

Conceptos básicos



Este capítulo presenta los métodos de diagnóstico por la imagen importantes para la clínica: la radiografía simple, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM). El análisis de la angiografía invasiva está intencionalmente ausente. Durante la década pasada, la angiografía realizada con TC (denominada angiografía por tomografía computarizada, ATC) y con RM (denominada angiografía por RM o angiorresonancia, ARM) han suplantado a la mayoría de los estudios diagnósticos invasivos del tórax, con excepción de la angiografía coronaria. Por ejemplo, la angiografía pulmonar diagnóstica se reserva actualmente para la evaluación de émbolos pulmonares en los raros casos en los que la ATC no ha sido diagnóstica.

■ RADIOGRAFÍA SIMPLE

La radiografía simple de tórax continúa siendo el método utilizado más a menudo para evaluar a pacientes con problemas o molestias relacionados con el tórax. Es importante saber cuándo las radiografías simples sistemáticas van a ser suficientes y cómo pueden modificarse las técnicas radiográficas para aumentar su eficacia diagnóstica. La radiografía de tórax tradicional utili-

za un método de película y pantalla. Con este procedimiento, los fotones de los rayos X que atraviesan al paciente se transforman en luz cuando impactan en el material de la pantalla.

La luz generada cuando los fotones impactan en la pantalla expone la película y genera una imagen. La radiografía de tórax digital es una nueva alternativa al método de película y pantalla. Aunque están en uso diferentes tipos de sistemas digitales, todos comparten la capacidad de utilizar la energía de los fotones de los rayos X para generar una señal eléctrica que a su vez se emplea para crear una imagen radiográfica. Cada uno de los sistemas digitales usa un paso intermedio diferente durante el cual los fotones de los rayos X se transforman en luz o carga eléctrica antes de que su energía pueda utilizarse para generar la señal eléctrica.

Las imágenes digitales pueden verse en un monitor o imprimirse en una placa y ofrecen varias ventajas sobre las imágenes creadas con la técnica de película y pantalla. Estos sistemas pueden generar una imagen interpretable pese a grandes variaciones en la cantidad de fotones de rayos X que penetran al paciente, y determinan que sean mucho menos frecuentes las radiografías sobrexpuestas o subexpuestas. Las imágenes también se pueden transmitir o almacenar elec-

trónicamente y pueden manipularse luego de haber sido obtenidas para mejorar la interpretación de la imagen (p. ej., es posible magnificarlas o tomarlas más oscuras o más luminosas).

Independientemente de la tecnología de obtención de las imágenes, la radiografía de tórax posteroanterior (PA) con el paciente con el tórax en posición vertical de pie o sentado continúa siendo el estudio inicial preferido, siempre que sea clínicamente posible. Con esta proyección, se evitan los artefactos asociados con la proyección anteroposterior (AP) que se mencionarán más adelante. El agregado de una proyección lateral es esencial para identificar anomalías en los ángulos costofrénicos posteriores, en el mediastino y en áreas próximas a la columna. Estas áreas relativamente “ciegas” en las proyec-

ciones frontales constituyen un 40% del área y un 25% del volumen de los pulmones. Masas tumorales grandes, de hasta 2 cm de tamaño, en ocasiones pasan fácilmente inadvertidas en estas localizaciones (fig. 1-1).

Cerca de la mitad de todas las radiografías simples de tórax se obtienen con equipos portátiles, al lado de la cama del paciente. Estos estudios se realizan por lo general para evaluar la colocación de catéteres y tubos, y la radiografía de tórax portátil satisface bien estas necesidades. En algunos casos estas radiografías detectan también una enfermedad aguda; sin embargo, a veces la evaluación de los cambios del tamaño cardíaco y el ancho del mediastino presenta limitaciones (cuadro 1-1).

En la proyección AP, el corazón y el mediastino aparecen aproximadamente un 15% más an-

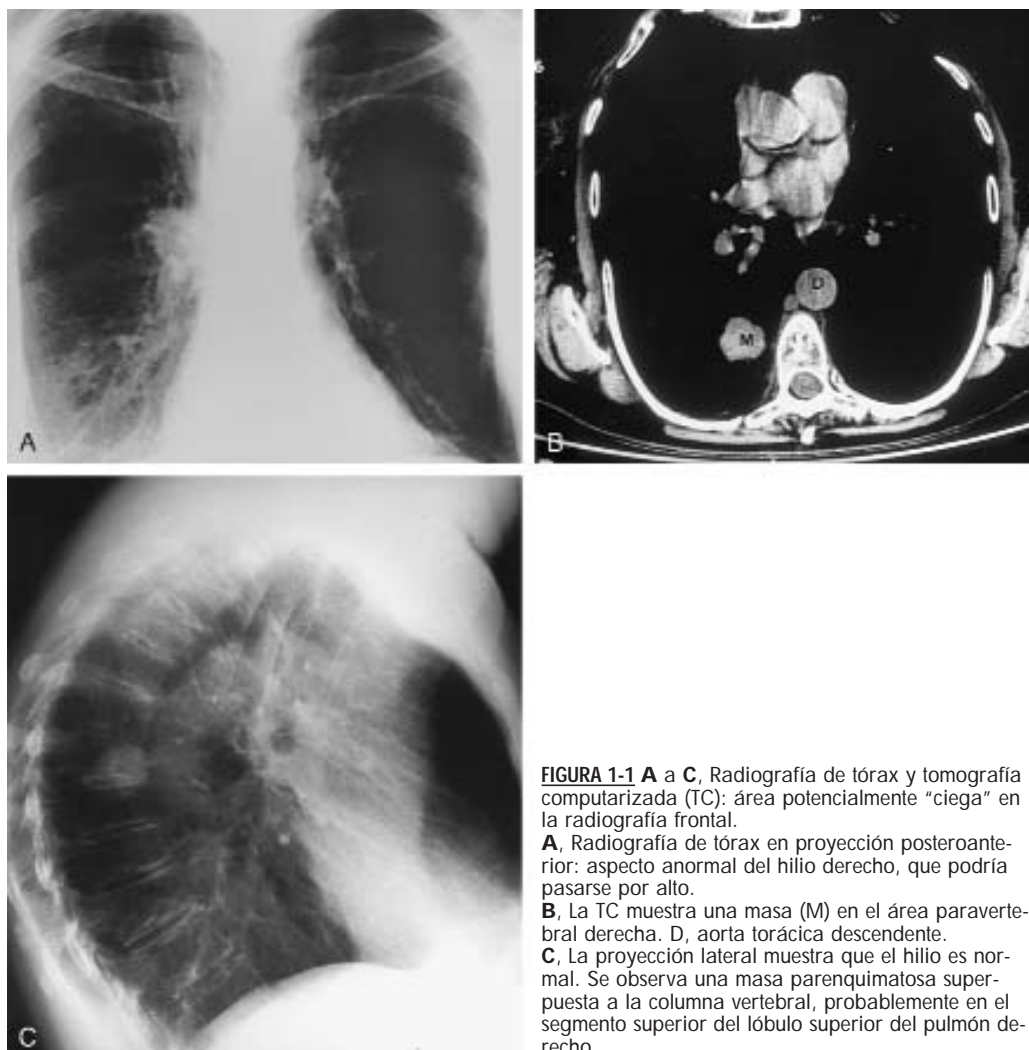


FIGURA 1-1 A a C, Radiografía de tórax y tomografía computarizada (TC): área potencialmente “ciega” en la radiografía frontal.

A, Radiografía de tórax en proyección posteroanterior: aspecto anormal del hilio derecho, que podría pasarse por alto.
B, La TC muestra una masa (M) en el área paravertebral derecha. D, aorta torácica descendente.
C, La proyección lateral muestra que el hilio es normal. Se observa una masa parenquimatosa superpuesta a la columna vertebral, probablemente en el segmento superior del lóbulo superior del pulmón derecho.

CUADRO 1-1**Radiografías de tórax con equipo portátil***Usos*

Evaluación sistemática de pacientes de UCI, posición de catéteres y tubos, neumotórax, etc.

Pacientes no internados en la UCI inmediatamente después de un procedimiento invasivo (p. ej., canalización venosa central o toracocentesis)

Pacientes inestables, para excluir neumotórax grandes, derrames voluminosos, vísceras perforadas,* edema pulmonar agudo, etc.

Limitaciones

Mala visualización de las estructuras mediastínicas

Amplificación de la silueta cardíaca

Visualización incompleta del parénquima pulmonar (p. ej., bases pulmonares)

La posición en decúbito supino empeora aún más la evaluación de la vasculatura, de los derrames, etc.

* Requieren proyecciones con el paciente con el tórax vertical o en decúbito supino.
UCI, unidad de cuidados intensivos.

chos que en la proyección PA. La mayor parte de la magnificación se produce porque la radiografía portátil se realiza con el tubo de rayos X más cerca del paciente que en la radiografía obtenida en un servicio de radiología. Esto es un mal necesario cuando se usa un equipo portátil. La colocación del chasis con la placa radiográfica por detrás del paciente magnifica las estructuras anteriores del tórax, principalmente el corazón y los grandes vasos, en un grado mayor que las estructuras pos-

teriores. Debido a estos factores, la comparación de una proyección AP con una proyección previa PA puede sugerir falsamente un agrandamiento de la silueta cardíaca o un ensanchamiento del mediastino (fig. 1-2). Esta última situación puede, por ejemplo, hacer sospechar en forma errónea una ruptura aórtica en un paciente traumatizado.

Existen otros problemas técnicos, menos conocidos, con la radiografía AP obtenida con equipo portátil. Dado que estas placas se realizan habitualmente con rayos X de menor energía, muchas veces no muestran con nitidez los detalles anatómicos en las regiones del tórax de mayor espesor. En ocasiones no se distinguen bien los catéteres o tubos que se superponen con las porciones más gruesas del mediastino. Además, el número y la energía menor de los fotones producidos por un equipo portátil deben compensarse mediante tiempos de exposición más largos. Esto produce una menor nitidez de la radiografía a causa del movimiento y es un problema particular en pacientes de gran tamaño, que requieren los tiempos de exposición más prolongados.

Algunas de las dificultades asociadas con las radiografías que se obtienen en los pacientes internados se deben al hecho de que muchas imágenes se obtienen con el paciente en decúbito supino. Estas dificultades pueden evitarse si el médico insiste en que el paciente se levante y se coloque de pie o sentado en la cama, con el tórax

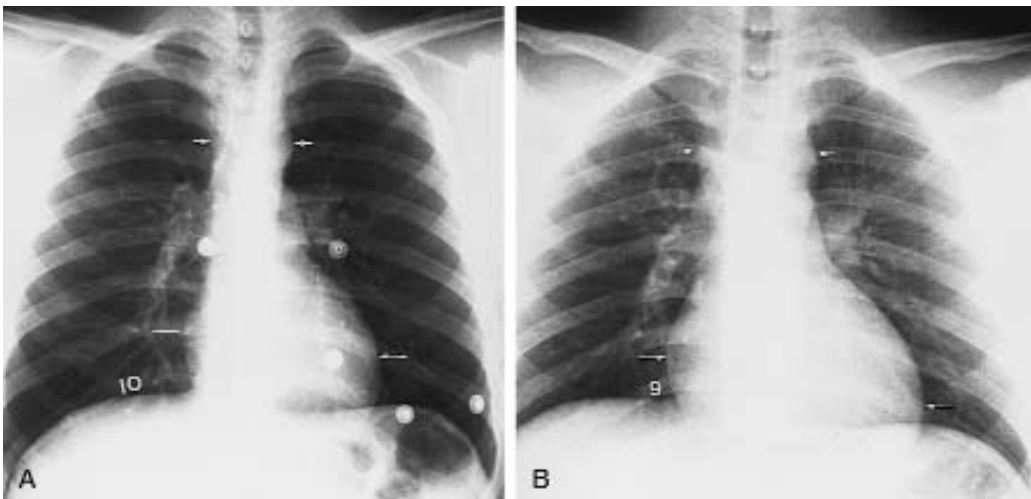


FIGURA 1-2 Radiografías de tórax en proyección posteroanterior (PA) y anteroposterior (AP), con el paciente vertical: efectos posicionales en el aspecto de las estructuras cardíacas y mediastínicas.

A, La proyección PA muestra un aspecto normal de la silueta cardíaca y del mediastino. Obsérvese el ancho del mediastino superior (*flechas cortas*) y del corazón (*flechas largas*).

B, La proyección AP del mismo paciente y en el mismo tiempo del estudio que se muestra en A. Se observa un aumento del ancho del mediastino (*flechas cortas*) y de la silueta cardíaca (*flechas largas*), y las estructuras del hilio parecen de mayor tamaño.

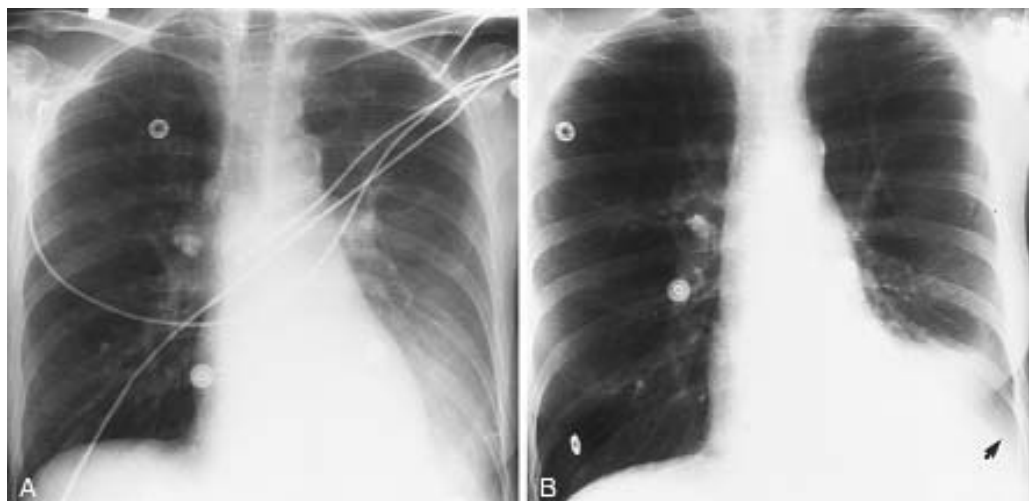


FIGURA 1-3 Proyección anteroposterior del tórax en decúbito supino: derrame pleural.

A, Se observa una opacidad aumentada en la base izquierda que gradualmente disminuye a medida que alcanza el nivel del hilio, lo que indica un derrame pleural libre en la cisura mayor o un derrame pleural declive en el espacio pleural posterior. Los vasos pulmonares inferiores se definen nitidamente por la densidad del líquido, lo que indica la localización extraparenquimatosa del líquido.

