

REC: CardioClinics

www.reccardioclinics.org

Temas de actualidad

Selección de lo mejor del año 2020 en imagen cardiovascular



Amparo Martínez-Monzonís^{a,b,*}, Manuel Barreiro-Pérez^{b,c}, Chi-Ion Li^d,
Jesús Jiménez-Borreguero^{b,e}, Gabriela Guzmán^{b,f}, Covadonga Fernández-Golfín^{b,g},
Santiago Aguadé Bruix^{b,h} y Teresa López-Fernández^{b,f}

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

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

^c Servicio de Cardiología, Complejo Asistencial Universitario de Salamanca, Instituto de investigación Biosanitaria de Salamanca (IBSAL), Salamanca, España

^d Servicio de Cardiología, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

^e Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de La Princesa, Instituto de Investigación Sanitaria Princesa (IP), Madrid, España

^f Servicio de Cardiología, Hospital Universitario La Paz, Instituto de Investigación Hospital La Paz (IdiPAZ), Madrid, España

^g Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España

^h Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Vall d'Hebron Research Institute (VHIR), Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

On-line el 17 de diciembre de 2020

Palabras clave:

Ecocardiografía

Intervencionismo estructural

percutáneo

Resonancia magnética cardíaca

Tomografía computarizada cardíaca

Cardiología nuclear

Cardio-oncología

R E S U M E N

La imagen cardiovascular es fundamental para el diagnóstico y el tratamiento de las diferentes cardiopatías. Ha habido múltiples publicaciones a lo largo del presente año, por lo que es difícil seleccionar las que representan los avances más relevantes. Hemos realizado una pequeña selección de aquello que consideramos más destacado en cada uno de los campos de la imagen cardiovascular, englobando las enfermedades más relevantes.

© 2020 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Selection of the best of 2020 in cardiovascular imaging

A B S T R A C T

Cardiovascular imaging is essential for the diagnosis and treatment of different heart diseases. There have been multiple publications throughout this year, making it difficult to select

Keywords:

Echocardiography

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ampafm4@gmail.com (A. Martínez-Monzonís).

<https://doi.org/10.1016/j.rccl.2020.10.010>

2605-1532/© 2020 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Percutaneous structural heart disease
 Cardiac magnetic resonance
 Cardiac CT
 Nuclear cardiology
 Cardio-oncology

those that represent the most relevant advances. We have made a small selection of what we consider to be the most outstanding in each of the cardiovascular imaging fields, encompassing the most relevant pathologies.

© 2020 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Avances en ecocardiografía

Entre las guías publicadas destacan las referidas a la utilización del ecocardiograma transesofágico (ETE) en la toma de decisiones en cirugía cardíaca¹ y la guía sobre ecocardiografía de esfuerzo en cardiopatía isquémica². En la primera hay una detallada descripción del uso del ETE en la valoración antes y después del procedimiento, con una excelente iconografía¹. En la guía de eco de esfuerzo se detallan los diferentes tipos de estrés y los protocolos que utilizar en cada uno de ellos tanto para la realización como para la interpretación de las pruebas².

En relación con la ecocardiografía de esfuerzo, Dautbert et al. demuestran en más de 15.000 pacientes, con un seguimiento de 7 años, el impacto pronóstico del electrocardiograma (ECG). Los pacientes con ECG positivo/ecocardiograma (ECO) negativo tienen peor pronóstico que aquellos con ECG y ECO negativos. El grupo de más riesgo sigue siendo ECG y ECO positivos³.

En la última publicación del estudio EACVI NORRE se muestran los rangos de referencia normales de deformación o *strain* para las tres capas del espesor del miocardio, con una mayor amplitud de deformación en el subendocardio que en el subepicardio con referencias a la edad y el sexo⁴.

