Avances Cardiol 2007;27(3):136-140

Tomografía de 64 cortes, una nueva aproximación al diagnóstico de enfermedad coronaria

Drs. Francisco Tortoledo R, Juan S. Muñoz R, Antonietta Villani G

Centro Cardiovascular "Instituto Médico La Floresta". Caracas.

RESUMEN

Originalmente las arterias coronarias podían ser visualizadas directamente al abrir el tórax, luego mediante la cinecoronariografía e indirectamente con las pruebas no invasivas, que se desarrollaron para inferir el grado de obstrucción coronaria de acuerdo a la isquemia miocárdica inducida por el aumento de los requerimientos miocárdicos de oxígeno. La tomografía de las arterias coronarias permite su observación directa de una manera no invasiva, con las limitaciones propias de la irradiación y del contraste iodado. Sus indicaciones se están estableciendo en forma acelerada y su valor predictivo negativo es cercano al 100 %, lo cual hace a esta nueva técnica una excelente herramienta para el diagnóstico de la enfermedad coronaria, a la vez de poder observar la función ventricular izquierda y órganos adyacentes al corazón.

Sixty four slice computed tomography, a new approach to the diagnosis of coronary artery disease

SUMMARY

Originally the coronary arteries could only be visualized when a thoracotomy was performed and thereafter with coronary arteriography. With the purpose of inferring the degree of coronary artery narrowing the so called non invasive tests were developed to induce myocardial ischemia by an increase of myocardial oxygen demands. Multislice computed tomography offers the possibility of "seeing" the coronary arteries for the first time non-invasively, with the proper limitations of radiation and iodine contrast administration. Its indications are rapidly changing with a negative predictive value close to 100 %, which makes this diagnostic tool unique for a better assessment not only of the coronary arteries but also of the left ventricular function and anatomy of its surrounding structures.

Recibido en: mayo 07, 2007.
Aceptado en: julio 19, 2007.

INTRODUCCIÓN

La descripción de Herrick en 1912 sobre la trombosis arterial coronaria como causa de los eventos agudos [1], condujo a numerosas estrategias para la prevención, diagnóstico y tratamiento de esta entidad en el transcurso del siglo XX.

Las arterias coronarias podían verse sólo en las mesas de autopsias y no fue sino hasta 1959, con el advenimiento de la cinecoronariografía a través del cateterismo coronario[2], que pudieron ser visualizadas "*in vivo*".

Desde entonces se han desarrollado múltiples métodos indirectos para evaluar el estado de las arterias coronarias:

En el caso de los eventos coronarios agudos, la correlación entre los cambios del electrocardiograma y la trombosis coronaria es sencilla, pero no es así en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria crónica.

En los casos crónicos, para estudiar a los pacientes que no presentan cambios en el electrocardiograma de reposo se han desarrollado

las pruebas no invasivas, teniendo como patrón de oro al cateterismo cardíaco y son todas de inferencia, es decir, que de acuerdo al resultado funcional se infiere si hay o no enfermedad arterial coronaria obstructiva subyacente, pero no permiten la visualización directa de las arterias. Esto se traduce en valores predictivos variables de estas pruebas dependiendo de la precisión diagnóstica y de la prevalencia de la enfermedad en la población estudiada, entre otros factores [3-5].

Teniendo en cuenta que la enfermedad arterial coronaria es potencialmente mortal, se necesitan pruebas que tengan un valor predictivo negativo cercano al 100 % para no dejar escapar esta ominosa enfermedad.

El advenimiento de tomógrafos con detectores múltiples, de estaciones de trabajo con alta capacidad de procesamiento y la adquisición de imágenes con alta resolución ha permitido la visualización "*in vivo*" de las arterias coronarias con valor predictivo negativo del 100 %, valor predictivo positivo del 95 %, sensibilidad y especificidad de 100 % y 98 % respectivamente, en poblaciones de pacientes asintomáticos de alto riesgo [6,7].

Adicionalmente, la tomografía de 64 cortes permite evaluar no sólo las arterias coronarias, sino simultáneamente el miocardio, las cavidades cardíacas, la orejuela izquierda, la aorta, la arteria pulmonar y sus ramas, las válvulas cardíacas, pulmones, esófago e hígado [8].

Consideraciones técnicas

Las arterias coronarias constituyen una estructura compleja adherida al miocardio con una intensa motilidad a lo largo del ciclo cardíaco, lo cual exige al tomógrafo una alta resolución temporal y espacial. Actualmente se puede obtener un tiempo de rotación de sólo 330 milisegundos para adquirir 64 secciones del corazón simultáneamente [9], sincronizado con el electrocardiograma con el objeto de capturar las imágenes en el momento de menor motilidad cardíaca.