B, La placa frontal en posición vertical del mismo paciente muestra un cambio de aspecto, ya que el derrame ahora se acumula en la base izquierda (*flecha*).

vertical cuando se obtiene la placa. A menos que el paciente esté hipotenso y en la posición de Trendelenburg, vale la pena efectuar este esfuerzo. Los derrames pleurales pueden pasarse por alto fácilmente en las radiografías AP en decúbi-

to supino porque el líquido se desplaza hacia la región posterior. Está ausente el menisco que se observa en la radiografía en posición vertical, y todo lo que puede verse es una turbiedad difusa a través de la cual son visibles los vasos sanguí-

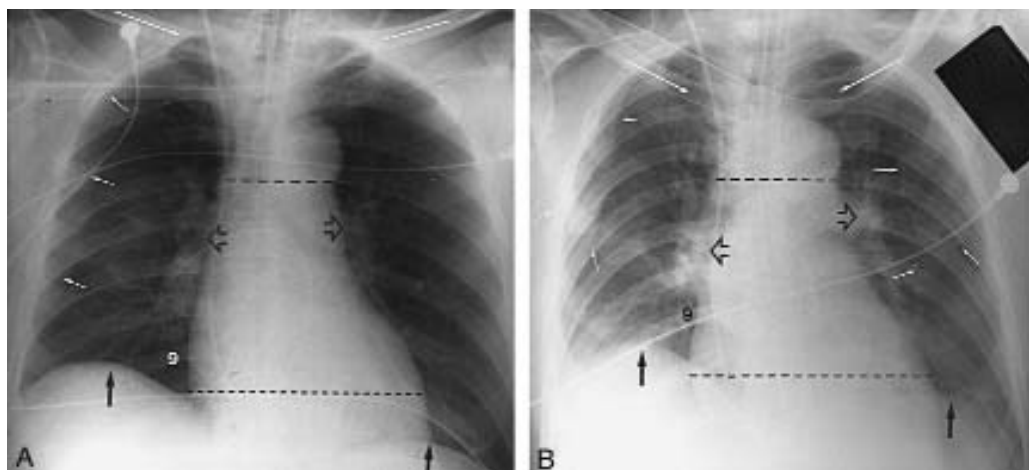


FIGURA 1-4 Radiografías de tórax en proyección anteroposterior (AP) vertical y en decúbito supino: variación en la distribución vascular y en el ancho mediastínico causada por el cambio de posición.

A, La radiografía de tórax AP en posición vertical muestra la apariencia normal de las estructuras cardiome-diastínicas (*líneas discontinuas*) e hiliares (*flechas blancas cortas*). Las *flechas blancas largas* apuntan a las clavículas y las *flechas negras* al diafragma. Se observan nueve costillas por encima del hemidiafragma derecho.

B, La radiografía de tórax AP en decúbito supino muestra aumento de la vasculatura hilar (*flechas abiertas*), aumento del ancho mediastínico suprahiliar y aumento del tamaño de la silueta cardíaca. Observación: no hay cambios en la excursión (nueve costillas visibles a la derecha) entre las placas presentadas en A y B.

neos (fig. 1-3). Tiene la misma importancia mencionar que con el paciente en posición supina el flujo sanguíneo no favorece a los lóbulos inferiores. Por el contrario, el flujo puede aparecer distribuido en forma homogénea en los lóbulos superiores e inferiores. Este patrón se parece al que se observa en la sobrecarga de volumen y a veces confunde y conduce al diagnóstico equivocado de insuficiencia cardíaca (fig. 1-4; véase cap. 12).

Existen otras sutiles diferencias entre las proyecciones PA y AP que tienen menor importan-

cia clínica. Por ejemplo, la proyección PA muestra con mayor claridad las costillas anteriores que la proyección AP porque se logra una mejor resolución en las áreas próximas al chasis radiográfico. Además, debido a que en la proyección PA el paciente a menudo tiene que levantar sus brazos, se superpone menos hueso escapular con el parénquima pulmonar. Estas observaciones en ocasiones son útiles para determinar si una radiografía no rotulada corresponde a una proyección AP o PA.

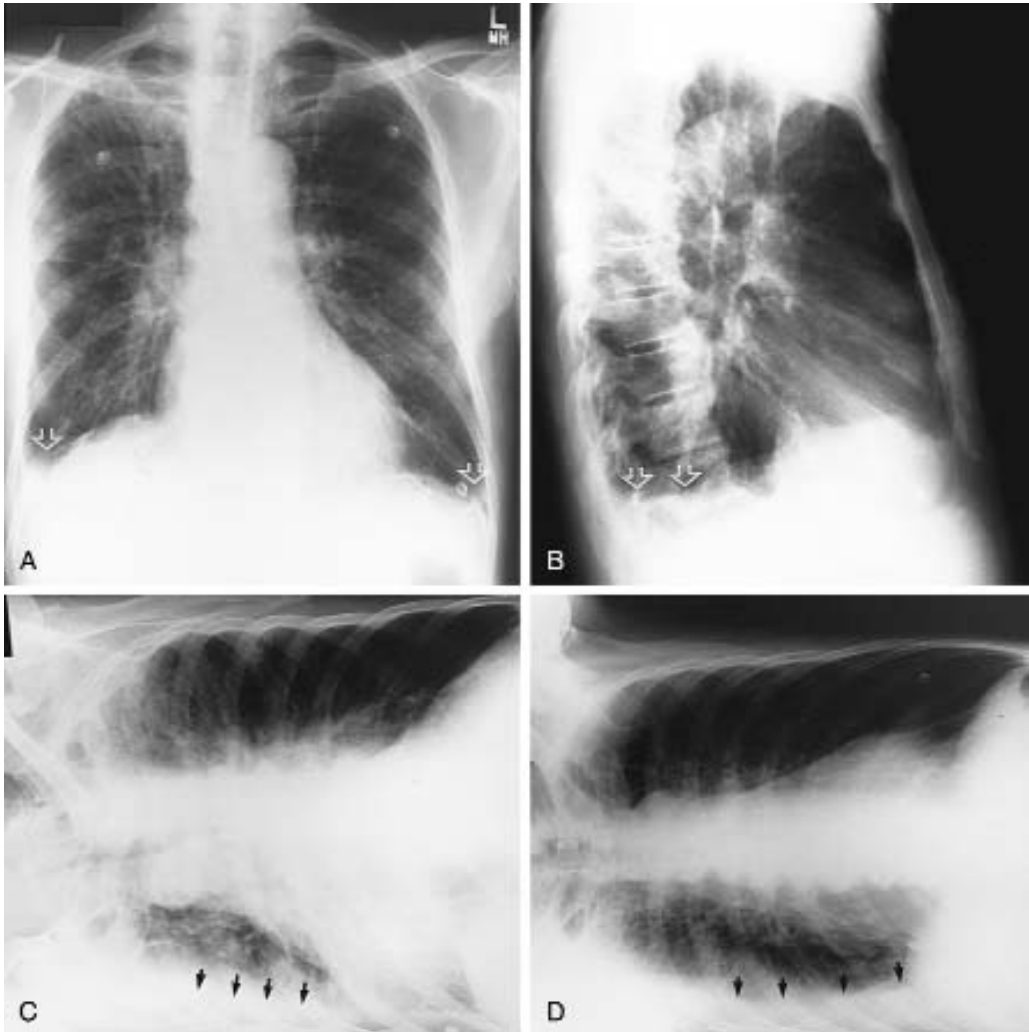


FIGURA 1-5 Radiografías bilaterales en decúbito lateral: derrame pleural bilateral.

Las proyecciones posteroanterior (A) y lateral (B) en posición vertical muestran un borramiento mínimo de los ángulos costofrénicos y de los surcos como evidencia de derrames (*flechas abiertas*), porque son predominantemente subpulmonares. En el espacio subpulmonar pueden estar ocultos hasta 300 mL de líquido.

Las placas en decúbito lateral izquierdo (C) y derecho (D) (denominadas según el lado del paciente que mira hacia abajo) muestran derrames libres de considerable volumen que se desplazan a lo largo de las goteras torácicas declives (*flechas*). Los ángulos costofrénicos no declives tienen bordes definidos, lo que indica que el derrame no está tabicado.

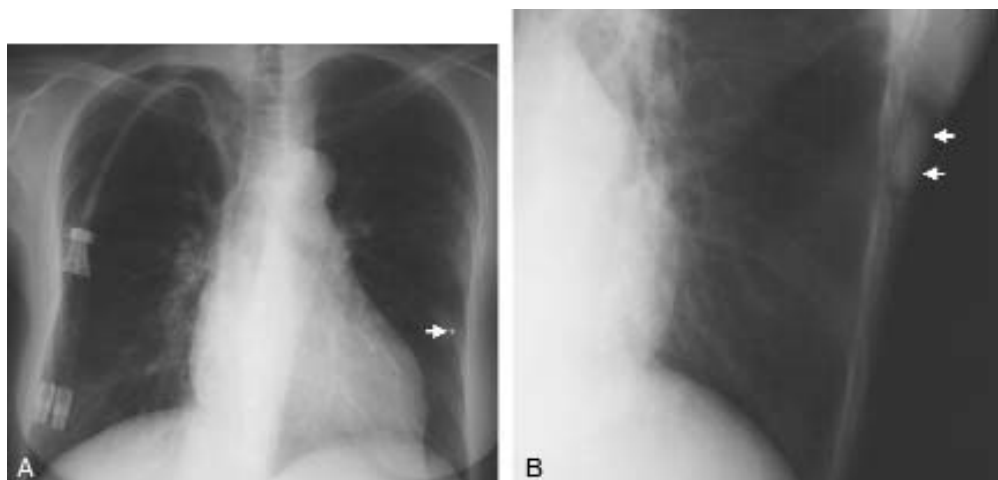


FIGURA 1-6 Lunar cutáneo y marcador metálico.

A, Se observó un aparente nódulo en una radiografía posteroanterior (no se muestra). Como el nódulo no se veía en la proyección lateral, se colocó un marcador radiopaco (*flecha*) sobre el lunar que se encontró en la piel. **B**, Una proyección oblicua ilustra mejor la naturaleza exofítica del lunar cutáneo (*flechas*). (El marcador radiopaco está presente pero es difícil de ver en esta proyección.)

Los estudios en decúbito lateral constituyen las placas adicionales de tórax solicitadas con mayor frecuencia. Se realizan en forma habitual cuando se sospechan derrames pleurales y se explican más detalladamente en el capítulo 11. Si se requieren proyecciones en decúbito lateral, aun si se sospecha que el líquido pleural es sólo unilateral, deben ordenarse radiografías con el paciente acostado sobre el lado derecho y sobre el lado izquierdo. Las placas bilaterales en decúbito lateral ofre-

cen mejor visualización del parénquima pulmonar subyacente al derrame que lo que brinda una única placa. Las radiografías con el hemitórax afectado “hacia arriba” (no declive) también pueden determinar si el derrame está tabicado. Además, los signos de derrame pleural en una radiografía sistemática pueden ser mínimos, especialmente si el líquido es subpulmonar. La realización de ambas proyecciones en decúbito lateral a veces revela que un derrame aparentemente unilateral es en

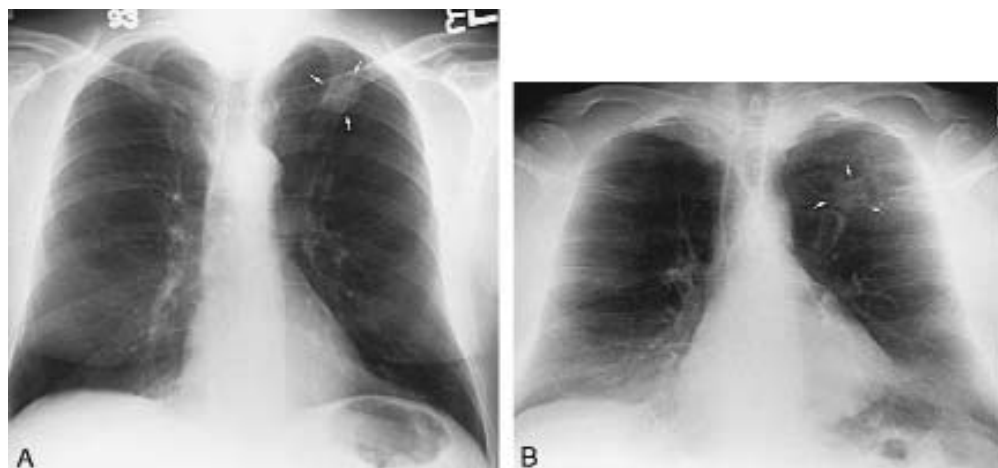


FIGURA 1-7 Radiografías de tórax posteroanterior (PA) y descentrada de vértices: masa apical izquierda que corresponde a un carcinoma broncogénico.

A, Una radiografía de tórax de rutina en proyección PA muestra una asimetría en las aparentes “calcificaciones” de la primera unión costocondral (*flechas*).

B, La proyección descentrada de vértices desplaza las costillas y la clavícula hacia arriba, con exposición del área apical del parénquima pulmonar y revelación de la presencia de una masa irregular espiculada (*flechas*) dentro del parénquima pulmonar.

verdad bilateral, un hallazgo que en ocasiones modifica el diagnóstico diferencial (fig. 1-5). Las radiografías en decúbito lateral también pueden ser útiles para demostrar un neumotórax en pacientes incapaces de sentarse o ponerse de pie.

Los pezones y lunares grandes simulan ocasionalmente nódulos pulmonares. La manera más sencilla de confirmar que un aparente nódulo esta causado por una de estas estructuras extrapulmonares consiste en identificar la lesión cutánea con un marcador metálico y repetir la radiografía. Todavía se realizan con frecuencia placas de este tipo (fig. 1-6). Si bien utilizan otras proyecciones no estándares en radiología del tórax, son cada vez más infrecuentes debido al uso difundido de la TC de tórax. La proyección lordótica apical (descentrada de vértices) se diseñó para evaluar las convexidades superiores del parénquima pulmonar proyectando las clavículas y la primera costilla por encima de los vértices pulmonares. Esta proyección todavía se utiliza ocasionalmente, por lo general para confirmar que una opacidad observada en el vértice es realmente parte de la región anterior de la primera costilla. Si la proyección lordótica apical muestra de manera concluyente que la opacidad es parte de la primera costilla, no se requiere ningún estudio posterior. Si queda alguna duda, es mejor continuar con una TC de tórax (fig. 1-7).

Las proyecciones oblicuas o la radioscopia también pueden ser útiles en la evaluación de un nódulo pulmonar (véase cap. 9), pero en la actua-

lidad tienen escaso empleo. Por ejemplo, si el área de la opacidad se proyecta en forma repetida con la misma porción de una costilla durante una radioscopia o en las proyecciones oblicuas, se demuestra que el nódulo está dentro de la costilla antes que en el parénquima pulmonar. Obsérvese que la técnica radiográfica utilizada para obtener estas placas en proyección oblicua es diferente de la técnica utilizada sistemáticamente para examinar las costillas. En este último caso se emplea un haz de rayos X de menor energía que el utilizado habitualmente para la radiografía de tórax, lo que favorece el detalle de las estructuras óseas a expensas de un contraste disminuido en el parénquima pulmonar (fig. 1-8; véase cap. 14).

Por último, las placas radiográficas en espiración son útiles para diagnosticar neumotórax y obstrucción endobronquial. Las proyecciones laterales con el haz horizontal se utilizan ocasionalmente para confirmar un neumotórax en los pacientes de la unidad de cuidados intensivos (UCI), pero son difíciles de interpretar en los adultos. Una placa en decúbito lateral (con el lado del neumotórax hacia arriba) es otra alternativa, pero algunas veces se requiere la TC para diagnosticar un neumotórax en los pacientes con enfermedad parenquimatosa difusa y pulmones rígidos.

