

REC: CardioClinics

www.reccardioclinics.org

Temas de actualidad

Selección de lo mejor del año 2021 en imagen cardiaca



Laura Galian-Gay^{a,b,*}, Manuel Barreiro-Pérez^c, Alberto Cecconi^{b,d}, Rocío Eiros^{b,e}, Amparo Martínez Monzonis^{b,f} y Luis Jesús Jiménez-Borreguero^{b,d}

^a Servei de Cardiologia, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona, España

^b Centro de Investigación en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

^c Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Álvaro Cunqueiro, Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IISGS), Vigo, Pontevedra, España

^d Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de La Princesa, Madrid, España

^e Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de Salamanca, Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca (IBSAL), Salamanca, España

^f Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de Santiago, Santiago de Compostela, A Coruña, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 4 de septiembre de 2021

Aceptado el 25 de octubre de 2021

On-line el 3 de diciembre de 2021

Palabras clave:

Imagen cardiaca

Enfermedad valvular

Miocardiopatías

Cardiopatía isquémica

RESUMEN

Los avances en el campo de la imagen cardiovascular han seguido aumentando de forma exponencial en este último año. En el campo de la enfermedad valvular, los estudios se dirigen a profundizar en la fisiopatología de la enfermedad y a buscar nuevos marcadores de riesgo para optimizar el tratamiento de la estenosis aórtica. En el campo del intervencionismo, los estudios se centran en mejorar la definición de la población diana con insuficiencia mitral y tricuspídea para obtener resultados más óptimos. En el ámbito de las miocardiopatías, la cardiorensonancia magnética muestra un abanico amplio de posibilidades para estratificar el riesgo en la miocardiopatía amiloidótica y la enfermedad de Fabry y en la cardiopatía isquémica la tomografía computarizada avanza positivamente para el diagnóstico y la estratificación de riesgo en estos pacientes.

© 2021 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Selection of the best of 2021 in cardiac imaging

ABSTRACT

Advances in the field of cardiovascular imaging continued to increase exponentially in the last year. In the field of valve disease, the studies are aimed to improve the knowledge of the aortic stenosis pathophysiology and searching for new risk predictors to optimize the treatment of the disease. In the field of interventionism, studies are focused on improving the definition of the target population with mitral and tricuspid regurgitation to obtain more

Keywords:

Cardiac imaging

Valve heart disease

Cardiomyopathy

Ischemic heart disease

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lauragaliangay@gmail.com (L. Galian-Gay).

<https://doi.org/10.1016/j.rccl.2021.10.007>

2605-1532/© 2021 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

optimal results. In the field of cardiomyopathies, magnetic resonance imaging shows a wide range of possibilities to stratify risk in amyloid cardiomyopathy and Fabry disease and in ischemic heart disease, computed tomography improves positively for the diagnosis and risk stratification in these population.

© 2021 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

La imagen cardíaca es probablemente la subespecialidad dentro de la cardiología que progresa más rápidamente, gracias al desarrollo tecnológico exponencial de los equipos y software específicos que permiten un análisis avanzado tanto morfológico como funcional del sistema cardiovascular. Esto avanza de la mano de la mejoría en las indicaciones de tratamiento y prevención en las miocardiopatías, la enfermedad valvular, la cardiopatía isquémica y las arritmias. A continuación se resumen las principales novedades del último año en imagen cardíaca y distintas áreas de la cardiología.

