

REC: CardioClinics

www.reccardioclinics.org

Temas de actualidad

Selección de lo mejor del año 2022 en imagen cardiaca



Carmen Jiménez López-Guarch^{a,b,*}, Manuel Barreiro-Pérez^{b,c}, Alberto Cecconi^d, Covadonga Fernández-Golfín^{b,e}, Laura Galián-Gay^{b,f}, Amparo Martínez-Monzonis^{b,g} y Luis Jesús Jiménez-Borreguero^{b,d}

^a Servicio de Cardiología, Hospital Universitario 12 de Octubre, Instituto de Investigación Sanitaria Hospital 12 de Octubre (imas12), Madrid, España

^b Centro de Investigación Biomédica en Red 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 Ramón y Cajal, Madrid, España

^f Servicio de Cardiología, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Vall d'Hebron Institut de Recerca (VHIR), Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

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

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 2 de septiembre de 2022

Aceptado el 27 de septiembre de 2022

On-line el 5 de noviembre de 2022

Palabras clave:

Ecocardiografía

Resonancia magnética cardiaca

Tomografía computarizada cardiaca

Imagen cardiaca

Cardiopatía isquémica

Valvulopatías

RESUMEN

Este artículo de revisión pretende resumir el papel de la imagen cardiaca en cuanto a los avances técnicos y de conocimiento más relevantes publicados en el último año. Aunque la imagen cardiaca sigue ocupando un lugar destacado en el diagnóstico y en la detección de complicaciones de la afectación cardiaca por la infección por coronavirus, otros temas candentes están claramente de actualidad. Entre lo más relevante cabe destacar la confirmación de la utilidad pronóstica de parámetros obtenidos mediante técnicas de imagen avanzada en el campo de las valvulopatías, prevención cardiovascular o cardio-oncología, el papel destacado de la imagen en el primer escalón diagnóstico de las nuevas guías de dolor torácico o el crecimiento exponencial del intervencionismo estructural percutáneo, donde se hace necesario un mayor conocimiento en la selección de pacientes, el timing del procedimiento o los predictores de éxito. Por último, la inteligencia artificial es un aliado que ha llegado para quedarse, y esperamos que la precisión y la rentabilidad diagnósticas, así como los tiempos dedicados a la interpretación, mejoren gracias a este avance tecnológico.

© 2022 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Abreviaturas: ESC, Sociedad Europea de Cardiología; RMC, resonancia magnética cardiaca; SCC, puntuación de calcio coronario; SLG, strain longitudinal global; TC, tomografía computarizada.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cjlguarch@gmail.com (C. Jiménez López-Guarch).



@c.jlopezguarch

<https://doi.org/10.1016/j.rccl.2022.09.003>

2605-1532/© 2022 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Selection of the best of 2022 in cardiac imaging

A B S T R A C T

Keywords:

Echocardiography
Cardiac magnetic resonance
Cardiac computed tomography
Cardiac imaging
Ischemic heart disease
Valvular heart disease

This review article aims to summarize the role of cardiac imaging regarding the most relevant technical and knowledge advances published within the last year. Although diagnosis and detection of cardiac involvement due to coronavirus disease maintain a prominent place, other interesting hot topics have been raised. Among the most relevant, it is noteworthy to highlight the prognostic utility of different parameters obtained by advanced imaging techniques in the field of valvular heart disease, cardiovascular prevention or cardio-oncology, the prominent role of imaging in the first diagnostic step of the new Chest Pain guidelines or the exponential growth of percutaneous structural interventionism, where further knowledge is demanded in terms of patient selection, procedure timing or predictors of success. Finally, artificial intelligence is a promising tool already in our hands, we hope that diagnostic precision and interpretation time will improve thanks to these technological advances.

© 2022 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Las técnicas de imagen cardíaca en las diferentes modalidades continúan siendo el pilar sobre el que pivota la detección, la toma de decisiones terapéuticas, la monitorización de procedimientos intervencionistas, la estratificación pronóstica y la evaluación de los objetivos terapéuticos en múltiples esferas de la enfermedad cardiovascular. Este artículo pretende resumir las novedades más relevantes en imagen cardíaca en el último año, y hacer una aproximación clínica por enfermedades desde una visión de imagen multimodal (fig. 1).

