

# Evaluación de Arterias Coronarias con Tomografía Multicorte

Rodrigo Herrmann P., Juan Carlos Díaz P., Gonzalo Pereira R.

*Centro de Imagenología, HCUCh.*

## RESUMEN

El desarrollo de la Tomografía Computada (TC) Multicorte ha permitido diseñar exámenes no invasivos para el estudio de las arterias coronarias. Entre ellos destaca la angiografía coronaria por TC que ha demostrado ser de utilidad en pacientes con baja probabilidad clínica de enfermedad coronaria, dado su alto valor predictivo negativo. Es de menor utilidad en pacientes de edad avanzada o con clínica clásica de enfermedad coronaria. La segunda gran aplicación es en la cuantificación de las calcificaciones coronarias a través del score de calcio, que resulta ser un excelente predictor de eventos coronarios futuros, actuando como un predictor de riesgo independiente de los factores de riesgo clínicos conocidos. Está indicado en pacientes con riesgo clínico intermedio o alto; sin embargo, no hay aún en la literatura evidencia de que su uso modifique la conducta del paciente frente a sus factores de riesgo y si esto tiene un real impacto en la reducción de los eventos coronarios futuros.

## SUMMARY

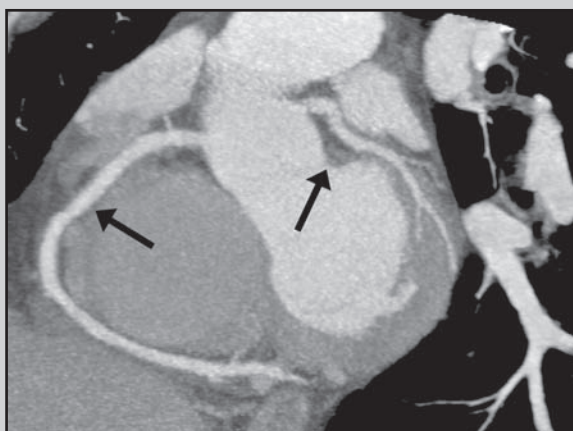
*Multislice Computed Tomography (CT) development has allowed the design of non-invasive tests to study coronary arteries. Between them highlights CT coronary angiography which has demonstrated its usefulness in patients with low clinical probability for coronary disease, given its high negative predictive value. It is less useful in elderly patients or with classic coronary symptoms. The second CT great application is quantification of coronary calcifications through Calcium Score, which becomes an excellent future coronary event predictor, acting as an independent risk factor compared to other known clinical factors. It is indicated in patients with intermediate or high clinical risk, nevertheless there is still no evidence in literature that this modifies patients behavior with respect to their risk factors and if this does have any impact in reducing future coronary events.*

La enfermedad coronaria es una de las causas de muerte más importantes en el mundo occidental, sin estar nuestro país ajeno a esa realidad. El diagnóstico de la enfermedad es complejo desde el punto de vista clínico, debiendo considerar factores de riesgo conocidos y estudios de laboratorio e imágenes estandarizados, los que forman parte del algoritmo de estudio. La confirmación diagnóstica de la enfermedad se ha hecho tradicionalmente con coronariografía convencional. Las ventajas de dicho método son su alta resolución espacial y la

posibilidad de realizar procedimientos terapéuticos simultáneos al diagnóstico. Esto último, sin embargo, no ocurre en más de un tercio de los pacientes, por lo que en las últimas décadas se han buscado otros métodos diagnósticos alternativos, de carácter no-invasivo, para reducir los costos y los riesgos de complicaciones en los pacientes<sup>(1)</sup>.

En este sentido, el desarrollo tecnológico en tomografía computada (TC) en los últimos años, a través de los tomógrafos multidetector, ha permi-

