

TC, RM, PET en las enfermedades torácicas

J.D. García Jiménez, A. Arnedillo Muñoz, C. García Polo

INTRODUCCIÓN

Todos los procesos del tórax van a precisar el apoyo diagnóstico de una técnica radiológica para su valoración. Ésta es un componente fundamental en la evaluación de las enfermedades torácicas.

La radiografía de tórax es la prueba radiológica fundamental en el diagnóstico inicial por su bajo coste, fácil realización y relativa buena sensibilidad. Aporta información, y nos ayuda a decidir si son necesarias otras técnicas radiológicas. En este capítulo describiremos tres técnicas avanzadas de diagnóstico por imagen en las enfermedades torácicas como son: la tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y la tomografía por emisión de positrones (PET).

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

La imagen obtenida por TC se introdujo en 1972. Posteriormente su aplicación a la medicina le permitió a Sir Geoffrey, Hounsfield y Allan M. Cormack obtener el Premio Nobel en 1979. El fundamento del TC son los rayos X, es decir, la radiografía. La TC permite la obtención de imágenes en cortes transversales del cuerpo humano. Se obtienen señales eléctricas proporcionales a la atenuación del rayo. Éstas se convierten, transforman y digitalizan mediante complicados algoritmos matemáticos en imágenes. Cada imagen es, en esencia,

un mapa de los coeficientes de atenuación de rayos X para cada corte realizado. A cada valor de atenuación (también llamado CT) es asignado un píxel de la imagen. Éste se expresa en unidades Hounsfield, cuya escala va desde 0 para el agua, (-)1.000 para el aire hasta varios miles para el calcio y el metal.

Ha habido una gran evolución en el desarrollo tecnológico de la TC. Actualmente los que se utilizan en la gran mayoría de centros son los de 4ª generación. La principal ventaja de éstos es la reducción del tiempo de adquisición de corte (aproximadamente 0,02 segundos).

La TC convencional se basa en la obtención de secciones contiguas del organismo haciendo avanzar progresivamente la paciente que se encuentra en decúbito supino en una camilla. Durante la rotación del tubo, el paciente y la camilla permanecen inmóviles y, tras un recorrido de 360°, la camilla avanza el equivalente al grosor del corte programado⁽¹⁾.

La TC helicoidal adquiere los datos por el sistema durante la rotación continua del tubo de rayos X mientras se produce un desplazamiento longitudinal simultáneo de la mesa con el paciente, a una velocidad constante.

La última aportación tecnológica a las TC es el multicorte, multidetector o multisección. Consiste en la inclusión en el equipo de varias filas

Tabla I. Indicaciones de la tomografía computarizada (TC) en patología torácica

I. Parénquima pulmonar

- Sospecha clínica con radiografía de tórax normal
- Lesión focal
 - Lesión focal nodular:
 - Lesión no determinada: diferenciación benigno-maligno y tipificación
 - Carcinoma de pulmón: diagnóstico, estadificación y control tras tratamiento
 - Detección de metástasis
- Lesión focal no nodular:
 - Estudio de atelectasias
 - Valoración de abscesificación y cavitación de neumonías
 - Bronquiectasias
 - Evaluación de lesiones parenquimatosas ocultas por derrame pleural o mal visualizadas en la radiografía de tórax
 - Evaluación del trasplante pulmonar
 - Enfermedad difusa pulmonar: principal indicación de TCAR
 - Caracterización de lesiones pulmonares en paciente ingresado en UCI
 - Diagnóstico de tromboembolismo pulmonar.