La aurícula izquierda ha centrado múltiples trabajos publicados en 2020. Thomas et al.⁵ sintetizan lo publicado apoyando el papel de la deformación auricular y los volúmenes auriculares mínimo y fásico como biomarcadores para evaluar la función diastólica del ventrículo izquierdo, el riesgo de fibrilación auricular y la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección del ventrículo izquierdo conservada. Los autores sugieren no utilizar dimensiones lineales de la aurícula izquierda por no estar relacionadas con el tamaño real de la misma. Los volúmenes de la aurícula izquierda obtenidos por imágenes bidimensional o tridimensional son fácilmente calculables y, aunque los obtenidos tridimensionalmente son más precisos, son los calculados en bidimensional los que han demostrado tener un valor pronóstico. Los parámetros de función auricular calculados mediante la evaluación fásica de los volúmenes son fiables tridimensionalmente, aunque el efecto de la edad en las funciones fásicas es controvertido. La velocidad máxima del anillo mitral en la diástole tardía (*a'*) se puede usar como marcador de la función contráctil de la aurícula izquierda. Además, el tiempo para alcanzar el pico de velocidad *a'* desde el inicio de la onda P se ha utilizado como una medida del tiempo total de conducción auricular y ha demostrado ser un predictor de fibrilación auricular y de su recurrencia. El *strain* reservorio auricular permite evaluar la función auricular izquierda, es altamente reproducible, tiene valor pronóstico y ha demostrado su valor diagnóstico en la

insuficiencia cardíaca con fracción de eyección del ventrículo izquierdo conservada, aunque los valores de referencia son dependientes del fabricante⁵.

La inteligencia artificial es un foco de investigación creciente. Recientemente se ha evaluado un algoritmo basado en redes neuronales que proporciona una detección de anomalías de la contractilidad segmentaria ventricular en pacientes con enfermedad coronaria. Sus resultados son similares a los de ecocardiografistas experimentados y mejores que los residentes en formación. Aunque puede no ser necesaria para expertos, podría ser útil como herramienta de formación⁶.

La pandemia causada por coronavirus 2 (SARS-CoV2) ha cambiado el trabajo en los laboratorios de imagen. Se han publicado múltiples recomendaciones sobre cómo actuar en relación con las diferentes técnicas de imagen cardiovascular seleccionando la que mayor rentabilidad diagnóstica proporcione y menor riesgo presente en cada momento⁷. La imagen multimodal ha cobrado un papel clave en el manejo diario de estos pacientes⁸.

Avances en el intervencionismo estructural percutáneo

En 2019 se publicaron 2 interesantes documentos de consenso^{9,10} sobre aspectos formativos de imagen en intervencionismo, que vislumbraron la necesidad de una formación específica y complementaria con ecocardiografía y tomografía computarizada cardíaca (cardio-TC). La formación específica incluye un conocimiento extenso de la anatomía ecocardiográfica con la capacidad de trabajar en vistas no estándares y el uso apropiado de la imagen tridimensional. También son importantes aspectos no relacionados con la imagen, como el conocimiento de los diferentes dispositivos y procedimientos y la capacidad de trabajo en grupo. Las habilidades técnicas en ETE implican una mayor manipulación de la sonda, sobre todo en procedimientos largos o con mala ventana ecocardiográfica. El trabajo de Freitas-Ferraz et al.¹¹ muestra una incidencia de complicaciones globales de ETE durante un procedimiento del 0,9% en el grupo definido como de bajo riesgo (principalmente implantes percutáneos de válvulas aórticas [TAVI]) frente al 6,1% de complicaciones en el grupo de alto riesgo (MitraClip, cierre de orejuela izquierda o de fuga paravalvular) con una *odds ratio* de 1,13 por cada 10 minutos de procedimiento.

En cuanto a la imagen en los diferentes procedimientos, el mayor volumen de publicaciones ha sido sobre TAVI. Destaca la publicación del seguimiento a cinco años del TAVI en la población de riesgo intermedio¹² donde no se observan diferencias entre cirugía y TAVI transfemoral respecto a mortalidad e ictus. Destaca también el trabajo de seguimiento

