Colegio Americano de Radiología
Criterios® de idoneidad del ACR
Enfermedad aórtica no traumática

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:
La enfermedad aórtica no traumática puede ser causada por una amplia variedad de trastornos que incluyen procesos congénitos, inflamatorios, infecciosos, metabólicos, neoplásicos y degenerativos. Los exámenes de diagnóstico por imágenes, como la radiografía, la ecografía, la ecocardiografía, la angiografía con catéter, la tomografía computarizada, la resonancia magnética y los exámenes de medicina nuclear son esenciales para el diagnóstico, la planificación del tratamiento y la evaluación de la respuesta terapéutica. Dependiendo del escenario clínico, cada una de estas modalidades tiene fortalezas y debilidades. Siempre que sea posible, la selección de un examen diagnóstico por imágenes debe basarse en la mejor evidencia disponible.

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); Aorta, aterosclerosis aórtica; Infección aórtica; Inflamación aórtica; Neoplasia aórtica; Aorta congénita

Resumen del enunciado:
En este artículo se resumen las recomendaciones para la selección de un examen diagnóstico por imágenes para los pacientes con enfermedad aórtica no traumática, incluidos los procesos congénitos, inflamatorios, infecciosos, metabólicos, neoplásicos y degenerativos, basados en la mejor evidencia disponible.

Escenario 1: **Enfermedad aórtica congénita. Imágenes iniciales.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
ARM de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢☢
Ecocardiografía transtorácica en reposo por ultrasonido	Usualmente apropiado	O
ARM de tórax y abdomen sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
Radiografía de tórax	Usualmente apropiado	☢
Ultrasonido de Abdomen	Puede ser apropiado	O
Ecocardiografía transesofágica	Puede ser apropiado	O
Aortografía de tórax y abdomen	Puede ser apropiado	☢☢☢☢
Tomografía computarizada de tórax y abdomen con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Tomografía computarizada de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
TC de tórax y abdomen sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
FDG-PET/CT desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 2: **Enfermedad aórtica inflamatoria, infecciosa, neoplásica o metabólica no traumática. Imágenes iniciales.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
ARM de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢☢
FDG-PET/CT desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo	Usualmente apropiado	☢☢☢☢
ARM de tórax y abdomen sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
Tomografía computarizada de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	☢☢☢☢
Tomografía computarizada de tórax y abdomen con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	☢☢☢☢
TC de tórax y abdomen sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	☢☢☢☢
Radiografía de tórax	Puede ser apropiado	☢
Ultrasonido abdomen	Puede ser apropiado	O
Aortografía de tórax y abdomen	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Ecocardiografía transesofágica por ultrasonido	Usualmente inapropiado	O
Ecocardiografía transtorácica en reposo por ultrasonido	Usualmente inapropiado	O

Escenario 3: **Enfermedad aórtica degenerativa o aterosclerótica. Imágenes iniciales.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢☢
ARM de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
ARM de tórax y abdomen sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
Radiografía de tórax	Usualmente apropiado	☢
Ultrasonido abdomen	Usualmente apropiado	O
Ecocardiografía transtorácica en reposo por ultrasonido	Puede ser apropiado	O
Tomografía computarizada de tórax y abdomen con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	☢☢☢☢
TC de tórax y abdomen sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	☢☢☢☢
Tomografía computarizada de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Ecocardiografía transesofágica por ultrasonido	Usualmente inapropiado	O
Aortografía de tórax y abdomen	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
FDG-PET/CT desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

ENFERMEDAD AÓRTICA NO TRAUMÁTICA

Panel de Expertos en Imágenes Vasculares: Andrew J. Gunn, MD[a]; Sanjeeva P. Kalva, MD[b]; Bill S. Majdalany, MD[c]; Jason Craft, MD[d]; Jens Eldrup-Jorgensen, MD[e]; Maros Ferencik, MD, PhD, MCR[f]; Suvranu Ganguli, MD[g]; A. Tuba Kendi, MD[h]; Minhajuddin S. Khaja, MD, MBA[i]; Piotr Obara, MD[j]; Raymond R. Russell, MD, PhD[k]; Patrick D. Sutphin, MD, PhD[l]; Kanupriya Vijay, MD, MBBS[m]; David S. Wang, MD[n]; Karin E. Dill, MD.[o]

Resumen de la revisión de la literatura

Introducción/Antecedentes

La enfermedad aórtica no traumática puede ser causada por una amplia variedad de trastornos, incluyendo enfermedades congénitas, inflamatorias, infecciosas, metabólicas, neoplásicas y degenerativas. Dichas afecciones incluyen, entre otras, aterosclerosis, disección aórtica, hematoma intramural, úlcera aórtica penetrante, aneurismas aórticos de diversas etiologías (degenerativas, micóticas o relacionadas con la vasculitis), ruptura aórtica, trombosis, fístula aortobronquial, trastornos congénitos y compresión extrínseca de masas adyacentes. El diagnóstico por imagen es esencial para evaluar la anatomía y el alcance de los cambios morfológicos que afectan a la aorta. Las enfermedades aórticas no traumáticas pueden afectar la luz, la pared o las estructuras perivasculares. Cuando hay afectación de los vasos de la rama aórtica, la perfusión del órgano terminal puede verse comprometida.

A menudo, los trastornos aórticos afectan tanto a los segmentos aórticos torácicos como abdominales, por lo que requieren imágenes de ambas regiones. Los síntomas clínicos de las enfermedades aórticas son muy variados. Por ejemplo, el síndrome aórtico agudo se presenta de forma aguda con dolor torácico e hipertensión arterial, mientras que la aterosclerosis puede ser asintomática y detectarse de forma incidental.

Las directrices propuestas en el presente documento se refieren a las categorías antes mencionadas. Se anima a los lectores a revisar otros temas de los Criterios® de Idoneidad del ACR en "Posible dolor torácico en el síndrome coronario agudo" [1], "Enfermedad miocárdica no isquémica con manifestaciones clínicas (miocardiopatía isquémica ya excluida)" [2], "Sospecha de embolia pulmonar" [3], "Dolor torácico agudo: sospecha de disección aórtica" [4], "Masa abdominal pulsátil, sospecha de aneurisma de aorta abdominal" [5], "Aneurisma de aorta abdominal: planificación intervencionista y seguimiento" [6] "Revascularización arterial de las extremidades inferiores: imágenes posteriores a la terapia" [7]y "Claudicación vascular: evaluación para la revascularización" [8] para obtener más orientación.

Consideraciones especiales sobre imágenes

Con el fin de distinguir entre la TC y la angiografía por TC (ATC), los temas de los criterios de idoneidad del ACR utilizan la definición en el ACR–NASCI–SIR–SPR Parámetro de práctica para el rendimiento e Interpretación de la Angiografía por Tomografía Computarizada Corporal (ATC) [9]:

> *"La ATC utiliza una adquisición de TC en sección delgada que se cronometra para que coincida con el pico de realce arterial o venoso. El conjunto de datos volumétrico resultante se interpreta mediante reconstrucciones transversales primarias, así como reformas multiplanares y representaciones en 3D."*

Todos los elementos son esenciales: 1) el tiempo, 2) las reconstrucciones/reformateos y 3) las representaciones en 3D. Las tomografías computarizadas estándar con contraste también incluyen problemas de temporización y reconstrucciones/reformateos. Sin embargo, solo en CTA es necesario el renderizado 3D. Esto corresponde a las definiciones que el CMS ha aplicado a los códigos de Terminología Procedimental Actual.

[a]University of Alabama at Birmingham, Birmingham, Alabama. [b]Panel Chair, Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts. [c]Panel Vice-Chair, Emory Healthcare, Atlanta, Georgia. [d]St. Francis Hospital, Catholic Health Services of Long Island, Roslyn, New York; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. [e]Tufts University School of Medicine, Boston, Massachusetts; Society for Vascular Surgery. [f]Knight Cardiovascular Institute, Oregon Health & Science University, Portland, Oregon; Society of Cardiovascular Computed Tomography. [g]Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts. [h]Mayo Clinic, Rochester, Minnesota. [i]University of Virginia, Charlottesville, Virginia. [j]Loyola University Medical Center, Maywood, Illinois. [k]The Warren Alpert School of Medicine at Brown University, Providence, Rhode Island; Nuclear cardiology expert. [l]Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts. [m]UT Southwestern Medical Center, Dallas, Texas. [n]Stanford University Medical Center, Stanford, California. [o]Specialty Chair, Emory University Hospital, Atlanta, Georgia.