II. Mediastino

- Anomalías vasculares: patología aórtica y vasos aberrantes. Indicación de angioTC

- Síndrome de vena cava superior
- Patología inflamatoria:
 - Mediastinitis y perforación esofágica
 - Osteomielitis y espondilodiscitis vertebral
- Neoplasias:
 - Tumores primarios, linfoma, carcinoma de esófago y metástasis
 - Diagnóstico, estadificación y control tras tratamiento
- Traumatismos torácicos
- Estudio de estenosis traqueal
- Búsqueda de lesiones:
 - Timoma en miastenia gravis
 - Adenopatías en sarcoidosis
 - Extensión mediastínica del bocio
 - Tumores mediastínicos o pulmonares en parálisis recurrential

III. Pleura

- Estudio de derrames pleurales y derrames loculados
- Diagnóstico de empiema
- Diagnóstico y extensión de tumores pleurales y enfermedad metastásica
- Diagnóstico y extensión de patología pleural secundaria a asbesto

IV. Diafragma y pared torácica

- Patología inflamatoria, tumoral y traumatismos
- Abscesos subfrénicos
- Hemias diafragmáticas

TCAR: tomografía computarizada de alta resolución; UCI: Unidad de Cuidados Intensivos.

de detectores y varios canales de información por cada rotación del *gantry*. Con esto, se permite una muy rápida adquisición de datos, importante para realizar imágenes de alta resolución, estudios de perfusión y estudios ortopédicos. Actualmente las TC más modernas son de 16 canales.

La tomografía computarizada de alta resolución (TCAR) es una técnica que permite el estudio de la anatomía del parénquima pulmonar. Utiliza un algoritmo de reconstrucción de alta frecuencia espacial. Los cortes obtenidos son muy finos, de 1-2 mm, lo que permite, por ejemplo, estudiar el lobulillo pulmonar secundario⁽²⁾ y el grosor de la arteria pulmonar.

Indicaciones y aplicaciones de la TC

Como se ha mencionado anteriormente, la TC es la segunda técnica radiológica utilizada en el diagnóstico y seguimiento de las patologías relacionadas con el tórax⁽⁵⁾. Las principales indicaciones⁽⁴⁾ de la TC en patología torácica se recogen en la Tabla I.

Nódulo pulmonar solitario (NPS)

En la valoración del NPS es esencial la utilización de CT⁽⁵⁾ como medio diagnóstico de primera línea. Tras la realización del TC más de un 20% de los casos de sospecha de NPS visualizados en la radiografía de tórax son artefactos, lesiones pleurales o de pared torácica. Hasta ahora la morfolo-

gía del NPS era la base para decidir si se trataba de una lesión benigna o maligna. Actualmente es obligatoria la realización de PET-CT.

Estadaje de cáncer de pulmón

La realización de un estadaje con exactitud es fundamental para iniciar un correcto abordaje terapéutico. La utilización de contraste intravenoso es de ayuda para identificar estructuras ganglionares y valorar la potencial invasión vascular. La realización de esta técnica nos proporciona una clasificación TMN del tumor. La TC es la mejor técnica para valorar el estadio T y esclarecer si hay invasión de estructuras como la pleura, pared torácica y mediastino. La sensibilidad y especificidad de la TC en la clasificación N es del 57 y 82%, respectivamente⁽⁶⁾. En la actualidad la utilización del PET se ha hecho imprescindible en la estratificación ganglionar definitiva. Para la determinación de estadio M, la TC nos es de ayuda en la identificación de las metástasis en hígado, suprarrenales, óseas y cerebro.

AngioTC para el tromboembolismo pulmonar (TEP)

El TEP en la actualidad es diagnosticado en la mayoría de centros hospitalarios mediante TC multicorte⁽⁷⁾. La sensibilidad y la especificidad de esta técnica están influenciadas por la probabilidad clínica de TEP y el resultado de la determinación de D-dímero. La sensibilidad del angioTC es del 83%, la especificidad del 96% y el valor predictivo positivo (VPP) del 86%⁽⁸⁾. Además de diagnosticar/descartar el TEP podemos obtener un pronóstico mediante la valoración del tamaño del ventrículo derecho.

La exactitud diagnóstica de esta técnica en el diagnóstico de la disección de aorta es elevada. Permite ver la afectación de la íntima, los vasos afectados por la disección y el empeoramiento de la perfusión de los diferentes órganos afectados.

Patología pleural

La TC detecta el derrame pleural incluso inferior a 10 ml, nos aclara la existencia de engrosamiento pleural, distingue entre absceso y empiema, visualiza pequeños neumotórax en decúbito,

muestra procesos ocultos tras el derrame en radiografía de tórax y determina la existencia de masas pleurales y sus características⁽⁹⁾.