La mayoría de los laboratorios utilizan bloqueantes beta con el fin de disminuir la frecuencia cardíaca, lo cual permite obtener imágenes más definidas con una mejor precisión diagnóstica.

Una vez posicionado el paciente en el tomógrafo y se ha tomado una vena periférica en el brazo se le pide al paciente que realice una respiración sostenida para la obtención del calcio coronario. Seguidamente se realiza una apnea sostenida por 10 segundos aproximadamente, tiempo durante el cual se administran 90-100 cm^3 de contraste iodado y se obtienen las imágenes de las arterias coronarias. En pacientes con tórax grandes o con conductos de revascularización el tiempo de apnea puede llegar hasta 15-20 segundos y ameritar un volumen de contraste alrededor de 100 cm^3.

Una vez obtenidas las imágenes el papel del equipo de trabajo, usualmente un cardiólogo con un radiólogo debidamente entrenados se dedican a la reconstrucción, formateo e interpretación, lo cual se traduce en un informe que se incorpora a la historia clínica del paciente para tomar la conducta apropiada [10].

Aunque la reconstrucción tridimensional proporciona una idea de la distribución espacial del árbol coronario (Figura 1), la mayor parte de la

Figura 1. Árbol arterial coronario normal reconstruido.

información se obtiene del análisis de los cortes axiales, utilizando los segmentos sanos adyacentes a la lesión como referencia (Figura 2).

Aplicaciones clínicas

Aunque su aplicación clínica no está del todo definida, su capacidad diagnóstica ha hecho que este método tenga cada vez más aceptación en la práctica diaria.

En pacientes sintomáticos se ha reportado mejor sensibilidad y especificidad y valor predictivo negativo que otras pruebas no invasivas de inferencia como electrocardiograma de ejercicio y cintilograma con Talio.

En un estudio de 168 pacientes asintomáticos, de alto riesgo, con pruebas no invasivas no concluyentes y con comprobación angiográfica, la tomografía multicorte reportó una sensibilidad de 100 %, una especificidad de 98 y un valor predictivo negativo de 95 %, lo cual confirma el gran valor de esta nueva técnica [7].

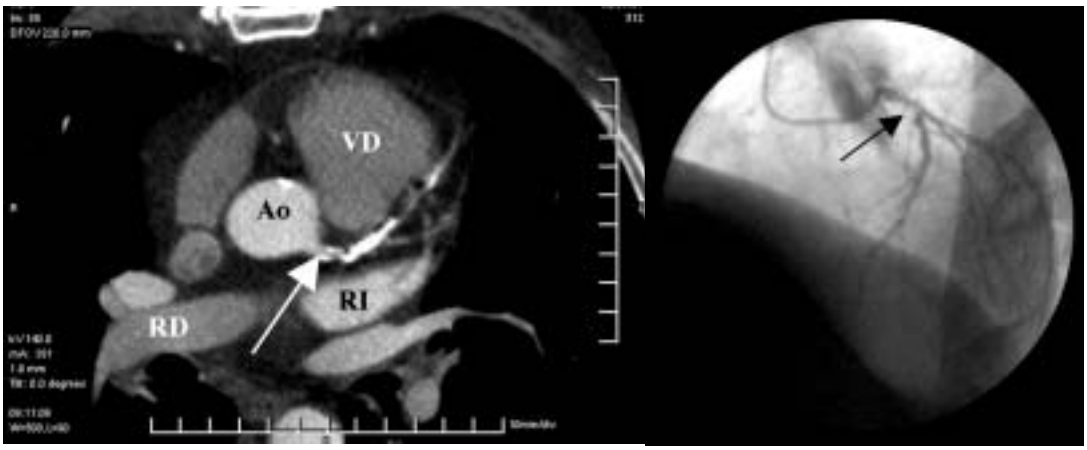
En arterias coronarias nativas la angiotomografía es capaz no sólo de detectar las lesiones sino de caracterizarlas de acuerdo a su densidad y contenido lipídico. Schroeder y col. compararon la densidad de la placa observada en la tomografía coronaria con la histología post mortem y reportaron que las placas con alto componente lipídico tenían una densidad de 42+22 Unidades Hounsfield (UH), las placas intermedias de 70+21 UH y las calcificadas de 715+328 UH [11].

En síndromes coronarios agudos los resultados son alentadores, con placas por angiotomografía menos densas que las encontradas en pacientes con angina estable [12].

De gran utilidad ha sido su aplicación en pacientes revascularizados quirúrgicamente, teniendo en cuenta que en aquellos con anastomosis de arterias torácicas internas o mamarias la longitud de recorrido del tomógrafo es mayor, así como también el tiempo de apnea y el volumen de contraste administrado [13].