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

Definición inicial de imágenes

Las imágenes iniciales se definen como imágenes indicadas al comienzo del episodio de atención para la afección médica definidas por la variante. Más de un procedimiento puede considerarse generalmente apropiado en la evaluación inicial por imágenes cuando:

- Existen procedimientos que son alternativas equivalentes (es decir, solo se ordenará un procedimiento para proporcionar la información clínica para administrar eficazmente la atención del paciente)

O

- Existen procedimientos complementarios (es decir, se ordena más de un procedimiento como un conjunto o simultáneamente donde cada procedimiento proporciona información clínica única para administrar eficazmente la atención del paciente).

Discusión de los procedimientos en las diferentes situaciones.

Escenario 1: Enfermedad aórtica congénita. Imágenes iniciales.

Aortografía de tórax y abdomen

La aortografía basada en catéter se considera el estándar de referencia para el diagnóstico de las enfermedades aórticas congénitas [10]. La aortografía proporciona información sobre el flujo y permite realizar mediciones hemodinámicas; Sin embargo, varios estudios no invasivos pueden proporcionar información similar. Como tal, el papel de la aortografía en el diagnóstico de enfermedades aórticas está disminuyendo a medida que mejora la sensibilidad de otras modalidades no invasivas, como la ecocardiografía transtorácica (TTE), la ATC y la angiografía por resonancia magnética (ARM) [11-18]. En la actualidad, la aortografía se realiza con mayor frecuencia cuando se planifica una intervención.

Tomografía computarizada de tórax y abdomen

No hay bibliografía relevante disponible para examinar el uso de la TC de tórax y abdomen con contraste intravenoso (IV) solo en el tratamiento de la enfermedad aórtica congénita. No hay bibliografía relevante disponible para examinar el uso de la TC de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso en el tratamiento de la enfermedad aórtica congénita.

No hay bibliografía relevante disponible para examinar el uso de la TC de tórax y abdomen sin contraste intravenoso solo en el tratamiento de la enfermedad aórtica congénita. Consulte la sección "CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso" a continuación para obtener más información.

CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso

Como modalidad, CTA proporciona una excelente resolución espacial, tiempos de adquisición rápidos y la capacidad de reconstrucción en 3D [6,16]. Otra ventaja de la ATC es la capacidad de visualizar las estructuras cardíacas y las arterias coronarias, ya que varios procesos aórticos congénitos se asocian con anomalías cardíacas [19]. Un estudio encontró que una CTA de protocolo de doble energía y tono alto activada prospectivamente fue más precisa que la ecocardiografía en el diagnóstico de la coartación [20]. Otra serie encontró que la ATC fue 100% precisa en comparación con los hallazgos quirúrgicos al evaluar el diámetro y la longitud de la coartación aórtica [18], mientras que otros han demostrado que la ATC se compara favorablemente con los hallazgos angiográficos quirúrgicos y basados en catéter [11-14]. Estos hallazgos convierten a la ATC en un valioso estudio de imagen no invasivo para la caracterización aórtica que puede ayudar a guiar futuras intervenciones [19]. Sin embargo, el CTA no proporciona información hemodinámica directa [10].

FDG-PET/CT desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo

No existe bibliografía relevante para el uso de la PET mediante el trazador flúor-18-2-fluoro-2-desoxi-D-glucosa (FDG)-PET/CT en la evaluación de la enfermedad aórtica congénita.

ARM Tórax y Abdomen

La literatura relevante se centra en la resonancia magnética cardíaca, en lugar de la resonancia magnética del tórax y el abdomen, para evaluar la enfermedad aórtica congénita. La resonancia magnética cardíaca se está convirtiendo en una práctica estándar en la evaluación de pacientes con sospecha de patología aórtica congénita [21]. A pesar de que tiene una resolución espacial más baja que la TC, la ARM proporciona información fisiológica importante, incluidos los gradientes de presión, la extensión del flujo colateral, la contractilidad del miocardio y la evaluación de las válvulas [22]. Las mediciones fisiológicas son especialmente críticas en la evaluación de la coartación, donde

el diámetro más pequeño de la sección transversal de la aorta y la desaceleración del flujo en la aorta descendente, medidos en una resonancia magnética de cine codificada por la velocidad, son excelentes predictores de una estenosis hemo dinámicamente significativa [15,17]. Las secuencias 4-D más nuevas pueden mejorar la evaluación del flujo vascular y la hemodinámica, como el esfuerzo cortante, los gradientes de presión y la turbulencia [23-25]. Debido al movimiento cardíaco, es preferible la ARM 3D sin contraste con navegador, la ARM 3D de estado estacionario con contraste o la ARM con contraste de primer paso con compuerta para evaluar la raíz aórtica [26,27].

La adición de contraste intravenoso para la ARM puede ser beneficiosa en la evaluación de las enfermedades aórticas congénitas. Por ejemplo, la ARM con contraste tiene una mayor sensibilidad, especificidad y precisión para detectar anomalías aórticas obstructivas en comparación con la ETT o la ARM sin contraste intravenoso [28]. La ARM con contraste también puede mejorar la visualización de la aorta en comparación con las secuencias rápidas de espín-eco [29].

Radiografía de tórax

La radiografía de tórax es una modalidad de diagnóstico por imágenes común para las personas con sospecha de procesos aórticos congénitos. Las radiografías de tórax pueden ser útiles para evaluar el contorno, el tamaño y la ubicación de la aorta torácica y los grandes vasos, lo que, si es anormal, impulsaría una investigación adicional [10,21]. En la coartación aórtica, una radiografía de tórax puede revelar un signo característico de "figura 3" o una muesca en las costillas [30,31]. Las radiografías de tórax también pueden ser útiles para excluir otras enfermedades aórticas congénitas, como la enfermedad obstructiva del arco y los anillos vasculares [32,33]. Sin embargo, dada la disponibilidad de mejores tecnologías de imagen y la falta de especificidad de la radiografía [21,34,35]. Por lo general, se requiere una evaluación más definitiva para obtener un diagnóstico preciso.

Ultrasonido abdomen

La ecografía abdominal (US) es una modalidad de diagnóstico por imágenes común para evaluar la aorta. En esta sección se revisará la literatura relevante sobre la ecografía abdominal en el manejo de pacientes con sospecha de procesos congénitos de la aorta. Su papel en la detección de un aneurisma de aorta abdominal está bien descrito en el tema de los Criterios® de Adecuación del ACR sobre "Masa abdominal pulsátil, sospecha de aneurisma de aorta abdominal" [5]. El síndrome de aorta media comprende un porcentaje pequeño (0,5–2,0 %) de los pacientes con coartación de la aorta [36]. En este contexto, la ecografía abdominal es capaz de detectar el estrechamiento de la aorta [37]. El estrechamiento en el síndrome de aorta media se manifiesta de manera similar a otras estenosis vasculares, a saber, velocidades sistólicas máximas elevadas, índices resistivos bajos, tiempos de aceleración prolongados y formas de onda de parvus et tardus distales al estrechamiento [37]. Además, la ecografía abdominal puede detectar síndromes de heterotaxia, como el situs invertus, que se relacionan de forma variable con cardiopatías congénitas [38].