Cardiopatía isquémica

En el último año se han publicado las nuevas guías americanas de evaluación y diagnóstico del dolor torácico¹, y el documento europeo de evaluación no invasiva por imagen del síndrome coronario crónico². En ambos documentos se incide en una selección adecuada del método diagnóstico en función del escenario clínico, del perfil de riesgo e historia previa del paciente y en buscar de la mejor rentabilidad con una sola prueba.

Entre las publicaciones relevantes por técnicas, cabe destacar la validación de un algoritmo de inteligencia artificial para la interpretación de ecocardiografía de esfuerzo con mejor capacidad diagnóstica y reproducibilidad³.

En relación con la resonancia magnética cardíaca (RMC) cabe destacar la publicación de una puntuación sin contraste para la predicción de eventos cardiovasculares postinfarto, utilizando como discriminadores una fracción de eyección del ventrículo izquierdo <45% y la presencia de hemorragia intramiocárdica⁴. En la RMC de estrés cabe señalar su valor pronóstico como segunda prueba en los pacientes con lesiones coronarias entre el 50-90% detectadas por tomografía computarizada (TC) y síntomas persistentes a pesar de tratamiento médico óptimo⁵, su utilidad en la estratificación de riesgo en

pacientes de edad avanzada con síndrome coronario crónico⁶, y que se trata de una prueba coste-eficiente en un amplio espectro de sistemas sanitarios⁷.

La TC ha ocupado un gran número de las publicaciones. Se destaca en primer lugar el estudio DISCHARGE⁸, que demuestra un valor pronóstico similar a la coronariografía invasiva, pero con menor número de complicaciones, en pacientes sintomáticos con probabilidad intermedia, reforzando el papel de la TC en este subgrupo de pacientes. La utilización de la puntuación de calcio coronario (SCC) en pacientes sintomáticos se ha visto refrendada por varias publicaciones^{9,10}, en las que se analiza su capacidad superior a otras puntuaciones clínicas para la estratificación de riesgo y posterior utilización de pruebas diagnósticas; así como herramienta aislada para la exclusión de enfermedad coronaria obstructiva con un valor predictivo negativo del 99,3% en pacientes sintomáticos con SCC cero (SCC 0), si bien recordar que hasta un 5% de los pacientes sin calcio tenían algún grado de enfermedad coronaria. Por último, se ha validado la utilización de la reserva fraccional de flujo estimada por la TC en pacientes con calcio coronario elevado (>400), lo que mejora el rendimiento diagnóstico de la TC¹¹, y como herramienta para la planificación de revascularización percutánea¹².

Valvulopatías, intervencionismo estructural y enfermedades de la aorta

El aumento progresivo de la prevalencia de la enfermedad valvular¹³ y la posibilidad de un tratamiento intervencionista más efectivo está dando lugar a un interés creciente, con una enorme cantidad de publicaciones durante el último año. El aspecto más destacado ha sido la publicación de las guías de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC)¹⁴ y la American College of Cardiology/American Heart Association¹⁵, con nuevas recomendaciones entre las que destacan una disminución del umbral quirúrgico en la estenosis aórtica (EAo) e insuficiencia mitral (IM) asintomáticas y el tratamiento