La evaluación de *stents* ha mejorado notablemente al disponer de filtros para su visualización. De gran ayuda es la visualización de material de contraste en el interior y distal al *stent* para evaluar su permeabilidad [14].

Otras aplicaciones incluyen la evaluación del remodelado arterial coronario [15], el diagnóstico de aneurismas coronarios, la caracterización de anomalías en la circulación coronaria [16] y su incorporación en el manejo de los síndromes coronarios agudos, lo cual permite no sólo clarificar el diagnóstico rápidamente sino disminuir los costos [17].



2a 2b

Figura 2a. En este corte axial, a la izquierda, se aprecia la aorta (Ao),el ventrículo derecho (VD), las ramas de la arteria pulmonar, rama derecha (RD), rama izquierda (RI) y el tronco principal de la coronaria izquierda con una estenosis (Flecha).
Figura 2b. En esta coronariografía, a la derecha, se aprecia la lesión del tronco principal de este paciente.

De gran importancia es la evaluación de otras estructuras como por ejemplo la orejuela izquierda, en el diagnóstico de trombos en su interior (Figura 3).

Precisión diagnóstica

Debido a lo novedoso de esta técnica es difícil sedimentar los conocimientos obtenidos y además hay múltiples variables de las que depende el éxito de la precisión diagnóstica:

- El entrenamiento y experiencia del grupo evaluador.
- Los algoritmos utilizados en la reconstrucción.
- El tipo de paciente estudiado.
- El volumen y técnica de registro de las imágenes.
- El fabricante del equipo y el número de cortes.
- El software utilizado en el análisis.
- El reconocimiento de artefactos.

Por el enfoque de este escrito, destinado a la aplicación clínica, no se mencionan las características físicas inherentes al registro de las imágenes en el tomógrafo, pero son de gran importancia su conocimiento para poder entender los resultados.

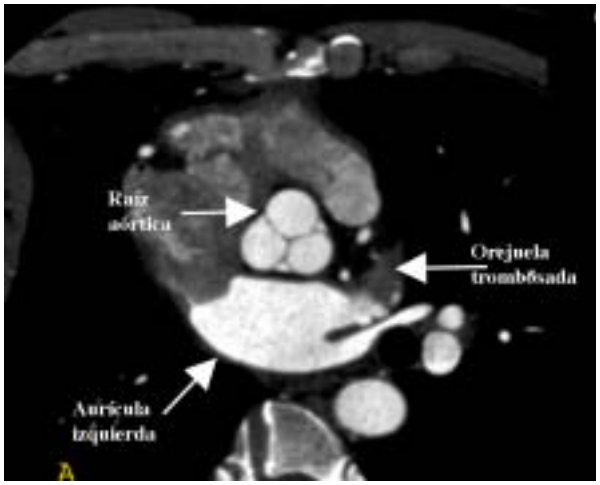


Figura 3. Se aprecia la orejuela izquierda con imagen de defecto indicativo de trombo, la aurícula izquierda y la raíz aórtica.

Se espera que la definición de las imágenes pueda mejorarse a la par de la experiencia de los operadores.

Limitaciones de la TAC multicorte

La mayor limitante de este estudio es la frecuencia cardíaca, la cual debe estar en los tomógrafos de 64 cortes entre 50-60 latidos/minuto. Su regularidad, como en el caso de la fibrilación auricular dejó de ser una limitante, ya que se pueden escoger los ciclos más adecuados en la base de datos original del tomógrafo así como también la fase del ciclo cardíaco en la cual el contraste opacifique mejor y con mayor resolución los vasos coronarios.

Otra limitante es cualquier contraindicación al uso de contraste iodado, como en el caso de alergias previas al mismo, insuficiencia renal crónica o estados clínicos que predispongan a ella como deshidratación, insuficiencia cardíaca o diabetes. Deben suspenderse los hipoglicemiantes orales que se asocien a acidosis láctica con el uso de contraste iodado.

El riesgo de la irradiación, alrededor de 3 veces superior a la recibida en una angiografía convencional [18], con algunos órganos más susceptibles como mamas y pulmón, hasta ahora ha sido sólo estimado y no se sabe en realidad sus consecuencias a largo plazo. Entre las mejoras tecnológicas está el disminuir cada vez más la dosis de radiación por estudio.

Complicaciones

Se incluyen todas las complicaciones asociadas a la administración de contraste iodado, al riesgo de irradiación y a la infiltración del contraste por extravasación del mismo.

Conclusiones

Las arterias coronarias podían ser visualizadas, hasta la primera mitad del siglo XX sólo en las mesas de autopsia, luego indirectamente a través de la coronariografía y a partir del año 2000 a través de la tomografía, estas son las tres fases en

el desarrollo histórico de su observación.

Las cualidades prominentes de esta técnica incluyen su velocidad de adquisición, precisión diagnóstica y valores predictivos negativos altos.