■ ANATOMÍA

En general los médicos con conocimientos profundos de la anatomía del tórax pueden ex-



FIGURA 1-8 Comparación del aspecto de las costillas: radiografía de tórax de rutina y técnica para mayor detalle costal.

A, La radiografía de tórax sistemática posteroanterior muestra menos detalles óseos de los arcos costales anteriores (a) y posteriores (p) en comparación con un estudio radiográfico de las costillas (B).

B, Los cambios en los factores de exposición y en el posicionamiento son los responsables del mayor detalle tanto en los arcos costales anteriores como posteriores.

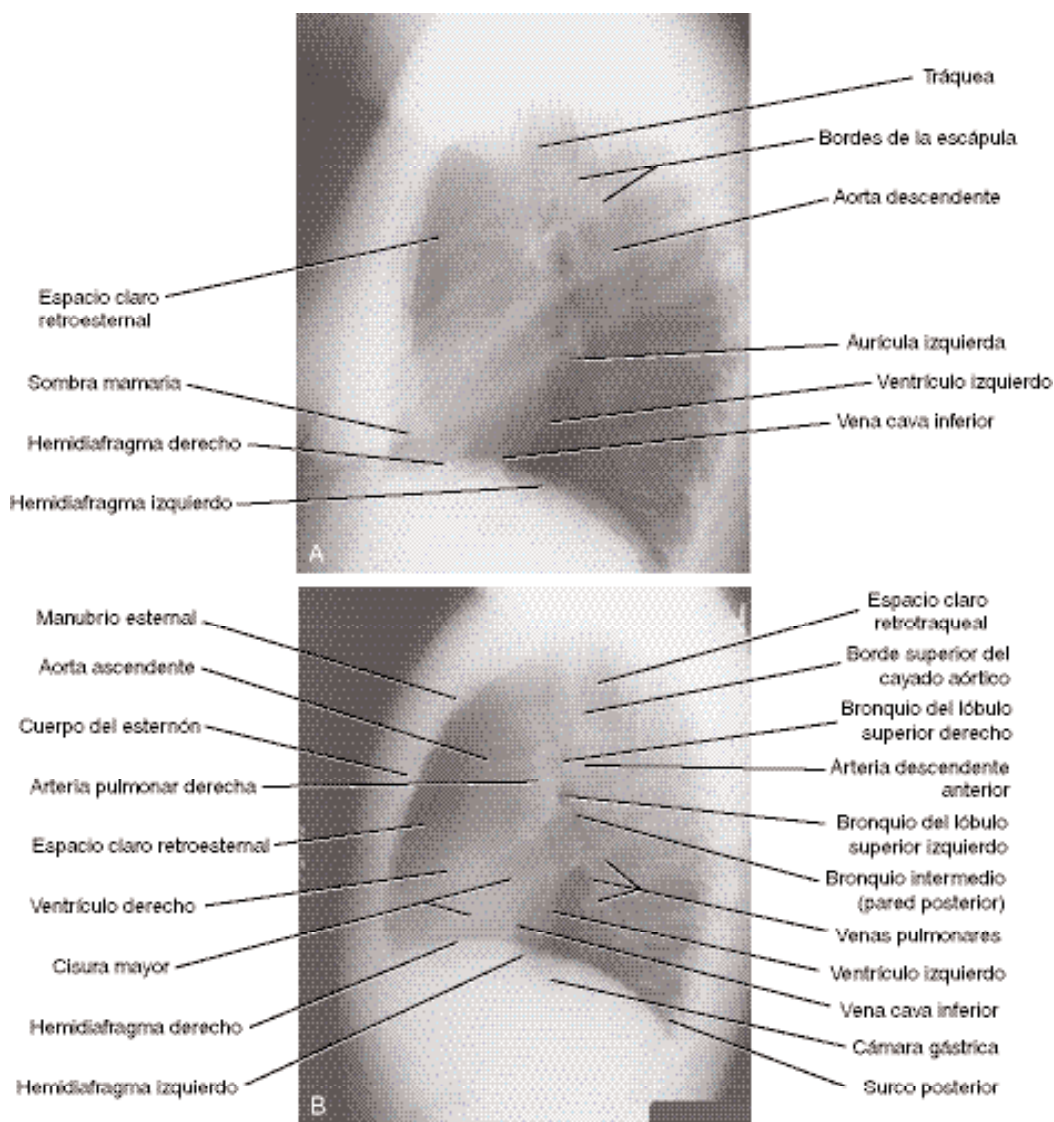


FIGURA 1-9 A y B, Radiografía de tórax en proyección lateral: anatomía radiográfica normal. Las estructuras importantes habitualmente visibles están rotuladas. Obsérvese la posición específica de las cavidades cardíacas, los espacios claros y las arterias pulmonares.

traer más información de las radiografías simples. A veces este conocimiento evita la necesidad de estudios adicionales, como la TC o la RM de tórax. Las radiografías de tórax de frente (PA) y perfil (lateral) se muestran en las figuras 1-9 y 1-10, con importantes reparos anatómicos señalados. A lo largo de este libro nos referiremos a estas ilustraciones. Los puntos clínicos importantes se presentan en capítulos posteriores con explicaciones más detalladas.

El uso de la anatomía torácica varía de médico a médico. En general los clínicos y los radiólogos enfocan de modo diferente las radiografías de tórax. Los radiólogos están entrenados para mirar cada radiografía en forma sistemática y evaluar la imagen en forma completa (cuadro 1-2). Esto es análogo a la anamnesis y el examen físico de un internista, con una lista de verificaciones rutinarias junto con la búsqueda más exhaustiva de hallazgos asociados cuando se descubre una anomalía.

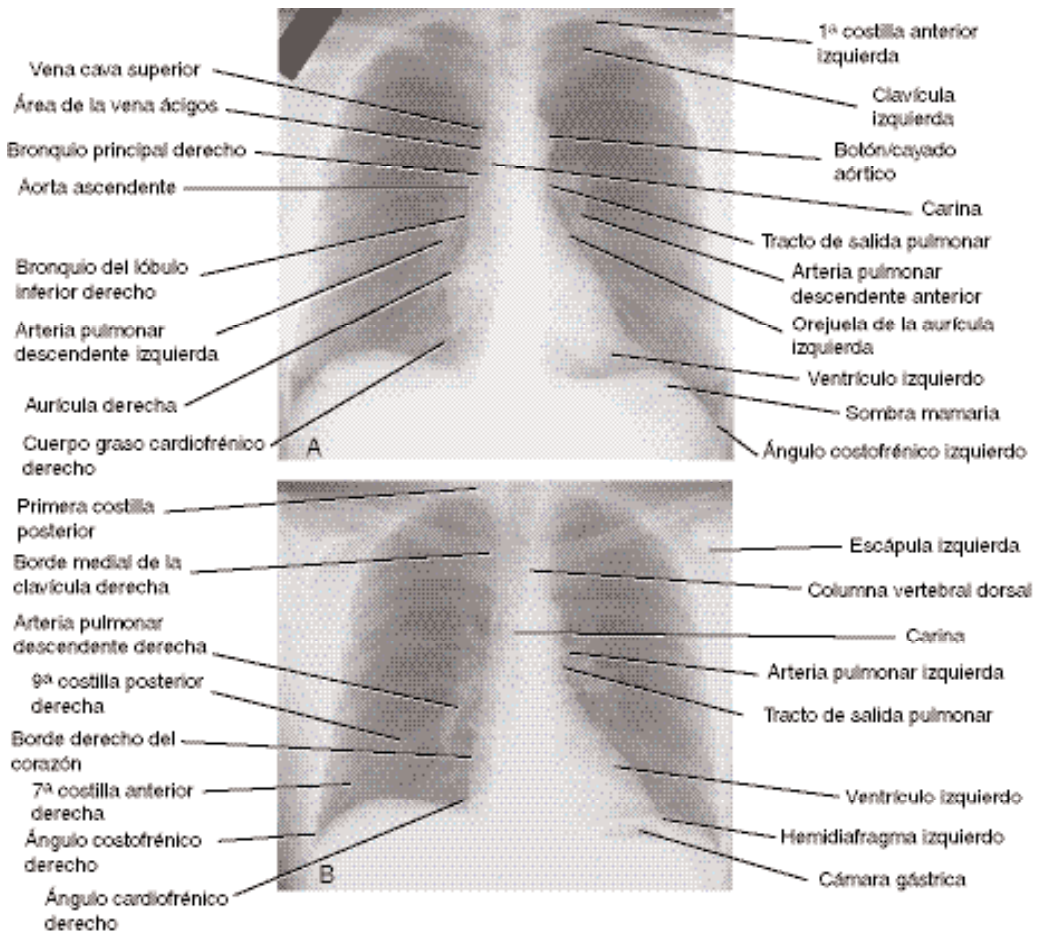


FIGURA 1-10 A y B. Radiografías de tórax de frente: anatomía radiográfica normal. Las estructuras importantes habitualmente visibles están rotuladas. Obsérvense las formaciones anatómicas del mediastino y de los bordes cardíacos.

Para muchos médicos este enfoque global no es práctico. Aunque a algunos radiólogos de tórax les cuesta admitirlo, algunos detalles de la anatomía del tórax no tienen importancia clínica. Además, la radiografía de tórax se solicita a menudo para responder una pregunta clínica específica, por ejemplo, “¿Tiene el paciente una insuficiencia cardíaca congestiva?” o “La causa de las metástasis cerebrales, ¿es un carcinoma broncogénico?”.

Sin embargo, algunas veces esta focalización determina que el observador pase por alto hallazgos clínicamente importantes en una radiografía de tórax. El mejor compromiso puede ser un sistema híbrido de análisis de las radiografías de tórax, en el que cada problema clínico induzca al médico a investigar cinco a seis hallazgos específicos. En el cuadro 1-3 se menciona una pequeña lista de hallazgos en la radiografía simple de tórax

para investigar cada uno de los cuatro problemas clínicos presentados. Más adelante, en los capítulos correspondientes, se definen estas observaciones clave y se analiza su relevancia. Recuerde por favor que este listado no pretende ser exhaustivo. Por ejemplo, en un paciente con una neoplasia primaria de pulmón es crítico detectar una eventual lesión lítica en la costilla (no se menciona en la lista del cuadro 1-3), que puede contraindicar una torcotomía no beneficiosa.

■ SIGNOS ESPECÍFICOS

Opacidades anormales

Al revisar una radiografía de tórax es importante identificar áreas del tórax que son dema-

CUADRO 1-2

Sitios examinados en la evaluación de la radiografía de tórax realizada por un radiólogo

Proyección frontal

Huesos

- Costillas: costillas posteriores, costillas anteriores, borde axilar
- Columna vertebral
- Clavículas/escápula

Mediastino

- Cayado aórtico
- Ventana aortopulmonar
- Tracto de salida de la arteria pulmonar
- Columna de aire traqueal y tejidos blandos paratraqueales derechos
- Área de la vena ácigos
- Canales paravertebrales

Hilios

- Altura y tamaño relativo de los hilios derecho e izquierdo
- Ángulo hilar
- Espesor de la pared bronquial y distribución vascular

Corazón

- Tamaño de la silueta cardíaca
- Configuración de la punta
- Aurícula izquierda (p. ej., ángulo carinal, doble densidad)
- Calcificaciones

Diafragma/pleuras

- Contorno, incluidos los ángulos costofrénicos
- Abdomen superior
- Vértices (p. ej., engrosamiento, líneas pleurales)

Parénquima

- Campos pulmonares completos, incluido un examen repetido de las porciones ya examinadas en los sitios antes listados

Proyección lateral

Huesos

- Columna vertebral
- Esternón

Mediastino

- Espacio retroesternal
- Columna de aire traqueal
- Espacio retrotraqueal

Hilios

- Tamaño y forma de las arterias interlobulares
- Pared posterior del bronquio intermedio

Corazón

- Borde posterior (incluida la unión con la vena cava)
- Espacio retroesternal

Diafragma/pleuras

- Cisuras pleurales
- Contorno, incluidos los ángulos costofrénicos
- Abdomen superior (gas libre y clips quirúrgicos)

Parénquima

- Examinar los campos pulmonares completos, como en la proyección frontal

CUADRO 1-3

Observaciones clave en cuatro preguntas clínicas

¿El paciente tiene una insuficiencia cardíaca congestiva incipiente?

- Tamaño y forma de la silueta cardíaca
- Tamaño de la aurícula izquierda
- Contorno hilar (p. ej., no definido)
- Redistribución vascular
- Vena ácigos (pedículo vascular)
- Opacidades lineales (p. ej., líneas de Kerley)
- Derrames

¿Cuál es la etiología del dolor torácico del paciente?

- Contorno aórtico
- Tamaño y forma de la silueta cardíaca
- Evaluar un aumento de tamaño brusco, signo del sandwich
- Signos de insuficiencia cardíaca congestiva (arriba)
- Broncogramas aéreos (bases pleurales)
- Derrames
- Neumotórax

¿El paciente tiene una neumonía?

- Opacidades reticulares
- Broncogramas aéreos
- Signos de la silueta
- Derrames
- Contornos hiliares (adenopatías o masas)
- Pérdida de volumen

¿El paciente tiene un tumor pulmonar (primario)?

- Masa parenquimatosa (incluir los vértices)
- Borde traqueal (proyección frontal) y espacio retrotraqueal (proyección lateral)
- Ganglios linfáticos mediastínicos (ácigos y ventana aortopulmonar)
- Contorno hilar (evaluar aumento de la opacidad y cambios en el contorno)
- Pérdida de volumen
- Derrames

siado opacas (demasiado blancas). La opacidad aumentada indica aumentos de la absorción de los fotones de los rayos X y puede ser causada por anomalías en el mediastino, la pleura o el parénquima. Para establecer un diagnóstico diferencial es útil decidir cuál de estos componentes del tórax es el sitio de la anomalía. Esto puede ser difícil de realizar con las radiografías de tórax, pero hay algunos indicios de utilidad como el aspecto de los broncogramas aéreos (cuadro 1-4). La presencia de broncogramas aéreos en una opacidad anormal localiza la enfermedad dentro del parénquima pulmonar. Los broncogramas se producen cuando los bronquios llenos de aire son delineados por los alvéolos llenos de líquido. El trayecto del árbol

CUADRO 1-4

Opacidades focales en la radiografía de tórax: localización en el tórax

Origen de la opacidad	Observaciones en la radiografía de tórax
Mediastino	Contornos lisos, bien definidos Contiguas al mediastino en las proyecciones posteroanterior y lateral Ausencia de broncogramas aéreos
Pleura	Sin ángulos definibles, o con un contorno nítido y liso de un solo lado Contiguas a la pared torácica por lo menos en una proyección Ausencia de broncogramas aéreos
Parénquima	Cualquier tipo de contorno (p. ej., liso, irregular, bien definido o indistinto) Localizada en cualquier lugar del tórax Puede tener broncogramas aéreos

bronquial distal, que normalmente no se observa, es fácil de distinguir y aparece con el aspecto de bronquios oscuros que se superponen sobre un fondo claro. Cuando la enfermedad del espacio aéreo no es tan uniforme, los alvéolos normales que contienen aire aparecen como radiotransparencias muy pequeñas dentro del pulmón opacificado. Estas áreas normales, interpuestas entre alvéolos opacificados, se conocen como alveologramas aéreos. Lamentablemente, a veces es difícil decidir si las radiotransparencias minúsculas son alveologramas aéreos o representan pequeños espacios en la opacidad reticular causada con frecuencia por una fibrosis. Por el contrario, los broncogramas aéreos son

una evidencia segura de una enfermedad que ha llenado con líquido los alvéolos. Ambos hallazgos se desarrollan en el capítulo 5.

