

## ¿Por qué la resonancia magnética sigue infrutilizada en los pacientes con cardiopatía?

José A. San Román<sup>a</sup>, Paula Tejedor<sup>a,\*</sup> y Edwin Wu<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Instituto de Ciencias del Corazón (ICICOR). Hospital Clínico Universitario. Valladolid. España.

<sup>b</sup>Feinberg Cardiovascular Research Institute. Northwestern University. Chicago. EE.UU.

El avance espectacular de las técnicas de imagen en cardiología ha mejorado sensiblemente el proceso diagnóstico y, por tanto, el enfoque terapéutico de nuestros pacientes. Buena muestra de este avance y de la importancia que REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA da a ello es la publicación de una excelente puesta al día sobre decisiones clínicas basadas en técnicas de imagen<sup>1</sup>. De entre todas las técnicas, la resonancia magnética (RM) destaca por la calidad de sus imágenes, lo que conlleva una altísima reproducibilidad y una muy baja variabilidad, por su seguridad, pues no se utiliza radiación ionizante, y por su versatilidad, dado que se puede hacer un estudio morfológico y un estudio funcional que incluya una cuantificación no sólo de la función ventricular, sino también de la perfusión miocárdica y de la viabilidad. Sorprende la escasa utilización que de esta técnica hacemos los cardiólogos. La razón de que los cardiólogos no se apoyen en la RM para el diagnóstico y seguimiento de sus pacientes puede explicarse en parte por la falta de disponibilidad en algunos centros pero, sin duda, parte de culpa la tenemos los que trabajamos con ella y no hemos sido capaces de transmitir su inmenso potencial. El artículo de Pons Lladó et al<sup>2</sup> publicado en este número de la Revista debe contribuir a cambiar esta situación.

La reducción de la perfusión miocárdica es un indicador sensible de isquemia miocárdica. Inicialmente, el defecto de perfusión afecta a las regiones subendocárdicas<sup>3</sup>, pero a medida que se reduce el flujo sanguíneo, el defecto de perfusión se convierte en transmural. Estos hechos tienen lugar antes de la aparición de

los cambios en el ECG y de la presentación de los síntomas clínicos<sup>4</sup>. La aparición precoz de las alteraciones de la perfusión miocárdica en la cascada fisiopatológica del proceso de isquemia miocárdica convierten la heterogeneidad en la perfusión miocárdica en un indicador sensible de isquemia. En la práctica clínica, el método más utilizado para el estudio de la perfusión miocárdica es la tomografía computarizada por emisión de fotones simples (SPECT)<sup>5</sup>. La sensibilidad y especificidad de esta técnica para la detección de enfermedad coronaria significativa oscilan entre un 83-95% y un 53-95%, respectivamente. Una de sus limitaciones radica en la baja resolución espacial, por lo que no identifica los defectos de perfusión subendocárdicos<sup>6</sup>.

Desde la década de los noventa, la RM se ha utilizado para el estudio de la perfusión miocárdica. Su alto grado de resolución espacial permite la detección de defectos de perfusión subendocárdicos. Además, la resolución temporal disponible en la actualidad permite un rápido seguimiento del paso de agentes de contraste y la caracterización de las diferentes propiedades de los tejidos. Al igual que en las técnicas nucleares de estrés farmacológico para el estudio de perfusión miocárdica, los estudios de RM pueden realizarse en reposo y tras hiperemia máxima, generalmente farmacológica (dipiridamol o adenosina). La RM permite el análisis de la perfusión miocárdica mediante el estudio de la cinética de primer paso de un agente de contraste paramagnético, habitualmente gadolinio, administrado por vía intravenosa en forma de bolo. El estudio de la perfusión miocárdica requiere la adquisición repetida de imágenes para detectar el primer paso de contraste. La obtención de una imagen por ciclo cardíaco no permite una cobertura completa del ventrículo izquierdo, por lo que se utilizan secuencias multicorte, que presentan el inconveniente de tener menor resolución temporal y menor contraste de imagen.

