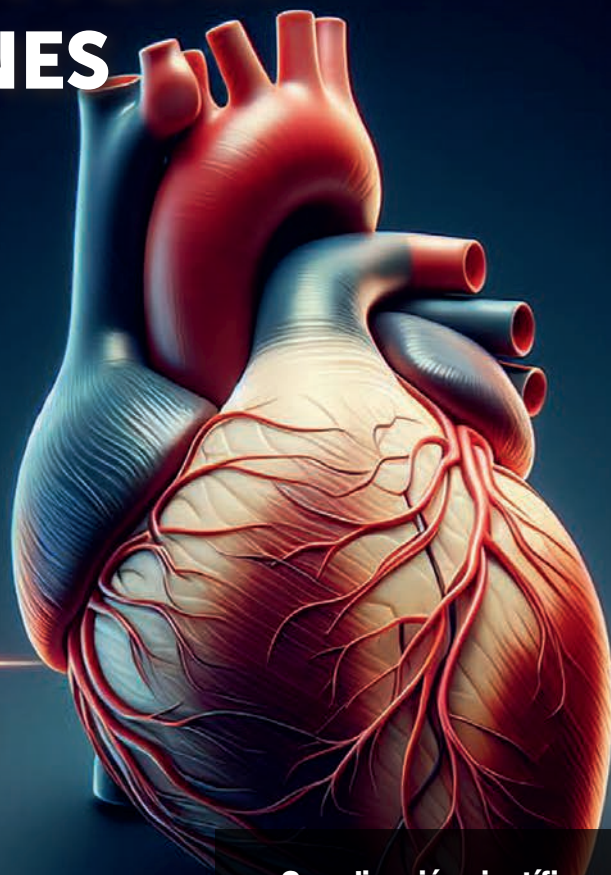


CARDIOLOGÍA *hay*

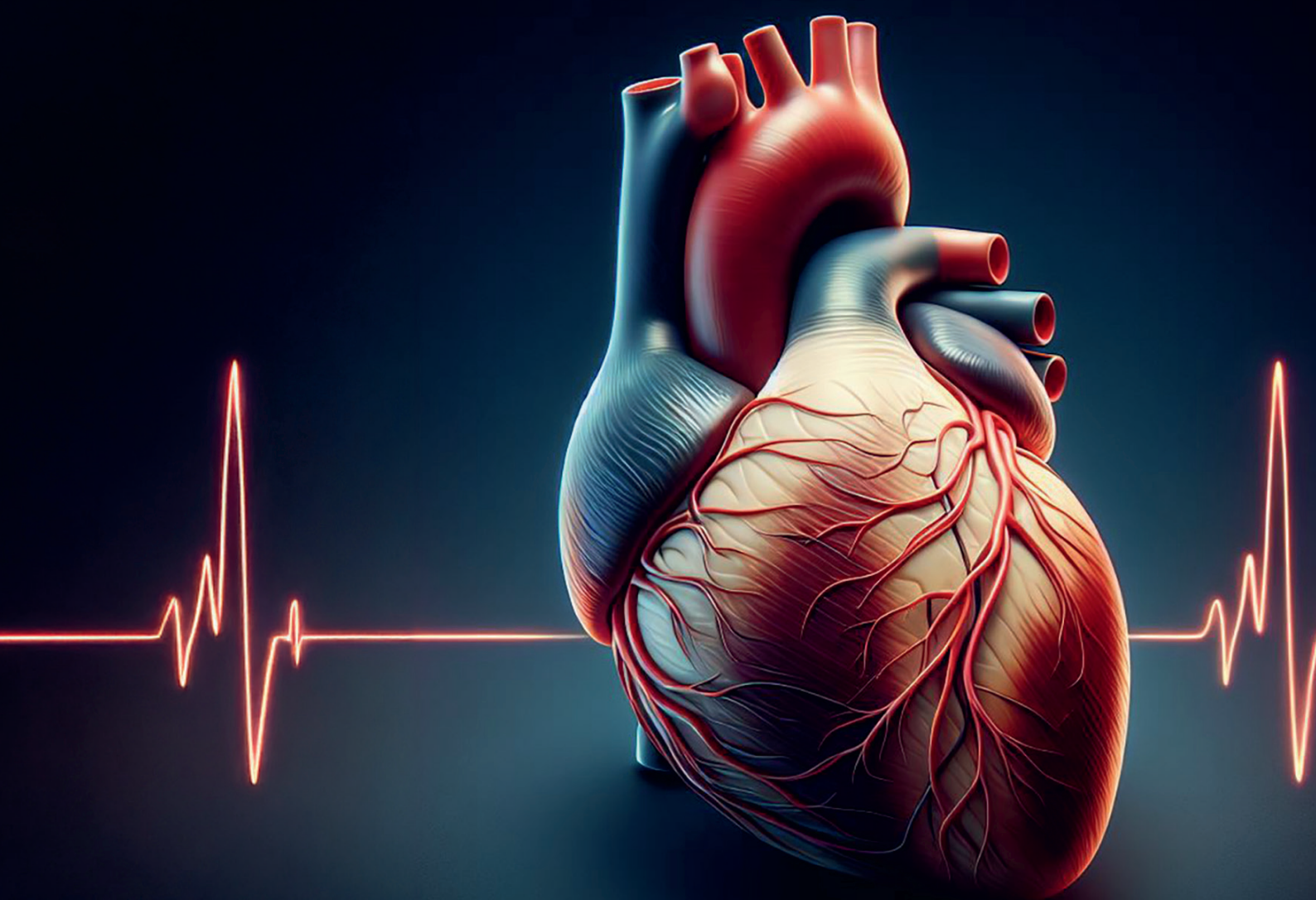
NUEVAS PRUEBAS DE IMAGEN CARDÍACA: AYUDA EN LA TOMA DE DECISIONES



Coordinación científica:

José Alberto de Agustín

Instituto Cardiovascular, Hospital
Clínico San Carlos, Instituto de
Investigación Sanitaria del Hospital
Clínico San Carlos (IdISSC), Madrid.



sumario

COORDINACIÓN CIENTÍFICA:

José Alberto de Agustín

Instituto Cardiovascular, Hospital Clínico San Carlos, Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Clínico San Carlos (IdISSC), Madrid.

P. 02

ACTUALIZACIÓN

Dra. María Rivadeneira Ruiz

Nuevas pruebas de imagen cardíaca: ayuda en la toma de decisiones

Las nuevas técnicas de imagen cardíaca están revolucionando el diagnóstico y la toma de decisiones clínicas en el manejo de enfermedades cardiovasculares, al proporcionar herramientas más precisas y avanzadas para evaluar el corazón de manera no invasiva. Estas innovaciones no solo permiten visualizar la anatomía, sino también obtener información funcional, hemodinámica y biológica, lo que es clave en la personalización de tratamientos.

P. 09

PUESTA AL DÍA

Antoniades C, Tousoulis D, Vavlukis M, et al.

Perivascular adipose tissue as a source of therapeutic targets and clinical biomarkers
Eur Heart J. 2023;44:3827-44.

Narang A, Mor-Avi V, Prado A, et al.

Machine learning based automated dynamic quantification of left heart chamber volumes
Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2019;20:541-9.

P. 12

IMÁGENES EN CARDIOLOGÍA

En este número se proporcionan imágenes relacionadas con el uso de nuevas pruebas de imagen cardíaca como ayuda en la toma de decisiones.

P. 14

ENTREVISTA

Dra. Covadonga Fernández-Golfín

Jefa de la Unidad de Imagen Cardíaca del Hospital Ramón y Cajal, Madrid.

Esta publicación ha sido patrocinada por Almirall

© 2024 El Autor

© 2024 de esta edición por Springer Healthcare Ibérica S.L.

ISSN: 2695-8767

Imagen de cubierta: ©Freepik

Ninguna parte de esta publicación podrá reproducirse o transmitirse por medio alguno o en forma alguna, bien sea electrónica o mecánicamente, tales como el fotocopiado y la grabación o a través de cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información sin el previo consentimiento escrito de Springer Healthcare Ibérica.

Aunque se ha tenido el máximo cuidado en la recopilación y verificación de la información contenida en esta publicación, Springer Healthcare Ibérica y sus asociados no se responsabilizan de la actualización de la información ni de cualquier omisión, inexactitud o error. La inclusión o exclusión de cualquier producto no implica que su uso esté recomendado o rechazado. El uso que se haga de marcas comerciales se destina únicamente a meros fines de identificación del producto y no implica su recomendación. Las opiniones manifestadas no reflejan necesariamente las de Springer Healthcare Ibérica y sus asociados.

