

Nuevas fronteras en el diagnóstico por imagen en neumología

M.L. Domingo y M.A. De Gregorio*

Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital Universitario Dr. Peset. Valencia. *Departamento de Radiología. Universidad de Zaragoza.

Introducción

Desde el descubrimiento de los rayos X por Roentgen en 1895 se han producido una serie de avances en el campo tecnológico que han revolucionado los procedimientos de imagen. Sin embargo, en relación con el estudio del tórax y más concretamente de la patología pulmonar, por especiales circunstancias clínicas y técnicas pueden resultar de rabiosa actualidad las palabras del viejo profesor de radiología de UCLA (EE.UU.) Leo Rigler, quien en 1959 escribía: "para los radiólogos de mi generación, a menudo confundidos y abrumados por el revoltijo de nuevas técnicas y de complicados procedimientos, puede resultar confortante descubrir otra vez la cantidad de información que puede extraerse de las radiografías convencionales"¹. El diagnóstico radiológico en todas sus áreas de trabajo ha experimentado una evolución paralela a los avances tecnológicos. La incorporación de dichos avances ha revolucionado el diagnóstico por imagen. De esta forma, cada día conocemos y tratamos más eficazmente las enfermedades. Estas mejoras también han alcanzado al nivel neumológico: hemos mejorado la estadificación del cáncer de pulmón, utilizamos procedimientos más refinados en el diagnóstico del tromboembolismo pulmonar, hemos aprendido muchas cosas acerca del trasplante pulmonar y sus complicaciones. Las técnicas intervencionistas, utilizando como guía imágenes radiológicas, ecográficas o de resonancia magnética han aumentado el espectro de actuación en el campo del diagnóstico neumológico. Con relativamente poco riesgo podemos diagnosticar, mediante punción con aguja fina, lesiones situadas en la profundidad del tórax. Las técnicas angiográficas todavía tienen un papel importante en el campo del diagnóstico de la patología arterial sistémica y pulmonar y en ocasiones son imprescindibles, como paso previo al tratamiento quirúrgico o percutáneo.

La radiografía simple de tórax ha mejorado con la aparición de nuevas películas y hemos asistido a la apa-

rición de la radiología digital. La tomografía computarizada (TC) ha mejorado con las técnicas de alta resolución, especialmente en el estudio de la enfermedad difusa pulmonar y con los equipos de adquisición rápida como la TC helicoidal y la TC de haz electrónico. La RM está encontrando su ubicación en el estudio del tórax, y la tomografía por emisión de positrones (PET) atrae nuestra atención como una técnica de imagen con posibilidades todavía no concretadas.

Es necesario, por tanto, que con tantos y tan variados procedimientos de imagen disponibles en la actualidad necesitemos precisar el papel de cada uno de ellos, determinando en cuáles, a nuestro pesar, no se puede definir todavía su papel. Analizaremos de forma pormenorizada las técnicas más importantes actualmente disponibles y sus perspectivas futuras, con el objeto que puedan servir de ayuda en la práctica clínica diaria.

De la radiografía convencional a la radiografía digital de tórax

Radiografía convencional

La radiografía de tórax es la exploración más común en un servicio de radiología, constituyendo el 40% de todas las exploraciones, aproximadamente.

La dificultad que presenta obtener una radiografía de tórax de calidad óptima deriva de la complejidad anatómica torácica y de la variedad de procesos patológicos que acontecen en el tórax.

La radiografía convencional de tórax es sencilla, de bajo coste y de buena sensibilidad y resolución espacial. Sin embargo, tiene limitaciones para conseguir un adecuado contraste en el parénquima pulmonar y en el mediastino, al mismo tiempo. Una exposición que puede resultar suficiente para interpretar detalladamente los pulmones, a veces, es inadecuada para interpretar el mediastino y área retrocardíaca. Las nuevas películas para radiografías de tórax tratan de corregir este problema.

Hay dos sistemas de nuevas películas para tórax: *a)* películas asimétricas conocidas por InSight, introducidas por Kodak en 1990, y *b)* radiografía con sistema equalizador del haz de rayos X, conocido como sistema AMBER, introducido en 1986 por Industrias Ópticas Odelft.

Correspondencia: Dr. M.A. de Gregorio Ariza.
Departamento de Radiología. Facultad de Medicina.
Domingo Miral, s/n. 50009 Zaragoza.

Recibido: 26-10-98; aceptado para su publicación: 3-11-98.

(Arch Bronconeumol 1999; 35: 233-241)

El sistema InSight utiliza distintas películas y diferentes emulsiones, así como diferente colocación respecto a las películas convencionales. Este sistema crea dos imágenes independientes, una encaminada a ver con detalle los pulmones y otra para ver bien el mediastino, área retrocardíaca y retrodiafragmática. Estas dos imágenes se superponen obteniendo una sola imagen final, la ventaja reside en la mejor visión de pequeños detalles del parénquima pulmonar unida a una óptima visión en zonas retrocardíacas y diafragmáticas y en el mediastino, siendo mejores que las radiografías convencionales. Como desventaja de este sistema se señala su coste ligeramente más elevado (10%) que las radiografías convencionales.

Ultra-Vision (de laboratorios Dupont) es otro sistema que utiliza emulsiones simétricas pero en disposición opuesta al sistema InSight, con una calidad parecida.