Transparencias anormales

Aunque menos comunes que las opacidades anormales, algunas áreas del tórax aparecen demasiado radiotransparentes, “demasiado negras”. Estas radiotransparencias indican áreas anormales en las que grandes cantidades de fotones de rayos X penetran el tórax. Estas áreas pueden tener bordes bien definidos y en estos casos describirse como sombras anulares, quistes o cavidades. Este tipo de radiotransparencias se explican en varias partes de este libro, incluidos los capítulos 4, 5 y 7. Alternativamente, una radiotransparencia puede ser más generalizada e involucrar un hemitórax o ambos pulmones. Aunque grandes áreas de radiotransparencia son con frecuencia ocasionadas por anomalías de la pared torácica (p. ej., mastectomía), pueden también reflejar una enfermedad pulmonar obstructiva o vascular. Esto se analiza con mayor detalle en los capítulos 4 y 10 (véase cuadro 4-3). Por último, los neumotórax pueden causar también grandes áreas de radiotransparencia. Habitualmente los neumotórax grandes son fáciles de detectar, pero a veces es difícil determinar que una gran radiotransparencia sea causada por aire en el espacio pleural cuando el neumotórax está tabicado o la placa se realizó con el paciente en decúbito supino (véase el cap.11).



FIGURA 1-11 Radiografía de tórax, proyección posteroanterior: broncogramas aéreos en el síndrome de distrés respiratorio del adulto. Los broncogramas aéreos (flechas) indican la presencia de alvéolos sin aire con bronquios permeables. El patrón de ramificación tubular indica que la anomalía está con seguridad presente en el parénquima pulmonar.

Localización de la anomalía

Signo de la silueta

El signo de la silueta es útil al examinar una

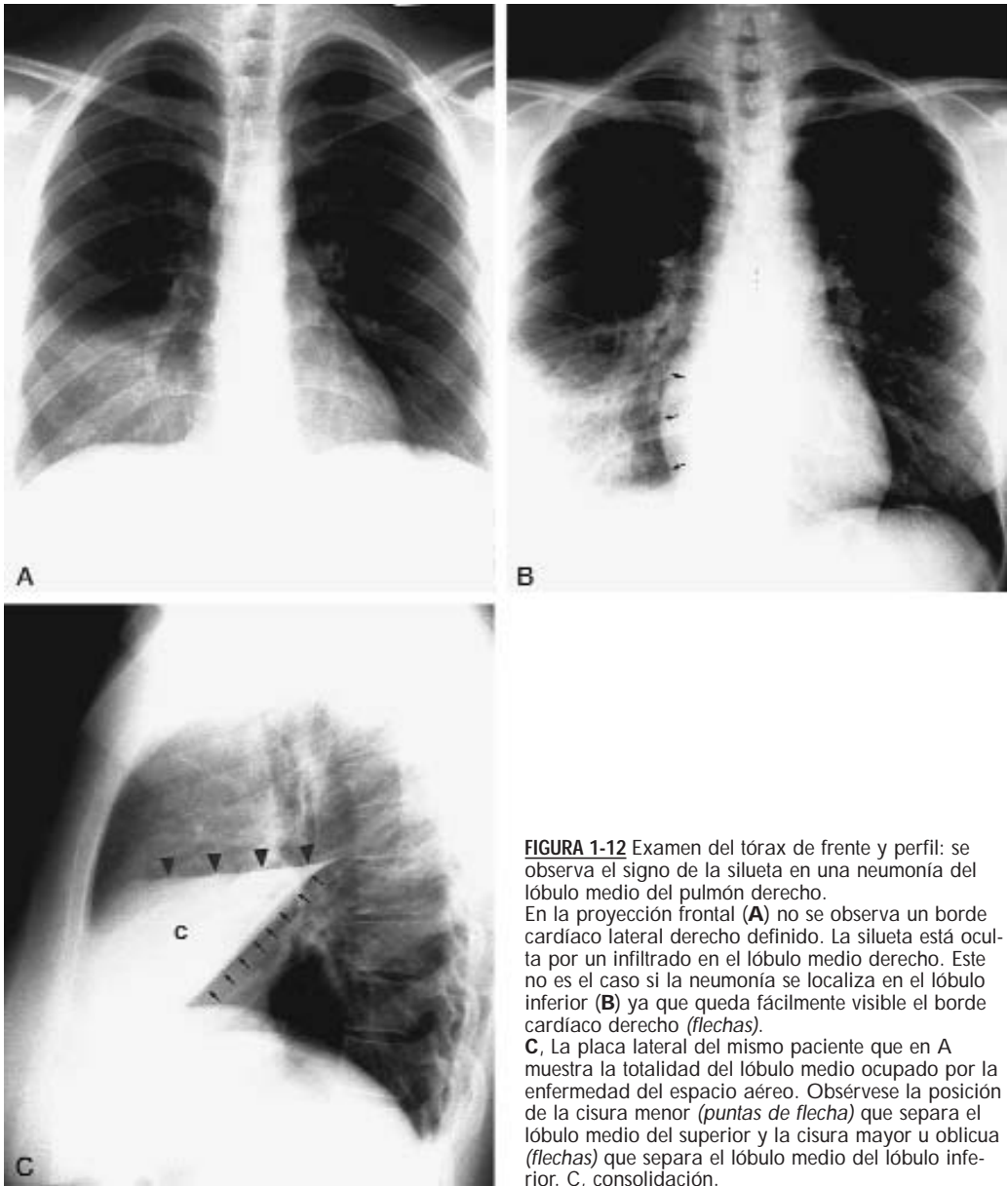


FIGURA 1-12 Examen del tórax de frente y perfil: se observa el signo de la silueta en una neumonía del lóbulo medio del pulmón derecho. En la proyección frontal (**A**) no se observa un borde cardíaco lateral derecho definido. La silueta está oculta por un infiltrado en el lóbulo medio derecho. Este no es el caso si la neumonía se localiza en el lóbulo inferior (**B**) ya que queda fácilmente visible el borde cardíaco derecho (*flechas*). **C**, La placa lateral del mismo paciente que en A muestra la totalidad del lóbulo medio ocupado por la enfermedad del espacio aéreo. Obsérvese la posición de la cisura menor (*puntas de flecha*) que separa el lóbulo medio del superior y la cisura mayor u oblicua (*flechas*) que separa el lóbulo medio del lóbulo inferior. C, consolidación.

radiografía para ayudarse a localizar una opacidad en relación con otras estructuras del tórax. El signo de la silueta se encuentra presente si el borde de una estructura normalmente visible en la radiografía de tórax (como el diafragma, el corazón o la aorta) está oculto por líquido o tejido anormal. Normalmente vemos bien en la radiografía de tórax los contornos mediastínicos, hilarios y diafragmáticos porque están delimitados por el pulmón lleno de aire que frena apenas unos pocos fotones y que por esa razón aparece negro.

Si el pulmón con aire no forma más el borde del diafragma, del mediastino o del hilio, sus márgenes quedan enmascarados.

Por ejemplo, cuando el pulmón está lleno de agua o pus frena más fotones y aparece más opaco (más blanco) en la radiografía de tórax. Donde sea que contacte con el diafragma, la opacidad del pulmón anormal y del diafragma se mezclan y ya no se visualiza más el borde del diafragma. Cuando queda enmascarado el borde de una estructura normal como el diafragma, se

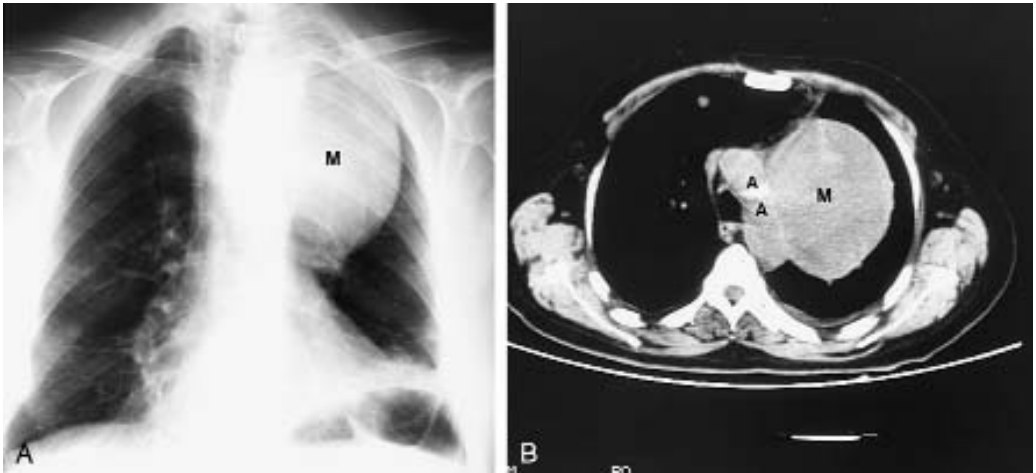


FIGURA 1-13 Radiografía de tórax posteroanterior (PA) y tomografía computarizada (TC): una masa en el centro del mediastino oculta la silueta del cayado aórtico.
A, La radiografía de tórax en proyección PA muestra una gran masa que se proyecta en las adyacencias del lóbulo superior del pulmón izquierdo y enmascara la silueta del botón/cayado aórtico.
B, La TC a nivel del cayado aórtico muestra la voluminosa masa (M) lindante con el margen lateral del cayado aórtico (AA).

dice que está presente el signo de la silueta. (Algunos médicos dicen que “se borra la silueta” del diafragma.)

El signo de la silueta se encuentra presente sólo si el líquido o el tejido anormal está en contacto directo con la estructura normal. Por ejemplo, si una masa parece superponerse al hilio en la placa de frente, pero no oculta sus bordes, significa que la masa no está en contacto directo con el hilio. El signo de la silueta se encuentra ausente y una placa de perfil mostrará que la masa se localiza realmente por delante o por detrás del hilio.

El signo de la silueta es útil para evaluar la localización del colapso pulmonar (atelectasia), el derrame pleural encapsulado, los tumores y las neumonías. En las radiografías de frente, la desaparición del borde derecho o izquierdo del corazón puede indicar una enfermedad del lóbulo medio o de la llingula, respectivamente (fig. 1-12). La neumonía del lóbulo inferior causa un aumento de la opacidad sobre la misma área en la proyección frontal pero no hace desaparecer el borde del corazón (en cambio, una neumonía del lóbulo inferior que comprometa la región anterior del lóbulo inferior puede hacer desaparecer la silueta del diafragma).

El signo de la silueta también puede aplicarse a otras estructuras mediastínicas que no sean el corazón o la aorta. Por ejemplo, las opacidades que ocultan el borde lateral del cayado aórtico por lo general se localizan dentro del segmento

apicoposterior del lóbulo superior del pulmón izquierdo o en el mediastino central (fig. 1-13). Si la opacidad se superpone al cayado aórtico pero no oculta su borde lateral, debe localizarse en la región anterior o en la más posterior del tórax (p. ej., en las regiones posteriores del mediastino). En este caso la opacidad del tejido anormal se suma a la de la aorta, y la aorta aparece más radiopaca que habitualmente. Algunos radiólogos llaman a este tipo de hallazgo “signo de la suma” (fig. 1-14). Se trata del mismo efecto que determina que el corazón aparezca más opaco en la proyección frontal cuando detrás de él hay una neumonía o atelectasia del lóbulo inferior del pulmón izquierdo. En el cuadro 1-5 se enumeran otras aplicaciones del signo de la silueta.

Además de localizar una enfermedad dentro del tórax, la pérdida de una silueta puede contribuir a confirmar la presencia de una enfermedad cuando otros hallazgos radiográficos son dudosos. Por ejemplo, la desaparición de la silueta de la aorta descendente en la proyección frontal hace mucho más probable que una opacidad sutilmente aumentada detrás del corazón sea significativa y probablemente represente una neumomía o atelectasia. Lamentablemente, sólo cerca del 10% del pulmón está en contacto con el corazón o el diafragma, lo que limita la sensibilidad de estas siluetas para detectar enfermedades.

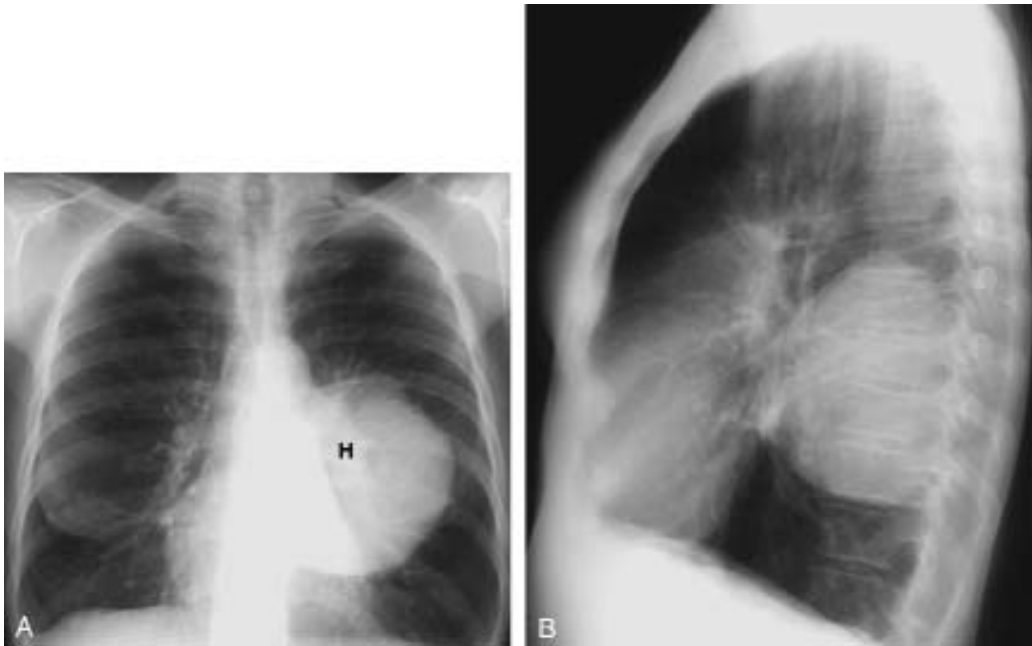


FIGURA 1-14 Radiografía de tórax posteroanterior (PA): Masa de gran tamaño en el lóbulo inferior del pulmón izquierdo que se superpone al borde del corazón y del hilio izquierdo, pero que no los oculta.