Por favor, consulte la ficha técnica del fabricante antes de prescribir ningún medicamento mencionado en esta publicación.

ALMESZZ302089

Depósito legal: M-27478-2024

Nuevas pruebas de imagen cardíaca: ayuda en la toma de decisiones

Dra. María Rivadeneira Ruiz

Unidad Imagen Cardiovascular, Servicio de Cardiología, Hospital Clínico San Carlos, Madrid.

■ Introducción

Las nuevas técnicas de imagen cardíaca están revolucionando el diagnóstico y la toma de decisiones clínicas en el manejo de enfermedades cardiovasculares, al proporcionar herramientas más precisas y avanzadas para evaluar el corazón de manera no invasiva. Estas innovaciones no solo permiten visualizar la anatomía, sino también obtener información funcional, hemodinámica y biológica, lo que es clave en la personalización de tratamientos.

Dentro de los grandes avances en la imagen cardíaca, se pueden subdividir según la técnica utilizada: ecocardiografía, tomografía computarizada (TC) cardíaca, resonancia magnética (RM) cardíaca, medicina nuclear y técnicas de imagen intracoronaria como la IVUS (*intravascular ultrasound*) y la OCT (*optical coherence tomography*). Es importante conocer los aspectos novedosos más relevantes de cada una de ellas, ya que nos encontramos en la era del abordaje multimodal de las enfermedades cardiovasculares, y esto nos va a obligar con frecuencia a usar varias de estas técnicas en nuestra práctica diaria. Esto supone un reto para el cardiólogo, que tendrá que conocer las indicaciones de estas nuevas pruebas y, de forma general, deberá comprender cómo se realizan y la manera de interpretarlas,

aunque el análisis pormenorizado lo lleve a cabo un cardiólogo experto en imagen. A continuación se repasan los aspectos que suscitan más interés de algunas de estas técnicas.

■ Ecocardiografía

En cuanto a la ecocardiografía, la mejora técnica de los equipos en los últimos 30 años ha hecho que cada vez tengamos más calidad en la imagen y mayor exactitud en nuestros diagnósticos, tanto con ecocardiografía transtorácica como con la técnica transesofágica.

La ecocardiografía tridimensional (3D) representa una de estas mejoras. El estudio inicial de la tecnología 3D, que comienza su desarrollo en la década de 1960¹, no es hasta la década de 1970 cuando representa imágenes del corazón². Sin embargo, debido a la limitada capacidad de procesamiento de datos que tenían los ecógrafos en esa fecha, hasta la década de 1990 no fue posible representar en tiempo real estructuras cardíacas³.

Actualmente, los equipos de que disponemos están formados por transductores de matriz en fase (*phased array*), que son capaces de generar miles de imágenes y poder así representar distintos tipos de imagen 3D (según el modo de adquisición) en tiempo real, así como imágenes

biplanares o triplanares simultáneas. También existen *softwares* que procesan y analizan esta información, en muchas ocasiones con programas automáticos para ello.

Esta tecnología 3D tiene distintas aplicaciones clínicas:

- En cuanto a las *cavidades cardíacas* permite:
- Cálculo de volúmenes ventriculares y auriculares, ofreciendo la ventaja, en caso del ventrículo izquierdo, de evitar cortar el ápex al incluir todo el volumen del ventrículo y de realizar segmentaciones para mejor valoración de la contractilidad segmentaria. En el caso del ventrículo derecho, debido a su forma asimétrica y piramidal, solo mediante técnicas 3D es posible la visualización de esta cámara en su totalidad. El uso de ecopotenciador puede ayudar a mejorar el cálculo de volúmenes ventriculares izquierdos en técnicas 3D.
- Cálculo de la función volumétrica de ambos ventrículos.
- Cálculo de la masa de ventrículo izquierdo.

El cálculo de estos volúmenes y la función ventricular mediante ecocardiografía 3D se asemeja más al cálculo mediante el patrón oro (RM cardíaca) que aquel que se obtiene de las imágenes en 2 dimensiones (2D)⁴.

En cuanto a la *patología valvular*, estas técnicas han supuesto una gran revolución, no solo en cuanto al diagnóstico etiológico (infeccioso, congénito, reumático, degenerativo) y la cuantificación más exacta de la gravedad de estas valvulopatías, sino también a la hora de guiar procedimientos quirúrgicos y percutáneos.

En este ámbito, la ecocardiografía transesofágica es la principal protagonista, especialmente en las intervenciones mitrales y tricuspídeas percutáneas, y con el uso de herramientas como la transluminación o la transparencia tisular. Situando un foco de luz tras tejidos blandos, es posible su mejor valoración, y modificando el ángulo de este, es posible su representación con más realismo, observando la tridimensionalidad de estos según la incidencia de la luz en su superficie. Por otro lado, la transparencia tisular será útil para definir el origen y recorrido de un chorro regurgitante o para definir mejor los bordes de defectos residuales o de estructuras superpuestas (p. ej., el caso de los clips, que con esta técnica podremos distinguirlos perfectamente)^{5,6}.

En el caso de la patología tricuspídea (regurgitación en la mayoría de los casos), que desde hace poco tiempo se encuentra en el foco de atención de muchos clínicos e intervencionistas, el estudio previo de esta válvula mediante ecocardiografía transesofágica es fundamental para la decisión del abordaje terapéutico, como el algoritmo presentado en la **Figura 1**⁷.

En *patologías congénitas* no valvulares, esta técnica tiene el mayor interés en los defectos del septo interauricular, el defecto con precisión y valorando la forma, el tamaño y los bordes de este⁸. A la ecocardiografía también ha llegado la inteligencia artificial, y en ecocardiografía bidimensional como en 3D, los algoritmos de aprendizaje automático permiten medidas semiautomáticas de volúmenes y parámetros funcionales derivados de estos volúmenes. Estos algoritmos parecen ofrecer una menor variabilidad inter e intraobservador, una inversión de tiempo menor que en los trazados manuales y se han validado en múltiples estudios⁹⁻¹¹.

■ Tomografía computarizada

La TC en cardiología, clásicamente se ha aplicado en el diagnóstico y seguimiento de la patología aórtica. Sin embargo, cada vez tenemos mejores equipos y evidencia más sólida que avala el uso de esta técnica en otros escenarios clínicos.

Una de las principales indicaciones de la TC, cada vez más en auge, es el diagnóstico no invasivo de la *enfermedad aterosclerótica coronaria*. Así, siguiendo las guías europeas actuales para síndromes coronarios agudos (2023) y crónicos (2024), la TC tiene sus recomendaciones, que se resumen en la **Tabla 1**^{12,13}.

Como hemos visto, las últimas guías elevan ya a moderada la probabilidad de padecer enfermedad coronaria para indicar la angiografía coronaria por tomografía computarizada (ACTC) bajo las premisas antes comentadas. La ACTC tiene, fundamentalmente, una alta sensibilidad y un valor predictivo negativo para detectar enfermedad aterosclerótica coronaria relevante, pero debido a la mejoría de los equipos disponibles y a la mayor formación de cardiólogos y radiólogos en la adquisición e interpretación de imágenes, la especificidad de esta técnica aumenta y somos capaces de diagnosticar con más precisión las características y la gravedad de las lesiones.