El sistema AMBER está basado en la múltiple ecualización del haz de rayos X, utilizando un sistema de retroalimentación para modular el haz de rayos X mediante un sistema de detectores que chequean al paciente variando la intensidad de cada haz para las zonas más opacas, como por ejemplo el mediastino, y más radiolucientes, como el pulmón. Entre sus ventajas se encuentran la mejor visualización del mediastino, del ápex pulmonar en la radiografía lateral y la mejor definición de los nódulos situados en áreas retrocardíaca y retrodiafragmática.

Los inconvenientes son el menor contraste general, comparando con los sistemas convencionales, haciéndose notar una disminución del contraste entre el pulmón normal y pulmón con consolidación parenquimatosa². También producen la aparición de un halo negro alrededor del corazón que puede simular neumomediastino o neumotórax paramediastínico. Por último, otro inconveniente es una mayor dosis de irradiación que en las películas convencionales y sistema InSight. Estos inconvenientes, *a priori*, a pesar de las mejoras mencionadas, difícilmente van a justificar su uso.

Radiografía digital

La radiografía simple de tórax permanece como la forma más tradicional del estudio por imagen de la patología pulmonar, aunque se prevén cambios profundos en las técnicas de estudio en la imagen torácica. El desarrollo de la tecnología de los ordenadores con expansión de sus posibilidades y la disminución de los costes económicos nos están trasladando del sistema analógico al digital.

En 1980 se comercializan los fósforos fotostimulables permitiendo la grabación de imágenes torácicas como un conjunto de datos digitales, que se pueden convertir en imágenes representadas sobre una película, ser enviados lejos a una estación de trabajo o ser almacenadas en forma digital. Estas imágenes inicialmente proporcionaban poca calidad y sólo era aplicable a las radiografías de pacientes encamados, particularmente en unidades de cuidados intensivos. Los avances tecnológicos han permitido utilizar detectores cada vez más eficaces, como los de selenio amorfo, que junto con los lectores láser han mejorado la imagen digital, siendo comparable actualmente a la mejor imagen analógica.

La imagen digital proporciona fácil almacenamiento, transmisión, y sobre todo la manipulación de la misma, facilitando un análisis más preciso. Así, es posible oscurecer estructuras como las costillas para ver y analizar mejor los pulmones.

Las imágenes digitales han permitido el diagnóstico asistido por ordenador, empleando sistemas expertos, árboles de decisión y redes neuronales, como en el caso del diagnóstico del nódulo pulmonar solitario³. En el futuro, las imágenes de tórax podrán ser estudiadas y analizadas por ordenador y posteriormente el radiólogo podrá evaluar las zonas sospechosas.

Tomografía computarizada helicoidal (TCH)

La tomografía computarizada helicoidal o de adquisición continua volumétrica ha supuesto un gran avance en la detección y caracterización de la patología torácica. Sus ventajas son inherentes a la naturaleza de la técnica, ya que se produce una continua adquisición de datos mientras el paciente se desplaza, en la mesa, a través del aro metálico con el tubo de rayos X o *gantry*, que gira continuamente.

Las principales ventajas son la disminución del tiempo de examen, por la capacidad de adquirir la totalidad del volumen pulmonar en una sola inspiración mantenida. La rápida adquisición de las imágenes produce una óptima opacificación vascular al inyectar contraste intravenoso, permitiendo estudios angiográficos. Otra ventaja que nos ofrece es la de poder realizar reconstrucciones multiplanares y en tres dimensiones (3D) mediante la manipulación digital de las imágenes con un ordenador en una estación de trabajo.

La TCH tiene múltiples aplicaciones clínicas en el estudio del tórax, algunas de ellas todavía por explorar. Se comentan las más importantes:

Nódulos pulmonares

Una de las principales aportaciones de la TCH, a juicio de muchos autores, es la detección de los nódulos pulmonares. Al adquirir la totalidad del volumen pulmonar en una sola inspiración mantenida, se pueden detectar los pequeños nódulos que las variaciones de profundidad de la respiración hacía en ocasiones desaparecer en la TC convencional (TCC), sobre todo en las zonas de mayor movilidad respiratoria, como son las próximas al diafragma. Por otro lado, la posibilidad de elegir el intervalo de reconstrucción, incluso de forma retrospectiva, efectuando un solapamiento de las imágenes, sin tener que volver a irradiar al paciente, mejora el contraste y la resolución espacial al disminuir el artefacto de volumen parcial. Estos dos factores hacen que la TCH sea superior a la TCC en la detección de nódulos pulmonares^{4,5}.

Caracterización del nódulo pulmonar solitario (NPS)

Para efectuar la densitometría del NPS, es preciso realizar secciones contiguas sobre el centro del nódulo siendo evidente la mejora que, a este respecto, proporciona la TCH sobre la TCC. Al adquirir los datos en una