TCAR

El TCAR tiene una sensibilidad del 95% y una especificidad cercana al 100%, aportando más información que la radiografía y el CT convencional⁽¹⁰⁾. En la mitad de los casos podemos dar un diagnóstico de certeza y en el 95%, una aproximación correcta.

Esta técnica es especialmente útil en las siguientes situaciones:

- En pacientes sintomáticos con radiografía normal.
- En pacientes con hallazgos patológicos en la radiografía mejorando la exactitud del diagnóstico.
- Nos ayuda a decidir qué técnica y dónde realizar una biopsia pulmonar.
- En aquellos pacientes con radiografías poco valorables nos ayuda a establecer o excluir un diagnóstico.

Las indicaciones clínicas son:

- Enfermedad pulmonar infiltrativa crónica.
- Enfermedad parenquimatosa pulmonar focal (nódulo pulmonar solitario).
- Enfermedad de la vía aérea focal o difusa (bronquiectasias, enfisema).
- Pacientes inmunocomprometidos (toxicidad, drogas, aspergilosis, *Pneumocystis*).

La información aportada por TCAR es abundantísima, siendo de gran interés para realizar un diagnóstico definitivo. En la Tabla II se muestran los hallazgos más frecuentes en la TCAR.

RESONANCIA MAGNÉTICA

Introducción

La utilización de la RM en las enfermedades torácicas se ha dirigido al estudio y diagnóstico de enfermedades del corazón, mediastino, pleura y pared torácica⁽¹¹⁾.

Tras la Segunda Guerra Mundial Bloch y Purcell desarrollan la magnetización de diferentes materiales. Este proceso de investigación culmina en 2003 con el premio Nobel en Medicina y Fisiolo-

Tabla II. Hallazgo de la patología pulmonar en la tomografía computarizada de alta resolución (TCAR)

<p>Densidades reticulares y lineales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Engrosamiento intersticial peribroncovascular • Engrosamiento de septos interlobulillares • Bandas parenquimatosas • Engrosamiento intersticial subpleural • Engrosamiento intersticial intralobulillar • Patrón en panal • Densidades lineales irregulares • Líneas subpleurales 	<ul style="list-style-type: none"> – Grandes nódulos – Atelectasia redonda
<p>Nódulos y densidades nodulares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nódulos pequeños: <ul style="list-style-type: none"> – Distribución perilinfática – Distribución aleatoria – Distribución centrolobulillar – Distribución centrolobulillar con patrón en "árbol en brote" • Grandes nódulos y masas <ul style="list-style-type: none"> – Conglomerados 	<p>Aumento de atenuación pulmonar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patrón en vidrio deslustrado • Patrón en empedrado • Condensaciones • Calcificaciones y aumento de la atenuación superior a los tejidos blandos <p>Disminución de la atenuación pulmonar, quistes y patología de la vía aérea</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patrón en panal • Quistes pulmonares • Enfisema • Bullas y burbujas subpleurales • Neumatocele • Nódulos cavitados • Bronquiectasias • Perfusión en mosaico

gía dado a Lauterbur y Mansfield por su contribución en el desarrollo de la RM para la obtención de imágenes médicas.

La RM se genera por la magnetización de los tejidos blandos del paciente tras aplicar un campo magnético externo mediante un pulso de ondas de radiofrecuencia. El núcleo atómico posee un momento magnético que depende del número de protones y neutrones de ese átomo. El hidrógeno es el protón más numeroso en los tejidos del cuerpo. Éste es usado para generar una imagen de RM. Todos los tejidos orgánicos tienen protones, en especial el agua y las cadenas de triglicéridos. Los pulmones están fundamentalmente constituidos de aire, por lo que es escasa la presencia de protones, lo que limita la utilización de la RM en dicho órgano. Explicaremos de una forma simple el mecanismo: sometemos a un campo magnético externo a los protones mediante un pulso de radiación electromagnética (no ionizante). Éstos se alinearán en la misma dirección o, al contrario, al campo magnético de mayor energía. Posteriormente, se producirá una relajación o vuelta a su estado magnético habitual. La medición del tiempo de relajación

nos da un vector magnético longitudinal o T1 y un vector magnético transversal o T2 que se transformarán en diferentes tipos de imágenes mediante un complejo algoritmo matemático.