Ecocardiografía transtorácica por ultrasonido

La ETT es una modalidad útil durante la evaluación de las anomalías aórticas congénitas, dada su asociación con las anomalías cardíacas. Por ejemplo, la incidencia notificada de válvula aórtica bicúspide en el contexto de la coartación aórtica oscila entre el 30 % y el 40 % [19]. La ETT suele ser la modalidad inicial de diagnóstico por imágenes cuando se sospecha la coartación de la aorta [16], a pesar de que su utilidad puede reducirse en la población adulta debido a sus limitadas ventanas acústicas [21]. Estas limitaciones se pueden superar en cierta medida mediante el uso de la vista supraesternal y las imágenes Doppler [20]. Además de la información anatómica, la ETT puede proporcionar parámetros fisiológicos valiosos. Por ejemplo, el Doppler puede estimar las velocidades máximas y los gradientes de presión a través de una estenosis [39,40]. La ETT también puede proporcionar información sobre la contractilidad cardíaca, la dirección del flujo y los trastornos valvulares [41]. A pesar de estas ventajas, la ETT tiene una capacidad limitada para evaluar el arco aórtico y la aorta descendente proximal [42,43].

Ecocardiografía transesofágica por ultrasonido

La ecocardiografía transesofágica (ETE) puede proporcionar vistas de la aorta descendente, pero la información fisiológica derivada de estas imágenes puede ser inexacta [21]. La ETE es invasiva y es posible que no proporcione información adicional a la obtenida de la ETT [10].

Escenario 2: Enfermedad aórtica inflamatoria o infecciosa o neoplásica o metabólica no traumática. Imágenes iniciales.

Aortografía de tórax y abdomen

La aortografía basada en catéter proporciona una alta resolución espacial y temporal, pero debido a su naturaleza invasiva y a su incapacidad para detectar cambios en la pared del vaso, se considera inferior a las modalidades de

imágenes transversales. Por ejemplo, un metaanálisis reciente encontró que la TC, la RM y la ecografía eran mejores que la angiografía con catéter para detectar lesiones vasculares resultantes de la arteritis de Takayasu [44]. La aortografía es de mayor beneficio cuando se planifica una intervención.

Tomografía computarizada de tórax y abdomen
No hay bibliografía relevante disponible para examinar el uso de la TC de tórax y abdomen con contraste intravenoso solo en el tratamiento de enfermedades inflamatorias, infecciosas, neoplásicas o metabólicas. Consulte la sección "CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso" a continuación para obtener más información.

En general, la adición de una tomografía computarizada con contraste después de una tomografía computarizada sin realce puede ser beneficiosa. En cuanto a la sospecha de infección vascular, en una pequeña serie se encontró que el realce del borde fue el único hallazgo asociado con la infección que requirió la administración de contraste intravenoso [45]. Otros hallazgos de esta serie asociados con infección no necesitaron la administración de contraste intravenoso para su identificación. Las neoplasias vasculares a menudo no se agravan después de la administración de contraste intravenoso [46,47]. No hay bibliografía relevante disponible para examinar el uso de la TC de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso en el tratamiento de las enfermedades aórticas inflamatorias o metabólicas. Consulte la sección "CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso" a continuación para obtener más información.

En el caso de la sospecha de infección vascular, la tomografía computarizada sin contraste intravenoso tiene cierto valor para identificar los signos asociados con la infección, como el varamiento perivascular, los gases, el engrosamiento de la pared, la dilatación del aneurisma y la afectación de las estructuras óseas adyacentes [45,48]. De manera similar, la hemorragia periaórtica por rotura de aneurisma se puede identificar en la TC sin contraste intravenoso [49]. Los tumores aórticos benignos y malignos son extremadamente raros y, a menudo, difíciles de diagnosticar prospectivamente mediante imágenes [50]. En caso de sospecha de neoplasias vasculares primarias, se puede observar una densidad irregular de tejido blando adyacente a la pared del vaso [46,47]. La TC sin contraste intravenoso tiene poco valor en el diagnóstico de enfermedades inflamatorias o metabólicas de la aorta.

CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso
La ATC se utiliza de forma rutinaria en el diagnóstico de los procesos inflamatorios y metabólicos de la aorta. Por ejemplo, se ha demostrado que la CTA es 95% sensible y 100% específica en el diagnóstico de la arteritis de Takayasu [51], superando a la angiografía basada en catéter [52]. El uso de contraste intravenoso también permite una evaluación más precisa del grosor de la pared del vaso, un marcador importante en estas enfermedades. El espesor de la pared, medido por CTA, fue 67% sensible y 98% específico en la identificación de pacientes con evidencia clínica de arteritis de células gigantes (ACG) [53]. Del mismo modo, se ha demostrado que la ATC es una valiosa herramienta de imagen en el tratamiento de los pacientes con enfermedad de Behcet [54,55]. Se ha demostrado que la CTA es altamente concordante con la FDG-PET/CT (kappa: 0,64-1) en la detección de ACG [56,57]. La ATC se considera una herramienta de imagen esencial en el diagnóstico de la infección vascular en la que puede demostrar el grado de afectación vascular, estenosis, aneurismas, engrosamiento de la pared y úlceras, además de varamiento perivascular, gases y afectación de estructuras óseas adyacentes [48,58]. Con respecto a las neoplasias vasculares, la ATC puede ser útil para evaluar la extensión de la enfermedad y las complicaciones asociadas, pero no contribuye al diagnóstico inicial [50].

FDG-PET/CT desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo
La FDG-PET/CT puede ser útil para la evaluación de la inflamación vascular activa, con una sensibilidad que oscila entre el 60% y el 92% y una especificidad del 88% al 100% [59,60]. Por ejemplo, se ha demostrado que la FDG-PET/CT es capaz de detectar la aortitis, que se observa en aproximadamente la mitad de los pacientes con ACG [56,61]. Además, la FDG-PET/CT puede ser útil para el diagnóstico de la ACG en pacientes que solo presentan síntomas clínicos vagos [62] y en pacientes con enfermedad extracraneal solamente [63]. Como se ha señalado anteriormente, se ha demostrado que la FDG-PET/CT es altamente concordante con los hallazgos de CTA (kappa: 0,64-1) en la detección de GCA [56,57]. En la arteritis de Takayasu, los valores estandarizados de captación son significativamente más altos en los pacientes con enfermedad activa [64]. La FDG-PET/CT también puede ayudar a identificar el grado de fibrosis antes de la reparación en pacientes con aortitis idiopática [65]. Debido a la avidez a menudo marcada de los tumores aórticos, la FDG-PET/CT puede ser útil para diferenciar el tumor aórtico del trombo blando, aunque las afecciones aórticas infecciosas e inflamatorias pueden demostrar de manera similar una fuerte avidez por FDG [50]. No existe bibliografía relevante para examinar el uso de FDG-PET/TC en el diagnóstico inicial de infecciones vasculares.

ARM Tórax y Abdomen
Las técnicas de ARM mejoradas por contraste han evolucionado con la introducción de técnicas de aceleración basadas en imágenes y en el espacio k, intensidades de campo más altas, gradientes ultrarrápidos y el uso de técnicas de gradiente-eco en 3D. La recuperación de inversión doble o triple y las secuencias de pulsos de precesión libre en estado estacionario equilibrado se adquieren antes de aplicar la ARM mejorada con contraste. Además, se adquieren imágenes retardadas de alta resolución ponderadas en T1 para evaluar el realce de la pared aórtica, especialmente en los casos de sospecha de procesos inflamatorios o infecciosos. La resonancia magnética con contraste puede ser particularmente útil en la evaluación de afecciones inflamatorias, ya que puede detectar el aumento de la pared, que es un signo de arteritis activa de Takayasu [66]. Además, un metaanálisis reciente informó que la adición de secuencias mejoradas con contraste mejoró la sensibilidad de la ARM en la detección de la arteritis de Takayasu del 79% al 92% [44]. En el mismo estudio se observó que la ARM con contraste superó a la angiografía con catéter. De manera similar, la resonancia magnética con contraste permite una mejor detección de la mejora de la pared tanto en la ACG como en la ACG [67-70] y la enfermedad de Behcet [55,71]. En el caso de las sospechas de neoplasias, la resonancia magnética con contraste puede ayudar a diferenciar entre la placa de ateroma y el tumor, así como a delinear la diseminación extravascular [72]. En cuanto a la infección, la utilidad de la ARM con contraste es similar a la de la CTA en su capacidad para detectar aneurismas, edema, varamiento perivascular, gases y calcificaciones interrumpidas [50].

