

**American College of Radiology
ACR Appropriateness Criteria®
Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente**

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:

Los nódulos pulmonares incidentales son comunes. Aunque la mayoría son benignos, la mayoría son indeterminados para malignos cuando se encuentran por primera vez, lo que dificulta su manejo. La TC sigue siendo la principal modalidad de imagen para caracterizar y hacer un seguimiento de los nódulos pulmonares incidentales. En este documento se revisa la bibliografía disponible sobre diversas modalidades de diagnóstico por imágenes y se resume el tratamiento de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente.

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); CT; Incidental lung nodule; Incidental pulmonary nodule; lung nodule; Pulmonary nodule; Solitary pulmonary nodule

Resumen del enunciado:

Los nódulos pulmonares incidentales son comunes y a menudo benignos, pero la mayoría son indeterminados para neoplasias malignas, lo que dificulta su tratamiento. En este documento se resumen las recomendaciones para el mejor primer paso en el tratamiento de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente.

[Traductor: Ivan Vollmer Torrubiano]

Variante 1:**Adulto mayor o igual a 35 años. Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente en la radiografía de tórax. Próximo estudio de imagen.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
TC de tórax sin contraste IV	Usualmente apropiado	☼☼☼
Radiografía de tórax	Puede ser apropiado	☼
Biopsia transtorácica con aguja guiada por imagen	Usualmente inapropiado	Varies
RM de tórax sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	O
RM de tórax sin y contraste IV	Usualmente inapropiado	O
TC de tórax y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de tórax sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
PET/RM FDG de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼
PET/TC FDG de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼☼

Variante 2:**Adulto mayor o igual a 35 años. Se detectó incidentalmente un nódulo pulmonar indeterminado de menos de 6 mm en la TC de tórax. Próximo estudio de imagen.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
TC de tórax sin contraste IV	Puede ser apropiado	☼☼☼
Radiografía de tórax	Usualmente inapropiado	☼
Biopsia transtorácica con aguja guiada por imagen	Usualmente inapropiado	Varies
RM de tórax sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	O
RM de tórax sin y contraste IV	Usualmente inapropiado	O
TC de tórax y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de tórax sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
PET/RM FDG de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼
PET/TC FDG de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼☼

Variante 3:**Adulto mayor o igual a 35 años. Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente igual o mayor de 6 mm en la TC de tórax. Próximo estudio de imagen.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
TC de tórax sin contraste IV	Usualmente apropiado	☼☼☼
PET/TC FDG de cuerpo entero	Usualmente apropiado	☼☼☼☼
Biopsia transtorácica con aguja guiada por imagen	Puede ser apropiado	Varies
Radiografía de tórax	Usualmente inapropiado	☼
RM de tórax sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	O
RM de tórax sin y contraste IV	Usualmente inapropiado	O
TC de tórax y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de tórax sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
PET/RM FDG de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼

Variante 4:**Adulto mayor o igual a 35 años. Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente en TC torácica incompleta (p. ej., TC abdomen, cuello, columna, etcétera). Próximo estudio de imagen.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
TC de tórax sin contraste IV	Usualmente apropiado	☼☼☼
Radiografía de tórax	Usualmente inapropiado	☼
Biopsia transtorácica con aguja guiada por imagen	Usualmente inapropiado	Varies
RM de tórax sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	O
RM de tórax sin y contraste IV	Usualmente inapropiado	O
TC de tórax y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de tórax sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
PET/TC FDG de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼☼

NÓDULO PULMONAR INDETERMINADO DETECTADO INCIDENTALMENTE

Panel de Expertos en Imágenes Torácicas: Maria D. Martin, MD^a; Travis S. Henry, MD^b; Mark F. Berry, MD^c; Geoffrey B. Johnson, MD, PhD^d; Aine Marie Kelly, MBBCh^e; Jane P. Ko, MD^f; Christopher T. Kuzniewski, MD^g; Elizabeth Lee, MD^h; Fabien Maldonado, MDⁱ; Michael F. Morris, MD^j; Reginald F. Munden, MD, MBA^k; Constantine A. Raptis, MD^l; Kyungran Shim, MD^m; Arlene Sirajuddin, MDⁿ; William Small Jr., MD^o; Betty C. Tong, MD^p; Carol C. Wu, MD^q; Edwin F. Donnelly, MD, PhD.^r

Resumen de la revisión de la literatura

Introducción/Antecedentes

Un nódulo pulmonar se define como una opacidad redondeada bien o mal definida que mide menos de 3 cm de diámetro [1-5]. Los nódulos se clasifican en sólidos, parcialmente sólidos y en vidrio deslustrado en la TC, según su atenuación, lo que permite una evaluación más precisa del riesgo de malignidad. Los nódulos en vidrio deslustrado son áreas de atenuación aumentada a través de las cuales las estructuras subyacentes, como los vasos, siguen siendo visibles [3]. Los nódulos pulmonares incidentales son comunes, con frecuencias reportadas que varían del 5,6% al 51% en TC y del 0,1% al 7% en radiografías de tórax [5-7]. Aunque se estima que entre el 70% y el 97% de los nódulos pulmonares incidentales son benignos [8], la mayoría son indeterminados para malignidad en el momento de su detección inicial, lo que dificulta su manejo.

Se han desarrollado guías de la Fleischner Society y del American College of Chest Physicians (ACCP) para ayudar a manejar los nódulos pulmonares incidentales según su potencial para una enfermedad clínicamente significativa [2,9]. Las guías más actualizadas recomiendan pruebas de seguimiento en pacientes con un riesgo estimado de cáncer de pulmón de $\geq 1\%$, permiten flexibilidad para acomodar los factores de riesgo y las preferencias del paciente en el manejo, y tienen como objetivo reducir el número de exámenes de seguimiento [9]. Las recomendaciones de este documento se aplican a nódulos sin anomalías asociadas, como linfadenopatía, derrame pleural o atelectasia. También se aplican a la misma población de pacientes que las guías de la Fleischner Society, incluidos individuos de ≥ 35 años de edad, inmunocompetentes y sin diagnóstico de cáncer con riesgo de metástasis [9]. Los nódulos pulmonares incidentales encontrados en pacientes menores de 35 años rara vez son malignos y es más probable que representen una infección; por lo tanto, el manejo en estos pacientes debe decidirse caso por caso [9,10]. Las variantes en este documento no se aplican a nódulos encontrados durante la detección de cáncer de pulmón, para lo cual se desarrollaron las guías Lung-RADS® [11,12]. Finalmente, los pacientes con fiebre o síntomas inexplicados también deben ser excluidos, en línea con las recomendaciones del ACR para el manejo de hallazgos incidentales en TC torácica [12].

Consideraciones especiales sobre las imágenes

Los huesos limitan la capacidad de detectar nódulos pulmonares en las radiografías de tórax. Los estudios muestran que entre el 35% y el 95% de los cánceres de pulmón no detectados estaban ocultos o parcialmente ocultos por los huesos [13-16]. Se han desarrollado métodos para atenuar los huesos en las radiografías y mejorar la detección de nódulos pulmonares, incluyendo la radiografía de sustracción de doble energía y el software de supresión ósea. Estos métodos mejoran la detección de nódulos pulmonares por parte de los radiólogos en pequeñas series [13,17]. Sin embargo, la implementación de estas técnicas no siempre es factible, y no hay suficiente literatura que respalde su uso generalizado en la evaluación inicial de nódulos pulmonares incidentales.

Otros métodos que pueden mejorar la detección y caracterización de nódulos pulmonares incluyen sistemas de detección asistida por computadora [18-20], sustracción de vasos pulmonares [21,22], redes neuronales profundas

^aUniversity of Wisconsin School of Medicine and Public Health, Madison, Wisconsin. ^bPanel Chair, Duke University, Durham, North Carolina. ^cStanford University Medical Center, Stanford, California; The Society of Thoracic Surgeons. ^dMayo Clinic, Rochester, Minnesota; Commission on Nuclear Medicine and Molecular Imaging. ^eEmory University Hospital, Atlanta, Georgia. ^fNew York University Langone Health, New York, New York; IF Committee. ^gHampton VA Medical Center, Hampton, Virginia. ^hUniversity of Michigan Health System, Ann Arbor, Michigan. ⁱVanderbilt University Medical Center, Nashville, Tennessee; American College of Chest Physicians. ^jUniversity of Arizona College of Medicine, Phoenix, Arizona. ^kMedical University of South Carolina, Charleston, South Carolina; IF Committee. ^lMallinckrodt Institute of Radiology, Saint Louis, Missouri. ^mJohn H. Stroger, Jr. Hospital of Cook County, Chicago, Illinois; American College of Physicians. ⁿNational Institutes of Health, Bethesda, Maryland. ^oLoyola University Chicago, Stritch School of Medicine, Department of Radiation Oncology, Cardinal Bernardin Cancer Center, Maywood, Illinois; Commission on Radiation Oncology. ^pDuke University School of Medicine, Durham, North Carolina; The Society of Thoracic Surgeons. ^qThe University of Texas MD Anderson Cancer Center, Houston, Texas. ^rSpecialty Chair, Ohio State University Wexner Medical Center, Columbus, Ohio.

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

convolucionales [23] y otros algoritmos de inteligencia artificial [24]. Aunque algunas prácticas utilizan estos métodos, una discusión detallada sobre ellos queda fuera del alcance de este documento.

Discusión de Procedimientos por Variante

Variante 1: Adulto mayor o igual a 35 años. Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente en la radiografía de tórax. Próximo estudio de imagen.

TC de tórax sin contraste IV

Para individuos con un nódulo pulmonar indeterminado detectado en una radiografía de tórax, las guías de la ACCP recomiendan revisar estudios previos para determinar su estabilidad. Si el nódulo ha permanecido estable durante al menos 2 años, no se aconseja realizar más pruebas. Si no se puede determinar la estabilidad, las guías recomiendan realizar una tomografía computarizada (TC) de tórax para caracterizar mejor el nódulo [2].