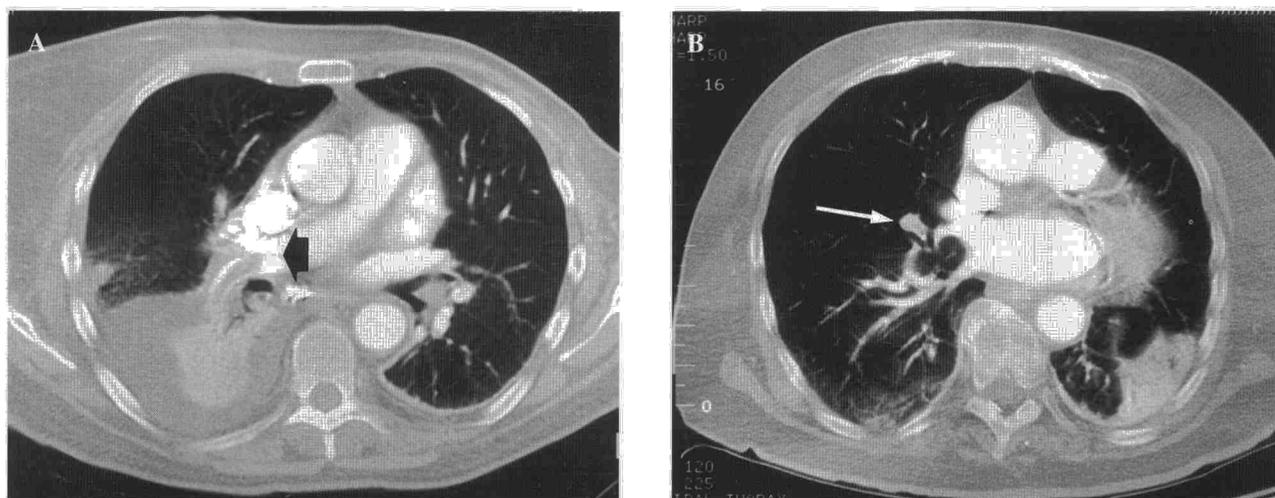


Fig. 1. TC angiografía de arterias pulmonares. A: observar el defecto de repleción parcialmente oclusivo originado por un trombo en arteria lobar inferior derecha (flecha gruesa) que no es completo y deja pasar al contraste. Hay asociados cambios parenquimatosos en forma de colapso y derrame pleural. B: infarto hemorrágico pulmonar en el lóbulo inferior izquierdo que se manifiesta con una consolidación triangular de asiento pleural. Trombo en arteria segmentaria 4D (flecha).

sola inspiración mantenida, se puede estar seguro que al menos varias secciones estarán situadas en el centro de la lesión. Esto es importante, ya que los movimientos respiratorios entre cortes pueden dar lugar a estimaciones erróneas de la densidad, debido al efecto de volumen parcial.

Recientemente, se han descrito técnicas basadas en el realce de contraste de los nódulos, en relación estrecha con el grado de vascularización de los mismos, siendo la perfusión rápida y marcada un signo indicativo de malignidad. Los trabajos publicados^{6,7} a este respecto coinciden en que los NPS malignos captan contraste realizando su densidad por encima de 20 unidades Hounsfield respecto a su densidad de base, previa a la inyección de contraste. No hay duda de la importancia de estos trabajos en de la valoración de los nódulos pulmonares, en los que la TCH tendría un papel muy importante. No obstante, falta un estudio prospectivo, bien diseñado y amplio que ratifique estos resultados.

TCH en el estudio de la vía aérea

Aunque el diagnóstico de las lesiones malignas y benignas del árbol traqueobronquial, así como su extensión extraluminal, mediastínica y adenopática, se realiza con imágenes axiales, la extensión craneocaudal y la mejor comprensión anatómica se obtiene con técnicas de reconstrucción multiplanar (MPR) y en 3D. Estas últimas han generado gran entusiasmo con muchas publicaciones en la bibliografía sobre sus potenciales usos.

Se sabe que una estenosis moderada de la vía aérea, sin cambio brusco de calibre entre la zona estenótica y no estenótica, puede infravalorarse en planos axiales, por problemas de percepción visual. Aunque no existen diferencias con significación estadística respecto a la determinación del grado y longitud de la estenosis⁸ en estas cuatro modalidades de representación. Cuando se estudia una estenosis, los planos axiales y las propor-

cionan una información más precisa que las reconstrucciones en 3D SSD (representación volumétrica en superficie) y 3D MIP (mínima intensidad de proyección).

También las MPR y 3D son superiores en identificar el aire extraluminal y la compleja anatomía de las vías aéreas en casos de fistulas, en casos de reorientación del árbol bronquial después de cirugía y en los síndromes pospneumectomía.

Recientemente, se ha desarrollado la endoscopia virtual (EV). La adquisición de las imágenes con TCH, en estos casos, está orientada a representar la pared interna y la luz bronquial. La EV puede contribuir a facilitar la comprensión de la anatomía bronquial normal, cuando ésta es compleja después de la cirugía y en malformaciones congénitas del árbol bronquial, donde la broncoscopia puede tener limitaciones. También podemos visualizar con EV la zona distal a una estenosis infranqueable por broncoscopia. De cualquier forma, es posible que la EV nunca reemplace a la broncoscopia, que, en nuestra opinión, sigue siendo la técnica de referencia ya que permite analizar las alteraciones mucosas y, además y sobre todo, obtiene muestras histológicas y microbiológicas cuando es necesario.

Todavía se tardará un tiempo en establecer las indicaciones de estas técnicas de reconstrucción, incluida la broncoscopia virtual, y se requerirá siempre comparar con métodos tradicionales, como la TC en planos axiales y la broncoscopia convencional para valorar su utilidad.

Embolismo pulmonar

En 1992 aparecen los primeros equipos de TC rápidos como la TC *electron-beam* y la TC helicoidal. Una de las primeras aplicaciones clínicas fue el estudio del embolismo pulmonar. Debido a la rapidez de adquisición de las imágenes se pueden efectuar estudios angiográficos cuando inyectamos a gran velocidad contraste intravenoso, visualizando el árbol vascular pulmonar.

