ATCC es la que proporciona su valor predictivo negativo (VPN) máximo (99-100%) para descartar la EC, que constituye una información muy útil en diversos escenarios clínicos. Estudios recientes han indicado también cierta utilidad de la ATCC en cuanto a las implicaciones pronósticas y la estratificación del riesgo. Sin embargo, no hay muchos estudios que hayan respaldado esta utilidad del empleo de la ATCC. Esto se debe a la reciente introducción de los escáneres de tomografía computarizada (TC) capaces de realizar la ATCC habitualmente, que han limitado el tiempo necesario para observar eventos cardíacos después de la exploración. Estos estudios se han centrado en la relación de la EC obstructiva con la incidencia real de un pronóstico adverso de esta<sup>6-8</sup>.

Las imágenes de TC cardiaca requieren una alta resolución espacial y temporal debido al movimiento fisiológico constante que se produce en cada ciclo cardíaco. Después de la introducción de la TC de haz de electrones a comienzos de los años noventa, el desarrollo de los escáneres de TC multidetector, la capacidad de obtener imágenes del corazón con menor exposición a la radiación ha mejorado. Los avances técnicos han sido continuos, y actualmente disponemos de sistemas con mayor resolución temporal y espacial, que tienen 16, 64 y 320 detectores, así como dos tubos y detectores «TC de doble fuente», con el consiguiente efecto favorable en la calidad de la imagen<sup>2</sup>.

La amplia gama de aplicaciones clínicas de la TC cardiaca ha aumentado y no se limita a la detección de la estenosis coronaria. Su valor añadido en el contexto clínico radica en la visualización de la placa aterosclerótica coronaria, principalmente con fines de estratificación del riesgo cardiovascular y también para evaluar la anatomía y la estructura cardiovasculares, cuantificar la fracción de eyección ventricular izquierda, así como visualizar y cuantificar la perfusión miocárdica y determinar su viabilidad. Dado que la adquisición de los datos se realiza con sincronización cardíaca, puede calcularse la función ventricular izquierda y derecha junto con la caracterización valvular<sup>6-8</sup>.

Si se cumplen ciertos requisitos, sobre todo los de una frecuencia cardíaca baja y estable, la TC cardiaca permite una visualización detallada del corazón y las arterias coronarias.

La TC cardiaca proporciona dos formas de evaluar la aterosclerosis coronaria. La primera se realiza sin inyección del medio de contraste yodado, con objeto de detectar y medir el calcio arterial coronario (puntuación de calcio). El segundo método, en el que el examen se realiza con la inyección de medios de contraste yodados, utiliza protocolos de imagen más sofisticados (ATCC) y permite detectar los componentes de la placa no calcificados y caracterizar la propia placa<sup>1,8-10</sup>.

La principal aplicación clínica de esta tecnología es la evaluación de la EC. La principal utilidad de esta evaluación es descartar la presencia de una placa arterial coronaria obstructiva<sup>1,6-8</sup>. Recientemente se ha descrito la utilidad clínica de la ATCC en un contexto prequirúrgico, en pacientes con valvulopatías<sup>11,12</sup>.

La angiografía coronaria convencional (ACC) antes de la cirugía se ha aplicado tradicionalmente en una amplia variedad de pacientes con valvulopatías para detectar la posible presencia de una EC concomitante significativa, tal como se indica en las guías

## VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:

DOI: 10.1016/j.revesp.2010.09.001, Rev Esp Cardiol. 2011;64:269-76

\* Autor para correspondencia: Departamento de Cardiología Nuclear, División de Imagen Cardiovascular No Invasiva, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez," Juan Badiano 1 Col. Sección XVI. Del. Tlalpan, Ciudad de México 14080, México.

Correo electrónico: alexanderick@yahoo.com (E. Alexánderson Rosas).

Full English text available from: www.revespcardiol.org

más recientes<sup>13</sup>. Conocer la anatomía coronaria mejora la estratificación del riesgo y determina si está indicada o no la revascularización coronaria combinada con la cirugía valvular. Es importante señalar que la medición de las presiones y el gasto cardiaco o la obtención de una angiografía ventricular se limitan a las situaciones en que la evaluación no invasiva no es concluyente o no concuerda con los signos clínicos. Teniendo en cuenta sus posibles riesgos, el cateterismo cardiaco en pacientes con valvulopatías cardíacas que están a la espera de una intervención de cirugía cardíaca debe limitarse a los casos en que la ATCC es incierta; lamentablemente, en la práctica diaria, la ACC continúa siendo común en todos los casos. En las mismas guías se indica también que la ATCC puede ser útil para descartar la EC en pacientes con bajo riesgo de aterosclerosis<sup>13</sup>.

