

Papel de las nuevas técnicas de imagen en el diagnóstico de síndrome coronario agudo en urgencias

ANA GARCÍA-ÁLVAREZ^{1,2}, LETICIA FERNÁNDEZ-FRIERA¹, VALENTÍN FUSTER^{1,3}, JAVIER SANZ¹

¹The Zena and Michael A. Wiener Cardiovascular Institute and Marie-Josée and Henry R. Kravis Center for Cardiovascular Health; Mount Sinai School of Medicine; New York, EE.UU. ²Instituto del Tórax. Hospital Clínic. Barcelona, España. ³Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC). Madrid, España.

CORRESPONDENCIA:

Javier Sanz, MD
Cardiovascular Institute
Mount Sinai Hospital
One Gustave L Levy Place
Box 1030
New York, NY 10029
E-mail: Javier.Sanz@mssm.edu

FECHA DE RECEPCIÓN:

3-2-2010

FECHA DE ACEPTACIÓN:

9-2-2010

CONFLICTO DE INTERESES:

No existe conflicto de intereses. Este trabajo ha sido financiado parcialmente por la Sociedad Española de Cardiología (beca post-residencia a LFF y AGA), por el Instituto de Formación e Investigación "Marqués de Valdecilla" (IFIMAV, Santander) y el CNIC (Programa Cardiojuven AGA).

La clasificación rápida de los pacientes que acuden a urgencias con dolor torácico continúa siendo un desafío médico y una cuestión importante desde el punto de vista económico para los sistemas de salud. Cuando existen cambios en el electrocardiograma (ECG) o elevación de marcadores de necrosis miocárdica, el manejo de los pacientes es relativamente claro. Sin embargo, existe un número considerable de pacientes en los que el ECG y las troponinas son negativas. En estos pacientes las técnicas de imagen no invasivas se han convertido en una herramienta importante para la toma de decisiones. La tomografía cardiaca permite cuantificar la cantidad de calcio coronario y visualizar directamente las arterias coronarias de forma no invasiva de una forma rápida y precisa. La resonancia magnética cardiaca aporta una importante información sobre la significación funcional de la enfermedad coronaria. La utilización de estas técnicas en el manejo de pacientes que acuden a urgencias con dolor torácico agudo podría potencialmente aumentar la eficiencia, reducir ingresos innecesarios y conducir a un diagnóstico más rápido y exacto. El objetivo de esta revisión es discutir la utilidad y limitaciones de la tomografía cardiaca y la resonancia cardiaca en el manejo de pacientes que acuden a urgencias con sospecha de síndrome coronario agudo. [Emergencias 2010;22:125-129]

Palabras clave: Dolor torácico. Síndrome coronario agudo. Servicio de urgencias.

Introducción

El dolor torácico (DT) es la segunda causa más frecuente de atención en los servicios de urgencias¹. La clasificación rápida de los pacientes con DT es, fundamentalmente, diferenciar los síndromes coronarios agudos (SCA) de otras causas. Representa un desafío médico y una cuestión importante desde el punto de vista económico para los sistemas de salud. En general, la estratificación inicial se basa en la historia clínica, el electrocardiograma (ECG) y la determinación en sangre de marcadores de necrosis miocárdica. Cuando existen cambios en el ECG o elevación de troponinas, la decisión es relativamente clara y el ingreso hospitalario y la realización de una coronariografía es-

tán habitualmente indicados. Sin embargo, existe un porcentaje considerable de pacientes en los que las enzimas son negativas y el ECG es normal o inespecífico. Es frecuente que estos pacientes sean ingresados en el hospital o en unidades especializadas de DT para una observación más prolongada con determinación seriada de troponinas y ECG, que habitualmente continúa con una prueba de estrés. La ecocardiografía de estrés y la tomografía computarizada (TC) cardiaca por emisión de fotón único (SPECT) son las técnicas de imagen no invasiva que se han utilizado tradicionalmente en este contexto. Ambas aportan información adicional para el diagnóstico y estratificación de riesgo al detectar alteraciones segmentarias de la motilidad o de la perfusión

miocárdica, que son sugestivas de enfermedad coronaria significativa² y han demostrado ser coste-eficientes en el manejo del paciente con DT agudo^{3,4}. Como inconvenientes, las dos técnicas requieren de exploraciones prolongadas, determinación de enzimas seriadas previa al estrés físico o farmacológico y la presencia de personal específicamente entrenado, por lo que generalmente no están disponibles 24 horas al día todos los días de la semana.