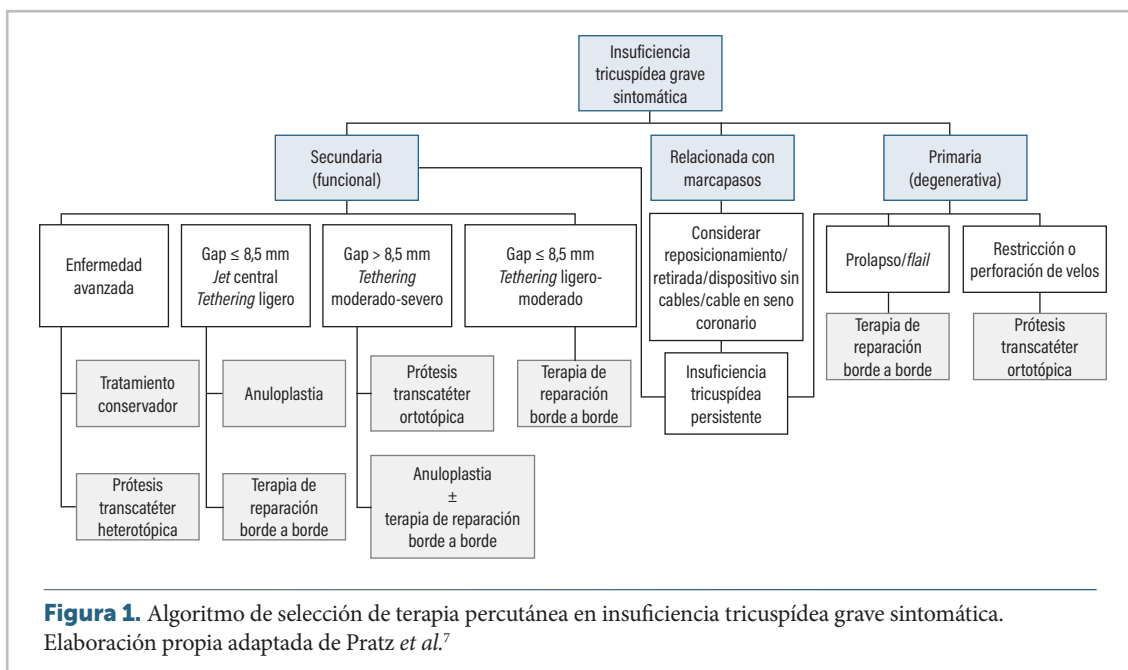


TABLA 1.

Indicaciones de la tomografía computarizada en el diagnóstico de la enfermedad coronaria^{12,13}

RECOMENDACIONES	CLASE DE RECOMENDACIÓN	NIVEL DE EVIDENCIA
Pacientes con sospecha de SCASEST que no presenten dolor recurrente y con hallazgos normales en cuanto a marcadores de necrosis cardíaca y datos del ECG, que la sitúa en el mismo nivel de indicación que las pruebas de estrés	I	B
Pacientes con sospecha de enfermedad coronaria (SCC) y probabilidad pre-test baja o moderada de padecerla (> 5-50%)	I	A
Pacientes con sospecha de enfermedad coronaria (SCC) en los que alguna prueba funcional de imagen para descartar isquemia miocárdica no ha sido diagnóstica	I	B
Pacientes con insuficiencia cardíaca y FEVI > 35% con baja o moderada probabilidad pre-test de presentar enfermedad coronaria	I	C
Pacientes con síntomas refractarios a tratamiento médico y diagnóstico de SCC, para evaluar la permeabilidad de puentes quirúrgicos o <i>stents</i> ≥ 3 mm de diámetro	I	C

ECG: electrocardiograma; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; SCASEST: síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST; SCC: síndrome coronario crónico

Al diagnosticar enfermedad coronaria, el primer paso es realizar el estudio de la calcificación coronaria mediante la puntuación (o *score*) de calcio arterial coronario (CAC), una buena herramienta para reclasificar el riesgo que se suma a otras escalas clínicas habituales como las tablas SCORE2 (*Systematic Coronary Risk Estimation* 2), la escala de Framingham, etc., que no requiere administración de contraste intravenoso ni nitro-

glicerina y presenta, además, una baja radiación ionizante (0,4 a 1 mSv, dosis comparable a una mamografía). Esto la hace una técnica segura, reproducible y fácil de adquirir y, aunque solo tenga en cuenta la placa calcificada, guarda buena correlación con la carga total de placa¹⁴.

El valor pronóstico de la CAC se ha demostrado en muchos estudios, pero el más conocido es el que representa la cohorte MESA (*Multi-Eth-*

nic Study of Atherosclerosis). En este, con un seguimiento de 11 años, se evidenció una tasa de eventos cardiovasculares mayores (muerte cardiovascular, ictus o infarto no fatal) del 1,3-5,6% en pacientes con CAC de 0 UA (unidades Agatston, y del 13,1-25,6% en los que tienen una CAC > 300 UA. Los pacientes con CAC > 100 UA tenían un riesgo de eventos mayor del 7,5%, independientemente del sustrato demográfico. El incremento de riesgo fue independiente de la edad, el sexo y el grupo étnico¹⁵.

Estos datos consolidan la evidencia sobre la baja tasa de eventos en pacientes sin calcio en las arterias coronarias, sin establecer aún qué nivel (distinto de 0, probablemente > 100) es el más seguro para comenzar terapias hipolipemiantes. En las guías europeas de manejo de dislipidemias (2019)¹⁶ y de prevención de enfermedad cardiovascular (2021)¹⁷ se puede ver la indicación que le dan al estudio del calcio coronario como modificador del riesgo (**Tabla 2**).

El siguiente paso en el estudio de la enfermedad coronaria es el análisis anatómico de las arterias coronarias. Así, la ACTC no solo es indicativa de la gravedad de la estenosis luminal de las placas exploradas, sino que permite analizar la composición de la placa, diferenciando los distintos componentes y determinadas características que dotan a la placa de especial riesgo (placas de baja atenuación, remodelado externo o positivo de la pared coronaria, calcificaciones puntiformes o el famoso signo del servilletero)¹⁸. Estos hallazgos, que en la coronariografía no podemos analizar, también nos hablan de predicción de eventos, especialmente la asociación entre placas de alto riesgo y síndromes coronarios agudos¹⁹.

Un último paso en el diagnóstico de la enfermedad coronaria con ACTC, sería el análisis

funcional de las lesiones. La reserva de flujo fraccional derivada de la ACTC (FFR_{TC}) es una herramienta emergente para este análisis, que combina la anatomía y la fisiología. Encontramos un gran número de estudios, incluyendo ensayos clínicos²⁰⁻²², que muestran la mejoría en la precisión diagnóstica de lesiones que predicen isquemia usando la FFR_{TC} respecto al análisis aislado de las lesiones con ACTC. Así, en lesiones con valor de FFR_{TC} mayor de 0,8 es poco probable que estas sean hemodinámicamente significativas, siendo valores iguales o inferiores a 0,75 patológicos, en este caso se recomienda realizar coronariografía invasiva. Valores de 0,76 a 0,8 abarcan este grupo de zona gris que dependerá de otras características anatómicas de la placa para decidir el abordaje^{23,24}.

Como ya se ha comentado, aunque la TC cada vez afina más el diagnóstico, la gravedad y las implicaciones funcionales de la enfermedad aterosclerótica, su principal ventaja sobre otras técnicas es su altísima sensibilidad y valor predictivo negativo y, por tanto, en pacientes jóvenes con síntomas de disnea, dolor torácico, mareos o síncope, además de descartar enfermedad coronaria aterosclerótica puede diagnosticar otro tipo de enfermedad coronaria como *anomalías coronarias congénitas, aneurismas, fístulas o trayectos intramiocárdicos*.

La TC también es un pilar fundamental en el estudio previo al *intervencionismo percutáneo*. Así, con el crecimiento de las técnicas percutáneas, esta prueba tiene que adaptarse a estas en cuanto a calidad de la adquisición y en cuanto a *softwares* específicos que permitan analizar estudios previos y tras implante de TAVI (válvula aórtica transcáteter), estudios previos y tras implante de dispositivos de cierre de orejuela,

TABLA 2.

Indicaciones del uso de la puntuación de calcio arterial coronario (CAC) en las guías europeas de manejo de dislipidemias (2019)¹⁶ y de prevención de enfermedad cardiovascular (2021)¹⁷

RECOMENDACIONES	CLASE DE RECOMENDACIÓN	NIVEL DE EVIDENCIA
La CAC debe considerarse un modificador de riesgo en pacientes asintomáticos de riesgo bajo o intermedio	IIa	B
La CAC podría considerarse para optimizar la estratificación de riesgo en pacientes que se encuentren en el límite para la aplicación de tratamientos preventivos	IIb	B
En caso de utilizarse la CAC, se recomienda el uso de las tablas de percentiles	IIa	B

estudios previos a implante de prótesis mitrales percutáneas o estudios previos a implante de anillo percutáneo, prótesis heterotópicas o prótesis ortotópicas tricuspídeas (**Figura 1**).

Al igual que en la ecocardiografía, y con más énfasis si cabe, en la TC la inteligencia artificial es de gran ayuda. Ya hay programas específicos en las distintas casas comerciales que, aportando las imágenes necesarias, se encargan de dar de manera automática o semiautomática las dimensiones del anillo aórtico, mitral o tricuspídeo, del neotracto de salida de ventrículo izquierdo previo al implante de una prótesis mitral, de la distancia de la coronaria derecha a lo largo de todo su trayecto al anillo tricuspídeo o de realizar simulaciones de la colocación de prótesis mitrales o tricuspídes. A veces, este trabajo no se puede hacer de manera manual, y realizando pocas correcciones da una aproximación muy real de las medidas necesarias.