La TC es ampliamente reconocida como la modalidad de elección para evaluar nódulos pulmonares. Se estima que la TC de secciones delgadas es de 10 a 20 veces más sensible que la radiografía estándar y permite una mejor caracterización del nódulo [3,25,26]. La detección y caracterización de nódulos en la TC está directamente relacionada con la calidad de la imagen y, por lo tanto, con la técnica, con sensibilidades de detección reportadas que varían del 30% al 97% [20]. Los factores asociados con una mayor sensibilidad incluyen secciones más delgadas de la TC, la localización y el tamaño mayor del nódulo, y la atenuación del nódulo [20]. Las guías para el manejo de nódulos recomiendan el uso rutinario de secciones delgadas contiguas ($\leq 1,5$ mm) e imágenes multiplanares reconstruidas para asegurar una caracterización adecuada, particularmente para nódulos con componente de atenuación en vidrio deslustrado. Además, se recomienda la técnica de baja dosis para las TC realizadas para el seguimiento de nódulos pulmonares [9]. No se requiere contraste intravenoso (IV) para identificar o caracterizar inicialmente los nódulos pulmonares en la práctica clínica [27], lo cual también se respalda en el cribado de cáncer de pulmón en el que no se utiliza contraste IV.

Existen ventajas en el uso de la TC como primer paso en la caracterización de nódulos pulmonares detectados en radiografías. Se eliminan estructuras superpuestas que podrían estar causando seudonódulos. Ciertas características de los nódulos que sugieren una etiología benigna se aprecian mejor con la TC y pueden evitar pruebas adicionales. Por ejemplo, los patrones de calcificación difusa, central, laminada o en "palomitas de maíz" son predictores de etiología benigna (razón de probabilidades [OR] = 0.07-0.20) [28]. La presencia de grasa macroscópica es otro indicador de etiología benigna, típico de los hamartomas, que no puede apreciarse en radiografías. El valor medio de atenuación de nódulos benignos indeterminados y malignos en la TC sin contraste no es significativamente diferente y, por lo tanto, no es útil para su diferenciación. Sin embargo, múltiples características de imagen que aumentan el riesgo de malignidad se caracterizan mejor en la TC, incluyendo el tamaño del nódulo, morfología, localización, multiplicidad o la presencia de enfisema o fibrosis. Procesos asociados no sospechados como la linfadenopatía a veces pueden detectarse en la TC, y la TC puede ayudar en la planificación de los siguientes pasos, como una biopsia cuando esté indicada [2].

TC de tórax sin y con contraste IV

No hay bibliografía relevante que apoye el uso de la TC dinámica con contraste en la evaluación inicial de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en las radiografías de tórax. No se requiere contraste intravenoso para identificar o caracterizar inicialmente los nódulos pulmonares en la TC [27].

TC de tórax con contraste IV

No hay bibliografía relevante que apoye el uso de la TC dinámica con contraste en la evaluación inicial de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en las radiografías de tórax. No se requiere contraste intravenoso para identificar o caracterizar inicialmente los nódulos pulmonares en la TC [27].

TC de tórax con contraste IV

No hay bibliografía relevante que apoye el uso de la TC con contraste en la evaluación inicial de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en las radiografías de tórax. No se requiere contraste intravenoso para identificar o caracterizar inicialmente los nódulos pulmonares en la TC [27]. La estadificación del cáncer, una evaluación masiva incidental y los nódulos con linfadenopatía relacionada quedan fuera del alcance de este documento.

PET/TC FDG de cuerpo entero

No existe bibliografía relevante que respalde el uso de flúor-18-2-fluoro-2-desoxi-D-glucosa PET/TC (FDG) en la evaluación inicial de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en las radiografías de tórax.

PET/RM FDG de cuerpo entero

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la PET/RM FDG en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente.

Biopsia transtorácica con aguja guiada por imágenes

No hay bibliografía relevante que apoye el uso de la biopsia transtorácica con aguja (TNB) guiada por imágenes en la evaluación inicial de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en las radiografías de tórax.

RM de tórax sin contraste IV

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la resonancia magnética de tórax en la evaluación inicial de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en las radiografías de tórax.

RM de tórax sin y con contraste IV

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la resonancia magnética dinámica de tórax en la evaluación inicial de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en las radiografías de tórax.

Radiografía de tórax

Aproximadamente el 20% de los nódulos sospechosos en radiografías de tórax resultan ser seudonódulos. Estos generalmente son causados por fracturas de costillas, lesiones en la piel, variantes anatómicas o estructuras superpuestas [25]. Se ha descrito que la repetición de radiografías con marcadores de pezón, fluoroscopia de tórax, vistas oblicuas del tórax y radiografía de sustracción de doble energía pueden ayudar a distinguir entre un nódulo pulmonar y un seudonódulo para evitar pruebas adicionales o invasivas [25]. No hay suficiente literatura que respalde su uso generalizado, y se necesitan estudios de validación para medir la efectividad de técnicas más recientes como la sustracción de doble energía. A pesar de la falta de suficiente literatura que apoye estos métodos, el consenso del panel fue que repetir la radiografía de tórax es una práctica común y puede ser un siguiente paso útil cuando se sospecha un seudonódulo en una radiografía.

Al encontrar nódulos sólidos indeterminados en una radiografía de tórax, las guías de la ACCP recomiendan la realización de una TC de tórax de secciones delgadas como el siguiente paso, a menos que haya imágenes previas disponibles que demuestren estabilidad durante 2 años (recomendación de grado 1C) [2]. El propósito es caracterizar mejor el nódulo y evaluar su potencial maligno. Según nuestro conocimiento, no existe literatura relevante que describa formas efectivas de discriminar entre nódulos benignos y malignos en radiografías [2].

Variante 2: Adulto mayor o igual a 35 años de edad. Se detectó incidentalmente un nódulo pulmonar indeterminado de menos de 6 mm en la TC de tórax. Próximo estudio de imagen.

TC de tórax sin contraste IV

Para los nódulos pulmonares indeterminados incidentales que miden menos de 6 mm en una TC de tórax, las guías de la Fleischner Society no recomiendan un seguimiento rutinario, dado que la probabilidad de malignidad es inferior al 1%. Hay excepciones para los nódulos con características sospechosas en la imagen que aumentan el riesgo de malignidad al rango del 1% al 5%. Estas características se describen en el [Apéndice 1](#). En esos casos, puede ser apropiado realizar una TC de tórax de seguimiento en diferentes intervalos de tiempo, lo cual se basa en la atenuación del nódulo, considerando las preferencias y comorbilidades del paciente [9].

La TC está ampliamente reconocida como la modalidad de elección para evaluar nódulos pulmonares. La detección y caracterización de nódulos en la TC está directamente relacionada con la calidad de la imagen y, por lo tanto, con la técnica utilizada, con sensibilidades de detección reportadas que varían del 30% al 97% [20]. Las guías para la gestión de nódulos recomiendan el uso rutinario de cortes delgados contiguos ($\leq 1,5$ mm) e imágenes multiplanares reconstruidas para asegurar una caracterización adecuada, especialmente para nódulos con un componente de atenuación en vidrio esmerilado. Si la TC inicial se realizó con cortes gruesos, se recomienda obtener la TC de seguimiento con cortes de $\leq 1,5$ mm. Se recomienda una técnica de baja dosis para las TC realizadas para el seguimiento de nódulos pulmonares [9].

El valor medio de atenuación de los nódulos benignos e indeterminados malignos en la TC sin contraste no es significativamente diferente y, por lo tanto, no es útil en su diferenciación. Sin embargo, múltiples características de imagen que aumentan el riesgo de malignidad se caracterizan mejor en la TC, incluyendo el tamaño del nódulo, la morfología, la ubicación, la multiplicidad o la presencia de enfisema o fibrosis. Aunque los nódulos menores de 6 mm tienen un riesgo de malignidad inferior al 1%, se puede recomendar una TC de seguimiento opcional si algunas de estas características están presentes (ver [Apéndice 1](#)).

TC de tórax sin y con contraste IV

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la TC dinámica con contraste en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que miden <6 mm en la TC de tórax. Se ha propuesto el papel de la TC dinámica con contraste en la evaluación de los nódulos pulmonares para diferenciar los nódulos benignos de los malignos clasificados como indeterminados por la TC. La mayoría de los nódulos incluidos en estos estudios son de ≥ 10 mm [29-31].

TC de tórax con contraste IV

No existe literatura relevante que respalde el uso de la TC con contraste en la evaluación de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que miden <6 mm en la TC de tórax. No se requiere contraste intravenoso para identificar o determinar la estabilidad de los nódulos pulmonares [27].

PET/TC FDG de cuerpo entero

No existe literatura relevante que respalde el uso de la PET/TC FDG en la evaluación de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que midan menos de 6 mm en una TC de tórax. El papel de la PET/TC FDG en la diferenciación de nódulos benignos y malignos ha sido estudiado extensamente y se basa en medir el metabolismo de la glucosa, que suele estar elevado en las lesiones malignas. Las sensibilidades y especificidades reportadas varían entre el 88% y el 96%, y entre el 77% y el 88%, respectivamente. La resolución espacial limitada de la PET/TC FDG resulta en una evaluación subóptima de los nódulos pulmonares pequeños; por lo tanto, las guías solo recomiendan la PET/TC FDG para el manejo de nódulos pulmonares sólidos incidentales de más de 0,8 cm como uno de los posibles pasos siguientes. Según nuestro conocimiento, la PET/TC FDG no tiene un papel clínico en la evaluación inicial de nódulos pulmonares incidentales que midan ≤ 8 mm.

PET/RM FDG de cuerpo entero

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la PET/RM FDG en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente.

Biopsia transtorácica con aguja guiada por imágenes

No existe literatura relevante que respalde el uso de TNB guiado por imágenes en la evaluación de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que miden <6 mm en la TC de tórax. La biopsia solo se sugiere como uno de los posibles próximos pasos en la evaluación de nódulos pulmonares indeterminados $\geq 0,8$ cm para ayudar a determinar la probabilidad de malignidad [9].

RM de tórax sin contraste IV

No existe literatura relevante que apoye el uso de la RM de tórax en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que miden <6 mm en la TC de tórax.

RM de tórax sin y con contraste IV

No existe literatura relevante que apoye el uso de la resonancia magnética dinámica de tórax en la evaluación de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que miden <6 mm en la TC de tórax.

Radiografía de tórax

No existe literatura relevante que respalde el uso de radiografías de tórax en la evaluación o seguimiento de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en la TC de tórax. La sensibilidad de la radiografía para detectar nódulos es baja, con un número significativo de nódulos omitidos [5]. La mayoría de los nódulos <1 cm no son visibles en las radiografías de tórax [9].

Variante 3: Adulto mayor o igual a 35 años. Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente igual o mayor de 6 mm en la TC de tórax. Próximo estudio de imagen.