Aplicaciones clínicas

El tórax es la región que más dificultades presenta en el estudio mediante RM. Hay una limitación debida a una pérdida de señal por la interacción de los movimientos cardiorrespiratorios y por la falta de homogeneidad de la interfase producida por los tejidos y el aire en los pulmones. Esto se está solucionando con mejoras en el hardware y en la generación de pulsos de frecuencia.

Pared torácica y diafragma

Es una excelente herramienta para valorar los tumores de pared torácica, las infecciones de pared y la infiltración de tumores intratorácicos en pared torácica y diafragma. En fase T2 la infiltración de origen tumoral de tejidos blandos se diferencia muy bien de grasa o músculo. Gracias a las secuencias echo 3D se consigue visualizar invasión vascular.

Pleura

La patología pleural es bien valorada por la RM. Incluso mejora la TC en la valoración de infiltración por lesiones pleurales en estructuras contiguas. Es de especial ayuda en el mesotelioma, gracias a la visualización de su extensión en los planos sagitales y coronales⁽¹²⁾. Potencialmente puede ayudarnos a diferenciar entre los diferentes tipos de derrames pleurales, distinguiendo exudado de trasudado y hemotórax.

Mediastino

La capacidad de analizar las diferentes estaciones ganglionares en los cortes sagitales y coronales hace que la RM consiga una buena estadificación, equivalente a la realizada por TC. Ambos están siendo desbancados por el PET a la hora de realizar una estadificación⁽¹³⁾. En la valoración de los tumores sólidos del mediastino la pérdida de señal del flujo sanguíneo permite distinguir el tumor sólido de los vasos sanguíneos.

Enfermedades del parénquima pulmonar y neoplasias del pulmón

El uso de la RM en el estudio de las patologías con afectación del parénquima pulmonar es escaso. Su uso conjunto a la inhalación de helio hiperpolarizado ha servido para el estudio de ventilación en EPOC y asmáticos. En algunos casos puede ser una técnica complementaria en el diagnóstico de enfisema.

En la neoplasia de pulmón juega un papel secundario. Es útil en caso de tumores apicales y en aquellos en los que hay duda de si existe infiltración de pared torácica, diafragma, mediastino y pleura. Es una opción a considerar en casos de alergia a contrastes yodados usados para TC.

Tromboembolismo pulmonar (TEP)

El uso de la RM en el estudio del TEP queda relegado a la presencia de alergia a contrastes yodados y embarazadas. Recientemente se ha publicado un estudio que compara tres técnicas distintas de RM frente a TC multicorte⁽¹⁴⁾. Los resultados en la detección de TEP son comparables. Se ha descrito fibrosis renal en pacientes con insuficiencia

renal en los que se ha utilizado gadolinio como contraste.

Enfermedad aórtica

Se utiliza como método diagnóstico en caso de alergia al contraste yodado en TC. La RM es una técnica útil para el diagnóstico de disección aórtica, hematoma intramural y úlceras perforantes de la aorta. Presenta una alta sensibilidad (95-100%) y una alta especificidad (94-98%). Tiene unos grandes inconvenientes, como es la duración de la técnica (más de 30 minutos) y que se realiza en pacientes inestables.

Enfermedades cardíacas

Nos ayuda a realizar estudio morfológico y funcional del corazón (Tabla III). Informa de las dimensiones cardíacas, grosor parietal, masa ventricular, volúmenes y función sistólica ventricular, global y segmentaria⁽¹⁵⁾. Al poder analizar la estructura cardíaca y valorar su función nos informa de la existencia de miocardiopatía hipertrófica, miocardiopatía dilatada, miocardiopatía restrictiva, pericarditis constrictiva y de la displasia arritmogénica del ventrículo derecho.

Estudios de provocación de isquemia miocárdica⁽¹⁶⁾. Estudio de necrosis y viabilidad miocárdica⁽¹⁷⁾.