■ Resonancia magnética

La RM cardíaca es una técnica poco invasiva y con escasos efectos adversos. Al igual que la TC, la calidad de las imágenes obtenidas dependerá de las características fisiológicas del paciente, de la regularidad de su ritmo cardíaco y de la colaboración de este durante la adquisición en tanto en cuanto pueda realizar unas buenas apneas. Por ello, tanto la TC como la RM son pruebas en que la calidad de la imagen obtenida dependerá casi en exclusiva del paciente y del equipo disponible, mientras que en la ecocardiografía estos aspectos son importantes, pero la habilidad del operador cobra más importancia.

Las bases físicas de la RM son el gran caballo de batalla para cardiólogos y radiólogos y requieren de técnicos especializados en esta técnica para tener estudios de calidad.

En el caso de la cardiología, la RM no para de avanzar, haciendo sus indicaciones muy extensas. Entre ellas cabe destacar:

- Evaluación de la función y la viabilidad (cardiopatía isquémica o miocardiopatías).
- Enfermedades congénitas cardíacas.
- Masas intracardíacas o extracardíacas.
- Enfermedades pericárdicas.
- Enfermedad valvular cardíaca.
- Patología aórtica con o sin valvulopatía.

- Mapa de venas pulmonares.
- Test de detección de isquemia.

De hecho, en las guías europeas actuales de práctica clínica, la RM cardíaca aparece como indicación de clase I en casi todas ellas.

En la cardiopatía isquémica, la RM se centra en el diagnóstico de infarto de miocardio sin obstrucción de arterias coronarias¹³ y en la detección de isquemia miocárdica (mediante RM cardíaca de estrés) o fibrosis en el escenario de síndromes coronarios crónicos con probabilidad pre-test moderada o alta¹⁴. En el escenario de la patología aórtica, tanto congénita como adquirida, la RM se recomienda en el diagnóstico y seguimiento²⁵. En el caso de las miocardiopatías, se indica a todo paciente con diagnóstico establecido en la evaluación inicial²⁶. También, en relación con la cardiotoxicidad de múltiples tratamientos oncológicos, la RM cardíaca tiene su indicación en el cribado de miocarditis, infarto agudo de miocardio y amiloidosis asociadas a estos tratamientos²⁷. En las guías de manejo de arritmias ventriculares y prevención de muerte súbita, la RM se indica en todo paciente que sobrevive a una parada cardiorrespiratoria sin una clara causa que la justifique, en pacientes con sospecha de miocardiopatía arritmogénica, en pacientes con diagnóstico de miocardiopatía hipertrófica y en atletas con historia clínica, exploración física anormal o alteraciones electrocardiográficas²⁸. En cardiopatías congénitas, la RM se recomienda en pacientes con anomalías coronarias para confirmar o excluir isquemia miocárdica²⁹.

La resolución temporal y espacial de la RM, inicialmente fue la responsable de que esta técnica tuviera una clase de recomendación tan alta en las guías de práctica clínica. Actualmente, la RM cardíaca lo que intenta es adelantarse al diagnóstico de la patología cardiovascular. Esto lo ha conseguido con una técnica ya muy consolidada y que la mayoría de los centros la ponen en práctica, la *caracterización tisular mediante mapas paramétricos*. Estos mapas se crean según las propiedades de relajación magnética (tiempo de relajación T1 y T2), que son inherentes al tejido y que se pueden ver alteradas en caso de patología. Los valores de estos mapas son capaces de reflejar de manera objetiva los cambios en la composición del tejido miocárdico, como es el aumento de agua intracelular, extracelular o el aumento del tejido conjuntivo

y definir la afectación difusa del miocardio tanto por fibrosis como por inflamación³⁰. Mediante el análisis de mapas paramétricos se puede realizar el diagnóstico precoz de patologías que sin él no podríamos realizar (**Tabla 3**) y cada vez se habla más del valor pronóstico de este^{31,32}.

Otra de las aplicaciones novedosas de la RM cardíaca es el estudio de la deformación miocárdica, que se desarrolló desde la década de 1990, hasta llegar a las secuencias: “*Fast Strain Encoded CMR imaging (Fast-SENC)*”. Este tipo de secuencias proporciona adquisiciones en tiempo real de la deformación miocárdica en un solo latido. Los valores obtenidos con esta técnica tienen menor variabilidad que los obtenidos con la ecocardiografía³³. La afectación de la deformación miocárdica indica afectación subclínica y riesgo

potencial de insuficiencia cardíaca, y puede tener implicaciones en el tratamiento médico de estos pacientes.

Por último, nombrar las técnicas de flujo cuatridimensional o 4D-flow, que son una extensión de las imágenes de flujo en RM (por medio de contraste de fase bidireccional) y que permiten valorar de manera 3D el flujo sanguíneo. Hay patologías en las que el estudio de la hemodinámica del flujo sanguíneo es importante, como por ejemplo en la válvula aórtica bicúspide o en la coartación aórtica, y que nos permiten adelantarnos a posibles complicaciones que aparecen en su evolución natural³⁴. Sin embargo, estas técnicas todavía están en la fase de investigación y queda aún camino para su incorporación a la práctica clínica diaria.

TABLA 3.
Cambios en los valores de los mapas en diferentes miocardiopatías

	MIOCARDITIS AGUDA	AMILOIDOSIS	ENFERMEDAD DE FABRY	SOBRECARGA DE HIERRO	FIBROSIS DIFUSA
Secuencia T1 nativo	↑↑	↑↑	↓↓	↓↓	→↑
Volumen extracelular	↑	↑↑	→	—	↑
Secuencia T2	↑↑	—	—	↓↓	—
Secuencia T2*	—	—	—	↓↓	—

↑: aumento; ↓: disminución; →: normalidad.

Bibliografía

- Baum G, Greenwood I. Orbital lesion localization by three dimensional ultrasonography. N Y State J Med. 1961;61: 4149-57.
- Dekker DL, Piziali RL, Dong E Jr. A system for ultrasonically imaging the human heart in three dimensions. Comput Biomed Res. 1974;7:544-53.
- Sheikh K, Smith SW, von Ramm O, Kisslo J. Real-time, three-dimensional echocardiography: feasibility and initial use. Echocardiography. 1991;8:119-25.
- Hung J, Lang R, Flachskampf F, et al; ASE. 3D echocardiography: a review of the current status and future directions. J Am Soc Echocardiogr. 2007;20:213-33.
- Barreiro-Perez M, Cruz-González I, Martín-Moreiras J, et al. Transillumination and Tissue-Transparency Photo-Realistic Echocardiography Imaging During Percutaneous Mitral Valve Interventions. JACC Cardiovasc Interv. 2021;14:919-22.
- Pascual Izco M, Fernández-Golfín Lobán C, Zamorano Gómez JL. Latest developments in 3D echocardiography. A novel tissue transparency tool. Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2021;74:708.
- Praz F, Muraru D, Kreidel F, et al. Transcatheter treatment for tricuspid valve disease. EuroIntervention. 2021;17:791-808.
- Balestrini L, Fleishman C, Lanzoni L, et al. Real-time 3-dimensional echocardiography evaluation of congenital heart disease. J Am Soc Echocardiogr. 2000;13:171-6.
- Tsang W, Salgo IS, Medvedofsky D, et al. Transthoracic 3D echocardiographic left heart chamber quantification using an automated adaptive analytics algorithm. JACC Cardiovasc Imaging. 2016;9:769-82.
- Medvedofsky D, Mor-Avi V, Amzulescu M, et al. Three-dimensional echocardiographic quantification of the left-heart chambers using an automated adaptive analytics algorithm: multicentre validation study. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2018;19:47-58.
- Tamborini G, Piazzese C, Lang RM, et al. Feasibility and accuracy of automated software for transthoracic three-dimensional left ventricular volume and function analysis: comparisons with two-dimensional echocardiography, three-dimensional transthoracic manual method, and cardiac magnetic resonance imaging. J Am Soc Echocardiogr. 2017;30:1049-58.