Lo mas relevante de 2022 en imagen cardiaca

Resumen gráfico

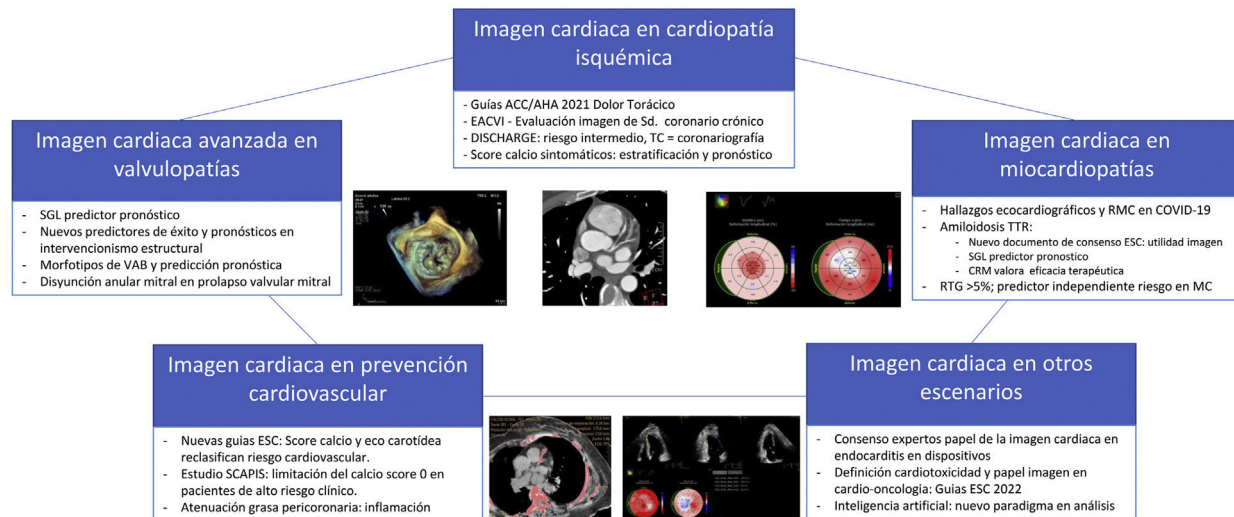


Figura 1 – Lo mas relevante de 2022 en imagen cardiaca. ACC: American College of Cardiology; AHA: American Heart Association; EACVI: European Association of Cardiovascular Imaging; ESC: European Society of Cardiology; MC: miocardiopatías; RMC, resonancia magnética cardiaca; RTG: realce tardío con gadolinio; SGL: strain global longitudinal; TC: tomografía computarizada; TTR: transtirretina; VAB: válvula aórtica bicúspide.

valvular mitral percutáneo en los casos de insuficiencia mitral que cumplan criterios COAPT.

En el campo de la EAO, Alcón et al.¹⁶ demostraron en una muestra de más de 5.000 pacientes la relación de la EAO con la mortalidad global, cardiovascular e insuficiencia cardiaca, que aumentan paralelamente al grado de gravedad de la enfermedad, pero que ya son manifestas en la EAO leve, destacando que la estimación del riesgo varía sustancialmente en función de si se usa el área valvular o la velocidad máxima, y poniendo de manifiesto las discrepancias en la cuantificación de la EAO según los criterios actuales.

Respecto a la válvula aórtica bicúspide un metaanálisis reciente demostró la relación del morfotipo con fusión de las cúspides derecha e izquierda con una mayor incidencia de insuficiencia aórtica y menor de EAO, a diferencia del morfotipo con fusión de la cúspide no coronaria con la cúspide derecha¹⁷, que presenta mayor probabilidad de desarrollo de EAO. Además, la presencia de rafe se asoció con una mayor incidencia de insuficiencia aórtica, pero no de EAO. Todos estos hallazgos sugieren que pudieran ser entidades con distinta etiopatogenia. Además, las técnicas de análisis de flujo 4D mediante la RMC siguen en auge, demostrándose en los últimos meses que el componente circunferencial de estrés de pared predice una progresiva dilatación de la aorta ascendente en pacientes con válvula aórtica bicúspide^{18,19}, sugiriéndose su potencial uso para el seguimiento de estos pacientes.

En cuanto a la enfermedad valvular mitral primaria destaca el protagonismo de la disyunción anular mitral, más habitual en pacientes con enfermedad mixomatosa (30,1%), que en la población general (8,7%), demostrándose su asociación con arritmias ventriculares solo en uno de 12 estudios de un reciente metaanálisis²⁰.

El aumento de las técnicas intervencionistas para el tratamiento de la insuficiencia tricúspide ha conllevado también una mayor focalización en el estudio de esta valvulopatía, que queda perfectamente ilustrado en un documento de consenso para unificar criterios de evaluación de la insuficiencia tricúspide en términos de nomenclatura de su anatomía, métodos de cuantificación y clasificación de la gravedad²¹. En el campo del intervencionismo el interés en la reparación percutánea borde-borde crece exponencialmente con resultados favorables en términos de reducción del grado de insuficiencia tricúspide, clase funcional y dimensiones del ventrículo derecho a medio plazo^{22,23}.