TC de tórax sin contraste IV

Para los nódulos pulmonares indeterminados incidentales que miden ≥ 6 mm en la TC de tórax, las guías de la Sociedad Fleischner recomiendan una TC de seguimiento a diferentes intervalos de tiempo, PET/TC, muestreo de tejido o una combinación según el tamaño del nódulo, la atenuación, la morfología, las comorbilidades y otros factores. Consulte el [Apéndice 2](#) para obtener más detalles [9]. Para los nódulos indeterminados >6 mm, las guías del ACCP recomiendan la TC de seguimiento a diferentes intervalos de tiempo, la PET/TC, la biopsia o la evaluación estándar de la estadificación según el tamaño del nódulo, la atenuación, los factores de riesgo de cáncer de pulmón, el riesgo quirúrgico y la probabilidad clínica de cáncer [2]. Las directrices enfatizan que los médicos

deben analizar los riesgos y beneficios de las estrategias de tratamiento con los pacientes e incorporar sus preferencias.

La TC es ampliamente reconocida como la modalidad de elección para evaluar los nódulos pulmonares. La detección y caracterización de nódulos en TC está directamente relacionada con la calidad de la imagen y, por lo tanto, con la técnica, con sensibilidades de detección reportadas que oscilan entre el 30% y el 97% [20]. Los factores asociados con el aumento de la sensibilidad incluyen secciones de TC más delgadas, ubicación y tamaño del nódulo más grande, y atenuación del nódulo [20]. Las directrices para el tratamiento de los nódulos recomiendan el uso rutinario de secciones delgadas contiguas ($\leq 1,5$ mm) e imágenes multiplanares reconstruidas para garantizar una caracterización adecuada de los nódulos, en particular para los nódulos con un componente de atenuación en vidrio esmerilado. Si la TC inicial se realizó con cortes gruesos, se recomienda obtener la TC de seguimiento con secciones de $\leq 1,5$ mm. Se recomienda una técnica de dosis baja para las TC realizadas para seguir a los nódulos pulmonares [9]. Idealmente, la estandarización de los protocolos de TC de adquisición y reconstrucción dará lugar a comparaciones más precisas al reducir el riesgo de errores al medir el tamaño, la atenuación y el volumen del nódulo [9,27]. No se requiere contraste intravenoso para identificar, caracterizar o determinar la estabilidad de los nódulos pulmonares en la práctica clínica [27], lo que también se apoya en los exámenes de detección del cáncer de pulmón en los que no se usa contraste intravenoso.

Ciertas características de los nódulos sugestivas de etiología benigna se aprecian mejor en la TC y pueden evitar estudios adicionales. Por ejemplo, los patrones de calcificación difusos, centrales, laminados o de palomitas de maíz son predictores de etiología benigna ([OR] = 0,07-0,20) [28]. La grasa macroscópica es otro indicador de etiología benigna típica de los hamartomas, que no se puede apreciar en las radiografías. El valor medio de atenuación de los nódulos benignos y malignos indeterminados en la TC sin realce no es significativamente diferente y, por lo tanto, no es útil para su diferenciación. Sin embargo, en la TC se aprecian mejor múltiples características de las imágenes que aumentan el riesgo de neoplasias, como el tamaño del nódulo, la morfología, la ubicación, la multiplicidad y la presencia de enfisema o fibrosis. En el caso de los nódulos de ≥ 6 mm, algunas de estas características pueden ayudar a seleccionar el momento de los estudios de seguimiento o el siguiente paso preferido para los nódulos sospechosos. Los procesos asociados insospechados, como la linfadenopatía, a veces se pueden detectar en la TC, y la TC puede ayudar a planificar los próximos pasos, como la biopsia, cuando esté indicada [2].

El sexo femenino se incluye en el modelo de predicción de la Universidad de Brock como predictor de cáncer de pulmón [28]. Nuestra búsqueda bibliográfica incluyó un estudio de Chilet-Rosell et al [33] que evaluó las diferencias de manejo entre 545 hombres y 347 mujeres de dos instituciones después de la detección de nódulos pulmonares incidentales durante 5 años. Si el nódulo se detectó por TC, los hombres tuvieron más probabilidades de hacerse la prueba de inmediato que las mujeres ($P < 0,001$), y las mujeres fueron seguidas con más frecuencia que los hombres ($P < 0,001$). En el análisis multivariado ajustado por edad, tabaquismo, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y características de los nódulos, las mujeres seguían siendo más propensas que los hombres a recibir seguimiento ($P = 0,002$). La mediana de tiempo entre la detección de nódulos y el diagnóstico de cáncer de pulmón fue de 1,5 meses para los hombres y de 4,2 meses para las mujeres (sin diferencia estadística). Los autores plantean la cuestión de que la variabilidad del manejo podría estar relacionada con la falsa creencia de que el cáncer de pulmón se considera una enfermedad de hombres. Este fue un estudio pequeño, y se justifica la realización de más investigaciones que exploren las diferencias de tratamiento para comprender mejor el impacto del sexo en el tratamiento de los nódulos pulmonares.

TC de tórax sin y con contraste IV

No hay suficientes pruebas de alta calidad para apoyar el uso de la TC de tórax sin y con contraste intravenoso en la evaluación inicial de los pacientes que presentan nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente ≥ 6 mm en la TC de tórax. Para los nódulos pulmonares indeterminados incidentales que miden ≥ 6 mm en la TC de tórax, las guías de la Sociedad Fleischner recomiendan una TC de seguimiento a diferentes intervalos de tiempo, PET/TC, muestreo de tejido o una combinación según el tamaño y la atenuación del nódulo, la morfología, las comorbilidades y otros factores. Consulte el [Apéndice 2](#) para obtener más detalles [9].

Se han descrito diferencias de vascularización entre nódulos benignos y malignos, lo que demuestra que los nódulos malignos son más vasculares [30]. El realce de los nódulos, que refleja la vascularización, se puede cuantificar con TC dinámica con contraste. Esta técnica es altamente sensible en la detección de nódulos malignos, pero es inespecífica, principalmente debido a los nódulos inflamatorios e infecciosos activos que también muestran una alta vascularización [2,28]. Se han propuesto diferentes valores de corte de mejora para ayudar con este problema. Los puntos de corte más bajos generalmente vienen con una mayor sensibilidad, pero una menor especificidad. Los

valores de perfusión también están influenciados por la técnica, lo que pone de manifiesto la necesidad de ser cauteloso a la hora de generalizar los resultados del estudio [34].

En un estudio prospectivo multicéntrico se evaluó el realce de 356 nódulos sólidos indeterminados ≥ 5 mm en la TC. Los nódulos se obtuvieron una vez sin contraste intravenoso y a intervalos de un minuto después de la inyección de contraste durante 4 minutos. La ausencia de realce significativo del nódulo fue un fuerte predictor de benignidad (sensibilidad 98%, especificidad 58%, precisión 77%, valor predictivo negativo [VPN] 96%, valor predictivo positivo [VPP] 68%). El realce de los cuatro nódulos falsos negativos estuvo muy cerca del valor de corte de significación. Al bajar el umbral, la sensibilidad aumentó al 100% y la especificidad disminuyó al 50,3% (VAN 100%, VPP 65%). Los autores recomendaron el uso de esta técnica en nódulos ≤ 2 cm debido a su mayor probabilidad de ser benignos, la posible dificultad para obtener muestras de tejido y la menor probabilidad de que los nódulos más pequeños muestren necrosis sustancial. No se informa un desglose detallado del tamaño de los nódulos, pero el tamaño medio \pm SD fue de $16,9 \pm 5,5$ para los nódulos malignos y de $13,9 \pm 5,1$ para los nódulos benignos [31]. En un estudio unicéntrico de 131 pacientes, un valor de corte diferente para diferenciar los nódulos benignos y malignos mostró sensibilidad, especificidad, precisión, VPN y VPP de 99%, 54%, 78%, 97% y 71%, respectivamente [31]. Casi todos los nódulos incluidos en el estudio (129/131) tenían ≥ 10 mm. Otros autores investigaron el valor agregado de las características de lavado y lavado de 107 nódulos sólidos indeterminados $\geq 5,6$ mm; el 90% de los nódulos en este estudio (96/107) fueron de ≥ 10 mm. Para sus parámetros de mejora, los autores informaron sensibilidades del 94% al 100%, una especificidad del 48% al 90% y una precisión del 72% al 92%. Los autores también agregaron que el valor clínico de la TC dinámica con contraste para la diferenciación de nódulos malignos de benignos puede estar en la evaluación de nódulos pulmonares incidentales pequeños en los que es difícil realizar una biopsia. Las limitaciones de este estudio incluyeron la falta de diagnóstico patológico para todos los nódulos benignos, la no estandarización de la técnica de contraste y el sesgo de selección. También se discutió la dosis de radiación, lo que sugiere que su técnica podría no ser apropiada para las mujeres con baja probabilidad de malignidad antes de la prueba [29]. Varias otras series han reportado valores bajos de especificidad [2,32].

Aunque los patrones de realce de los nódulos sólidos han sido ampliamente estudiados, este no es el caso de los nódulos parcialmente sólidos. Cohen et al [35] estudiaron retrospectivamente las diferencias en las mediciones semiautomáticas de atenuación en TC no realizadas y mejoradas de 53 adenocarcinomas que se presentaban como nódulos parcialmente sólidos. El estudio mostró que la mayoría de los parámetros aumentaron significativamente con la TC mejorada, incluido el diámetro transversal más largo de todo el nódulo, el componente sólido, el volumen y la masa del nódulo, el volumen y la masa del componente sólido y la atenuación del nódulo. El único parámetro que no se elevó significativamente fue la atenuación del componente sólido, lo que pone de manifiesto que se debe tener precaución al comparar nódulos parcialmente sólidos obtenidos en estudios con y sin contraste intravenoso.

La TC dinámica con contraste fue una técnica prometedora para diferenciar los nódulos pulmonares benignos de los malignos. Sin embargo, su uso no está generalizado en la práctica clínica, sobre todo tras la introducción y el uso generalizado del PET/TC, que también proporciona información funcional [5]. La comparación entre la PET/TC y la TC con contraste para la evaluación de nódulos pulmonares solitarios se ha estudiado en series pequeñas que favorecen la PET/TC sobre la TC dinámica. Christensen et al [36] mostraron sensibilidades y especificidades del 100% y el 29% para la TC dinámica con contraste frente al 96% y el 76% para la PET/TC. Yi et al mostraron una sensibilidad, especificidad, y una precisión del 96%, 88% y 93% para la PET/TC frente al 81%, 93% y 85% para la TC dinámica, respectivamente [5,32]. Para los nódulos sólidos sospechosos $\geq 0,8$ cm, las guías de la Sociedad Fleischner y la ACCP recomiendan la PET/TC como la técnica de imagen funcional preferida en sus algoritmos de tratamiento [2,9].