12. Medvedofsky D, Mor-Avi V, Byku I, *et al*. Three-dimensional echocardiographic automated quantification of left heart chamber volumes using an adaptive analytics algorithm: feasibility and impact of image quality in nonselected patients. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017;30:879-85.
13. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, *et al*; ESC Scientific Document Group. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44:3720-826.
14. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, *et al*; ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2024;45:3415-537.
15. Hecht HS, Cronin P, Blaha MJ, *et al*. 2016 SCCT/STR guidelines for coronary artery calcium scoring of noncontrast noncardiac chest CT scans: A report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society of Thoracic Radiology. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2017;11:74-84.
16. Budoff MJ, Young R, Burke G, *et al*. Ten-year association of coronary artery calcium with atherosclerotic cardiovascular disease (ASCVD) events: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *Eur Heart J*. 2018;39:2401-8.
17. Mach F, Baigent C, Catapano AL, *et al*; ESC Scientific Document Group. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J*. 2020;41:111-88.
18. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, *et al*; ESC National Cardiac Societies; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021;42:3227-337.
19. Van Velen A, Van der Sangen NMR, Delewi R, Beijl MAM, Henriques JPS, Claessen BEPM. Detection of Vulnerable Coronary Plaques Using Invasive and Non-Invasive Imaging Modalities. *J Clin Med*. 2022;11:1361.
20. Motoyama S, Kondo T, Anno H, *et al*. Atherosclerotic plaque characterization by 0.5-mm-slice multislice computed tomographic imaging. *Circ J*. 2007;71:363-6.
21. Koo BK, Erglis A, Doh JH, *et al*. Diagnosis of ischemia-causing coronary stenoses by noninvasive fractional flow reserve computed from coronary computed tomographic angiograms. Results from the prospective multicenter DISCOVER-FLOW (Diagnosis of Ischemia-Causing Stenoses Obtained Via Noninvasive Fractional Flow Reserve) study. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:1989-97.
22. Min JK, Leipsic J, Pencina MJ, *et al*. Diagnostic accuracy of fractional flow reserve from anatomic CT angiography. *JAMA*. 2012;308:1237-45.
23. Nørgaard BL, Leipsic J, Gaur S, *et al*; NXT Trial Study Group. Diagnostic performance of noninvasive fractional flow reserve derived from coronary computed tomography angiography in suspected coronary artery disease: the NXT trial (analysis of coronary blood flow using CT angiography: next steps). *J Am Coll Cardiol*. 2014;63:1145-55.
24. Nørgaard BL, Terkelsen CJ, Mathiassen ON, *et al*. Coronary CT Angiographic and Flow Reserve-Guided Management of Patients With Stable Ischemic Heart Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72:2123-34.
25. Mazzolai L, Teixido-Tura G, Lanzi S, *et al*; ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases. *Eur Heart J*. 2024;45:3538-700.
26. Arbelo E, Protonotarios A, Gimeno JR, *et al*; ESC Scientific Document Group. 2023 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies. *Eur Heart J*. 2023;44:3503-626.
27. Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, *et al*; ESC Scientific Document Group. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23:e333-465.
28. Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M, *et al*; ESC Scientific Document Group. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J*. 2022;43:3997-4126.
29. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, *et al*; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *Eur Heart J*. 2021;42:563-645.
30. Ridgway JP. Cardiovascular magnetic resonance physics for clinicians: part I. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2010;12(1):71.
31. Wong TC, Piehler K, Meier CG, *et al*. Association between extracellular matrix expansion quantified by cardiovascular magnetic resonance and short-term mortality. *Circulation*. 2012;126:1206-16.
32. Puntmann VO, Carr-White G, Jabbour A, *et al*; International T1 Multicentre CMR Outcome Study. T1-Mapping and Outcome in Nonischemic Cardiomyopathy: All-Cause Mortality and Heart Failure. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2016;9:40-50.
33. Giusca S, Korosoglou G, Zieschang V, *et al*. Reproducibility study on myocardial strain assessment using fast-SENC cardiac magnetic resonance imaging. *Sci Rep*. 2018;8:14100.
34. Hope MD, Meadows AK, Hope TA, *et al*. Images in cardiovascular medicine. Evaluation of bicuspid aortic valve and aortic coarctation with 4D flow magnetic resonance imaging. *Circulation*. 2008;117:2818-9.

EL TEJIDO ADIPOSO PERIVASCULAR COMO FUENTE DE DIANAS TERAPÉUTICAS Y BIOMARCADORES CLÍNICOS

Una declaración de consenso clínico del Grupo de Trabajo de la Sociedad Europea de Cardiología sobre Fisiopatología Coronaria y Microcirculación

Perivascular adipose tissue as a source of therapeutic targets and clinical biomarkers

A clinical consensus statement from the European Society of Cardiology Working Group on Coronary Pathophysiology and Microcirculation

AUTORES:

Antoniades C, Tousoulis D, Vavlukis M, et al.

REFERENCIA:

Eur Heart J. 2023;44:3827-44.

La obesidad es un factor de riesgo cardiovascular modificable, pero los depósitos de tejido adiposo (TA) en humanos son anatómica, histológica y funcionalmente heterogéneos. Por ejemplo, el TA visceral es un depósito de TA secretor proaterogénico, mientras que el TA subcutáneo representa un depósito de almacenamiento de energía más clásico. El tejido adiposo perivascular (TAPV) regula la biología vascular mediante señales paracrinas cruzadas.

En este documento se revisa el conocimiento más avanzado de los diferentes depósitos de TA y se proporciona una definición con-

sensuada del TAPV alrededor de las arterias coronarias, como el TA que rodea la arteria hasta una distancia de su pared exterior igual al diámetro luminal de la arteria. Se presta especial atención a las interacciones entre el TAPV y la pared vascular, que hacen que el TAPV sea un potencial objetivo terapéutico en enfermedades cardiovasculares.

Esta declaración de consenso clínico también analiza el papel del TAPV como fuente clínicamente relevante de biomarcadores de diagnóstico y pronóstico de la función vascular, que pueden guiar la medicina de precisión en la aterosclerosis, la hipertensión, la insuficiencia cardíaca y otras enfermedades cardiovasculares.

Se destaca su papel como “biosensor” de la inflamación vascular con la descripción de recientes tecnologías de imagen que visualizan el TAPV en la práctica clínica, lo que permite la cuantificación no invasiva de la inflamación coronaria y el riesgo inflamatorio cardiovascular residual relacionado, guiando así el despliegue de intervenciones terapéuticas.

Por último, se revisa la aplicabilidad clínica actual y futura de las tecnologías de inteligencia artificial y aprendizaje automático que integran la información del TAPV en modelos de pronóstico, para proporcionar información clínicamente significativa en la prevención primaria y secundaria.



CONCLUSIÓN

Esta declaración de consenso clínico presenta la terminología óptima para la definición de los diversos depósitos de TA y, en particular, las definiciones de consenso del TAPV. Proporciona una descripción general de la variedad de adipocinas secretadas por el TAPV, con

efectos protectores o perjudiciales sobre el sistema cardiovascular, que pueden usarse como objetivos terapéuticos para la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares. Este documento de posición destaca el papel del TAPV como “biosensor” de la inflamación vascular, así como el valor de las tec-

nologías de imágenes recientes que visualizan el TAPV alrededor de las arterias coronarias y cuantifican indirectamente el grado de inflamación coronaria a partir de exploraciones con angiogramas con tomografía computarizada coronaria de rutina, prediciendo futuros eventos cardiovasculares.

PUNTOS CLAVE

- » El TAPV se utiliza actualmente como fuente de biomarcadores de imágenes directamente aplicables en la práctica clínica. Esta función se mejorará aún más con el avance del análisis de imágenes impulsado por inteligencia artificial en un futuro próximo.
- » Se necesita más investigación antes de que podamos utilizar el TAPV como objetivo terapéutico en enfermedades cardiovasculares.

CUANTIFICACIÓN DINÁMICA AUTOMATIZADA BASADA EN EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO DE LOS VOLÚMENES DE LA CÁMARA CARDÍACA IZQUIERDA

Machine learning based automated dynamic quantification of left heart chamber volumes

AUTORES:

Narang A, Mor-Avi V, Prado A, et al.

REFERENCIA:

Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2019;20:541-9.

OBJETIVO

Diversos estudios han demostrado la capacidad de un nuevo algoritmo automatizado para el análisis volumétrico de conjuntos de datos ecocardiográficos 3D (3DE), para proporcionar mediciones precisas y reproducibles de los volúmenes del ventrículo izquierdo y de la aurícula izquierda (VI, AI) al final de la sístole y de la diástole. Recientemente, esta metodología se amplió utilizando un enfoque de aprendizaje automático (ML) para medir automáticamente los volúmenes de las cámaras a lo largo del ciclo cardíaco, lo que da como resultado curvas volumen-tiempo del VI y de la AI. El objetivo de este estudio fue validar los parámetros de eyección y de llenado obtenidos a partir de estas curvas, comparándolas con técnicas de referencia independientes bien validadas.