La ARM sin contraste intravenoso tiene cierta utilidad en el diagnóstico de las afecciones vasculares inflamatorias. Por ejemplo, un meta-análisis encontró que la ARM tiene una sensibilidad del 79% y una especificidad del 97% en el diagnóstico de la arteritis de Takayasu, superando a la angiografía con catéter [44]. La ARM sin contraste intravenoso es capaz de identificar la afectación extracraneal en la ACG [73]. Como se ha comentado anteriormente, esta modalidad no puede proporcionar una evaluación del realce de la pared, que es un marcador importante en muchas afecciones inflamatorias. Al igual que la TC sin realce, la ARM sin contraste intravenoso es capaz de identificar aneurismas, edema, varamiento perivascular, gases y calcificaciones interrumpidas que pueden estar asociadas con infecciones aórticas [50]. En el caso de las neoplasias sospechosas, se puede identificar una estructura irregular de los tejidos blandos que puede o no mejorar después de la administración de contraste intravenoso [46,47].

Radiografía de tórax
La radiografía de tórax puede ser útil para evaluar el contorno, el tamaño y la ubicación de la aorta torácica y los grandes vasos, lo que, si es anormal, impulsaría una investigación adicional [10,21]. La radiografía no se considera una modalidad adecuada para evaluar enfermedades inflamatorias, infecciosas, neoplásicas o metabólicas de la aorta.

Ultrasonido abdomen
En esta sección se revisará la literatura relevante sobre la ecografía en el manejo de pacientes con sospecha de procesos inflamatorios, infecciosos, neoplásicos o metabólicos de la aorta. Su papel en la detección de un aneurisma de aorta abdominal está bien descrito en el tema de los Criterios® de Adecuación del ACR sobre "Masa abdominal pulsátil, sospecha de aneurisma de aorta abdominal" [5].

La ecografía dúplex vascular puede identificar el engrosamiento de la pared vascular, que es un marcador importante en pacientes con inflamación vascular generalizada [74]ACG [73,75], Enfermedad de Behcet [76]y la arteritis de Takayasu [44]. Además, la ecografía es mejor que la angiografía con catéter para detectar estenosis, oclusiones y aneurismas de la arteritis de Takayasu [44]. No obstante, hay que recordar que estas evaluaciones se centraron en los vasos no aórticos. De hecho, un estudio comparó la ecografía dúplex con la PET/TC con FDG para la detección de la vasculitis extracraneal de vasos grandes y encontró que la ecografía solo tenía una sensibilidad del 26% para detectar la afectación aórtica. Otros autores también han reconocido las limitaciones de la ecografía para medir el grosor de la pared de la aorta [44,75]. Para los procesos neoplásicos sospechosos, la ecografía es de poco valor porque no es capaz de diferenciar de forma fiable entre tejido maligno y benigno [50]. No hay bibliografía relevante disponible para examinar el uso de la ecografía en la sospecha de infección aórtica.

Ecocardiografía transtorácica por ultrasonido
La ETT puede ver la aorta torácica (principalmente la aorta ascendente y, hasta cierto punto, la aorta descendente proximal y el arco) y la válvula aórtica (para la presencia y cuantificación de la regurgitación aórtica). No existe literatura relevante que apoye el ETT como la modalidad de imagen inicial cuando se evalúan procesos infecciosos, inflamatorios, metabólicos o neoplásicos en la aorta.

Ecocardiografía transesofágica por ultrasonido
La ETE puede proporcionar vistas de la aorta descendente que no se aprecian en la TTE, pero no hay literatura relevante que respalde la ETE como la modalidad de imagen inicial cuando se evalúan procesos infecciosos, inflamatorios, metabólicos o neoplásicos en la aorta.

Escenario 3: Enfermedad aórtica degenerativa o aterosclerótica. Imágenes iniciales.

Esta variante incluye la enfermedad aterosclerótica y los aneurismas degenerativos que afectan la aorta torácica y abdominal. Las imágenes de seguimiento después del tratamiento y los síndromes aórticos agudos se analizan en documentos separados de los criterios® de idoneidad del ACR.

Aortografía de tórax y abdomen
La aortografía ya no tiene un papel significativo como modalidad de imagen inicial para la sospecha de enfermedad degenerativa o aterosclerótica de la aorta, ya que la disponibilidad y la precisión de los métodos no invasivos continúan aumentando. La angiografía con catéter sigue siendo un componente crítico de la atención cuando se planifica una intervención.

Tomografía computarizada de tórax y abdomen
No hay bibliografía relevante disponible para examinar el uso de la TC de tórax y abdomen con contraste intravenoso solo en el diagnóstico de la enfermedad aórtica degenerativa o aterosclerótica. Consulte la sección "CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso" a continuación para obtener más información.

No hay bibliografía relevante disponible para examinar el uso de la TC de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso fuera de una ATC específica en el diagnóstico de la enfermedad aórtica degenerativa o aterosclerótica. Consulte la sección "CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso" a continuación para obtener más información.

La tomografía computarizada de tórax y abdomen sin contraste intravenoso puede ayudar a identificar el tamaño y la extensión de un aneurisma aórtico [77]. Se ha demostrado que la TC sin realce es más sensible (82,6-88,9%) que la US (57,1-70,4%) para identificar los aneurismas de aorta abdominal [78]. Se encontró que ambas modalidades tenían una especificidad igualmente alta en este sentido (CT: 97,7%-98,4%; Estados Unidos: 99,2%–99,6%) [78]. Varios estudios prospectivos grandes han utilizado la TC de tórax y abdomen sin contraste intravenoso para cuantificar la enfermedad aterosclerótica calcificada en la aorta [79-84]. Sin embargo, la utilidad clínica de este abordaje como imagen inicial es limitada porque la falta de contraste intravenoso conduce a una subestimación de la placa aterosclerótica no calcificada y no proporciona una evaluación de la luz aórtica [85].

CTA de tórax y abdomen con contraste intravenoso
La TAC con contraste intravenoso es una herramienta importante cuando se evalúa la aorta para detectar sospechas de cambios degenerativos y ateroscleróticos, ya que proporciona información sobre la luz aórtica, la pared aórtica y las estructuras aórticas circundantes [86,87]. La TC también se puede utilizar para detectar otras patologías en los pulmones, la pared torácica y la pleura, que pueden imitar los síntomas de la enfermedad aórtica [88]. La adición de una fase venosa a la CTA parece aumentar su capacidad para identificar patologías incidentales tanto benignas como malignas en estructuras no vasculares. [89]. La TAC aórtica activada por electrocardiógrafo (ECG) disminuye los artefactos de pulsación de la aorta ascendente, lo que permite una medición más precisa del diámetro de la aorta ascendente y potencialmente aumenta la confianza en el diagnóstico [90]. La ATC proporciona información sobre la raíz aórtica [91], área y función de la válvula aórtica, elasticidad de la pared aórtica y morfología en general [92,93]. El conjunto de datos CTA 3D puede ser post procesado y manipulado perpendicularmente a la luz de flujo, lo que permite mediciones precisas para la evaluación longitudinal del crecimiento aórtico y los diámetros de la luz, así como para la planificación del tratamiento endovascular o quirúrgico [87,94,95]. A pesar de que el diámetro máximo de la aorta es el predictor más consistente de ruptura futura, otros hallazgos de la ATC, como la heterogeneidad del contraste luminal, el volumen del trombo intraluminal, la distensibilidad de la pared aórtica y la geometría del aneurisma, ayudan a identificar a los pacientes con riesgo de ruptura [96-98]. Los modelos geométricos de los exámenes de TCA se pueden utilizar para crear dinámicas de flujo computacionales, que también pueden ser útiles para identificar a los pacientes con aneurismas de la aorta torácica que corren el riesgo de romperse [99].

FDG-PET/CT desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo
No existe bibliografía relevante para el uso de las imágenes FDG-PET/TC como evaluación inicial de las enfermedades aórticas degenerativas o ateroscleróticas.

