



ARTÍCULO DE OPINIÓN

## La importancia del diagnóstico multi-imagen en cardiología

Erick Alexánderson,<sup>1,3</sup> Rodrigo Jácome,<sup>3</sup> Edgar Romero,<sup>3</sup> Marco Peña-Cabral,<sup>3</sup> Gabriela Meléndez,<sup>2</sup> Eric Kimura-Hayama,<sup>4</sup> Aloha Meave<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Cardiología Nuclear, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

<sup>2</sup>Departamento de Resonancia Magnética, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

<sup>3</sup>Unidad PET/CT Ciclotrón, Facultad de Medicina, UNAM.

<sup>4</sup>Departamento de Tomografía, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

Recibido el 4 de mayo de 2010; aceptado el 2 de febrero del 2011.

PALABRAS CLAVE

Multi-Imagen; Imagen cardiovascular, PET, TC, RM; México.

Resumen

La imagen cardiovascular es una de las disciplinas que más ha evolucionado en el campo de la cardiología. Ante esto, la enseñanza de la cardiología debe moverse a la par. En 2009, el Colegio Americano de Cardiología decidió publicar una declaración en la que señala que: *todos los residentes de cardiología deben llevar un entrenamiento básico en cada una de las técnicas de imagen cardiovascular disponibles*. La cardiopatía isquémica es la principal causa de muerte en casi todo el mundo, incluido México. Hasta 43% de los pacientes que habían sufrido un infarto del miocardio y 31% de los pacientes con muerte súbita de origen cardíaco, tenían un estudio de perfusión por medicina nuclear prácticamente normal en el año previo al desenlace, poniendo en evidencia la importancia del abordaje por medio de distintos métodos de imagen. Con el mejor entendimiento de los procesos fisiopatológicos de la enfermedad arterial coronaria, se han desarrollado técnicas diagnósticas que nos permiten identificar esta patología prácticamente desde su inicio, a través de la detección de disfunción endotelial por medio de la tomografía por emisión de positrones. Más adelante, cuando los pacientes desarrollan ateroesclerosis manifiesta, contamos con herramientas como el score de calcio y la detección de las placas ateroscleróticas por medio de la tomografía computarizada. Para detectar la presencia de isquemia miocárdica contamos con dos métodos ampliamente utilizados: la ecocardiografía en estrés con dobutamina o dipiridamol y la medicina nuclear. Otras opciones para la identificación de isquemia son la resonancia magnética y la tomografía computada, gracias a la tecnología Dual Source y Flash. Posterior a un evento coronario, la imagen cardiovascular tiene como funciones la estratificación de riesgo y la detección de tejido miocárdico viable, siendo hoy en día el método de elección la tomografía por emisión de positrones.

Correspondencia: Aloha Meave González. Juan Badiano No. 1, Col. Sección XVI, Tlalpan, Distrito Federal. Teléfono: 5573 2911.  
Correo electrónico: ameaveg@yahoo.com.mx

**KEYWORDS**

Multi-imaging;  
Cardiovascular imaging;  
PET; CCTA; MRI; Mexico.

**The importance of multi-imaging diagnosis in cardiology****Abstract**

Cardiovascular imaging is one of the disciplines in cardiology with the most recent advances. This means that the teaching of Cardiology must evolve in the same way. In 2009, the American College of Cardiology published a statement, which points out that all of the cardiology residents must have basic training in every one of the cardiovascular imaging modalities available. Ischemic heart disease is the main cause of death in the world, including Mexico. Up to 43% of the patients that suffered a myocardial infarction and up to 31% of the patients with sudden cardiac death had an almost normal nuclear myocardial perfusion study in the year before the event, thus evidencing the importance of a multi-imaging approach. With the better understanding of the pathophysiological processes of coronary artery disease, new techniques have been developed that allows the detection of this disease almost from the beginning, through the detection of endothelial dysfunction by Positron Emission Tomography. Later on, when the patient develops diffuse atherosclerosis, we can rely on the use of coronary calcium score and the detection of atherosclerotic plaques with coronary computed tomography angiography. To detect the presence of myocardial ischemia, two methods are widely used: echocardiography and nuclear medicine. Other options to identify myocardial ischemia are magnetic resonance imaging and computed tomography, due to the development of the “Dual Source” and “Flash” technologies. After an acute coronary event, cardiovascular imaging is useful for risk stratification and detection of myocardial viability, being the positron emission tomography the gold standard.