**Fig. 1 Angiografía coronaria TC multidetector.**



**a) Arterias coronarias derecha e izquierda sin ateromatosis.**



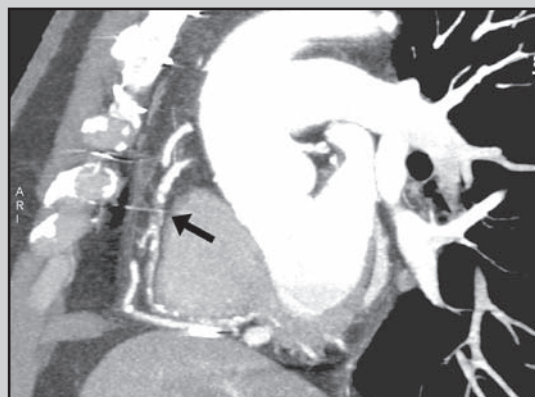
**b) Arteria descendente anterior.**

tido aumentar la velocidad y resolución (temporal y espacial) de éstos, de tal manera que el estudio del corazón, y en especial de las arterias coronarias, ha demostrado excelentes resultados, no sólo permitiendo identificar y cuantificar las zonas de estenosis, sino que además caracterizar las placas ateroscleróticas, información que la coronariografía convencional no es capaz de entregar. La sensibilidad del método para estenosis proximales hemodinámicamente significativas, varía entre el 80 y 90% según las diferentes publicaciones, con un valor predictivo negativo superior al 97% para TC de 16 o más detectores<sup>(2-4)</sup>. Esto sugiere que el método es adecuado para estudiar aquellos pacientes con baja sospecha clínica de enfermedad coronaria (baja probabilidad pre-test), en quienes se prefiere evitar métodos invasivos de diagnóstico, y donde un resultado normal del examen prácticamente elimina la necesidad de otros estudios para descartar enfermedad coronaria (Figura 1).

Sin embargo, los trabajos mencionados han considerado un número reducido de pacientes, dado posiblemente por lo reciente de la tecnología y su rápido perfeccionamiento en pocos años, lo que determina recambio rápido de los equipos. Además la mayoría de los trabajos publicados fueron realizados con grupos seleccionados de pacientes (en su mayoría referidos). La mayoría correspon-

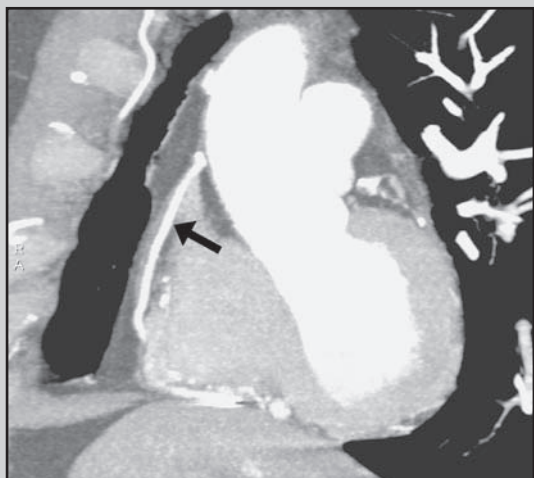
den a pacientes de riesgo intermedio o alto, o sospecha clínica elevada de enfermedad coronaria (Figura 2). Existen ya algunas publicaciones con equipos de 64 detectores que han mostrado resultados muy similares, ganando sólo en rapidez<sup>(5)</sup>, coincidiendo los resultados en el excelente valor predictivo negativo del método.

**Fig. 2 Paciente con historia de by-pass coronario previo y oclusión de la coronaria derecha.**



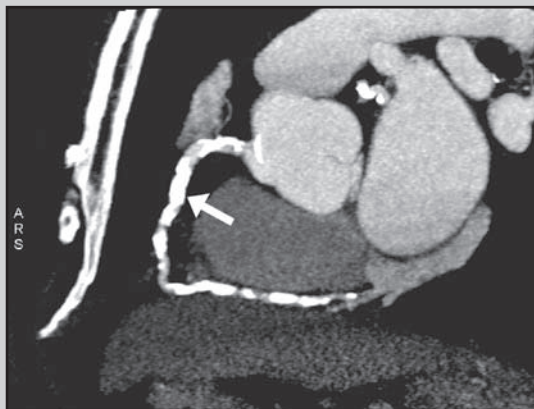
El método también es de utilidad en la evaluación de estenosis de *bypass* coronario, ya que permite evaluar el puente en todo su trayecto (Figura 3), mostrando no sólo estenosis, sino que complicaciones como aneurismas o trombosis<sup>(6)</sup>.

**Fig. 3 By-pass arteria coronaria derecha permeable.**



La mayor limitante del examen es la presencia de calcificaciones extensas en arterias coronarias, ya que en TC éstas determinan artefactos que generan moderada disminución en la especificidad, al sobreestimar el grado de estenosis (Figura 4). Algunos trabajos han propuesto no realizar el examen a dichos pacientes, particularmente diabéticos y pacientes ancianos (mayores de 80 años), en quienes la presencia de extensa calcificación coronaria es una constante, y por lo tanto, los valores predictivos positivo y negativo se reducen considerablemente<sup>(7)</sup>.

**Fig. 4 Paciente con extensas calcificaciones coronarias (coronaria derecha), lo que limita la cuantificación de las estenosis.**



La presencia de arritmias también es una limitante. Además la técnica requiere de frecuencia cardíaca menor de 70 lat/min, por lo que se requiere de beta-bloqueo en algunos casos previo al examen.