ARM Tórax y Abdomen
Al igual que la resonancia magnética sin contraste intravenoso, la resonancia magnética sin y con contraste intravenoso se puede utilizar para obtener información hemodinámica sobre los aneurismas aórticos a partir de la dinámica de flujo computacional o la resonancia magnética de flujo 4D [99]. La adición de contraste intravenoso mejora la visualización de la aorta y los grandes vasos y disminuye el tiempo total de adquisición [100-104]. Sin embargo, no hay pruebas definitivas de que la adición de contraste intravenoso mejore la precisión general de la ARM para las enfermedades aórticas degenerativas.

La resonancia magnética sin contraste intravenoso que utiliza imágenes ponderadas en T1 con recuperación de doble inversión y la resonancia magnética de precesión libre en estado estacionario equilibrado permite obtener imágenes de la aorta, especialmente cuando la adquisición está controlada por ECG [105]. La precisión de la ARM de precesión libre en estado estacionario equilibrado es cercana al 100% para detectar aneurisma de aorta torácica, disección, hematoma intramural y úlcera aórtica penetrante cuando se mide con el estándar de referencia de ARM con material de contraste IV [101,106]. Se puede utilizar para evaluar toda la aorta torácica y sus ramas [107]. La ARM sin contraste intravenoso también se puede utilizar para crear modelos geométricos para la dinámica de flujo computacional [99]. Además, se pueden obtener secuencias de resonancia magnética de flujo en 4D [99]. Estas secuencias son la adquisición de imágenes de contraste de fase en 3D de una manera resuelta en el tiempo, controlada por ECG con codificación de velocidad 3D. Tanto la dinámica de flujo computacional como la resonancia magnética de flujo 4D se pueden utilizar para examinar la información hemodinámica en los aneurismas de aorta torácica, como la tensión de cizallamiento de la pared, los patrones de flujo y el flujo helicoidal que pueden ayudar a identificar a los pacientes en riesgo de ruptura [99].

En el caso de la enfermedad aterosclerótica aórtica, tanto la ARM sin contraste intravenoso como la ARM sin y con contraste IV se pueden utilizar para recopilar información fisiológica sobre el flujo aórtico con el fin de proporcionar una evaluación de la rigidez de la pared aórtica y generar una resonancia magnética de flujo 4D [42,99]. Una desventaja de la resonancia magnética del tórax y el abdomen sin y con vía intravenosa es que puede subestimar el grosor de las placas ateroscleróticas en comparación con otras modalidades [108]. Una ventaja de la resonancia magnética del tórax y el abdomen es que se puede utilizar para evaluar la composición de las placas ateroscleróticas para lípidos, fibrosis, calcificaciones y hemorragia intraplaca [95,109]. Debido a la mejora de la visualización y la disminución de los tiempos de adquisición, se prefiere el uso de contraste intravenoso para la ARM del tórax y el abdomen, pero también se puede obtener suficiente información sin el uso de contraste intravenoso [100-104,110].

Radiografía de tórax
La radiografía de tórax es una evaluación inicial por imágenes útil para el diagnóstico de la enfermedad aórtica degenerativa, especialmente si se sospecha una complicación aguda. Sin embargo, debido a la falta de sensibilidad en la evaluación de la extensión de la enfermedad [35], se requieren pruebas más definitivas. Con respecto a la enfermedad aórtica aterosclerótica, algunos estudios han utilizado radiografías lumbares laterales para cuantificar y correlacionar la enfermedad aterosclerótica en la aorta con la densidad mineral ósea [111], dieta del paciente [112]y enfermedad aterosclerótica más generalizada [113]. Sin embargo, en la práctica clínica, la mayor utilidad de la radiografía sería solicitar imágenes adicionales si se identifica una anomalía [114].

Abdomen de EE. UU.
El papel de la ecografía se limita a la evaluación de la aorta abdominal y sus ramas y la vasculatura cerebral extracraneal. Su papel en la detección de un aneurisma de aorta abdominal está bien descrito en el tema de los Criterios® de Adecuación del ACR sobre "Masa abdominal pulsátil, sospecha de aneurisma de aorta abdominal" [5].

Ecocardiografía transtorácica por ultrasonido
La ETT es útil para evaluar los aneurismas que comprometen la raíz aórtica y la aorta ascendente. La ETT también es una excelente herramienta para evaluar la aorta abdominal. Por ejemplo, un metaanálisis reciente de estudios que examinaron el uso de ETT para la detección de aneurismas de aorta abdominal en adultos encontró que ETT pudo visualizar la aorta en el 86% de los pacientes [115]. Sin embargo, la ETT no proporciona una evaluación completa de la totalidad de la aorta en muchos pacientes, lo que limita su utilidad como modalidad de imagen inicial [95]. Sin embargo, debido a que la mayoría de los aneurismas de la aorta torácica se localizan dentro de los segmentos proximales de la aorta, la ETT puede ser suficiente para el cribado y las mediciones seriadas de los diámetros de las raíces aórticas [116]. La ETT puede proporcionar información fisiológica. Por ejemplo, un estudio encontró que los pacientes con aneurismas de aorta ascendente tenían una elasticidad reducida y una mayor rigidez de la pared de

los vasos [117]. En cuanto a la detección y caracterización de la enfermedad aterosclerótica aórtica, la ETT se considera generalmente una técnica de imagen poco fiable [42].

Ecocardiografía transesofágica por ultrasonido
No existe literatura relevante para el uso de la ETE como modalidad de imagen inicial en la evaluación de enfermedades aórticas degenerativas o ateroscleróticas.

Resumen de las recomendaciones

- **Escenario 1**: TAC de tórax y abdomen con contraste IV, ARM de tórax y abdomen sin y con contraste IV, ARM de tórax y abdomen sin contraste IV, radiografía de tórax o ecocardiografía de ultrasonido en reposo transtorácico suele ser apropiado para la imagen inicial de la enfermedad aórtica congénita. Con la excepción de la radiografía de tórax, estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, solo se ordenará un procedimiento para proporcionar la información clínica para manejar eficazmente la atención del paciente). La radiografía de tórax, aunque es apropiada como una modalidad de imagen inicial, generalmente requiere confirmación a través de un examen de imágenes más definitivo debido a la falta de especificidad.
- **Escenario 2**: La ATC de tórax y abdomen con contraste IV, la base del cráneo FDG-PET/CT hasta la mitad del muslo, la RMA de tórax y abdomen sin y con contraste IV, o la ARM de tórax y abdomen sin contraste IV suelen ser apropiadas para las imágenes iniciales de enfermedad aórtica inflamatoria, infecciosa, neoplásica o metabólica no traumática. Estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, solo se ordenará un procedimiento para proporcionar la información clínica necesaria para gestionar eficazmente la atención del paciente).
- **Escenario 3**: La ATC de tórax y abdomen con contraste intravenoso, la resonancia magnética de tórax y abdomen sin y con contraste intravenoso, la resonancia magnética de tórax y abdomen sin contraste intravenoso, la radiografía de tórax o la ecografía del abdomen suelen ser apropiadas para las imágenes iniciales de la enfermedad aórtica degenerativa o aterosclerótica. Con la excepción de la radiografía de tórax, estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, solo se ordenará un procedimiento para proporcionar la información clínica para manejar eficazmente la atención del paciente). La radiografía de tórax, aunque es apropiada como una modalidad de imagen inicial, generalmente requiere confirmación mediante un examen de imágenes más definitivo debido a la falta de sensibilidad.

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, haga clic aquí.

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 que considerar al 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® [118].