La imagen cardiovascular ha visto numerosos cambios en los últimos años. Es una de las disciplinas que más ha evolucionado en el campo de la cardiología. Ante esta revolución imagenológica, la enseñanza de la cardiología debe moverse a la par, es por ello que en 2009, el Colegio Americano de Cardiología, con el apoyo de distintas sociedades de imagen cardiovascular, con inclusión de la Sociedad Americana de Ecocardiografía, la Sociedad de Medicina Nuclear, la Sociedad de Tomografía Computada Cardiovascular y de Resonancia Magnética, entre otras, decidió publicar una declaración en la que señala que *todos los residentes de cardiología deben llevar un entrenamiento básico en cada una de las técnicas de imagen cardiovascular disponibles con el fin de conocer los distintos métodos de imagen así como sus aplicaciones clínicas básicas.*<sup>1</sup>

Para entender la complejidad de un enfoque multi-imagen, tomaremos como ejemplo a la cardiopatía isquémica. Ésta es la principal causa de muerte en casi todo el mundo, incluido México: uno de cada tres mexicanos tiene al menos un factor de riesgo para desarrollarla. Un ejemplo claro de que una sola técnica diagnóstica no es suficiente para la detección de dicha patología fue publicada por Gaemperli y Kauffman, quienes vieron que hasta 43% de los pacientes que habían sufrido un infarto del miocardio y hasta 31% de los pacientes con muerte súbita de origen cardíaco, tenían un estudio de perfusión por medicina nuclear prácticamente normal en el año previo al desenlace.<sup>2</sup>

Suena más lógico que, siendo la cardiopatía isquémica una entidad siempre cambiante a lo largo del tiempo, existan distintos métodos de imagen que nos permitan identificarla en cada una de sus etapas.

Con el mejor entendimiento de los procesos fisiopatológicos de la enfermedad arterial coronaria, se han

desarrollado técnicas diagnósticas que nos permiten identificar esta patología prácticamente desde su inicio.

La disfunción endotelial (DE) es considerada como la primera manifestación de la cardiopatía isquémica. Actualmente, el mejor método no invasivo para valorar la función del endotelio coronario es la tomografía por emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés), la cual nos permite cuantificar de forma absoluta el flujo coronario e identificar mediante pruebas específicas la DE. Se ha demostrado que los factores de riesgo cardiovasculares: diabetes, hipertensión, tabaquismo, dislipidemias, sobrepeso y obesidad, causan disfunción endotelial, incluso en pacientes asintomáticos o de reciente diagnóstico.<sup>3-6</sup>

Más adelante, cuando los pacientes desarrollan aterosclerosis manifiesta y las placas de ateroma son visibles, contamos con herramientas como el *score* de calcio coronario medido por tomografía computarizada (TC), con el cual, mediante la cuantificación del calcio presente en las arterias coronarias, se puede establecer un pronóstico. En un estudio realizado a más de 25 000 pacientes, se demostró que conforme existe mayor cantidad de calcio en las arterias coronarias, la sobrevida disminuye.<sup>7</sup>

La principal aplicación de la TC en cardiología, es la evaluación de la anatomía coronaria y la detección de las placas ateroscleróticas en la EAC. Por medio de esta técnica es posible, no sólo identificar las placas de ateroma, sino que también nos permite caracterizarlas, es decir, nos permite saber si la placa está calcificada o no, medirla y concluir si la placa observada está causando una reducción del lumen coronario. Sin embargo, un estudio de angiotomografía clásico no nos indica si el paciente tiene isquemia. En algunas ocasiones, los pacientes pueden presentar numerosas placas de ateroma, incluso puede observarse que hay una disminución significativa del lumen coronario y el paciente mantenerse asintomático y

sin isquemia. Para la detección de ésta, contamos con otras técnicas diagnósticas. Sin duda la técnica de imagen más utilizada en la cardiología sigue siendo la ecocardiografía. Dentro de sus principales ventajas destaca el estar ampliamente disponible y ser de menor costo. Con la ecocardiografía podemos evaluar la presencia de isquemia miocárdica (tanto en pacientes con o sin infarto previo) a través de la utilización de estrés con dobutamina (a dosis altas más atropina para incrementar la frecuencia cardíaca) o dipiridamol; el estudio será positivo para isquemia si se observan alteraciones en el engrosamiento sistólico que no estaban presentes o que se acentuaron con la infusión del medicamento.