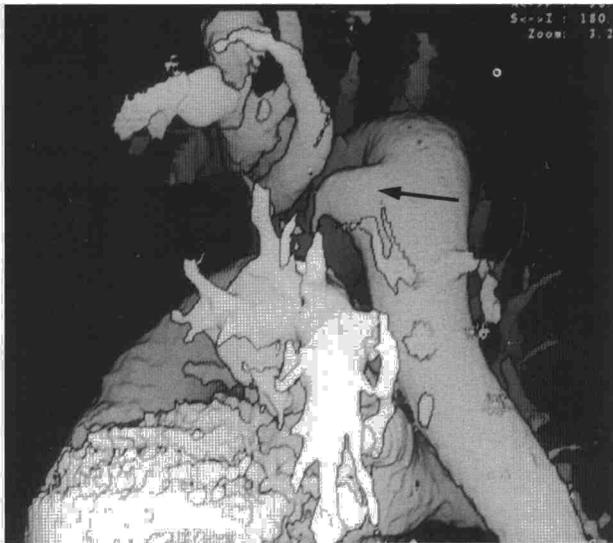


Fig. 2. Reconstrucción en 3D de un arco aórtico a la derecha tipo II. La arteria subclavia izquierda sale anterior en la aorta ascendente. El remanente embriológico del arco izquierdo forma un divertículo del que sale un ligamento arterioso rudimentario (flecha).

El diagnóstico del tromboembolismo pulmonar (TEP) con la TCH está basado en signos directos, como la visualización de un defecto de repleción en el interior de un vaso opacificado por contraste, siendo este signo similar al utilizado en la angiografía (fig.1). Pero no sólo nos permite la visualización directa del trombo, sino también estudiar los cambios parenquimatosos y pleurales secundarios al fenómeno tromboembólico (fig. 2). De igual forma, podemos observar hallazgos patológicos pulmonares no relacionados con el TEP, pero que podrían justificar los síntomas del paciente.

En cuanto a la precisión diagnóstica de la TCH, ésta queda reflejada en la tabla I. Los resultados obtenidos en las diferentes series son satisfactorios en general y similares entre sí, a pesar de haber sido obtenidos con diferentes protocolos y distintos equipos. El inconveniente de estos resultados es que la mayoría de estas series no son largas, estando sus resultados limitados a arterias de cuarto orden, no incluyendo a las arterias subsegmentarias. Este inconveniente, de escaso valor si tenemos en cuenta el porcentaje de embolismos pulmonares ubicados en las arterias subsegmentarias en el estudio PIOPED (6%), recobra importancia si consideramos los estudios de Goodman⁹ en el que alcanzan el 36% de todos los TEP.

Hay pocos estudios acerca del acuerdo interobservador con TCH en el diagnóstico de TEP; siendo esta concordancia la que mide la consistencia y reproducibilidad de una prueba. Así, en un estudio de Mayo et al¹⁰ el grado de acuerdo fue excelente, medido por el coeficiente de kappa, siendo de 0,85 mientras que para Goodman el grado de concordancia es más discreto, alcanzando un índice de kappa del 75% con una sensibilidad del 54%¹⁰.

Una de las limitaciones de la TCH es la detección de émbolos subsegmentarios, cuya prevalencia exacta es

desconocida y su significado clínico controvertido. Por otro lado, la angiografía, que constituye el patrón de referencia, tiene una gran variabilidad en la detección de émbolos subsegmentarios, no siendo el acuerdo interobservador nunca superior al 66%. Por otro lado, la mayor parte de tromboembolismos subsegmentarios se encuentran dentro del grupo de baja probabilidad en gammagrafía de ventilación perfusión (V/P)¹¹.

Otra limitación de la TCH, de carácter interpretativo, es la dificultad en detectar émbolos en los vasos orientados oblicuamente, como son las arterias segmentarias anteriores de ambos lóbulos superiores, lóbulo medio, llingula, y arterias segmentarias superiores de los lóbulos inferiores, debido al efecto de volumen parcial.

En relación al análisis del coste-beneficio, los resultados del estudio reciente de Van Erkel et al¹² analizan diferentes combinaciones de estrategias diagnósticas, entre las que se incluía a la TCH-V/P, el dímero D y la angiografía convencional, y se demostró que entre las mejores estrategias siempre se encontraba la TCH. Como condición, la TCH debe mantener una sensibilidad por encima del 85% para que sus resultados sean rentables.

La TCH puede considerarse una prueba capaz de reemplazar, en el futuro, a las actuales técnicas de imagen como la V/P y la angiografía. Sin embargo, quedan incógnitas por aclarar, problemas por resolver y el TEP constituye un problema que requiere actuación directa y rápida. El verdadero papel de la TCH está por determinar y serán necesarios estudios multicéntricos bien diseñados que lo aclaren. Queda por fin establecer cuál es el verdadero papel que desempeña actualmente la TCH en el diagnóstico del TEP. Opinamos que la TCH puede ayudar al diagnóstico del TEP en aquellos hospitales que no dispongan de gammagrafía y quizá podría ser interesante en los casos donde la gammagrafía sea indeterminada, con diagnóstico positivo o negativo de trombosis en extremidades inferiores, y no se dispone de angiografía.

Estadificación del carcinoma de pulmón

Uno de los usos más frecuentes de la TCH es el estudio de extensión del carcinoma de pulmón, con la finalidad de establecer su clasificación mediante el TNM.