La estrategia actual de evaluar a los pacientes con DT agudo mediante observación prolongada y exploraciones adicionales es costosa para los sistemas de salud y sigue conduciendo al diagnóstico erróneo en el 2-8% de los pacientes con SCA⁵. Nuevas técnicas de imagen no invasiva como la tomografía computarizada cardiaca (TCC) y la resonancia magnética cardiaca (RMC) emergen como prometedoras alternativas en el diagnóstico del DT en urgencias. Su utilización podría aumentar la eficiencia, reducir ingresos innecesarios y conducir a un diagnóstico más rápido y exacto.

Tomografía computarizada cardiaca: utilidad y limitaciones

La posibilidad de visualizar de forma no invasiva la anatomía coronaria de una forma rápida y precisa ha hecho que la TCC se convierta en una herramienta atractiva para el manejo de pacientes con DT agudo.

La cuantificación del calcio coronario es la técnica más sencilla puesto que no requiere administración de contraste y supone muy baja radiación para el paciente. Existe una buena correlación entre la cuantificación de calcio, habitualmente expresada como *score* de Agatston, y la carga de aterosclerosis. En el contexto del DT en urgencias, los estudios publicados han demostrado que el *score* de calcio tiene una alta sensibilidad y un valor predictivo negativo para detectar la enfermedad coronaria significativa. Sin embargo, su especificidad es limitada, sobre todo en pacientes con enfermedad coronaria conocida⁶. Asimismo, es importante subrayar que esta técnica de forma aislada no permite evaluar la severidad de la estenosis coronaria ni informa de la presencia de placas no calcificadas.

Estas limitaciones son solventadas con la angiografía coronaria no invasiva. Mediante una adquisición helicoidal o secuencial sincronizada con el ECG durante una apnea de aproximadamente 10 segundos (64-cortes) y la inyección de 60-80 ml de contraste yodado, se obtienen las imágenes que posteriormente son reconstruidas en diferen-

tes fases del ciclo cardiaco para su análisis. En comparación con la angiografía invasiva, la TCC tiene una sensibilidad y especificidad alrededor del 91 y 96% respectivamente, y un valor predictivo negativo del 99-100% para la detección de enfermedad coronaria significativa⁷. Los estudios realizados en pacientes con DT en urgencias han demostrado una alta exactitud diagnóstica y seguridad en relación al diagnóstico de SCA y eventos cardiacos adversos⁸⁻¹⁰, así como un mayor valor coste-eficiencia comparado con el SPECT de ejercicio al reducir el tiempo transcurrido hasta el diagnóstico y permitir, por tanto, altas tempranas^{8,11}. Una ventaja adicional de la TCC es que permite evaluar simultáneamente la función sistólica ventricular global y segmentaria con exactitud similar a la de la ecocardiografía o la RMC¹², e incluso puede identificar áreas de infartos e informar de la perfusión en reposo¹³. Concretamente, para el diagnóstico diferencial del DT en urgencias, la TCC permite el examen simultáneo de otras estructuras no cardiacas como la aorta y las arterias pulmonares, que pueden descartar las tres causas potencialmente más graves de dolor torácico (*triple rule out*): SCA, disección de aorta y embolia pulmonar¹⁴. Por último, una característica interesante de la TCC es que, a diferencia de la coronariografía, evalúa la pared arterial directamente, y por tanto puede estimar de forma más exacta la carga total de aterosclerosis, lo que puede revertir en una mejor estratificación de riesgo y tratamiento de los pacientes. Nuevos programas permiten cuantificar la composición de las placas según el grado de atenuación en unidades Hounsfield (Figura 1). La evidencia de placas de baja atenuación podría ser utilizada en el futuro en la estratificación de riesgo en urgencias, puesto que se sabe que se asocian con mayor frecuencia con SCA¹⁵.

