

Temas de actualidad en cardiología 2011

Situación actual: lo nuevo en técnicas de imagen cardiaca

José F. Forteza Albertí^a, José J. Gómez de Diego^b, Ricardo Vivancos Delgado^c, Jaume Candell Riera^d y Río Aguilar Torres^{e,*}

^aServicio de Cardiología, Hospital Son Espases, Palma de Mallorca, Baleares, España

^bServicio de Cardiología, Hospital La Paz, Madrid, España

^cServicio de Cardiología, Hospital Carlos Haya, Málaga, España

^dServicio de Cardiología, Hospital Vall d'Hebron, Barcelona, España (en representación del Grupo de Trabajo de Cardiología Nuclear)

^eServicio de Cardiología, Hospital de la Princesa, Madrid, España

Palabras clave:

Ecocardiografía tridimensional
Tomografía computarizada
Resonancia magnética
Cardiología nuclear
Ecocardiografía de contraste
Técnicas de deformación

RESUMEN

La imagen cardiaca sigue desentrañando aspectos anatómicos y funcionales relacionados con la enfermedad de la víscera. La ecocardiografía desarrolla y optimiza la visualización tridimensional tanto transesofágica como transtorácica, consolida el valor de técnicas que permiten entender mejor la mecánica cardiaca y la función ventricular, y al tiempo la industria saca al mercado nuevos equipos más manejables aunque limitados e incompletos para un estudio estándar. La tomografía mantiene e incrementa su valor diagnóstico y predictivo en el campo de la enfermedad coronaria a coste radiactivo cada vez menor. La cardiorresonancia permite valorar exquisitamente el daño y la recuperación miocárdica en cardiopatía isquémica y tras el síndrome coronario agudo. La aparición de nuevas tomogammacámaras exclusivas para cardiología nuclear mejora la calidad del estudio y reduce la radiación. Las imágenes híbridas o de fusión entre diferentes tecnologías, como las nucleares y la tomografía, son prometedoras e ilusionantes.

State of the Art: New Developments in Cardiac Imaging

ABSTRACT

Cardiac imaging continues to reveal new anatomical and functional insights into heart disease. In echocardiography, both transesophageal and transthoracic three-dimensional imaging have been fully developed and optimized, and the value of the techniques that have increased our understanding of cardiac mechanics and ventricular function is well established. At the same time, the healthcare industry has released new devices onto the market which, although they are easier to use, have limitations that restrict their use for routine assessment. Tomography's diagnostic and prognostic value in coronary artery disease continues to increase while radiation exposure becomes progressively lower. With cardiac magnetic resonance imaging, myocardial injury and recovery in ischemic heart disease and following acute coronary syndrome can be monitored in exquisite detail. The emergence of new combined tomographic and gamma camera techniques, exclusively developed for nuclear cardiology, have improved the quality of investigations and reduced radiation exposure. The hybrid or fusion images produced by combining different techniques, such as nuclear cardiology techniques and tomography, promise an exciting future.

Keywords:

Three-dimensional echocardiography
Computed tomography
Cardiac magnetic resonance
Nuclear cardiology
Contrast echocardiography
Myocardial deformation imaging

INTRODUCCIÓN

Este artículo resume las novedades aparecidas en los últimos 12 meses en el extenso campo de las técnicas de imagen cardiaca. Tarea difícil, debido a la profusión de revistas dedicadas al tema y a la importante aportación en revistas cardiológicas no especializadas. La ecocardiografía sigue siendo la técnica más asequible y utilizada, pese a lo cual sigue aportando novedades en tecnologías sofisticadas como el ecocardiograma tridimensional o las técnicas de estudio de la

deformación. También incorpora nuevos equipos portátiles más manejables, aunque más limitados. La tomografía cardiaca es cada vez menos agresiva en radiactividad y, junto con la cardiorresonancia, se consolida como herramienta imprescindible en la valoración cardiaca anatómica y funcional, ambas con altísimo valor predictivo. Este año hemos reincorporado la valiosa aportación de la cardiología nuclear, pionera en el estudio de la isquemia y la perfusión por imagen; como puede comprobarse, sigue aportando información pertinente y gozando de merecida vigencia.

*Autor para correspondencia: Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de la Princesa, Diego de León 62, 28006 Madrid, España.
Correo electrónico: rioaguilar@pulso.com (R. Aguilar Torres).

Abreviaturas

2D: ecocardiograma bidimensional.
ETE: ecocardiograma transesofágico.
RM: resonancia magnética.
RT-3DE: ecocardiografía tridimensional en tiempo real.
SPECT: *single photon emission computed tomography*.
TC: tomografía computarizada.

ECOCARDIOGRAFÍA

Desarrollo y novedades tecnológicas

La utilización de los ecógrafos de bolsillo se ha debatido ampliamente. La Sociedad Europea de Ecocardiografía considera que estos aparatos facilitan una extensión del examen clínico, y así se debe valorarlos¹; los resultados obtenidos tienen claras limitaciones y no reemplazan un ecocardiograma convencional; es recomendable también que los usuarios tengan formación acreditada para esta. Las sociedades americanas de imagen cardiaca han manifestado opiniones similares, de manera que en la definición de ecocardiógrafo no incluyen estos dispositivos², que se consideran estetoscopios ultrasónicos de bolsillo. Se ha publicado una guía³ de «usos adecuados de la ecocardiografía» que facilita el análisis de las indicaciones. En ecocardiografía transesofágica (ETE)⁴, el 21% de las indicaciones son inapropiadas; no obstante, los autores refuerzan una opinión muy difundida: independientemente de la indicación, se obtienen datos no hallados en el ecograma transtorácico en casi la mitad de los estudios, especialmente en la búsqueda de fuente embólica. Existe la convicción de que el número total de estudios transtorácicos no se rige por estas guías⁵, en buena parte, porque existe un porcentaje creciente (10%) de indicaciones no reflejadas en ellas. Se ha difundido la ecocardiografía transtorácica multiplanar mediante adquisición omniplanar rotatoria, que permite obtener múltiples planos sin mover el transductor, lo cual es especialmente útil en pacientes con espacios intercostales pequeños y en la ventana apical para obtener tomografías apicales de dos o tres cámaras adecuadas; con este tipo de transductores *matrix array* puede reducirse el tiempo de exploración⁶ (fig. 1).

Ecocardiografía tridimensional

La ecocardiografía tridimensional en tiempo real (RT-3DE) sigue aportando imágenes atractivas de gran potencial diagnóstico; parece inminente la introducción de metodologías que permitan la fusión de imágenes desde múltiples ventanas⁷ mejorando el contraste y la relación señal-ruido en un 50%, con un aumento del tamaño del campo del 30% y un incremento de hallazgos anatómicos del 12%. Las herramientas para la cuantificación volumétrica en RT-3DE siguen diversificadas; sin embargo, algunas que parecen más precisas⁸ requieren mayor inversión de tiempo y dinero. Estos programas deben seguir mejorando para su implantación clínica generalizada. Es posible actualmente la captura RT-3DE de «volúmenes completos» anatómicos y de flujos color en un solo latido con una calidad razonable, lo que puede evitar interferencias respiratorias⁹. El cálculo de volúmenes de ventrículo izquierdo con RT-3DE consolida su fiabilidad; es necesario obtener valores normalizados de referencia para distintos grupos de población¹⁰. Con todo, en la práctica diaria los volúmenes siguen obteniéndose en bidimensional (2D). Una aplicación de captura en RT-3DE de volúmenes en un solo latido¹¹ con algoritmos semiautomáticos podría cambiar la metodología habitual. El potencial de la RT-3DE para medir volúmenes y la función del ventrículo derecho sigue considerándose de fiabilidad inferior a la de la resonancia

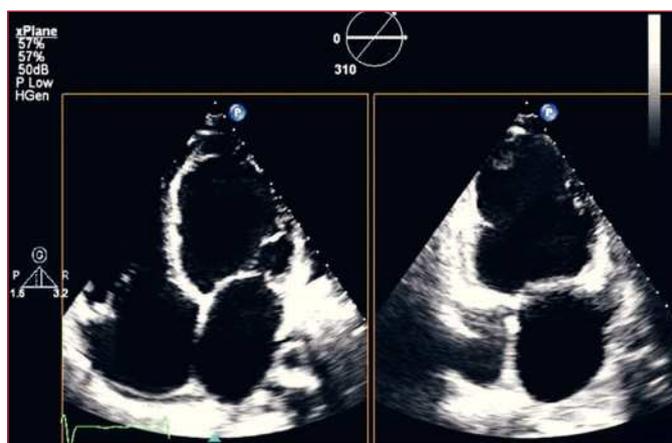


Figura 1. Ecografía tridimensional en tiempo real. Adquisición rotatoria multiplanar: sobre una imagen apical convencional, obtenemos un apical de dos cámaras donde observamos trombo apical en un ventrículo isquémico (flecha).

magnética (RM)¹². Puede ser útil para el seguimiento de un mismo paciente¹³ por la escasa variabilidad entre observadores. La valoración de volúmenes de la aurícula izquierda cada vez tiene más importancia, pues es un marcador para incidencia de fibrilación auricular, ictus y mortalidad total¹⁴. El RT-3DE debería ser una aplicación extendida en el cálculo del volumen de la aurícula izquierda, ya que la correlación con la tomografía computarizada (TC) es muy aceptable, con una subestimación media del 8%¹⁵.

Ecocardiografía e intervencionismo

El intervencionismo valvular acapara un interés mediático en cardiología y supone una auténtica revolución en el tratamiento¹⁶. Esto implica unos niveles de formación específicos que se deben normalizar y ya hay publicaciones con los requisitos que deben cumplir los operadores de ecocardiografía en los laboratorios de hemodinámica^{17,18}. En cuanto a la valoración anatómica del septo interauricular mediante RT-3DE en ETE para los cierres de defectos del tabique, hay un conocimiento profundo y fácilmente aplicable¹⁹. En la cuantificación del cortocircuito en el foramen oval permeable se demuestra que la sensibilidad del Doppler transcraneal y el ecograma transtorácico es similar, alrededor del 70%, superior a la del ETE, que tiende a subestimarlo²⁰. Para la cuantificación de las comunicaciones interauriculares, el RT-3DE en ETE es la mejor técnica²¹, con la limitación del diámetro cambiante del defecto a lo largo del ciclo (fig. 2).