La interpretación cualitativa o visual consiste en la detección de áreas miocárdicas que muestran un retraso en la llegada del contraste bajo hiperemia máxima, pero no en reposo. Ésta es una forma de análisis rápido,

VÉASE ARTÍCULO EN PÁGS. 388-95

\*La Dra. Paula Tejedor está actualmente en período de formación en el Feinberg Cardiovascular Research Institute. Northwestern University, Chicago, EE.UU.

Correspondencia: Dr. J.A. San Román.  
Instituto de Ciencias del Corazón (ICICOR). Hospital Clínico Universitario.  
Ramón y Cajal, 3. 47005 Valladolid. España.  
Correo electrónico: asanroman@secardiologia.es

Full English text available at: [www.revespcardiol.org](http://www.revespcardiol.org)

ideal para su utilización en la práctica clínica. Los criterios para la detección y caracterización de los defectos de perfusión son la intensidad máxima del contraste en el ventrículo izquierdo y el tiempo que tarda en alcanzarse el pico de intensidad. Los defectos pueden clasificarse como reversibles (si sólo aparecen bajo estrés) o fijos (si aparecen tanto en reposo como bajo estrés). Este método de interpretación requiere la lectura de los estudios por parte de personal experimentado y puede ser objeto de variaciones subjetivas, por lo que se requiere un máximo contraste en las imágenes, para que pequeños defectos de perfusión puedan ser objetivados visualmente. Los métodos de interpretación cuantitativos o semicuantitativos se basan en la definición de regiones miocárdicas de interés. La obtención de datos se realiza a partir de pendientes curvas de intensidad de señal<sup>7</sup> o gradientes de flujo<sup>8</sup>, los cuales requieren la utilización de complejos modelos matemáticos para el análisis de la cinética de agentes de contraste. La gran heterogeneidad de modelos de interpretación cuantitativa presentes en la actualidad demuestra el alto grado de complejidad de estos métodos y la laboriosidad para su manejo, por lo que su utilidad en la práctica clínica se limita a centros con suficientes medios y experiencia en el campo de la RM.

La cinética de primer paso de contraste como método para estudio de la perfusión miocárdica ha sido validada en modelos animales<sup>9</sup>, en los que se ha demostrado una correlación con microesferas para la determinación del flujo miocárdico<sup>10</sup>, así como en voluntarios sanos y en un pequeño número de pacientes. Estudios recientes en los que se comparan mediciones cuantitativas de perfusión mediante RM en pacientes con sospecha de enfermedad coronaria con los obtenidos por tomografía por emisión de positrones (PET) y angiografía<sup>11</sup> muestran una sensibilidad y especificidad de la RM del 91 y 94%, respectivamente, para la detección de enfermedad coronaria, definida para la PET como la reserva coronaria media menos 2 veces la desviación estándar, y del 87 y 85% cuando se la compara con la angiografía cuantitativa (para estenosis coronarias > 50%). El estudio de Nagel et al<sup>12</sup> describe una sensibilidad del 84% para la detección de enfermedad coronaria monovaso, del 90% en la enfermedad de 2 vasos y del 93% en enfermedad de los 3 vasos principales.

El estudio de Pons Lladó et al<sup>2</sup> que se publica en este número de REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA es una contribución importante para la incorporación de la RM a la práctica clínica en el diagnóstico de isquemia miocárdica, ya que la mayoría de los trabajos publicados hasta el momento se basan en poblaciones de pacientes seleccionados y utilizan sistemas de análisis semicuantitativos. En el presente trabajo se incluye a 32 pacientes no seleccionados, aunque programados para un cateterismo, en los que se comparan los resultados de perfusión miocárdica por RM determinados por esti-

mación visual con la angiografía para la detección de enfermedad coronaria. En apariencia, es llamativa las bajas sensibilidad y especificidad en comparación con estudios similares publicados con anterioridad (78 y 75%, respectivamente, frente a 87 y 85%). Las razones que explican esta diferencia están probablemente en relación con el sistema de análisis empleado que, a diferencia de otros estudios, no fue cuantitativo. Aunque los autores lo mencionan como una limitación del estudio, consideramos que puede darle un valor añadido, pues refleja lo que se hace en la práctica diaria. Si bien es cierto que pequeños defectos de perfusión pueden no detectarse mediante estimación visual y sí de forma cuantitativa, al mismo tiempo es posible malinterpretar artefactos como defectos reales de perfusión en la valoración cuantitativa. También creemos, en este sentido, que aunque la variabilidad interobservador no pudo ser valorada, pues el resultado del análisis visual se obtuvo por acuerdo de 2 observadores, debería haberse incluido la variabilidad intraobservador como una medida de la reproducibilidad de los resultados.