Cardiopatía valvular e intervencionismo estructural

En el campo de la enfermedad valvular, la gran aportación viene de los estudios realizados en pacientes con estenosis aórtica (EAO) que tienen como objetivo valorar la utilidad del estudio no invasivo de la fibrosis miocárdica, un marcador de riesgo que gana evidencia a lo largo de los años. Un reciente estudio prospectivo que incluyó a 100 pacientes con EAO grave sometidos a implante valvular aórtico transcáteter (TAVI) con toma de biopsias endomiocárdicas durante el implante valoró los resultados en función del grado de fibrosis en la muestra histológica (% de área fibrótica respecto al total de la muestra) y determinó que la presencia de un grado importante de fibrosis ($> 11\%$) fue un predictor independiente de mortalidad cardiovascular¹. Los pacientes con mayor grado de fibrosis tenían peor función sistólica del ventrículo izquierdo, mayor remodelado patológico y peor estado clínico. Asimismo, el grado de fibrosis se asoció a un retraso en la normalización de la geometría ventricular y de la función sistólica tras el TAVI, ocurriendo la mayoría de las muertes de causa cardiovascular en pacientes con un alto grado de fibrosis miocárdica. Sin duda, la cardiorresonancia magnética (CRM) es la técnica de elección para la detección y cuantificación no invasiva de la fibrosis miocárdica y aporta evidencia al conocimiento fisiopatológico de la enfermedad valvular, especialmente en el campo de la EAO. Un estudio reciente demostró que la fibrosis miocárdica difusa evaluada mediante el tiempo T1 nativo disminuye al año tras el recambio valvular aórtico en los pacientes con EAO grave y esto se asocia a una regresión en la masa miocárdica que se traduce en una mejoría de la función sistólica y pronóstico en estos pacientes². Además, la fibrosis miocárdica focal valorada mediante realce tardío con gadolinio aparece como un potente predictor de mortalidad en los pacientes con EAO grave según un reciente metanálisis³ y podría constituirse como un nuevo marcador de estratificación de riesgo en esta población. Pese a no utilizarse de forma rutinaria en el seguimiento de los pacientes

con EAO en la práctica clínica diaria, el análisis de la fibrosis miocárdica con CRM podría aparecer como un biomarcador de ayuda en casos complejos o en presencia de sintomatología dudosa. Estudios que actualmente están en marcha como el EVOLVED son necesarios para determinar si la intervención precoz guiada por CRM implicará una mejoría en el pronóstico de esta población⁴. También en el campo de la EAO sigue evidenciándose la complejidad de la cuantificación de la gravedad de esta valvulopatía mediante ecocardiografía y así lo recalca un artículo reciente sobre 916 pacientes con EAO valorados mediante ecocardiografía que confirmó la aparición de discrepancias en la evaluación de la gravedad de la estenosis en un 19% de la población, siendo estas discrepancias mayores en los pacientes con bajo flujo (40%)⁵. Así mismo, como ya se había publicado previamente, concluyeron que un valor de AVA de 1 cm^2 correspondería a un gradiente medio de 32 mmHg y un gradiente medio de 40 mmHg correspondería a un AVA de 0,8. El despistaje de amiloidosis cardíaca (AC) se hace cada vez con más frecuencia en los pacientes con EAO grave y el diagnóstico de estas 2 entidades convivientes va en aumento. Aun así, un estudio reciente detectó que esta asociación únicamente se producía en el 13% de los pacientes referidos a TAVI, mostrando datos actuales un beneficio similar del recambio valvular en pacientes con EAO grave con y sin amiloidosis⁶.

En el campo del intervencionismo, el TAVI crece de forma lineal en los últimos años en todos los rangos de edad⁷. La preferencia del tratamiento percutáneo frente al quirúrgico va en aumento y probablemente siga así con los resultados de un reciente metanálisis de 3 ensayos clínicos aleatorizados que compararon TAVI y recambio valvular quirúrgico en pacientes de bajo riesgo, en el que se objetivó que el TAVI se asociaba a una baja mortalidad global y cardiovascular, menor aparición de fibrilación auricular, hemorragia grave o insuficiencia renal aguda pero mayor incidencia de fugas paravalvulares significativas e implante de marcapasos⁸.

En el campo de la reparación mitral percutánea para la insuficiencia mitral secundaria se reafirma el concepto de la insuficiencia mitral proporcionada y desproporcionada en pacientes con fracción de eyección gravemente reducida⁹. La insuficiencia mitral secundaria desproporcionada mostraría mayor orificio regurgitante efectivo, jets más excéntricos y ventrículos menos dilatados y se beneficiarían más del tratamiento percutáneo, en cambio, en los pacientes con insuficiencia mitral proporcionada, se verían regurgitaciones menos graves, jets más centrales y ventrículos más disfuncionantes, beneficiándose menos de este tipo de tratamiento. El punto de corte para discriminar estas 2 entidades sería un ratio orificio regurgitante/volumen telediastólico mayor o menor de 0,13-0,14 mm²/ml. Aun así, la comunidad científica