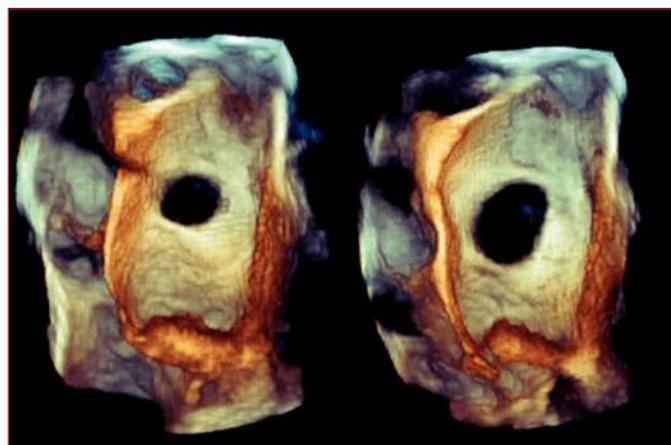


Figura 2. La comunicación interauricular varía de morfología y diámetro a lo largo del ciclo cardiaco, como puede verse en este plano obtenido con ecografía tridimensional en tiempo real transesofágica.

Ecocardiografía intraoperatoria

La descompresión gástrica no mejora la calidad de las imágenes. En estos pacientes hay mayor riesgo de traumatismo de la vía aérea y lesión esofágica. Los estudios de ETE RT-3DE requieren una formación todavía poco asequible para anestesiólogos no entrenados²².

Valvulopatías

Estenosis mitral

La planimetría mitral mediante RT-3DE en ETE es factible, si bien algo inferior a la medida por transtorácico 2D, tal vez porque en RT-3DE en ETE la resolución ecográfica lateral es inferior a la axial transtorácica²³.

Insuficiencia mitral

La duda es la superioridad del RT-3DE en ETE sobre el ETE en 2D convencional para la caracterización anatómica de las valvas y los «faldones»: la respuesta es variable; algunos manifiestan la escasa aportación práctica pero ocasional del RT-3DE en ETE²⁴, otros se decantan por una superioridad significativa²⁵ del RT-3DE (el 92 frente al 78%). En otro estudio intraoperatorio²⁶, la ganancia de hallazgos con RT-3DE en ETE fue del 15%. En cuanto a flujos de color, el área PISA tridimensional parece ser una alternativa más fiable que en 2D, aunque todavía no existe aplicación clínica práctica²⁷. La medición tridimensional de la vena contracta es factible y fiable²⁸.

Estenosis aórtica

Destaca la poca relación de la mortalidad con la severidad del gradiente en pacientes con área valvular < 1 cm² y función ventricular conservada²⁹. En pacientes con estenosis aórtica y bajo flujo, parámetros clínicos como insuficiencia cardíaca y el acortamiento longitudinal reducido son factores de mal pronóstico³⁰.

Válvula aórtica bicúspide

La fusión más frecuente es entre cúspide derecha e izquierda (74%), seguida de la fusión de cúspide derecha y no coronaria (14%). La dilatación aórtica no se relacionó con ninguna variedad de bicúspide³¹. El aneurisma de aorta ascendente es más frecuente en la válvula bicúspide que en la tricúspide en pacientes quirúrgicos (el 36 frente al 12%) y la ectasia anuloaórtica es similar en ambos grupos, el 8%; la dilatación aórtica tras estenosis es más frecuente si la válvula es bicúspide, inversamente a lo que ocurre cuando la lesión es la regurgitación.

Insuficiencia aórtica

Los pacientes con insuficiencia aórtica severa asintomática, dilatación severa ventricular y función sistólica conservada, tras seguimiento controlado y cirugía, muestran remodelado inverso y evolución clínica favorable, similares a las de los que tienen diámetros menores³².

Prótesis

La superioridad del RT-3DE en ETE para el estudio de las prótesis es indiscutible³³. Es fácil obtener una proyección frontal que permita estudiar la movilidad de los discos, la existencia de trombos, vegetaciones o dehiscencia perivalvular.

Enfermedad aórtica

En 2010 se han publicado las recomendaciones de la Sociedad Europea de Ecocardiografía relativas al empleo de esta técnica de

imagen en enfermedades de la aorta³⁴. Documento muy recomendable para todo el que se dedica al manejo clínico de este grupo de enfermedades y no sólo quien se ocupa del diagnóstico por la imagen. Dos mensajes clave no siempre tenidos en cuenta: a) la evaluación de la aorta debe formar parte de la rutina de todos los estudios ecocardiográficos, y b) el ecocardiograma, en sus diferentes modalidades, es importante no sólo en el diagnóstico, sino también en el seguimiento de la mayoría de las enfermedades de la aorta torácica.

La utilidad del RT-3DE en ETE para el seguimiento de la disección aórtica crónica se estudia, por primera vez, en un trabajo en el que se evaluó a 26 pacientes en seguimiento por disección crónica (tipo A operada o tipo B)³⁵. En este artículo se comparan los hallazgos ofrecidos por el ETE en 2D y RT-3DE, empleando como técnica de referencia la TC. Entre los resultados, cabe destacar que el RT-3DE se mostró superior al 2D en la identificación de la luz verdadera, especialmente en disecciones con trayecto espiroideo. Además, mostró mejor concordancia con la TC que el 2D en la medida del diámetro máximo de la puerta de entrada, factor con importante repercusión pronóstica. El ETE, tanto 2D como RT-3DE, se mostró superior a la TC en la identificación de pequeños desgarramientos secundarios. Por último, el reconocimiento de trombosis parcial de la falsa luz, también importante marcador pronóstico, fue similar con cualquiera de las tres técnicas de imagen empleadas. En conclusión, tanto por la información dinámica como por la morfológica, superior al ETE 2D y equiparable a la TC, el RT-3DE en ETE se presenta como una alternativa que hay que tener en cuenta para el seguimiento de la disección crónica de la aorta.

Función ventricular

Las sociedades europea y americana de ecocardiografía han publicado un documento de consenso sobre la utilización de las técnicas para la evaluación de la mecánica cardíaca³⁶. El trabajo detalla nuevas tecnologías, describe viejas herramientas y repasa los conocimientos actuales sobre fisiología cardíaca; imprescindible para quien quiera ponerse al día.

Entender la torsión ventricular o *twist* sigue siendo un desafío vigente; Doucende et al estudian la influencia del ejercicio en el *twist* de individuos sanos, y constatan, a diferencia del *strain* longitudinal, su incremento a mayores niveles de esfuerzo (especialmente en ápex), así como del *untwisting* directamente correlacionado, lo que confirma su importancia en el acoplamiento sistodiastólico³⁷. En un estudio auspiciado por la Clínica Mayo, con ecocardiograma y cateterismo izquierdo, se pone de manifiesto la influencia de las condiciones de carga en la torsión y el *untwisting*³⁸. La RT-3DE con *speckle tracking* se investiga como modelo de valoración general y regional de la función ventricular. El grupo de Amsterdam propone el *area strain* como nuevo y prometedor índice de valoración regional³⁹.

La función diastólica y su valoración mantienen su participación en el índice de publicaciones; el estudio de la función auricular izquierda con las nuevas tecnologías ha sido ampliamente investigado y debatido (fig. 3); el artículo de revisión de la Clínica Mayo compendia el conocimiento actual del tema⁴⁰. El Hospital Gregorio Marañón publica un ambicioso trabajo experimental y clínico para la valoración de la relajación a través de gradientes de presión intracavitaria telesistólicos medidos por Doppler⁴¹.

Un interesante estudio ha constatado la variabilidad entre observadores en la valoración de la función diastólica de 20 casos por catorce expertos internacionales, y ha concluido que la estimación de presiones de llenado es bastante buena y homogénea, pero la concordancia en la valoración de estadios de disfunción es baja⁴². La valoración de las presiones de llenado mediante la relación E/e' ha sido criticada en trabajos recientes, por lo que se ha intentado apuntalarla mediante la incorporación de otros parámetros diastólicos en un trabajo multicéntrico en pacientes con insuficiencia cardíaca⁴³. Por otra parte, un estudio sobre calidad de vida y capacidad funcional en pacientes en fibrilación auricular muestra la relación E/e' como el

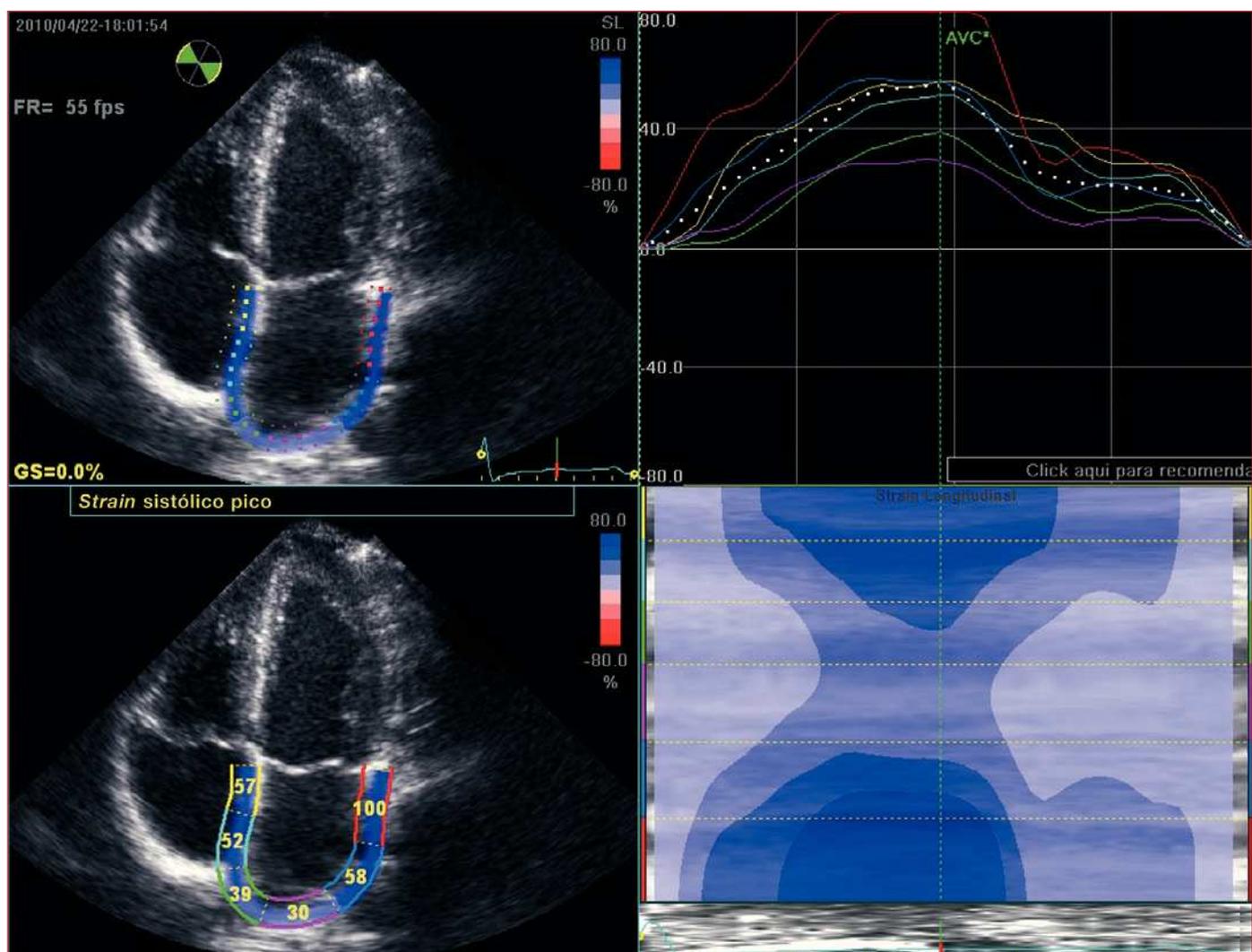


Figura 3. Strain longitudinal de las paredes de la aurícula izquierda durante la sístole ventricular en un paciente normal. Como es lógico, la aurícula se expande en sístole y las paredes se distienden y crean un *strain* positivo. Puede observarse que el *strain* de los segmentos más cercanos al anillo auriculoventricular es mayor que los segmentos medios, y estos, a su vez, son mayores que los segmentos más posteriores, que corresponden al techo de la aurícula.

parámetro ecocardiográfico más predictivo y correlacionado con ambas⁴⁴.

