

Colegio Americano de Radiología
Criterios® de idoneidad del ACR
Planificación previa a procedimientos en la aurícula izquierda en la fibrilación auricular

El Colegio Interamericano de Radiología (CIR) es el único responsable de la traducción al español de los Criterios® de uso apropiado del ACR. El American College of Radiology no es responsable de la exactitud de la traducción del CIR ni de los actos u omisiones que se produzcan en base a la traducción.

The Colegio Interamericano de Radiología (CIR) is solely responsible for translating into Spanish the ACR Appropriateness Criteria®. The American College of Radiology is not responsible for the accuracy of the CIR's translation or for any acts or omissions that occur based on the translation.

Resumen:

Este documento resume la literatura relevante para la selección de imágenes previas a procedimientos en tres escenarios clínicos en pacientes que requieren tratamiento endovascular o cardioversión de la fibrilación auricular. Estos escenarios clínicos incluyen la obtención de imágenes de planificación antes de la ablación por radiofrecuencia; antes de la oclusión de la orejuela auricular izquierda; y antes de la cardioversión. La idoneidad de las modalidades de imagen en cada escenario clínico se califica como usualmente apropiada, puede ser apropiada o usualmente no apropiada, con el fin de orientar la selección de la modalidad de imagen más apropiada en los escenarios clínicos correspondientes. Los Criterios de Idoneidad del Colegio Americano de Radiología son pautas basadas en la evidencia para afecciones clínicas específicas que son revisadas anualmente por un panel multidisciplinario de expertos. El desarrollo y la revisión de la guía incluyen un extenso análisis de la literatura médica actual de revistas revisadas por pares y la aplicación de metodologías bien establecidas (Método de idoneidad de RAND / UCLA y Calificación de la evaluación de recomendaciones, desarrollo y evaluación o GRADE) para calificar la idoneidad de los procedimientos de diagnóstico por imágenes y el tratamiento para escenarios clínicos específicos. En aquellos casos en que la evidencia es escasa o equívoca, la opinión de expertos puede complementar la evidencia disponible para recomendar imágenes o tratamiento.

Palabras clave:

Criterios de adecuación; Criterios de uso adecuado; Área bajo la curva (AUC); Ablación; Fibrilación auricular; Cardioversión; Imagenología; Procedimientos endovasculares en aurícula izquierda; Planificación preprocedimiento.

Resumen del enunciado:

El documento aborda las guías para la adecuada realización de estudios de imagen de planificación de procedimientos en pacientes que requieren tratamiento endovascular o cardioversión de la fibrilación auricular

(Traductore: Flavio Zuccarino)

Variante 1:**Adulto. Fibrilación auricular, taquicardia auricular o flutter auricular atípico. Planificación previa al procedimiento de ablación de la aurícula izquierda.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Ecocardiografía transesofágica (ETE)	Usualmente apropiado	○
Angio-RM de tórax sin y con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	○
RM cardíaca: función y morfología sin y con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	○
Angio-TC de tórax con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢
TC cardíaca: función y morfología con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢☢
Angio-RM de tórax sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	○
RM cardíaca: función y morfología sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	○
Ecocardiografía transtorácica (ETT) en reposo	Usualmente inapropiado	○
Arteriografía coronaria	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Venografía pulmonar con catéter	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Angio-RM de arterias coronarias sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
Angio-RM de arterias coronarias sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
TC de tórax con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de tórax sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de tórax sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Angio-TC de arterias coronarias con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
SPECT o SPECT/TC de perfusión miocárdica (MPI) en reposo y estrés	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Variante 2:**Adulto. Fibrilación auricular. Planificación previa al procedimiento de la oclusión endovascular de la orejuela auricular izquierda.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Ecocardiografía transesofágica (ETE)	Usualmente apropiado	○
Angio-TC de tórax con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢
TC cardíaca: función y morfología con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢☢
Angio-RM de tórax sin y con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	○
RM cardíaca: función y morfología sin y con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	○
Ecocardiografía transtorácica (ETT) en reposo	Usualmente inapropiado	○
Arteriografía coronaria	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Venografía pulmonar con catéter	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Angio-RM de tórax sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
Angio-RM de arterias coronarias sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
Angio-RM de arterias coronarias sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
RM cardíaca: función y morfología sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
TC de tórax con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de tórax sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de tórax sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Angio-TC de arterias coronarias con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
SPECT o SPECT/TC de perfusión miocárdica (MPI) en reposo y estrés	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Variante 3:**Adulto. Fibrilación auricular. Planificación previa al procedimiento de cardioversión eléctrica o fAngio-RMacológica.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Ecocardiografía transesofágica (ETE)	Usualmente apropiado	○
Angio-TC de tórax con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢
TC cardíaca: función y morfología con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢☢
RM cardíaca: función y morfología sin y con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	○
Ecocardiografía transtorácica (ETT) en reposo	Usualmente inapropiado	○
Arteriografía coronaria	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Venografía pulmonar con catéter	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Angio-RM de tórax sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
Angio-RM de tórax sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
Angio-RM de arterias coronarias sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
Angio-RM de arterias coronarias sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
RM cardíaca: función y morfología sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
TC de tórax con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de tórax sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de tórax sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Angio-TC de arterias coronarias con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
SPECT o SPECT/TC de perfusión miocárdica (MPI) en reposo y estrés	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

PLANIFICACIÓN PREPROCEDIMENTAL EN LA AURÍCULA IZQUIERDA EN FIBRILACIÓN AURICULAR

Panel de expertos en imágenes cardíacas: Prachi P. Agarwal, MD^a; Layla A. Nasr, MD^b; Brian B. Ghoshhajra, MD, MBA^c; Richard K.J. Brown, MD^d; Patrick Collier, MD, PhD^e; Carlo N. De Cecco, MD^f; Cristina Fuss, MD^g; Jennifer N. Goldstein, MD, MSc^h; Kimberly Kallianos, MDⁱ; Sachin B. Malik, MD^j; Christopher D. Maroules, MD^k; Nandini M. Meyersohn, MD^l; Saman Nazarian, MD, PhD^m; Markus D. Scherer, MDⁿ; Simranjit Singh, MD^o; Tina D. Taylor, MD^p; Matthew S. Tong, DO^q; Lynne M. Kowek, MD.^r

Resumen de la revisión de la literatura

Introducción/Antecedentes

La fibrilación auricular (FA) es la arritmia cardíaca más común, que afecta al 3% de la población [1,2], y predispone a estasis circulatoria y formación de trombos en la aurícula izquierda (AI), principalmente en la orejuela auricular izquierda (OAI) [1,3,4].

El tratamiento endovascular de la FA continúa evolucionando, con resultados favorables. La ablación con catéter elimina la conexión eléctrica entre la aurícula izquierda y los focos ectópicos arritmogénicos de las venas pulmonares [5] y puede utilizarse para eliminar el sustrato de reentrada dentro o adyacente a áreas de fibrosis auricular izquierda [6]. Se ha demostrado que la obtención de imágenes para la planificación previa a la ablación auricular izquierda mejora la tasa de éxito de los procedimientos, minimiza las complicaciones, descarta contraindicaciones para el procedimiento y reduce el riesgo de recurrencia de la FA [7]. La oclusión/cierre endovascular de la OAI se utiliza para reducir la embolización de trombos auriculares hacia la circulación sistémica [8-10]. El objetivo de la cardioversión es restaurar al paciente al ritmo sinusal normal, y en estos pacientes se utilizan imágenes previas a la cardioversión para descartar la presencia de trombos en la OAI, dado que hasta un 7% de los pacientes presentan trombos auriculares a pesar de los regímenes de anticoagulación [7].