Las principales limitaciones son las arritmias, la incapacidad de realizar una apnea entre 10-15 segundos y en menor grado la presencia de calcificaciones coronarias.

Las principales indicaciones incluyen el diagnóstico de anomalías coronarias, como prueba alterna a cualquier prueba no invasiva de inferencia, seguimiento de revascularización miocárdica, presencia de dolor torácico atípico, caracterización del tipo de placa, tipo de remodelado, evaluación de stents, miocardiopatías y como pesquisa en el momento de evaluar el riesgo operatorio de un paciente en particular.

El futuro de esta prueba es ampliamente promisorio, tanto en el desarrollo tecnológico como en su ubicación en el armamentario diagnóstico de enfermedad arterial coronaria.

REFERENCIAS

1. Herrick JB. Clinical features of sudden obstruction of the coronary arteries. JAMA. 1912;59:2015-2020.
2. Sones FM Jr, Shirey EK, Proudfit WL, Wescott RN. Cine coronary arteriography [abstract]. Circulation. 1959;20:773.
3. Froelicher VF, Myers J. Exercise and the Heart. 3ª edición. Filadelfia: W.B. Saunders; 1999.
4. Chuah SC, Pellikka PA, Roger VL, McCully RB, Seward JB. Role of dobutamine stress echocardiography in predicting outcome in 860 patients with known or suspected coronary artery disease. Circulation. 1998;97:1474-1480.
5. Beller GA, Zaret BL. Contributions of nuclear cardiology to diagnosis and prognosis of patients with coronary artery disease. Circulation. 2000;101:1465-1478.
6. Mollet N, Cademartiri F, Nieman K, Saia F, Lemos PA, McFadden EP, et al. Multislice computed coronary angiography in patients with stable angina pectoris. J Am Coll Cardiol. 2004;43:2265-2270.
7. Romeo F, Leo R, Clementi F, et al. Multislice computed tomography in an asymptomatic high-risk population. Am J Cardiol. 2007;99:325-328.
8. Bachar G, Kornowski R, Gaspar T, Fuchs S, Atar E. Prevalence of significant noncardiac findings on coronary multidetector computed tomography angiography in asymptomatic patients. Journal of Computer Assisted Tomography. 2007;31:1-4.
9. Budoff MJ. Computed Tomography. En: Budoff M, Shinbane J, editores. Cardiac CT Imaging. Springer; 2006.p.1-18.
10. Budoff MJ. Interpreting CT Angiography: Three-Dimensional Reconstruction Techniques. En: Budoff M, Shinbane J, editores. Cardiac CT Imaging. Springer. 2006.p.41-66.
11. Scroeder S, Kuettner A, Leitritz M, Janzen J, Kopp AF, Herdeg C, et al. Reliability of differentiating human coronary plaque morphology using contrast-enhanced multislice spiral computed tomography: A comparison with histology. J Comput Assist Tomogr. 2004;28:449-454.
12. Inoue F, Sato Y, Matsumoto N, Tani S, Uchiyama T. Evaluation of plaque texture by means of multislice computed tomography in patients with acute coronary syndrome and unstable angina. Circ J. 2004;68:840-844.
13. Schlosser T, Konorza T, Hunold P, Kuh H, Schmermund A, Bakhausen J. Noninvasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. J Am Coll Cardiol. 2004;44:1224-1229.
14. Ligabue G, Rossi R, Ratti C, Favili M, Modena MG, Romagnoli R. Noninvasive evaluation of coronary artery stents patency after PTCA. Radiol Med. 2004;108:128-137.
15. Schoenhegen P, Tuzcu EM, Stillman AE, Moliterno DJ, Haliburton SS, Kuzmiak AS, et al. Non-invasive assessment of plaque morphology and remodeling in mild stenotic coronary artery segments: Comparison of 16-slice computed tomography and intravascular ultrasound. Coron Artery Dis. 2003;14:459-462.
16. Shi H, Aschoff AJ, Brambs HJ, Hoffmann MH. Multislice CT imaging of anomalous coronary arteries. Eur Radiol. 2004;14:2172-2181.
17. Rubinshtein R, Halon DA, Gaspar T, Jaffe R, Karkabi B, Flugelman MY, et al. Usefulness of 64 slice cardiac computed tomographic angiography for diagnosing acute coronary syndromes and predicting clinical outcome in Emergency Department patients with chest pain of uncertain origin. Circulation. 2007;115:1762-1768.
18. Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography. JAMA. 2007;298:317-323.

Correspondencia: Dr. Francisco Tortoledo R. Centro Cardiovascular "Instituto Médico La Floresta". Av. Ppal. La Floresta con calle Santa Ana, Caracas 1060. E-mail: ftortoledo@hotmail.com