a tres años de Dauerman et al.¹³ centrado en la durabilidad de la prótesis CoreValve (Medtronic, Estados Unidos) en los procedimientos de *valve-in-valve*. La disfunción protésica en el seguimiento fue por estenosis en el 56% de los casos, insuficiencia aórtica en el 22% y doble lesión en el 21,7%. A los tres años de seguimiento, la prótesis CoreValve® mantuvo estabilidad en los parámetros hemodinámicos con una tasa de disfunción valvular del 2,7% y de reintervención del 4,4%, con un 93% de los pacientes en clase funcional I-II de la New York Heart Association. La publicación de Mangier et al.¹⁴ evalúa las prótesis SAPIEN 3® (Edwards Lifesciences, Estados Unidos) y Evolut-R PRO® (Medtronic) sobre la válvula aórtica bicúspide a un año de seguimiento, con unos resultados similares en cuanto a éxito de implante y tasa de marcapasos, aunque con mayor rotura del anillo (1,7 frente a 0%) en el grupo SAPIEN 3® y mayor fuga paravalvular moderada a grave (9,3 frente a 0%) en el grupo Evolut PRO®. Sobre la planificación del TAVI en bicúspides, es interesante el planteamiento que hace el grupo de Milán¹⁵ para la elección del dispositivo en función del perímetro valvular aórtico en lugar del perímetro en el anillo aórtico. En relación con la reparación transcáteter de la válvula mitral, destaca la publicación de marcadores ecocardiográficos pronósticos en la reparación borde con borde con MitraClip® a partir del sumatorio de áreas de la vena contracta tridimensional tras el implante¹⁶, donde un valor mayor de 0,27 cm² identifica a los pacientes con peor respuesta clínica a 30 días. Con respecto a las prótesis percutáneas valvular mitral y tricúspide, se ha publicado una interesante revisión¹⁷ sobre parámetros técnicos de adquisición de la cardio-TC. En cuanto a la planificación de la prótesis mitral percutánea, dos publicaciones de este año pretenden predecir mejor el riesgo de obstrucción al tracto de salida del ventrículo izquierdo¹⁸ y asientan una valoración de la calcificación anular para evitar la embolización protésica¹⁹.

En el campo de la oclusión percutánea de la orejuela izquierda, destaca la publicación de una actualización de un consenso de expertos²⁰ donde detallan el papel de la imagen. La imagen antes del procedimiento se debería realizar para el cribado de trombos y para valorar la posibilidad del cierre percutáneo. El procedimiento se debería guiar con ETE o ecocardiografía intracardiaca. Ambas técnicas han mostrado unos resultados similares en cuanto a éxito de implante, pero mayor tiempo de procedimiento y mayor uso de contraste en los implantes con ecocardiografía intracardiaca. Tras el implante se debería realizar un seguimiento para el cribado de trombosis de dispositivo. Korsholm et al.²¹ han publicado un rendimiento similar entre el ETE y la cardioTC para el diagnóstico de trombosis clínicamente relevantes en el seguimiento (> 3 mm).

Avances en resonancia magnética cardiaca

La resonancia magnética cardiaca (RMC) confirma su valor pronóstico tanto en el campo de la cardiopatía isquémica como en el de las miocardiopatías. Kwong et al. muestran cómo la ausencia de realce tardío de gadolinio o isquemia en la RMC de estrés de pacientes con dolor torácico estable se asocia a una baja tasa de eventos y de necesidad de pruebas adicionales²². En una serie de más de 300 pacientes con

diagnóstico de MINOCA (infarto y coronarias sin lesiones obstructivas) con seguimiento superior a tres años, el principal determinante pronóstico es el diagnóstico de miocardiopatía en la RMC y la presentación con elevación del segmento ST en el electrocardiograma²³.

En relación con nuevas secuencias y herramientas de cuantificación, se debe destacar el papel del *strain* global longitudinal evaluado mediante RMC de rastreo de marcas (*feature-tracking*). Esta técnica se muestra superior a la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y a la extensión y gravedad del infarto como predictor pronóstico del síndrome coronario agudo con elevación del ST²⁴. Destaca también el trabajo de Treibel et al., en el que evaluaron la utilidad pronóstica del valor del T1 y el volumen del espacio extracelular en 1.700 pacientes (excluyendo amiloidosis y miocardiopatía hipertrófica). El volumen del espacio extracelular fue el parámetro que se asoció significativamente con el desarrollo de eventos a cinco años, frente al resto de parámetros marcadores de fibrosis²⁵.

Avances en tomografía computarizada cardiaca

En el terreno de la cardiopatía isquémica, los subestudios del CONFIRM²⁶ y del CAPIRE²⁷ muestran la importancia de identificar la extensión de la aterosclerosis para establecer la evolución clínica de los pacientes. En el estudio SCOT-HEART, la presencia de placas no calcificadas de baja atenuación predice la aparición de infarto agudo de miocardio en cardiopatía isquémica estable²⁸.