Un estudio con ecocardiografía y cateterismo, realizados en pacientes con cardiopatía y fracción de eyección normal, objetiva que los pacientes con presiones ventriculares previas a la onda A elevadas presentan peores valores de la mayoría de los parámetros de deformación sistólicos, lo que desafía el concepto de disfunción diastólica aislada como causa de insuficiencia cardiaca⁴⁵. Un subestudio del VALIANT en pacientes que presentan disfunción ventricular y/o insuficiencia cardiaca tras infarto muestra que tanto el *strain rate* longitudinal como el circunferencial son predictores independientes de mal pronóstico, y el segundo, también de remodelado ventricular⁴⁶.

Miocardopatías

La mayoría de los estudios de investigación sobre cualquier tipo de enfermedad del músculo cardiaco se ha trasladado a la RM y la cardio-TC. En el campo de la miocardiopatía hipertrófica, se ha publicado un documento de recomendaciones para la multimodalidad de estudios de imagen, auspiciado por la Sociedad Americana de Ecocardiografía⁴⁷.

En un estudio con ecocardiograma y RM en pacientes con miocardiopatía hipertrófica sometidos a esfuerzo, se comprueba que la rigi-

dez aórtica, medida por la onda de pulso arterial, es predictora de la capacidad de ejercicio⁴⁸. Los pacientes con miocardiopatía hipertrófica sin gradiente basal pueden presentar obstrucción durante el ejercicio; el momento de aparición de gradiente intraventricular condiciona la capacidad funcional del paciente: cuanto más precoz, más limitada⁴⁹.

Insuficiencia cardiaca y resincronización

Los pacientes con insuficiencia cardiaca avanzada en espera de trasplante precisan de parámetros fiables para predecir eventos fatales; en un estudio italiano, el dato ecocardiográfico más predictivo de muerte o trasplante urgente fue la relación E/e', independientemente incluso de su correlación con la presión capilar pulmonar⁵⁰. Nagueh et al revisaron el valor del ecocardiograma para evaluar datos hemodinámicos en pacientes con insuficiencia cardiaca descompensada, y hallaron buenas correlaciones con el cateterismo derecho para el volumen latido y la presión sistólica pulmonar ($R = 0,83$ para ambas) y menor para presiones de llenado; las nuevas guías mostraron excelentes sensibilidad (98%) y especificidad (91%) para detectar a pacientes con altas presiones de llenado y los cambios evolutivos⁵¹. En pacientes más estables con disfunción sistólica, el *strain* longitudinal general muestra valor pronóstico superior que la fracción de eyección⁵².

Se ha estudiado la aparición de asincronía con eco de estrés en hipertensos con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección normal. Aunque en el estado basal son similares a los hipertensos asintomáticos, con dobutamina se hacen significativamente más numerosas y se asocian a una atenuación del incremento de las velocidades sistólicas y diastólicas miocárdicas medidas por Doppler tisular⁵³.

El diagnóstico de asincronía, su estudio por eco y la terapia de resincronización siguen siendo uno de los blancos favoritos de las revistas especializadas. La compleja relación entre las tres partes es objeto de sesudas reflexiones a cargo de expertos mundiales⁵⁴. Un estudio prospectivo no aleatorizado sobre 229 casos muestra que la presencia previa a terapia de resincronización de parámetros ecocardiográficos de asincronía se asocia a respuesta favorable y ausencia de eventos tras la terapia de resincronización⁵⁵. Los parámetros derivados de la medición del pico de *strain* por *speckle tracking* combinados entre sí posibilitan índices de asincronía fiables y predictivos de respuesta⁵⁶.

Un subestudio del MADIT-CRT demuestra una mejoría en la sincronía y la función ventricular en el grupo de pacientes con resincronización y, consecuentemente, una reducción de los eventos adversos en este grupo⁵⁷.

La búsqueda de nuevos criterios de asincronía por ecocardiografía ha tenido éxito en la determinación de la rotación apical o *rocking*, parámetro que se puede determinar visualmente y discrimina adecuadamente entre respondedores y no respondedores⁵⁸. Los pacientes con QRS estrecho también pueden sufrir asincronía y, por lo tanto, ser susceptibles de terapia de resincronización. Un estudio multicéntrico recoge a 123 pacientes con criterios ecocardiográficos de asincronía y QRS < 120 ms, con respuesta beneficiosa a la terapia de resincronización⁵⁹. Los candidatos a dicha terapia que muestran reserva contráctil en el estrés con dobutamina muestran mejor respuesta, y es incluso más predictivo que la existencia ecocardiográfica de asincronía⁶⁰.

Ecocardiografía de estrés

La determinación de riesgo pretest es un condicionante fundamental de la interpretación de los resultados. En un estudio retrospectivo de 11.000 pacientes, los hipertensos presentaron más eventos en el seguimiento, tanto entre los positivos como en los casos negativos⁶¹. En pacientes isquémicos sometidos a estrés con dobutamina, las presiones de llenado finales medidas mediante E/e' se correlacionaron con el *untwisting*, lo que confirma la importancia de una succión deteriorada en la elevación de las presiones diastólicas⁶².

En un estudio de pacientes en insuficiencia cardíaca con fracción de eyección normal y cateterismo derecho, simultáneo a cicloergometría en decúbito, las presiones capilares basales y en pico de ejercicio fueron similares en pacientes y controles, aunque los pacientes las alcanzaron antes y con menos esfuerzo. La relación E/e' no reflejó los cambios hemodinámicos durante el ejercicio⁶³.

Ecocardiografía con contraste

Pese a la consolidación de mejoras técnicas como la imagen armónica, la difusión de la ecocardiografía a escenarios difíciles hace que hasta un 10% de los estudios transtorácicos puedan tener limitaciones de imagen que dificultan su interpretación. Sin embargo, la opacificación ventricular con agentes de contraste sigue empleándose en menos del 1% de los ecocardiogramas basales y en cerca del 3% de los estudios de estrés^{64,65}. La información sobre efectos adversos, obtenida de millones de dosis administradas, muestra que los ecopotenciadores son los agentes de contraste más seguros de los empleados en el diagnóstico por imagen; pero la realidad es que siguen siendo infrutilizados. Por este motivo, se sigue acumulando evidencia sobre su seguridad.

En las series norteamericanas, la experiencia se centra en agentes que contienen perflutren. En 2009 se publicó un estudio de cohortes

en el que se incluyó a casi 27.000 pacientes sometidos a ecocardiograma de estrés⁶⁶; no se encontraron diferencias en la mortalidad ni en la incidencia de infarto de miocardio tanto a corto como a largo plazo entre los pacientes a los que se administró contraste y los que no. Se recomienda actualmente que los pacientes con hipertensión pulmonar y los enfermos críticos sean monitorizados y vigilados 30 min tras la administración del ecopotenciador. Recientemente se han publicado trabajos relacionados con la seguridad de los contrastes en estos grupos de supuesto riesgo.

En un estudio de cohortes en pacientes con hipertensión pulmonar de la Clínica Mayo se ha descrito un modelo de predicción de riesgo para diferentes niveles de presión sistólica de la arteria pulmonar en sujetos sometidos a ecocardiograma de estrés con contraste⁶⁷. A pesar del mayor riesgo basal en los pacientes con hipertensión pulmonar, debido a mayor edad, enfermedad de base o comorbilidades asociadas, la administración de un ecopotenciador con perflutren no se asoció a mayor incidencia de efectos adversos (< 1%) a corto ni a largo plazo. Los efectos descritos fueron mayoritariamente leves y transitorios, como dolor de espalda o cefalea.

El segundo es un estudio retrospectivo multicéntrico en el que se incluyó a 22.000 pacientes hospitalizados que recibieron ecopotenciadores⁶⁸. De ellos, 2.900 pacientes cumplían criterios de enfermedad crítica (insuficiencia cardíaca, infarto de miocardio, embolia pulmonar o hipertensión pulmonar, entre otras). La administración de contraste no se asoció a mayor mortalidad, y la inmensa mayoría de los acontecimientos se debieron a progresión de la enfermedad y no al contraste. La incidencia estimada de pseudoanafilaxia fue < 1/10.000 pacientes.

Un interesante trabajo experimental aporta información respecto a mecanismos potenciales de los efectos adversos del contraste en la microcirculación, que podrían asociarse con fenómenos celulares de hipersensibilidad, adhesión leucocitaria y oclusión microvascular⁶⁹. Los autores reprodujeron situaciones potencialmente de riesgo de efectos microvasculares: isquemia-reperusión, hiperglucemia y *shock* endotóxico en un modelo animal. En todas estas circunstancias, la administración de contrastes con perflutren no originó fenómenos inflamatorios ni adhesión leucocitaria que pudieran justificar un incremento de los efectos adversos microvasculares.

Dos trabajos destacan la eficacia de los ecopotenciadores. En el primero, un estudio multicéntrico internacional, se evaluó el ecocardiograma de perfusión miocárdica durante el estrés vasodilatador para el diagnóstico de enfermedad coronaria⁷⁰. Se emplea la coronariografía invasiva como patrón de referencia anatómico (lesión > 50%) y como referencia funcional, la perfusión con cardio-RM. Destaca la alta sensibilidad (85%) de la perfusión con eco frente al estándar anatómico y el funcional, con una especificidad del 76% respecto a la coronariografía y del 74% frente a la RM, todo ello con un elevado grado de acuerdo entre observadores.