En relación con la reparación percutánea borde-borde de la insuficiencia mitral, el estudio de la deformación miocárdica (*strain longitudinal global* [SLG]) predice la mortalidad u hospitalización por insuficiencia cardiaca en los pacientes con insuficiencia mitral funcional, aunque el beneficio del tratamiento percutáneo en comparación con tratamiento médico aislado fue consistente en todos los pacientes independientemente del SLG basal²⁴.

Respecto al implante percutáneo de válvula aórtica, los datos son cada vez más prometedores y muestran resultados similares al recambio valvular en pacientes de bajo riesgo, sin mayor grado de degeneración protésica a 8 años de seguimiento²⁵. Además, las poblaciones históricamente excluidas de los estudios aleatorizados del implante percutáneo de válvula aórtica (válvula aórtica bicúspide o etiología reumática) están siendo exploradas, y a pesar de que los resultados aún no han demostrado ser óptimos^{26,27}, albergan datos esperanzadores usando dispositivos de última generación.

Finalmente, la inteligencia artificial llega al campo de las valvulopatías y promete mejorar la evaluación de la enfer-

medad valvular, integrando datos ecocardiográficos, clínicos y bioquímicos, con el objetivo de identificar nuevos predictores de la progresión de la enfermedad y optimizar su tratamiento²⁸.

Miocardiopatías e insuficiencia cardiaca

En el ámbito de las miocardiopatías e insuficiencia cardiaca, las publicaciones se han centrado en la evaluación del daño miocárdico en pacientes con COVID-19, en el papel de la imagen en la amiloidosis cardiaca y en la utilidad pronóstica de la fibrosis miocárdica en distintos escenarios clínicos.

Respecto al estudio del daño miocárdico y las alteraciones cardiacas en el contexto de la enfermedad COVID-19, Karagodin et al.²⁹, publicaron las características clínicas y ecocardiográficas de 870 pacientes durante el ingreso hospitalario, describiendo disfunción del ventrículo izquierdo (VI) en un 20% y disfunción del ventrículo derecho (VD) en un 30%, siendo el SLG del VI y de la pared libre del VD predictores independientes de mortalidad. El estudio mediante RMC de 148 pacientes con COVID-19 y elevación de troponina mostró alteraciones en la mitad de los pacientes, consistentes en patrones de realce tardío compatibles con miocarditis, infarto de miocardio tipos 1 y 2 e isquemia inducible³⁰.

En relación con la amiloidosis cardiaca se ha publicado el documento de consenso de la ESC para el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad³¹ en el que se establecen una serie de recomendaciones de uso de las diferentes técnicas de imagen de acuerdo con la probabilidad de la enfermedad. Destacar por otro lado el trabajo de Rettel et al.³² en el que se evaluó mediante RMC el efecto del tratamiento con tafamidis en 50 pacientes con respecto a un grupo control, observándose la estabilidad de los parámetros de función ventricular y de volumen del espacio extracelular en el grupo tratado. Por otro lado, se ha publicado la utilidad pronóstica del SLG en pacientes con amiloidosis en la forma de cadenas ligeras, cuyo deterioro muestra no solo una muy buena correlación con el estadio de la enfermedad, sino que la mejora del mismo refleja la respuesta favorable al tratamiento³³.

La fibrosis miocárdica evaluada directamente mediante realce tardío de gadolinio o de forma indirecta con el SLG continúa demostrando su papel pronóstico en la miocardiopatía dilatada y la miocardiopatía hipertrófica. En pacientes con miocardiopatía hipertrófica, la presencia y la extensión del realce tardío de gadolinio (> 5%) permite una mejor estratificación del riesgo de muerte súbita a 10 años³⁴. De igual forma, Lee et al., en una cohorte de 835 pacientes con miocardiopatía hipertrófica, demostraron la utilidad pronóstica adicional del SLG (> -15%) en la predicción de muerte súbita³⁵. En pacientes con miocardiopatía dilatada, Chen et al. observaron que el patrón de realce tardío de gadolinio en anillo era predictor independiente de taquiarritmias ventriculares en pacientes con miocardiopatía dilatada no isquémica³⁶.

Por último, destacar la importancia de la función del VD y la aurícula izquierda evaluadas mediante técnicas de ecografía avanzada (strain y 3D), en la estratificación pronóstica de pacientes con insuficiencia cardiaca y otros escenarios clínicos^{37,38}, y la utilidad del trabajo miocárdico, un nuevo parámetro ecocardiográfico, en la estratificación pronóstica

(por encima de la fracción de eyección y el SLG) en pacientes con insuficiencia cardiaca³⁹.