En la cardiopatía congénita es útil para el seguimiento posquirúrgico de los pacientes y para detectar anomalías no objetivadas previamente⁽¹⁸⁾.

Los trombos intramurales son distinguibles de las tumoraciones cardíacas gracias a la realización de RM con gadolinio. Los trombos no muestran captación.

La patología pericárdica es estudiada habitualmente mediante ecocardiografía. La RM constituye un apoyo importante en la diferenciación de masas focales, engrosamiento difuso o derrame pericárdico.

TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES

Introducción

La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica diagnóstica de Medicina Nuclear, no invasiva, que permite obtener una imagen funcio-

Tabla III. Indicaciones clínicas de la cardi resonancia magnética

Cardiopatías congénitas	
• Determinación de cortocircuitos (relación Qp/Qs)	I
• Estudio de volúmenes y función ventricular derecha	I
• Cuantificación de la regurgitación valvular pulmonar	I
• Anomalías del retorno venoso sistémico o pulmonar	I
• Atresia o estenosis de la arteria pulmonar principal y ramas	I
• Aneurisma o coartación aórtica	I
• Origen anómalo de las arterias coronarias	I
• Cardiopatías congénitas complejas	I
• Seguimiento de fístulas o cortocircuitos quirúrgicos	I
Enfermedades adquiridas de los grandes vasos	
• Diagnóstico y seguimiento del aneurisma de aorta torácica	I
• Diagnóstico y seguimiento de la disección aórtica	I
• Diagnóstico y seguimiento de hematoma y úlceras aórticos	I
• Estudio de la anatomía y el flujo de la arteria pulmonar	I
• Estudio de la anatomía de las venas pulmonares	I
Enfermedad arterial coronaria	
• Estudio de volúmenes, masa y función ventricular izquierda	I
• Estudio de función global y regional bajo estrés (dobutamina)	II
• Estudio de perfusión miocárdica bajo vasodilatación (adenosina/dipiridamol)	II
• Detección y cuantificación de infarto de miocardio	I
• Detección de viabilidad miocárdica	I
• Detección de trombosis intraventricular	II
Enfermedades del pericardio, miocardio, masas y tumores	
• Pericarditis constrictiva	II
• Estudio de la miocardiopatía hipertrófica apical	I
• Estudio de la miocardiopatía hipertrófica no apical	II
• Diagnóstico diferencial entre miocardiopatía dilatada/isquémica	I
• Miocardio no compactado	II
• Miocardiopatía restrictiva	II
• Displasia arritmogénica ventricular derecha	I
• Detección y caracterización de masas y tumores cardiacos	I
Enfermedades valvulares	
• Estudio de volúmenes, masa y función ventricular derecha/izquierda	I
• Cuantificación de regurgitaciones valvulares	I

Tomado de Rev Esp Cardiol 2006; Supl 6: 3E-6E. A efectos prácticos sólo se exponen las indicaciones clase I y clase II.

nal de la actividad metabólica tisular. Requiere la inyección previa de un radiotrazador emisor de positrones, pudiendo marcarse con radioisótopos las moléculas endógenas; una vez incorporado en el organismo, sigue las vías metabólicas del ciclo celular y permite observar su distribución en los dis-

tintos tejidos y así obtener imágenes de procesos fisiológicos. Al interaccionar los positrones del radiotrazador con los electrones de los átomos de las moléculas titulares se originan 2 fotones con una energía de 511 KeV cada uno, que se desplazan en la misma dirección pero en sentidos opuestos

Tabla IV. Indicaciones de la tomografía por emisión de positrones (PET)-tomografía computarizada (TC) en neumología

- Caracterización del nódulo pulmonar solitario
- Estadificación mediastínica y extratorácica del CPNM
- Valoración de la respuesta al tratamiento en el CPNM
- Seguimiento, detección de recurrencia y valor pronóstico en el CPNM
- Planificación de tratamiento de radioterapia
- Detección de enfermedad pleural maligna
- CPNM: cáncer de pulmón no microcítico.