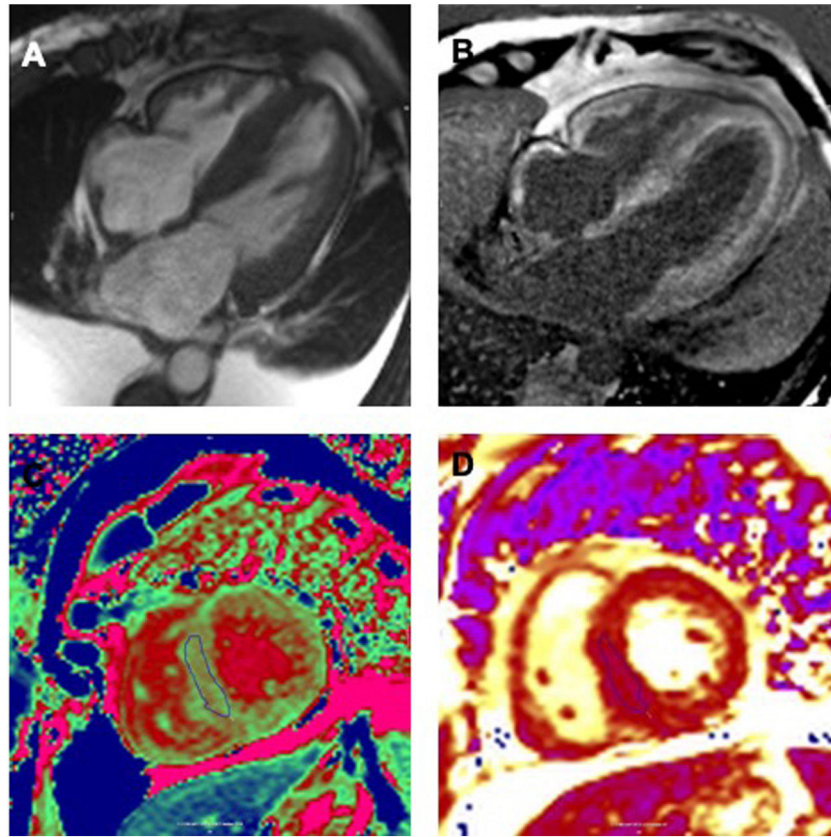


Figura 1 – Amiloidosis cardíaca. A) Secuencia cine en 4 cámaras donde se objetiva hipertrofia biventricular, dilatación biauricular y engrosamiento de septo interauricular junto con derrame pleural bilateral. B) Secuencia de realce tardío. Se objetiva realce subendocárdico de forma global en ambos ventrículos y biauricular. C) Secuencia de mapeo T1 nativo. Valor en septo interventricular medio de 1.219 ms (valores normales 932-1.053 ms). D) Secuencia de mapeo T2. Valor en septo interventricular medio de 47 ms (valores normales 44-57 ms).

queda a la espera de los resultados a 5 años de los 2 primeros estudios que evaluaron la respuesta clínica de la reparación mitral percutánea y los resultados de nuevos ensayos clínicos que aporten evidencia del beneficio de esta técnica en un futuro próximo.

El tratamiento percutáneo de la insuficiencia tricuspídea avanza más lentamente probablemente en relación con su complejidad para ser visualizada mediante la ecocardiografía transesofágica y al hecho de utilizar dispositivos específicamente creados para la válvula mitral, aunque el registro TriValve, que incluyó a 472 pacientes con insuficiencia tricuspídea secundaria con distintas técnicas transcáteter mostró una mayor supervivencia y una menor tasa de rehospitalización en los pacientes tratados de forma percutánea¹⁰.

Miocardiopatías

En el campo de las miocardiopatías ha habido múltiples avances. En relación con la enfermedad de Fabry, destaca un estudio que demuestra que en los pacientes que presentan escara, esta presenta una elevación de T2 local asociada con elevación crónica de troponina¹¹. Así mismo, estos pacientes presentan una elevación difusa de T2, relacionándose ambos hechos con cambios tanto en el ECG como en el