El documento analiza las guías de imagen para las siguientes tareas clínicas previas al procedimiento en pacientes que requieren tratamiento endovascular o cardioversión de la FA: 1) antes de la ablación con catéter, para determinar la anatomía de las venas pulmonares, el tamaño de sus ostium si se utiliza tecnología con balón, y establecer la relación de la aurícula izquierda con estructuras adyacentes (como el esófago) para minimizar complicaciones y descartar trombos; 2) antes de la oclusión de la OAI, para evaluar la morfología y dimensiones de la OAI con fines de selección del dispositivo, descartar trombos, y valorar la relación de la OAI con estructuras cardíacas y extracardíacas adyacentes, a fin de determinar la factibilidad y planificar el procedimiento; y 3) antes de la cardioversión, para descartar trombos en la AI/OAI.

Este documento no proporciona orientación sobre el diagnóstico o el manejo de la FA y supone que los pacientes considerados para procedimientos en la AI/OAI son candidatos idóneos. Para ello, además de la planificación específica previa al procedimiento, el lector puede remitirse a los temas de los Criterios de Idoneidad del ACR sobre Enfermedad miocárdica no isquémica con manifestaciones clínicas (miocardiopatía isquémica ya excluida), (ver “[Nonischemic Myocardial Disease with Clinical Manifestations \(Ischemic Cardiomyopathy Already Excluded\)](#)” [11], e Insuficiencia cardíaca no aguda conocida y sospechada (ver “[Suspected New-Onset and Known Nonacute Heart Failure](#)” [12], así como a la enfermedad valvular, arritmias y patología pericárdica, y al tema de los Criterios de Idoneidad del ACR sobre Dolor torácico crónico: alta probabilidad de enfermedad coronaria (ver “[Chronic Chest Pain-High Probability of Coronary Artery Disease](#)”) [13]. Además, el panel no aborda imágenes realizadas durante

^aUniversity of Michigan, Ann Arbor, Michigan. ^bResearch Author, Allegheny Health Network Imaging Institute, Pittsburgh, Pennsylvania. ^cPanel Chair, Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts. ^dUniversity of Utah, Department of Radiology and Imaging Sciences, Salt Lake City, Utah; Commission on Nuclear Medicine and Molecular Imaging. ^eCleveland Clinic, Cleveland, Ohio; Cardiology expert. ^fEmory University, Atlanta, Georgia. ^gOregon Health & Science University, Portland, Oregon. ^hChristianaCare Health System, Newark, Delaware; Society of General Internal Medicine. ⁱUniversity of California San Francisco, San Francisco, California. ^jVA Palo Alto Health Care System, Palo Alto, California and Stanford University, Stanford, California. ^kInnovation Health Services, Norfolk, Virginia. ^lMassachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts. ^mHospital of the University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania; Heart Rhythm Society. ⁿSanger Heart and Vascular Institute, Charlotte, North Carolina; Society of Cardiovascular Computed Tomography. ^oIndiana University School of Medicine, Indianapolis, Indiana; American College of Physicians. ^pDuke University Medical Center, Durham, North Carolina. ^qOhio State University, Columbus, Ohio; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. ^rSpecialty Chair, Duke University Medical Center, Durham, North Carolina.

El Colegio Americano de Radiología busca y alienta la colaboración con otras organizaciones en el desarrollo de los Criterios de Idoneidad de ACR a través de la representación de la sociedad en paneles de expertos. La participación de representantes de las sociedades colaboradoras en el panel de expertos no implica necesariamente la aprobación individual o social del documento final.

Reimprima las solicitudes a: publications@acr.org

los procedimientos propuestos (p. ej., ecocardiografía intracardiaca), ni la investigación de complicaciones posteriores al procedimiento.

Consideraciones especiales sobre imágenes

Con el fin de distinguir entre la TC y la angiografía por TC (angio-TC), los temas de los Criterios de Adecuación ACR utilizan la definición establecida por [ACR–NASCI–SIR–SPR Practice Parameter for the Performance and Interpretation of Body Computed Tomography Angiography \(CTA\)](#) [14]:

"La angio-TC utiliza una adquisición de TC de sección fina que está programada para coincidir con el pico de realce arterial o venosa. El conjunto de datos volumétricos resultante se interpreta utilizando reconstrucciones transversales primarias, así como reconstrucciones multiplanares y representaciones 3D".

Todos los elementos son esenciales: 1) tiempo, 2) reconstrucciones / reformateo, y 3) representaciones 3D. Las TC estándar con contraste también incluyen problemas de tiempo y reconstrucciones/reformateo. Sin embargo, sólo en la angio-TC la representación 3D es un elemento requerido. Esto corresponde a las definiciones que el CMS ha aplicado a los códigos de terminología procesal actual.

A los efectos de este documento, la angio-TC de tórax puede realizarse con sincronización electrocardiográfica en una (ECG triggering) o más fases del ciclo cardiaco (ECG gating), con adquisición de doble fuente de alta velocidad o adquisición sin sincronización, dependiendo de la tecnología y experiencia del centro. Esto se diferencia de la TC cardíaca, que se realiza rutinariamente con sincronización ECG y suele estar limitada en el eje z a cubrir únicamente el corazón. De manera similar, la angiografía torácica por RM (Angio-RM) puede adquirirse con o sin sincronización ECG y puede realizarse con o sin contraste. Las reconstrucciones y representaciones tridimensionales constituyen un elemento esencial de la Angio-RM.

Discusión de los procedimientos en las diferentes situaciones

Variante 1: Adulto. Fibrilación auricular, taquicardia auricular o flutter auricular atípico. Planificación previa a procedimiento de ablación de la aurícula izquierda.

Arteriografía Coronaria

La arteriografía coronaria invasiva permite evaluar la enfermedad arterial coronaria. No existe literatura relevante que respalde el uso rutinario de la arteriografía coronaria para guiar la planificación previa a la ablación de la aurícula izquierda.

Venografía pulmonar con catéter

La venografía pulmonar por catéter permite evaluar las venas pulmonares. Existe poca evidencia en la literatura que respalde el uso de la venografía por catéter en la planificación rutinaria previa a la ablación de arritmias auriculares. Una revisión retrospectiva evaluó la angiografía rotacional 3D periprocedimiento en 547 pacientes consecutivos sometidos a ablación mediante inyección directa de contraste en la aurícula derecha o izquierda, con o sin administración simultánea de contraste oral para el mapeo esofágico [15]. Con la disponibilidad de sistemas de mapeo electroanatómico, no existe un beneficio adicional ni literatura que apoye el uso de venografía por catéter durante la ablación de arritmias auriculares.

TC de tórax con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de la TC de tórax con contraste intravenoso (IV) para guiar la planificación previa a la ablación de la aurícula izquierda.

TC de tórax sin y con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de la TC de tórax sin y con contraste IV para guiar la planificación previa a la ablación de la aurícula izquierda.

TC de tórax sin contraste intravenoso

Un único estudio prospectivo con 50 pacientes evaluados mediante TC de tórax sin contraste no encontró diferencias estadísticamente significativas en los tiempos del procedimiento ni en la tasa de éxito de la ablación [16]. Esta evidencia está limitada por el tamaño de la muestra y la escasez de datos de apoyo adicionales. La integración de la TC sin contraste con el mapeo electroanatómico no puede realizarse de manera adecuada [16], y no es posible evaluar contraindicaciones como la presencia de trombos.