Determinar la invasión de la pared y la invasión mediastínica sigue siendo difícil. Es más fácil establecer la reseabilidad de un tumor que la irreseabilidad. Usan-

TABLA I
Relación de la precisión diagnóstica de la tomografía computarizada helicoidal en el diagnóstico de tromboembolismo pulmonar en series distintas

	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)
Remy-Jardin et al. <i>Radiology</i> , 1992	100	96
Teigen et al. <i>Radiology</i> , 1993	95	80
Remy-Jardin et al. <i>Radiology</i> , 1995	91	86
Goodman et al. <i>Am J Roentgenol</i> , 1995	86	92
Teigen et al. <i>Radiology</i> , 1995	75	98
Van Rosum et al. <i>Radiology</i> , 1995	97	98

do los criterios de invasión de Glazer et al¹³, MacLoud demostró una precisión diagnóstica de irresecabilidad de tan sólo el 50%. La mediocre sensibilidad y especificidad de la TC en cuanto a la invasión no ha cambiado con la TCH.

Estudios angiográficos con TCH

Cualquier técnica incruenta y fiable que elimine los artefactos respiratorios y minimice los requerimientos del contraste intravenoso es capaz de reemplazar los procedimientos angiográficos invasivos.

Para realizar estudios angiográficos con TCH es necesario poder obtener una opacificación uniforme y constante de todos los vasos, incluidos los de pequeño calibre, con volúmenes de contraste menores que los utilizados en angiografía convencional o digital.

La inspiración máxima mantenida o apnea inspiratoria es la causante de un aumento de la resistencia vascular pulmonar contribuyendo a optimizar el contraste. Como consecuencia, la TC-angiografía de los vasos pulmonares está ganando gran aceptación, no sólo en el diagnóstico de TEP como ya hemos visto, sino en el estudio de patología de grandes vasos (fig. 2): disección aórtica, malformaciones congénitas aórticas, fístulas arteriovenosas y secuestros.

Tomografía computarizada de alta resolución (TCAR)

La aparición de la TC en 1970 facilitó una mayor diferenciación y contraste de los tejidos, así como una nueva dimensión axial, mejorando el conocimiento de las relaciones anatómicas básicas y constituyendo una valiosa herramienta en la evaluación de la enfermedad pulmonar. No obstante, un espesor de corte de 1 cm era insuficiente para obtener un buen detalle anatómico para valorar enfermedades infiltrativas difusas pulmonares.

Posteriormente, la introducción en 1982 de técnicas de colimación fina (1-1,5 mm), reconstruyendo la imagen con algoritmo de alta frecuencia, ha eliminado el artefacto de volumen parcial, a la par que ha permitido definir mejor las interfases, facilitando la visualización en el parénquima pulmonar de estructuras tan finas como los septos interlobares. Esta técnica, que se conoce como de alta resolución (fig. 3) está encaminada al estudio de la enfermedad infiltrativa difusa pulmonar (EIDP).

El papel de la TCAR en la evaluación de pacientes con sospecha de EIDP está actualmente bien definido. Éste sería: *a)* detectar cambios iniciales no visibles en radiografía de tórax; *b)* aumentar la confianza en el diagnóstico sin tener que recurrir a la biopsia; *c)* determinar la actividad y el pronóstico de la enfermedad; *d)* valorar respuesta al tratamiento, y *e)* servir de guía a la biopsia.

Muchos estudios han demostrado que la TCAR es más sensible que la radiografía de tórax para detectar EIDP. La TCAR tiene una sensibilidad del 94% comparada con el 80% de la radiografía convencional de tórax,



Fig. 3. Fibrosis pulmonar idiopática. Se manifiesta con pequeños espacios aéreos quísticos con pared de disposición preferentemente subpleural y distorsión de la arquitectura pulmonar.

aunque el significado de una TCAR negativa no está bien definido. Así, en el estudio de Padley et al¹⁴, el 18% de casos de TCAR normales tuvieron una biopsia positiva para EIDP. Por contraposición, en este mismo estudio el 42% de pacientes tenían una radiografía de tórax normal. Más recientemente, en un trabajo de Orens et al¹⁵, 3 pacientes de 25 con EIDP documentada, tenían TCAR normal. Por lo tanto, una TCAR normal no elimina la posibilidad de una EIDP, aunque la hace más remota.

En cuanto al papel de la TCAR en la evaluación de la actividad y pronóstico de la EIDP, los datos disponibles sugieren que se puede utilizar, en casos seleccionados, para determinar la "presencia o ausencia" de cambios agudos o de actividad e irreversibles o de fibrosis.

Para determinar la actividad de la enfermedad, la mayoría de los estudios se han focalizado en la presencia y significado del vidrio esmerilado, como expresión de actividad inflamatoria. Sin embargo, es necesario conocer que el vidrio esmerilado es un término radiológico utilizado para expresar una hiperatenuación u opacidad en el parénquima pulmonar que no oscurece a los vasos y bronquios que discurren a su través. El vidrio esmerilado es inespecífico por cuanto se ha descrito en una amplia variedad de procesos infil-