Diferentes trabajos muestran la posibilidad y utilidad de detectar la reserva fraccional de flujo mediante TC en los servicios de urgencias²⁹ y en el seguimiento a un año con menor necesidad de revascularización, muerte cardiovascular e infarto en pacientes con reserva fraccional de flujo mediante TC negativa³⁰. Además, el estudio de perfusión miocárdica con cardio-TC cobra relevancia en los estudios de estrés miocárdico y realce tardío³¹.

Entre las publicaciones relacionadas con el intervencionismo, destacan las publicaciones ya mencionadas previamente en relación con protocolos de adquisición en el intervencionismo mitral y tricúspideo¹⁷. Para la planificación del implante de TAVI se están evaluando protocolos de baja radiación³² y equipos de tercera generación de doble fuente y *pitch* ultraelevado³³.

En cuanto a los avances tecnológicos, la gran mayoría de los artículos se relacionan con la evolución de modelos de aprendizaje automático (*machine learning*) que incluyen la cuantificación del calcio coronario^{34,35}, de la reserva fraccional de flujo mediante TC³⁶ y de la caracterización de la placa de aterosclerosis³⁷. Para descartar amiloidosis concomitante³⁸ es muy prometedora la posibilidad de determinar el volumen extracelular mediante cardio-TC en aquellos pacientes subdiagnósticos de TAVI.

Cardiología nuclear

Se han publicado las recomendaciones del consenso de expertos para el uso de la imagen multimodal en amiloidosis



Figura 1 – Gammagrafía con derivados fosfonados marcados con ^{99m}Tc en amiloidosis cardiaca TTR (transtirretina).

cardiaca, un artículo de bases y estandarización³⁹ y otro de criterios diagnósticos y uso apropiado^{39,40}, donde se describen todas las técnicas de imagen cardiaca: ECO, RMC, TC y cardionuclear, y donde se definen la importancia de la gammagrafía cardiaca con derivados fosfonados marcados con ^{99m}Tc para el diagnóstico de la amiloidosis cardiaca de tipo transtirretina (fig. 1), con una sensibilidad y especificidad de casi el 100%.

También definen el uso de los radiofármacos para la tomografía por emisión de positrones (PET) selectivos de amiloide cerebral, ^{11}C -PIB, ^{18}F -Florbetapir y ^{18}F -Florbetaben, en su indicación a nivel cardiaco para estudiar la amiloidosis cardiaca de cadenas ligeras. Además, se comenta cómo evaluar la disautonomía simpática cardiaca con ^{123}I -MIBG, con valor pronóstico en la amiloidosis cardiaca, y menciona que el flujo sanguíneo miocárdico absoluto y la reserva de flujo coronario se reducen sustancialmente en estos pacientes.

En el campo de la endocarditis infecciosa, el metanálisis de Mahmood et al.⁴¹ define la PET/TC como una herramienta de diagnóstico complementaria muy útil en los casos complejos, especialmente endocarditis de válvula protésica. También permite detectar focos extracardiacos clínicamente relevantes, embolias, malignidad y otras fuentes de inflamación que inciden en la conducta terapéutica. Murphy et al.⁴², comparan la guía de la Sociedad Europea de Cardiología y la de la American Heart Association y muestran las diferencias de uso e indicaciones entre ambas; las guías europeas son las que tienen un mayor uso de la PET/TC. El uso pronóstico de la PET/TC se muestra en el artículo de Diemberger et al.⁴³ en el que los pacientes con dispositivos intracardiacos implantados infectados se benefician en supervivencia y morbilidad del uso de esta técnica para la toma de decisiones clínicas.