Riesgo cardiovascular

Las guías de prevención cardiovascular de la ESC del año 2021 remarcaron el papel de la SCC y de la ecografía carotídea para reclasificar al alza el riesgo de eventos en pacientes asintomáticos con bajo o moderado riesgo según las escalas de riesgo clínicas⁴⁰.

El estudio SCAPIS exploró la presencia de aterosclerosis silente en la población general incluyendo más de 30.000 participantes (51% mujeres) sin historia de enfermedad cardiovascular y con una edad entre 50 y 64 años. A todos ellos se les realizó una TC cardiaca con SCC y coronariografía no invasiva. En los pacientes con SCC 0 y riesgo clínico bajo o intermedio, la presencia de aterosclerosis coronaria fue del 5,5 y 9,2%, respectivamente, y se observó estenosis significativas en un 0,5%. En pacientes con alto riesgo clínico y SCC 0, la prevalencia de aterosclerosis fue del 15%, con una prevalencia de estenosis significativa del 1,3%⁴¹. Ante estos hallazgos, recalcar que la SCC de 0 no debería usarse para reclasificar a la baja el riesgo cardiovascular en pacientes con alto riesgo según las puntuaciones clínicas, ya que la probabilidad de placas no calcificadas es alta.

Más allá de documentar la presencia de estenosis coronarias, la TC cardiaca puede identificar las características de las placas ateroscleróticas que conllevan un mayor riesgo de eventos cardiovasculares en el seguimiento. Un subanálisis del estudio SCOTCH con una cohorte de 1.697 pacientes ha demostrado recientemente el alto valor pronóstico de un nuevo marcador: la alta atenuación del tejido adiposo pericoronario, un marcador de inflamación coronaria⁴². El estudio incluyó una cohorte de 1.697 pacientes con dolor torácico que fueron sometidos a una TC cardiaca, en la que se observó que la alta atenuación del tejido adiposo pericoronario resultó ser un predictor independiente de infarto de miocardio, superior a otros marcadores clásicos como la presencia de estenosis coronaria o la SCC.

Por último, resaltar los avances tecnológicos en ecografía carotídea 3D, que permiten cuantificar con mayor precisión y en menor tiempo el volumen de la placa aterosclerótica (fig. 2), facilitando así la estratificación del riesgo cardiovascular incluso en las fases más tempranas de la enfermedad⁴³.

Cardio-oncología

En cardio-oncología debe mencionarse la publicación de la definición de cardiotoxicidad por la *International Cardio-Oncology Society (ICOS)*⁴⁴. Incluye la definición de disfunción sistólica, miocarditis, arritmias y prolongación del intervalo QT, hipertensión arterial y toxicidad vascular. La imagen cardiaca es fundamental para el diagnóstico de algunas de estas toxicidades con la fracción de eyección y el SLG como pilares para el diagnóstico de la disfunción sistólica relacionada con tratamientos oncohematológicos. Para el diagnóstico definitivo de miocarditis secundaria a inmunoterapia se establecen nuevos criterios que incluyen la existencia de una RMC que