TC Cardíaco para función cardíaca y morfología con contraste intravenoso

La TC cardíaca multidetector sincronizada con ECG (MDCT) puede evaluar la anatomía de la aurícula izquierda, la orejuela auricular izquierda (OAI) y las venas pulmonares. En un estudio que incluyó a 1.040 pacientes consecutivos sometidos a ablación por catéter de las venas pulmonares, se identificaron variantes anatómicas cardiovasculares mediante TC sincronizada con ECG en el 18,7% de los casos [5]. En pacientes que se someten a procedimientos de ablación repetidos, la TC puede evaluar sitios de estenosis u oclusión de las venas pulmonares causados por procedimientos previos. Además, proporciona información sobre las estructuras torácicas adyacentes, incluido el esófago, y facilita el mapeo electroanatómico para la planificación previa al preprocedimiento de ablación.

La TC cardíaca también se ha evaluado en la valoración de trombos antes de diversos procedimientos en la aurícula izquierda (AI). Con respecto específico al contexto previo a la ablación, se ha informado que la especificidad y el valor predictivo negativo (VPN) de una TC de adquisición única (sin imágenes tardías ni en posición prona) fueron del 88% y 100%, respectivamente, según un estudio con 51 pacientes comparado con ecocardiografía transesofágica (ETE) [17]. La precisión diagnóstica de la TC para detectar trombos puede mejorarse aún más mediante el uso de una fase tardía o la posición prona [18]. En un pequeño estudio con 70 pacientes, la especificidad y el valor predictivo positivo (VPP) de la TC aumentaron del 84% y 15% al 100% y 100%, respectivamente, al agregar una fase tardía [19]. El alto VPN puede usarse para reducir la necesidad de ETE, de manera que esta se utilice de forma selectiva solo cuando la TC sea positiva. Hong et al [20] encontraron que los pacientes que se sometieron a TC cardíaca multidetector (MDCT) seguida de ETE rutinaria no presentaron diferencias significativas en la incidencia de ictus periprocedimental en comparación con la ETE selectiva (0,2% de incidencia en cada grupo, $P > 0,99$); la sensibilidad y el VPN de la TC fueron del 100% y 100%, respectivamente, en este estudio. Esta estrategia de uso selectivo de la ETE también se evaluó durante la pandemia de COVID-19, y el estudio no mostró diferencias significativas en eventos tromboembólicos periprocedimiento entre la ETE rutinaria frente a la ETE selectiva guiada por TC (0% frente a 0,4%, $P = .33$, $n = 637$) [21].

La TC cardíaca puede evaluar el tamaño de la aurícula izquierda (AI), lo que puede ayudar a guiar el manejo del paciente, ya que un volumen aumentado de AI es un predictor independiente de recurrencia de arritmia ($n = 103$; razón de riesgos [HR], 1,011/mL; intervalo de confianza [IC] 95%, 1,003–1,020; $P = 0,002$) [22].

Angio-TC de tórax con contraste intravenoso

La angio-TC de tórax permite evaluar la aurícula izquierda, la orejuela izquierda (OAI) y la anatomía de las venas pulmonares como alternativa a la TC cardíaca. Un estudio prospectivo que comparó angio-TC sincronizada con ECG y no sincronizada con ECG en 62 pacientes mostró una disminución significativa de la dosis usando el protocolo no sincronizado ($P < 0,0001$ para el índice de dosis de TC-volumen, producto longitud-dosis y dosis efectiva), sin diferencias significativas en la calidad visual de las imágenes, parámetros de ablación con catéter ni en la tasa de recurrencia de FA [23]. Otro estudio que aleatorizó 60 pacientes a TCMD de 64 cortes sincronizada con ECG, TC de 128 cortes dual-source sincronizada con ECG y TC dual-source de 128 cortes no sincronizada mostró que, en general, el uso de TC dual-source comparado con TCMD requirió menos medio de contraste y las variables dosimétricas fueron menores. Para la TC dual-source no sincronizada, el tiempo total de escaneo fue significativamente menor que tanto la TCMD sincronizada como la TC dual-source sincronizada ($P < 0,001$), y no hubo diferencias significativas en la integración del mapa electroanatómico ni en los parámetros del procedimiento entre los tres grupos [24].

Además, un estudio prospectivo que evaluó el papel de la imagen con contraste tardío para la detección de trombos en 320 pacientes con FA utilizó angio-TC no sincronizada con ECG como parte del protocolo estándar previo a la ablación. La sensibilidad y el valor predictivo negativo (VPN) para la detección de trombos en la OAI (con la fase tardía integrada) fueron ambos del 100%, y la especificidad fue del 98% en comparación con la ecocardiografía intracardiaca intraprocedimiento y la ETE preprocedimental. Más importante aún, ningún paciente con angio-TC negativa o equívoca combinada con ETE presentó complicaciones cerebrovasculares [25].

Angio-TC de arterias coronarias con contraste intravenoso

La angio-TC de las arterias coronarias se utiliza para evaluar la enfermedad arterial coronaria. No existe literatura relevante que respalde el uso rutinario de la angio-TC de arterias coronarias con contraste intravenoso (IV) para guiar la planificación preprocedimental antes de la ablación de la aurícula izquierda (AI). Además, puede ser técnicamente desafiante debido a ritmos cardíacos irregulares en estos pacientes. Aunque no se recomienda de manera rutinaria, si el escenario clínico específico requiere evaluación de las arterias coronarias además de la

planificación preablación, el estudio puede realizarse como un examen de angio-TC coronaria, evaluando simultáneamente la aurícula izquierda y las venas pulmonares.

Angio-RM de tórax sin y con contraste intravenoso

La angiografía por resonancia magnética (Angio-RM) sin y con contraste IV puede evaluar el tamaño de la AI, la anatomía de las venas pulmonares y la presencia de trombos. Tanto la Angio-RM estándar con contraste como la Angio-RM dinámica con contraste (esta última realizada con una dosis menor de gadolinio) pueden evaluar la AI y la anatomía de las venas pulmonares [26,27]. Una comparación reciente de estas dos adquisiciones en 50 pacientes mostró que la Angio-RM dinámica tiene una calidad de imagen global significativamente mayor ($P < 0,0001$) [27]. La Angio-RM con contraste IV puede identificar trombos en AI/OAI con una exactitud del 94,3%, sensibilidad del 66,7% y especificidad del 95,2% en comparación con ETE [28].

Angio-RM de tórax sin contraste intravenoso

La Angio-RM sin contraste mediante secuencias 2-D y 3-D de precesión libre balanceada de estado estacionario (b-SSFP) puede evaluar el tamaño de la AI y la anatomía de las venas pulmonares, aunque no permite evaluar de manera confiable la presencia de trombos. Puede ser una alternativa factible para la planificación preablación en pacientes que no pueden recibir contraste IV [29,30]. A pesar de una calidad de imagen global menor, la Angio-RM 2-D b-SSFP proporcionó información adecuada sobre la anatomía de la AI y las venas pulmonares, así como integración electroanatómica suficiente en comparación con la TC con contraste en 54 pacientes, 27 evaluados con cada modalidad [29]. Los datos adicionales de respaldo son escasos.

Angio-RM de arterias coronarias sin y con contraste intravenoso

El examen de las arterias coronarias mediante Angio-RM puede evaluar la anatomía de las arterias coronarias proximales. No existe literatura relevante que respalde el uso de Angio-RM de arterias coronarias sin y con contraste IV para guiar la planificación previa a procedimientos de ablación de la AI.

Angio-RM de arterias coronarias sin contraste intravenoso

El examen de las arterias coronarias mediante Angio-RM puede evaluar la anatomía de las arterias coronarias proximales. No existe literatura relevante que respalde el uso de Angio-RM de arterias coronarias sin contraste IV para guiar la planificación previa a procedimientos de ablación de la AI.