Wei et al⁷¹ han evaluado la utilidad del ecocardiograma de perfusión miocárdica para la estratificación en urgencias de pacientes con dolor torácico prolongado y electrocardiograma sin elevación del ST. Con este fin, construyeron un modelo de predicción de riesgo, con variables clínicas, electrocardiográficas y ecocardiográficas como la detección de defectos de perfusión o alteraciones de la motilidad regional. A las 48 h, los pacientes con baja puntuación de riesgo tenían una tasa de eventos muy reducida (< 0,3%). El estudio concluye que la ecocardiografía de contraste, por su gran disponibilidad y a pie de cama, podría ser muy útil en el cribado del dolor torácico en urgencias, con una relación coste-beneficio muy favorable⁷².

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CARDIACA

Estudio del calcio coronario: más vivo que nunca

El calcio coronario es un marcador de riesgo de eventos coronarios en sujetos asintomáticos. Dos nuevos estudios^{73,74} confirman su valor

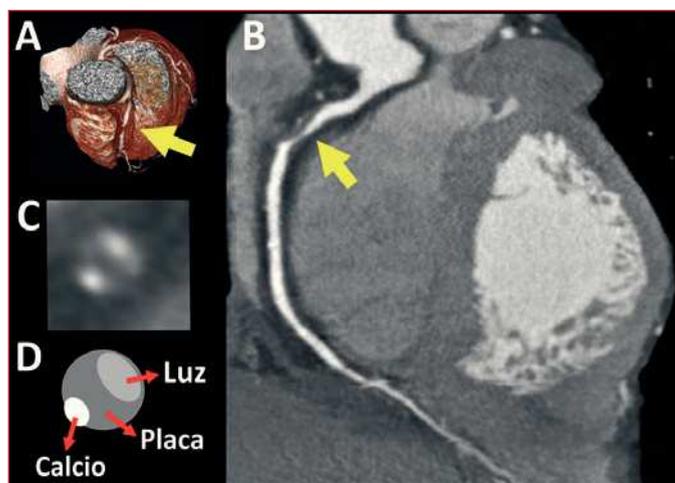


Figura 4. Tomografía computarizada cardiaca en la valoración de la enfermedad coronaria. El estudio de un paciente con dolor torácico atípico demuestra la presencia de una estenosis severa en la coronaria derecha proximal. A: reconstrucción volumétrica. B: reconstrucción multiplanar de la arteria. C y D: la sección transversal del vaso a nivel de la lesión demuestra que el componente más voluminoso es placa no calcificada. El estudio aporta información diagnóstica y pronóstica indudable.

predictivo añadido al de los factores de riesgo. El calcio coronario es la técnica indicada cuando hay discrepancias en la estimación con los factores de riesgo tradicionales⁷⁵. El aumento de interés en la técnica ha llevado a actualizar los protocolos de adquisición⁷⁶.

Cardio-TC en el diagnóstico de enfermedad cardiaca

Existe un amplio consenso en que la cardio-TC es una técnica robusta para la detección y la cuantificación de enfermedad coronaria. Más importante es comprobar que se puede valorar la anatomía de la placa y encontrar datos asociados a vulnerabilidad⁷⁷ o rotura⁷⁸ (fig. 4).

Uno de los campos actuales en la investigación con cardio-TC es la posibilidad de evaluar la repercusión funcional de las lesiones. Una posibilidad es demostrar una reducción de la opacificación coronaria distal a la lesión⁷⁹. Sin embargo, el interés está centrado en los protocolos de estrés con adenosina o dipiridamol, que prometen obtener la misma información que la tomografía por emisión monofotónica (SPECT), con una dosis de radiación razonable⁸⁰. Un abordaje alternativo serían los estudios híbridos que combinan la información anatómica de la TC con datos funcionales de la SPECT o la tomografía de emisión de positrones⁸¹.

La creciente familiaridad con la cardio-TC ha hecho que se investigue su papel en otras cardiopatías; es una técnica precisa para medir el volumen de la aurícula izquierda o el diámetro de las comunicaciones interauriculares; incluso sería posible hacer una estimación de la función diastólica⁸² o de la presión pulmonar. Una aplicación importante de la TC es la resincronización cardiaca, ya que los pacientes no responden a la terapia cuando no tienen una anatomía venosa adecuada para colocar el electrodo⁸³.

Significado pronóstico de los resultados de la cardio-TC

Tenemos una avalancha de datos nuevos sobre el valor pronóstico de la cardio-TC. A los datos obtenidos de un metaanálisis⁸⁴, hay que unir el estudio CONFIRM⁸⁵, un registro de casi 25.000 pacientes que confirma que la presencia de enfermedad coronaria obstructiva diagnosticada con TC se asocia a un riesgo significativamente elevado de mortalidad, que aumenta exponencialmente con el número de vasos enfermos, en mujeres y en jóvenes. También es muy importante que la presencia de placas no calcificadas se asocie al máximo riesgo de eventos en el seguimiento⁸⁶.

Nueva técnica, nuevos costes

Los nuevos desarrollos de la técnica se han centrado en reducir el problema principal, la radiación. Medidas relativamente sencillas como reducir el kilovoltaje o la adquisición prospectiva reducen de forma importante la dosis, mientras que las nuevas secuencias rápidas de adquisición son capaces de obtener estudios de excelente calidad con una dosis de radiación < 1 mSv⁸⁷. La reducción de la radiación en estudios de cardio-TC ha sido tan vertiginosa que ha llevado a publicar⁸⁸ que el riesgo de cáncer atribuible a la radiación empleada con los nuevos equipos es realmente muy pequeño (sólo 1,005 veces mayor), lo que va a ser fundamental en el crecimiento del número de estudios a medio plazo.

RESONANCIA MAGNÉTICA CARDIACA

Introducción

En 2011 han aparecido infinidad de trabajos con cardio-RM, sin duda la técnica estrella para valorar la anatomía y la función del corazón en multitud de situaciones. Un buen ejemplo es que la cardio-RM puede ser útil en la indicación de cirugía en la insuficiencia tricuspídea⁸⁹.

Cardiopatía isquémica

Sin duda alguna la RM es la técnica de elección para valorar el daño causado por infarto de miocardio, también en el ventrículo derecho⁹⁰ y en los músculos papilares⁹¹. Las secuencias potenciadas en T2 son potentes en la valoración del área del miocardio en riesgo (que aparece en la imagen como zonas brillantes por el edema miocárdico)⁹², ya que la imagen del edema se mantiene estable durante la primera semana tras el infarto. Por el contrario, el estudio con realce tardío con gadolinio en la fase aguda sobrestima el área de necrosis, ya que las áreas de realce se reducen evolutivamente en paralelo a la mejoría de la función⁹³.

La RM permite predecir la recuperación funcional del miocardio. Junto con el papel indudable del realce tardío y los nuevos datos que confirman el impacto negativo en el pronóstico de la obstrucción microvascular, el estudio de la deformación miocárdica puede predecir su recuperación funcional⁹⁴. También es posible encontrar en las secuencias potenciadas en T2 zonas miocárdicas de baja densidad de señal, que corresponden a hemorragia intramiocárdica y se asocian a ausencia de recuperación⁹⁵ y mayor número de eventos adversos.

También se han conseguido avances significativos en el estudio directo de las arterias coronarias⁹⁶, e incluso es posible demostrar directamente la presencia de trombos intracoronarios⁹⁷. Finalmente, los estudios de imagen molecular se confirman como técnicas muy prometedoras para el estudio de las placas de ateroma; es posible emplear partículas superparamagnéticas de hierro para detectar la presencia de placas o la carga de macrófagos en las placas de ateroma⁹⁸.

Cardio-RM de estrés

En 2011 ha habido avances significativos en cardio-RM de estrés. Uno de ellos ha sido la confirmación del valor pronóstico de los estudios con dobutamina⁹⁹, aunque también destacan las novedades en los estudios de perfusión, con nuevas técnicas de adquisición y secuencias de alta resolución¹⁰⁰ y la posibilidad de obtener una cuantificación automática del resultado¹⁰¹.

Arritmias

La cardio-RM es útil en los pacientes con taquicardia ventricular, ya que puede identificar el sustrato de la taquicardia y los istmos para

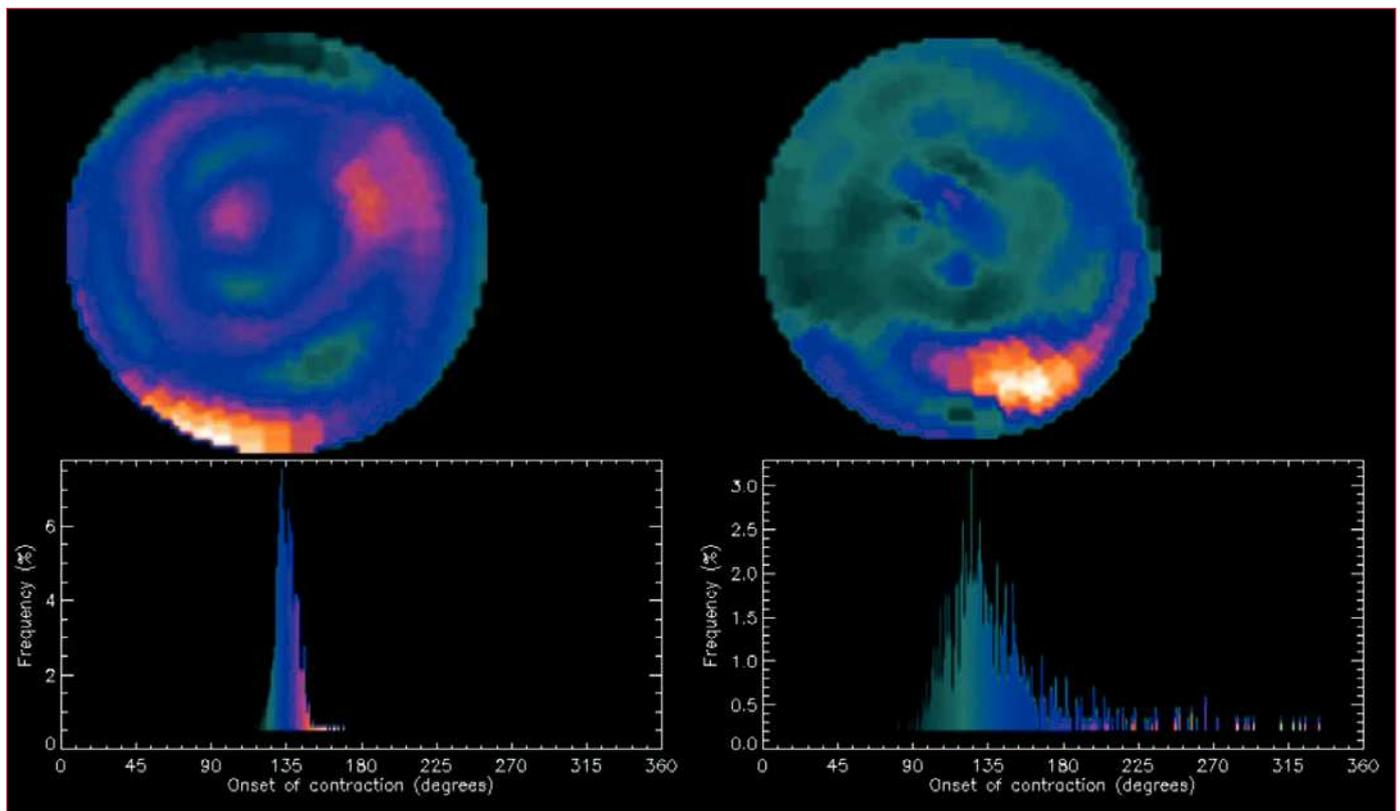


Figura 5. Mapas polares e histograma de fase del ventrículo izquierdo (análisis de Fourier) obtenidos a partir de una tomografía por emisión monofotónica de perfusión miocárdica. A la izquierda, un ejemplo de normalidad en la sincronía de contracción ventricular y, a la derecha, un ejemplo de marcada disincronía claramente objetivable en la anormal amplitud del histograma de fase.

la ablación¹⁰², mientras que en los pacientes con fibrilación auricular es posible identificar las escaras producidas por la ablación¹⁰³. También se ha descrito la importancia del volumen de grasa pericárdica como factor asociado a la presencia, la severidad y la evolución de pacientes en fibrilación auricular¹⁰⁴, y se ha identificado la fibrosis auricular como un factor asociado al riesgo de ictus¹⁰⁵.