Tal y como comentan los autores, parece razonable la realización de protocolos de RM que combinen técnicas con una alta especificidad (análisis de la dinámica segmentaria y viabilidad) con estudios de alta sensibilidad (estudios de perfusión) para conseguir aumentar la exactitud diagnóstica global de la RM en pacientes con sospecha o diagnóstico de cardiopatía isquémica. El desarrollo de nuevas técnicas de RM, como la adquisición de imágenes en paralelo o la utilización de campos magnéticos más potentes, podría mejorar la calidad de las imágenes y permitir aumentar la sensibilidad y especificidad de los estudios de perfusión con RM en la detección de enfermedad coronaria significativa.

Por último, animamos a otros grupos que estén trabajando activamente en RM a que publiquen sus resultados en la REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA, como viene haciendo el grupo del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, para que así contribuyan a que la pregunta planteada en el título de este editorial pierda definitivamente su sentido.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bermejo J, Alfonso, F, Bosch X. Técnicas de imagen en la medicina cardiovascular moderna. Rev Esp Cardiol 2003;56:193-4.
2. Pons Lladó G, Carreras F, Leta R, Pujadas S, García Picart J. Estudio de perfusión miocárdica por cardiorresonancia magnética: comparación con la angiografía coronaria. Rev Esp Cardiol 2004;57:388-95.
3. Bache RJ, Schwartz JS. Effect of perfusion pressure distal to a coronary stenosis on a transmural myocardial blood flow. Circulation 1982;65:928-35.
4. Nesto RW, Kowalchuk GJ. The ischemic cascade: temporal sequence of hemodynamic, electrocardiographic and symptomatic expressions of ischemia. Am J Cardiol 1987;59:C23-30.

5. Keijer JT, Bax JJ, Van Rossum AC, Visser FC, Visser CA. Myocardial perfusion imaging: clinical experience and recent progress in radionuclide scintigraphy and magnetic resonance imaging. *Int J Card Imaging* 1997;13:415-31.
6. Wagner A, Mahrholdt H, Holly TA, Elliot MD, Regeffus M, Parker M, et al. Contrast enhanced MRI and routine single photon emission computed tomography (SPECT) perfusion imaging for detection of subendocardial myocardial infarcts: an imaging study. *Lancet* 2003;361:374-9.
7. Schwitter J, Nanz D, Kneifel S, Bertschinger K, Büchi M, Knüssel PR, et al. Assessment of myocardial perfusion in coronary artery disease by magnetic resonance. *Circulation* 2001;103:2230-5.
8. Lee D, Simonetti O, Harris K, Holly TA, Judd RM, Wu E, et al. Magnetic resonance versus radionuclide pharmacological stress perfusion imaging for flow-limiting stenosis of varying severity [en prensa]. *Circulation* 2004.
9. Wilke N, Jerosch-Herold M, Wang Y, Huang I, Christensen BV, Stillman AE, et al. Myocardial perfusion reserve: assessment with multisection, quantitative, first pass imaging. *Radiology* 1997; 204:373-84.
10. Klocke FJ, Simonetti O, Judd RM, Kim RJ, Harris KR, Hedjbeli S, et al. Limits of detection of regional differences in vasodilated flow in viable myocardium with first pass magnetic resonance perfusion imaging. *Circulation* 2001;104:2412-6.
11. Al Saadi N, Nagel E, Gross M, Bornstedt A, Schnackenburg B, Klein C, et al. Noninvasive detection of myocardial ischemia from perfusion reserve based on cardiovascular magnetic resonance. *Circulation* 2000;101:1379-83.
12. Nagel E, Klein C, Paetsch I, Hettwer S, Schnackenburg B, Wegscheider K, et al. Magnetic resonance perfusion measurements for the noninvasive detection of coronary artery disease. *Circulation* 2003;108:432-7.