RM cardíaca: función y morfología sin y con contraste intravenoso

La resonancia magnética cardíaca (RMC) con contraste IV puede evaluar el tamaño de las cámaras cardíacas, la presencia de trombos en la AI/OAI y la fibrosis auricular. Sin embargo, para la anatomía y mediciones de las venas pulmonares, requiere un procedimiento complementario (es decir, una adquisición 3-D simultánea [Angio-RM]). En un estudio que comparó 400 pacientes sometidos a TC cardíaca o RM cardíaca (RMC) previas a procedimientos, las características del procedimiento (tiempo de fluoroscopia, duración del procedimiento, venas pulmonares identificadas, objetivo y aisladas) y las tasas de recurrencia de arritmia no fueron significativamente diferentes [31]. En dos estudios, se demostró que la RMC proporciona mediciones más precisas y reproducibles del volumen de la AI, el cual, cuando está aumentado, es un predictor independiente de recurrencia postablación [31,32]. Entre las diversas secuencias de RM, la RMC con secuencia de realce tardío post contraste y tiempo de inversión prolongado presenta la mayor exactitud diagnóstica reportada (99,2%), sensibilidad (100%) y especificidad (99,2%) para la evaluación de trombos en comparación con ETE [28]. Varios estudios han demostrado que la identificación de fibrosis auricular izquierda mediante imágenes de realce tardío con gadolinio es un predictor independiente de recurrencia de arritmia postablación [33-36]. Esto ha llevado a investigar la ablación basada en sustrato auricular, en la que se dirigen estas lesiones fibróticas además de las venas pulmonares para reducir las tasas de recurrencia [37]. El ensayo prospectivo multicéntrico “Efficacy of Delayed Enhancement MRI-Guided Ablation vs Conventional Catheter Ablation of Atrial Fibrillation” (DECAAF II) mostró que, en pacientes con FA persistente, la ablación guiada por fibrosis mediante RMC más aislamiento de venas pulmonares, en comparación con la ablación con catéter solo de aislamiento de venas pulmonares, no resultó en diferencias significativas en la recurrencia de arritmias auriculares [6]. Otros parámetros de la AI, como el volumen auricular, esfericidad, índice de volumen de la AI, función de vaciamiento de la AI, deformación máxima (peak strain) y tiempo de relajación T1 de la AI, también han sido evaluados mediante RMC [32].

RM cardíaca: función y morfología sin contraste intravenoso

La RMC sin contraste IV puede proporcionar información sobre la función cardíaca y el tamaño de las cámaras, pero su papel en la planificación previa a procedimientos es limitado y existe escasa literatura sobre este tema.

Además, a diferencia de la RMC con contraste, no es sensible para trombos y no puede usarse para evaluar cicatrices.

SPECT o SPECT/CT de perfusión miocárdica en reposo y estrés

No existe literatura relevante que respalde el uso de tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) o SPECT/TC con imágenes de perfusión miocárdica (IPM) en reposo y estrés para guiar la planificación preprocedimental antes de la ablación de la AI. Sin embargo, muchos operadores usan infusiones de isoproterenol para evaluar la presencia de focos desencadenantes no procedentes de las venas pulmonares. Antes de administrar dosis altas de isoproterenol, puede ser recomendable evaluar el IPM en pacientes con síntomas consistentes con angina o con capacidad funcional limitada.

Ecocardiografía transesofágica (ETE)

La ETE es una técnica de imagen útil para la detección de trombos en AI/OAI [38-40], con una sensibilidad del 93,3% al 100% y una especificidad del 99% al 100%.

La ETE no permite evaluar de manera confiable la anatomía de las venas pulmonares, las mediciones venosas pulmonares ni las relaciones anatómicas extracardiacas. Por ello, se están evaluando técnicas de imagen alternativas, como la TC y la RM, para permitir un uso más dirigido de la ETE en pacientes con sospecha de trombo.

Ecocardiografía transtorácica (ETT) en reposo

Aunque la ETT se utiliza comúnmente en la evaluación inicial de pacientes con FA y permite evaluar parámetros como el volumen/índice de volumen de la AI, la fracción de eyección del ventrículo izquierdo [41] y el tamaño de la AI [42], no existe literatura relevante que describa el uso específico de la ETT para guiar la planificación previa a un procedimiento de oclusión endovascular de la orejuela auricular izquierda (OAI).

Variante 2: Adulto. Fibrilación auricular. Planificación previa a procedimiento de oclusión endovascular de la OAI.

Arteriografía coronaria

No existe literatura relevante que respalde el uso rutinario de la arteriografía coronaria para guiar la planificación preprocedimiento antes de la oclusión de la OAI.

Venografía pulmonar con catéter

No existe literatura relevante que respalde el uso de la venografía pulmonar con catéter para guiar la planificación preprocedimiento antes de la oclusión de la OAI.

TC de tórax con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de TC de tórax con contraste IV para guiar la planificación preprocedimiento antes de la oclusión de la OAI.

TC de tórax sin y con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de TC de tórax sin y con contraste IV para guiar la planificación preprocedimiento antes de la oclusión de la OAI.

TC de tórax sin contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de TC de tórax sin contraste IV para guiar la planificación preprocedimiento antes de la oclusión de la OAI.

TC cardíaca: función y morfología con contraste intravenoso

La TC cardíaca puede evaluar el tamaño de la OAI, la anatomía para la selección del dispositivo y descartar trombos. Una evaluación anatómica precisa de la OAI guía la selección del dispositivo. Para el dimensionamiento del dispositivo, un pequeño ensayo aleatorizado con 24 pacientes mostró que, en comparación con la ETE 2-D, la TC tuvo una mayor precisión para la selección inicial del dispositivo (92% frente a 27%, $P = 0,01$), mayor eficiencia en la utilidad del dispositivo ($1,33 \pm 0,7$ para TC frente a $2,5 \pm 1,2$ para ETE, $P = 0,01$), mejor guía de catéteres (1 para TC frente a $1,7 \pm 0,8$ para ETE, $P = 0,01$) y menor tiempo de procedimiento (55 ± 17 min para TC frente a 73 ± 24 min para ETE, $P < 0,05$) [43]. Las mediciones por TC son ligeramente mayores que las de la ETE; la leve subestimación de la ETE puede deberse a la limitada cantidad de ángulos disponibles, deshidratación por ayuno previo al procedimiento y la mayor resolución espacial de la TC [44,45]. Un estudio unicéntrico mostró que confiar únicamente en la longitud derivada de la ETE 3-D puede excluir incorrectamente al 19% de los pacientes [46]. El valor incremental de la TC sobre la ETE independiente también se evidenció en otro estudio, que demostró una mayor tasa de implantación exitosa del dispositivo (98,5% frente a 94,9%; $P = 0,02$), menor tiempo de

procedimiento (mediana, 45,5 min frente a 51,0 min; $P = 0,03$) y menor frecuencia de cambio de tamaño del dispositivo (5,6% frente a 12,1%; $P = 0,01$), sin diferencias en el riesgo de eventos adversos mayores [47]. Además, se está explorando la impresión 3-D basada en TC para guiar procedimientos.

Un papel importante de la TC es descartar contraindicaciones para procedimientos de oclusión endovascular de la OAI, como la presencia de trombos. En un metaanálisis que comparó TC y ETE para la evaluación de trombos, la TC presentó una sensibilidad y especificidad de 96% y 92%, que aumentaron a 100% y 99% cuando se realizó imagen tardía [48].