Tomada de Arch Bronconeumol 2007; 43 (10): 562-72.

y que son captados por los detectores de la cámara PET. Esta detección permite la reconstrucción topográfica del organismo que representa la distribución del radiofármaco. El radiotrazador más utilizado en la aplicación clínica es la flúor-desoxi-glucosa F-18 (^{18}FDG), análogo de la glucosa con la que compete utilizando los mismos mecanismos de transporte. En la célula neoplásica hay una mayor concentración de glucosa, lo suficientemente alta como para detectar la lesión tumoral por la PET.

Actualmente se realiza una combinación de dos técnicas: PET + TC en un mismo dispositivo, lo que aporta a su vez, una información funcional y otra anatómica. Con la combinación de ambas técnicas se han aumentado de entre un 20-40% los casos con diagnóstico definitivo⁽¹⁹⁾.

Indicaciones

Diagnóstico de nódulo pulmonar solitario (NPS)

Se define el NPS como aquella lesión radiológica opaca que mide entre 8 mm y 3 cm de diámetro rodeado de tejido pulmonar normal. La utilidad del PET se basa en la capacidad de discriminar las lesiones nodulares benignas de las malignas. Esta prueba presenta una alta sensibilidad y un alto valor predictivo negativo (Tablas IV y V). La PET es más precisa que la TC para la detección de lesiones malignas de al menos 1 cm; se estima que un 96% de sensibilidad, un 79% de especificidad y una precisión del 91%⁽²⁰⁾. Los datos que aporta la Agencia de Evaluación de Tecnología Sanitaria (AETS)⁽²¹⁾ son de una precisión diagnóstica del 95%, con una OR elevada del 303, además de un VPN del 96%. En un análisis de costes, la PET es más coste-efectiva cuando se realiza en lesiones con baja-moderada probabilidad pretest de malignidad y en nódulos indeterminados en TC⁽²²⁾. Se reducen en un 15% las intervenciones de lesiones benignas. Se estima que la utilización conjunta de PET-TC en pacientes con sospecha de neoplasia podría ahorrar unos 1.000 euros por paciente comparando con realizar exclusivamente TC⁽²³⁾.

Existen falsos negativos aunque son poco frecuentes, ocurriendo habitualmente en estas situaciones: a) Tumores con escasa actividad metabólica, como los carcinomas broncoalveolares, los ade-

Tabla V. Recomendaciones de manejo del nódulo pulmonar solitario según la información obtenida en la tomografía por emisión de positrones (PET)-tomografía computarizada (TC)

Hallazgo en PET	Hallazgo en TC	Recomendación
FDG-	Benignidad	Alta probabilidad de benignidad. Control
FDG+	Malignidad	Alta probabilidad de malignidad
FDG-	Malignidad	Alta probabilidad de malignidad
FDG+	Benignidad	Confirmar los hallazgos PET
FDG+	Infección/inflamación	Alta probabilidad de benignidad. Confirmar hallazgo PET
FDG+	Sin evidencia de lesión	Artefacto por movimiento/microembolia postinyección
FDG-	Nódulo subcentimétrico	Control

FDG: fluorodesoxiglucosa.

Tomada de Arch Bronconeumol 2007; 43 (10): 562-72.

nocarcinomas bien diferenciados y los carcinoides⁽²⁴⁾. b) Tumores inferiores a los 10 mm debidos a la escasa actividad metabólica. c) Situaciones de hiperglucemias mantenidas (es por este motivo por el que se realiza la prueba con un ayuno de al menos 4 horas).

Debemos mencionar la existencia de falsos positivos de PET. Son causados por lesiones inflamatorias o infecciosas activas⁽²⁵⁾; como ejemplo pueden destacarse los nódulos reumatoides y lesiones tuberculosas o fúngicas.

Carcinoma broncogénico

Una vez que tenemos el diagnóstico de carcinoma de pulmón nos interesa realizar un estadiaje con exactitud. Es esencial para determinar las opciones terapéuticas y el pronóstico. El PET nos informa de la estadificación de tumor, la estadificación ganglionar, la existencia de metástasis y nos alerta por tanto del pronóstico. Nos permite valorar la respuesta al tratamiento, así como la existencia de tumor residual o recurrente^(11,26). Ayuda a planificar la radioterapia en el caso de ser necesaria⁽²⁷⁾.