MÉTODOS

Se estudiaron 20 pacientes que habían sido remitidos para exámenes de resonancia mag-

nética cardíaca (RMC), a los que se les realizó una imagen 3DE en el mismo día. Se obtuvieron curvas de volumen-tiempo para las cámaras del VI y la AI utilizando el algoritmo ML (Philips HeartModel) y análisis volumétrico 3DE convencional de forma independiente (TomTec) e imágenes RMC (rastreo manual corte por corte, cuadro por cuadro). Los volúmenes del VI y la AI derivados automáticamente y los parámetros de eyección/llenado se compararon con ambas técnicas de referencia.

RESULTADOS

Se necesitó una corrección manual menor de los bordes del VI y la AI detectados automáticamente en 4/20 y 5/20 casos, respectivamente. El tiempo necesario para generar curvas volumen-tiempo fue de 35 ± 17 s usando el algoritmo ML, $3,6 \pm 0,9$ min usando el análisis 3DE convencional y 96 ± 14 min usando RMC. Las curvas volumen-tiempo obtenidas mediante las 3 técnicas fueron similares en forma y magnitud. En ambas comparaciones, los parámetros de eyección/llenado no mostraron diferencias significativas entre técnicas. El análisis de Bland-Altman confirmó pequeños sesgos, a pesar de los amplios límites de acuerdo.

CONCLUSIÓN

Este es el primer estudio que prueba un nuevo análisis automatizado basado en ML de conjuntos de datos 3DE. Se ha demostrado que este enfoque permite la medición dinámica de los volúmenes del VI y la AI a lo largo del ciclo cardíaco, incluido un cálculo preciso de los índices de eyección y llenado útiles, lo que refleja la función de estas cámaras de una manera más integral que los volúmenes monofásicos convencionales o eyección/fracción de llenado.

PUNTOS CLAVE

- La naturaleza automatizada de este análisis puede contribuir a superar las limitaciones del flujo de trabajo de la ecocardiografía 3D y, por lo tanto, facilitar la integración de la cuantificación 3DE en la práctica clínica habitual.
- Se puede anticipar que en un futuro cercano, los médicos comenzarán la interpretación de los exámenes de ecocardiografía con múltiples índices funcionales numéricos medidos automáticamente, que se les presentarán junto con las imágenes como base para la interpretación del diagnóstico.

Imágenes en cardiología

Figura 1. Prolapso valvular mitral de velo anterior por rotura de 2 cuerdas tendinosas.

De arriba abajo y de izquierda a derecha se observa la válvula mitral (VM) en 3 dimensiones (adquisición a partir de Zoom 3D). Se muestra la VM en la vista del cirujano (la aorta a las 12 y la orejuela a las 9) con sus 3 festones anteriores y posteriores y la clara eversión del cuerpo de A2 con 2 cuerdas tendinosas que se dirigen hacia la cara auricular (flechas). La imagen de la derecha es la vista desde el ventrículo izquierdo. Las imágenes del centro muestran la VM usando las técnicas de transluminación a la izquierda y transparencia tisular a la derecha (nótese la mejor diferenciación del tejido que queda por encima del plano valvular gracias a los juegos de luces y sombras). Las últimas imágenes muestran un corte longitudinal de las cavidades izquierdas donde se observa también el prolapso (flecha) y la regurgitación mitral (asterisco).

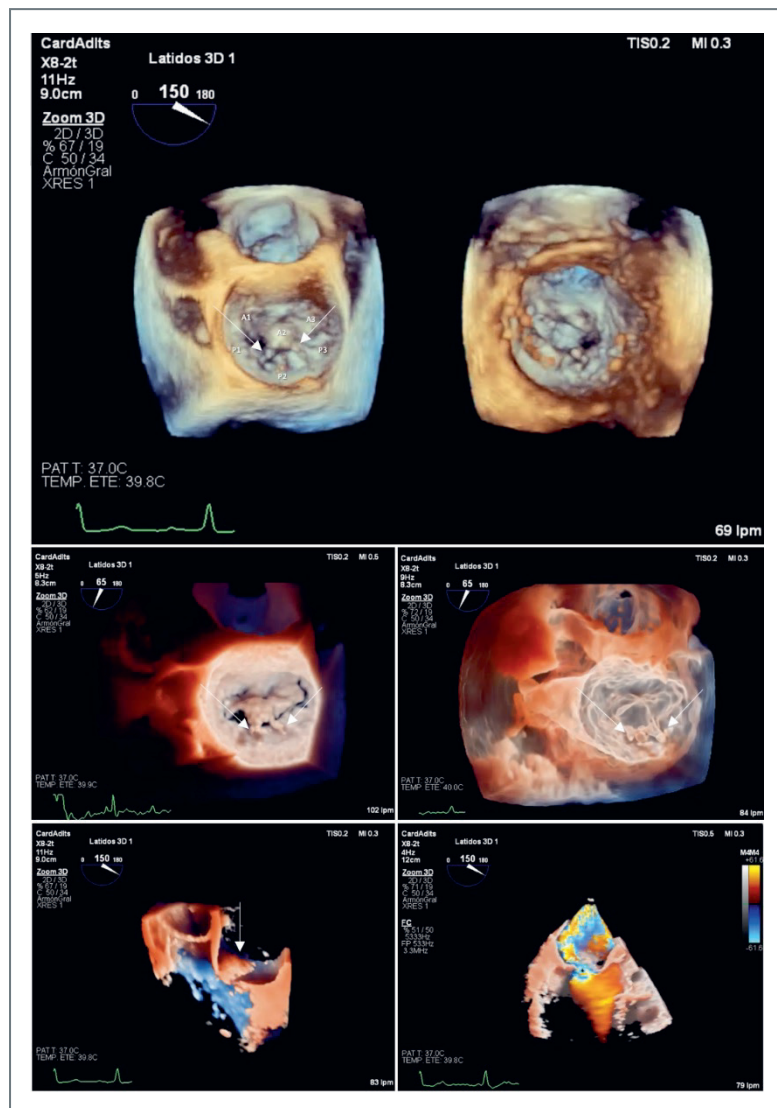
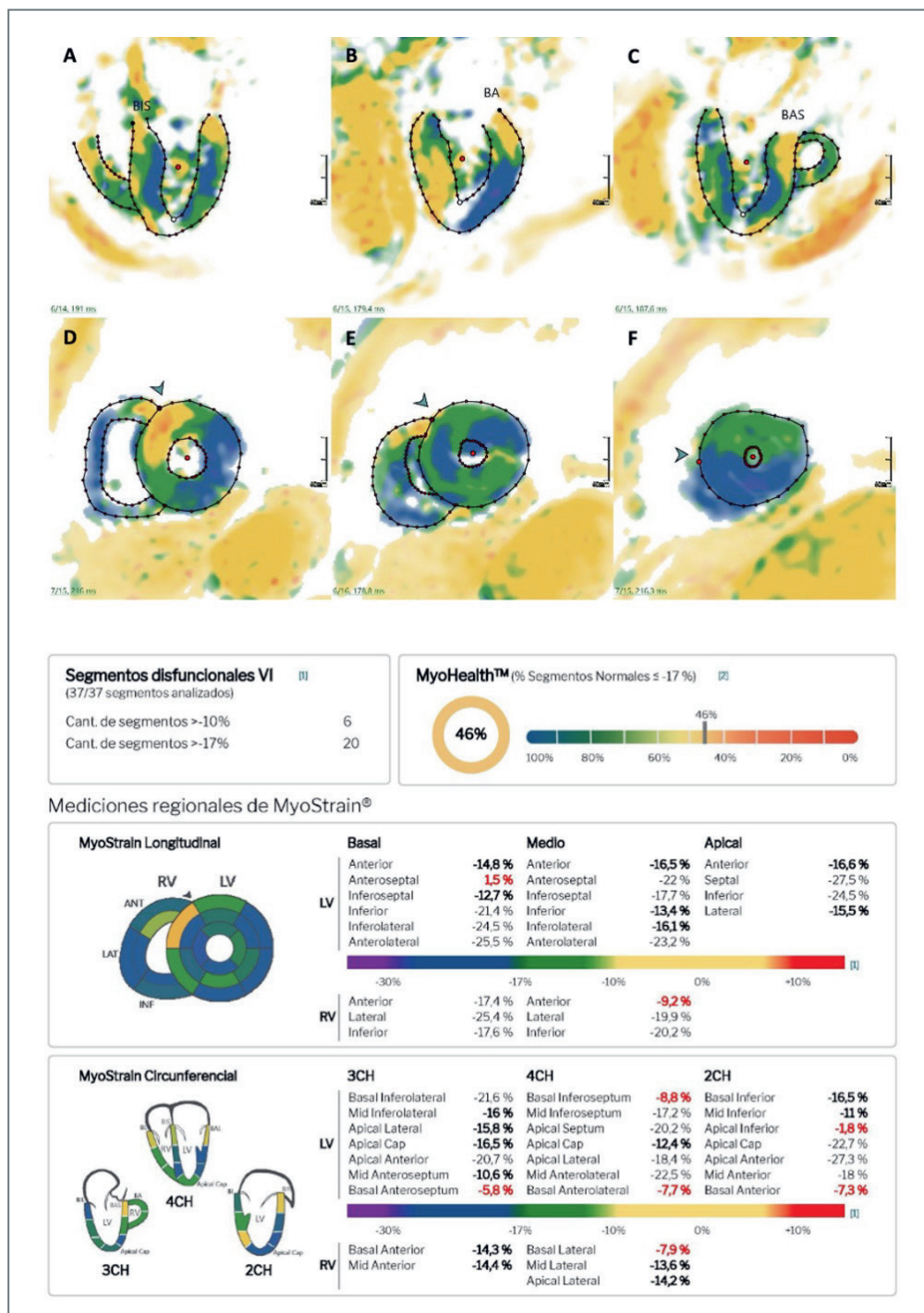