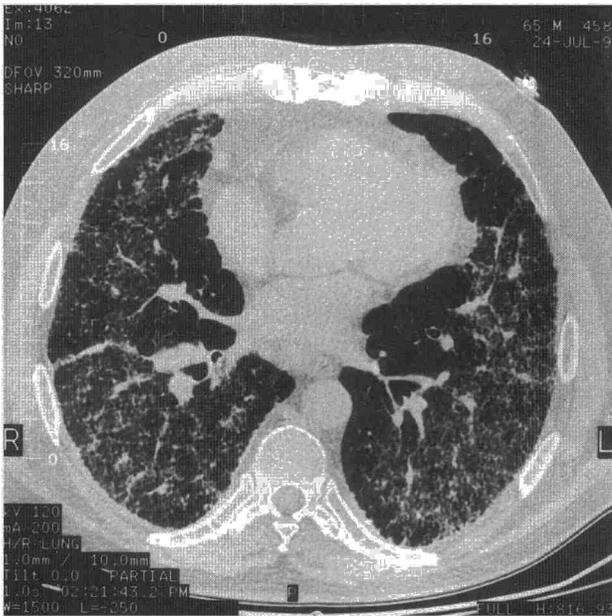


Fig. 4. Sarcoidosis. Se observan nódulos de pequeño tamaño distribuidos difusamente, con asiento subpleural y en la cisura, correspondientes a los granulomas.

trativos pulmonares de distintas etiologías. En la fibrosis pulmonar¹⁶ se puede utilizar este signo en la TCAR, para predecir actividad y respuesta a tratamiento; no ocurre igual con la sarcoidosis, otra de las más frecuentes EIDP. En el estudio de Remy-Jardin et al¹⁷ con respecto a la sarcoidosis, los hallazgos de la TCAR no pudieron predecir la actividad de la enfermedad, y falló en diferenciar enfermedad estable de actividad inflamatoria persistente, no pudiendo deducir criterios pronósticos.

Por otro lado, desafortunadamente, el vidrio esmerilado puede reflejar una fibrosis extensa debido a que los cambios quísticos son tan pequeños, que por falta de resolución espacial producen un efecto visual de vidrio esmerilado.

Quizás el papel más importante de la TCAR sea su uso como guía de la biopsia pulmonar. Debido a que muchas EIDP tienen una distribución parcheada y coexisten zonas de actividad, zonas de fibrosis y zonas normales en un mismo pulmón, la determinación de la etiología y la actividad mediante biopsia puede resultar problemática. Aunque la biopsia pulmonar abierta es a menudo diagnóstica, con una precisión mayor al 90%, las biopsias tomadas a ciegas de una pequeña zona del pulmón no reflejan el estado de enfermedad de la totalidad de los pulmones. Por estas limitaciones, no resulta sorprendente que la TCAR se erija como una herramienta valiosa en la evaluación de los pacientes con EIDP previa a la broncoscopia y/o biopsia abierta o transbronquial. De especial valor es la identificación de anomalías peribronquiales como en la sarcoidosis (fig. 4) y linfangitis carcinomatosa, que se beneficiarán de una biopsia transbronquial.

En casos seleccionados también la TCAR puede evitar la biopsia. Así, cuando los hallazgos de TCAR sugieren neumonitis por hipersensibilidad, el diagnóstico se confirmará con una historia clínica adecuada y tests serológicos positivos, no siendo necesaria la biopsia. También en las neumoconiosis, cuando se observan hallazgos radiológicos típicos con antecedentes de exposición laboral y un adecuado período de latencia, no se debería realizar biopsia pulmonar. En la mayoría de pacientes con hallazgos clínicos de fibrosis pulmonar idiopática, la presencia de hallazgos típicos en la TCAR puede evitar la biopsia, si no hay evidencia de enfermedad activa.



Fig. 5. Estudio de RM en planos coronales de un tumor de Pancoast. A: hay gran invasión del ápex pulmonar con interrupción brusca de la hiperintensidad (flecha) producida por la grasa extrapleural, signo radiológico de invasión de la pared. B: invasión de la arteria subclavia por el mismo tumor en otro plano (asterisco).

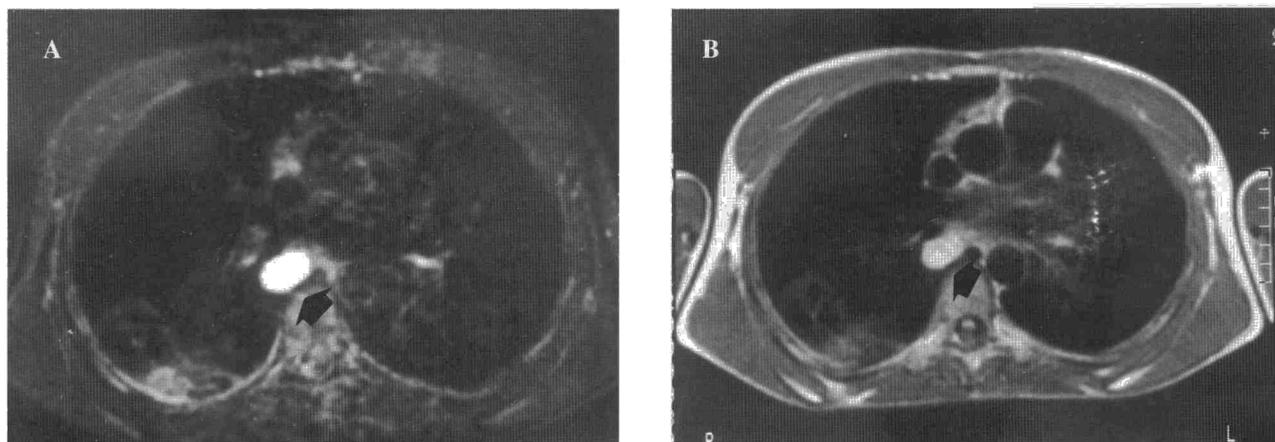


Fig. 6. Estudio de masa mediastínica mediante RM. A: secuencia en T2. B: secuencia en STIR. La masa de situación subcarinal se muestra hiperintensa demostrando su contenido quístico rico en proteínas.