A, Radiografía PA de un paciente con carcinoma de pulmón no microcítico. En el pulmón izquierdo está presente una masa voluminosa. La masa está superpuesta al borde del corazón y del hilio, pero no hace desaparecer ninguna de las dos siluetas. Por consiguiente, la masa debe encontrarse detrás del corazón y del hilio pulmonar. Obsérvese que el hilio izquierdo y una porción del corazón aparecen más opacas que lo habitual. Esto es un ejemplo del signo de la suma. H, hilio.

B, La radiografía en proyección lateral muestra que la masa está en el lóbulo inferior izquierdo, posterior al hilio y al corazón.

Existen además otras limitaciones de la utilidad del signo de la silueta. El borde cardíaco puede hallarse oculto por estructuras no patológicas, como las deformidades del pectus excavatum (que hacen desaparecer el borde cardíaco derecho). La grasa pericárdica abundante puede ocultar los bordes cardíacos derecho o izquierdo, y también los vasos que tienen un trayecto paralelo

al corazón pueden hacer desaparecer la silueta cardíaca (fig. 1-15). La técnica radiográfica afecta la eficacia diagnóstica del signo de la silueta. Si los rayos X son pocos, o si los fotones tienen una energía demasiado baja para penetrar el corazón y el mediastino, estas estructuras de la línea media aparecen uniformemente blancas. Esto constituye un artefacto técnico que puede hacer desapa-

CUADRO 1-5

Aplicaciones del signo de la silueta

Hallazgos en la radiografía frontal	Localización de la anomalía
Borramiento del borde cardíaco derecho	Lóbulo medio derecho, pleura anterior o mediastino anterior
Borramiento del borde cardíaco izquierdo	Lingula, pleura anterior o mediastino anterior
Superposición del borde cardíaco (sin ocultar el borde)	Lóbulos inferiores, pleura posterior o mediastino
Borramiento del cayado aórtico	Lóbulo superior izquierdo o mediastino medio/posterior
Superposición del cayado aórtico (sin ocultar el borde)	Mediastino o pleura anterior o posterior lejano
Borramiento del borde lateral de la aorta descendente	Lóbulo inferior izquierdo o mediastino posterior o pleura
Borramiento del diafragma	Lóbulos inferiores (segmentos anteriores)* o pleura

* Contrariamente al conocimiento convencional, la enfermedad del lóbulo medio y de la lingula también pueden ocultar la silueta del diafragma, de acuerdo tal vez con el lugar donde la cisura mayor adyacente interseca al diafragma.

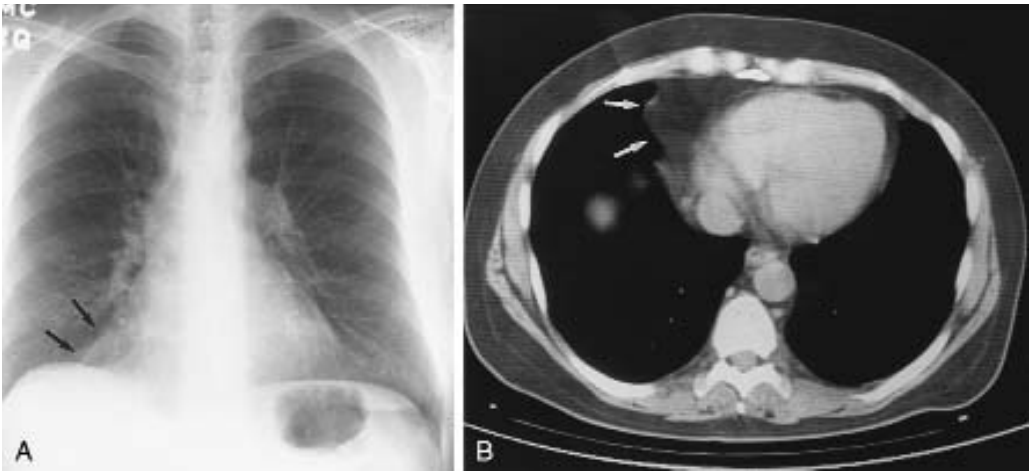


FIGURA 1-15 Radiografía de tórax posteroanterior y tomografía computarizada (TC) sin administración de contraste: cuerpo adiposo pericárdico.

A, En la radiografía, el cuerpo adiposo cardiofrénico (*flechas*) está bien definido y puede estar presente en ambos ángulos cardiofrénicos, derecho e izquierdo. En este caso enmascara parte de la silueta cardíaca.

B, La TC de tórax sin administración de contraste es diagnóstica (*flechas*), al mostrar el aspecto característico de los tejidos grasos. Los números de atenuación (Hounsfield) son específicos para el diagnóstico de tejido graso (-40 a -100).

recer la silueta del diafragma y de otras estructuras. De manera similar, si la columna vertebral se proyecta sobre el borde cardíaco derecho, puede hacer desaparecer la silueta cardíaca e impedir una adecuada penetración de los rayos X.

Cisuras lobulares

Si cabe determinar que una opacidad anormal se encuentra en el interior del parénquima pulmonar, puede ser de utilidad localizarla en un lóbulo específico del pulmón. Por ejemplo, en un paciente con tos crónica y producción de esputo la enfermedad parenquimatosa de ambos lóbulos inferiores plantea la posibilidad de aspiración. Por otro lado, una enfermedad limitada a los segmentos posteriores de los lóbulos superiores o al segmento apical del lóbulo inferior sugiere una reactivación tuberculosa. Identificar las cisuras pleurales contribuye a localizar la opacidad anormal. Además, observar que una de las cisuras está anormalmente posicionada es clave para reconocer que un lóbulo ha perdido volumen (atelectasia lobular), un signo que indicaría que un cáncer ha obstruido un bronquio central.

La cisura menor (horizontal) separa el lóbulo superior derecho del lóbulo medio derecho y por lo general se observa tanto en las proyecciones PA

como en las laterales. Las cisuras mayores (oblicuas) separan bilateralmente los lóbulos inferiores de los lóbulos superiores, y se observan mejor en las radiografías de perfil (véase fig. 1-12). La cisura mayor derecha puede diferenciarse de la izquierda por su intersección con la cisura menor. La cisura mayor izquierda se identifica por su unión con el hemidiafragma izquierdo, el que con frecuencia pierde su borde nítido cuando entra en contacto en la región anterior con el ventrículo izquierdo. En las placas con el paciente de pie o sentado la cámara gástrica también puede emplearse para confirmar la identidad del hemidiafragma izquierdo.

■ TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA Y RESONANCIA MAGNÉTICA

Pese a las proyecciones y la interpretación óptimamente efectuadas algunas veces la radiografía simple no responde la pregunta clínica. La necesidad de una evaluación más profunda del tórax conduce a menudo a realizar una TC. La mayoría de las imágenes computarizadas se obtienen actualmente con equipos de TC helicoidal (se explicará más adelante). La RM se ha preferido de manera tradicional para obtener imáge-

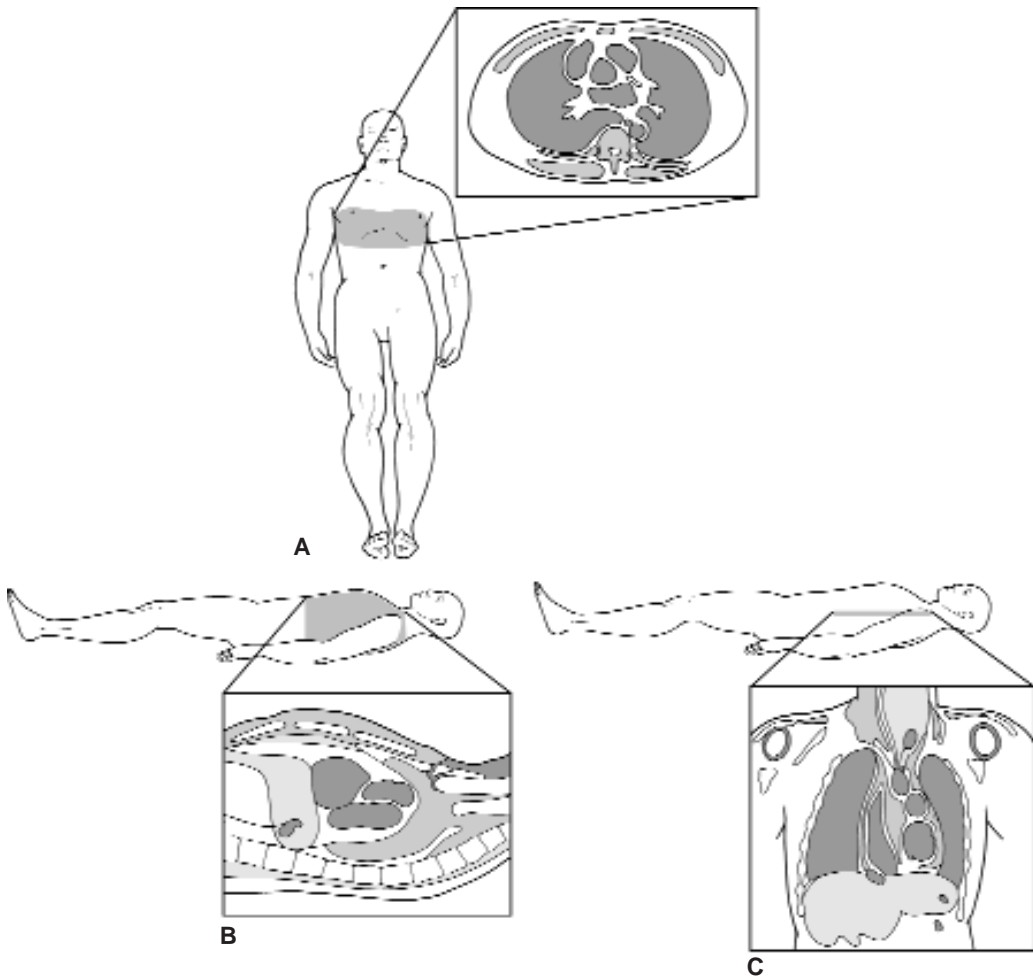


FIGURA 1-16 Esquema de los planos tomográficos habituales de la tomografía computarizada (TC) y de la resonancia magnética (RM).

A, El recuadro muestra un corte axial (transversal) a través del tórax. Los cortes axiales de una TC o una RM se presentan como si se estuviera mirando al paciente acostado en la camilla desde sus pies. La TC sistemática se presenta por lo general sólo con estos planos de corte.

B, El recuadro muestra un corte sagital de una TC o RM a través del tórax. Las imágenes de la RM pueden obtenerse en este plano manipulando el campo magnético en el equipo de RM. Sin embargo, para crear una imagen sagital en la TC, el barrido se debe realizar en primer término en el plano axial y luego se reformatean los datos para producir una imagen sagital. La reconstrucción de las imágenes es de mayor calidad cuando se crean a partir de un equipo con múltiples filas de detectores que cuando se realizan con un tomógrafo con una única fila de detectores.

C, Corte coronal de una TC o RM a través del tórax. Como con el corte tomográfico mostrado en B, este plano puede obtenerse directamente con un equipo de RM. La creación de imágenes coronales en un equipo de TC exige la reconstrucción de la información obtenida inicialmente en el plano axial.

nes de estructuras en las que son útiles las proyecciones en múltiples planos. Se pueden obtener cortes que muestran secciones perpendiculares a la columna vertebral (axiales), paralelos a la columna desde adelante hacia atrás (sagitales) o paralelos a la columna de la derecha a la izquierda (coronales) (fig. 1-16). El desarrollo de la TC

con múltiples filas de detectores ha mejorado la capacidad de esta modalidad diagnóstica de obtener imágenes en múltiples planos, de manera que compite con la RM; ésta todavía conserva la importante ventaja de no utilizar radiación ionizante. Las indicaciones generales de estas técnicas se enumeran en el cuadro 1-6.

CUADRO 1-6**Indicaciones de la tomografía computarizada de tórax***TC helicoidal, con detector único o multicorte*

Evaluación de masas

Nódulo o nódulos pulmonares

Masa* mediastínica o hiliar

Evaluación de la enfermedad pleural

Maligna

Empiema*

Enfermedad neoplásica: estadificación, tratamiento, seguimiento

Enfermedad de las grandes vías aéreas

Hemoptisis (con radiografía de tórax negativa)

Atelectasia persistente

Enfermedad vascular torácica

Diseción aórtica/aneurisma**

Embolia pulmonar**

Diagnóstico por la imagen del corazón

Detección de derrame o calcificaciones pericárdicas

Calcificaciones valvulares o en las arterias coronarias (sólo TC helicoidal multidetector)

TC de alta resolución

Evaluación de pacientes con signos y síntomas de enfermedad pulmonar pero con radiografías de tórax normal (disnea cuyo origen se desconoce)

Pacientes inmunocomprometidos (por ej., síndrome de inmunodeficiencia adquirida) con sospecha de neumonía

Caracterización de una enfermedad pulmonar infiltrativa difusa

* Es útil la administración de contraste intravenoso.

** Se requiere contraste intravenoso.

Tomografía computarizada

Aunque la TC es factible por medio de la adquisición de cortes transversales individuales, en la actualidad la mayoría de las tomografías se realizan mediante la técnica helicoidal. En la TC helicoidal el tubo de rayos X realiza revoluciones continuas de 360 grados sin interrupciones mientras el paciente es desplazado lentamente a través del haz de rayos X que lo circunda. La información para las imágenes se obtiene como un cilindro virtual en lugar de una serie de cortes transversales uno después del otro (fig. 1-17). Este “cilindro” de datos se divide a menudo en cortes individuales que tienen el mismo espesor que el haz de rayos X. Estas imágenes tomográficas axiales se presentan para su interpretación con la derecha del paciente a la izquierda del observador (como si se estuviera mirando un corte anatómico desde los pies de la cama del paciente) (fig. 1-16). El número y la localización de los cortes axiales de la TC puede seleccionarse de

manera que los cortes sean contiguos (“apilados uno encima del otro”) o superpuestos. Las secciones superpuestas son útiles para detectar lesiones más pequeñas que el espesor del corte (véase promedio de volumen, cap. 2).

En general, cuanto más delgado sea el espesor del corte, mejor. Los cortes más delgados generan imágenes con mayores detalles, en especial si se utilizan los datos para la reconstrucción de imágenes en los planos sagital y coronal. Para obtener imágenes del tórax que carezcan de los artefactos que genera el movimiento, lo mejor es obtenerlas conteniendo el aire durante una única respiración. Por esa razón, en algunos pacientes es necesario limitar el tiempo de barrido no más de 20 a 30 segundos. A causa de este límite muchas veces hay un compromiso entre el espesor del corte y la extensión del tórax examinada durante una adquisición helicoidal. Por ejemplo, si el tubo de rayos X puede realizar sólo una revolución por segundo, el radiólogo puede optar por establecer 30 revoluciones utilizando una colimación de 1 mm de espesor y obtener una TC que incluye sólo 3 cm del tórax, o bien decidirse a establecer 30 revoluciones mediante una colimación de 10 mm de espesor para obtener una TC de tórax de 30 cm de largo.