strain ventricular y empeoramiento clínico en un año. Se propone la existencia de una fase incipiente de afectación cardíaca caracterizada por sutiles alteraciones en la función microvascular (estudiada mediante secuencias de estrés-mapeo mediante CRM), alteraciones en la función ventricular detectada mediante strain (mediante CRM) y alteraciones de despolarización auricular y repolarización ventricular detectadas mediante ECG¹². En cuanto a la AC, los progresos en relación con su diagnóstico mediante técnicas de imagen son múltiples y destaca el estudio del papel de la CRM sin contraste para su diagnóstico. En este sentido, disponemos de datos del primer estudio prospectivo que analiza la utilidad diagnóstica del T1 nativo en pacientes con sospecha de AC¹³. Un T1 nativo <1,036 ms se asoció con un valor predictivo negativo del 98% para AC, mientras que un T1 nativo >1.164 ms se asoció con un valor predictivo positivo del 98%. Los autores proponen el uso de esos puntos de corte de T1 nativo para excluir o confirmar AC y restringir el uso de contraste a pacientes con probabilidad intermedia (T1 nativo entre 1.036 y 1.164 ms). Un estudio posterior propone una escala para la detección de AC basado en la medición del grosor del tabique interventricular, el E/e; el desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE), strain ventricular y el ratio sistólico ápex/base en pacientes con amiloidosis sistémica por cadenas ligeras o pacientes con fenotipo hipertrófico (fig. 1)¹⁴. Se publica un estudio sobre la

cuantificación de tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT/TC) en difosfono-1,2-propanodicarboxílico que puede ayudar al diagnóstico de AC y ofrecer información sobre la respuesta al tratamiento¹⁵. En relación con la evaluación del tratamiento en estos pacientes, un estudio objetivó la reducción del volumen extracelular mediante CRM reflejando una regresión de amiloidosis por transtirretina en pacientes tratados con patisirán¹⁶. En relación con la sarcoidosis cardíaca aparecen datos sobre la importancia de la disfunción del ventrículo derecho que se asocia de manera independiente a cualquier causa de muerte, mientras que la presencia de realce tardío en el ventrículo derecho se asocia de manera independiente a la muerte cardíaca o la presencia de arritmias ventriculares¹⁷.

En el campo de la miocardiopatía hipertrófica destaca la introducción del aprendizaje automático, o *machine learning*, en la medición del tabique interventricular, tan importante para el diagnóstico y pronóstico de estos pacientes¹⁸. La estratificación del riesgo de muerte súbita en los pacientes con miocardiopatía hipertrófica es un desafío clínico en el cual la imagen cardíaca está desarrollando un papel cada vez más relevante. En 2020 se publicaron las guías estadounidenses para el diagnóstico y tratamiento de pacientes con esta enfermedad. En estas guías, por un lado se remarca el valor pronóstico de factores de riesgo clásicos como la hipertrofia ventricular masiva (> 30 mm) y la presencia de aneurisma apical, y, por otro lado, se incluye por primera vez la extensión del realce tardío de gadolinio (> 15% de la masa miocárdica) como marcador pronóstico de cara a apoyar el implante de un desfibrilador automático implantable (DAI) en prevención primaria de muerte súbita (fig. 2)¹⁹.

Por otra parte, la extensión del realce tardío por sí sola no tiene en cuenta la heterogeneidad de la escara, que puede ser expresión de las áreas de baja conducción características del sustrato arritmico. En este sentido, se ha explorado el valor pronóstico de la heterogeneidad de la escara miocárdica en 183 pacientes con miocardiopatía hipertrófica y bajo-moderado riesgo de muerte súbita (< 6% en 5 años según la escala de riesgo de la Sociedad Europea de Cardiología). En concreto, de cada paciente se analizaron los mapas de dispersión obtenidos aplicando un análisis de textura a las imágenes de realce tardío de gadolinio. De todas las variables clínicas y morfológicas analizadas, la alta dispersión global de la escara fue el único marcador pronóstico independiente de eventos arritmicos. Además, comparado con la extensión del realce tardío de gadolinio, la dispersión permitió una reclasificación del riesgo de eventos arritmicos²⁰. Estos prometedores resultados apoyan nuevas aplicaciones de la CRM para la estratificación del riesgo de muerte súbita en estos pacientes.

El conocimiento de la miocardiopatía arritmogénica avanza progresivamente, destaca un interesante estudio en el que los autores proponen un algoritmo para la decisión de implantación de un dispositivo automático implantable según los hallazgos en la CRM²¹. Los resultados de este estudio mostraron un pronóstico distinto para diferentes presentaciones de CMR. En pacientes con CRM negativa, el pronóstico era bueno y no recomendaba DAI. En el caso de afectación del VI, el riesgo observado con una nueva escala con base clínica a 5 años²² fue siempre > 15%, por lo que se recomendaba DAI. En pacientes con afectación solitaria el VD precisaría de la aplicación de la escala clínica de riesgo de riesgo a 5 años²² para establecer la indicación de DAI.