Angio-TC de tórax con contraste intravenoso

La angio-TC de tórax permite evaluar la aurícula izquierda (AI) y la orejuela auricular izquierda (OAI), y puede realizarse con distintos parámetros de adquisición (con o sin sincronización ECG) según el equipo y los protocolos locales. Para el dimensionamiento de dispositivos, la angio-TC sincronizada con ECG es útil, y los estudios han mostrado una alta precisión para la angio-TC sincronizada, como se describe en la sección anterior sobre TC cardíaca [43,49].

Dependiendo de los parámetros exactos, la angio-TC de tórax con contraste IV también es útil para descartar trombos, especialmente cuando se combina con imágenes tardías. Al combinarse con fase tardía, presenta una sensibilidad del 100% [48].

Angio-TC de arterias coronarias con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso rutinario de la angio-TC de arterias coronarias con contraste IV para guiar la planificación previa a procedimientos de oclusión de la OAI.

Angio-RM de tórax sin y con contraste intravenoso

La Angio-RM de tórax con contraste puede evaluar el tamaño y la permeabilidad de la AI y OAI, así como identificar trombos en AI/OAI con una exactitud del 94,3%, sensibilidad del 66,7% y especificidad del 95,2% en comparación con ETE [28]. Sin embargo, no existen estudios grandes que evalúen el uso de Angio-RM de tórax sin y con contraste IV para guiar la planificación preprocedimiento antes de la oclusión de la OAI.

Angio-RM de tórax sin contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de Angio-RM de tórax sin contraste IV para guiar la planificación de procedimientos de oclusión de la OAI.

Angio-RM de arterias coronarias sin y con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de Angio-RM de arterias coronarias sin contraste IV para guiar la planificación de procedimientos de oclusión de la OAI.

Angio-RM de arterias coronarias sin contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de Angio-RM de arterias coronarias sin contraste intravenoso para guiar la planificación de procedimientos de oclusión de la orejuela auricular izquierda.

RM cardíaca: función y morfología sin y con contraste intravenoso

La RM cardíaca (RMC) puede evaluar la permeabilidad de la AI y OAI. Existe poca evidencia sobre el uso de RMC con contraste para la detección de trombos en AI/OAI. Un análisis retrospectivo de 97 pacientes mostró una concordancia del 100% en la detección de trombos en la OAI entre la RMC 3-D con realce temprano post-gadolinio y la ETE [50]. Otro estudio que comparó RMC con ETE en 261 pacientes mostró una exactitud diagnóstica del 99,2% para la RMC con realce retardado de T1 prolongado en la detección de trombos en la OAI [28]. Esta exactitud diagnóstica no se vio afectada por la presencia de arritmia durante la adquisición de imágenes. Para la medición de la OAI, la RMC necesita complementarse con una adquisición 3-D simultánea (por ejemplo, una Angio-RM). Sin embargo, no existen estudios a gran escala que respalden el uso de RMC para cuantificar el tamaño y la morfología de la OAI antes de la oclusión endovascular [7]. Una limitación de la RMC es su menor resolución espacial y los tiempos de adquisición más prolongados en comparación con la TC.

RM cardíaca: función y morfología sin contraste intravenoso

La RMC sin contraste IV puede evaluar el tamaño de la aurícula izquierda (AI). Existe poca evidencia en la literatura que respalde el uso de RMC sin contraste para la detección de trombos en la orejuela auricular izquierda (OAI). Kitkungvan et al [28] compararon la RMC con la ETE para la detección de trombos en la OAI. La RMC con secuencias cine de precesión libre en estado estacionario (SSFP) presentó una exactitud diagnóstica del 91,6%, sensibilidad del 66,7% y especificidad del 92,5%.

No existe literatura relevante que respalde el uso de RMC sin contraste para cuantificar el tamaño y la morfología de la OAI y guiar la planificación de procedimientos de oclusión de la OAI.

SPECT o SPECT/CT de perfusión miocárdica en reposo y estrés

No existe literatura relevante que respalde el uso de SPECT o SPECT/TC de perfusión miocárdica (MPI) en reposo y estrés para guiar la planificación de procedimientos de oclusión endovascular de la OAI.

Ecocardiografía transesofágica (ETE)

La ETE es la técnica de imagen más útil para la planificación previa al procedimiento, ya que permite descartar trombos intracardíacos, evaluar el tamaño y la forma de la OAI para la selección del dispositivo y caracterizar el tabique auricular de cara a la punción transeptal. Los estudios han mostrado que la ETE puede subestimar las dimensiones de la orejuela, aunque esto se ha corregido parcialmente mediante ETE 3-D [45]. Un estudio con 53 pacientes mostró que el dimensionamiento por TC del ancho máximo de la OAI fue $2,7 \pm 2,2$ mm y $2,3 \pm 3,0$ mm mayor que las mediciones de ETE 2-D y 3-D, respectivamente [46], y que sería necesario un aumento de tamaño para el 62,3% de los pacientes usando únicamente mediciones de ETE 2-D frente al 52,8% de los pacientes con mediciones de ETE 3-D.

Ecocardiografía transtorácica (ETT) en reposo

La ETT evalúa parámetros de la AI que pueden ayudar a la estratificación de riesgo de eventos tromboembólicos, como el volumen/índice de volumen de la AI, la fracción de eyección del ventrículo izquierdo [41] y el tamaño de la AI [42]. Sin embargo, no existe literatura relevante que respalde el uso específico de la ETT para la planificación de procedimientos de oclusión endovascular de la OAI.

Variante 3: Adulto. Fibrilación auricular. Planificación previa a procedimientos de cardioversión eléctrica o fAngio-RMacológica.

Arteriografía coronaria

No existe literatura relevante que respalde el uso de arteriografía coronaria para guiar la planificación preprocedimiento antes de la cardioversión.

Venografía pulmonar con catéter

No existe literatura relevante que respalde el uso de venografía pulmonar con catéter para guiar la planificación preprocedimiento antes de la cardioversión.

TC de tórax con contraste intravenoso

En algunos casos, la TC de tórax puede demostrar trombos; sin embargo, no está optimizada para la evaluación de la AI. No existe literatura relevante que respalde el uso de TC de tórax con contraste IV para guiar la planificación antes de la cardioversión.

TC de tórax sin y con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de TC de tórax sin y con contraste IV para guiar la planificación preprocedimiento antes de la cardioversión.

TC de tórax sin contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de TC de tórax sin contraste IV para guiar la planificación preprocedimiento antes de la cardioversión.

TC cardíaca: función y morfología con contraste intravenoso

El uso de TC para descartar trombos antes de procedimientos en la AI está aumentando, especialmente cuando la TC ya se realiza para mediciones y mapeo (es decir, antes de ablación y oclusión de la OAI). Sin embargo, no existen estudios grandes que evalúen el papel de la TC antes de la cardioversión. En cuanto a la precisión diagnóstica, la TC ha mostrado un buen desempeño para esta indicación (exclusión de trombos), con un metaanálisis que reporta sensibilidad del 96% y especificidad del 92%, que aumentan a 100% y 99%, respectivamente, si se realiza imagen tardía [48]. Otros estudios han mostrado resultados similares [18,19,25]. La TC tiene la ventaja de ser no invasiva y permitir representación tridimensional (3-D).

Angio-TC de tórax con contraste intravenoso

Dependiendo de los parámetros exactos, la angio-TC con contraste IV es útil para descartar trombos, especialmente cuando se combina con imagen tardía. Al combinarse con fase tardía presenta sensibilidad y VPN del 100% [48].

Angio-TC de arterias coronarias con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de angio-TC de arterias coronarias con contraste IV para guiar la planificación preprocedimental antes de la cardioversión.