CARDIOLOGÍA NUCLEAR

Desde el punto de vista técnico, cabe destacar la salida al mercado de las cámaras de SPECT cardiodedicadas ultrarrápidas, que centran la detección en el área puramente cardíaca. Ello se traduce en claras ventajas sobre las tomogammacámaras clásicas actualmente en servicio: disminución del tiempo de adquisición, reducción de la dosis de radiación y mejor calidad de imagen¹⁰⁶. En algunas de estas gammacámaras, la adquisición de imágenes se realiza con el paciente sentado, por lo que debe tenerse en cuenta que los patrones de atenuación por estructuras extracardiacas (diafragma, mama) observados en supinación pueden variar¹⁰⁷.

En cuanto a los fármacos utilizados como maniobras de provocación de isquemia empleados en la SPECT de perfusión miocárdica de estrés, se han introducido los agonistas selectivos A_{2A} como el regadenosón, que es un potente vasodilatador y, a diferencia de la adenosina y el dipiridamol, se puede administrar solo o simultáneamente con ejercicio a pacientes con insuficiencia respiratoria leve o moderada, ya que los efectos indeseables de aquellos (broncoespasmo, bloqueo auriculoventricular) son mucho menos frecuentes¹⁰⁸. Por otra parte, también se ha demostrado que la administración de atropina al final de una prueba de esfuerzo insuficiente permite obtener criterios gammagráficos de isquemia en una tercera parte de los pacientes en que no se habría obtenido sin la administración del fármaco¹⁰⁹.

Se sabe que una SPECT de perfusión miocárdica normal conlleva un buen pronóstico, aunque con matices según los factores de riesgo

del paciente¹¹⁰ y si se ha obtenido con una prueba máxima de esfuerzo¹¹¹ o farmacológica¹¹². Ello ha planteado la posibilidad, en la SPECT de perfusión con compuestos tecnecio (tetrafosmina, metoxi isobutil isonitrilo), de poder evitar la administración de la dosis de reposo si las imágenes de estrés son estrictamente normales, con la consiguiente reducción de radiación, tiempo y costes^{113,114}.

Uno de los avances metodológicos más interesantes en la SPECT de perfusión miocárdica es la introducción del análisis de Fourier para la valoración de la sincronía del ventrículo izquierdo^{115,116}. Esta metodología ya se viene aplicando a la ventriculografía isotópica de equilibrio, en la que, además de la sincronía intraventricular, también es posible valorar la sincronía interventricular^{117,118}. El análisis de mapas polares y, sobre todo, el histograma de fase de la SPECT de perfusión miocárdica (fig. 5) permite cuantificar con excelente reproducibilidad¹¹⁹ la disincronía del ventrículo izquierdo, lo que abre la posibilidad de añadir información pronóstica sobre pacientes con desfibrilador¹²⁰ y en la detección de enfermos no respondedores a la terapia de resincronización^{121,122}.

La controversia sobre si la tomografía de emisión de positrones es superior a la SPECT en el diagnóstico y el pronóstico de la enfermedad coronaria sigue vigente^{123,124}. En el tema de la viabilidad miocárdica, se ha estudiado el significado de la respuesta contráctil negativa (empeoramiento del engrosamiento-contráctilidad en regiones del ventrículo izquierdo donde se plantea la viabilidad miocárdica) con bajas dosis de dobutamina en la *gated*-SPECT de perfusión miocárdica. Se considera que este patrón indica viabilidad en regiones miocárdicas predominantemente dependientes de arterias coronarias permeables¹²⁵.

Las imágenes anatómico-funcionales de fusión tridimensional SPECT-TC (fig. 6) o tomografía de positrones-TC han significado un avance cualitativo importante, aunque su realización en la práctica conlleva un tiempo de procesamiento largo, por lo que habrá que seleccionar correctamente los casos en que pueda tener una clara utilidad clínica para el manejo de los pacientes con cardiopatía isquémica.



Figura 6. Ejemplo de fusión anatomofuncional en tomografía por emisión monofotónica-tomografía computarizada de tres dimensiones. La imagen de la perfusión obtenida mediante tomografía por emisión monofotónica se ha superpuesto a la imagen de la coronariografía no invasiva obtenida mediante tomografía computarizada.

mica diagnosticada o sospechada¹²⁶⁻¹²⁸. La culminación de este avance tecnológico es la fusión tomografía de emisión de positrones-TC con cuantificación absoluta del flujo coronario mediante la tomografía por emisión de positrones¹²⁹.

La gammagrafía cardiaca obtenida con ¹²³I-metayodobenzil-guanidina para la valoración de la inervación simpática (fig. 7) es otra herramienta útil para la estratificación del riesgo en los pacientes con insuficiencia cardiaca¹³⁰. En el estudio prospectivo ADMIRE-HF¹³¹, que incluyó a 961 pacientes en clase funcional II/III y fracción de eyección ventricular izquierda $\leq 35\%$, se objetivó peor pronóstico, en cuanto a progresión de la insuficiencia cardiaca, arritmias graves y muerte en un seguimiento de 2 años, en los pacientes con una relación de capta-

ción corazón/mediastino $< 1,6$ a las 4 h de la inyección del radiofármaco. Las complicaciones arrítmicas graves (taquicardia ventricular autolimitada, parada cardiaca resucitada, descarga apropiada del desfibrilador) o la muerte súbita fueron excepcionales en los pacientes con una relación de captación corazón/mediastino $> 1,6$. En esta serie, un 21% de los pacientes tenían una relación corazón/mediastino $\geq 1,6$, por lo que a raíz de estos resultados podría plantearse una revisión de las indicaciones de implantación del desfibrilador si esta exploración se introduce para la estratificación de riesgo de enfermos en las unidades de insuficiencia cardiaca.

El hecho de que se pueda marcar prácticamente cualquier sustancia y estudiarla en un organismo, localizándola y cuantificando su grado de captación, hace que muchas de las exploraciones gammagráficas cardiacas, como la descrita gammagrafía de inervación cardiaca, puedan considerarse técnicas de imagen molecular¹³². Aunque este campo de la cardiología nuclear se halle en sus inicios, puede ser clínicamente útil no sólo en el contexto de la enfermedad coronaria aguda (detección de la placa vulnerable)¹³³ y crónica (valoración de la viabilidad miocárdica)¹³⁴ mediante tomografía de emisión de positrones con ¹⁸F-fluorodesoxiglucosa, sino también en las miocarditis, en el rechazo postrasplante e incluso en la disección aórtica¹³⁵.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sicari R, Galderisi M, Voigt JU, Habib G, Zamorano JL, Lancellotti P, et al. The use of pocket-size imaging devices: a position statement of the European Association of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2011;12:85-7.
2. Kimura BJ. What is an echo machine? *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23:1238-41.
3. ACCF/AHA/ASA/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCM/SCCT/SCMR. 2011 Appropriate use criteria for echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57:1126-66.
4. Ogbara J, Logani S, Ky B, Chirinos JA, Silvestry FE, Eberman K, et al. The utility of prescreening transesophageal echocardiograms: a prospective study. *Echocardiography.* 2011;28:767-73.
5. Rahimi AR, York M, Gheewala N, Markson L, Hauser TH, Manning WJ, et al. Trends in outpatient transthoracic echocardiography: impact of appropriateness criteria publication. *Am J Med.* 2011;124:740-6.
6. Mele D, Galderisi M, Badano L, Agricola E, Nistri S, Sciomer S, et al. Real-time multiplane echocardiography. Current applications, limits and perspectives. *G Ital Cardiol.* 2010;11:870-80.
7. Rajpoot K, Grau V, Noble JA, Szmigielski C, Becher H. Multiview fusion 3-D echocardiography: improving the information and quality of real-time 3-D echocardiography. *Ultrasound Med Biol.* 2011;37:1056-72.

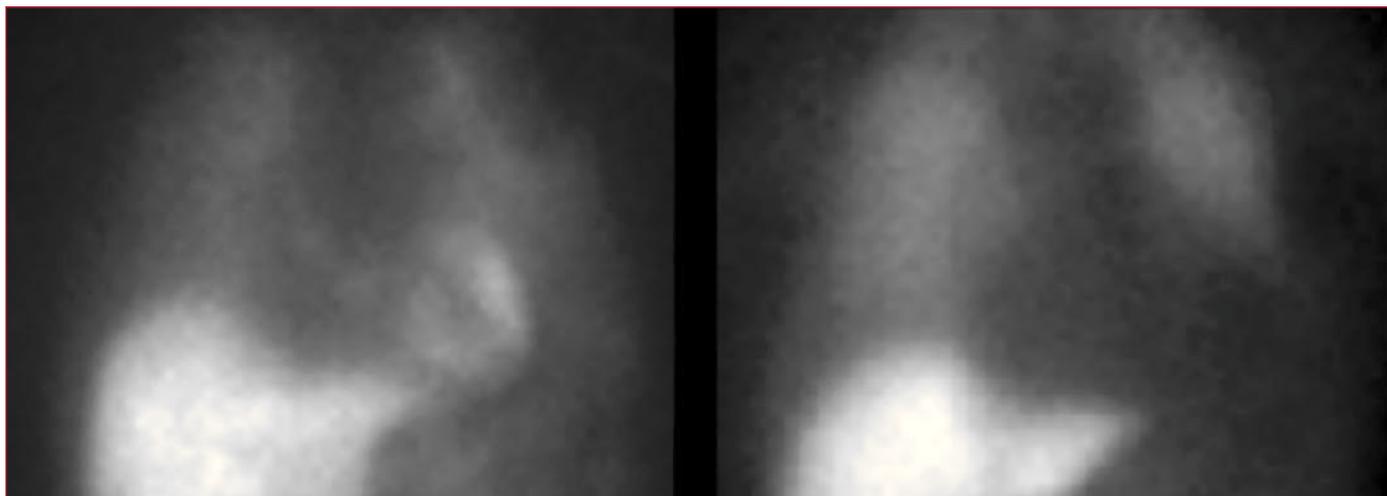


Figura 7. Gammagrafías planares de inervación cardiaca obtenidas con ¹²³I-metayodobenzil-guanidina. A la izquierda, un ejemplo de inervación normal con una relación de captación corazón/mediastino > 2 . A la derecha, la imagen obtenida en un paciente con miocardiopatía isquémica e insuficiencia cardiaca de grado III, en la que prácticamente no es visible la captación cardiaca y la relación corazón/mediastino es < 1 (imagen cedida por el Dr. Santiago Aguadé-Bruix, Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona).