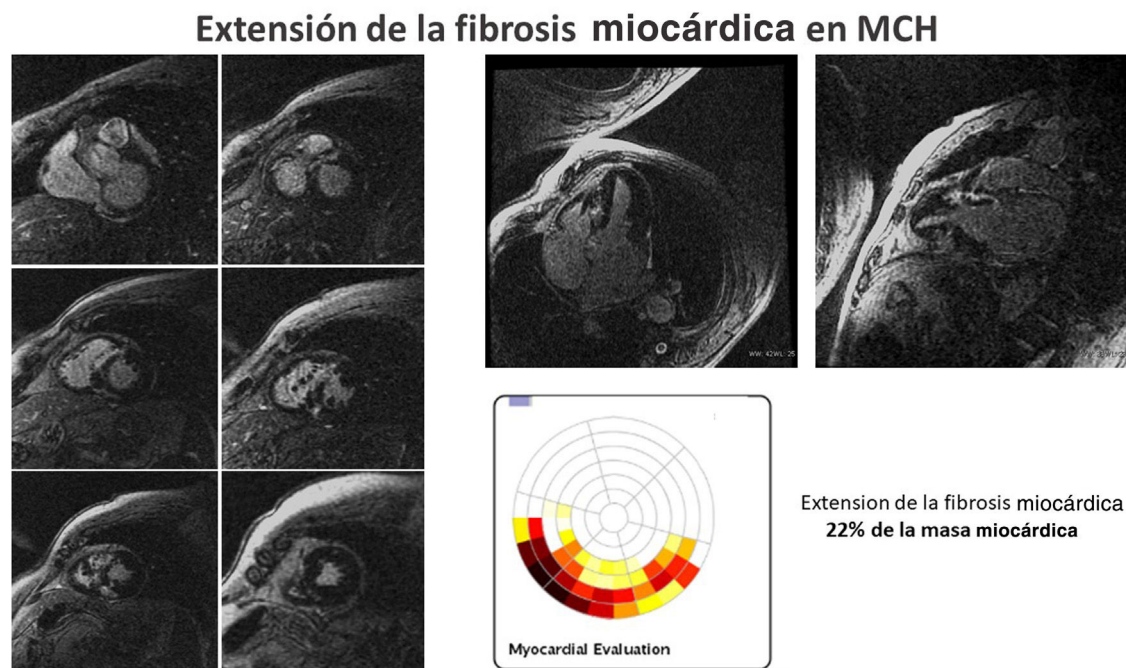


Figura 2 – Realce tardío de gadolinio en un paciente con miocardiopatía hipertrófica. Se observa una extensa fibrosis miocárdica que se cuantifica del 22% con respecto a la masa miocárdica. Este hallazgo conlleva un alto riesgo arritmico y apoya la indicación de implante de un desfibrilador automático implantable en prevención primaria.

Cardiopatía isquémica

El campo de la valoración no invasiva de la cardiopatía isquémica ha visto importantes avances en el último año. Lo más relevante fue la publicación del estudio ISCHEMIA que valoró el beneficio de una estrategia invasiva precoz o tratamiento médico más invasivo en caso necesario y demostró ausencia de diferencias significativas entre ambos grupos de tratamiento, si bien los pacientes asignados a tratamiento invasivo presentaron una mayor reducción en el grado de angina²³. El estudio ISCHEMIA-CKD aleatorizó a 777 pacientes con un filtrado glomerular <30 ml/min con un diseño similar, salvo la no realización de TC previo a la inclusión; sin diferencias entre ambos grupos de tratamiento tras 2,2 años de seguimiento, salvo una mayor incidencia de accidente cerebrovascular, muerte e inicio de diálisis en el tratamiento invasivo²⁴. Entre los pacientes listados para trasplante renal, la estrategia invasiva previa al trasplante tampoco mostró beneficio²⁵. Tras estas publicaciones, la TC de arterias coronarias se refuerza como herramienta de primera línea, y se ha comunicado una concordancia diagnóstica con coronariografía invasiva para descartar enfermedad coronaria proximal en esta población del 97,1%²⁶. El papel y posición de las pruebas de isquemia ha sido ampliamente debatido y ha justificado la publicación de un análisis conjunto entre las principales sociedades científicas, de recomendada lectura²⁷. En el escenario de la cardiopatía isquémica aguda, se ha comunicado cómo el TC-coronarias permite descartar enfermedad coronaria obstructiva en el 26% de una población con IAMSEST (estudio VEREDICT) con un valor predictivo negativo del 91%, y plantea una alternativa diagnóstica en pacientes seleccionados²⁸.