Es importante conocer las limitaciones de la TCC, ya que pueden afectar a su aplicación en urgencias. Existen varios factores que influyen en la calidad diagnóstica de las imágenes como la frecuencia cardiaca elevada o irregular, la dificultad para realizar correctamente la apnea o la presencia de *stent* o calcificación coronaria significativa. No obstante, los nuevos equipos (escáneres de doble tubo y 256 cortes) han reducido significativamente el impacto de estos factores en la calidad de imagen. La exposición a la radiación es otra consideración importante. Mediante los protocolos de modulación de dosis y la adquisición de imágenes sólo en una parte del ciclo cardiaco (protocolo prospectivo) se puede reducir la dosis de radiación a menos de 5 mSv, dosis inferior a la requerida en la coronariografía (5-6 mSv) o el

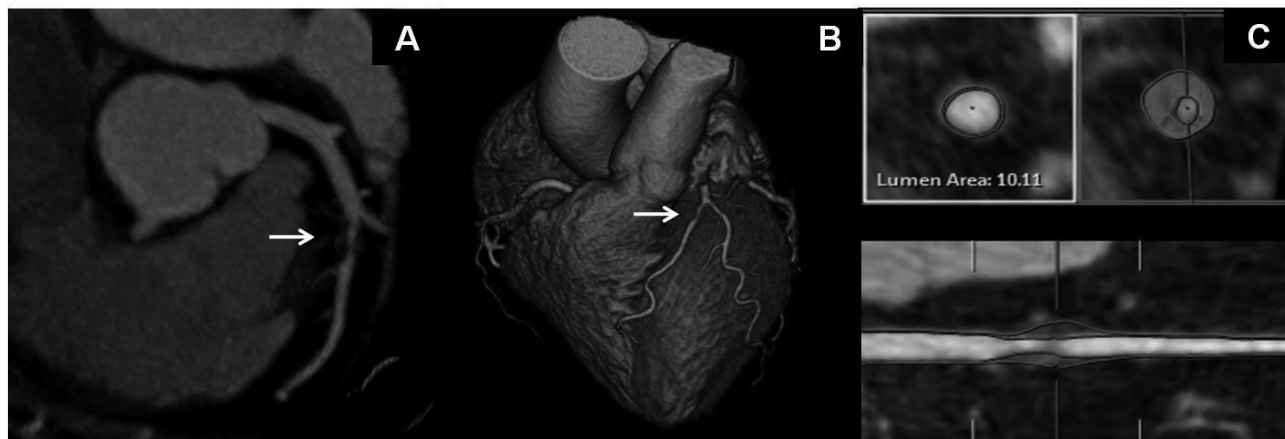


Figura 1. Ejemplo de un estudio de tomografía computarizada cardíaca, donde se muestra una lesión obstructiva en la arteria descendente anterior (flecha) en un corte axial (A) y en la reconstrucción tridimensional (B). Mediante un programa específico se puede realizar el análisis de la composición de la placa, que pone de manifiesto en este caso el predominio de contenido no calcificado (C).

SPECT (10-12 mSv). Por último, al igual que la angiografía coronaria, la TCC delimita solamente la anatomía y no aporta información sobre la relevancia fisiológica que pueden tener las lesiones, lo cual es importante sobre todo en los casos de estenosis intermedias. En relación a la toma de decisiones en urgencias, hay en marcha estudios aleatorizados (ROMICAT II) y registros clínicos (SPARC y *Michigan Blue Cross Blue Shield*) que nos ayudarán a resolver algunas cuestiones, como si el calcio score negativo o la ausencia de lesiones significativas (definidas como superiores al 50%), confieren suficiente seguridad para dar de alta a los pacientes sin una segunda determinación de troponina.

Resonancia magnética cardíaca: utilidad y limitaciones

La RMC permite la valoración conjunta de la función ventricular global y regional, de la perfusión y viabilidad miocárdica, así como de la anatomía y la presencia de enfermedad coronaria (Figura 2). Es la técnica de referencia para la valoración de volúmenes ventriculares, función cardíaca global y alteraciones segmentarias de la contractibilidad al superar limitaciones de la ecocardiografía, como las ventanas acústicas subóptimas. La detección de necrosis miocárdica es posible si se utiliza las secuencias de realce tardío. Tras la administración de contraste (gadolinio), las áreas de miocardio con fibrosis o cicatriz se muestran más brillantes al compararlas con el miocardio normal, y permite localizar y cuantificar la extensión y la transmuralidad de la lesión miocárdica. Adicionalmente, las secuencias potenciadas en T2 muestran