En nuestro país, Pozo-Rodríguez et al.⁽²⁸⁾ compararon la sensibilidad (S), especificidad (E) y valor predictivo negativo (VP-) de PET, TC y PET-TC en la detección de adenopatías sospechosas en pacientes con neoplasia reseccable a los que se les sometió a mediastinoscopia. La S fue del 94, 86 y 98%. La E, del 59, 67 y 44%. El VP- fue del 98% para PET-TC.

Existen 4 situaciones en las que las imágenes de PET-TC pueden ser imprescindibles para una correcta estadificación T⁽²⁹⁾: a) cuando existe pulmón consolidado o colapsado distal al tumor; b) para la valoración de los nódulos satélites; c) para la evaluación de la posible afectación pleural, y d) para la selección adecuada del lugar donde realizar la toma de muestras.

Linfomas

En general se pueden dar estas indicaciones:

- En la evaluación clínica de los linfomas no Hodgkin y en el Hodgkin está aceptado su uso, así como en la evaluación de la extensión de

la enfermedad y reestadificación de las recidivas.

- En la evaluación de la respuesta terapéutica y de las masas residuales postratamiento.
- Detección precoz de recidivas.
- Valor pronóstico.

INDICACIONES DE FICHA TÉCNICA DE LA PET EN ENFERMEDAD TORÁCICA SEGÚN RD 1030/2006 EN LAS QUE ESTÁ PLENAMENTE JUSTIFICADA SU SOLICITUD

- En el diagnóstico de NPS.
- En la estadificación de cáncer de pulmón primario y linfoma primario.
- En la detección en caso de sospecha razonable de recidiva de cáncer de pulmón primario y Linfoma primario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez Moya M, Serrano Gotarredona P, Fernández Cruz J. Principios, técnicas, indicaciones y estrategias de TC y RM de tórax. En: Fernández Cruz J, Moreno Cayetano I, eds. Diagnóstico por imagen del tórax: Tomografía Computarizada y Resonancia Magnética. 1ª ed. Barcelona: Caduceo Ediciones; 2006. p. 19-75.
2. Webb WR, Müller NL, Naidich DP. Anatomía pulmonar normal. En: Webb WR, Müller NL, Naidich DP, eds. High-Resolution CT of the lung. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams-Wilkins; 2003. p. 49-69.
3. Sánchez Álvarez-Pedrosa C, Jonquera Moya M. El tórax: técnicas e indicaciones en radiodiagnóstico. En: Sánchez Álvarez-Pedrosa C, Casanova R, eds. Diagnóstico por imagen. 2ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 1997. p. 198-218.
4. Calvo Blanco J, Menéndez de Llano Ortega R, Prieto Fernández A, Rivela Vázquez M. Indicaciones de la tomografía computarizada y de la resonancia magnética torácica. *Medicine* 2006; 9 (64): 4165-6.
5. Swensen SJ, Jett JR, Payne WS et al. An integrated approach to evaluation of the solitary pulmonary nodule. *Mayo Clin Proc* 1990; 65: 173-86.
6. Toloza EM, Harpole L, McCrory DC. Noninvasive staging of non-small cell lung cancer: a review of the current evidence. *Chest* 2003; 123 (Suppl 1): 137S-46S.
7. Stein PD, Fowler SE, Goodman LR et al. Multidetector Computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Engl J Med* 2006; 354: 2317-27.