En el ámbito de la cardiopatía isquémica y la CRM se han publicado, entre otros, el análisis de la rentabilidad diagnóstica de la CRM-estrés realizada un mes tras IAMCEST en enfermedad coronaria multivaso y revascularización incompleta, sin encontrarse diferencias entre la valoración visual, cuantitativa o semicuantitativa de la perfusión de primer paso²⁹; punto contrastado por el reporte de un mayor valor predictivo pronóstico en la perfusión cuantitativa basado en inteligencia artificial³⁰; el estudio para la aprobación en el mercado norteamericano del gadobutrol³¹; o la publicación del seguimiento a 5 años del estudio METOCARD, en el que el valor del strain global longitudinal valorado mediante *feature-tracking* a la semana tras el infarto resultó ser un factor pronóstico añadido a los parámetros habituales de la CRM³². Como curiosidad, citamos la descripción de la utilidad de la sonotrombolisis realizada con sondas transtorácicas de alta frecuencia y medio de contraste ecográfico, en el contexto del infarto agudo de miocardio como herramienta para reducir la obstrucción microvascular y mejorar la mecánica y remodelado ventricular tras la revascularización³³.

Riesgo cardiovascular y arritmias

La puntuación de calcio coronario es un reconocido marcador de riesgo cardiovascular. Su utilidad se basa en el hecho de que el calcio coronario, fácilmente medible por TC, representa una

estimación de la carga de placa subyacente. Sin embargo, dentro de las tipologías de placa, la placa de baja atenuación (< 30 UH) presenta una mayor propensión a desestabilizarse que la placa calcificada. Por esta razón, los investigadores del ensayo clínico SCOT-HEART exploraron la utilidad de la carga de placa coronaria de baja atenuación como predictor de eventos clínicos. Para ello, se analizaron 1.769 pacientes con dolor torácico sometidos a TC cardíaco y se realizó un seguimiento medio de 4,7 años. La carga de placa de baja atenuación resultó ser el predictor de infarto de miocardio más potente, superior a la puntuación de riesgo clínico, de la puntuación de calcio coronario y de la presencia de estenosis graves³⁴. La difusión de esta técnica podría tener gran impacto en la estratificación del riesgo cardiovascular, mejorando la identificación de los pacientes de alto riesgo. Además, considerando que la placa calcificada puede estar poco presente en la enfermedad aterosclerótica de los pacientes más jóvenes, la carga de placa de baja atenuación podría desempeñar un papel de gran utilidad en esta población.

El uso del ácido acetilsalicílico (AAS) en prevención primaria es controvertido. Recientemente, las guías norteamericanas rebajaron su indicación a un nivel de recomendación IIb (previamente nivel I) para pacientes entre 40 y 70 años con un alto riesgo cardiovascular y un bajo riesgo de sangrado. Los investigadores del estudio MESA exploraron si la cuantificación de la puntuación de calcio coronario pudiera guiar la pauta de AAS en prevención primaria. La detección de una puntuación de calcio ≥ 100 y, en particular, ≥ 400 identificó a pacientes cuyo balance entre beneficio clínico y riesgo de sangrado por AAS era favorable. No obstante, en pacientes de bajo riesgo clínico, como fueron la mayoría de los pacientes del estudio, el número de pacientes que sería necesario tratar a 5 años para evitar un evento clínico con aspirina fue relativamente alto (97 pacientes en individuos con una puntuación de calcio ≥ 400). El mayor impacto clínico del estudio fue la selección de pacientes en quienes se debería evitar la pauta de AAS como prevención primaria. En concreto, la detección de una puntuación de calcio de 0 identificó claramente a pacientes con un balance desfavorable entre beneficio clínico y riesgo de sangrado³⁵. Además, disponemos de los primeros resultados preliminares del ensayo clínico ROBINSICA. Un total de 28.928 participantes asintomáticos fueron aleatorizados en 2 técnicas diferentes de cribado del riesgo cardiovascular: la escala SCORE modificada y la puntuación de calcio coronario. Pendientes de terminar el seguimiento de los pacientes para evaluar su efectividad clínica, los investigadores han publicado los datos sobre el inicio de medicación preventiva en base al cribado realizado. En concreto, la valoración mediante puntuación de calcio identificó un mayor número de pacientes de bajo riesgo respecto a la escala de riesgo clínico, lo cual se tradujo en una menor pauta de medicación como prevención primaria³⁶.