En el artículo publicado en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA, Rodríguez-Palomares et al<sup>14</sup> comparan los resultados de la ATCC con los obtenidos utilizando la ACC para determinar la capacidad de obtención no invasiva de datos detallados antes de la sustitución valvular en pacientes con valvulopatías cardíacas. Es interesante que este estudio incluyó prospectivamente a 106 pacientes, de los que 66 presentaban una estenosis valvular aórtica (mayor probabilidad de EC), 15 tenían insuficiencia aórtica, 4 tenían estenosis mitral y 17, insuficiencia mitral; sólo 4 presentaban afección de dos válvulas (aórtica y mitral). La media de edad era 67 años y el 84% de los pacientes (89/106) se encontraban en ritmo sinusal; el 15,1%, en fibrilación auricular y el 0,9%, en ritmo de marcapasos. A los pacientes con una frecuencia cardíaca > 65 lpm, se les administraron dosis repetidas de 1 mg de propranolol intravenoso, hasta alcanzar un máximo de 5 mg; se administró nitroglicerina sublingual a todos los pacientes excepto los que presentaban estenosis aórtica. Se utilizó un escáner de TC cardíaca de 16 detectores para la obtención de TC sin contraste y determinar la puntuación de calcio y de una ATCC en todos los pacientes, con una sincronización retrospectiva. La media de la puntuación de calcio fue 558 UA (0-7.572).

En el análisis por paciente, la ATCC identificó correctamente 61 de 65 casos sin EC obstructiva (en ese artículo se consideró lesión obstructiva la que era  $\geq 50\%$ ). La sensibilidad descrita fue del 94% y la especificidad del 94%. En el análisis por segmento, la sensibilidad fue del 76% y la especificidad, del 99%; el valor predictivo positivo (VPP) fue del 84% y el VPN, del 99%. En el análisis por vaso, el VPN total fue del 99%. La influencia de la calcificación coronaria, que se esperaba en los pacientes ancianos con estenosis aórtica, puso de manifiesto que un valor > 1.000 UA se asociaba a una mayor proporción de segmentos no evaluables (n = 39). Es importante mencionar que la prevalencia de EC en esta población era del 30%. Según los resultados obtenidos, podrían haberse evitado 66 ACC.

En ese estudio, el ritmo irregular, como la fibrilación auricular, no redujo el VPN como se ha descrito en otros estudios previos<sup>11,12</sup>.

Los resultados presentados en este artículo por Rodríguez-Palomares et al<sup>14</sup> concuerdan con los de Gilard et al<sup>11</sup>, que estudiaron a 55 pacientes consecutivos con estenosis valvular aórtica grave mediante el empleo de un escáner de TC cardíaca de 16 detectores y observaron que la sensibilidad de la estrategia basada en la ATCC para detectar una estenosis significativa era del 100%, con una especificidad del 80%, un VPP del 55% y un VPN del 100%. Para las puntuaciones de calcio < 1.000 (el 77% de los pacientes), la ATCC detectó a todos los pacientes sin EC y permitió evitar la ACC en el 80% de los casos. Para las puntuaciones de calcio > 1.000, los resultados de la ATCC permitieron evitar la ACC en sólo el 6% de los casos, ya fuera porque se apreciaba una estenosis significativa con posible indicación para la revascularización, ya porque la exploración no fuera interpretable; en consecuencia, los autores concluyeron que la ATCC puede ser una alternativa a la ACC para descartar lesiones obstructivas

(consideradas como tales si eran > 50%). Sin embargo, la prevalencia de la EC obstructiva fue un 20%, inferior a la del estudio comentado. La media de la puntuación del calcio también fue inferior, con un valor de  $609 \pm 860$  UA, que aumentaba la exactitud diagnóstica en el estudio de Gilard et al.

En el estudio más reciente de Bettencourt et al<sup>12</sup>, participaron 237 pacientes consecutivos con valvulopatías cardíacas, la mayor parte de ellos con estenosis aórticas (n = 161); la segunda valvulopatía más frecuente fue la insuficiencia mitral (n = 41); la tercera, la insuficiencia aórtica (n = 33), y la cuarta, la estenosis mitral (n = 27). En todos los casos, se utilizó un escáner de TC de 64 detectores. La media de la puntuación de calcio fue de  $443 \pm 835$  UA (0-6.617). En el análisis basado en los pacientes, la sensibilidad fue del 95%; la especificidad, del 89%; el VPP, del 66%, y el VPN, del 99% para la detección de una lesión coronaria obstructiva (considerando como tal la que era > 50%). Nuevamente, los resultados son muy similares a los de Rodríguez-Palomares et al<sup>14</sup>. Debe prestarse especial atención a los pacientes ancianos con valvulopatías aórticas que presentan puntuaciones de calcio elevadas, en los que se sobrevalora el grado de obstrucción a causa de las placas densamente calcificadas<sup>11</sup>.