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. Batlle JC, Kirsch J, Bolen MA, et al. ACR Appropriateness Criteria® Chest Pain-Possible Acute Coronary Syndrome. J Am Coll Radiol 2020;17:S55-S69.
2. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria®: Nonischemic Myocardial Disease with Clinical Manifestations (Ischemic Cardiomyopathy Already Excluded). Available at: https://acsearch.acr.org/docs/3082580/Narrative/. Accessed September 30, 2020.
3. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria®: Suspected Pulmonary Embolism. Available at: https://acsearch.acr.org/docs/69404/Narrative/. Accessed September 30, 2020.
4. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria®: Acute Chest Pain-Suspected Aortic Dissection. Available at: https://acsearch.acr.org/docs/69402/Narrative/. Accessed September 30, 2020.
5. Reis SP, Majdalany BS, AbuRahma AF, et al. ACR Appropriateness Criteria® Pulsatile Abdominal Mass Suspected Abdominal Aortic Aneurysm. J Am Coll Radiol 2017;14:S258-S65.
6. Francois CJ, Skulborstad EP, Majdalany BS, et al. ACR Appropriateness Criteria® Abdominal Aortic Aneurysm: Interventional Planning and Follow-Up. J Am Coll Radiol 2018;15:S2-S12.
7. Cooper K, Majdalany BS, Kalva SP, et al. ACR Appropriateness Criteria® Lower Extremity Arterial Revascularization-Post-Therapy Imaging. J Am Coll Radiol 2018;15:S104-S15.
8. Ahmed O, Hanley M, Bennett SJ, et al. ACR Appropriateness Criteria® Vascular Claudication-Assessment for Revascularization. J Am Coll Radiol 2017;14:S372-S79.
9. 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 30, 2020.
10. Dijkema EJ, Leiner T, Grotenhuis HB. Diagnosis, imaging and clinical management of aortic coarctation. Heart 2017;103:1148-55.
11. Becker C, Soppa C, Fink U, et al. Spiral CT angiography and 3D reconstruction in patients with aortic coarctation. Eur Radiol 1997;7:1473-7.
12. Di Sessa TG, Di Sessa P, Gregory B, Vranicar M. The use of 3D contrast-enhanced CT reconstructions to project images of vascular rings and coarctation of the aorta. Echocardiography 2009;26:76-81.
13. Hu XH, Huang GY, Pa M, et al. Multidetector CT angiography and 3D reconstruction in young children with coarctation of the aorta. Pediatr Cardiol 2008;29:726-31.
14. Lee EY, Siegel MJ, Hildebolt CF, Gutierrez FR, Bhalla S, Fallah JH. MDCT evaluation of thoracic aortic anomalies in pediatric patients and young adults: comparison of axial, multiplanar, and 3D images. AJR Am J Roentgenol 2004;182:777-84.
15. Mirzaee H, Henn T, Krause MJ, et al. MRI-based computational hemodynamics in patients with aortic coarctation using the lattice Boltzmann methods: Clinical validation study. J Magn Reson Imaging 2017;45:139-46.
16. Nie P, Wang X, Cheng Z, et al. The value of low-dose prospective ECG-gated dual-source CT angiography in the diagnosis of coarctation of the aorta in infants and children. Clin Radiol 2012;67:738-45.
17. Nielsen JC, Powell AJ, Gauvreau K, Marcus EN, Prakash A, Geva T. Magnetic resonance imaging predictors of coarctation severity. Circulation 2005;111:622-8.
18. Peng L, Yang Z, Yu J, Chu Z, Chen D, Luo Y. [Clinical value of ECG-gated dual-source computed tomography and angiography in assessing coarctation of aorta]. Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi 2013;30:89-94.
19. Budoff MJ, Shittu A, Roy S. Use of cardiovascular computed tomography in the diagnosis and management of coarctation of the aorta. J Thorac Cardiovasc Surg 2013;146:229-32.
20. Sun Z. Diagnostic value of color duplex ultrasonography in the follow-up of endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. J Vasc Interv Radiol 2006;17:759-64.
21. Thakkar AN, Chinnadurai P, Lin CH. Imaging adult patients with coarctation of the aorta. Curr Opin Cardiol 2017;32:503-12.
22. Russo V, Renzulli M, La Palombara C, Fattori R. Congenital diseases of the thoracic aorta. Role of MRI and MRA. Eur Radiol 2006;16:676-84.
23. Allen BD, van Ooij P, Barker AJ, et al. Thoracic aorta 3D hemodynamics in pediatric and young adult patients with bicuspid aortic valve. J Magn Reson Imaging 2015;42:954-63.

24. Burris NS, Hope MD. 4D flow MRI applications for aortic disease. Magn Reson Imaging Clin N Am 2015;23:15-23.
25. Ha H, Kim GB, Kweon J, et al. Hemodynamic Measurement Using Four-Dimensional Phase-Contrast MRI: Quantification of Hemodynamic Parameters and Clinical Applications. Korean J Radiol 2016;17:445-62.
26. Camren GP, Wilson GJ, Bamra VR, Nguyen KQ, Hippe DS, Maki JH. A comparison between gadofosveset trisodium and gadobenate dimeglumine for steady state MRA of the thoracic vasculature. Biomed Res Int 2014;2014:625614.
27. Francois CJ, Tuite D, Deshpande V, Jerecic R, Weale P, Carr JC. Unenhanced MR angiography of the thoracic aorta: initial clinical evaluation. AJR Am J Roentgenol 2008;190:902-6.
28. Ming Z, Yumin Z, Yuhua L, Biao J, Aimin S, Qian W. Diagnosis of congenital obstructive aortic arch anomalies in Chinese children by contrast-enhanced magnetic resonance angiography. J Cardiovasc Magn Reson 2006;8:747-53.
29. Bogaert J, Kuzo R, Dymarkowski S, et al. Follow-up of patients with previous treatment for coarctation of the thoracic aorta: comparison between contrast-enhanced MR angiography and fast spin-echo MR imaging. Eur Radiol 2000;10:1847-54.
30. Jashari H, Rydberg A, Ibrahimi P, Bajraktari G, Henein MY. Left ventricular response to pressure afterload in children: aortic stenosis and coarctation: a systematic review of the current evidence. Int J Cardiol 2015;178:203-9.
31. Singh S, Hakim FA, Sharma A, et al. Hypoplasia, pseudocoarctation and coarctation of the aorta - a systematic review. Heart Lung Circ 2015;24:110-8.
32. Jaffe RB. Complete interruption of the aortic arch. 1. Characteristic radiographic findings in 21 patients. Circulation 1975;52:714-21.
33. Pickhardt PJ, Siegel MJ, Gutierrez FR. Vascular rings in symptomatic children: frequency of chest radiographic findings. Radiology 1997;203:423-6.
34. Jagannath AS, Sos TA, Lockhart SH, Saddekni S, Sniderman KW. Aortic dissection: a statistical analysis of the usefulness of plain chest radiographic findings. AJR Am J Roentgenol 1986;147:1123-6.
35. Leonard JC, Hasleton PS. Dissecting aortic aneurysms: a clinicopathological study. I. Clinical and gross pathological findings. Q J Med 1979;48:55-63.
36. Connolly JE, Wilson SE, Lawrence PL, Fujitani RM. Middle aortic syndrome: distal thoracic and abdominal coarctation, a disorder with multiple etiologies. J Am Coll Surg 2002;194:774-81.
37. Yan L, Li HY, Ye XJ, Xu RQ, Chen XY. Doppler ultrasonographic and clinical features of middle aortic syndrome. J Clin Ultrasound 2019;47:22-26.
38. Tonkin IL. The definition of cardiac malpositions with echocardiography and computed tomography. In: Friedman WF, Higgins CB, eds. *Pediatric cardiac imaging*. Philadelphia, Pa: Saunders; 1984:157-87.
39. Evangelista A, Avegliano G, Aguilar R, et al. Impact of contrast-enhanced echocardiography on the diagnostic algorithm of acute aortic dissection. Eur Heart J 2010;31:472-9.
40. Wyse RK, Robinson PJ, Deanfield JE, Tunstall Pedoe DS, Macartney FJ. Use of continuous wave Doppler ultrasound velocimetry to assess the severity of coarctation of the aorta by measurement of aortic flow velocities. Br Heart J 1984;52:278-83.
41. Karaosmanoglu AD, Khawaja RD, Onur MR, Kalra MK. CT and MRI of aortic coarctation: pre- and postsurgical findings. AJR Am J Roentgenol 2015;204:W224-33.
42. Goldstein SA, Evangelista A, Abbara S, et al. Multimodality imaging of diseases of the thoracic aorta in adults: from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging: endorsed by the Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. J Am Soc Echocardiogr 2015;28:119-82.
43. Houston A, Hillis S, Lilley S, Richens T, Swan L. Echocardiography in adult congenital heart disease. Heart 1998;80 Suppl 1:S12-26.
44. Barra L, Kanji T, Malette J, Pagnoux C, CanVasc. Imaging modalities for the diagnosis and disease activity assessment of Takayasu's arteritis: A systematic review and meta-analysis. Autoimmun Rev 2018;17:175-87.
45. Lin MP, Chang SC, Wu RH, Chou CK, Tzeng WS. A comparison of computed tomography, magnetic resonance imaging, and digital subtraction angiography findings in the diagnosis of infected aortic aneurysm. J Comput Assist Tomogr 2008;32:616-20.
46. Hagspiel KD, Hunter YR, Ahmed HK, et al. Primary sarcoma of the distal abdominal aorta: CT angiography findings. Abdom Imaging 2004;29:507-10.