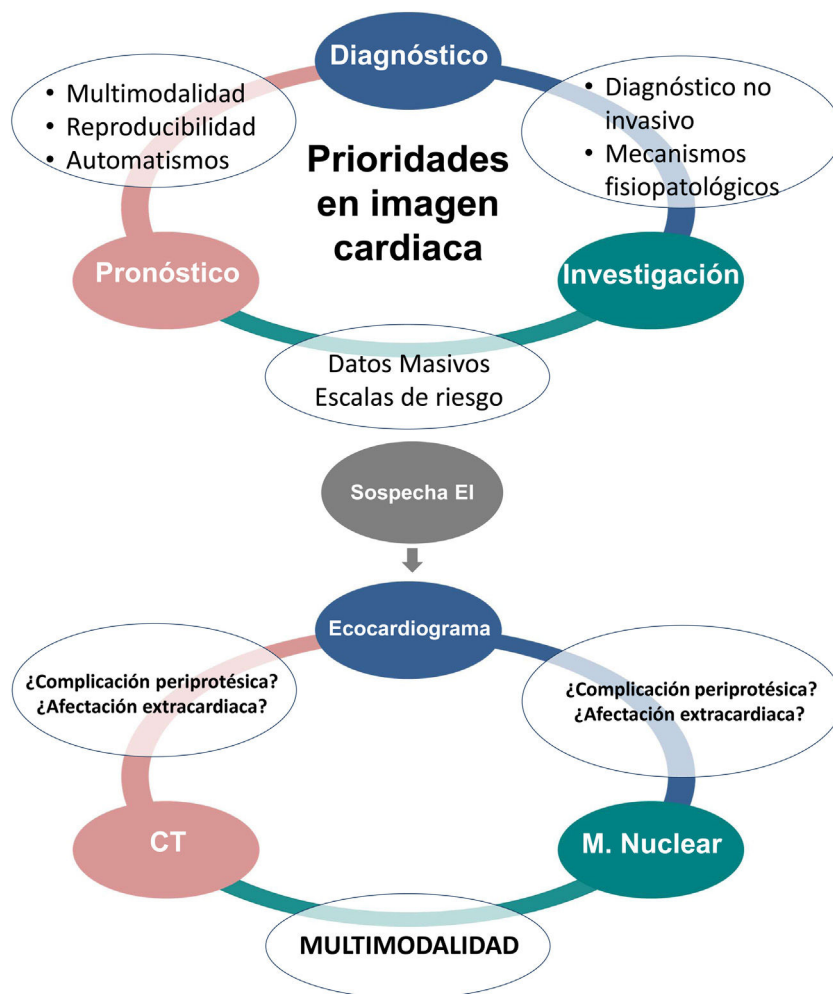


Figura 2 – Prioridades en la imagen cardiaca en 2020. CT: tomografía cardiaca, EI: endocarditis infecciosa, M.: medicina.

Avances en cardio-oncología

En muchos centros hay un interés creciente en cardio-oncología, limitado debido a la falta de recursos⁴⁴. La disfunción miocárdica por cardiotóxicos empeora el pronóstico total de los pacientes a medio y largo plazo⁴⁵. Estratificar el riesgo de cardiotoxicidad durante todo el proceso del cáncer⁴⁶ y optimizar el consumo de recursos son clave para potenciar estrategias de prevención⁴⁷. La imagen cardiaca juega un papel fundamental como herramienta diagnóstica y pronóstica^{48,49}. En numerosas publicaciones, incluidas las guías ESMO⁵⁰, el strain total longitudinal se consolida como una herramienta clave en la prevención de eventos^{51,52}. Pero no todos los pacientes necesitan un estudio completo, ya que estructurar el seguimiento con ECO dirigidos permite priorizar recursos⁵³. Así mismo, la pandemia de COVID-19 ha permitido reevaluar las indicaciones electivas, preferentes y urgentes de las técnicas de imagen que deberemos implementar para consolidar una estructura estable de cardio-oncología⁵⁴.