Por otro lado existen otras consideraciones en el uso de la técnica que tienen relación con el uso de medio de contraste yodado endovenoso y radiaciones ionizantes. Sin embargo, las dosis de contraste son bastante menores a las requeridas para una angiografía convencional o un TC convencional y la dosis de radiación recibida por el paciente con los equipos actuales es similar a la de una coronariografía.

La otra gran aplicación de la TC multicorte en arterias coronarias, desde el punto de vista epidemiológico, es la cuantificación de la extensión de las calcificaciones coronarias. Está demostrado que la presencia de calcificaciones coronarias tiene directa relación con la cuantía de la aterosclerosis coronaria. Además existe una relación directa entre la cuantía del calcio total medido en arterias coronarias y el riesgo de eventos coronarios futuros<sup>(8)</sup>.

Esta técnica de imágenes que cuantifica el contenido en calcio de arterias coronarias, se inició a comienzos de los años 80, con TC de haz de electrones, equipo de características operativas diferentes al TC multicorte, y que nunca ha estado disponible en nuestro país. Su gran ventaja era su alta resolución temporal, y se diseñó un protocolo de estudio estandarizado llamado *score* de calcio o *score* de Agatston, que tenía algunos problemas en su aplicación clínica dado su alto costo y su alta variabilidad en los resultados. El examen consiste en una TC de corazón sin medio de contraste, con un protocolo estandarizado, que en forma semiautomática entrega un valor numérico que corresponde a la cantidad total de calcio en arterias coronarias (Figura 5). Este valor se compara con curvas poblacionales según edad y sexo, que permiten ubicar al paciente en un percentil, a partir del cual se calcula el riesgo de eventos coronarios futuros.

**Fig. 5 Score de calcio.**



**a)** Calcificaciones de arterias coronarias.

Arteria	Número de lesiones (1)	Volumen [mm <sup>3</sup> ] (3)	Masa equiv. [mg CaHA] (4)	Valor (2)
LM	1	74.4	22.06	93.0
LAD	3	696.9	199.66	905.9
CX	5	407.4	99.83	505.2
RCA	7	1322.8	328.11	1665.6
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2501.5</b>	<b>649.67</b>	<b>3169.8</b>

(1) Lesión basada en volumen.  
 (2) Equivalente Agatston Score.  
 (3) Volumen interpolado Isotrópico.  
 (4) Factor de calibración: 0.787

**b)** Tablas de resultados de la cuantificación semiautomática del mismo caso.

Con el desarrollo de TC multidetector con equipos de mejor resolución espacial y temporal, este método ha demostrado buenos resultados, comparables a los de la técnica previa<sup>(9, 10)</sup> y ha incorporado nuevas formas de medición, como el volumen y la masa de calcio, que tendrían menor variabilidad entre mediciones<sup>(11)</sup>.

Existen diferentes estudios en la literatura sobre la aplicación clínica de este examen, cuyos resultados muestran que el *score de calcio* es un muy buen predictor de eventos coronarios, no sólo en combinación con los factores de riesgo clínicos conocidos, sino que en forma independiente<sup>(12)</sup>. Es un examen altamente sensible y específico. Algunos grupos de trabajo ya lo han incorporado a sus tablas de medición de riesgo como un factor más a considerar. Existen en la actualidad a lo menos dos grandes grupos de estudio que están evaluando variabilidad poblacional de la aterosclerosis coronaria en individuos asintomáticos, obteniendo curvas de percentil según edad, sexo y origen racial, demostrando diferencias significativas y midiendo su comportamiento en el tiempo

al modificar los factores de riesgo<sup>(13, 14)</sup>. No hay información precisa por el momento sobre si la demostración de calcificación coronaria genera cambios conductuales en los pacientes para modificar sus factores de riesgo y en última medida disminuir la frecuencia y gravedad de los eventos coronarios futuros<sup>(15)</sup>.

Para una adecuada aplicación de la TC multicorte en la evaluación de arterias coronarias, se requiere de equipos de alta tecnología. En una publicación del *American College of Radiology* del año 2005, se recomienda el uso de equipos de a lo menos 16 filas de detectores, con tiempos de obtención de la imagen no superior a 500 mseg, y con voxel cercano a 0,5 mm cúbicos<sup>(16)</sup>. Además debe poder obtener imágenes de menos de 1 mm de espesor. Dado el rápido desarrollo tecnológico, hoy existen en nuestro país varios tomógrafos superiores a estos requerimientos.