Posterior a un evento isquémico coronario, la ecocardiografía nos permite determinar la extensión de la zona con alteraciones en el engrosamiento sistólico. Existe una relación directa entre la extensión de la zona con alteración de la movilidad y el riesgo de complicaciones (muerte, choque, falla cardiaca y arritmias). La ecocardiografía es el método de imagen de primera elección para la detección de complicaciones postinfarto (comunicación interventricular, insuficiencia mitral aguda por ruptura de músculo papilar, pseudourismia o aneurisma). Con la ecocardiografía bidimensional podemos detectar un infarto crónico transmural a través de la observación del adelgazamiento del segmento miocárdico afectado, el cual además presentará alteraciones en el engrosamiento sistólico. Asimismo, los hallazgos ecocardiográficos tienen valor pronóstico en la estratificación de riesgo de pacientes con enfermedad arterial coronaria conocida o sospechada: un estudio de ecocardiografía con estrés normal (índice de movilidad miocárdica igual a uno) confiere un pronóstico benigno (riesgo anual de eventos cardíacos de 0.9%), mientras que un índice de movilidad miocárdica mayor a 1.7 y la fracción de expulsión  $\leq 45\%$ , son marcadores independientes de pacientes con alto riesgo de eventos clínicos adversos.

La ecocardiografía también puede utilizarse para la evaluación de viabilidad miocárdica. Dosis bajas de dobutamina (cinco a 10 gamas/kg/min) producen un incremento de la contractilidad en los segmentos disfuncionales que están viables, mientras que dosis altas (hasta 40 gamas/kg/min); producen que la movilidad de los segmentos viables puede disminuir, reflejando isquemia inducible (esto es lo que se conoce como respuesta bifásica). La respuesta bifásica es altamente predictiva de mejoría de la función posterior a la revascularización.

La medicina nuclear, en cualquiera de sus dos modalidades, la tomografía por emisión de fotón único (SPECT, por sus siglas en inglés) y el PET, ha visto un desarrollo notable en los últimos años en la detección de defectos en la perfusión miocárdica indicativos de isquemia. En ambas técnicas el diagnóstico de isquemia se realiza de la misma manera, es decir, encontrando defectos de perfusión en el estrés, que disminuyen en el reposo; sin embargo, a pesar de que la resolución espacial y temporal del PET son superiores a la del SPECT y ofrecen una mejor precisión diagnóstica, los costos de producción y la necesidad, hasta ahora, absoluta de contar con un ciclotrón en el sitio donde se lleva a cabo el estudio, han hecho que el SPECT cuente con una mayor difusión a nivel nacional.

Otras opciones para la identificación de isquemia en un paciente son: la resonancia magnética (RM), en la que podemos observar defectos de perfusión en el estrés con adenosina o dobutamina o alteraciones en la movilidad regional del miocardio isquémico; la ecocardiografía, en la que se buscan alteraciones de la movilidad regional y del engrosamiento en el miocardio enfermo o de la perfusión y, más recientemente, con el advenimiento en tomografía de la tecnología *Dual Source* y *Flash*; la TC nos permite realizar estudios con estrés en los que se busca la presencia de defectos de perfusión miocárdica.

Cuando el paciente tiene un síndrome coronario agudo (SICA) y la clínica nos permite identificarlo de forma inequívoca, lo ideal es que reciba el tratamiento indicado, ya sea que ingrese a la sala de intervencionismo o que sea trombolizado. No obstante, existen casos en los que el paciente acude a urgencias por dolor precordial en el que no se puede afirmar que sea de origen isquémico; es en estos casos en los que la imagen nos puede resultar útil. Hoy en día, se cuenta con protocolos diseñados para TC (*triple rule-out*) en los que podemos buscar si la sintomatología del paciente se debe a cardiopatía isquémica, a tromboembolia pulmonar o a patología aórtica aguda.

En los casos más avanzados de EAC, en los que el paciente ya tuvo un infarto, la imagen cardiovascular tiene dos funciones: estratificación de riesgo y la detección de tejido miocárdico viable.