Financiación

Sin financiación.

Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron por igual a la elaboración del artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Puls M, Beuthner BE, Topci R, et al. Impact of myocardial fibrosis on left ventricular remodelling, recovery, and outcome after transcatheter aortic valve implantation in different haemodynamic subtypes of severe aortic stenosis. *Eur Heart J*. 2020;41:1903–1914.
2. Hwang IC, Kim HK, Park JB, et al. Aortic valve replacement-induced changes in native T1 are related to prognosis in severe aortic stenosis: T1 mapping cardiac magnetic resonance imaging study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21:653–663.
3. Papanastasiou CA, Kokkinidis DG, Kampaktsis PN, et al. The Prognostic Role of Late Gadolinium Enhancement in Aortic Stenosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:385–392.
4. Bing R, Everett RJ, Tuck C, et al. Rationale and design of the randomized, controlled Early Valve Replacement Guided by Biomarkers of Left Ventricular Decompensation in Asymptomatic Patients with Severe Aortic Stenosis (EVOLVED) trial. *Am Heart J*. 2019;212:91–100.
5. Kebed K, Sun D, Addetia K, Mor-Avi V, Markuzon N, Lang RM. Progression of aortic stenosis and echocardiographic criteria for its severity. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21:737–743.
6. Scully PR, Patel KP, Treibel TA, et al. Prevalence and outcome of dual aortic stenosis and cardiac amyloid pathology in patients referred for transcatheter aortic valve implantation. *Eur Heart J*. 2020;41:2759–2767.
7. Alkhouli M, Alqahtani F, Ziada KM, Aljohani S, Holmes DR, Mathew V. Contemporary trends in the management of aortic stenosis in the USA. *Eur Heart J*. 2020;41:921–928.
8. Kolte D, Vlahakes GJ, Palacios IF, et al. Transcatheter versus surgical aortic valve replacement in low-risk patients. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74:1532–1540.
9. Packer M, Grayburn PA. New evidence supporting a novel conceptual framework for distinguishing proportionate and disproportionate functional mitral regurgitation. *JAMA Cardiol*. 2020;5:469–475.
10. Taramass M, Benfari G, Van der Bijl P, et al. Transcatheter Versus Medical Treatment of Patients With Symptomatic Severe Tricuspid Regurgitation. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74:2998–3008.
11. Augusto JB, Nordin S, Vijapurapu R, et al. Myocardial Edema, Myocyte Injury, and Disease Severity in Fabry Disease. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2020, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.119.010171>.
12. Augusto JB, Johner N, Shah D, et al. The myocardial phenotype of Fabry disease pre-hypertrophy and pre-detectable storage. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;22:790–799.
13. Baggiano A, Boldrini M, Martínez-Naharro A, et al. Noncontrast Magnetic Resonance for the Diagnosis of Cardiac Amyloidosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:69–80.
14. Boldrini M, Cappelli F, Chacko L, et al. Multiparametric Echocardiography Scores for the Diagnosis of Cardiac Amyloidosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:909–920.
15. Scully PR, Morris E, Patel KP, Treibel TA, Burniston M, Klotz E, et al. DPD Quantification in Cardiac Amyloidosis: A Novel Imaging Biomarker. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:1353–1363.
16. Fontana A, Martínez-Naharro A, Chacko L, et al. Reduction in CMR Derived Extracellular Volume With Patisiran Indicates Cardiac Amyloid Regression. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021;14:189–199.
17. Velangi PS, Chen KA, Kazmirczak F, et al. Right ventricular abnormalities on cardiovascular magnetic resonance imaging in patients with sarcoidosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:1395–1405.
18. Augusto JB, Davies RH, Bhuvana AN, et al. Diagnosis and risk stratification in hypertrophic cardiomyopathy using machine learning wall thickness measurement: a comparison with human test-retest performance. *Lancet Digit Health*. 2021;3:e20–e28.
19. Members WC, Ommen SR, Mital S, et al. 2020 AHA/ACC Guideline for the Diagnosis and Treatment of Patients With Hypertrophic Cardiomyopathy. *Circulation*. 2020;142:558–631.
20. Aquaro GD, Grigoratos C, Bracco A, et al. Late Gadolinium Enhancement-Dispersion Mapping: A New Magnetic Resonance Imaging Technique to Assess Prognosis in Patients With Hypertrophic Cardiomyopathy and Low-Intermediate 5-Year Risk of Sudden Death. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2020, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.120.010489>.
21. Aquaro GD, de Luca A, Cappelletto C, et al. Prognostic Value of Magnetic Resonance Phenotype in Patients With Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75:2753–2765.
22. Cadrin-Tourigny J, Bosman LP, Nozza A, et al. A new prediction model for ventricular arrhythmias in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Eur Heart J*. 2019;40:1850–1858.
23. Martínez-Monzónis A, Barreiro-Pérez M, Li C-I, et al. Selección de lo mejor del año 2020 en imagen cardiovascular. *REC CardioClinics*. 2021;56:59–65.
24. Bangalore S, Maron DJ, O'Brien SM, et al. Management of Coronary Disease in Patients with Advanced Kidney Disease. *N Engl J Med*. 2020;382:1608–1618.
25. Herzog CA, Simegn MA, Xu Y, et al. Kidney Transplant List Status and Outcomes in the ISCHEMIA-CKD Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78:348–361.
26. Mancini GBJ, Leipsic J, Budoff MJ, et al. CT Angiography Followed by Invasive Angiography in Patients With Moderate or Severe Ischemia-Insights From the ISCHEMIA Trial. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021;14:1384–1393.
27. Shaw L, Kwong RY, Nagel E, et al. Cardiac Imaging in the Post-ISCHEMIA Trial Era: A Multisociety Viewpoint. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:1815–1833.
28. Linde JJ, Kelbæk H, Hansen TF, et al. Coronary CT Angiography in Patients With Non-ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndrome. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75:453–463.
29. Everaars H, Van der Hoeven NW, Janssens GN, et al. Cardiac magnetic resonance for evaluating nonculprit lesions after myocardial infarction: comparison with fractional flow reserve. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:715–728.
30. Knott KD, Seraphim A, Augusto JB, et al. The prognostic significance of quantitative myocardial perfusion: An artificial intelligence-based approach using perfusion mapping. *Circulation*. 2020;141:1282–1291.
31. Arai EA, Schulz-Menger J, Berman D, et al. Gadobutrol-enhanced cardiac magnetic resonance imaging for detection of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76:1536–1547.