Más recientemente, la TC helicoidal multicorte se ha difundido ampliamente. En lugar de utilizar una única fila de detectores que recibe los fotones de un haz de rayos X, estos equipos usan múltiples filas de detectores que reciben los fotones de una fuente de rayos X en abanico. Esto prácticamente tiene el mismo efecto que si rotaran múltiples haces delgados de rayos X alrededor del paciente al mismo tiempo. Lo anterior permite la adquisición de la imagen de la TC mucho más rápidamente y posibilita que el cilindro de datos cubra un área todavía mayor sin dejar de estar dividido en secciones suficientemente delgadas. Como los equipos de TC con múltiples filas de detectores pueden generar cortes muy delgados en largos segmentos del cuerpo, son particularmente útiles para la obtención de imágenes definidas de los vasos sanguíneos y de las grandes vías aéreas del tórax (véase cap. 12).

La TC de alta resolución del tórax es una excepción al uso ampliamente difundido de la técnica de TC helicoidal. Se utiliza habitualmente para evaluar enfermedades pulmonares difusas. Dado que se investigan pulmones afectados por problemas difusos, los cortes de la TC no son contiguos sino separados por intervalos de 1 a 2 cm.

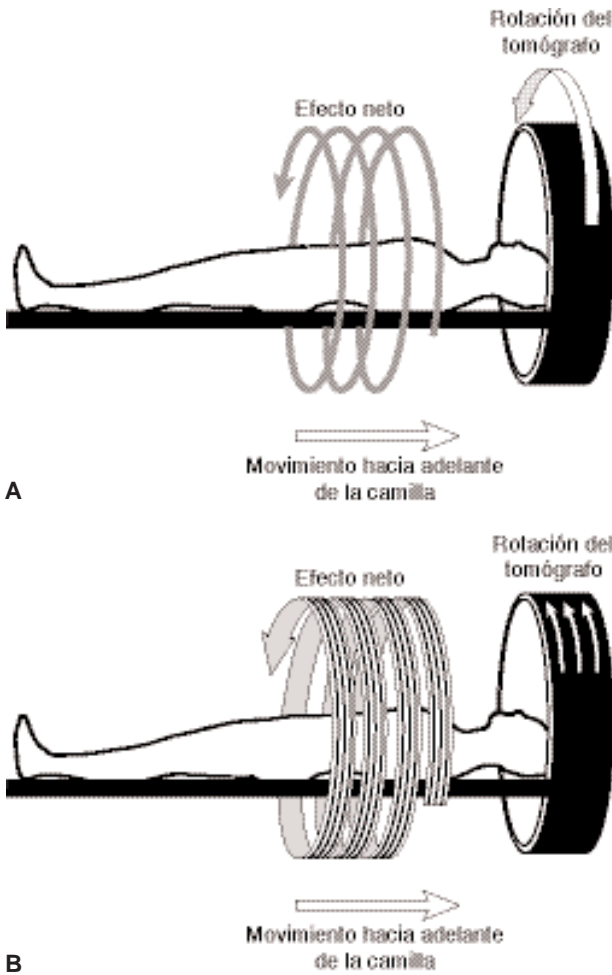


FIGURA 1-17 Esquema del barrido de la tomografía computarizada (TC) helicoidal, con una sola fila de detectores y con múltiples filas de detectores.

A, El tubo de rayos X de la TC se activa continuamente a medida que la camilla con el paciente se desplaza a través del tomógrafo. Durante este proceso los detectores de los rayos X realizan un trayecto helicoidal con relación al paciente, con lo que se requiere un cilindro continuo de datos.

B, TC helicoidal multicorte. El uso de múltiples filas de detectores permite que la imagen de la TC se adquiera con cortes muy delgados sin tornar más lento el proceso.

Para capturar los pequeños detalles anatómicos, se obtienen secciones muy delgadas (de 1 a 1,5 mm) y la información digitalizada de los rayos X se procesa de manera diferente que en las imágenes rutinarias del pulmón. Los programas del ordenador, o algoritmos de reconstrucción utilizados en la TC de alta resolución producen una imagen más ruidosa (granulada) para obtener una mejor resolución espacial (capacidad para ver los objetos más pequeños). Al aceptar este compromiso podemos obtener una visión más detallada de la arquitectura del parénquima pulmonar. Muchas veces los hallazgos de la TC de alta resolución limitan el diagnóstico diferencial de la enfermedad pulmonar difusa a dos o tres posibilidades (p. ej., tuberculosis miliar, micosis miliar o metástasis). El método también puede sugerir si las enfermedades de diagnóstico más

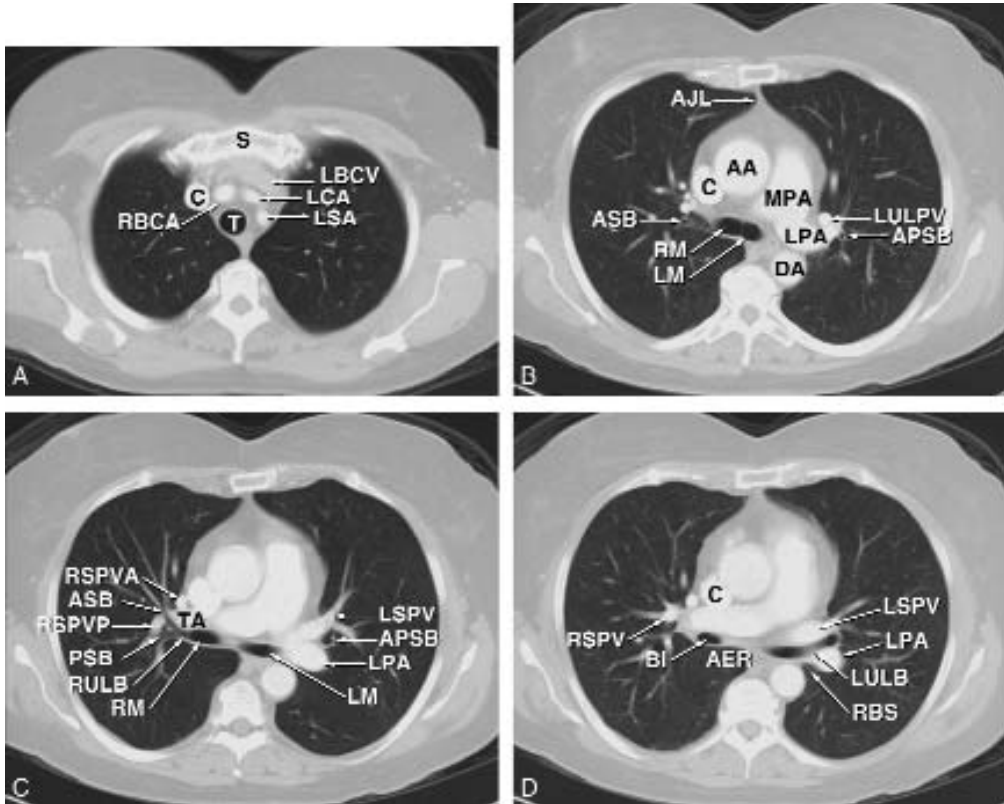
probable pueden confirmarse con una biopsia por punción de pulmón (p. ej., sarcoidosis) o presumiblemente exigirán una biopsia quirúrgica.

La TC de alta resolución también puede ser útil en el diagnóstico de enfermedad parenquimatosa precoz u oculta, en pacientes con síndrome de inmunodeficiencia adquirida o en las etapas tempranas de enfermedades con fibrosis pulmonar como la asbestosis y la neumonitis intersticial (véase cuadro 1-6). Sin embargo, cuando se observa una imagen de TC de alta resolución es importante recordar que el pulmón es explorado mediante cortes muy separados y que no se ven los intervalos entre los cortes. Por lo general se requiere una TC helicoidal convencional para estar seguros de que eventuales nódulos u otros hallazgos importantes no “cayeron entre los cortes”. Con la TC multicorte es posible obtener si-

multáneamente tanto una TC convencional como los delgados cortes de la TC de alta resolución.

Luego de que se adquirieron los datos, las imágenes de la TC son compiladas mediante la asignación de valores numéricos a los diferentes tejidos, basándose en la cantidad de rayos X que absorben. Todos los tejidos tienen números de densidades que se refieren a la densidad electrónica del agua, que arbitrariamente se supone como igual a 0 unidades Hounsfield (UH). Las densi-

dades de otros tejidos se encuentran en un rango que abarca desde $-1\ 000$ UH (aire) hasta $+1\ 000$ UH (hueso compacto). Todas las densidades de los demás tejidos –músculo, grasa, sangre, líquido cefalorraquídeo, etcétera– se encuentran en algún valor intermedio. Un “nivel de ventana” se centra en el número de densidad apropiado para destacar el tejido de interés. Por ejemplo, las ventanas pulmonares (aire) se ajustan entre -350 y -700 UH, mientras que las ventanas mediastí-



IGURA 1-18 Anatomía normal del tórax en una tomografía computarizada (TC) utilizando ventanas pulmonares.

A, Sección por encima del nivel de la carina. C, vena cava superior; LBCV, vena braquiocefálica izquierda; LCA, arteria carótida izquierda; LSA, arteria subclavia izquierda; RBCA, arteria braquiocefálica derecha; S, esternón; T, tráquea. Obsérvese que los vasos se encuentran al lado de la pared izquierda de la tráquea, pero no al lado de la pared derecha. Esta disposición determina que el borde externo de la pared derecha de la tráquea se visualice claramente en la radiografía de tórax.

B, Sección a nivel de la carina. AA, aorta ascendente; DA, aorta descendente; AJL, línea de unión anterior; APSB, bronquio del segmento apicoposterior del lóbulo superior izquierdo; ASB, bronquio del segmento apical del lóbulo superior derecho; C, vena cava superior; LPA, arteria pulmonar izquierda; LULPV, vena pulmonar del lóbulo superior derecho; RM y LM, bronquios principales derecho e izquierdo.

C, Sección 1 a 2 cm por debajo de la carina. Obsérvese en este nivel la buena definición de la anatomía segmentaria del lóbulo superior, particularmente del pulmón derecho. ASB, bronquio del segmento anterior; LM, bronquio principal izquierdo; LPSV, vena pulmonar superior izquierda y arteria del segmento anterior; RSPVP, vena pulmonar posterior y superior derecha; RULB, bronquio del lóbulo superior derecho; TA, tronco anterior.

D, Imagen axial a nivel del bronquio intermedio y de los bronquios del lóbulo superior izquierdo. AJL, línea de unión anterior; BI, bronquio intermedio; LPDA, arteria pulmonar descendente izquierda; LSPV, vena pulmonar superior izquierda. Obsérvese el trayecto horizontal del bronquio principal izquierdo que se dirige lateralmente y se bifurca a nivel del bronquio del lóbulo superior izquierdo (LULB). El pulmón aireado está normalmente presente en el receso acigoesofágico (AER) y adyacente a la estria retrobronquial (RBS).

Continúa

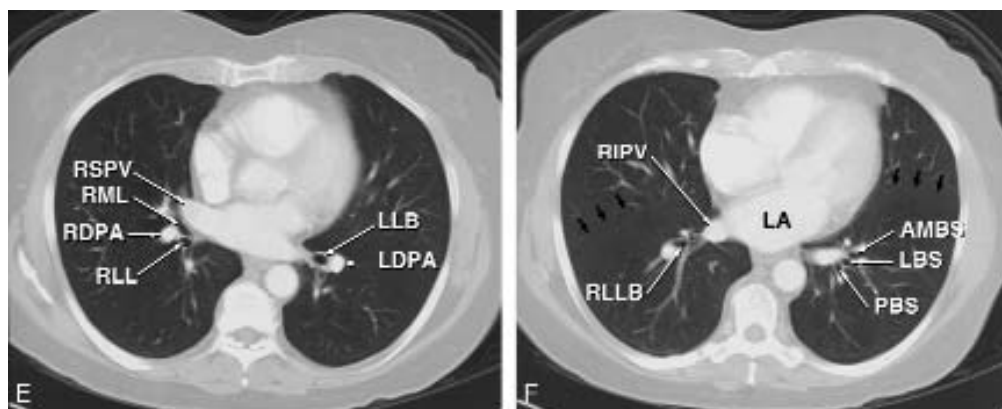


FIGURA 1-18 continuación E, TC axial a nivel de los bronquios del lóbulo medio y del lóbulo inferior. LPDA, arteria pulmonar descendente izquierda; RDPA, arteria pulmonar descendente derecha; RSPV, vena pulmonar superior derecha. Obsérvese la bifurcación del bronquio intermedio en los bronquios del lóbulo inferior (RLLB) y bronquio del lóbulo medio (RML) del pulmón derecho. La lingula (no se muestra en la figura) se origina del bronquio principal izquierdo ligeramente por arriba del nivel de esta sección. F, TC axial a través de los lóbulos inferiores. AMBS, bronquio del segmento basal anteromedial; LA, aurícula izquierda; LBS, bronquio del segmento basal lateral; PBS, bronquio del segmento posterior basal; RIPV, vena pulmonar inferior derecha; RLLB, bronquios del segmento basal del lóbulo inferior derecho.

nicas (tejidos blandos y agua) se establecen desde aproximadamente 0 hasta 50 UH.

El ancho de la ventana determina el rango de densidades tisulares que se representan en la imagen. Todos los tejidos que tienen densidades demasiado altas aparecerán blancos y no podrán distinguirse unos de otros. Todos los tejidos con densidades demasiado pequeñas aparecerán ne-

gros. Por ejemplo, el ancho de las ventanas pulmonares con frecuencia de alrededor de 1 500 UH (750 UH para cada lado del nivel seleccionado). Si el nivel elegido es de -500 UH, todos los tejidos con un número de densidad por encima de 250 UH (-500 +750) aparecerán blancos. Los tejidos por debajo de -1 250 UH (-500 -700) aparecerán negros.

FIGURA 1-19 Anatomía normal del tórax en una tomografía computarizada (TC) utilizando ventanas mediastínicas. La anatomía cardiovascular y mediastínica tiene una buena definición con esta ventana. Se seleccionan los niveles anatómicos clave desde el orificio torácico superior hasta el diafragma.

A, La TC con administración de contraste inmediatamente por encima del vértice pulmonar muestra las venas yugulares derecha e izquierda (RJV; LJV) y las arterias carótidas (CA). La arteria subclavia derecha (RSA) se observa pasando entre los músculos escalenos anterior y medio. La vena subclavia izquierda (LSV) se observa antes de que se una con la vena yugular interna izquierda. El esófago (E) está directamente por detrás de la tráquea. T, tiroides.

B, La TC con administración de contraste muestra la vena braquiocefálica izquierda (LBV) bien opacificada; el medio de contraste se inyectó en el brazo izquierdo. En este nivel se observan la arteria braquiocefálica (BA), la arteria subclavia izquierda (LSA) y la arteria carótida común izquierda (LCA). Hay algunos pocos ganglios linfáticos de aspecto normal en las axilas.

C, TC con administración de contraste de un paciente diferente que el presentado en B, sección inmediatamente por arriba del cayado aórtico. La vena braquiocefálica izquierda (LBV) cruza el mediastino para alcanzar la vena braquiocefálica derecha (RBV) y formar la vena cava superior. También se visualizan la arteria braquiocefálica (BA), la arteria subclavia izquierda, la arteria carótida común izquierda (LCA), la tráquea (T) y el esófago (E). Los tejidos blandos de la pared torácica anterior son asimétricos a causa de una mastectomía previa.