una mayor intensidad de la señal en las zonas con edema o inflamación, y facilita la diferenciación entre áreas de infarto agudo y crónico con una alta especificidad¹⁶. Son pocos los estudios que han evaluado la utilidad de la RMC en urgencias. El estudio de Kwong y et al, realizado en 161 pacientes con DT agudo, demostró que la RMC es factible y añade información diagnóstica a la información clínica, ECG y la troponina I¹⁷. Otro estudio en pacientes con SCA sin elevación del ST demostró una sensibilidad del 96% y una especificidad del 83% para la detección de enfermedad coronaria significativa¹⁸. La RMC de estrés con adenosina o dobutamina permite identificar defectos de perfusión en el miocardio debido a obstrucciones, tanto de las arterias coronarias epicárdicas como de la microvasculatura miocárdica, difíciles de detectar con otras modalidades diagnósticas¹⁹. Esta técnica ha demostrado una sensibilidad del 100% en la predicción de enfermedad coronaria significativa y eventos cardíacos en el seguimiento de pacientes que acuden con DT a urgencias con ECG y troponina negativos²⁰. El estudio de la anatomía coronaria mediante RMC está evolucionando, pero las técnicas actuales permiten evaluar únicamente los segmentos proximales y medios por lo que su aplicación en urgencias aún es limitada.

Las principales ventajas de la RMC en relación a otras técnicas de imagen no invasivas incluyen la ausencia de radiación comparado con el SPECT y la TCC, una alta resolución espacial comparado con el SPECT, y la posibilidad de combinar varios tipos de secuencias en una sola exploración con capacidad de adquirir imágenes tridimensionales. No obstante, su difusión en urgencias está restringida como consecuencia de la necesidad de tiempos largos de adquisición, los artefactos de movi-