Angio-RM de tórax sin y con contraste intravenoso

La Angio-RM con contraste IV puede identificar trombos en AI/OAI con exactitud del 94,3%, sensibilidad del 66,7% y especificidad del 95,2% en comparación con ETE [28]. Sin embargo, no existen estudios grandes o literatura relevante que evalúen específicamente el uso de Angio-RM de tórax sin y con contraste IV para la planificación preprocedimiento antes de la cardioversión.

Angio-RM de tórax sin contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de Angio-RM de tórax sin contraste IV para guiar la planificación preprocedimiento antes de la cardioversión.

Angio-RM de arterias coronarias sin y con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de Angio-RM de arterias coronarias sin y con contraste IV para guiar la planificación preprocedimiento antes de la cardioversión.

Angio-RM de arterias coronarias sin contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de Angio-RM de arterias coronarias sin contraste IV para guiar la planificación preprocedimiento antes de la cardioversión.

RM cardíaca: función y morfología sin y con contraste intravenoso

Existen datos emergentes que indican que la RMC con contraste es una modalidad confiable para la detección de trombos en AI/OAI. Un análisis retrospectivo de 97 pacientes mostró concordancia del 100% en la detección de trombos en la OAI entre la RMC 3-D con realce temprano post-gadolinio y la ETE [50]. Otro estudio que comparó RMC con ETE en 261 pacientes mostró una exactitud diagnóstica del 99,2% para la RMC con realce retardado de T1 prolongado en la detección de trombos en la OAI [28].

RM cardíaca: función y morfología sin contraste intravenoso

Existe evidencia limitada que respalde el uso de RMC sin contraste para la detección de trombos en la OAI. Kitkungvan et al [28] compararon RMC con ETE para la detección de trombos en la OAI. La RMC cine SSFP presentó una exactitud diagnóstica del 91,6%, sensibilidad del 66,7% y especificidad del 92,5%. Los principales factores que redujeron el rendimiento fueron los artefactos relacionados con la respiración, la inhomogeneidad y el flujo.

SPECT o SPECT/CT de perfusión miocárdica en reposo y estrés

No existe literatura relevante que respalde el uso de SPECT o SPECT/TC de perfusión miocárdica (MPI) en reposo y estrés para guiar la planificación preprocedimiento antes de la cardioversión.

Ecocardiografía transesofágica (ETE)

La ETE puede evaluar la presencia de trombos en AI/OAI con una sensibilidad reportada del 97% y especificidad del 100% [38]. La ETE es útil como alternativa a la anticoagulación previa al procedimiento en pacientes con FA de inicio o duración inciertos o cuando la FA supera las 48 horas; en pacientes con trombosis conocida, se recomienda repetir la ETE tras 3 a 4 semanas de anticoagulación antes de la cardioversión, según la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) [51].

Ecocardiografía transtorácica (ETT) en reposo

Aunque la ETT puede evaluar parámetros de la AI que ayudan en la estratificación de riesgo de eventos tromboembólicos, no existen estudios que describan la utilidad específica de la ETT antes de la cardioversión, particularmente para descartar trombos en la OAI.

Resumen de las Recomendaciones

- **Variante 1:** ETE, o Angio-RM de tórax sin y con contraste intravenoso, o RM cardíaca: función y morfología sin y con contraste intravenoso, o angio-TC de tórax con contraste intravenoso, o TC cardíaca: función y morfología con contraste intravenoso, son habitualmente apropiadas para pacientes con FA, taquicardia auricular o flutter auricular atípico que se someten a planificación preprocedimiento antes de ablación de la aurícula izquierda. La Angio-RM de tórax sin y con contraste intravenoso y la RM cardíaca: función y morfología sin y con contraste intravenoso son procedimientos complementarios (es decir, se solicitan más de

uno como conjunto o de manera simultánea, en los que cada procedimiento aporta información clínica única para manejar eficazmente la atención del paciente), y se realizan simultáneamente para evaluar medidas de las venas pulmonares además del tamaño de la aurícula y la presencia de trombos. Los otros procedimientos, ETE, angio-TC de tórax con contraste intravenoso, o TC cardíaca: función y morfología con contraste intravenoso, son alternativas equivalentes (es decir, solo se solicitará un procedimiento para proporcionar la información clínica necesaria para manejar eficazmente la atención del paciente).

- **Variante 2:** ETE, o angio-TC de tórax con contraste intravenoso, o TC cardíaca: función y morfología con contraste intravenoso, son habitualmente apropiadas para pacientes con FA que se someten a planificación preprocedimiento antes de la oclusión endovascular de la OAI. Estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, solo se solicitará un procedimiento para proporcionar la información clínica necesaria para manejar eficazmente la atención del paciente).
- **Variante 3:** ETE, o angio-TC de tórax con contraste intravenoso, o TC cardíaca: función y morfología con contraste intravenoso, son habitualmente apropiadas para pacientes con FA que se someten a planificación preprocedimiento antes de la cardioversión eléctrica o fAngio-RMacológica. Estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, solo se solicitará un procedimiento para proporcionar la información clínica necesaria para manejar eficazmente la atención del paciente).

Documentos de apoyo

La tabla de evidencia, la búsqueda bibliográfica y el apéndice para este tema están disponibles en <https://acsearch.acr.org/list>. El apéndice incluye la evaluación de la solidez de la evidencia y las tabulaciones de la ronda de calificación para cada recomendación.

Para obtener información adicional sobre la metodología de los Criterios de Idoneidad y otros documentos de apoyo, visite: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Clinical-Tools-and-Reference/Appropriateness-Criteria>.

Idoneidad Nombres de categoría y definiciones

Nombre de categoría de idoneidad	Clasificación de idoneidad	Definición de categoría de idoneidad
Usualmente apropiado	7, 8 o 9	El procedimiento o tratamiento por imágenes está indicado en los escenarios clínicos especificados con una relación riesgo-beneficio favorable para los pacientes.
Puede ser apropiado	4, 5 o 6	El procedimiento o tratamiento por imágenes puede estar indicado en los escenarios clínicos especificados como una alternativa a los procedimientos o tratamientos de imagen con una relación riesgo-beneficio más favorable, o la relación riesgo-beneficio para los pacientes es equívoca.
Puede ser apropiado (desacuerdo)	5	Las calificaciones individuales están demasiado dispersas de la mediana del panel. La etiqueta diferente proporciona transparencia con respecto a la recomendación del panel. "Puede ser apropiado" es la categoría de calificación y se asigna una calificación de 5.
Usualmente inapropiado	1, 2 o 3	Es poco probable que el procedimiento o tratamiento por imágenes esté indicado en los escenarios clínicos especificados, o es probable que la relación riesgo-beneficio para los pacientes sea desfavorable.

Información relativa sobre el nivel de radiación

Los posibles efectos adversos para la salud, asociados con la exposición a la radiación, son un factor importante a tener en cuenta de cara a seleccionar el procedimiento de imagen apropiado. Debido a que existe una amplia gama de exposiciones a la radiación asociadas con diferentes procedimientos de diagnóstico, se ha incluido una indicación

de nivel de radiación relativo (RRL) para cada examen por imágenes. Los RRL se basan en la dosis efectiva, que es una cuantificación de dosis de radiación que se utiliza para estimar el riesgo total de radiación de la población asociado con un procedimiento de imagen. Los pacientes en el grupo de edad pediátrica tienen un riesgo inherentemente mayor de exposición, debido tanto a la sensibilidad orgánica como a una mayor esperanza de vida (relevante para la larga latencia que parece acompañar a la exposición a la radiación). Por estas razones, los rangos estimados de dosis de RRL para los exámenes pediátricos son más bajos en comparación con los especificados para adultos (ver Tabla a continuación). Se puede encontrar información adicional sobre la evaluación de la dosis de radiación para los exámenes por imágenes en el documento [Introducción a la Evaluación de la Dosis de Radiación](#) de los Criterios de Idoneidad del ACR® [52].