47. Winter L, Langrehr J, Hanninen EL. Primary angiosarcoma of the abdominal aorta: multi-row computed tomography. Abdom Imaging 2010;35:485-7.
48. Macedo TA, Stanson AW, Oderich GS, Johnson CM, Panneton JM, Tie ML. Infected aortic aneurysms: imaging findings. Radiology 2004;231:250-7.
49. Rakita D, Newatia A, Hines JJ, Siegel DN, Friedman B. Spectrum of CT findings in rupture and impending rupture of abdominal aortic aneurysms. Radiographics 2007;27:497-507.
50. Restrepo CS, Betancourt SL, Martinez-Jimenez S, Gutierrez FR. Aortic tumors. Semin Ultrasound CT MR 2012;33:265-72.
51. Yamada I, Nakagawa T, Himeno Y, Numano F, Shibuya H. Takayasu arteritis: evaluation of the thoracic aorta with CT angiography. Radiology 1998;209:103-9.
52. Park JH, Chung JW, Lee KW, Park YB, Han MC. CT angiography of Takayasu arteritis: comparison with conventional angiography. J Vasc Interv Radiol 1997;8:393-400.
53. Berthod PE, Aho-Glele S, Ornetti P, et al. CT analysis of the aorta in giant-cell arteritis: a case-control study. Eur Radiol 2018;28:3676-84.
54. Rajiah P, Schoenhagen P. The role of computed tomography in pre-procedural planning of cardiovascular surgery and intervention. Insights Imaging 2013;4:671-89.
55. Katabathina VS, Restrepo CS. Infectious and noninfectious aortitis: cross-sectional imaging findings. Semin Ultrasound CT MR 2012;33:207-21.
56. de Boysson H, Dumont A, Liozon E, et al. Giant-cell arteritis: concordance study between aortic CT angiography and FDG-PET/CT in detection of large-vessel involvement. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2017;44:2274-79.
57. Hommada M, Mekinian A, Brillet PY, et al. Aortitis in giant cell arteritis: diagnosis with FDG PET/CT and agreement with CT angiography. Autoimmun Rev 2017;16:1131-37.
58. Restrepo CS, Ocazionez D, Suri R, Vargas D. Aortitis: imaging spectrum of the infectious and inflammatory conditions of the aorta. Radiographics 2011;31:435-51.
59. Gornik HL, Creager MA. Aortitis. Circulation 2008;117:3039-51.
60. Blockmans D, Stroobants S, Maes A, Mortelmans L. Positron emission tomography in giant cell arteritis and polymyalgia rheumatica: evidence for inflammation of the aortic arch. Am J Med 2000;108:246-9.
61. Morinobu A, Tsuji G, Kasagi S, et al. Role of imaging studies in the diagnosis and evaluation of giant cell arteritis in Japanese: report of eight cases. Mod Rheumatol 2011;21:391-6.
62. Lee YH, Choi SJ, Ji JD, Song GG. Diagnostic accuracy of 18F-FDG PET or PET/CT for large vessel vasculitis : A meta-analysis. Z Rheumatol 2016;75:924-31.
63. Walter MA. [(18)F]fluorodeoxyglucose PET in large vessel vasculitis. Radiol Clin North Am 2007;45:735-44, viii.
64. Zhang X, Zhou J, Sun Y, Shi H, Ji Z, Jiang L. (18)F-FDG-PET/CT: an accurate method to assess the activity of Takayasu's arteritis. Clin Rheumatol 2018;37:1927-35.
65. Cullenward MJ, Scanlan KA, Pozniak MA, Acher CA. Inflammatory aortic aneurysm (periaortic fibrosis): radiologic imaging. Radiology 1986;159:75-82.
66. Liu M, Liu W, Li H, Shu X, Tao X, Zhai Z. Evaluation of takayasu arteritis with delayed contrast-enhanced MR imaging by a free-breathing 3D IR turbo FLASH. Medicine (Baltimore) 2017;96:e9284.
67. Atalay MK, Bluemke DA. Magnetic resonance imaging of large vessel vasculitis. Curr Opin Rheumatol 2001;13:41-7.
68. Bley TA, Wieben O, Uhl M, Thiel J, Schmidt D, Langer M. High-resolution MRI in giant cell arteritis: imaging of the wall of the superficial temporal artery. AJR Am J Roentgenol 2005;184:283-7.
69. Koenigkam-Santos M, Sharma P, Kalb B, et al. Magnetic resonance angiography in extracranial giant cell arteritis. J Clin Rheumatol 2011;17:306-10.
70. Siemonsen S, Brekenfeld C, Holst B, Kaufmann-Buehler AK, Fiehler J, Bley TA. 3T MRI reveals extra- and intracranial involvement in giant cell arteritis. AJNR Am J Neuroradiol 2015;36:91-7.
71. Rajiah P. CT and MRI in the Evaluation of Thoracic Aortic Diseases. Int J Vasc Med 2013;2013:797189.
72. Mohsen NA, Haber M, Urrutia VC, Nunes LW. Intimal sarcoma of the aorta. AJR Am J Roentgenol 2000;175:1289-90.
73. Halbach C, McClelland CM, Chen J, Li S, Lee MS. Use of Noninvasive Imaging in Giant Cell Arteritis. Asia Pac J Ophthalmol (Phila) 2018;7:260-64.
74. Zachrisson H, Svensson C, Dremetsika A, Eriksson P. An extended high-frequency ultrasound protocol for detection of vessel wall inflammation. Clin Physiol Funct Imaging 2018;38:586-94.