32. Podlesnikar T, Pizarro G, Fernández-Jiménez R, et al. Five-Year Outcomes and Prognostic Value of Feature-Tracking Cardiovascular Magnetic Resonance in Patients Receiving Early Prereperfusion Metoprolol in Acute Myocardial Infarction. *Am J Cardiol.* 2020;133:39–47.
33. Aguiar MOD, Tavares BG, Tsutsui JM, et al. Sonothrombolysis improves myocardial dynamics and microvascular obstruction preventing left ventricular remodeling in patients with st elevation myocardial infarction. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2020, <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.119.009536>.
34. Williams MC, Kwiecinski J, Doris M, et al. Low-attenuation noncalcified plaque on coronary computed tomography angiography predicts myocardial infarction. *Circulation.* 2020;1452–1462.
35. Cainzos-Achirica M, Miedema MD, McEvoy JW, et al. Coronary artery calcium for personalized allocation of aspirin in primary prevention of cardiovascular disease in 2019. *Circulation.* 2020;141:1541–1553.
36. Van der Aalst CM, Denissen SJAM, Vonder M, et al. Screening for cardiovascular disease risk using traditional risk factor assessment or coronary artery calcium scoring: the ROBINSICA trial. *Eur Hear J Cardiovasc Imaging.* 2020;21:1216–1224.