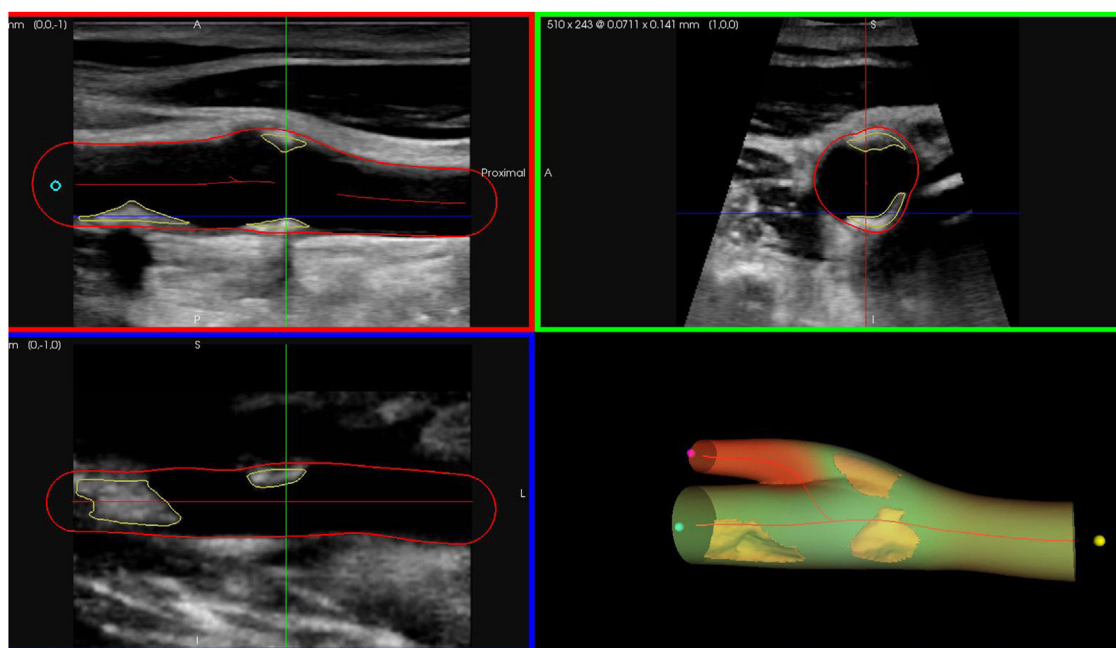


Figura 2 – Ecografía 3D de la carótida derecha con imagen multiplanar y modelo 3D. Se puede apreciar la segmentación de las placas ateroscleróticas y del contorno de la pared del vaso.

cumpla los criterios modificados de Lake Louise, además de la presencia del síndrome clínico y la elevación de biomarcadores.

Cabe destacar la esperada publicación de las primeras guías de cardio-oncología de la ESC en las que la imagen tiene un papel central en todo el proceso del cáncer. Su uso es imprescindible antes de iniciar el tratamiento para mejorar la estratificación de riesgo, en la monitorización de los efectos secundarios adversos de los tratamientos y en el seguimiento de los supervivientes⁴⁵.

Otras novedades

El diagnóstico de las infecciones sobre prótesis y dispositivos cardíacos es un reto diario en la práctica clínica. Un reciente artículo de revisión propone una aproximación diagnóstica mediante imagen multimodalidad (resalta el papel de la tomografía por emisión de positrones con tomografía computarizada con ¹⁸F-fluorodesoxiglucosa) en la detección, localización, diferenciación entre inflamación e infección e interpretación de los hallazgos más relevantes obtenidos mediante las distintas técnicas de imagen⁴⁶.

Conclusiones

Los avances técnicos y en conocimiento en el campo de la imagen cardíaca, así como la normalización de su uso e interpretación en las diferentes guías de práctica clínica permiten su expansión en la práctica clínica, teniendo como objetivo prioritario mejorar la prevención, el diagnóstico y la estratificación pronóstica de las enfermedades cardiovasculares.

Financiación

Los autores declaran no haber recibido financiación para la realización de este trabajo.

Contribución de los autores

Todos los autores han contribuido por igual al diseño y redacción del artículo, han realizado revisión crítica del contenido intelectual y han aprobado su contenido final.

Conflicto de intereses

Los autores refieren no tener ningún conflicto de intereses relacionado con el artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, et al. 2021 2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2021;78:e187–e285.
2. Edvardsen T, Asch FM, Davidson B, et al., Non-Invasive Imaging in Coronary Syndromes: Recommendations of The European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography, in Collaboration with The American Society of Nuclear Cardiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr.* 2022;35:329–354.