8. Hascoët S, Briere G, Caudron G, Cardin C, Bongard V, Acar P. Assessment of left ventricular volumes and function by real time three-dimensional echocardiography in a pediatric population: a TomTec versus QLAB comparison. *Echocardiography*. 2010;27:1263-73.
9. Gonçalves A, Zamorano JL. Valve anatomy and function with transthoracic three-dimensional echocardiography: advantages and limitations of instantaneous full-volume color Doppler imaging. *Ther Adv Cardiovasc Dis*. 2010;4:385-94.
10. Kaku K, Takeuchi M, Otani K, Sugeng L, Nakai H, Haruki N, et al. Age- and gender-dependency of left ventricular geometry assessed with real-time three-dimensional transthoracic echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:541-7.
11. Chang SA, Lee SC, Kim EY, Hahn SH, Jang SY, Park SJ, et al. Feasibility of single-beat full-volume capture real-time three-dimensional echocardiography and auto-contouring algorithm for quantification of left ventricular volume: validation with cardiac magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:853-9.
12. Shimada YJ, Shiota M, Siegel RJ, Shiota T. Accuracy of right ventricular volumes and function determined by three-dimensional echocardiography in comparison with magnetic resonance imaging: a meta-analysis study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:943-53.
13. Van der Zwaan HB, Geleijnse ML, Soliman OI, McGhie JS, Wieggers-Groeneweg EJ, Helbing WA, et al. Test-retest variability of volumetric right ventricular measurements using real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:671-9.
14. Bouzas-Mosquera A, Bróullón FJ, Alvarez-García N, Méndez E, Peteiro J, Gándara-Sambade T, et al. Left atrial size and risk for all-cause mortality and ischemic stroke. *CMAJ*. 2011;183:e657-e64.
15. Miyasaka Y, Tsujimoto S, Maeba H, Yuasa F, Takehana K, Dote K, et al. Left atrial volume by real-time three-dimensional echocardiography: validation by 64-slice multidetector computed tomography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:680-6.
16. Moore JW. Transcatheter valve technology: a game changer! *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:123-4.
17. Picard MH, Adams D, Bierig SM, Dent JM, Douglas PS, Gillam LD, et al. American Society of Echocardiography recommendations for quality echocardiography laboratory operations. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:1-10.
18. Zamorano JL, Badano LP, Bruce C, Chan KL, Gonçalves A, Hahn RT, et al. EAE/ASE recommendations for the use of echocardiography in new transcatheter interventions for valvular heart disease. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12:557-84.
19. Faletta FF, Nucifora G, Ho SY. Imaging the atrial septum using real-time three-dimensional transesophageal echocardiography: technical tips, normal anatomy, and its role in transseptal puncture. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:593-9.
20. González-Alujas T, Evangelista A, Santamarina E, Rubiera M, Gómez-Bosch Z, Rodríguez-Palomares JF, et al. Diagnóstico y cuantificación del foramen oval permeable. ¿Cuál es la técnica de referencia? Estudio simultáneo con Doppler transcraneal, ecocardiografía transtorácica y transesofágica. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64:133-9.
21. Roberson DA, Cui W, Patel D, Tsang W, Sugeng L, Weinert L, et al. Three-dimensional transesophageal echocardiography of atrial septal defect: a qualitative and quantitative anatomic study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:600-10.
22. Roscher C, Reidy C, Augoustides JG. Progress in perioperative echocardiography: focus on safety, clinical outcomes, 3-dimensional imaging, and education. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2011;25:559-64.
23. Schlosshan D, Aggarwal G, Mathur G, Allan R, Cranney G. Real-time 3D transesophageal echocardiography for the evaluation of rheumatic mitral stenosis. *J Am Coll Cardiol Img*. 2011;4:580-8.
24. Ben Zekry S, Nagueh SF, Little SH, Quinones MA, McCulloch ML, Karanbir S, et al. Comparative accuracy of two and three dimensional transthoracic and transesophageal echocardiography in identifying mitral valve pathology in patients undergoing mitral valve repair: initial observations. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;29 [Epub ahead of print].
25. La Canna G, Arendar I, Maisano F, Monaco F, Collu E, Benussi S, et al. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography for assessment of mitral valve functional anatomy in patients with prolapse-related regurgitation. *Am J Cardiol*. 2011;107:1365-74.
26. Willens HJ, Hendel RC, Qin JX, Ma C, Keith K, Torres S, et al. Effect of performing real time three-dimensional transesophageal echocardiography in addition to two-dimensional transesophageal echocardiography on operator diagnostic confidence. *Echocardiography*. 2011;28:235-42.
27. Chandra S, Salgo IS, Sugeng L, Weinert L, Settlemier SH, Mor-Avi V, et al. Three-dimensional insight into the complexity of flow convergence in mitral regurgitation: Adjunctive benefit of anatomic regurgitant orifice area. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2011 [Epub ahead of print].
28. Zeng X, Levine RA, Hua L, Morris EL, Kang Y, Flaherty M, et al. Diagnostic value of vena contracta area in the quantification of mitral regurgitation severity by color Doppler 3D echocardiography. *Circ Cardiovasc Img*. 2011;5 [Epub ahead of print].
29. Belkin RN, Khalique O, Aronow WS, Ahn C, Sharma M. Outcomes and survival with aortic valve replacement compared with medical therapy in patients with low-, moderate-, and severe-gradient severe aortic stenosis and normal left ventricular ejection fraction. *Echocardiography*. 2011;28:378-87.
30. Herrmann S, Störk S, Niemann M, Lange V, Strotmann JM, Frantz S. Low-gradient aortic valve stenosis myocardial fibrosis and its influence on function and outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:402-12.
31. Jackson V, Petrini J, Caidahl K, Eriksson MJ, Liska J, Eriksson P, et al. Bicuspid aortic valve leaflet morphology in relation to aortic root morphology: a study of 300 patients undergoing open-heart surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2011;40:e118-24.
32. Enache R, Antonini-Canterin F, Piazza R, Popescu BA, Leiballi E, Andriani MR, et al. CME: long-term outcome in asymptomatic patients with severe aortic regurgitation, normal left ventricular ejection fraction, and severe left ventricular dilatation. *Echocardiography*. 2010;27:915-22.
33. Tsang W, Weinert L, Kronzon I, Lang RM. Ecocardiografía tridimensional en la evaluación de las válvulas protésicas. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64:1-7.
34. Evangelista A, Flachskampf FA, Erbel R, Antonini-Canterin F, Vlachopoulos Ch, Rocchi G, et al; on behalf of the European Association of Echocardiography. Echocardiography in aortic diseases: EAE recommendations for clinical practice. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11:645-58.
35. Evangelista A, Aguilar R, Cuellar H, Thomas M, Laynez A, Rodríguez-Palomares J, et al. Usefulness of real-time three-dimensional transoesophageal echocardiography in the assessment of chronic aortic dissection. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12:272-7.
36. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, Belohlavek M, Cardim NM, Derumeaux G, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:277-313.
37. Doucende G, Schuster I, Rupp T, Startun A, Dautzat M, Obert P, et al. Kinetics of left ventricular strains and torsion during incremental exercise in healthy subjects. The key role of torsional mechanics for systolic-diastolic coupling. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2010;3:586-94.
38. Park S, Nishimura RA, Borlaug BA, Sorajja P, Oh JK. The effect of loading alterations on left ventricular torsion: a simultaneous catheterization and two-dimensional speckle tracking echocardiographic study. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11:770-7.
39. Kleijn SA, Aly MF, Terwee CB, Van Rossum AC, Kamp O. Three-dimensional speckle tracking echocardiography for automatic assessment of global and regional left ventricular function based on area strain. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:314-21.
40. Blume GG, McLeod CJ, Barnes ME, Seward JB, Pellikka PA, Bastiansen PM, et al. Left atrial function: physiology, assessment, and clinical implications. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12:421-30.
41. Yotti R, Bermejo J, Benito Y, Antoranz JC, Desco MM, Rodríguez-Pérez D, et al. Noninvasive estimation of the rate of relaxation by the analysis of intraventricular gradients. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2011;4:94-104.
42. Unzek S, Popovic ZB, Marwick TH. Effect of recommendations on interobserver consistency of diastolic function evaluation. *J Am Coll Cardiol Img*. 2011;4:460-7.
43. Dini FL, Ballo P, Badano L, Barbier P, Chella P, Conti U, et al. Validation of an echocardiographic decision model to predict left ventricular filling pressure in patients with heart failure independently of ejection fraction. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11:703-10.
44. Punjani S, Wu W-C, Cohen S, Sharma SC, Choudhary G. Echocardiographic indices of diastolic function relate to functional capacity and quality of life in ambulatory men with atrial fibrillation. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:533-40.
45. Nguyen JS, Lakkis NM, Bobek J, Goswami R, Dokainish H. Systolic and diastolic myocardial mechanics in patients with cardiac disease and preserved ejection fraction: impact of left ventricular filling pressure. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:1273-80.
46. Hung C, Verma A, Uno H, Shin S-H, Bourgoun M, Hassanein AH, et al. Longitudinal and circumferential strain rate, left ventricular remodeling, and prognosis after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:1812-22.
47. Nagueh SF, Bierig M, Budoff MJ, Desai M, Dilsizian V, Eidem B, et al. American Society of Echocardiography clinical recommendations for multimodality cardiovascular imaging of patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:473-98.
48. Austin BA, Popovic ZB, Kwon DH, Thamilarasan M, Boonyasirinant T, Flamm SD, et al. Aortic stiffness independently predicts exercise capacity in hypertrophic cardiomyopathy: a multimodality imaging study. *Heart*. 2010;96:1303-10.
49. Nistri S, Olivetto I, Maron MS, Grifoni C, Baldini K, Baldi M, et al. Timing and significance of exercise-induced left ventricular outflow tract pressure gradients in hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2010;106:1301-6.
50. Rossi D, Pinna GD, La Rovere MT, Traversi E. Prognostic significance of tissue-Doppler imaging in chronic heart failure patients on transplant waiting list: a comparative study with right heart catheterization. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12:112-9.
51. Nagueh S, Bhatt R, Vivo RP, Krim SR, Sarvari SI, Russell K, et al. Echocardiographic evaluation of hemodynamics in patients with decompensated systolic heart failure. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2011;4:220-7.
52. Mignot A, Donal E, Zaroui A, Reant P, Salem A, Hamon C, et al. Global longitudinal strain as a major predictor of cardiac events in patients with depressed left ventricular function: a multicenter study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:1019-24.
53. Lee AP, Song JK, Yip GW, Zhang Q, Zhu TG, Li C, et al. Importance of dynamic dyssynchrony in the occurrence of hypertensive heart failure with normal ejection fraction. *Eur Heart J*. 2010;31:2642-9.
54. Yu C-M, Sanderson JE, Gorcsan III J. Echocardiography, dyssynchrony, and the response to cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J*. 2010;31:2326-39.
55. Gorcsan III J, Oyenu O, Habib PJ, Tanaka H, Adelstein EC, Hara H, et al. Relationship of echocardiographic dyssynchrony to long-term survival after cardiac resynchronization therapy. *Circulation*. 2010;122:1910-8.
56. Tatsumi K, Tanaka H, Yamawaki K, Ryo K, Salem Omar AM, Fukuda Y, et al. Utility of comprehensive assessment of strain dyssynchrony index by speckle tracking imaging for predicting response to cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol*. 2011;107:439-46.
57. Pouleur AC, Knappe D, Shah AM, Uno H, Bourgoun M, Foster E, et al. Relationship between improvement in left ventricular dyssynchrony and contractile function