TC de tórax con contraste IV

No hay suficientes pruebas de alta calidad para apoyar el uso de la TC de tórax con contraste intravenoso en la evaluación inicial de los pacientes que presentan nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente ≥ 6 mm en la TC de tórax. La TC de doble energía (DECT) se ha propuesto como una técnica para medir el realce de los nódulos pulmonares incidentales. En DECT, se puede obtener una imagen virtual no mejorada a partir de un estudio con contraste mejorado. Algunos autores han sugerido que la TC pico de dos kilovoltios puede ser útil en la identificación de nódulos pulmonares benignos con bajos niveles de calcificación [26,37]. Chae et al [38] evaluaron prospectivamente la utilidad clínica de la DECT en 49 pacientes con nódulos pulmonares solitarios. El diámetro medio del nódulo fue de $24,8 \pm 11,8$ mm. La exactitud de la neoplasia maligna mediante los números de TC en imágenes mejoradas con yodo fue similar a la del grado de realce (sensibilidad 92% y 72%; especificidad

70% y 70%, precisión 82,2% y 71,1%, respectivamente). En un estudio multicéntrico de 240 nódulos pulmonares incidentales, el objetivo fue evaluar si el análisis de picos de dos kilovoltios era útil para identificar nódulos pulmonares benignos. Los resultados mostraron que el uso de DECT sin realce para evaluar los cambios en los valores de atenuación no fue fiable para diferenciar los nódulos benignos de los malignos (mayor probabilidad de que un nódulo benigno contenga calcio). No se informa un desglose detallado del tamaño de cada nódulo, pero el tamaño medio \pm SD fue de $17,8 \pm 6,5$ mm para los nódulos malignos y de $14,0 \pm 4,3$ mm para los nódulos benignos [38].

La estadificación del cáncer, una evaluación masiva incidental y los nódulos con linfadenopatías asociadas quedan fuera del alcance de este documento. Las malformaciones arteriovenosas pulmonares (PAVM) son estructuras vasculares que resultan de una comunicación anormal entre las arterias pulmonares y las venas que evitan el lecho capilar pulmonar. Los PAVM pueden confundirse con los nódulos pulmonares [39]. En el caso de que se sospeche que un nódulo representa un PAVM, consulte el tema Criterios® de idoneidad del ACR en “[Clinically Suspected Pulmonary Arteriovenous Malformation \(PAVM\)](#)” [39].

PET/TC FDG de cuerpo entero

Para los nódulos pulmonares sólidos indeterminados incidentales $>0,8$ cm, las directrices de la Sociedad Fleischner recomiendan la PET/TC FDG como uno de los posibles próximos pasos para ayudar a determinar la probabilidad de malignidad del nódulo. Consulte el [Apéndice 2](#) para obtener más detalles [9]. Las guías del ACCP recomiendan la obtención de imágenes funcionales, preferiblemente con PET/TC FDG, para la evaluación de nódulos pulmonares sólidos indeterminados $\geq 0,8$ cm cuando la probabilidad de malignidad antes de la prueba es baja a moderada (5%-65%). Las directrices enfatizan que los médicos deben discutir los riesgos y beneficios de las estrategias de manejo con los pacientes e incorporar sus preferencias [2].

El papel de la PET/TC FDG en la diferenciación de nódulos benignos de malignos ha sido ampliamente estudiado y se basa en la medición del metabolismo de la glucosa, que suele estar elevado en las lesiones malignas. Las sensibilidades y especificidades reportadas oscilan entre el 88% y el 96% y entre el 77% y el 88%, respectivamente [1,5,32]. Dada la resolución espacial limitada de la TEP, se sugiere su uso en el tratamiento de nódulos pulmonares incidentales para nódulos $>0,8$ cm [2,9,40]. El tamaño del nódulo (generalmente $>0,8$ cm), la atenuación del nódulo, las cohortes de pacientes seleccionadas, la forma en que se define un nódulo maligno y los factores técnicos varían según el estudio y se deben tener en cuenta al establecer conclusiones sobre las sensibilidades y especificidades notificadas.

Se han comparado la PET/TC y la TC con contraste para la evaluación de nódulos pulmonares solitarios en series pequeñas, con resultados que favorecen la PET/TC sobre la TC dinámica. Christensen et al [36] mostraron sensibilidades y especificidades del 96% y 76% para la PET/TC frente al 100% y 29% para la TC dinámica. Yi et al mostraron una sensibilidad, especificidad y precisión del 96%. 88% y 93% para la PET/TC frente a 81%, 93% y 85% para la TC dinámica, respectivamente [5,32].

Los resultados falsos negativos en la PET/TC van más allá del tamaño pequeño del nódulo ($<0,8$ cm). Ciertos tumores malignos muestran baja actividad metabólica, incluidos los carcinoides y los adenocarcinomas, independientemente de su tamaño (aquellos con componente predominante de vidrio esmerilado, componentes sólidos pequeños y de tipo mucinoso). La PET/TC no es una prueba confiable para distinguir los nódulos benignos de los malignos en vidrio esmerilado (o nódulos parcialmente sólidos con componentes sólidos pequeños). Debido al comportamiento indolente de los nódulos en vidrio esmerilado, la sensibilidad de la PET/TC es baja y se prefiere la TC de tórax de seguimiento [9,26-28]. Una técnica defectuosa también puede dar lugar a estudios falsos negativos [4,41,42].

También existen resultados falsos positivos en la PET/TC, en su mayoría lesiones infecciosas e inflamatorias y, con menor frecuencia, sarcoidosis y nódulos reumatoides. Se ha reconocido una disminución de la especificidad de la PET/TC para diferenciar los nódulos benignos de los malignos en regiones con alta prevalencia de infecciones pulmonares y se ha informado hasta un 25% en áreas de tuberculosis endémica [40,43]. Un metaanálisis de 70 estudios mostró que la especificidad de la PET/TC FDG ajustada para la enfermedad pulmonar infecciosa endémica fue del 61% (IC del 95%, 49%-72%) en comparación con las regiones no endémicas del 77% (IC del 95%, 73%-80%) [40,44]. Reyes et al [45] realizaron un estudio retrospectivo comparando 351 nódulos granulomatosos y malignos comprobados por biopsia en una región endémica coccidioidal. Los autores encontraron que un valor máximo de absorción estandarizado (SUVmax) elevado era la única característica distintiva entre los nódulos benignos y malignos. Todos los nódulos con SUVmax >5.9 fueron malignos, pero hubo superposición en los

nódulos con SUVmax <5.9. Utilizando un SUVmax <5.9, la sensibilidad y la especificidad fueron del 69% y 100%, respectivamente. Esta limitación debe reconocerse en las zonas endémicas porque podría alterar la elección de los próximos pasos hacia opciones más conservadoras, como la TC de seguimiento a corto plazo.

Se ha descrito la sobreutilización del PET. Nair et al [40] evaluaron la idoneidad de los patrones de práctica de PET y PET/CT en la evaluación de los nódulos pulmonares detectados en el National Lung Screening Trial. El uso apropiado se definió como los estudios realizados para nódulos $\geq 0,8$ cm dada la resolución espacial limitada del PET. Los autores encontraron que el 21% de las TEP diagnósticas realizadas en pacientes con un cribado positivo eran inapropiadas, y el 86% de la PET para nódulos de $< 0,8$ cm se realizaron a pesar de no haber sido recomendadas por un radiólogo. En el caso de los nódulos $> 0,8$ cm, también se solicitaron $> 50\%$ de la PET a pesar de no haber sido recomendadas por los radiólogos, lo que sugiere un tratamiento menos conservador por parte de otros profesionales que manejan los nódulos pulmonares. Las recomendaciones claras de los radiólogos y las discusiones multidisciplinarias podrían fomentar el uso adecuado de la PET.

PET/RM FDG de cuerpo entero

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la PET/RM en la evaluación inicial de los nódulos pulmonares detectados incidentalmente. El uso de PET/RM FDG en humanos se describió por primera vez a principios de la década de 2000. La PET/RM integra datos anatómicos y funcionales de RM con la información metabólica de la PET. El interés en torno a la PET/RM incluye información funcional y una mayor resolución de contraste de tejidos blandos. Un estudio internacional de sitios activos de PET/RM de cuerpo entero mostró que la oncología es su principal aplicación. Los desafíos percibidos para su uso generalizado incluyeron la duración del estudio (2 veces más larga que una PET/TC típica), la falta de protocolos estandarizados y los desafíos con la interpretación ($> 80\%$ de los sitios tenían radiólogos y médicos de medicina nuclear informando conjuntamente en comparación con el 40% para la PET/CT) [46]. Al obtener imágenes de los pulmones, la PET/RM enfrenta los mismos desafíos que la RM pulmonar. Por lo general, se pasan por alto los nódulos pequeños no ávidos, y puede ser difícil encontrar correlatos anatómicos precisos para las áreas de absorción pulmonar.

La mayor parte de la literatura sobre PET/RM se limita a pacientes oncológicos. Las sensibilidades reportadas de PET/RM en la detección de nódulos sobre la base de nódulos oscilan entre el 30% y el 83% [47]. Las series pequeñas en pacientes oncológicos muestran que la detección de nódulos no ávidos de FDG < 5 mm en la PET/RM es inferior a la PET/CT [48,49]. En un estudio retrospectivo de 126 pacientes con neoplasias malignas abdominales primarias, se comparó la detección de nódulos por PET/RMN con la PET/TC o la TC de tórax, junto con el efecto de los nódulos omitidos en el tratamiento clínico. La sensibilidad y especificidad de la PET/RM para la detección de nódulos fue del 12,1% y del 69,8%, respectivamente. El tamaño fue el factor más relevante en la detección de nódulos, con un $< 15\%$ para los nódulos de ≤ 5 mm y un $> 70\%$ para los de ≥ 7 mm. De los nódulos no detectados, el 22,3% mostró crecimiento interválico y se presumió metástasis. A pesar de que ninguno de los errores influyó en el tratamiento clínico, los autores enfatizaron que la mayoría de los pacientes (87%) tenían cánceres en estadio avanzado y aconsejaron precaución en la práctica clínica si la detección de metástasis pulmonares alteraría el tratamiento de un paciente [47]. En otra serie de 51 pacientes oncológicos, se evaluó el desenlace de los nódulos omitidos en la PET/RM en comparación con la PET/TC, con un 31% de los nódulos omitidos en la PET/RMN. En el seguimiento, el 21,4% de los nódulos omitidos se calificaron como malignos. Esto dio lugar a que un paciente pasara del estadio tumoral I al IV [50].