Desde hace prácticamente diez años, se observó que la mortalidad cardíaca aumenta conforme el porcentaje de miocardio isquémico es mayor y conforme la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo disminuye.<sup>8</sup>

El día de hoy se considera al PET como el método de elección para la detección de viabilidad miocárdica mediante el empleo de 18-fluorodesoxiglucosa (18FDG); existen también protocolos con SPECT para la detección de miocardio viable con Tecnecio<sup>99m</sup> y nitritos o reinyección de Talio, aunque su precisión diagnóstica es inferior a la del PET. La RM nos permite evaluar también la presencia de tejido miocárdico necrótico y cuantificarlo utilizando gadolinio como medio de contraste. En 2002, Allman y colaboradores observaron que los pacientes que tenían tejido viable y eran sometidos a revascularización tenían una tasa de muerte mucho menor que aquellos que sólo recibieron tratamiento médico intensivo; por otro lado, la mortalidad fue similar en los pacientes sin tejido viable, ya fueran revascularizados o que simplemente recibieran tratamiento médico.<sup>9</sup>

Utilizando a la cardiopatía isquémica como ejemplo, resulta evidente que todas las técnicas de imagen nos aportan información complementaria e invaluable en el estudio del paciente cardiópata sin que exista un solo método que aporte toda la información necesaria. La solución actual a este problema ha sido la creación de equipos *híbridos* en los que se incorporan dos técnicas de imagen en un solo equipo: PET-CT, y en un futuro PET-RM. El ejemplo más estudiado de tecnología híbrida es el PET-CT, en el que con un solo protocolo de menos de una hora de duración, podemos obtener información funcional del paciente con la tecnología PET (imágenes de perfusión mediante el estudio estático; cuantificación de la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo con el PET sincronizado

con el electrocardiograma y cálculo de la reserva de flujo coronario mediante la cuantificación del flujo miocárdico) e información anatómica y morfológica con la TC (anatomía coronaria, presencia y caracterización de placas de ateroma), haciendo más difícil el dejar reconocer a un paciente con cardiopatía isquémica.

Podemos esperar todavía un enorme crecimiento e impulso de la imagen cardiovascular en los próximos años gracias a los avances tecnológicos. ¿Qué es lo que viene pronto? El perfeccionamiento del nuevo radiotrazador para perfusión miocárdica basado en  $^{18}\text{F}$ , con una vida media más larga que permitirá su transporte a centros PET que no tengan un ciclotrón, con sensibilidad y especificidad claramente superior al SPECT. La visualización de isquemia y edema así como la evaluación del consumo de oxígeno del miocardio en el paciente isquémico, mediante resonancia magnética; la adquisición casi instantánea de imágenes de una excelente resolución espacial y temporal con la TC con la tecnología *Dual Source* y *Flash*.

¿Cuál es nuestra labor? Mantenernos al día en la imagen cardiovascular, para aplicar la(s) técnica(s) de imagen más apropiada a un paciente de acuerdo a la situación clínica, así como ayudar al cardiólogo clínico a decidir el o los mejores métodos que le convengan a su paciente de acuerdo a la patología de base, en un concepto multiimagen práctico y accesible.

## Referencias

1. Thomas J, Zoghbi W, Beller G, et al. ACCF 2008 Training Statement on Multimodality Noninvasive Cardiovascular Imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence and Training. Developed in Collaboration with the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the Society of Cardiovascular Magnetic Resonance and the Society of Vascular Medicine. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53: 125-146.
2. Gaemperli O, Kaufmann P. Multimodality Cardiac Imaging; *J Nucl Card*; 17:4-7
3. Prior J, Quiñones M, Hernández-Pampaloni M, et al. Coronary Circulatory Dysfunction in insulin Resistance, Impaired Glucose Tolerance and Type 2 Diabetes Mellitus; *Circulation* 2005; 111: 2291-2298.
4. Laine H, Raitakari O, Nllnlkoski H, et al. Early impairment of coronary flow reserve in young men with borderline hypertension; *J Am Coll Cardiol* 1998, 32,:147-153.
5. Czernin J, Sun K, Brunken R, et al. Effect of Acute and Long-Term Smoking on Myocardial Blood Flow and Flow Reserve; *Circulation* 1995;91:2891-2897.
6. Yokoyama I, Ohtake T, Momomura S, et al. Reduced Coronary Flow Reserve in Hypercholesterolemic Patients without Overt Coronary Stenosis; *Circulation* 1996, 94:3232-3238.
7. Budoff M, Shaw L, Liu S, et al. Long-term prognosis associated with Coronary Calcification : observations from a registry of 25253 patients; *J Am Coll Cardiol* 2007, 49:1860-1870.
8. Sharir T, Germano G, Kang X, et al. Prediction of Myocardial infarction versus Cardiac death by gated Myocardial Perfusion SPECT: risk stratification by the amount of Stress-Induced Ischemia and the Poststress Ejection Fraction ; *Journal of Nuclear Medicine*; 2001, 42: 831-837.
9. Allman K, Shaw L, Hachamovitch R. Myocardial Viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis; *J Am Coll Cardiol* 2002, 39:1151-1158.