Conclusiones

Se confirma una tendencia general al uso de la imagen multimodal con un aumento en el desarrollo de automatismos que permitan una mayor reproducibilidad en las técnicas de imagen cardiovascular. Además, la investigación con datos masivos (*big data*) contribuye a mejoras en el diagnóstico no invasivo, a un mejor conocimiento de la fisiopatología de la enfermedad y a la obtención de puntuaciones de riesgo que ayuden a mejorar nuestra capacidad de establecer un pronóstico en las diferentes cardiopatías estudiadas (fig. 2).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Nicoara A, Skubas N, Ad N, et al. Guidelines for the Use of Transesophageal Echocardiography to Assist with Surgical Decision Making in the Operating Room: A Surgery-Based Approach From The American Society of Echocardiography in Collaboration with the Society of Cardiovascular Anesthesiologists and the Society of Thoracic Surgeons. *J Am Soc Echocardiogr.* 2020;33:692-734.
- Pellikka PA, Arruda-Olson A, Chaudhry FA, et al. Guidelines for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography in Ischemic Heart Disease: From the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2020;33:1-48.
- Daubert MA, Sivak J, Dunning A, et al. Implications of abnormal exercise electrocardiography with normal stress echocardiography. *JAMA Intern Med.* 2020;180:494-502.
- Tsugu T, Postolache A, Dulgheru R, et al. Echocardiographic reference ranges for normal left ventricular layer-specific strain: results from the EACVI NORRE study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2020;21:896-905.
- Thomas L, Muraru D, Popescu BA, et al. Evaluation of Left Atrial Size and Function: Relevance for Clinical Practice. *J Am Soc Echocardiogr.* 2020;33:934-952.
- Kusunose K, Abe T, Haga A, et al. A Deep Learning Approach for Assessment of Regional Wall Motion Abnormality From Echocardiographic Images. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020;13:374-381.
- Skulstad H, Cosyns B, Popescu BA, et al. COVID-19 pandemic and cardiac imaging: EACVI recommendations on precautions, indications, prioritization, and protection for patients and healthcare personnel. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2020;21:592-598.
- Rudsky L, Januzzi JL, Rigolin VH, et al. Multimodality Imaging in Evaluation of Cardiovascular complications in Patients with COVID-19. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76:1345-1357.
- Hahn RT, Mahmood F, Kodali S, et al. Core Competencies in Echocardiography for Imaging Structural Heart Disease Interventions: An Expert Consensus Statement. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019;12:2560-2570.
- Leipsic J, Nørgaard BL, Khalique O, et al. Core Competencies in Cardiac CT for Imaging Structural Heart Disease Interventions: An Expert Consensus Statement. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019;12:2555-2559.
- Freitas-Ferraz AB, Rodés-Cabau J, Junquera Vega L, et al. Transesophageal echocardiography complications associated with interventional cardiology procedures. *Am Heart J.* 2020;221:19-28.
- Makkar RR, Thourani VH, Mack MJ, et al. Five-Year Outcomes of Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med.* 2020;382:799-809.
- Dauerman HL, Deeb GM, O'Hair DP, et al. Durability and Clinical Outcomes of Transcatheter Aortic Valve Replacement for Failed Surgical Bioprostheses. *Circ Cardiovasc Interv.* 2019;12:e008155.
- Mangier A, Tchetchè D, Kim W-K, et al. Balloon Versus Self-Expandable Valve for the Treatment of Bicuspid Aortic Valve Stenosis: Insights From the BEAT International Collaborative Registry. *Circ Cardiovasc Interv.* 2020;13:e008714.
- Iannopolo G, Romano V, Buzzatti N, et al. Supra-Annular Sizing of Transcatheter Aortic Valve Prostheses in Raphe-Type Bicuspid Aortic Valve Disease: The LIRA Method. *Int J Cardiol.* 2020;317:144-151.
- Avenatti E, Mackensen GB, El-Tallawi KC, et al. Diagnostic Value of 3-Dimensional Vena Contracta Area for the Quantification of Residual Mitral Regurgitation After MitraClip Procedure. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:582-591.
- Pulerwitz TC, Khalique OK, Leb J, et al. Optimizing Cardiac CT Protocols for Comprehensive Acquisition Prior to Percutaneous MV and TV Repair/Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020;13:836-850.
- Yoon SH, Bleiziffer S, Latib A, et al. Predictors of Left Ventricular Outflow Tract Obstruction After Transcatheter Mitral Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:182-193.
- Guerrero M, Wang DD, Pursnani A, et al. A Cardiac Computed Tomography-Based Score to Categorize Mitral Annular Calcification Severity and Predict Valve Embolization. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2020;13:1945-1957.
- Glikson M, Wolff R, Hindricks G, et al. EHRA/EAPCI expert consensus statement on catheter-based left atrial appendage occlusion - an update. *EuroIntervention.* 2020;17:1133-1180.
- Korsholm K, Møller Jensen J, Linde Nørgaard B, et al. Detection of Device-Related Thrombosis following Left Atrial Appendage Occlusion: A Comparison between Cardiac Computed Tomography and Transesophageal Echocardiography. *Circ Cardiovasc Interv.* 2019;12:e008112.