Se necesitan más avances sobre la PET/RM antes de que se implemente en la práctica clínica, y las investigaciones actuales apuntan hacia su uso en oncología en lugar de la caracterización incidental de nódulos pulmonares.

Biopsia transtorácica con aguja guiada por imágenes

En el caso de los nódulos pulmonares sólidos indeterminados incidentales $> 0,8$ cm, la toma de muestras de tejido es un posible siguiente paso en la evaluación de los nódulos, especialmente si hay una alta probabilidad de malignidad antes de la prueba. Consulte el [Apéndice 2](#) para obtener más detalles [9]. Las directrices y los algoritmos de tratamiento del ACCP incluyen la vigilancia por TC, la PET/TC, la biopsia o la evaluación estándar de la estadificación como posibles próximos pasos en la evaluación de nódulos pulmonares sólidos indeterminados $\geq 0,8$ cm en función de una variedad de factores, como el tamaño del nódulo, los factores de riesgo de cáncer de pulmón, la probabilidad de malignidad antes de la prueba y el riesgo quirúrgico [2]. Este procedimiento fue calificado por el panel como apropiado para favorecer opciones menos invasivas en la evaluación inicial de estos nódulos.

Los procedimientos disponibles para la toma de muestras de tejido incluyen biopsias guiadas por imágenes, biopsias transbronquiales guiadas por navegación electromagnética y ultrasonido endobronquial, y cirugía mínimamente

invasiva. Los factores que afectan el procedimiento de elección no solo deben limitarse al tamaño del nódulo, sino también a la atenuación y ubicación del nódulo, las comorbilidades y preferencias del paciente, y la probabilidad estimada de malignidad antes de la prueba. Se recomienda encarecidamente un enfoque multidisciplinario alineado con las directrices actuales a la hora de decidir qué procedimiento sería el más adecuado para cada paciente, junto con las preferencias del paciente después de que se discutan los beneficios y daños [2,9,28]. Una discusión detallada de las técnicas semiinvasivas o invasivas para la toma de muestras de tejidos queda fuera del alcance de este documento centrado en la imagen. Las directrices de la ACCP y la Sociedad Torácica Británica podrían ser útiles para una discusión más profunda sobre cuándo podría ser apropiado cada procedimiento, junto con sus beneficios y daños [2,28].

La toma de muestras de tejido ayuda a diferenciar los nódulos benignos de los malignos. La TNB guiada por imágenes generalmente se realiza bajo la guía de la TC, aunque la ecografía se puede usar según el tamaño y la ubicación de la lesión. La sensibilidad del TNB es multifactorial, y el tamaño del nódulo, la ubicación, el tamaño de la aguja y el número de pasadas afectan las tasas de éxito [2]. Las tasas de precisión diagnóstica reportadas oscilan entre el 65% y el 96% [51]. En un análisis de 11 estudios entre 2005 y 2011, se observó una mediana de resultados no diagnósticos de 6% (intervalo <1 %-55%) y una sensibilidad para identificar neoplasias malignas de 70 a >90%. La mediana de prevalencia de neoplasias malignas en esos estudios fue del 68%. Un metaanálisis de 25 estudios que evaluaron la precisión diagnóstica y las tasas de complicaciones de 2.922 biopsias pulmonares guiadas por TC de nódulos ≤ 2 cm mostró una tasa de éxito técnico combinada y una precisión diagnóstica del 94% y el 90%, respectivamente [52]. Aunque algunos estudios han mostrado una disminución de la precisión con el tamaño más pequeño de la lesión, los resultados oscilan entre el 52% y el 95% para los nódulos <1 cm [53]. En un estudio retrospectivo de una sola institución, se evaluó el rendimiento diagnóstico de la biopsia guiada por TC de 133 nódulos de 6 a 10 mm. El rendimiento para lesiones malignas y benignas fue de 93% y 65%, respectivamente. El rendimiento diagnóstico de los nódulos parcialmente sólidos o en vidrio esmerilado fue del 93%. Un diagnóstico benigno final fue el factor de riesgo independiente más fuerte para el fracaso de la biopsia. La aspiración con aguja fina (PAAF) también fue un factor de riesgo independiente para el fracaso de la biopsia [53]. Los autores discuten que las tasas de éxito mejoradas en estudios recientes pueden reflejar avances en la técnica y una mayor experiencia. Un metaanálisis diferente mostró una sensibilidad y especificidad combinadas para la biopsia percutánea por PAAF guiada por TC del 90% y el 99%, respectivamente, y para la biopsia percutánea con aguja gruesa del 95% y el 99%, respectivamente [54,55]. Se reportaron sensibilidades más bajas en estudios que analizaron nódulos ≤ 15 mm [2]. Se ha descrito una menor sensibilidad en TNB para nódulos subsólidos y en vidrio esmerilado, pero los resultados son variables con rangos de rendimiento diagnóstico de 51% a >90% [2].

La complicación más frecuente del BNT es el neumotórax, y las tasas varían en series según la técnica y el diseño del estudio. Dos metaanálisis informaron tasas agrupadas de neumotórax y hemoptisis de 19 a 25,3% y 4,1 a 12%, respectivamente [52,56]. Otros estudios informan neumotórax en el 16% al 45% de los casos y neumotórax que requiere un tubo torácico en el 1,8% al 15% [52,53,56]. En un metaanálisis de 46 estudios de 2010 a 2015, se describieron las tasas de complicaciones de la biopsia con aguja gruesa guiada por TC y la PAAF. Encontraron que las complicaciones menores eran más comunes en la PAAF, las complicaciones mayores eran raras y que los nódulos más pequeños, el diámetro más grande de la aguja y el aumento del pulmón transversal eran factores de riesgo para las complicaciones de la PAAF. La tasa de complicaciones para la biopsia con aguja gruesa fue del 38,8% frente al 24,0% para la PAAF ($P < 0,001$). Las complicaciones mayores fueron del 5,7% y del 4,4% para la biopsia con aguja gruesa y la PAAF, respectivamente (sin significación estadística). Las tasas agrupadas de complicaciones para la biopsia con aguja gruesa guiada por TC incluyeron neumotórax 25,3%, neumotórax que requirió intervención 5,6%, hemorragia pulmonar 18,0% y hemoptisis 4,1%. Para la PAAF, las tasas de complicaciones fueron menores: 18,8%, 4,3%, 6,4% y 1,7%, respectivamente [56]. En un estudio retrospectivo de una sola institución de 550 pacientes, no se encontraron diferencias estadísticas entre las tasas de neumotórax entre las biopsias de nódulos pulmonares guiadas por TC de 18 G y 20 G (25,6 versus 28,7%, respectivamente). La tasa de inserción de sondas torácicas para 18-G y 20-G fue del 4,8% frente al 5,6%, respectivamente. La adecuación diagnóstica tampoco fue significativamente diferente (95% frente a 93%) para 18-G y 20-G, respectivamente. El análisis de regresión logística múltiple demostró que el enfisema a lo largo de la ruta de la biopsia y la distancia del nódulo desde la superficie pleural ≥ 4 cm son factores de riesgo independientes para el neumotórax [51]. Otros factores de riesgo reportados para el neumotórax incluyen la edad avanzada, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y las fisuras transversales [2].

Un resultado negativo de la biopsia no excluye la malignidad, pero el TNB es valioso cuando se confirma un diagnóstico benigno definitivo. El resultado de una biopsia también puede ser benigno inespecífico o no diagnóstico, en cuyo caso se debe considerar la vigilancia continua o la repetición de la biopsia en función de la preocupación clínica por la malignidad y las comorbilidades y preferencias del paciente.

RM de tórax sin contraste IV

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la resonancia magnética de tórax en la evaluación de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente. La resonancia magnética se ha estudiado cada vez más como un método alternativo en la evaluación de nódulos pulmonares incidentales en las últimas décadas, con sensibilidades reportadas que oscilan entre el 26% y el 96% para varias secuencias de resonancia magnética [54]. Las principales limitaciones para la caracterización precisa de los nódulos incluyen el artefacto del movimiento respiratorio y cardíaco y el contraste deficiente de la imagen en la resonancia magnética pulmonar.

El artefacto de movimiento en la resonancia magnética pulmonar es el resultado de tiempos de adquisición de secuencias más largos en comparación con la TC. Se han estudiado secuencias y técnicas más rápidas para abordar este problema [57]. Una pequeña serie realizada por Heye et al [58] utilizando una secuencia rápida informó una tasa de detección de nódulos del 45,5% en comparación con la TC, junto con un alto número de nódulos falsos positivos relacionados con el artefacto de movimiento. El tamaño de los nódulos es otro factor limitante bien conocido para muchas secuencias de resonancia magnética.

Varias series pequeñas han comparado el rendimiento diagnóstico de secuencias específicas de RM con la TC para la detección de nódulos, con sensibilidades reportadas del 100% solo para los nódulos >10 mm y del 73% al 96% para los nódulos más pequeños [54,59,60]. Los estudios que evaluaron el rendimiento de las imágenes ponderadas por difusión (DWI) en la caracterización de nódulos pulmonares informaron sensibilidades de 33,3 % a 98 %, especificidades de 36 % a 97,1 % y precisión de 50 a 94 %. El tamaño de los nódulos afecta el rendimiento, con Regier et al reportando sensibilidades de 43,8% para nódulos de ≤ 5 mm, 86,4% para nódulos de 6 a 9 mm y 97% para nódulos de ≥ 10 mm [54,61]. Un metaanálisis reciente de 37 estudios comparó el rendimiento diagnóstico de FDG-PET y DWI en la diferenciación de nódulos benignos y malignos. Solo seis de los estudios incluidos compararon la DWI con la PET/TC en la misma población de pacientes. El DWI tuvo una sensibilidad y especificidad combinadas del 83% y el 91%, respectivamente, en comparación con el 78% y el 81% para la PET/TC ($P = 0,01$ y $P = 0,056$, respectivamente). El área de DWI bajo la curva fue de 0.93 frente a 0.86 para PET/CT ($P = 0,001$). Es importante tener en cuenta que el tamaño medio de la lesión fue de 18,5 mm en los estudios de PET/TC, 22 mm en los estudios de DWI y no se informó en varios estudios [62]. Otros investigadores han intentado comparar la capacidad de la RM para distinguir los nódulos parcialmente sólidos benignos de los malignos y predecir su agresividad con la de la TC y la PET/TC. Un estudio piloto de 32 lesiones mostró el potencial de ciertos parámetros para discriminar entre nódulos malignos y benignos y predecir subtipos de adenocarcinomas, pero el tamaño de la muestra limitó la capacidad de mostrar significación estadística para múltiples parámetros [63].