A modo de resumen, habría que agregar que con el conocimiento disponible, el estudio angiográfico coronario con TC multicorte está indicado

en aquellos pacientes jóvenes, con o sin factores de riesgo coronario, que presentan clínica dudosa o atípica de un cuadro de origen coronario, y que no se desea someterlos al riesgo de una angiografía coronaria convencional, dada la baja probabilidad pre-test. No está indicado en pacientes de edad avanzada, en quienes se sospecha

extensa calcificación coronaria, ni en pacientes con arritmias cardíacas. Tampoco debe usarse en pacientes con cuadro clínico clásico de enfermedad coronaria. El *score* de calcio es de utilidad en la predicción de riesgo coronario, especialmente en grupos de riesgo intermedio o alto según *score* de Framingham.

## REFERENCIAS

1. Schoepf J, Becker C, Ohnesorge B, Yusel K. CT of coronary artery disease. *Radiology* 2004;232:18-37.
2. Heuschmid M, Kuettner A, Schroeder S, Trabold T, Feyer A, Seemann M et al. ECG-gated 16-MDCT of the coronary arteries: assessment of image quality and accuracy in detecting stenoses. *AJR* 2005;184:1413-9.
3. Nikolaou K, Knez A, Rist C, Wintersperger C, Leber A, Johnson T et al. Accuracy of 64-MDCT in the diagnosis of ischemic heart disease. *AJR* 2006;187:1111-7.
4. Ghersin E, Litmanovich D, Dragu R, Rispler S, Lessick J, Ofer A et al. 16-MDCT coronary angiography versus invasive coronary angiography in acute chest pain syndrome: a blinded prospective study. *AJR* 2006;186:177-84.
5. White C, Kuo D, Kelemen M, Jain V, Musk A, Zaidi E et al. Chest pain evaluation in the emergency department: can MDCT provide a comprehensive evaluation? *AJR* 2005;185:533-40.
6. Gilkeson R, Markowitz A, Sachs P. Evaluation of the cardiac surgery patient with MSCT. *J Thorac Imaging* 2005;20:265-72.
7. Hoffmann U, Moselewski F, Cury R, Ferencik M, Jang I, Diaz L et al. Predictive value of 16-slice multidetector spiral computed tomography to detect significant obstructive coronary artery disease in patients at high risk for coronary artery disease. *Circulation* 2004;110:2638-43.
8. Lamonte M, Fitzgerald F, Church T, Barlow C, Radford N, Levine B et al. Coronary artery calcium score and coronary heart disease events in a large cohort of asymptomatic men and women. *Am J Epidemiol* 2005;162:421-9.
9. Daniell A, Wong N, Friedman J, Ben-yosef N, Miranda-Peats R, Hayes S et al. Concordance of coronary artery calcium estimates between mdct and electron beam tomography. *AJR* 2005;185:1542-5.



10. Horiguchi J, Yamamoto H, Hirai N, Akiyama Y, Fujioka C, Marukawa K et al. AJR 2006; 187:W1-W6.
11. Rumberger J, Kaufman L. A rosetta stone for coronary calcium risk stratification: agatston, volume, and mass scores in 11,490 individuals. AJR 2003;181:743-8.
12. Schmermund A, Denktas A, Rumberger J, Christian T, Sheedy P, Bailey K et al. Independent and incremental value of coronary artery calcium for predicting the extent of angiographic coronary artery disease. J Am Coll Cardiol 1999;34:777-86.
13. McClelland R, Chung H, Detrano R, Post W, Kronmal R. Distribution of coronary artery calcium by race, gender, and age (results from the multi-ethnic study of atherosclerosis MESA). Circulation 2006;113:30-7.
14. Schmermund A, Mohlenkamp S, Stang A, Gronemeyer D, Seibel R, Hirche H et al. Assessment of clinically silent atherosclerotic disease and established and novel risk factors for predicting myocardial infarction and cardiac death in healthy middle-aged subjects: rationale and design of the heinz nixdorf RECALL Study. Am Heart J 2002;144:212-8.
15. Omalley P, Feuerstein I, Taylor A. Impact of electron beam tomography, with or without case management, on motivation, behavioral change, and cardiovascular risk profile. JAMA 2003;289:2215-23.
16. Weinreb J, Larson P, Woodard P, Stanfor W, Rubin G, Stillman A et al. American College of Radiology Clinical Statement on Noninvasive Cardiac Imaging. Radiology 2005;235:723-7.

#### **CONTACTO**

Dr. Rodrigo Herrmann Pons  
Centro de Imagenología  
Hospital Clínico de la Universidad de Chile  
Santos Dumont 999, Santiago, Chile.  
Fono: 978 8412  
E-mail: rayos@redclinicauchile.cl