22. Kwong RY, Ge Y, Steel K, et al. Cardiac Magnetic Resonance Stress Perfusion Imaging for Evaluation of Patients With Chest Pain. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74:1741–1755.
23. Dastidar AG, Baritssio A, De Garate E, et al. Prognostic Role of CMR and Conventional Risk Factors in Myocardial Infarction with Nonobstructed Coronary Arteries. *JACC Cardiovascular Imaging*. 2019;12:1973–1982.
24. Reindl M, Tiller C, Holzknacht M, et al. Prognostic Implications of Global Longitudinal Strain by Feature-Tracking Cardiac Magnetic Resonance in ST-Elevation Myocardial Infarction. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2019;12:e009404.
25. Treibel TA, Fridman Y, Bering P, et al. Extracellular Volume Associates With Outcomes More Strongly Than Native or Post-Contrast Myocardial T1. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:44–54.
26. van Rosendaal AR, Maxim Bax A, Smit JM, et al. Clinical risk factors and atherosclerotic plaque extent to define risk for major events in patients without obstructive coronary artery disease: the long-term coronary computed tomography angiography CONFIRM registry. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2020;21:479–488.
27. Andreini D, Magnoni M, Conte E, et al. Coronary Plaque Features on CTA Can Identify Patients at Increased Risk of Cardiovascular Events. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:1704–1717.
28. Williams MC, Kwiecinski J, Doris M, et al. Low-Attenuation Noncalcified Plaque on Coronary Computed Tomography Angiography Predicts Myocardial Infarction: Results From the Multicenter SCOT-HEART Trial (Scottish Computed Tomography of the HEART). *Circulation*. 2020;141:1452–1462.
29. Chinnaiyan KM, Safian RD, Gallagher ML, et al. Clinical Use of CT-Derived Fractional Flow Reserve in the Emergency Department. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:452–461.
30. Patel MR, Linde Nørgaard B, Fairbairn TA, et al. 1-Year Impact on Medical Practice and Clinical Outcomes of FFRCT: The ADVANCE Registry. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:97–105.
31. Nakamura S, Kitagawa K, Goto Y, et al. Prognostic Value of Stress Dynamic Computed Tomography Perfusion With Computed Tomography Delayed Enhancement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:1721–1734.
32. Cavallo AU, Patterson AJ, Thomas R, et al. Low dose contrast CT for transcatheter aortic valve replacement assessment: Results from the prospective SPECTACULAR study (spectral CT assessment prior to TAVR). *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2020;14:68–74.
33. Schicchi N, Fogante M, Esposto Pirani P, et al. Third generation dual source CT with ultra-high pitch protocol for TAVI planning and coronary tree assessment: feasibility, image quality and diagnostic performance. *Eur J Radiol*. 2020;122:108749.
34. Tesche C, Otani K, De Cecco CN, et al. Influence of Coronary Calcium on Diagnostic Performance of Machine Learning CT-FFR: Results From MACHINE Registry. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13:760–770.
35. Al'Aref SJ, Maliakal G, Singh G, et al. Machine learning of clinical variables and coronary artery calcium scoring for the prediction of obstructive coronary artery disease on coronary computed tomography angiography: analysis from the CONFIRM registry. *Eur Heart J*. 2020;41:359–367.
36. Baumann S, Renker M, Schoepf UJ, et al. Gender differences in the diagnostic performance of machine learning coronary CT angiography-derived fractional flow reserve -results from the MACHINE registry. *Eur J Radiol*. 2019;119:108657.
37. Han D, Kolli KK, Al'Aref SJ, et al. Machine Learning Framework to Identify Individuals at Risk of Rapid Progression of Coronary Atherosclerosis: From the PARADIGM Registry. *J Am Heart Assoc*. 2020;9:e013958.