D, Cayado aórtico. TC con administración de contraste a través del cayado aórtico (AA). Otras estructuras que se identifican a este nivel son la vena cava superior (SVC), la tráquea (T) y el esófago (E).

E, TC con administración de contraste intravenoso a nivel de la ventana aortopulmonar. Las estructuras observadas incluyen la aorta ascendente (A) y descendente (D), la vena cava superior (VC) y la vena ácigos. El área por encima de la arteria pulmonar (no se observa en este corte) y por debajo del cayado aórtico es la ventana aortopulmonar (flechas). Esta región normalmente está ocupada por grasa y puede contener ganglios linfáticos pequeños (< 1 cm de diámetro).

F, TC con administración de contraste inmediatamente por debajo de la bifurcación traqueal. Las principales estructuras observadas a este nivel son el tronco pulmonar (MPA), la arteria pulmonar izquierda (LPA), la aorta ascendente (A), la aorta descendente (D) y la vena pulmonar superior izquierda (LSPV). Hay un artefacto lineal causado por la vena cava superior debido a la alta concentración de material de contraste yodado dentro de ella.

El rango de absorción de los rayos X es más amplio en el tórax que en cualquier otra área del cuerpo. Esto es así porque las densidades de los tejidos en el tórax abarcan desde las muy próximas al aire en los pulmones hasta el hueso en las vértebras. Este rango de densidades no puede presentarse de manera adecuada en una sola imagen. Por esa razón, las TC de tórax se observan por lo menos con dos niveles y ventanas diferentes (una optimizada para el pulmón y la otra para el mediastino). En casos especiales agregamos una tercera imagen optimizada para evaluar el hueso. Estas imágenes se crean todas con la misma ex-

posición a los rayos X. La diferente apariencia de cada una se produce modificando la manera en la que el ordenador presenta los datos originales. Si las imágenes de la TC se observan en un monitor electrónico y no en una placa radiográfica, los datos pueden examinarse realmente con un número infinito de configuraciones.

Las ventanas pulmonares normales que muestran los bronquios segmentarios, las arterias, las cisuras y el parénquima pulmonar periférico en los niveles anatómicos clave se muestran en la figura 1-18. El ajuste de la ventana pulmonar se utiliza principalmente para evaluar la enferme-

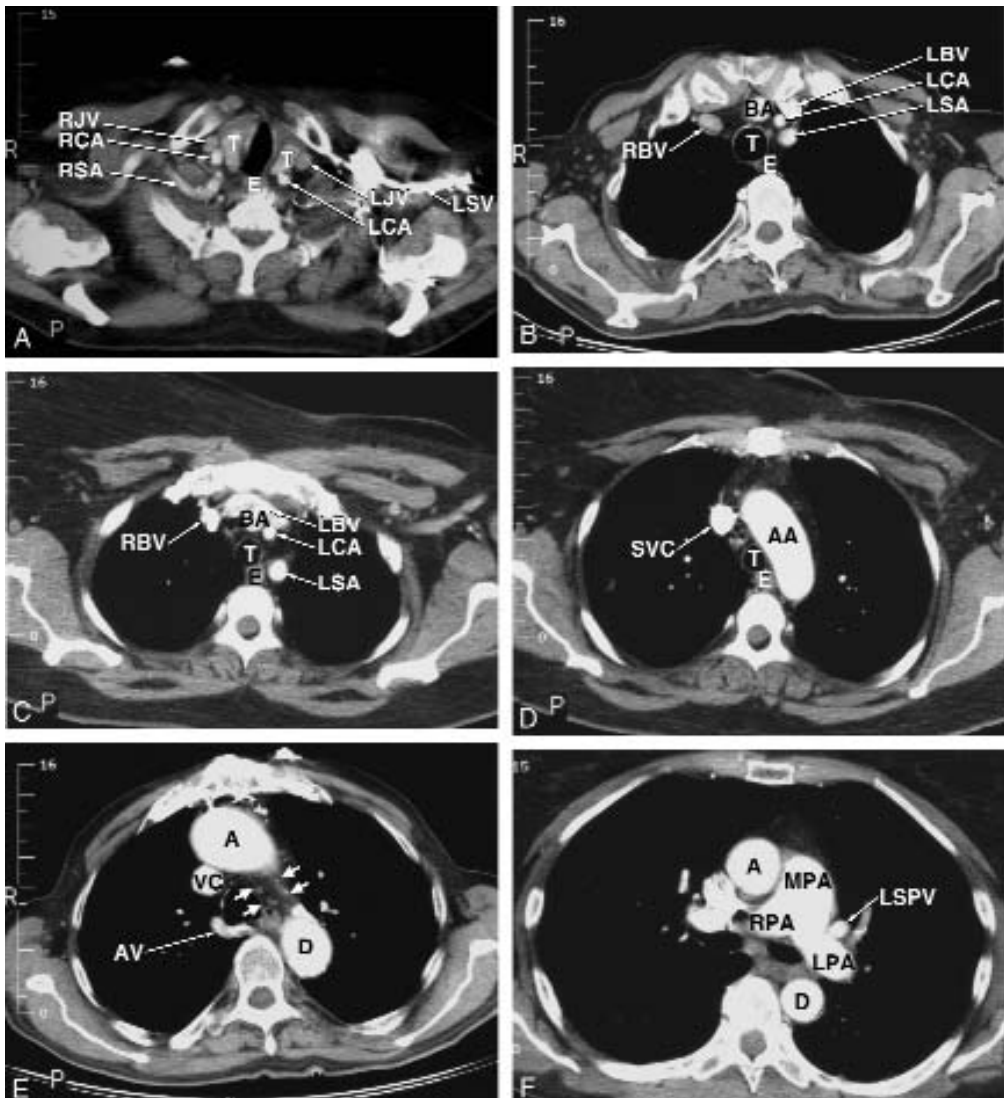


FIGURA 1-19 Véase epígrafe en la página anterior.

Continúa

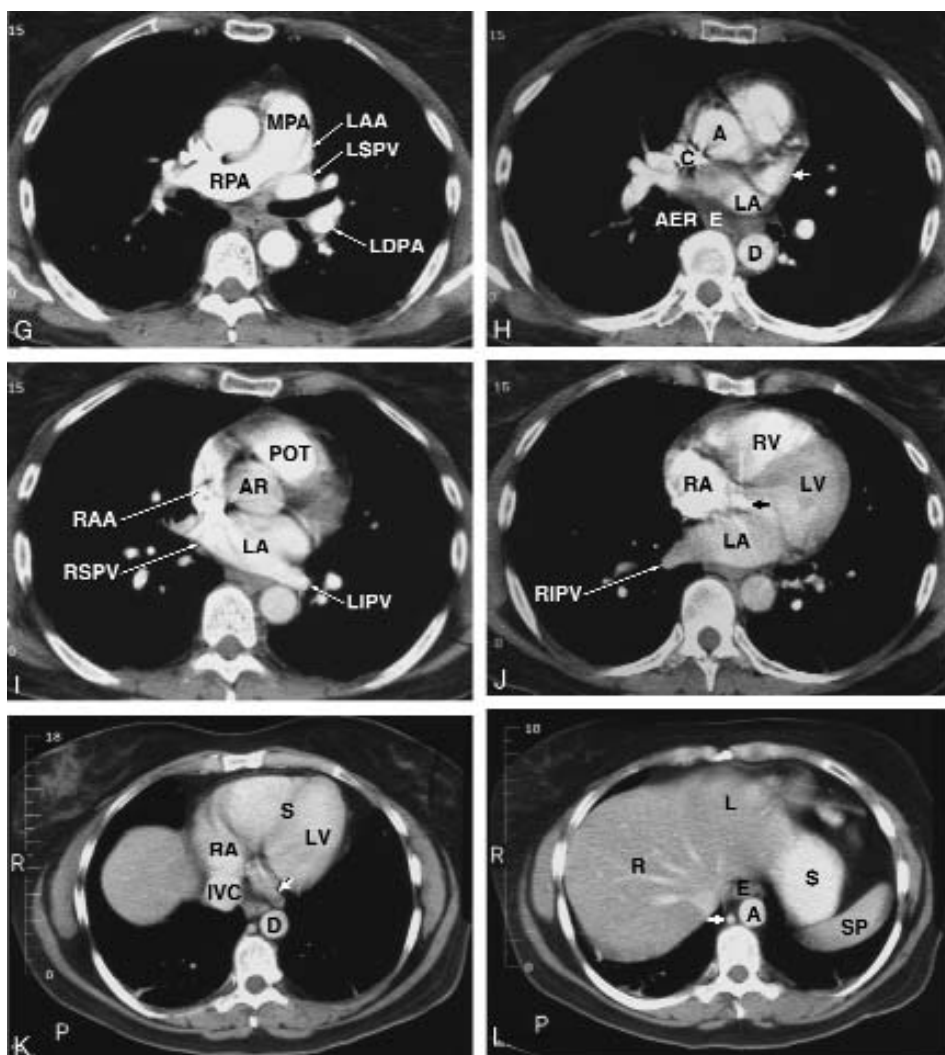


FIGURA 1-19 continuación: **G**, La TC con administración de contraste ligeramente más abajo que en F muestra el tronco pulmonar (MPA) y la arteria pulmonar derecha (RPA). La arteria pulmonar descendente izquierda (LDPA) se observa detrás del bronquio del lóbulo superior izquierdo. La vena pulmonar superior izquierda (LSPV) se observa nuevamente, e inmediatamente enfrente de ella se encuentra la orejuela de la aurícula izquierda (LAA). **H**, TC con administración de contraste ligeramente más abajo que en G. Se distinguen claramente la aorta ascendente (A), la vena cava superior (C), la aorta descendente (D) y el esófago (E). Son visibles la aurícula izquierda (LA) y la orejuela de la aurícula izquierda (*flecha*). Adyacente al esófago, el receso acigoesofágico (AER) es cóncavo, lo que es normal. **I**, La aurícula izquierda (LA) es la cavidad cardíaca más alta y más posterior, que se observa aquí al recibir las venas pulmonares inferior izquierda (LIPV) y superior derecha (RSPV). También se observa el cuerpo de la aurícula izquierda y la orejuela de la aurícula derecha (RAA), la raíz de la aorta (AR) y el tracto de salida del tronco pulmonar (POT). **J**, TC con administración de contraste que muestra porciones de las cuatro cavidades cardíacas: aurícula izquierda (LA), aurícula derecha (RA), ventrículo izquierdo (LV) y ventrículo derecho (RV). Se ve una pequeña porción de la raíz aórtica (*flecha*). También se ve la vena pulmonar inferior derecha (RIPV). **K**, TC con administración de contraste a nivel del seno coronario. El seno coronario (*flecha*) se observa por detrás del ventrículo izquierdo (LV) y medial a la aurícula derecha (RA) y vena cava inferior (IVC). La aorta descendente (D), el ventrículo izquierdo (LV) y el tabique interventricular (S) también se ven claramente. **L**, TC sin administración de contraste a nivel de las venas hepáticas. En este nivel se observan segmentos del lóbulo derecho (R) y del lóbulo izquierdo (L) del hígado, el estómago (S), el bazo (SP) y el esófago (E). La vena cava inferior y porciones de las venas hepáticas se observan en el margen superior del hígado. También se ven la aorta descendente (A) y la vena ácigos (*flecha*).

dad pulmonar parenquimatosa y la anatomía traqueobronquial: las estructuras mediastínicas y la caja torácica aparecen prácticamente blancas con esta configuración particular. Las ventanas mediastínicas definen mejor la vena cava superior, los grandes vasos, los hilios, la pleura y las estructuras de los tejidos blandos circundantes. El esófago se observa en general inmediatamente por delante y a la izquierda de la columna vertebral dorsal, y las cavidades cardíacas están a veces bien definidas. También se visualizan con nitidez los gan-

glios linfáticos anormales que se originan en una enfermedad metastásica, como los del área paratraqueal (véase cap. 12). En la figura 1-19 se muestran imágenes características del mediastino.

La evaluación rutinaria del tórax con la TC es factible con administración intravenosa de medios de contraste o sin ella. El contraste intravenoso es esencial para el diagnóstico de émbolos pulmonares y el estudio de la enfermedad aórtica, como por ejemplo la disección. La TC con contraste intravenoso es con frecuencia útil para

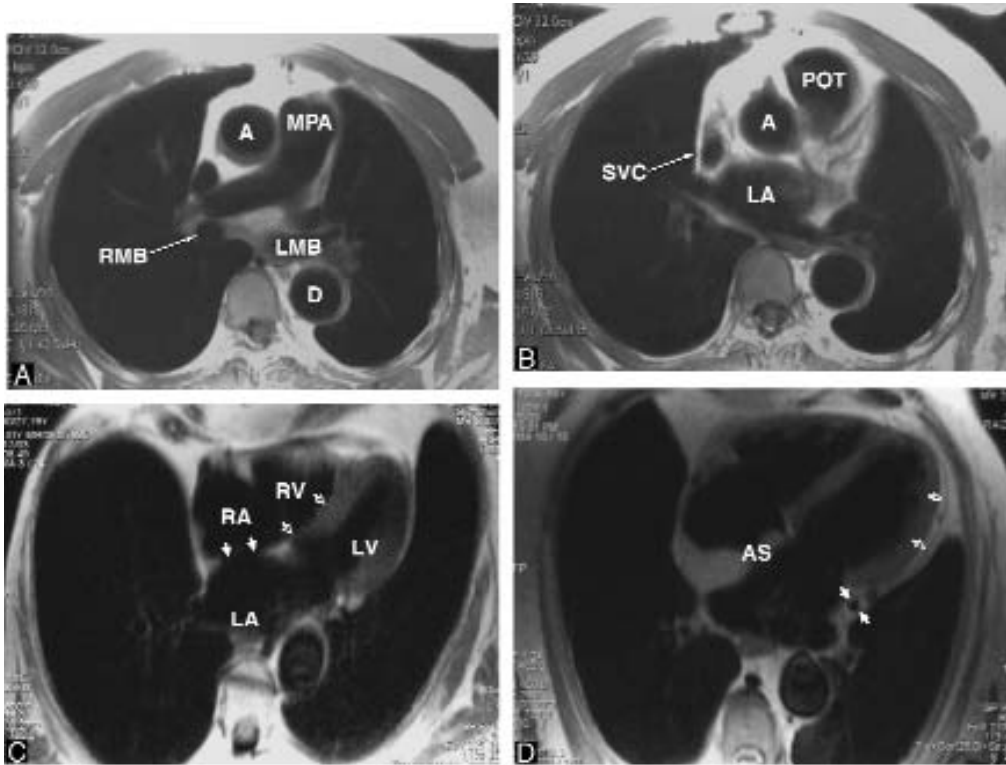


FIGURA 1-20 Resonancia magnética del tórax y del corazón. Éstas son imágenes de “sangre negra” en las que la sangre que fluye aparece de color negro. Esto puede obtenerse mediante una técnica eco de espín ponderada en T1 o con una técnica eco de espín rápido de disparo único, con un pulso de inversión doble. Al utilizar cualquiera de estas secuencias la grasa es blanca (señal aumentada), la sangre, el aire y el calcio son negros (sin señal) y los músculos y las fascias son grises (señal intermedia). Las imágenes se obtuvieron sincronizadas con el ciclo cardíaco (gatilladas) para “congelar” el movimiento del corazón y permitir una medición más precisa del tamaño de las cavidades y del espesor de la pared que con la TC convencional (realizada sin gatillado cardíaco).