En general, la resonancia magnética podría tener un papel futuro como herramienta complementaria en la estratificación de los nódulos pulmonares incidentales, posiblemente la resonancia magnética multiparamétrica, pero se requieren más estudios de investigación y validación antes de que la resonancia magnética se implemente en la práctica clínica. Las guías actuales de nódulos pulmonares no incluyen la resonancia magnética en los algoritmos de tratamiento de los nódulos pulmonares incidentales [2,9].

RM de tórax sin y con contraste IV

No existe literatura relevante que apoye el uso de la resonancia magnética dinámica de tórax en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente. La resonancia magnética se ha estudiado cada vez más como un método alternativo en la evaluación de nódulos pulmonares incidentales en las últimas décadas, con sensibilidades reportadas que oscilan entre el 26% y el 96% para varias secuencias de resonancia magnética [54]. Las principales limitaciones para la caracterización precisa de los nódulos incluyen el artefacto del movimiento respiratorio y cardíaco y el contraste deficiente de la imagen en la resonancia magnética pulmonar, que se abordan en la sección Resonancia magnética de tórax sin contraste intravenoso.

De manera similar a la TC dinámica con contraste, se han propuesto técnicas de RM dinámica para diferenciar los nódulos pulmonares benignos de los malignos. Las sensibilidades reportadas oscilan entre el 52% y el 100%, las especificidades entre el 17% y el 100% y las precisiones entre el 58% y el 96% [54,64]. Los factores que contribuyen a la amplitud de los rangos incluyen el diseño variable del estudio, las diferentes secuencias estudiadas y el menor rendimiento en las cohortes que viven en áreas con alta prevalencia de infección activa. Los autores han buscado

mejorar el rendimiento de la resonancia magnética dinámica con contraste mediante la adición de análisis semicuantitativo [65] o su combinación con secuencias adicionales, con una pequeña serie que muestra una especificidad mejorada y una precisión mínima mejorada en la diferenciación de los nódulos solitarios benignos de los malignos [54,66].

En general, la resonancia magnética podría tener un papel futuro como herramienta complementaria en la estratificación de los nódulos pulmonares incidentales, posiblemente la resonancia magnética multiparamétrica, pero se requieren más estudios de investigación y validación antes de que la resonancia magnética se implemente en la práctica clínica. Las guías actuales de nódulos pulmonares no incluyen la resonancia magnética en los algoritmos de tratamiento de los nódulos pulmonares incidentales [2,9].

Radiografía de tórax

No existe literatura relevante que respalde el uso de radiografías de tórax en la evaluación o seguimiento de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en la TC de tórax. La sensibilidad de la radiografía para detectar nódulos es baja, con un número significativo de nódulos omitidos [5]. La mayoría de los nódulos <1 cm no son visibles en las radiografías de tórax [9]. Además, las radiografías carecen de la resolución necesaria para caracterizar adecuadamente los nódulos.

Variante 4: Adulto mayor o igual a 35 años. Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente en TC torácica incompleta (p. ej., TC abdomen, cuello, columna, etcétera). Próximo estudio de imagen.

Los pulmones se ven parcialmente en la TC desde otras partes del cuerpo, como el cuello, la columna vertebral, el corazón y el abdomen. Los nódulos pulmonares se encuentran con frecuencia en estos estudios y son descritos como el hallazgo incidental más común por algunos autores [67-69]. La incidencia de nódulos reportada oscila entre el 8 % y el 23 % para la angiografía coronaria por TC [7,69,70], entre el 16,4 % y el 28,2 % para los pacientes sometidos a TC para el implante de válvula aórtica transcáteter [67,68,71] y entre el 2,5 % y el 39,1 % para las TC abdominales [72-74].

Las guías más actualizadas de la Sociedad Fleischner abordan el tratamiento de los nódulos encontrados en la TC torácica incompleta. Consulte el [Apéndice 3](#) para obtener más detalles.

TC de tórax sin contraste IV

Para los nódulos pulmonares indeterminados incidentales encontrados en la TC torácica incompleta, las guías de la Sociedad Fleischner recomiendan una TC completa de tórax de seguimiento para nódulos ≥ 6 mm en diferentes intervalos de tiempo que van desde lo más temprano posible hasta 12 meses, dependiendo del tamaño del nódulo, las características y el riesgo clínico de malignidad del paciente [9]. Para la mayoría de los nódulos <6 mm, no se recomienda ningún seguimiento debido a la baja probabilidad de malignidad. Es probable que las excepciones para los nódulos <6 mm sean las mismas que para los nódulos sólidos <6 mm detectados en la TC de tórax, incluidas las características sospechosas que aumentan el riesgo de cáncer en el rango de 1 a 5 %. Consulte el [Apéndice 3](#) para obtener más detalles.

La TC es ampliamente reconocida como la modalidad de elección para evaluar los nódulos pulmonares. La detección y caracterización de nódulos en TC está directamente relacionada con la calidad de la imagen y, por lo tanto, con la técnica, con sensibilidades de detección reportadas que oscilan entre el 30% y el 97% [20]. Los factores asociados con el aumento de la sensibilidad incluyen secciones de TC más delgadas, ubicación y tamaño del nódulo más grande, y atenuación del nódulo [20]. Las directrices para el tratamiento de los nódulos recomiendan el uso rutinario de secciones delgadas contiguas ($\leq 1,5$ mm) e imágenes multiplanares reconstruidas para garantizar una caracterización adecuada de los nódulos, en particular para los nódulos con un componente de atenuación en vidrio esmerilado. Si la TC inicial se realizó con cortes gruesos, se recomienda obtener la TC de seguimiento con secciones de $\leq 1,5$ mm. Se recomienda una técnica de dosis baja para las TC realizadas para seguir a los nódulos pulmonares [9]. Idealmente, la estandarización de los protocolos de TC de adquisición y reconstrucción dará lugar a comparaciones más precisas al reducir el riesgo de errores al medir el tamaño, la atenuación y el volumen del nódulo [9,27]. No se requiere contraste intravenoso para identificar, caracterizar o determinar la estabilidad de los nódulos pulmonares en la práctica clínica [27], lo que también se apoya en los exámenes de detección del cáncer de pulmón en los que no se usa contraste intravenoso.

Ciertas características de los nódulos sugestivas de etiología benigna se aprecian mejor en la TC y pueden evitar estudios adicionales. Por ejemplo, los patrones de calcificaciones difusas, centrales, laminadas o de palomitas de maíz son predictores de etiología benigna ([OR] = 0,07-0,20) [28]. La grasa macroscópica es otro indicador de

etiología benigna típica de los hamartomas, que no se puede apreciar en las radiografías. El valor medio de atenuación de los nódulos benignos y malignos indeterminados en la TC sin realce no es significativamente diferente y, por lo tanto, no es útil para su diferenciación. Sin embargo, en la TC se caracterizan mejor las múltiples características de las imágenes que aumentan el riesgo de neoplasias malignas, como el tamaño del nódulo, la morfología, la ubicación, la multiplicidad o la presencia de enfisema o fibrosis. Los procesos asociados insospechados, como la linfadenopatía, a veces se pueden detectar en la TC, y la TC puede ayudar a planificar los próximos pasos, como la biopsia, cuando esté indicada [2].

TC de tórax sin y con contraste IV

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la TC dinámica con contraste en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en la TC torácica incompleta.

TC de tórax con contraste IV

No hay bibliografía relevante que respalde el uso de la TC con contraste en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en la TC torácica incompleta. La estadificación del cáncer, un estudio masivo incidental y los nódulos con linfadenopatía asociada quedan fuera del alcance de este documento.

PET/TC FDG de cuerpo entero

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la PET/TC FDG en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en la TC torácica incompleta.

Biopsia transtorácica con aguja guiada por imágenes

No existe bibliografía relevante que apoye el uso de la TNB guiada por imagen en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en la TC torácica incompleta.

RM de tórax sin contraste IV

No existe literatura relevante que apoye el uso de la resonancia magnética de tórax sin contraste intravenoso en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en la TC torácica incompleta.

RM de tórax sin y con contraste IV

No existe literatura relevante que apoye el uso de la RM dinámica de tórax en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en la TC torácica incompleta.

Radiografía de tórax

No existe literatura relevante que respalde el uso de radiografías de tórax en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en la TC torácica incompleta. La sensibilidad de la radiografía para detectar nódulos pulmonares es baja, con un número significativo de nódulos omitidos [5]. La mayoría de los nódulos <1 cm no son visibles en las radiografías de tórax [9]. Además, las radiografías carecen de la resolución necesaria para caracterizar adecuadamente los nódulos pulmonares.

Resumen de las recomendaciones

- **Variante 1:** La TC de tórax sin contraste intravenoso suele ser apropiada como el próximo estudio de imagen en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente en las radiografías de tórax si no hay estudios previos que confirmen que el nódulo ha estado estable durante 2 años. Si el nódulo ha permanecido estable durante ese período de tiempo, no se recomienda realizar más pruebas diagnósticas.
- **Variante 2:** La TC de tórax sin contraste intravenoso puede ser apropiada como el próximo estudio de imagen en la evaluación de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que miden <6 mm en la TC de tórax. Esta TC de seguimiento opcional se puede considerar cuando un nódulo de <6 mm tiene características que aumentan el riesgo de cáncer hasta el rango de 1 a 5 %, incluida la morfología sospechosa, la ubicación del lóbulo superior o ambas, en pacientes con riesgo alto. El tiempo de TC de seguimiento propuesto varía según la atenuación del nódulo (ver [Apéndice 1](#) para obtener más detalles).
- **Variante 3:** La TC de tórax sin contraste intravenoso suele ser apropiada como el próximo estudio de imagen en la evaluación de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que miden ≥6 mm en la TC de tórax, independientemente de la atenuación del nódulo. El tiempo de seguimiento propuesto para la TC varía según el tamaño y la atenuación del nódulo (ver [Apéndice 2](#) para obtener más detalles). La PET/TC FDG de cuerpo entero suele ser apropiada como el siguiente estudio de imagen en la evaluación de nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que son sólidos y miden >8 mm en la TC de tórax. Estos procedimientos son alternativas equivalentes a los nódulos sólidos >8 mm. (es decir, solo se ordenará un

procedimiento para proporcionar la información clínica necesaria para gestionar eficazmente la atención del paciente).