Asignaciones relativas del nivel de radiación		
Nivel de radiación relativa*	Rango de estimación de dosis efectiva para adultos	Rango de estimación de dosis efectiva pediátrica
O	0 mSv	0 mSv
☼	<0.1 mSv	<0.03 mSv
☼☼	0.1-1 mSv	0.03-0.3 mSv
☼☼☼	1-10 mSv	0.3-3 mSv
☼☼☼☼	10-30 mSv	3-10 mSv
☼☼☼☼☼	30-100 mSv	10-30 mSv
*No se pueden hacer asignaciones de RRL para algunos de los exámenes, porque las dosis reales del paciente en estos procedimientos varían en función de una serie de factores (por ejemplo, la región del cuerpo expuesta a la radiación ionizante, la guía de imágenes que se utiliza). Los RRL para estos exámenes se designan como "Varía".		

Referencias

1. Ismail TF, Panikker S, Markides V, et al. CT imaging for left atrial appendage closure: a review and pictorial essay. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2015;9:89-102.
2. Korsholm K, Jensen JM, Nielsen-Kudsk JE. Cardiac Computed Tomography for Left Atrial Appendage Occlusion: Acquisition, Analysis, Advantages, and Limitations. *Interv Cardiol Clin* 2018;7:229-42.
3. Beigel R, Wunderlich NC, Ho SY, Arsanjani R, Siegel RJ. The left atrial appendage: anatomy, function, and noninvasive evaluation. *JACC Cardiovasc Imaging* 2014;7:1251-65.
4. Prosper A, Shinbane J, Maliglig A, Saremi F, Wilcox A, Lee C. Left Atrial Appendage Mechanical Exclusion: Procedural Planning Using Cardiovascular Computed Tomographic Angiography. *J Thorac Imaging* 2020;35:W107-W18.
5. Kanaji Y, Miyazaki S, Iwasawa J, et al. Pre-procedural evaluation of the left atrial anatomy in patients referred for catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiol* 2016;67:115-21.
6. Marrouche NF, Greene T, Dean JM, et al. Efficacy of LGE-MRI-guided fibrosis ablation versus conventional catheter ablation of atrial fibrillation: The DECAAF II trial: Study design. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2021;32:916-24.
7. Guglielmo M, Baggiano A, Muscogiuri G, et al. Multimodality imaging of left atrium in patients with atrial fibrillation. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2019;13:340-46.
8. Korsholm K, Berti S, Iriart X, et al. Expert Recommendations on Cardiac Computed Tomography for Planning Transcatheter Left Atrial Appendage Occlusion. *JACC Cardiovasc Interv* 2020;13:277-92.
9. Rajiah P, Alkhouli M, Thaden J, Foley T, Williamson E, Ranganath P. Pre- and Postprocedural CT of Transcatheter Left Atrial Appendage Closure Devices. *Radiographics* 2021;41:680-98.
10. Saw J, Lopes JP, Reisman M, McLaughlin P, Nicolau S, Bezerra HG. Cardiac Computed Tomography Angiography for Left Atrial Appendage Closure. *Can J Cardiol* 2016;32:1033 e1-9.
11. Rajiah P, Kirsch J, Bolen MA, et al. ACR Appropriateness Criteria® Nonischemic Myocardial Disease with Clinical Manifestations (Ischemic Cardiomyopathy Already Excluded). *J Am Coll Radiol* 2021;18:S83-S105.
12. White RD, Kirsch J, Bolen MA, et al. ACR Appropriateness Criteria® Suspected New-Onset and Known Nonacute Heart Failure. *J Am Coll Radiol* 2018;15:S418-S31.
13. Litmanovich D, Hurwitz Kowek LM, Ghoshhajra BB, et al. ACR Appropriateness Criteria® Chronic Chest Pain-High Probability of Coronary Artery Disease: 2021 Update. *J Am Coll Radiol* 2022;19:S1-S18.

14. American College of Radiology. ACR–NASCI–SIR–SPR Practice Parameter for the Performance and Interpretation of Body Computed Tomography Angiography (CTA). Available at: <https://gravitas.acr.org/PPTS/GetDocumentView?docId=164+&releaseId=2>. Accessed September 29, 2023.
15. Starek Z, Lehar F, Jez J, et al. Periprocedural 3D imaging of the left atrium and esophagus: comparison of different protocols of 3D rotational angiography of the left atrium and esophagus in group of 547 consecutive patients undergoing catheter ablation of the complex atrial arrhythmias. *Int J Cardiovasc Imaging* 2016;32:1011-9.
16. Yamaji H, Hina K, Kawamura H, et al. Sufficient pulmonary vein image quality of non-enhanced multi-detector row computed tomography for pulmonary vein isolation by catheter ablation. *Europace* 2012;14:52-9.
17. Munir S, Chang JH, Salahudeen SR, et al. Atrial thrombi detection prior to pulmonary vein isolation: diagnostic accuracy of cardiac computed tomography versus transesophageal echocardiography. *Cardiol J* 2015;22:576-82.
18. Guha A, Dunleavy MP, Hayes S, et al. Accuracy of contrast-enhanced computed tomography for thrombus detection prior to atrial fibrillation ablation and role of novel Left Atrial Appendage Enhancement Index in appendage flow assessment. *Int J Cardiol* 2020;318:147-52.
19. Sawit ST, Garcia-Alvarez A, Suri B, et al. Usefulness of cardiac computed tomographic delayed contrast enhancement of the left atrial appendage before pulmonary vein ablation. *Am J Cardiol* 2012;109:677-84.
20. Hong SJ, Kim JY, Kim JB, et al. Multidetector computed tomography may be an adequate screening test to reduce periprocedural stroke in atrial fibrillation ablation: a multicenter propensity-matched analysis. *Heart Rhythm* 2014;11:763-70.
21. Akhtar T, Wallace R, Daimee UA, et al. Transition from transesophageal echocardiography to cardiac computed tomography for the evaluation of left atrial appendage thrombus prior to atrial fibrillation ablation and incidence of cerebrovascular events during the COVID-19 pandemic. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2021;32:3125-34.
22. Nedios S, Kosiuk J, Koutalas E, et al. Comparison of left atrial dimensions in CT and echocardiography as predictors of long-term success after catheter ablation of atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol* 2015;43:237-44.
23. Skala T, Tudos Z, Homola M, et al. The impact of ECG synchronization during acquisition of leftatrium computed tomography model on radiation dose and arrhythmia recurrence rate after catheter ablation of atrial fibrillation - a prospective, randomized study. *Bratisl Lek Listy* 2019;120:177-83.
24. Iwayama T, Arimoto T, Ishigaki D, et al. The Clinical Value of Nongated Dual-Source Computed Tomography in Atrial Fibrillation Catheter Ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2016;27:34-40.
25. Bilchick KC, Meador A, Gonzalez J, et al. Effectiveness of integrating delayed computed tomography angiography imaging for left atrial appendage thrombus exclusion into the care of patients undergoing ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm* 2016;13:12-9.
26. Rustogi R, Galizia M, Thakrar D, et al. Steady-state MRA techniques with a blood pool contrast agent improve visualization of pulmonary venous anatomy and left atrial patency compared with time-resolved MRA pre- and postcatheter ablation in atrial fibrillation. *J Magn Reson Imaging* 2015;42:1305-13.
27. Zghaib T, Shahid A, Pozzessere C, et al. Validation of contrast-enhanced time-resolved magnetic resonance angiography in pre-ablation planning in patients with atrial fibrillation: comparison with traditional technique. *Int J Cardiovasc Imaging* 2018;34:1451-58.
28. Kitkungvan D, Nabi F, Ghosn MG, et al. Detection of LA and LAA Thrombus by CMR in Patients Referred for Pulmonary Vein Isolation. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;9:809-18.
29. Shigenaga Y, Okajima K, Ikeuchi K, et al. Usefulness of non-contrast-enhanced MRI with two-dimensional balanced steady-state free precession for the acquisition of the pulmonary venous and left atrial anatomy pre catheter ablation of atrial fibrillation: Comparison with contrast enhanced CT in clinical cases. *J Magn Reson Imaging* 2016;43:495-503.
30. Krishnam MS, Tomasian A, Malik S, et al. Three-dimensional imaging of pulmonary veins by a novel steady-state free-precession magnetic resonance angiography technique without the use of intravenous contrast agent: initial experience. *Invest Radiol* 2009;44:447-53.
31. Pontone G, Andreini D, Bertella E, et al. Comparison of cardiac computed tomography versus cardiac magnetic resonance for characterization of left atrium anatomy before radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation. *Int J Cardiol* 2015;179:114-21.
32. Ghafouri K, Franke KB, Foo FS, Stiles MK. Clinical utility of cardiac magnetic resonance imaging to assess the left atrium before catheter ablation for atrial fibrillation - A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2021;339:192-202.