- and clinical outcome with cardiac resynchronization therapy: the MADIT-CRT trial. *Eur Heart J*. 2011;32:1720-9.
58. Szulik M, Tillekaerts M, Vangeel V, Ganame J, Willems R, Lenarczyk R, et al. Assessment of apical rocking: a new, integrative approach for selection of candidates for cardiac resynchronization therapy. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11:863-9.
 59. Van Bommel RJ, Tanaka H, Delgado V, Bertini M, Borleffs CJ, Marsan NA, et al. Association of intraventricular mechanical dyssynchrony with response to cardiac resynchronization therapy in heart failure patients with a narrow QRS complex. *Eur Heart J*. 2010;31:3054-62.
 60. Chaudhry FA, Shah A, Bangalore S, DeRose J, Steinberg JS. Inotropic contractile reserve and response to cardiac resynchronization therapy in patients with markedly remodeled left ventricle. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:91-7.
 61. Cortigiani L, Bigi R, Landi P, Bovenzi F, Picano E, Sicari R. Prognostic implications of stress echocardiography in 6214 hypertensive and 5328 normotensive patients. *Eur Heart J*. 2011;32:1509-18.
 62. Lam W, Leano R, Haluska B, Marwick TH. Effects of myocardial ischaemia on left ventricular untwist and filling pressure. *Heart*. 2011;97:757-61.
 63. Maeder MT, Thompson BR, Brunner-La Rocca H-P, Kaye DM. Hemodynamic basis of exercise limitation in patients with heart failure: a normal ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:855-63.
 64. Marwick TH, Narula J. Contrast echocardiography: Over-achievement in research, under-achievement in practice? *J Am Coll Cardiol*. 2010;54:224-5.
 65. Main ML. Ultrasound contrast agent safety from anecdote to evidence. *J Am Coll Cardiol*. 2009;52:1057-9.
 66. Abdelmoneim SS, Bernier M, Scott CG, Dhoble A, Ness SAC, Hagen ME, et al. Safety of contrast agent use during stress echocardiography: a 4-year experience from a single-center cohort study of 26,774 patients. *J Am Coll Cardiol*. 2009;52:1048-56.
 67. Abdelmoneim SS, Bernier M, Scott CG, Dhoble A, Ness SAC, Hagen ME, et al. Safety of contrast agent use during stress echocardiography in patients with elevated right ventricular systolic pressure: a cohort study. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2010;3:240-8.
 68. Exuzides A, Main ML, Colby C, Grayburn PA, Feinstein SB, Goldman JH. A retrospective comparison of mortality in critically ill hospitalized patients undergoing echocardiography with and without an ultrasound contrast agent. *J Am Coll Cardiol*. 2010;54:578-85.
 69. Camarozano AC, Garcia de Almeida Cyrino FZ, Alexandre Bottino D, Bouskela E. Effects of microbubbles and ultrasound on the microcirculation: observation on the hamster cheek pouch. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:1323-30.
 70. Arnold JR, Karamitsos TD, Pegg TJ, Francis JM, Olszewski R, Searle N, et al. Adenosine stress myocardial contrast echocardiography for the detection of coronary artery disease. A comparison with coronary angiography and cardiac magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol*. 2010;54:934-43.
 71. Wei K, Peters D, Belcik T, Kalvaitis S, Womak L, Rinkevich D, et al. A predictive instrument using contrast echocardiography in patients presenting to the emergency department with chest pain and without ST-segment elevation. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:636-42.
 72. Wei K. Utility contrast echocardiography in the emergency department. *J Am Coll Cardiol*. 2010;53:197-203.
 73. Elias-Smale SE, Proença RV, Koller MT, Kavousi M, Van Rooij FJ, Hunink MG, et al. Coronary calcium score improves classification of coronary heart disease risk in the elderly: the Rotterdam study. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:1407-14.
 74. Erbel R, Möhlenkamp S, Moebus S, Schmermund A, Lehmann N, Stang A, et al; for the Heinz Nixdorf Recall Study Investigative Group. Coronary risk stratification, discrimination, and reclassification improvement based on quantification of subclinical coronary atherosclerosis: the Heinz Nixdorf Recall study. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:1397-406.
 75. Ahmadi N, Hajsadeghi F, Blumenthal RS, Budoff MJ, Stone GW, Ebrahimi R. Mortality in individuals without known coronary artery disease but with discordance between the Framingham risk score and coronary artery calcium. *Am J Cardiol*. 2011;107:799-804.
 76. Guideline for minimizing radiation exposure during acquisition of coronary artery calcium scans with the use of multidetector computed tomography: a report by the Society for Atherosclerosis Imaging and Prevention Tomographic Imaging and Prevention Councils in collaboration with the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2011;5:75-83.
 77. Ito T, Terashima M, Kaneda H, Nasu K, Matsuo H, Ehara M, et al. Comparison of in vivo assessment of vulnerable plaque by 64-slice multislice computed tomography versus optical coherence tomography. *Am J Cardiol*. 2011;107:1270-7.
 78. Madder RD, Chinnaiyan KM, Marandici AM, Goldstein JA. Features of disrupted plaques by coronary computed tomographic angiography: correlates with invasively proven complex lesions. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2011;4:105-13.
 79. Chow BJ, Kass M, Gagné O, Chen L, Yam Y, Dick A, et al. Can differences in corrected coronary opacification measured with computed tomography predict resting coronary artery flow? *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:1280-8.
 80. Cury RC, Magalhães TA, Borges AC, Shiozaki AA, Lemos PA, Junior JS, et al. Dipyridamole stress and rest myocardial perfusion by 64-detector row computed tomography in patients with suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 2010;106:310-5.
 81. Kajander S, Joutsiniemi E, Saraste M, Pietilä M, Ukkonen H, Saraste A, et al. Cardiac positron emission tomography/computed tomography imaging accurately detects anatomically and functionally significant coronary artery disease. *Circulation*. 2010;122:603-13.
 82. Boogers MJ, Van Werkhoven JM, Schuijff JD, Delgado V, El-Naggar HM, Boersma E, et al. Feasibility of diastolic function assessment with cardiac CT: feasibility study in comparison with tissue Doppler imaging. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2011;4:246-56.
 83. Giraldo F, Cattadori G, Roberto M, Carbuicchio C, Pepi M, Ballerini G, et al. Long-term effectiveness of cardiac resynchronization therapy in heart failure patients with unfavorable cardiac veins anatomy: comparison of surgical versus hemodynamic procedure. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:483-90.
 84. Bamberg F, Sommer WH, Hoffmann V, Achenbach S, Nikolaou K, Conen D, et al. Meta-analysis and systematic review of the long-term predictive value of assessment of coronary atherosclerosis by contrast-enhanced coronary computed tomography angiography. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:2426-36.
 85. Min JK, Dunning A, Lin FY, Achenbach S, Al-Mallah M, Budoff MJ, et al; for the CONFIRM Investigators. Age and sex-related differences in all-cause mortality risk based on coronary computed tomography angiography findings. Results from the international multicenter CONFIRM registry. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:849-60.
 86. Ahmadi N, Nabavi V, Hajsadeghi F, Flores F, French WJ, Mao SS, et al. Mortality incidence of patients with non-obstructive coronary artery disease diagnosed by computed tomography angiography. *Am J Cardiol*. 2011;107:10-6.
 87. Achenbach S, Goroll T, Seltmann M, Pflederer T, Anders K, Ropers D, et al. Detection of coronary artery stenoses by low-dose, prospectively ECG-triggered, high-pitch spiral coronary CT angiography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2011;4:328-37.
 88. Perisinakis K, Seimenis I, Tzedakis A, Papadakis AE, Damlakis J. Individualized assessment of radiation dose in patients undergoing coronary computed tomographic angiography with 256-slice scanning. *Circulation*. 2010;122:2394-402.
 89. Kim HK, Kim YJ, Park EA, Bae JS, Lee W, Kim KH, et al. Assessment of haemodynamic effects of surgical correction for severe functional tricuspid regurgitation: cardiac magnetic resonance imaging study. *Eur Heart J*. 2010;31:1520-8.
 90. Masci PG, Francone M, Desmet W, Ganame J, Todiere G, Donato R, et al. Right ventricular ischemic injury in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction: characterization with cardiovascular magnetic resonance. *Circulation*. 2010;122:1405-12.
 91. Tanimoto T, Imanishi T, Kitabata H, Nakamura N, Kimura K, Yamano T, et al. Prevalence and clinical significance of papillary muscle infarction detected by late gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Circulation*. 2010;122:2281-7.
 92. Berry C, Kellman P, Mancini C, Chen MY, Bandettini WP, Lowrey T, et al. Magnetic resonance imaging delineates the ischemic area at risk and myocardial salvage in patients with acute myocardial infarction. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2010;3:527-35.
 93. Dall'Armellina E, Karia N, Lindsay AC, Karamitsos TD, Ferreira V, Robson MD, et al. Dynamic changes of edema and late gadolinium enhancement after acute myocardial infarction and their relationship to functional recovery and salvage index. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2011;4:228-36.
 94. Neizel M, Korosoglou G, Lossnitzer D, Kühl H, Hoffmann R, Ocklenburg C, et al. Impact of systolic and diastolic deformation indexes assessed by strain-encoded imaging to predict persistent severe myocardial dysfunction in patients after acute myocardial infarction at follow-up. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:1056-62.
 95. Eitel I, Kubusch K, Strohm O, Desch S, Mikami Y, De Waha S, et al. Prognostic value and determinants of a hypointense infarct core in T2-weighted cardiac magnetic resonance in acute reperfusion ST-elevation-myocardial infarction. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2011;4:354-62.
 96. Kato S, Kitagawa K, Ishida N, Ishida M, Nagata M, Ichikawa Y, et al. Assessment of coronary artery disease using magnetic resonance coronary angiography: a national multicenter trial. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:983-91.
 97. Jansen CH, Perera D, Makowski MR, Wiethoff AJ, Phinikaridou A, Razavi RM, et al. Detection of intracoronary thrombus by magnetic resonance imaging in patients with acute myocardial infarction. *Circulation*. 2011;124:416-24.
 98. Morishige K, Kacher DF, Libby P, Josephson L, Ganz P, Weissleder R, et al. High-resolution magnetic resonance imaging enhanced with superparamagnetic nanoparticles measures macrophage burden in atherosclerosis. *Circulation*. 2010;122:1707-15.
 99. Korosoglou G, Elhmidy Y, Steen H, Schellberg D, Riedle N, Ahrens J, et al. Prognostic value of high-dose dobutamine stress magnetic resonance imaging in 1,493 consecutive patients: assessment of myocardial wall motion and perfusion. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:1225-34.
 100. Lockie T, Ishida M, Perera D, Chiribiri A, De Silva K, Kozerke S, et al. High-resolution magnetic resonance myocardial perfusion imaging at 3.0-Tesla to detect hemodynamically significant coronary stenoses as determined by fractional flow reserve. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:70-5. Fe de errores: *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:1501.
 101. Patel AR, Antkowiak PF, Nandalur KR, West AM, Salerno M, Arora V, et al. Assessment of advanced coronary artery disease: advantages of quantitative cardiac magnetic resonance perfusion analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:561-9.
 102. Perez-David E, Arenal A, Rubio-Guivernau JL, Del Castillo R, Atea L, Arbelo E, et al. Noninvasive identification of ventricular tachycardia-related conducting channels using contrast-enhanced magnetic resonance imaging in patients with chronic myocardial infarction: comparison of signal intensity scar mapping and endocardial voltage mapping. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:184-94.
 103. McGann C, Kholmovski E, Blauer J, Vijayakumar S, Haslam T, Cates J, et al. Dark regions of no-reflow on late gadolinium enhancement magnetic resonance imaging result in scar formation after atrial fibrillation ablation. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:177-85.
 104. Wong CX, Abed HS, Molaee P, Nelson AJ, Brooks AG, Sharma G, et al. Pericardial fat is associated with atrial fibrillation severity and ablation outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:1745-51.
 105. Daccarett M, Badger TJ, Akoum N, Burgon NS, Mahnkopf C, Vergara G, et al. Association of left atrial fibrosis detected by delayed-enhancement magnetic resonance imaging and the risk of stroke in patients with atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:831-8.