8. Stein PD, Hull RD. Multidetector computed tomography for the diagnosis of acute pulmonary embolism. *Curr Opin Pulm Med* 2007; 13: 384-8.
9. Evans AL, Gleeson FV. Radiology in pleural disease: state of the art. *Respirology* 2004; 9 (3): 300-12.
10. Muller NL. Clinical value of high-resolution CT in chronic diffuse lung disease. *AJR Am J Roentgenol* 1991; 157: 1163.
11. Bitter RC, Felix R. Magnetic resonance imaging of the chest. *State of Art. Eur Respir J* 1998; 11: 1392.
12. Patz EF Jr, Shaffer K, Piwnica-Worms DR, Jochelson M, Sarin M, Sugarbaker DJ, Pugatch RD. Malignant pleural mesothelioma: value of CT and MR imaging in predicting resectability. *Am J Roentgenol* 1992; 159 (5): 961-6.
13. Pieterman RM, van Putten JW, Meuzelaar JJ, Mooyaart EL, Vaalburg W, Koeter GH et al. Preoperative staging of non-small-cell lung cancer with positron-emission tomography. *N Engl J Med* 2000; 343 (4): 254-61.
14. Kluge A, Luboldt W, Bachmann G. Acute pulmonary embolism to the subsegmental level: diagnostic accuracy of three MRI techniques compared with 16-MDCT. *Am J Roentgenol* 2006; 187: W7-14.
15. Lorenz CH, Walker ES, Morgan VL, Klein SS, Graham TP. Normal human right and left ventricular mass, systolic function, and gender differences by cine magnetic resonance imaging. *J Cardiovasc Magn Reson* 1999; 1: 7-21.
16. Paetsch I, Jahnke C, Wahl A, Gebker R, Neuss M, Fleck E et al. Comparison of dobutamine stress magnetic resonance, adenosine stress magnetic resonance, and adenosine stress magnetic resonance perfusion. *Circulation* 2004; 110: 835-42.
17. Thomson LE, Kim RJ, Judd RM. Magnetic resonance imaging for the assessment of myocardial viability. *J Magn Reson Imaging* 2004; 19: 771-88.
18. Heatlie GJ, Poinon K. Cardiac magnetic resonance imaging. *Postgrad Med J* 2004; 80: 19-22.
19. Bar-Shalom R, Yefremov N, Guralnik L, Gaitini D, Frenkel A, Ruten A et al. Clinical performance of PET-TC in evaluation of cancer: additional value for diagnostic imaging and patient management. *J Nucl Med* 2003; 44: 1200-9.
20. Vansteenkiste JF, Stroobants SS. PET scan in lung cancer: current recommendations and innovation. *J Thorac Oncol* 2006; 1: 71.
21. Rodríguez M, Asensio C. Uso tutelado de la PET con FDG. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo. Instituto de Salud Carlos III. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS); 2005.
22. Gould MK. Cost Effectiveness of Positron Emission Tomography for Characterizing Pulmonary Nodules. *PET Clin* 2006; 339-46.
23. Gambhir SS, Shepherd JE, Shah BD et al. Analytical decision model for the cost-effective management of solitary pulmonary nodules. *J Clin Oncol* 1998; 16: 2113-25.
24. Higashi K, Ueda Y, Seki H, Yuasa K, Oguchi M, Noguchi T et al. Fluorine-18-FDG PET imaging is negative in bronchioloalveolar lung carcinoma. *J Nucl Med* 1998; 39 (6): 1016-20.
25. Roberts PF, Follette DM, von Haag D, Park JA, Valk PE, Pounds TR et al. Factors associated with false-positive staging of lung cancer by positron emission tomography. *Ann Thorac Surg* 2000; 70 (4): 1154-9; discussion 1159-60.
26. Inoue T, Kim E, Komaki R. Detecting recurrent or residual lung cancer with FDG-PET. *J Nucl Med* 1995; 36: 788-93.
27. Nestle U, Walter K, Schmidt S et al. 18F-deoxyglucose positron emission tomography (FDG-PET) for the planning of radiotherapy in lung cancer: High impact in patients with atelectasis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999; 44: 593-7.
28. Pozo-Rodríguez F, Martín de Nicolás JL, Sánchez-Nistal MA, Maldonado A, García de Barajas S, Calero-García R et al. Accuracy of helical computed tomography and [18F] fluorodeoxyglucose positron emission tomography for identifying lymph node mediastinal metastases in potentially resectable non-small-cell lung cancer. *J Clin Oncol* 2005; 23 (33): 8348-56.
29. Maldonado A, González-Alenda F, Alonso M, Sierra J. Utilidad de la tomografía por emisión de positrones-tomografía computarizada (PET-TC) en Neumología. *Arch Bronconeumol* 2007; 43 (10): 562-72.