Figura 2. Imágenes de secuencias fast-SENC de resonancia magnética cardíaca.

Las imágenes pertenecen a un paciente con diagnóstico de linfoma no hodgkiniano B difuso de células grandes, estadio IV, que ha recibido tratamiento quimioterápico con antraciclinas. Presenta fracción de eyección en el límite bajo de la normalidad y, mediante técnicas de análisis de deformación miocárdica, vemos alteraciones en la deformación o strain longitudinal y circunferencial con 26 segmentos disfuncionales y 6 con disfunción grave (por debajo del 10%, en términos absolutos). Las imágenes de eje largo analizan el strain longitudinal y las imágenes de eje corto el circunferencial. A) Imagen de 4 cámaras. B) Imagen de 2 cámaras. C) Imagen de 3 cámaras. D) Imagen de eje corto (segmentos basales). E) Imagen de eje corto (segmentos medios). F) Imagen de eje corto (segmentos apicales).



E

ntrevista

“En la práctica, hay que sacar el máximo partido de cada una de las técnicas de imagen, según las características del paciente y el escenario clínico”



DRA. COVADONGA FERNÁNDEZ-GOLFÍN

Jefa de la Unidad de Imagen Cardíaca del Hospital Ramón y Cajal, Madrid.

Las técnicas de imagen cardíaca en las diferentes modalidades son desde hace años fundamentales para la toma de decisiones terapéuticas, pero ¿qué limitaciones presentan a día de hoy?

Efectivamente, las técnicas de imagen no invasiva son la piedra angular de la toma de decisiones en cardiología. Disponemos de distintas pruebas diagnósticas que se emplean de forma aislada, secuencial o de forma complementaria en los distintos pacientes y escenarios clínicos. Cada una de ellas tiene sus ventajas y sus limitaciones, que dependen no solo de la propia técnica, sino también de las características del paciente y de su patología, que pueden limitar su calidad y su rentabilidad diagnóstica. En el caso de la ecocardiografía, la técnica más ampliamente empleada y de primera línea en la evaluación del paciente cardiológico, la princi-

pal limitación es la calidad de la imagen obtenida. Es una técnica que se basa en los ultrasonidos, y las características corporales de los pacientes (obesidad, patología pulmonar, etc.) pueden afectar a las imágenes, alterando la exactitud diagnóstica. La otra gran limitación de la ecocardiografía es que es muy dependiente de la experiencia de la persona que hace e interpreta la prueba, de ahí la variabilidad que puede existir en algunas medidas y patologías concretas. Técnicas de segunda línea son la resonancia magnética cardíaca (RMC) y la tomografía computarizada (TC). En el caso de la primera, su limitación es la disponibilidad; es una prueba costosa, larga, que es mucho menos accesible que la ecocardiografía. Además, hay pacientes que, por ser claustrofóbicos, mayores, en situaciones clínicas inestables, no son capaces de completar la prueba y la calidad de

las imágenes puede verse afectada, ya que se adquieren durante apneas que debe realizar el paciente cuando se le indica. Además, en los pacientes con insuficiencia renal avanzada no se debe administrar contraste a base de gadolinio, que es esencial en la valoración de muchas de las enfermedades cardíacas mediante RMC. En cuanto a la TC, la limitación evidente es que emplea radiación ionizante y que, por tanto, es una prueba que no puede repetirse de manera frecuente y debe evitarse en determinados grupos poblacionales como los niños y los adultos jóvenes. Al igual que la RMC, emplea contraste yodado, que se debe emplear con precaución en pacientes con insuficiencia renal avanzada y en aquellos con posible alergia a este. Finalmente, la calidad de los estudios cardíacos mediante TC requiere una frecuencia cardíaca estable y lenta, que puede ser una limitación en algún subgrupo de pacientes.

En las guías clínicas se incide en la selección adecuada del método diagnóstico en función del escenario clínico y del perfil de riesgo del paciente, y en la búsqueda de la mejor rentabilidad con una sola prueba. ¿Existen en la práctica protocolos o indicaciones claras sobre cómo utilizar las pruebas de imagen disponibles?

En la práctica clínica se intenta sacar el máximo partido de cada una de las técnicas de imagen y evitar pruebas innecesarias para que realmente aporten valor en la toma de decisiones clínicas. En las guías de práctica clínica se recomiendan, de acuerdo con la patología y las características del paciente, las técnicas o la técnica de imagen más apropiadas. De igual forma, hay documentos de consenso sobre las diferentes técnicas de imagen y lo apropiado de su uso o no en las diferentes enfermedades. Aun existiendo estos documentos, en los diferentes centros, es habitual que existan protocolos y guías consensuadas y adaptadas a la realidad de cada uno de ellos que garanticen el empleo de las técnicas de imagen de la manera más segura y eficiente posible.

¿En qué patologías cardíacas cree que la incorporación de alguna nueva prueba de imagen podría representar una ayuda más relevante?

La verdad es que es difícil pensar en una única patología en la que la imagen pueda aportar información relevante. Tenemos la inmensa suerte de que disponemos de técnicas de imagen complementarias que nos permiten evaluar la anatomía y la función cardíaca de manera muy exacta. Con la TC pudimos evaluar la anatomía coronaria de manera no invasiva y la RMC nos ha permitido evaluar la presencia de fibrosis miocárdica, vía final común de muchas enfermedades y un determinante pronóstico muy importante. Por la prevalencia y causa más importante de mortalidad, tendríamos que hablar de la enfermedad coronaria y de una técnica de imagen que nos permitiera discriminar de forma exacta a los pacientes que van a sufrir un evento coronario de los que no. A pesar de los avances en la TC, en los intentos de definir cuáles son las placas coronarias vulnerables y que se asocian con eventos clínicos, estamos lejos de poder implementarlo en la práctica clínica. Parece que la inflamación sistémica puede jugar un papel, por lo que el papel de técnicas de imagen híbridas como la PET-TC es prometedor. Pero en el marco de la prevención cardiovascular y a nivel poblacional, es difícil de implementar. Más que una técnica de imagen tal vez sea la combinación de los hallazgos en las técnicas de imagen (más concretamente en la TC) con algún marcador biológico lo que nos permita poder cambiar de verdad el curso de la enfermedad, adelantarnos y evitar los eventos coronarios y sus consecuencias.

Para valorar el riesgo cardiovascular, ¿qué opina de los avances tecnológicos en ecografía carotídea 3D o la alta atenuación del tejido adiposo pericoronario como marcador pronóstico?