- **Variante 4:** La TC de tórax sin contraste intravenoso suele ser apropiada como el siguiente estudio de imagen en la evaluación de los nódulos pulmonares indeterminados detectados incidentalmente que miden ≥ 6 mm encontrados en la TC torácica incompleta. El tiempo de seguimiento propuesto para la TC varía según el tamaño del nódulo, la apariencia y el riesgo clínico de neoplasia maligna del paciente (consulte [el Apéndice 3](#) para obtener más detalles).

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, consulte www.acr.org/ac.

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 (NRR) para cada examen por imágenes. Los NRR 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 NRR 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® [75].

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
○	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 NRR 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 NRR para estos exámenes se designan como "Varía".

Referencias

1. Alvarez Martinez CJ, Bastarrika Aleman G, Disdier Vicente C, et al. Guideline on management of solitary pulmonary nodule. Arch Bronconeumol 2014;50:285-93.
2. Gould MK, Donington J, Lynch WR, et al. Evaluation of individuals with pulmonary nodules: when is it lung cancer? Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. Chest 2013;143:e93S-e120S.
3. Hansell DM, Bankier AA, MacMahon H, McLoud TC, Muller NL, Remy J. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. Radiology 2008;246:697-722.
4. Ko JP, Azour L. Management of Incidental Lung Nodules. Semin Ultrasound CT MR 2018;39:249-59.
5. Patel VK, Naik SK, Naidich DP, et al. A practical algorithmic approach to the diagnosis and management of solitary pulmonary nodules: part 1: radiologic characteristics and imaging modalities. Chest 2013;143:825-39.
6. Gould MK, Tang T, Liu IL, et al. Recent Trends in the Identification of Incidental Pulmonary Nodules. Am J Respir Crit Care Med 2015;192:1208-14.
7. Mortani Barbosa EJ, Jr., Kelly K. Statistical modeling can determine what factors are predictive of appropriate follow-up in patients presenting with incidental pulmonary nodules on CT. Eur J Radiol 2020;128:109062.
8. Madariaga ML, Lennes IT, Best T, et al. Multidisciplinary selection of pulmonary nodules for surgical resection: Diagnostic results and long-term outcomes. J Thorac Cardiovasc Surg 2020;159:1558-66 e3.
9. MacMahon H, Naidich DP, Goo JM, et al. Guidelines for Management of Incidental Pulmonary Nodules Detected on CT Images: From the Fleischner Society 2017. Radiology 2017;284:228-43.
10. Bueno J, Landeras L, Chung JH. Updated Fleischner Society Guidelines for Managing Incidental Pulmonary Nodules: Common Questions and Challenging Scenarios. Radiographics 2018;38:1337-50.
11. American College of Radiology Committee on Lung-RADS®. Lung-RADS Assessment Categories version 1.1. Available at <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/Lung-RADS/LungRADSAssessmentCategoriesv1-1.pdf>. Accessed November 30, 2022.
12. Munden RF, Black WC, Hartman TE, et al. Managing Incidental Findings on Thoracic CT: Lung Findings. A White Paper of the ACR Incidental Findings Committee. J Am Coll Radiol 2021;18:1267-79.
13. Endo K, Kaneko A, Horiuchi Y, Kasuga N, Ishizaki U, Sakai S. Detectability of pulmonary nodules on chest radiographs: bone suppression versus standard technique with single versus dual monitors for visualization. Jpn J Radiol 2020;38:676-82.
14. Monnier-Cholley L, Arrive L, Porcel A, et al. Characteristics of missed lung cancer on chest radiographs: a French experience. Eur Radiol 2001;11:597-605.
15. Shah PK, Austin JH, White CS, et al. Missed non-small cell lung cancer: radiographic findings of potentially resectable lesions evident only in retrospect. Radiology 2003;226:235-41.
16. Stitik FP, Tockman MS. Radiographic screening in the early detection of lung cancer. Radiol Clin North Am 1978;16:347-66.
17. Miyoshi T, Yoshida J, Aramaki N, et al. Effectiveness of Bone Suppression Imaging in the Detection of Lung Nodules on Chest Radiographs: Relevance to Anatomic Location and Observer's Experience. J Thorac Imaging 2017;32:398-405.

18. Cai J, Xu D, Liu S, Cham MD. The Added Value of Computer-aided Detection of Small Pulmonary Nodules and Missed Lung Cancers. *J Thorac Imaging* 2018;33:390-95.
19. Godoy MC, Kim TJ, White CS, et al. Benefit of computer-aided detection analysis for the detection of subsolid and solid lung nodules on thin- and thick-section CT. *AJR Am J Roentgenol* 2013;200:74-83.
20. Rubin GD. Lung nodule and cancer detection in computed tomography screening. *J Thorac Imaging* 2015;30:130-8.
21. Lo SB, Freedman MT, Gillis LB, White CS, Mun SK. JOURNAL CLUB: Computer-Aided Detection of Lung Nodules on CT With a Computerized Pulmonary Vessel Suppressed Function. *AJR Am J Roentgenol* 2018;210:480-88.
22. Milanese G, Eberhard M, Martini K, Vittoria De Martini I, Frauenfelder T. Vessel suppressed chest Computed Tomography for semi-automated volumetric measurements of solid pulmonary nodules. *Eur J Radiol* 2018;101:97-102.
23. Sim Y, Chung MJ, Kotter E, et al. Deep Convolutional Neural Network-based Software Improves Radiologist Detection of Malignant Lung Nodules on Chest Radiographs. *Radiology* 2020;294:199-209.
24. Yoo H, Kim KH, Singh R, Digumarthy SR, Kalra MK. Validation of a Deep Learning Algorithm for the Detection of Malignant Pulmonary Nodules in Chest Radiographs. *JAMA Netw Open* 2020;3:e2017135.
25. Erasmus JJ, Connolly JE, McAdams HP, Roggli VL. Solitary pulmonary nodules: Part I. Morphologic evaluation for differentiation of benign and malignant lesions. *Radiographics* 2000;20:43-58.
26. Truong MT, Ko JP, Rossi SE, et al. Update in the evaluation of the solitary pulmonary nodule. *Radiographics* 2014;34:1658-79.
27. Cohen JG, Reymond E, Jankowski A, et al. Lung adenocarcinomas: correlation of computed tomography and pathology findings. *Diagn Interv Imaging* 2016;97:955-63.
28. Callister ME, Baldwin DR, Akram AR, et al. British Thoracic Society guidelines for the investigation and management of pulmonary nodules. *Thorax* 2015;70 Suppl 2:ii1-ii54.
29. Jeong YJ, Lee KS, Jeong SY, et al. Solitary pulmonary nodule: characterization with combined wash-in and washout features at dynamic multi-detector row CT. *Radiology* 2005;237:675-83.
30. Swensen SJ, Viggiano RW, Midthun DE, et al. Lung nodule enhancement at CT: multicenter study. *Radiology* 2000;214:73-80.
31. Yi CA, Lee KS, Kim EA, et al. Solitary pulmonary nodules: dynamic enhanced multi-detector row CT study and comparison with vascular endothelial growth factor and microvessel density. *Radiology* 2004;233:191-9.
32. Yi CA, Lee KS, Kim BT, et al. Tissue characterization of solitary pulmonary nodule: comparative study between helical dynamic CT and integrated PET/CT. *J Nucl Med* 2006;47:443-50.
33. Chilet-Rosell E, Parker LA, Hernandez-Aguado I, et al. Differences in the clinical management of women and men after detection of a solitary pulmonary nodule in clinical practice. *Eur Radiol* 2020;30:4390-97.
34. Bohlsen D, Talakic E, Fritz GA, Quehenberger F, Tillich M, Schoellnast H. First pass dual input volume CT-perfusion of lung lesions: The influence of the CT- value range settings on the perfusion values of benign and malignant entities. *Eur J Radiol* 2016;85:1109-14.
35. Cohen JG, Goo JM, Yoo RE, et al. The effect of late-phase contrast enhancement on semi-automatic software measurements of CT attenuation and volume of part-solid nodules in lung adenocarcinomas. *Eur J Radiol* 2016;85:1174-80.
36. Christensen JA, Nathan MA, Mullan BP, Hartman TE, Swensen SJ, Lowe VJ. Characterization of the solitary pulmonary nodule: 18F-FDG PET versus nodule-enhancement CT. *AJR Am J Roentgenol* 2006;187:1361-7.
37. Swensen SJ, Yamashita K, McCollough CH, et al. Lung nodules: dual-kilovolt peak analysis with CT--multicenter study. *Radiology* 2000;214:81-5.
38. Chae EJ, Song JW, Seo JB, Krauss B, Jang YM, Song KS. Clinical utility of dual-energy CT in the evaluation of solitary pulmonary nodules: initial experience. *Radiology* 2008;249:671-81.
39. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria®: Clinically Suspected Pulmonary Arteriovenous Malformation (PAVM). Available at: <https://acsearch.acr.org/docs/3094113/Narrative/>. Accessed November 30, 2022.
40. Nair VS, Sundaram V, Gould MK, Desai M. Use of [(18)F]Fluoro-2-deoxy-d-glucose Positron Emission Tomographic Imaging in the National Lung Screening Trial. *Chest* 2016;150:621-30.
41. Erasmus JJ, McAdams HP, Patz EF, Jr., Coleman RE, Ahuja V, Goodman PC. Evaluation of primary pulmonary carcinoid tumors using FDG PET. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:1369-73.
42. Yap CS, Schiepers C, Fishbein MC, Phelps ME, Czernin J. FDG-PET imaging in lung cancer: how sensitive is it for bronchioloalveolar carcinoma? *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2002;29:1166-73.