3. Upton R, Mumith A, Beqiri A, et al. Automated Echocardiographic Detection of Severe Coronary Artery Disease Using Artificial Intelligence. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:715–727.
4. Bulluck H, Carberry J, Carrick D, et al. A Non contrast CMR Risk Score for Long-Term Risk Stratification in Reperfused ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:431–440.
5. Pezel T, Hovasse T, Lefèvre T, et al. Prognostic Value of Stress CMR in Symptomatic Patients with Coronary Stenosis on CCTA. *J Am Coll Cardiol Img*. 2022;15:1408–1422.
6. Gabaldón-Pérez A, Bonanad C, García-Blas S, et al. Stress cardiac magnetic resonance for mortality prediction and decision-making: Registry of 2496 elderly patients with chronic coronary syndrome. *Rev Esp Cardiol*. 2022;75: 223–231.
7. Moschetti K, Kwong RY, Petersen SE, et al. Cost-Minimization Analysis for Cardiac Revascularization in 12 Health Care Systems Based on the EuroCMR/SPINS Registries. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:607–625.
8. Maurovich-Horvat P, Bosserdt M, Kofoed KF, et al. CT or Invasive Coronary Angiography in Stable Chest Pain. *N Engl J Med*. 2022;386:1591–1602.
9. Grandhi GR, Mszar R, Cainzos-Achirica M, et al. Coronary Calcium to Rule Out Obstructive Coronary Artery Disease in Patients With Acute Chest Pain. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:271–280.
10. Zhou J, Li C, Cong H, et al. Comparison of Different Investigation Strategies to Defer Cardiac Testing in Patients with Stable Chest Pain. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:91–104.
11. Mickley H, Veien KT, Gerke O, et al. Diagnostic and Clinical Value of FFR CT in Stable Chest Pain Patients with Extensive Coronary Calcification: The FACC Study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:1046–1058.
12. Sonck J, Nagumo S, Norgaard BL, et al. Clinical Validation of a Virtual Planner for Coronary Interventions Based on Coronary CT Angiography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:1242–1255.
13. Aluru JS, Barsouk A, Saginala K, et al. Valvular Heart Disease Epidemiology. *Med Sci (Basel)*. 2022;10:32.
14. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43:561–632.
15. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients with Valvular Heart Disease. *Circulation*. 2021;143:E72–E227.
16. Alcón B, Martínez-Legazpi P, Stewart S, et al. Transvalvular jet velocity, aortic valve area, mortality, and cardiovascular outcomes. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23:601–612.
17. Mai Z, Guan L, Mu Y. Association between bicuspid aortic valve phenotype and patterns of valvular dysfunction: A meta-analysis. *Clin Cardiol*. 2021;44:1683–1691.
18. Minderhoud SCS, Roos-Hesselink JW, Chelu RG, et al. Wall shear stress angle is associated with aortic growth in bicuspid aortic valve patients. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022, <http://dx.doi.org/10.1093/ehjci/jeab290>.
19. Guala A, Dux-Santoy L, Teixido-Tura G, et al. Wall Shear Stress Predicts Aortic Dilation in Patients With Bicuspid Aortic Valve. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:46–56.
20. Bennett S, Tafuro J, Duckett S, et al. Definition, prevalence, and clinical significance of mitral annular disjunction in different patient cohorts: A systematic review. *Echocardiography*. 2022;39:514–523.
21. Hahn RT, Badano LP, Bartko PE, et al. Tricuspid regurgitation: recent advances in understanding pathophysiology, severity grading and outcome. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23:913–929.
22. Alperi A, Avanzas P, Almendárez M, et al. Early and mid-term outcomes of transcatheter tricuspid valve repair: Systematic review and meta-analysis of observational studies. *Rev Esp Cardiol*. 2022, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rec.2022.06.004>.
23. Bocchino PP, Angelini F, Vairo A, et al. Clinical Outcomes Following Isolated Transcatheter Tricuspid Valve Repair: A Meta-Analysis and Meta-Regression Study. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14:2285–2295.
24. Medvedofsky D, Milhorini Pio S, Weissman NJ, et al. Left Ventricular Global Longitudinal Strain as a Predictor of Outcomes in Patients with Heart Failure with Secondary Mitral Regurgitation: The COAPT Trial. *J Am Soc Echocardiogr*. 2021;34:955–965.
25. Jørgensen TH, Thyregod HGH, Ihlemann N, et al. Eight-year outcomes for patients with aortic valve stenosis at low surgical risk randomized to transcatheter vs. surgical aortic valve replacement. *Eur Heart J*. 2021;42:2912–2919.
26. Zhang Y, Xiong T-Y, Li Y-M, et al. Patients with Bicuspid Aortic Stenosis Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2022, <http://dx.doi.org/10.3389/fcvm.2022.794850>.
27. Okor I, Bob-Manuel T, Garikapati K, Baldawi H, Gillies C, Ibebuogu UN. Transcatheter Aortic Valve Replacement in Rheumatic Aortic Stenosis: A Comprehensive Review. *Curr Probl Cardiol*. 2021, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2021.100843>.
28. Nedadur R, Wang B, Tsang W. Artificial intelligence for the echocardiographic assessment of valvular heart disease. *Heart*. 2022, <http://dx.doi.org/10.1136/heartjnl-2021-319725>.
29. Karagodin I, Carvalho Singulane C, Woodward GM, et al. Echocardiographic Correlates of In-Hospital Death in Patients with Acute COVID-19 Infection: The World Alliance Societies of Echocardiography (WASE-COVID) Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2021;34:819–830.
30. Kotecha T, Knight DS, Razvi Y, et al. Patterns of myocardial injury in recovered troponin-positive COVID-19 patients assessed by cardiovascular magnetic resonance. *Eur Heart J*. 2021;42:1866–1878.
31. Garcia-Pavia P, Rapezzi C, Yehuda Adler Y, et al., Diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis: A position statement of the ESC Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J*. 2021;42:1554–1568.
32. Rettel R, Mann C, Duca F, et al. Tafamidis treatment delays structural and functional changes of the left ventricle in patients with transthyretin amyloid cardiomyopathy. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23:767–778.
33. Cohen OC, Ismael A, Pawarova B, et al. Longitudinal strain is an independent predictor of survival and response to therapy in patients with systemic AL amyloidosis. *Eur Heart J*. 2022;43:333–341.
34. Greulich S, Seitz A, Herter D, et al. Long-term risk of sudden cardiac death in hypertrophic cardiomyopathy: A cardiac magnetic resonance outcome study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;22:732–741.
35. Lee HJ, Kim HK, Lee SC, et al. Supplementary role of left ventricular global longitudinal strain for predicting sudden cardiac death in hypertrophic cardiomyopathy. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022;23:1108–1116.
36. Chen W, Qian W, Zhang X, et al. Ring-like late gadolinium enhancement for predicting ventricular tachyarrhythmias in