Resonancia magnética

La influencia de la resonancia magnética (RM) ha sido mayor en el campo de la cardiología con un mejor conocimiento tanto de la morfología como de la función cardíaca, siendo una de las más importantes aplicaciones torácicas. La RM cuenta con las ventajas de no producir irradiación ionizante, tener capacidad multiplanar y proporcionar un contraste natural de los vasos pulmonares debido a la ausencia de señal originada por el flujo sanguíneo. No obstante, a excepción de las aplicaciones cardiovasculares y en el tumor del vértice pulmonar, tiene importantes limitaciones a nivel torácico, siendo una modalidad de estudio por imagen secundaria siempre a la TC.

No obstante, en la estadificación del carcinoma de pulmón, es más precisa que la TC en la determinación de invasión mediastínica, incluyendo la afectación vascular y pericárdica, así como en la detección de adenopatías aortopulmonares y subcarinales. En los tumores que se extienden a la pared torácica y en particular en el tumor de Tobías Pancoast, la RM es superior a la TC en determinar la invasión del plexo braquial, vasos subclavios, cuerpo vertebral y saco dural (fig. 5).

La RM puede ayudar a caracterizar lesiones quísticas tanto pulmonares como mediastínicas, como resultado de la alta señal que evidencian en las secuencias en T1 y T2 (fig. 6). La identificación de estas lesiones puede ser difícil en la TC por su contenido rico en proteínas que les proporciona unos valores de atenuación semejante a las partes blandas.

En cuanto a su aplicación, al estudio de la EIDP, se han hecho algunos estudios pero hay dificultades inherentes a la obtención de la imagen. Usando secuencias convencionales de *spin-eco* y "eco de gradiente" potenciadas en T2, se ha observado un aumento de señal en las enfermedades difusas pulmonares, aunque no determina si la enfermedad es alveolar o intersticial y si hay cambios fibróticos. Finalmente se ha intentado utilizar en la determinación de actividad inflamatoria en la EIDP, si bien su papel potencial no es nada claro.

Ultrasonidos

Los ultrasonidos (US) pueden aportar un valor añadido en el estudio de cierta patología torácica o de otras áreas que se relacionan con el tórax. Los US constituyen un medio excelente para el diagnóstico y manejo terapéutico del derrame pleural, permiten la punción-biopsia de masas pleurales, mediastínicas y pulmonares periféricas. Finalmente, contribuyen de una forma sencilla, inocua y fiable al diagnóstico de la trombosis venosa profunda en el contexto del tromboembolismo pulmonar. El espacio pleural no tiene representación ecográfica; sin embargo, la existencia de derrame pleural, con independencia de su naturaleza, tipo, extensión y estructuración, es una condición óptima para el uso de US en el tórax. La presencia de líquido, su estudio en cuanto a dimensiones, disposición en una o varias cámaras debido a septos o tabiques, quedan bien representados a partir de abordajes subcostales o intercostales. Cuando existe compartimentalización del derrame pleural los US constituyen una guía excelente para la elección de la cámara mayor y de mejor abordaje para su drenaje¹⁸ (fig. 7).

La existencia de aire en el pulmón limita extraordinariamente la propagación del haz ultrasónico. Sin embargo, en los casos en los que existe lesión pulmonar o mediastínica, sólida o líquida, en contacto con la pared torácica es posible aprovechar sus propiedades, permitiendo un soporte-guía útil y dinámico, en tiempo real, para dirigir la aguja de punción aspirativa¹⁹.

La ecoflebografía ha confirmado su rentabilidad diagnóstica así como su inocuidad y rapidez de realización. Permite la identificación del trombo, compresibilidad o no de la vena, detección del flujo venoso de forma libre o provocada en un segmento determinado²⁰.

Técnicas intervencionistas

El progreso de la medicina se podría medir por la menor agresión al cuerpo humano necesaria tanto para el diagnóstico como para el tratamiento de las enfermedades. A medida que mejoran las técnicas de imagen –no

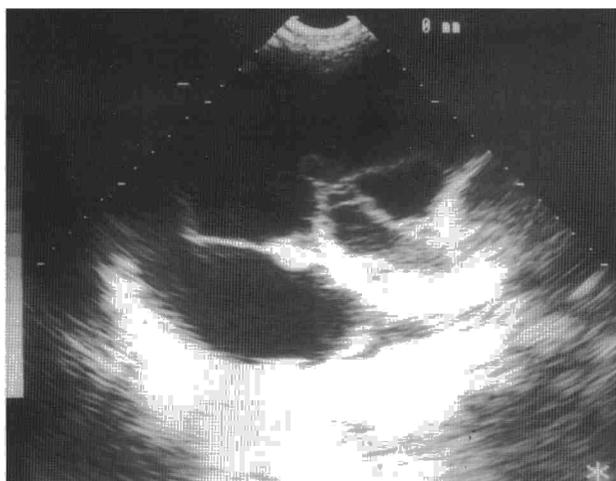


Fig. 7 Ecografía de derrame pleural. Patrón de multiseptación en derrame pleural derecho. Se observan múltiples imágenes hipocóicas septadas correspondientes a cavidades rodeadas de septos de fibrina.