75. Schmidt WA. Ultrasound in the diagnosis and management of giant cell arteritis. Rheumatology (Oxford) 2018;57:ii22-ii31.
76. Kankilic N, Aslan A, Karahan O, Demirtas S, Caliskan A, Yavuz C. Investigation of the arterial intima-media thickness in Behcet's disease patients without vascular complaints. Vascular 2018;26:356-61.
77. Litmanovich D, Bankier AA, Cantin L, Raptopoulos V, Boiselle PM. CT and MRI in diseases of the aorta. AJR Am J Roentgenol 2009;193:928-40.
78. Liisberg M, Diederichsen AC, Lindholt JS. Abdominal ultrasound-scanning versus non-contrast computed tomography as screening method for abdominal aortic aneurysm - a validation study from the randomized DANCAVAS study. BMC Med Imaging 2017;17:14.
79. Horinaka S, Yagi H, Fukushima H, Shibata Y, Takeshima H, Ishimitsu T. Associations Between Cardio-Ankle Vascular Index and Aortic Structure and Sclerosis Using Multidetector Computed Tomography. Angiology 2017;68:330-38.
80. Criqui MH, Aboyans V, Allison MA, et al. Peripheral Artery Disease and Aortic Disease. Glob Heart 2016;11:313-26.
81. Criqui MH, Denenberg JO, McClelland RL, et al. Abdominal aortic calcium, coronary artery calcium, and cardiovascular morbidity and mortality in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2014;34:1574-9.
82. Craiem D, Chironi G, Casciaro ME, Graf S, Simon A. Calcifications of the thoracic aorta on extended non-contrast-enhanced cardiac CT. PLoS One 2014;9:e109584.
83. Bos D, Leening MJ, Kavousi M, et al. Comparison of Atherosclerotic Calcification in Major Vessel Beds on the Risk of All-Cause and Cause-Specific Mortality: The Rotterdam Study. Circ Cardiovasc Imaging 2015;8.
84. Galaska R, Kulawiak-Galaska D, Wegrzyn A, et al. Assessment of Subclinical Atherosclerosis Using Computed Tomography Calcium Scores in Patients with Familial and Nonfamilial Hypercholesterolemia. J Atheroscler Thromb 2016;23:588-95.
85. Hiratzka LF, Bakris GL, Beckman JA, et al. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM Guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease. A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology,American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons,and Society for Vascular Medicine. J Am Coll Cardiol 2010;55:e27-e129.
86. Fernandez JD, Donovan S, Garrett HE, Jr., Burgar S. Endovascular thoracic aortic aneurysm repair: evaluating the utility of intravascular ultrasound measurements. J Endovasc Ther 2008;15:68-72.
87. Hansen NJ. Computed Tomographic Angiography of the Abdominal Aorta. Radiol Clin North Am 2016;54:35-54.
88. Schertler T, Frauenfelder T, Stolzmann P, et al. Triple rule-out CT in patients with suspicion of acute pulmonary embolism: findings and accuracy. Acad Radiol 2009;16:708-17.
89. Tanahashi Y, Goshima S, Kondo H, et al. Additional value of venous phase added to aortic CT angiography in patients with aortic aneurysm. Clin Imaging 2017;44:51-56.
90. Lu TL, Huber CH, Rizzo E, Dehmeshki J, von Segesser LK, Qanadli SD. Ascending aorta measurements as assessed by ECG-gated multi-detector computed tomography: a pilot study to establish normative values for transcatheter therapies. Eur Radiol 2009;19:664-9.
91. Ocak I, Lacomis JM, Deible CR, Pealer K, Parag Y, Knollmann F. The aortic root: comparison of measurements from ECG-gated CT angiography with transthoracic echocardiography. J Thorac Imaging 2009;24:223-6.
92. Li N, Beck T, Chen J, et al. Assessment of thoracic aortic elasticity: a preliminary study using electrocardiographically gated dual-source CT. Eur Radiol 2011;21:1564-72.
93. Agarwal PP, Chughtai A, Matzinger FR, Kazerooni EA. Multidetector CT of thoracic aortic aneurysms. Radiographics 2009;29:537-52.
94. Bhave NM, Nienaber CA, Clough RE, Eagle KA. Multimodality Imaging of Thoracic Aortic Diseases in Adults. JACC Cardiovasc Imaging 2018;11:902-19.
95. Erbel R, Aboyans V, Boileau C, et al. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the

adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J 2014;35:2873-926.
96. Aghayev A, Giannopoulos AA, Gronsbell J, et al. Common First-Pass CT Angiography Findings Associated With Rapid Growth Rate in Abdominal Aorta Aneurysms Between 3 and 5 cm in Largest Diameter. AJR Am J Roentgenol 2018;210:431-37.
97. Muluk SL, Muluk PD, Shum J, Finol EA. On the Use of Geometric Modeling to Predict Aortic Aneurysm Rupture. Ann Vasc Surg 2017;44:190-96.
98. Zha Y, Peng G, Li L, Yang C, Lu X, Peng Z. Quantitative Aortic Distensibility Measurement Using CT in Patients with Abdominal Aortic Aneurysm: Reproducibility and Clinical Relevance. Biomed Res Int 2017;2017:5436927.
99. Youssefi P, Sharma R, Figueroa CA, Jahangiri M. Functional assessment of thoracic aortic aneurysms - the future of risk prediction? Br Med Bull 2017;121:61-71.
100. Bogaert J, Meyns B, Rademakers FE, et al. Follow-up of aortic dissection: contribution of MR angiography for evaluation of the abdominal aorta and its branches. Eur Radiol 1997;7:695-702.
101. Pereles FS, McCarthy RM, Baskaran V, et al. Thoracic aortic dissection and aneurysm: evaluation with nonenhanced true FISP MR angiography in less than 4 minutes. Radiology 2002;223:270-4.
102. Prince MR, Narasimham DL, Jacoby WT, et al. Three-dimensional gadolinium-enhanced MR angiography of the thoracic aorta. AJR Am J Roentgenol 1996;166:1387-97.
103. Summers RM, Andrasko-Bourgeois J, Feuerstein IM, et al. Evaluation of the aortic root by MRI: insights from patients with homozygous familial hypercholesterolemia. Circulation 1998;98:509-18.
104. Summers RM, Sostman HD, Spritzer CE, Fidler JL. Fast spoiled gradient-recalled MR imaging of thoracic aortic dissection: preliminary clinical experience at 1.5 T. Magn Reson Imaging 1996;14:1-9.
105. Krishnam MS, Tomasian A, Deshpande V, et al. Noncontrast 3D steady-state free-precession magnetic resonance angiography of the whole chest using nonselective radiofrequency excitation over a large field of view: comparison with single-phase 3D contrast-enhanced magnetic resonance angiography. Invest Radiol 2008;43:411-20.
106. Krishnam MS, Tomasian A, Malik S, Desphande V, Laub G, Ruehm SG. Image quality and diagnostic accuracy of unenhanced SSFP MR angiography compared with conventional contrast-enhanced MR angiography for the assessment of thoracic aortic diseases. Eur Radiol 2010;20:1311-20.
107. Nienaber CA, von Kodolitsch Y, Brockhoff CJ, Koschyk DH, Spielmann RP. Comparison of conventional and transesophageal echocardiography with magnetic resonance imaging for anatomical mapping of thoracic aortic dissection. A dual noninvasive imaging study with anatomical and/or angiographic validation. Int J Card Imaging 1994;10:1-14.
108. Gottsegen JM, Coplan NL. The atherosclerotic aortic arch: considerations in diagnostic imaging. Prev Cardiol 2008;11:162-7.
109. Corti R. Noninvasive imaging of atherosclerotic vessels by MRI for clinical assessment of the effectiveness of therapy. Pharmacol Ther 2006;110:57-70.
110. Nagpal P, Khandelwal A, Saboo SS, Bathla G, Steigner ML, Rybicki FJ. Modern imaging techniques: applications in the management of acute aortic pathologies. Postgrad Med J 2015;91:449-62.
111. Avramovski P, Avramovska M, Lazarevski M, Sikole A. Femoral neck and spine bone mineral density-Surrogate marker of aortic calcification in postmenopausal women. Anatol J Cardiol 2016;16:202-9.
112. Bondonno NP, Lewis JR, Prince RL, et al. Fruit Intake and Abdominal Aortic Calcification in Elderly Women: A Prospective Cohort Study. Nutrients 2016;8:159.
113. Lewis JR, Schousboe JT, Lim WH, et al. Abdominal Aortic Calcification Identified on Lateral Spine Images From Bone Densitometers Are a Marker of Generalized Atherosclerosis in Elderly Women. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2016;36:166-73.
114. Erbel R, Aboyans V, Boileau C, et al. [2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases]. Kardiol Pol 2014;72:1169-252.
115. Argyriou C, Georgiadis GS, Kontopodis N, et al. Screening for Abdominal Aortic Aneurysm During Transthoracic Echocardiography: A Systematic Review and Meta-analysis. Eur J Vasc Endovasc Surg 2018;55:475-91.
116. Evangelista A, Flachskampf FA, Erbel R, et al. Echocardiography in aortic diseases: EAE recommendations for clinical practice. Eur J Echocardiogr 2010;11:645-58.

117. Bieseviciene M, Vaskelyte JJ, Mizariene V, Karaliute R, Lesauskaite V, Verseckaite R. Two-dimensional speckle-tracking echocardiography for evaluation of dilative ascending aorta biomechanics. BMC Cardiovasc Disord 2017;17:27.
118. 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 30, 2020.

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.