33. Chubb H, Karim R, Mukherjee R, et al. A comprehensive multi-index cardiac magnetic resonance-guided assessment of atrial fibrillation substrate prior to ablation: Prediction of long-term outcomes. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2019;30:1894-903.
34. Csecs I, Yamaguchi T, Kheirkhan M, et al. Left atrial functional and structural changes associated with ablation of atrial fibrillation - Cardiac magnetic resonance study. *Int J Cardiol* 2020;305:154-60.
35. Khurram IM, Habibi M, Gucuk Ipek E, et al. Left Atrial LGE and Arrhythmia Recurrence Following Pulmonary Vein Isolation for Paroxysmal and Persistent AF. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;9:142-8.
36. Marrouche NF, Wilber D, Hindricks G, et al. Association of atrial tissue fibrosis identified by delayed enhancement MRI and atrial fibrillation catheter ablation: the DECAAF study. *JAMA* 2014;311:498-506.
37. Kirstein B, Morris A, Baher A, et al. Magnetic resonance imaging-guided cryoballoon ablation for left atrial substrate modification in patients with atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2020;31:1587-94.
38. Malik R, Alyeshmerni DM, Wang Z, et al. Prevalence and predictors of left atrial thrombus in patients with atrial fibrillation: is transesophageal echocardiography necessary before cardioversion? *Cardiovasc Revasc Med* 2015;16:12-4.
39. Hwang JJ, Chen JJ, Lin SC, et al. Diagnostic accuracy of transesophageal echocardiography for detecting left atrial thrombi in patients with rheumatic heart disease having undergone mitral valve operations. *Am J Cardiol* 1993;72:677-81.
40. Manning WJ, Weintraub RM, Waksmonski CA, et al. Accuracy of transesophageal echocardiography for identifying left atrial thrombi. A prospective, intraoperative study. *Ann Intern Med* 1995;123:817-22.
41. Ayirala S, Kumar S, O'Sullivan DM, Silverman DI. Echocardiographic predictors of left atrial appendage thrombus formation. *J Am Soc Echocardiogr* 2011;24:499-505.
42. Anaissie J, Monlezun D, Seelochan A, et al. Left Atrial Enlargement on Transthoracic Echocardiography Predicts Left Atrial Thrombus on Transesophageal Echocardiography in Ischemic Stroke Patients. *Biomed Res Int* 2016;2016:7194676.
43. Eng MH, Wang DD, Greenbaum AB, et al. Prospective, randomized comparison of 3-dimensional computed tomography guidance versus TEE data for left atrial appendage occlusion (PRO3DLAAO). *Catheter Cardiovasc Interv* 2018;92:401-07.
44. Bai W, Chen Z, Tang H, Wang H, Cheng W, Rao L. Assessment of the left atrial appendage structure and morphology: comparison of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography and computed tomography. *Int J Cardiovasc Imaging* 2017;33:623-33.
45. Saw J, Fahmy P, Spencer R, et al. Comparing Measurements of CT Angiography, TEE, and Fluoroscopy of the Left Atrial Appendage for Percutaneous Closure. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2016;27:414-22.
46. Wang DD, Eng M, Kupsky D, et al. Application of 3-Dimensional Computed Tomographic Image Guidance to WATCHMAN Implantation and Impact on Early Operator Learning Curve: Single-Center Experience. *JACC Cardiovasc Interv* 2016;9:2329-40.
47. So CY, Kang G, Villablanca PA, et al. Additive Value of Preprocedural Computed Tomography Planning Versus Stand-Alone Transesophageal Echocardiogram Guidance to Left Atrial Appendage Occlusion: Comparison of Real-World Practice. *J Am Heart Assoc* 2021;10:e020615.
48. Romero J, Husain SA, Kelesidis I, Sanz J, Medina HM, Garcia MJ. Detection of left atrial appendage thrombus by cardiac computed tomography in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *Circ Cardiovasc Imaging* 2013;6:185-94.
49. Chow DH, Bieliauskas G, Sawaya FJ, et al. A comparative study of different imaging modalities for successful percutaneous left atrial appendage closure. *Open Heart* 2017;4:e000627.
50. Rath VK, Reddy ST, Anreddy S, et al. Contrast-enhanced CMR is equally effective as TEE in the evaluation of left atrial appendage thrombus in patients with atrial fibrillation undergoing pulmonary vein isolation procedure. *Heart Rhythm* 2013;10:1021-7.
51. Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Europace* 2016;18:1609-78.
52. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® Radiation Dose Assessment Introduction. Available at: <https://edge.sitecorecloud.io/americancoldf5f-acrorgf92a-productioncb02-3650/media/ACR/Files/Clinical/Appropriateness-Criteria/ACR-Appropriateness-Criteria-Radiation-Dose-Assessment-Introduction.pdf>. Accessed September 29, 2023.

El Comité de Criterios de Idoneidad de ACR y sus paneles de expertos han desarrollado criterios para determinar los exámenes de imagen apropiados para el diagnóstico y tratamiento de afecciones médicas específicas. Estos criterios están destinados a guiar a los radiólogos, oncólogos radioterápicos y médicos remitentes en la toma de decisiones con respecto a las imágenes radiológicas y el tratamiento. En general, la complejidad y la gravedad de la condición clínica de un paciente deben dictar la selección de procedimientos o tratamientos de imagen apropiados. Solo se clasifican aquellos exámenes generalmente utilizados para la evaluación de la condición del paciente. Otros estudios de imagen necesarios para evaluar otras enfermedades coexistentes u otras consecuencias médicas de esta afección no se consideran en este documento. La disponibilidad de equipos o personal puede influir en la selección de procedimientos o tratamientos de imagen apropiados. Las técnicas de imagen clasificadas como en investigación por la FDA no se han considerado en el desarrollo de estos criterios; Sin embargo, debe alentarse el estudio de nuevos equipos y aplicaciones. La decisión final con respecto a la idoneidad de cualquier examen o tratamiento radiológico específico debe ser tomada por el médico y radiólogo remitente a la luz de todas las circunstancias presentadas en un examen individual.