A, Imagen axial inmediatamente por encima del nivel del cayado aórtico. A, aorta ascendente; D, aorta descendente; LMB, bronquio principal izquierdo; MPA, tronco de la arteria pulmonar; RMB, bronquio principal derecho. Obsérvese que tanto los vasos sanguíneos como los bronquios aparecen negros (ausencia de señal).

B, Imagen axial a nivel de la raíz aórtica que muestra la raíz aórtica (A), el tracto de salida de la arteria pulmonar (POT), la aurícula izquierda (LA), y la vena cava superior (SVC).

C, A nivel de los ventrículos: ventrículo derecho (RV), ventrículo izquierdo (LV), aurícula derecha (RA), aurícula izquierda (LA) y tabique interventricular (*flechas abiertas*). Obsérvese que el tabique interauricular es tan delgado que es imperceptible (*flechas sólidas*).

D, A nivel de los ventrículos en un paciente diferente al de C. El tabique interauricular está infiltrado con grasa (lo que se denomina hipertrofia lipomatosa, un hallazgo sin importancia clínica). La porción del tabique sin grasa es la fosa oval. La gran vena cardíaca (*flechas sólidas*) y el pericardio (*flechas abiertas*) aparecen sin señal y con baja señal (oscuro), respectivamente.

Continúa

evaluar posibles masas mediastínicas o hiliares, así también eventuales empiemas. El contraste intravenoso en general *no* es necesario para la evaluación de un nódulo pulmonar, la detección de enfermedad pulmonar metastásica o la evaluación de una enfermedad pulmonar difusa.

Resonancia magnética

El papel de la RM en la evaluación de la enfermedad pulmonar cambia con el del progreso de la

tecnología. Las imágenes por RM se derivan mediante un ordenador de las interacciones entre intensos gradientes magnéticos y múltiples pulsos de energía de radiofrecuencia. En el pasado la utilidad de la RM estaba limitada por el tiempo requerido para realizar el estudio, a menudo varios minutos para adquirir cada conjunto de imágenes. Esto es particularmente problemático en el tórax, donde existe una gran movilidad respiratoria y cardíaca durante el tiempo necesario para recolectar los datos que generan las imágenes.

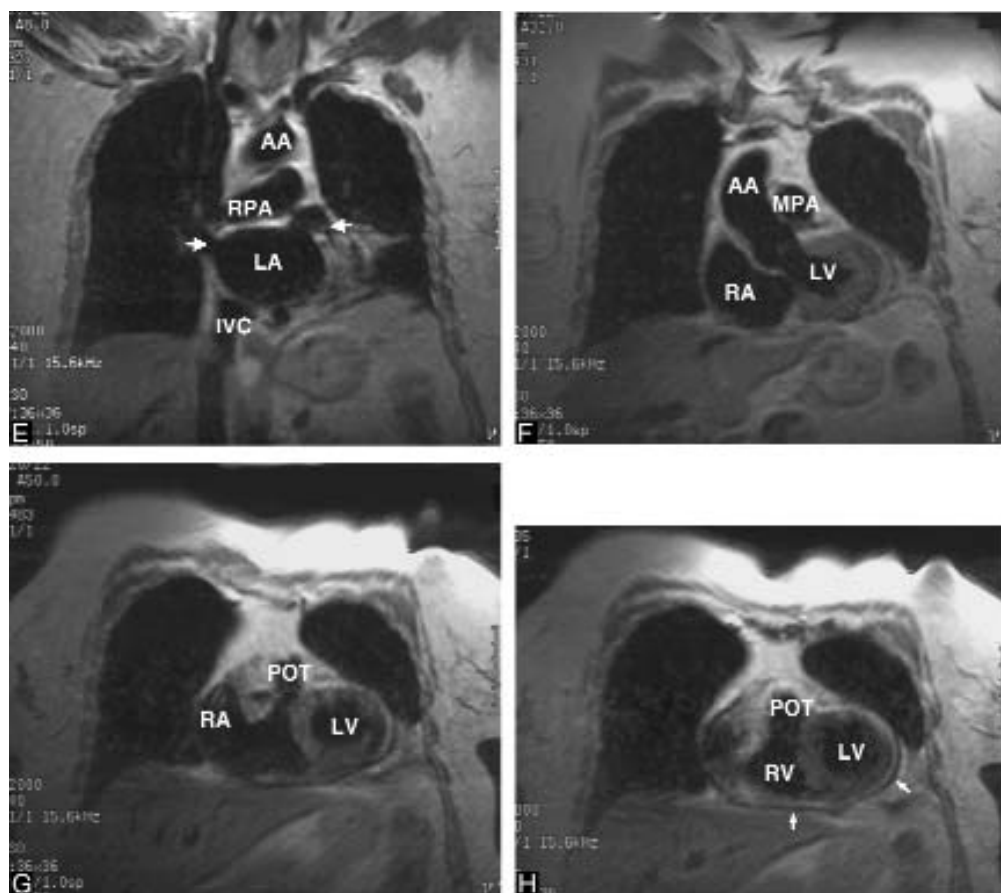


FIGURA 1-20 continuación: E hasta G, Imágenes coronales obtenidas desde los planos posteriores hacia los anteriores.

E, Imagen coronal en el plano de la aurícula izquierda (LA), cayado aórtico (AA), arteria pulmonar derecha (RPA), y una porción pequeña de la vena cava inferior (IVC). Obsérvense las venas pulmonares superiores entrando en la aurícula (*flechas*).

F, Un corte coronal ligeramente anterior a E muestra la aurícula derecha (RA), la aorta ascendente (AA), el ventrículo izquierdo (LV) y el tronco de la arteria pulmonar (MPA).

G, Un corte coronal anterior a F muestra la aurícula derecha (RA), una porción del tracto de salida de la arteria pulmonar (POT) y el ventrículo izquierdo (LV).

H, La imagen coronal inmediatamente por detrás del esternón muestra la cavidad del ventrículo derecho (RV), el infundíbulo del ventrículo derecho o tracto de salida de la arteria pulmonar (POT), y el ventrículo izquierdo (LV). Se observa nitidamente el pericardio (*flechas*) con baja intensidad de la señal. Obsérvense que el ventrículo derecho no constituye ningún segmento de los bordes cardíacos derecho o izquierdo.

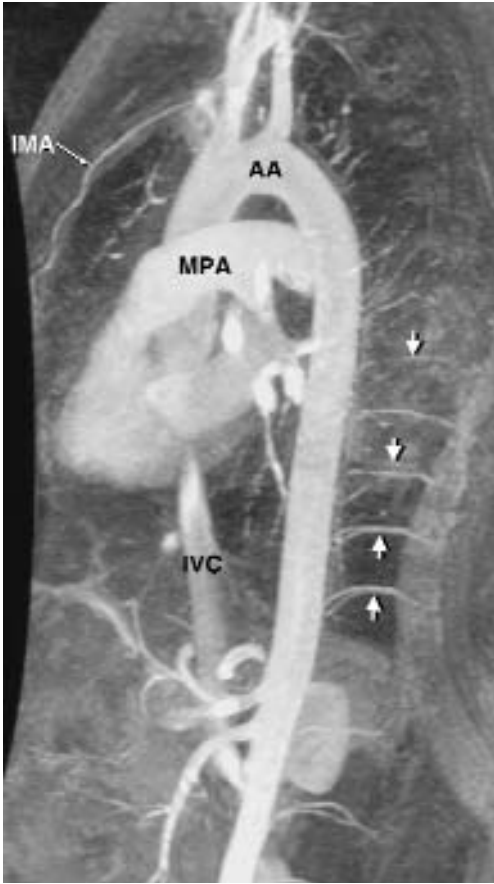


FIGURA 1-21 Angiograma por resonancia magnética (angiorresonancia), creado utilizando imágenes eco del gradiente rápido luego de la administración de gadolinio intravenoso. Se observan la aorta torácica completa y la porción superior de la aorta abdominal, así como la vena cava inferior (IVC), el tronco de la arteria pulmonar (MPA), el cayado aórtico (AA), la arteria mamaria interna (IMA) y las arterias intercostales (flechas).

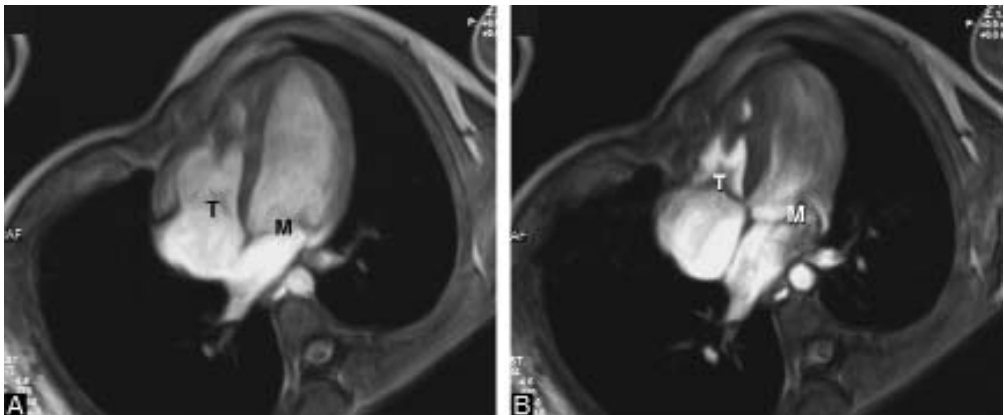


FIGURA 1-22 Imágenes eco del gradiente del corazón en las que la sangre tiene alta intensidad de señal (blanca). Estas imágenes se obtienen habitualmente en un sitio anatómico sumando múltiples fases del ciclo cardíaco.

A, Imagen axial oblicua del corazón. La imagen está angulada hacia afuera del plano horizontal para mostrar mejor las cuatro cavidades cardíacas. Esta imagen se obtuvo durante la diástole y las válvulas tricúspide (T) y mitral (M) están abiertas.

B, Imagen axial oblicua del corazón en el mismo sitio que en la imagen A. Este imagen se obtuvo durante la sístole. Tanto la válvula tricúspide (T) como la mitral (M) están cerradas.

CUADRO 1-7**Trastornos torácicos en los que es preferible la resonancia magnética antes que la tomografía computarizada**

Evaluación de anomalías vasculares en el mediastino en pacientes que no pueden recibir un agente de contraste intravenoso

Evaluación de la coartación aórtica, disecciones crónicas*

Evaluación de los tumores de Pancoast y tumores con sospecha de invasión de la pared torácica

Diagnóstico por la imagen del corazón (excepto cuando la detección de calcificaciones es importante)*

* La TC multicorte puede ser comparable a la TC convencional en muchas indicaciones cardiovasculares, excepto en los casos en que la exposición a la radiación sea una preocupación importante (niños y adultos jóvenes).

Las técnicas de RM hacen tiempo establecidas compensaban el movimiento respiratorio al monitorizar la respiración del paciente y sincronizar de varias maneras la adquisición de las imágenes con el ciclo respiratorio. Las técnicas de RM más recientes permiten obtener imágenes del tórax tan rápidamente que permiten completarlas durante una sola respiración. Estas técnicas han mejorado en forma marcada la capacidad de la RM para estudiar el corazón y los grandes vasos, en particular la aorta torácica (figs. 1-20 y 1-21). Las adquisiciones más rápidas y los métodos mejorados para sincronizar la adquisición de la imagen con el electrocardiograma del paciente (gatillado cardíaco) pueden utilizarse para registrar imágenes seriadas del corazón a lo largo del ciclo cardíaco (fig. 1-22). Gracias a estos avances es posible, mediante un equipamiento actualizado de RM, realizar un exhaustivo examen cardíaco, para determinar la motilidad parietal, la isquemia miocárdica, el flujo de sangre arterial y la función valvular.

Todavía existen limitaciones para las aplicaciones de la RM en el tórax. La resolución espacial de la RM en el tórax aún es inferior a la resolución de la TC, y la elevada intensidad del campo magnético necesario para la RM tam-

bién constituye un problema cuando los pacientes requieren sostén vital o una monitorización fisiológica compleja. Los exámenes de RM también llevan todavía mucho más tiempo que la TC helicoidal del tórax, en particular si se utilizan equipos con múltiples filas de detectores.

Existe consenso de que los pacientes que requieren una evaluación adicional luego de la radiografía de tórax deben ser estudiados con una TC torácica. En ese momento la RM debe utilizarse como una modalidad secundaria de diagnóstico por la imagen en los pacientes que tienen hallazgos no concluyentes en la TC o en los que se requiere alguna información específica, como por ejemplo la evaluación de invasión tumoral de la caja torácica (cuadro 1-7). Tanto la RM como la TC helicoidal con múltiples filas de detectores son muy eficaces en el diagnóstico del corazón y el sistema vascular. La capacidad de la RM para evaluar el sistema cardiovascular sin medios de contraste nefrotóxicos o radiación ionizante se contrapone con la mayor velocidad y facilidad de la TC helicoidal con múltiples filas de detectores. La elección de la modalidad varía entre las instituciones y muchas veces se adapta a cada paciente en particular.

Perlas clínicas: conceptos básicos

1. Una sola placa de tórax es como un examen físico sin anamnesis. Siempre que sea posible, deben obtenerse dos proyecciones (p. ej., PA y lateral). Esto también tiene validez para las proyecciones en decúbito, incluso si se sospecha sólo una patología unilateral.
2. Si está interesado en el estado del volumen de su paciente, la radiografía portátil debe obtenerse en posición vertical (de pie o sentado).
3. Las sombras hiliares son difíciles de evaluar, pero contienen importante información. Bríndese la oportunidad de analizarlas adecuadamente sin basarse sólo en la proyección frontal. Aprenda la anatomía del hilio en la proyección lateral.
4. Tanto los signos de la suma como el de la silueta pueden contribuir a confirmar la presencia de una opacidad anormal en el tórax. La pérdida de la silueta del hemidiafragma izquierdo (causada por una atelectasia del lóbulo inferior izquierdo) es el ejemplo más frecuente y se observa diariamente en las unidades de cuidados intensivos.
5. Para observar en sus detalles más finos las pequeñas estructuras aisladas, como pequeños nódulos pulmonares, la TC debe realizarse utilizando cortes delgados y contiguos. Esto *no* se denomina TC de alta resolución. Esta última técnica se utiliza por lo general para examinar un proceso difuso del pulmón y consiste en cortes de pequeño espesor que están ampliamente separados a lo largo del parénquima pulmonar.
6. Tanto la TC helicoidal como la RM pueden producir excelentes imágenes de la vasculatura del tórax. Excepto para el estudio de las arterias coronarias, la angiografía diagnóstica del tórax es (casi) un anacronismo.