- non-ischaemic dilated cardiomyopathy. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;22:1130–1138.
37. Shen Y, Zhang H, Zhang Q, et al. Right Ventricular Ejection Fraction Assessed by Three-Dimensional Echocardiography Is Associated with Long-Term Adverse Clinical Cardiac Events in Patients with Anthracycline-Induced Cardiotoxicity. *J Am Soc Echocardiogr*. 2022;35:600–608.
38. Inciardi RM, Claggett B, Minamisawa M, et al. Association of Left Atrial Structure and Function With Heart Failure in Older Adults. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79:1549–1561.
39. Wang CL, Chan YH, Chien-Chia Wu V, et al. Incremental prognostic value of global myocardial work over ejection fraction and global longitudinal strain in patients with heart failure and reduced ejection fraction. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;22:348–356.
40. Visseren FLJ, Mac HF, Smulders YM, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021;42:3227–3337.
41. Bergström G, Persson M, Adiels M, et al. Prevalence of Subclinical Coronary Artery Atherosclerosis in the General Population. *Circulation*. 2021;144:916–929.
42. Tzolos E, Williams MC, McElhinney P, et al. Pericoronary Adipose Tissue Attenuation, Low-Attenuation Plaque Burden, and 5-Year Risk of Myocardial Infarction. *Cardiovasc Imaging*. 2022;15:1078–1088.
43. López-Melgar B, Mass V, Nogales P, et al. New 3-Dimensional Volumetric Ultrasound Method for Accurate Quantification of Atherosclerotic Plaque Volume. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:1124–1135.
44. Herrman J, Lenihan D, Armenian S, et al. Defining cardiovascular toxicities of cancer therapies: An International Cardio-Oncology Society (IC-OS) consensus statement. *Eur Heart J*. 2022;43:280–299.
45. Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, et al. ESC Guidelines on cardio-oncology. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2022. <http://dx.doi.org/10.1093/ehjci/jeac106>.
46. Dilsizian V, Budde RPJ, Chen W, et al. Best Practices for Imaging Cardiac Device-Related Infections and Endocarditis: A JACC: Cardiovascular Imaging Expert Panel Statement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15:891–911.