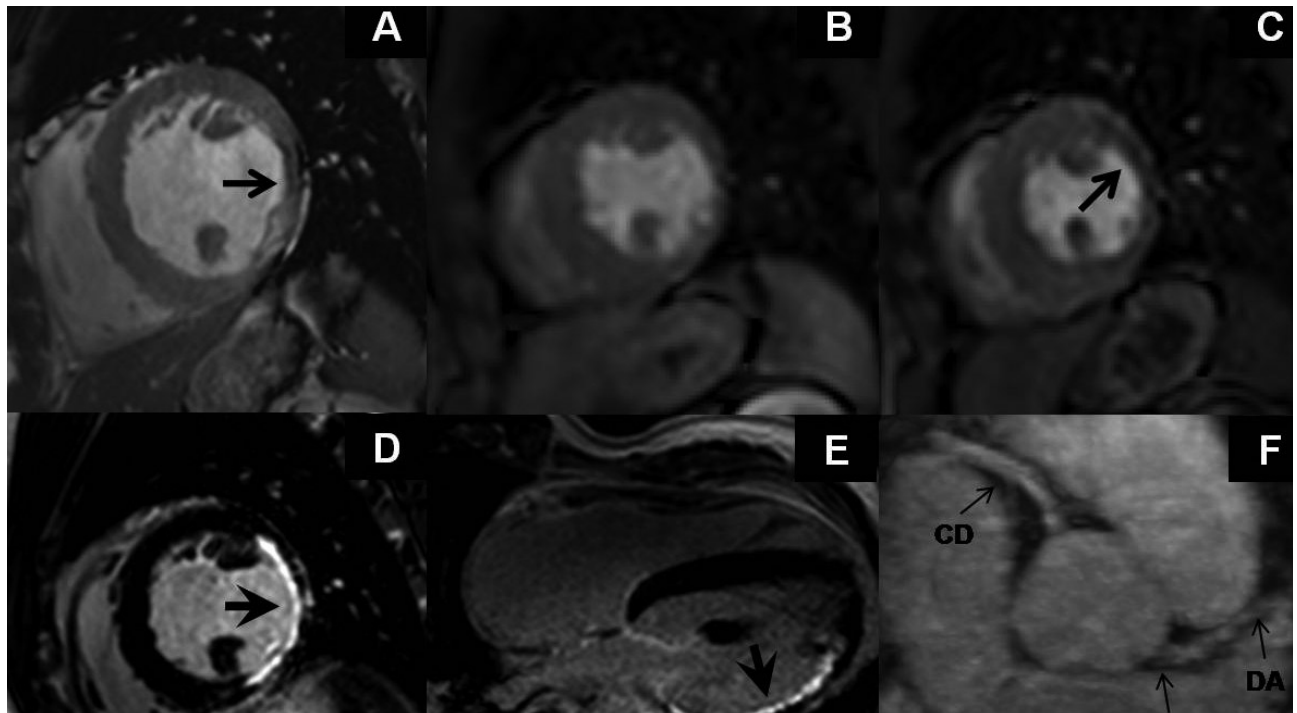


Figura 2. Ejemplo de una resonancia magnética cardíaca en un paciente con cardiopatía isquémica. Las secuencias de cine (A) mostraron disfunción sistólica con adelgazamiento del miocardio en la cara lateral (flecha). Las secuencias de perfusión en reposo (B) y tras administración de adenosina (C), pusieron de manifiesto un defecto de perfusión en la cara lateral que desaparecía en reposo (flecha) sugestivo de isquemia peri-infarto. El realce tardío (D y E) muestra una zona de necrosis en ese mismo territorio (flecha). La visualización de las arterias coronarias (F) permitió descartar enfermedad significativa en el tronco común (TC) y a nivel proximal de la descendente anterior (DA) y coronaria derecha (CD).

miento y respiración, la menor disponibilidad debido al alto coste de los equipos de adquisición y procesado y la necesidad de operadores experimentados, así como las contraindicaciones propias de la RMC (dispositivos metálicos, claustrofobia y obesidad mórbida).

Conclusiones

En resumen, en el manejo de los pacientes con DT de riesgo intermedio las técnicas de imagen no invasivas juegan un papel importante. El *score* de calcio detecta la presencia de aterosclerosis con las ventajas de una baja radiación y sin la necesidad de administrar contraste, pero no informa sobre el grado de estenosis ni de la presencia de placas no calcificadas. La TCC permite la visualización directa de las arterias coronarias con un valor predictivo negativo cercano al 100%, lo que la convierte en una prueba muy valiosa para descartar enfermedad coronaria. En caso de lesiones limitrofes se recomienda la realización adicional de pruebas funcionales para el adecuado manejo de los pacientes. Por último, la RMC es una técnica que está emergiendo como una alternativa diag-

nóstica factible en urgencias, con gran capacidad para evaluar la significación funcional de la enfermedad coronaria pero que sigue siendo una técnica compleja y por tanto, se requiere de más estudios para conocer su valor coste-efectividad y permitir su estandarización en los servicios de urgencias.

Bibliografía

- 1 McCaig LF, Nawar EW. National Hospital Ambulatory Medical Care Survey: 2004 emergency department summary. *Adv Data*. 2006;23:1-29.
- 2 Bedetti G, Pasanisi EM, Tintori G, Fonseca L, Tresoldi S, Minneci C, et al. Stress echo in chest pain unit: the SPEED trial. *Int J Cardiol*. 2005;20:102:461-7.
- 3 Kontos MC, Schmidt KL, McCue M, Rossiter LF, Jurgensen M, Nicholson CS, et al. A comprehensive strategy for the evaluation and triage of the chest pain patient: a cost comparison study. *J Nucl Cardiol*. 2003;10:284-90.
- 4 Stowers SA, Eisenstein EL, Th Wackers FJ, Berman DS, Blackshear JL, Jones AD, et al. An economic analysis of an aggressive diagnostic strategy with single photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging and early exercise stress testing in emergency department patients who present with chest pain but non-diagnostic electrocardiograms: results from a randomized trial. *Ann Emerg Med*. 2000;35:17-25.
- 5 Pope JH, Aufderheide TP, Ruthazer R, Woolard RH, Feldman JA, Beshansky JR, et al. Missed diagnoses of acute cardiac ischemia in the emergency department. *N Engl J Med*. 2000;342:1163-70.
- 6 McLaughlin VV, Balogh T, Rich S. Utility of electron beam computed tomography to stratify patients presenting to the emergency room with chest pain. *Am J Cardiol*. 1999;84:327-8.