43. Sathekge MM, Maes A, Pottel H, Stoltz A, van de Wiele C. Dual time-point FDG PET-CT for differentiating benign from malignant solitary pulmonary nodules in a TB endemic area. *S Afr Med J* 2010;100:598-601.
44. Deppen SA, Blume JD, Kensinger CD, et al. Accuracy of FDG-PET to diagnose lung cancer in areas with infectious lung disease: a meta-analysis. *JAMA* 2014;312:1227-36.
45. Reyes N, Onadeko OO, Luraschi-Monjagatta Mdel C, et al. Positron emission tomography in the evaluation of pulmonary nodules among patients living in a coccidioidal endemic region. *Lung* 2014;192:589-93.
46. Fendler WP, Czernin J, Herrmann K, Beyer T. Variations in PET/MRI Operations: Results from an International Survey Among 39 Active Sites. *J Nucl Med* 2016;57:2016-21.
47. Biondetti P, Vangel MG, Lahoud RM, et al. PET/MRI assessment of lung nodules in primary abdominal malignancies: sensitivity and outcome analysis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2021;48:1976-86.
48. Dahlsgaard-Wallenius SE, Hildebrandt MG, Johansen A, et al. Hybrid PET/MRI in non-small cell lung cancer (NSCLC) and lung nodules-a literature review. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2021;48:584-91.
49. Riola-Parada C, Garcia-Canamaque L, Perez-Duenas V, Garcerant-Tafur M, Carreras-Delgado JL. Simultaneous PET/MRI vs PET/CT in oncology. A systematic review. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol* 2016;35:306-12.
50. Sawicki LM, Grueneisen J, Buchbender C, et al. Evaluation of the Outcome of Lung Nodules Missed on 18F-FDG PET/MRI Compared with 18F-FDG PET/CT in Patients with Known Malignancies. *J Nucl Med* 2016;57:15-20.
51. Kolderman NC, Cheti DR, Hasbrook CD, et al. Pneumothorax Rate and Diagnostic Adequacy of Computed Tomography-guided Lung Nodule Biopsies Performed With 18 G Versus 20 G Needles: A Cross-Sectional Study. *J Thorac Imaging* 2020;35:265-69.
52. Liu GS, Wang SQ, Liu HL, Liu Y, Fu YF, Shi YB. Computed Tomography-Guided Biopsy for Small (≤ 20 mm) Lung Nodules: A Meta-Analysis. *J Comput Assist Tomogr* 2020;44:841-46.
53. Portela de Oliveira E, Souza CA, Inacio JR, et al. Imaging-guided Percutaneous Biopsy of Nodules ≤ 1 cm: Study of Diagnostic Performance and Risk Factors Associated With Biopsy Failure. *J Thorac Imaging* 2020;35:123-28.
54. Ohno Y, Kauczor HU, Hatabu H, Seo JB, van Beek EJR. MRI for solitary pulmonary nodule and mass assessment: Current state of the art. *J Magn Reson Imaging* 2018;47:1437-58.
55. Zhang HF, Zeng XT, Xing F, Fan N, Liao MY. The diagnostic accuracy of CT-guided percutaneous core needle biopsy and fine needle aspiration in pulmonary lesions: a meta-analysis. *Clin Radiol* 2016;71:e1-10.
56. Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, Groen HJ, Vliegenthart R, Oudkerk M. Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis. *Eur Radiol* 2017;27:138-48.
57. Cha MJ, Park HJ, Paek MY, et al. Free-breathing ultrashort echo time lung magnetic resonance imaging using stack-of-spirals acquisition: A feasibility study in oncology patients. *Magn Reson Imaging* 2018;51:137-43.
58. Heye T, Sommer G, Miedinger D, Bremerich J, Bieri O. Ultrafast 3D balanced steady-state free precession MRI of the lung: Assessment of anatomic details in comparison to low-dose CT. *J Magn Reson Imaging* 2015;42:602-9.
59. Ohno Y, Koyama H, Yoshikawa T, et al. Standard-, Reduced-, and No-Dose Thin-Section Radiologic Examinations: Comparison of Capability for Nodule Detection and Nodule Type Assessment in Patients Suspected of Having Pulmonary Nodules. *Radiology* 2017;284:562-73.
60. Schroeder T, Ruehm SG, Debatin JF, Ladd ME, Barkhausen J, Goehde SC. Detection of pulmonary nodules using a 2D HASTE MR sequence: comparison with MDCT. *AJR Am J Roentgenol* 2005;185:979-84.
61. Regier M, Schwarz D, Henes FO, et al. Diffusion-weighted MR-imaging for the detection of pulmonary nodules at 1.5 Tesla: intraindividual comparison with multidetector computed tomography. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2011;55:266-74.
62. Basso Dias A, Zanon M, Altmayer S, et al. Fluorine 18-FDG PET/CT and Diffusion-weighted MRI for Malignant versus Benign Pulmonary Lesions: A Meta-Analysis. *Radiology* 2019;290:525-34.
63. Koo CW, White DB, Lingineni RK, et al. Magnetic Resonance Imaging of Part-solid Nodules: A Pilot Study. *J Thorac Imaging* 2016;31:2-10.
64. Bartholmai BJ, Koo CW, Johnson GB, et al. Pulmonary nodule characterization, including computer analysis and quantitative features. *J Thorac Imaging* 2015;30:139-56.
65. Schaefer JF, Vollmar J, Schick F, et al. Solitary pulmonary nodules: dynamic contrast-enhanced MR imaging-perfusion differences in malignant and benign lesions. *Radiology* 2004;232:544-53.
66. Coolen J, Vansteenkiste J, De Keyzer F, et al. Characterisation of solitary pulmonary lesions combining visual perfusion and quantitative diffusion MR imaging. *Eur Radiol* 2014;24:531-41.

67. Hussien AF, Jeudy J, Kligerman SJ, White CS. Thoracic Incidental Findings in Preoperative Computed Tomography Evaluation for Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI). *J Thorac Imaging* 2016;31:183-8.
68. Markowiak T, Holzamer A, Hilker M, et al. Incidental thoracic findings in computed tomography scans before transcatheter aortic valve implantation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2019;28:559-65.
69. Robertson J, Nicholls S, Bardin P, Ptasznik R, Steinfert D, Miller A. Incidental Pulmonary Nodules Are Common on CT Coronary Angiogram and Have a Significant Cost Impact. *Heart Lung Circ* 2019;28:295-301.
70. Scholtz JE, Lu MT, Hedgire S, et al. Incidental pulmonary nodules in emergent coronary CT angiography for suspected acute coronary syndrome: Impact of revised 2017 Fleischner Society Guidelines. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2018;12:28-33.
71. Schmidt LH, Vietmeier B, Kaleschke G, et al. Thoracic Malignancies and Pulmonary Nodules in Patients under Evaluation for Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI): Incidence, Follow Up and Possible Impact on Treatment Decision. *PLoS One* 2016;11:e0155398.
72. Lacson R, Prevedello LM, Andriole KP, et al. Factors associated with radiologists' adherence to Fleischner Society guidelines for management of pulmonary nodules. *J Am Coll Radiol* 2012;9:468-73.
73. Rinaldi MF, Bartalena T, Giannelli G, et al. Incidental lung nodules on CT examinations of the abdomen: prevalence and reporting rates in the PACS era. *Eur J Radiol* 2010;74:e84-8.
74. Wu CC, Cronin CG, Chu JT, et al. Incidental pulmonary nodules detected on abdominal computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 2012;36:641-5.
75. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® Radiation Dose Assessment Introduction. Available at: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Appropriateness-Criteria/RadiationDoseAssessmentIntro.pdf>. Accessed November 30, 2022.

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.

Apéndice 1. Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente <6 mm en la TC de tórax

Tipo de nódulo	Se recomienda un seguimiento rutinario	Excepciones	Comentarios
Sólido	No*	TC de seguimiento opcional a los 12 meses** cuando las características de los nódulos aumentan el riesgo de cáncer al rango de 1 a 5 %, incluida la morfología sospechosa, la ubicación del lóbulo superior o ambas, en pacientes con riesgo alto	*Independientemente de los factores de riesgo del paciente. En los ensayos de detección se observó que el riesgo de cáncer en nódulos <6 mm es de <1 %, incluso en pacientes con riesgo alto de neoplasia maligna en el pulmón **Después de considerar las preferencias y comorbilidades del paciente
Vidrio esmerilado	No	TC de seguimiento opcional a los 2 y 4 años* para nódulos cercanos a 6 mm de tamaño con morfología sospechosa u otros factores de riesgo	*Estos datos provienen de poblaciones asiáticas, donde cerca del 1% de los nódulos en vidrio esmerilado pueden progresar a adenocarcinoma durante muchos años
Parcialmente sólido	No		Debido a la dificultad de definir el componente sólido en nódulos de este tamaño, se recomienda tratar los nódulos parcialmente sólidos de <6 mm de la misma manera que los nódulos de vidrio esmerilado <6 mm

Apéndice 2. Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente ≥6 mm en la TC de tórax

Tipo de nódulo	Se recomienda un seguimiento rutinario	Excepciones	Comentarios
Sólido De 6 a 8 mm	TC de seguimiento inicial a los 6 a 12 meses*	Ninguno	*Independientemente de los factores de riesgo del paciente El tiempo se puede seleccionar según el tamaño del nódulo, la morfología y según la preferencia del paciente
Sólido >8 milímetros	Tomografía computarizada de seguimiento a los 3 meses, PET/TC, muestreo de tejido o una combinación	Ninguno	*Independientemente de los factores de riesgo del paciente. La decisión del siguiente paso debe basarse en el tamaño del nódulo, la morfología y las comorbilidades y en preferencias del paciente
Vidrio esmerilado ≥6 milímetros	TC de seguimiento inicial a los 6 a 12 meses*†		*Para evaluar la persistencia o la resolución †En el caso de los nódulos en vidrio esmerilado con características sospechosas, como un tamaño más grande (>1 cm) y lucencias burbujeantes internas, se recomienda la TC de seguimiento inicial a los 6 meses

Parcialmente sólido ≥6 mm	TC de seguimiento inicial a los 3 a 6 meses*		*Para evaluar la persistencia o la resolución
------------------------------	--	--	---

Apéndice 3. Nódulo pulmonar indeterminado detectado incidentalmente en TC torácica incompleta (p. ej., TC de abdomen, cuello, columna, etcétera)

Tipo de nódulo	Se recomienda un seguimiento rutinario	Excepciones	Comentarios
<6 mm	No*	TC de seguimiento opcional a los 12 meses* cuando las características de los nódulos aumentan el riesgo de cáncer al rango de 1 a 5 %, incluida la morfología sospechosa, la ubicación del lóbulo superior o de ambas	*Para la mayoría de los nódulos. En los ensayos de detección se observó que el riesgo de cáncer en nódulos <6 mm es de <1 %, incluso en pacientes con riesgo alto de neoplasia maligna de pulmón
6-8 mm	Seguimiento: TC de tórax completa a los 3 a 12 meses*		*Para confirmar la estabilidad y evaluar hallazgos adicionales. Calcule el tiempo en función del riesgo clínico de malignidad del paciente
>8 mm o muy sospechoso *or very suspicious	Seguimiento de la TC de tórax completa lo antes posible		