Son técnicas que han mostrado su utilidad en el campo de la prevención cardiovascular y en la estratificación del riesgo de nuestros pacientes. Sin embargo, a pesar de la evidencia disponible, su aplicabilidad en el ámbito poblacional creo que es limitada a día de hoy y con la tecnología disponible. Su uso en poblaciones seleccionadas de riesgo sí que puede aportar valor en la estratificación de riesgo y añade información adicional a la obtenida mediante los sistemas de estratificación de riesgo clásicos.

¿Cuáles de las nuevas técnicas de imagen considera más prometedoras para su aplicación en la práctica clínica real?

Probablemente la TC con tecnología espectral. Se trata de una tomografía multidetector, como las que llevamos empleando hace muchos años, pero con el valor añadido de ser capaz de analizar la información de acuerdo con los distintos niveles de energía de los fotones empleados en la realización de la imagen. Estos nuevos tomógrafos permiten no solo hacer los estudios cardíacos más rápido, con menos radiación y mayor calidad, llegando a pacientes en los que antes la prueba no era posible, sino que además permiten una mejor definición de los diferentes tejidos y estructuras cardíacas. Con los tomógrafos habituales, la capacidad de la tomografía en diferenciar tejidos se basaba únicamente en las unidades Hounsfield y era mucho menor que la de la RMC. Sin embargo, con la tecnología espectral y las diferentes reconstrucciones se puede hacer una mejor caracterización de los diferentes tejidos y, de alguna forma, acercarse al estudio del miocardio como lo hace la resonancia con aceptables niveles de radiación ionizante. Tiene la ventaja de que son estudios muy rápidos, ideales para pacientes inestables, ancianos o frágiles con comorbilidades, en los que a veces la RM con tiempos de exploración más largos no son una opción viable.

¿Cree que el uso de la inteligencia artificial será cada vez más imprescindible para una valoración integral de los datos obtenidos en el estudio del paciente con una patología cardíaca?

Totalmente. Las técnicas de imagen han avanzado de manera exponencial en los últimos años, su empleo es cada vez mayor con adquisiciones más cortas y con más información disponible para analizar e interpretar. La limitación no es tanto de la técnica, sino de nuestra capaci-

dad para manejar toda esa información e interpretar los resultados de las pruebas de manera eficiente y en tiempo razonable. De ahí que en los próximos años, muy probablemente, el análisis e interpretación inicial de las imágenes se realizará de forma automática con ayuda de inteligencia artificial, para que posteriormente lo valide el médico. Este flujo de trabajo permitirá un mayor acceso de nuestros pacientes a las diferentes técnicas de imagen y, por tanto, a un mejor conocimiento y manejo de su patología.

La incorporación de nuevas pruebas de imagen ¿lleva a un exceso de peticiones? Si es así, ¿exige esto un esfuerzo de gestión para adecuar las peticiones a las necesidades reales de los pacientes?

En algunos aspectos esto es así, aunque pienso que es un efecto transitorio, que termina por autorregularse. Sin embargo, cuando se implementa una nueva técnica sí que es importante definir muy bien los pacientes y las patologías que se benefician de ella, especialmente al principio, cuando los médicos que la solicitan pueden no estar tan familiarizados con ella. De todas formas, tampoco es raro, y de hecho ocurre, que en algunos casos las indicaciones de una técnica puedan cambiar o expandirse, fruto no solo del desarrollo tecnológico sino también de la experiencia de los médicos que la realizan e interpretan. En cualquier caso, también es importante adecuar las peticiones a los diferentes entornos sanitarios, y en un entorno con una oferta limitada y una gran demanda hay que asegurarse de garantizar la eficiencia y evitar las pruebas que no aporten valor al proceso diagnóstico y terapéutico del paciente. Esta aproximación exige efectivamente un gran esfuerzo de gestión que debe centrarse en la “formación” y “concienciación” de los médicos que las solicitan, para adecuarse a las indicaciones pactadas y consensuadas.



Potencia **EXTRA** contra el colesterol¹

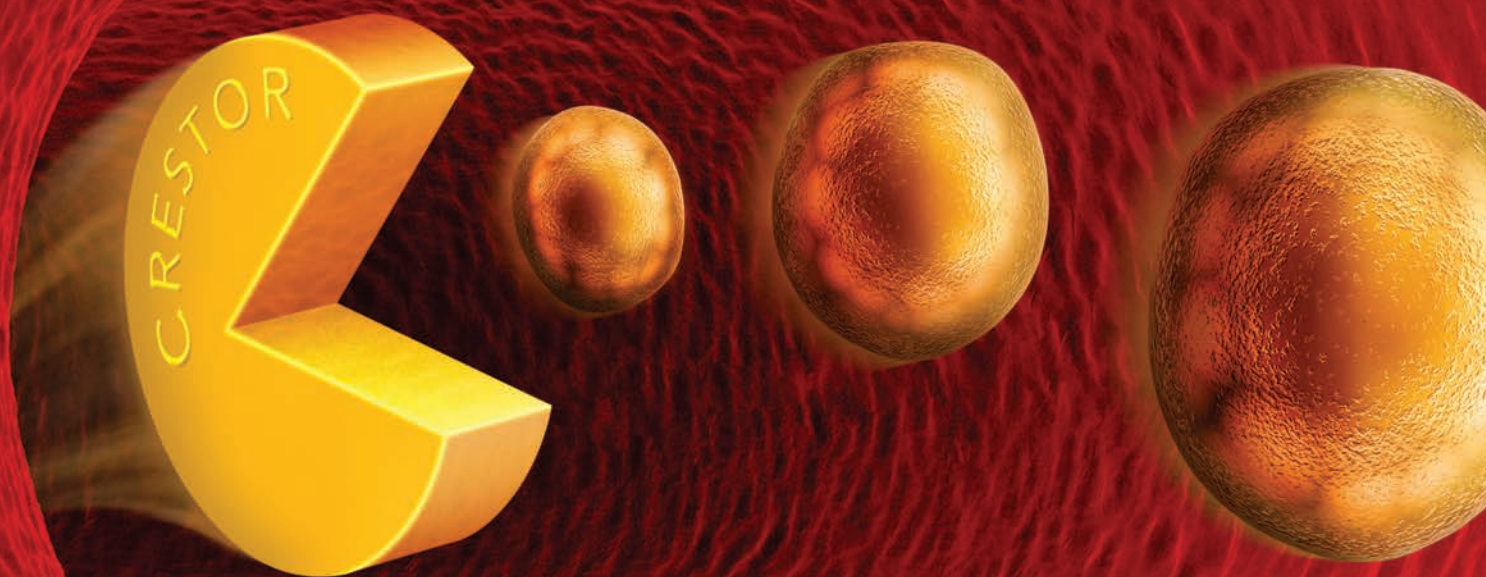
Alcanza los objetivos de c-LDL² al menor precio^{*,3}

^{*}Comparado con el tratamiento combinado de atorvastatina + ezetimiba.

Referencias: **1.** Kim KJ, Kim SH, Yoon YW, et al. Effect of fixed-dose combinations of ezetimibe plus rosuvastatin in patients with primary hypercholesterolemia: MRS-ROZE (Multicenter Randomized Study of ROsuvastatin and eZetimibe). Cardiovasc Ther. 2016;34(5):371-82. **2.** Mach F, Baigent C, Catapano AL, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. Eur Heart J. 2019. **3.** Fácila Rubio L, Pintó Sala X, Cinza Sanjurjo S, et al. Herramienta para la selección de la estatina más eficiente en pacientes con riesgo cardiovascular moderado, alto, muy alto o extremo en España. Revista Española de Economía de la Salud. 2019;14(3):606-17.



Consulta la Ficha Técnica de Ateroger®. Medicamento sujeto a prescripción médica. Especialidad reembolsable por el SNS. Aportación reducida únicamente para los pacientes con hipercolesterolemia familiar heterocigota. Ateroger® 10 mg/10 mg, envase de 30 comprimidos, PVP IVA: 15,92 €, CN: 724254. Ateroger® 20 mg/10 mg, envase de 30 comprimidos, PVP IVA: 18,44 €, CN: 724258.



Consulta la Ficha Técnica de Crestor[®]. Medicamento sujeto a prescripción médica. Especialidad reembolsable por el SNS con aportación normal. Crestor[®] 5 mg, envase de 28 comprimidos, PVP IVA: 4,92 €, CN: 661858. Crestor[®] 10 mg, envase de 28 comprimidos, PVP IVA: 9,83 €, CN: 661872. Crestor[®] 20 mg, envase de 28 comprimidos, PVP IVA: 19,67 €, CN: 661873.