106. García EV, Faber TL, Esteves FP. Cardiac dedicated ultrafast SPECT cameras: New designs and clinical implications. *J Nucl Med.* 2011;52:210-7.
107. Chawla D, Rahaby M, Amin AP, Vashistha R, Alyousef T, Martínez HX, et al. Soft tissue attenuation patterns in stress myocardial perfusion SPECT images: A comparison between supine and upright acquisition systems. *J Nucl Cardiol.* 2011;18:281-90.
108. Kwon DH, Cerqueira MD, Young R, Houghtaling P, Lieber E, Menon V, et al. Lessons from regadenoson and low level treadmill/regadenoson myocardial perfusion imaging: initial clinical experience in 1263 patients. *J Nucl Cardiol.* 2010;17:853-7.
109. De León G, Aguadé-Bruix S, Aliaga V, Cuberas-Borrós G, Romero-Farina G, Castell-Conesa J, et al. Prueba de esfuerzo submáxima y atropina en la SPECT de perfusión miocárdica. *Rev Esp Cardiol.* 2010;63:1155-61.
110. Supariwala A, Uretsky S, Singh P, Memon S, Khokhar SS, Wever-Pinzon O, et al. Synergistic effect of coronary artery disease risk factors on long-term survival in patients with normal exercise SPECT studies. *J Nucl Cardiol.* 2011;18:207-14.
111. Bourque JM, Charlton GT, Holland BH, Belyea CM, Watson DD, Beller GA. Prognosis in patients achieving ≥ 10 METS on exercise stress testing: Was imaging useful? *J Nucl Cardiol.* 2011;18:230-7.
112. Johnson NP, Schimmel DR, Dyer SP, Leonard SM, Holly TA. Survival by stress modality in patients with a normal myocardial perfusion study. *Am J Cardiol.* 2011;107:986-9.
113. Chang SM, Nabi F, Xu J, Raza U, Mahmarian JJ. Normal stress-only versus standard stress/rest myocardial perfusion imaging. Similar patient mortality with reduced radiation exposure. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55:221-30.
114. Mahmarian JJ. Stress only myocardial perfusion imaging: Is time for a change? *J Nucl Cardiol.* 2010;17:529-35.
115. Chen J, García EV, Folks RD, Cooke CD, Faber TL, Tauxe EL, et al. Onset of left ventricular mechanical contraction as determined by phase analysis of ECG-gated myocardial perfusion SPECT imaging: Development of a diagnostic tool for assessment of cardiac mechanical dyssynchrony. *J Nucl Cardiol.* 2005;12:687-95.
116. Aljaroudi W, Chen J, Jaber WA, Lloyd SG, Cerqueira MD, Marwick T. Nonechocardiographic imaging in evaluation for cardiac resynchronization therapy. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2011;4:334-43.
117. Muxí A, Paredes P, Mony L, Setoain FJ, Duch J, Fuertes S, et al. Left ventricular function and visual phase analysis with equilibrium radionuclide angiography in patients with biventricular device. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2008;35:912-21.
118. Valzania C, Fallani F, Gavaruzzi G, Biffi M, Martignani C, Diemberger I, et al. Radionuclide angiographic determination of regional left ventricular systolic function during rest and exercise in patients with nonischemic cardiomyopathy treated with cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol.* 2010;106:389-94.
119. Lin X, Xu H, Zhao X, Folks RD, García EV, Soman P, et al. Repeatability of left ventricular dyssynchrony and function parameters in serial gated myocardial perfusion SPECT studies. *J Nucl Cardiol.* 2010;17:811-6.
120. Aljaroudi WA, Hage FG, Hermann D, Doppalapudi, Venkataraman R, Heo J, et al. Relation of left-ventricular dyssynchrony by phase analysis of gated SPECT images and cardiovascular events in patients with implantable cardiac defibrillators. *J Nucl Cardiol.* 2010;17:398-404.
121. Dauphin R, Nonin E, Bontemps L, Vincent M, Pinel A, Bonijoly S, et al. Quantification of ventricular resynchronization reserve by radionuclide phase analysis in heart failure patients. A prospective long-term study. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2011;4:114-21.
122. Pazhenkottil AP, Buechel RR, Husman L, Nkoulou RN, Wolfrum M, Ghadri JR, et al. Long-term prognostic value of left ventricular dyssynchrony assessment by phase analysis from myocardial perfusion imaging. *Heart.* 2011;97:33-7.
123. Cerqueira MD. Diagnosis and prognosis of coronary artery disease: PET is superior to SPECT. *Con. J Nucl Cardiol.* 2010;17:678-82.
124. Beanlands RSB, Youssef G. Diagnosis and prognosis of coronary artery disease: PET is superior to SPECT. *Pro. J Nucl Cardiol.* 2010;17:683-95.
125. Candell-Riera J, Romero-Farina G, Milà M, Aguadé-Bruix S, Cuberas G, García-Dorado D. Reserva contráctil negativa con bajas dosis de dobutamina en los pacientes con miocardiopatía isquémica estudiados mediante gated-SPECT de perfusión miocárdica. *Rev Esp Cardiol.* 2010;63:181-9.
126. Santana CA, García EV, Faber TL, Sirineni GK, Esteves FP, Sanyal R, et al. Diagnostic performance of image fusion of myocardial perfusion imaging (MPI) and computed tomography coronary angiography. *J Nucl Cardiol.* 2009;16:201-11.
127. Pizzi MN, Aguadé-Bruix S, Cuéllar-Calabria H, Aliaga V, Candell-Riera J. Fusión de imágenes de gated-SPECT y angiografía computarizada en la enfermedad coronaria. Importancia de la correlación anatómico-funcional. *Rev Esp Med Nucl.* 2010;29:299-303.
128. Pazhenkottil AP, Nkoulou RN, Ghadri JR, Herzog BA, Buechel RR, Küest SM, et al. Prognostic value of cardiac hybrid imaging integrating single-photon emission computed tomography with coronary computed tomography angiography. *Eur Heart J.* 2011;32:1465-71.
129. Knuuti J, Kajander S, Mäki M. Quantification of myocardial blood flow will reform the detection of CAD. *J Nucl Cardiol.* 2009;16:497-506.
130. Carrió I, Cowie MR, Yamazaki J, Udelson J, Camici PG. Cardiac sympathetic imaging with mIBG in heart failure. *J Am Coll Cardiol Img.* 2010;3:92-100.
131. Jacobson AF, Senior R, Cerqueira MD, Wong ND, Thomas GS, López VA, et al. Myocardial iodine-123 meta-iodobenzylguanidine imaging and cardiac events in heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55:2212-21.
132. Morrison AR, Sinusas AJ. Advances in radionuclide molecular imaging in myocardial biology. *J Nucl Cardiol.* 2010;17:116-34.
133. Vancaeynest D, Pasquet A, Roelants V, Gerber BL, Vanoverschelde JJJ. Imaging the vulnerable plaque. *J Am Coll Cardiol.* 2011:1961-79.
134. Ghosh N, Rimoldi OE, Beanlands RSB, Camici PG. Assessment of myocardial ischemia and viability: Role of positron emission tomography. *Eur Heart J.* 2010;31:2984-95.
135. Kato K, Nishio A, Kato N, Usami H, Fujimaki T, Murohara T. Uptake of 18F-FDG in acute aortic dissection: A determinant of unfavorable outcome. *J Nucl Med.* 2010;51:674-81.