38. Oda S, Kidoh M, Takashio S, et al. Quantification of Myocardial Extracellular Volume With Planning Computed Tomography for Transcatheter Aortic Valve Replacement to Identify Occult Cardiac Amyloidosis in Patients With Severe Aortic Stenosis. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2020;13:e010358.
39. Dorbala S, Ando Y, Bokhari S, et al. ASNC/AHA/ASE/EANM/HFSA/ISA/SCMR/SNMMI expert consensus recommendations for multimodality imaging in cardiac amyloidosis: Part 1 of 2—evidence base and standardized methods of imaging. *J Nucl Cardiol*. 2019;26:2065–2123.
40. Dorbala S, Ando Y, Bokhari S, et al. ASNC/AHA/ASE/EANM/HFSA/ISA/SCMR/SNMMI expert consensus recommendations for multimodality imaging in cardiac amyloidosis: Part 2 of 2-Diagnostic criteria and appropriate utilization. *J Nucl Cardiol*. 2020;27:659–673.
41. Mahmood M, Tuba Kendi A, Ajmal S, et al. Meta-analysis of 18F-FDG PET/CT in the diagnosis of infective endocarditis. *J Nucl Cardiol*. 2019;26:922–935.
42. Murphy DJ, Din M, Hage FG, et al. Guidelines in review: Comparison of ESC and AHA guidance for the diagnosis and management of infective endocarditis in adults. *J Nucl Cardiol*. 2019;26:303–308.
43. Diemberger I, Bonfiglioli R, Martignani C, et al. Contribution of PET imaging to mortality risk stratification in candidates to lead extraction for pacemaker or defibrillator infection: a prospective single center study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2019;46:194–205.
44. Mitroi C, Martín-García A, Mazón Ramos P, et al. Current functioning of cardio-oncology units in Spain. *Clin Transl Oncol*. 2020;22:1418–1422.
45. López-Sendón J, Álvarez-Ortega C, Zamora-Auñón P, et al. Classification, prevalence, and outcomes of anticancer therapy-induced cardiotoxicity: the CARDIOTOX registry. *Eur Heart J*. 2020;41:1720–1729.
46. Jacobse JN, Steggink LC, Sonke GS, et al. Myocardial dysfunction in long-term breast cancer survivors treated at ages 40–50 years. *Eur J Heart Fail*. 2020;22:338–346.
47. Lyon AR, Dent S, Stanway S, et al. Baseline cardiovascular risk assessment in cancer patients scheduled to receive cardiotoxic cancer therapies: a Position Statement and new risk assessment tools from the Cardio-Oncology Study Group of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology in collaboration with the International Cardio-Oncology Society. *Eur J Heart Fail*. 2020, <http://dx.doi.org/10.1002/ehjhf.1920>.
48. Čelutkienė J, Pudil R, López-Fernández T, et al. Role of cardiovascular imaging in cancer patients receiving cardiotoxic therapies: a position statement on behalf of the Heart Failure Association (HFA), the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the Cardio-Oncology Council of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur J Heart Fail*. 2020;22:1504–1524.
49. Harries I, Liang K, Williams M, et al. Magnetic Resonance Imaging to Detect Cardiovascular Effects of Cancer Therapy: JACC CardioOncology State-of-the-Art Review. *JACC: Cardio Onc*. 2020;2:270–292.
50. Curigliano G, Lenihan D, Fradley M, et al. Management of cardiac disease in cancer patients throughout oncological treatment: ESMO consensus recommendations. *Ann Oncol*. 2020;31:171–190.
51. Santoro C, Esposito R, Lembo M, et al. Strain-oriented strategy for guiding cardioprotection initiation of breast cancer patients experiencing cardiac dysfunction. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20:1345–1352.
52. Awadalla M, Mahmood SS, Groarke JD, et al. Global Longitudinal Strain and Cardiac Events in Patients With

-
- Immune Checkpoint Inhibitor-Related Myocarditis. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75:467–478.
53. Keramida K, Farmakis D, López-Fernández T, et al. Focused echocardiography in cardio-oncology. *Echocardiography*. 2020;37:1149–1158.
54. Lenihan D, Carver J, Porter C, et al. Cardio-Oncology Care in the Era of the Coronavirus (COVID-19) Pandemic: An International Cardio-Oncology Society (ICOS) Statement. *CA Cancer J Clin*. 2020, <http://dx.doi.org/10.3322/caac.21635>.