- 7 Schuijff JD, Jukema JW, van der Wall EE, Bax JJ. Multi-slice computed tomography in the evaluation of patients with acute chest pain. *Acute Card Care*. 2007;9:214-21.
- 8 Goldstein JA, Gallagher MJ, O'Neill WW, Ross MA, O'Neil BJ, Raff GL. A randomized controlled trial of multi-slice coronary computed tomography for evaluation of acute chest pain. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49:863-71.
- 9 Hoffmann U, Bamberg F, Chae CU, Nichols JH, Rogers IS, Seneviratne SK, et al. Coronary computed tomography angiography for early triage of patients with acute chest pain: the ROMICAT (Rule Out Myocardial Infarction using Computer Assisted Tomography) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:1642-50.
- 10 Hollander JE, Chang AM, Shofer FS, McCusker CM, Baxt WG, Litt HI. Coronary computed tomographic angiography for rapid discharge of low-risk patients with potential acute coronary syndromes. *Ann Emerg Med*. 2009;53:295-304.
- 11 Raff G. The CT-STAT Trial. American Heart Association Scientific Sessions 2009 (abstract).
- 12 Salm LP, Schuijff JD, de Roos A, Lamb HJ, Vliegen HW, Jukema JW, et al. Global and regional left ventricular function assessment with 16-detector row CT: comparison with echocardiography and cardiovascular magnetic resonance. *Eur J Echocardiogr*. 2006;7:308-14.
- 13 Henneman MM, Schuijff JD, Jukema JW, Lamb HJ, de Roos A, Dibbets P, et al. Comprehensive cardiac assessment with multislice computed tomography: evaluation of left ventricular function and perfusion in addition to coronary anatomy in patients with previous myocardial infarction. *Heart*. 2006;92:1779-83.
- 14 Takakuwa KM, Halpern EJ. Evaluation of a "triple rule-out" coronary CT angiography protocol: use of 64-Section CT in low-to-moderate risk emergency department patients suspected of having acute coronary syndrome. *Radiology*. 2008;248:438-46.
- 15 Schuijff JD, Beck T, Burgstahler C, Jukema JW, Dirksen MS, de Roos A, et al. Differences in plaque composition and distribution in stable coronary artery disease versus acute coronary syndromes; non-invasive evaluation with multi-slice computed tomography. *Acute Card Care*. 2007;9:48-53.
- 16 Cury RC, Shash K, Nagurney JT, Rosito G, Shapiro MD, Nomura CH, et al. Cardiac magnetic resonance with T2-weighted imaging improves detection of patients with acute coronary syndrome in the emergency department. *Circulation*. 2008;118:837-44.
- 17 Kwong RY, Schussheim AE, Rehrhaj S, Aletras AH, Geller N, Davis J, et al. Detecting acute coronary syndrome in the emergency department with cardiac magnetic resonance imaging. *Circulation*. 2003;107:531-7.
- 18 Plein S, Greenwood JP, Ridgway JP, Cranny G, Ball SG, Sivanathan MU. Assessment of non-ST-segment elevation acute coronary syndromes with cardiac magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:2173-81.
- 19 Vogel-Claussen J, Skrok J, Dombroski D, Shea SM, Shapiro EP, Bohman M, et al. Comprehensive adenosine stress perfusion MRI defines the etiology of chest pain in the emergency room: Comparison with nuclear stress test. *J Magn Reson Imaging*. 2009;30:753-62.
- 20 Ingkanisorn WP, Kwong RY, Bohme NS, Geller NL, Rhoads KL, Dyke CK, et al. Prognosis of negative adenosine stress magnetic resonance in patients presenting to an emergency department with chest pain. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:1427-32.

Role of new imaging techniques in the emergency department diagnosis of acute coronary syndrome

García-Álvarez A, Fernández-Friera L, Fuster V, Sanz J

The rapid triage of patients who come to the emergency department with chest pain continues to be a medical challenge, one that has important economic implications for health-care systems. When electrocardiographic (ECG) abnormalities or elevated markers of myocardial necrosis are found, management is relatively straightforward. However, a considerable number of patients have negative ECGs or troponin tests. Noninvasive imaging techniques have therefore become important tools for decision-making in such cases. Cardiac computed tomography can reveal the degree of coronary calcium deposition present and show coronary arteries noninvasively, rapidly, and accurately. Cardiac magnetic resonance imaging provides important information concerning the functional impact of coronary disease. Using these techniques in the management of emergency patients with chest pain can potentially increase efficiency, reduce unnecessary admissions, and provide an accurate diagnosis more quickly. The aim of this review is to discuss the usefulness and limitations of cardiac computed tomography and magnetic resonance imaging for emergency room treatment of patients who are suspected of having acute coronary syndrome. [Emergencias 2010;22:125-129]

Key words: Chest pain. Acute coronary syndrome. Emergency health services.