Según las guías más recientes publicadas sobre los criterios de uso apropiados de la TC cardíaca<sup>15</sup> como parte de la evaluación preoperatoria, la angiografía mediante TC se considera una opción posible en los pacientes a los que se va a practicar una intervención de cirugía cardíaca por indicaciones no coronarias (p. ej., cirugía de sustitución valvular o cierre de comunicación interauricular) cuando el riesgo de EC antes de la prueba es intermedio (apropiado) o bajo (incierto). No hay ninguna indicación apropiada para la ATCC como parte de la evaluación preoperatoria en la cirugía no cardíaca<sup>15</sup>.

En resumen, las posibilidades de diagnosticar cómodamente por la imagen de la ATCC han hecho que esta técnica sea un instrumento fiable, muy comparable a la ACC, para descartar la EC en pacientes preoperatorios que presentan valvulopatías cardíacas y un riesgo de EC de bajo a intermedio.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Min J, Shaw L, Berman D. The present state of coronary computed tomography angiography. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55:957-65.
2. Roberts WT, Bax JJ, Davies LC. Cardiac CT and CT coronary angiography: technology and application. *Heart*. 2008;94:781-92.
3. Abdulla J, Abildstrom SZ, Gotzsche O, Christensen E, Kober L, Torp-Pedersen C. 64-multislice detector computed tomography coronary angiography as potential alternative to conventional coronary angiography: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 2007;28:3042-50.
4. Hamon M, Morello R, Riddell JW, Hamon M. Coronary arteries: diagnostic performance of 16- versus 64-section spiral CT compared with invasive coronary angiography—meta-analysis. *Radiology*. 2007;245:720-31.
5. Mowatt G, Cummins E, Waugh N, Walker S, Cook J, Jia X, et al. Systematic review of the clinical effectiveness and cost-effectiveness of 64-slice or higher computed tomography angiography as an alternative to invasive coronary angiography in the investigation of coronary artery disease. *Health Technol Assess*. 2008;12. iii-iv, ix-143.
6. Meijboom WB, Meijjs MF, Schuijff JD, Cramer MJ, Mollet NR, Van Mieghem CA, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography: a prospective multicenter, multivendor study. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52:2135-44.
7. Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, Gitter M, Sutherland J, Halamert E, et al. Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (Assessment by Coronary Computed Tomographic Angiography of Individuals Undergoing Invasive Coronary Angiography) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52:1724-32.

8. Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, Arbab-Zadeh A, Niinuma H, Gottlieb I, et al. Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT. *N Engl J Med*. 2008;359:2324–36.
9. Meijboom WB, Van Mieghem CA, Mollet NR, Pugliese F, Weustink AC, Van Pelt N, et al. 64-slice computed tomography coronary angiography in patients with high, intermediate, or low pretest probability of significant coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:1469–75.
10. Hadamitzky M, Freissmuth B, Meyer T, Hein F, Kastrati A, Martinoff S, et al. Prognostic value of coronary computed tomographic angiography for prediction of cardiac events in patients with suspected coronary artery disease. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2009;2:404–11.
11. Gilard M, Cornily JC, Pennec PY, Joret C, Le Gal G, Mansourati J, et al. Accuracy of multislice computed tomography in the preoperative assessment of coronary artery disease in patients with aortic valve stenosis. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:2020–4.
12. Bettencourt N, Rocha J, Carvalho M, Leite D, Toschke AM, Melica B, et al. Multislice computed tomography in the exclusion of coronary artery disease in patients with presurgical valve disease. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2009;2:306–13.
13. Vahanian A, Baumgartner H, Bax J, Butchart E, Dion R, Filippatos G, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease. The task force on the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2007;28:230–68.
14. Rodríguez-Palomares JF, Cuéllar H, Martí G, García B, González-Alujas MT, Mahía P, et al. Coronariografía mediante tomografía computarizada de 16 detectores antes de la cirugía de recambio valvular. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64:269–76.
15. Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM, Mark D, Min J, O’Gara P, et al. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/SCAI/SCMR 2010 appropriate use criteria for cardiac computed tomography: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *Circulation*. 2010;122:e525–555.