Fig. 8. Punción-aspiración con aguja fina de lesión pulmonar. Nódulo en hemitórax derecho en corte TC. Se observa el trayecto de punción mediante aguja fina.

inocuas pero aparentemente menos agresivas-serán necesarias menos toracotomías exploradoras y menos video-toracoscopias, menos angiografías y menos biopsias percutáneas. Algunas de estas técnicas -en el campo del intervencionismo- ya han sido sustituidas por la TC o la RM. El diagnóstico de un aneurisma o disección aórtica difícilmente va a requerir una angiografía ya que existen otras alternativas de imagen igual o más precisas que ella. De igual forma ocurre con el diagnóstico de la patología vascular venosa, malformativa, etc. La TC o la RM diagnostican con gran precisión y detalle el secuestro pulmonar, la fístula arteriovenosa, el drenaje anómalo venoso, la trombosis de la vena cava superior, etc.

La biopsia torácica con aguja fina o gruesa con control de imagen constituye una técnica actual, rentable y de momento insustituible para el diagnóstico de cierta patología no accesible al fibrobroncoscopio. No obstante, las perspectivas futuras en diagnóstico por imagen y caracterización hística pueden en poco espacio de tiempo desplazar este procedimiento de tan probada eficacia²¹(fig. 8).

Perspectivas futuras

En los próximos 10 años se incrementará el uso de las imágenes digitales y el aumento de la potencia de los ordenadores permitirá que los estudios en 3D con TCH sean en tiempo real. Los estudios con TCH a bajas dosis de radiación representarán otro cambio beneficioso para el paciente. La introducción de nuevos tipos de detectores, modulación del miliamperaje adaptada a la anatomía, y la utilización de múltiples detectores reducirán significativamente la dosis de radiación de los estudios con TCH.

Los estudios funcionales respiratorios con TCH serán posibles con sincronismo espirométricos, que permitirán evaluar y cuantificar el calibre y pared bronquial, atenuación y textura pulmonar y el movimiento de la pared torácica durante el ciclo respiratorio.

Aunque los datos pueden ser presentados y se presentarán en nuevas formas, el diagnóstico seguirá enraizado todavía en el análisis morfológico y semiológico. Los avances tecnológicos permitirán identificar y definir mejor las estructuras, permitiendo reconocer más fácilmente las alteraciones de la morfología normal. Por desgracia, en los casos de alteración funcional sin alteración morfológica, todavía no podremos establecer el diagnóstico.

En este sentido, la PET permite estudios metabólicos y, utilizando la fluoro-2-desoxi-D-glucosa (FDG), ya se ha documentado la facilidad para diferenciar lesiones benignas de malignas²². Este radionúclido es captado por las células tumorales debido al incremento del metabolismo de la glucosa que se produce en las células malignas. En consecuencia, la FDG PET es bastante precisa en caracterizar nódulos pulmonares. Así, un nódulo con poca captación de FDG será seguido radiológicamente y los nódulos pulmonares con captación de FDG se biopsiarán o irán directamente a cirugía. No obstante, hay falsos positivos en casos de tuberculosis, histoplasmosis, nódulos reumatoideos y falsos negativos como el tumor carcinoide, limitando su eficiencia.

En la estadificación del carcinoma de pulmón, la FDG PET es más precisa que la TC y la RM para determinar la presencia de metástasis ganglionares y la extensión intra y extratorácica. Sus limitaciones son la imposibilidad de evaluar lesiones menores de 1 cm. Es necesario un ciclotrón, lo que hace que sea una técnica muy cara y requiere para su manejo personas muy expertas. Por estas razones, hay muy pocos equipos disponibles.

De otro lado, la RM-angiografía abre una nueva puerta en el estudio del TEP ya que valora no sólo la presencia de trombo intraarterial, sino que hace al mismo tiempo un estudio de la perfusión del parénquima pulmonar. Así pues, probablemente pasaremos de un análisis morfológico a uno más funcional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Milne E. Dedicatoria. En: Clínica Radiológica. Radiología pulmonar. Nuevas fronteras. Barcelona: Ed. Salvat, 1980.
2. Godwin JD. Avances in Chest Radiology. Radiol Clin North Am 1994; 32: 711-731.
3. Lo SC, Lou SA, Lin JS, Freedman MT, Chien MV, Mun SK. Artificial convolution neuronal network techniques and applications for lung nodule detection. IEEE Trans Med Imaging 1995; 14: 711-718.
4. Heywang-Koebrunner S, Lommatz B, Fink U, Maayr B. Comparison of spiral and conventional CT in detection of pulmonary nodules. Radiology 1992; 185: 131.
5. Remy-Jardin M, Remy J, Giraud F, Marquette CH. Pulmonary nodules: detection with thick-section spiral CT versus conventional CT. Radiology 1993; 187: 513-520.
6. Yamashita K, Matsunobe S, Tsuda T, Nemoto T, Matsumoto K, Miki Hkonishi J. Solitary pulmonary nodule: preliminary study of evaluation with incremental dynamic CT. Radiology 1995; 194: 399-405.
7. Swensen SJ, Brown RL, Colby TV, Weaver AL. Pulmonary nodules: CT evaluation of enhancement with iodinated contrast material. Radiology 1995; 194: 393-398.
8. Remy J, Remy-Jardin M, Artaud D, Fribourg M. Multiplanar and three-dimensional reconstruction techniques in CT: impact on chest disease. Eur Radiol 1998; 8: 335-351.
9. Goodman LR, Curtin JJ, Mewissen MW, Foley WD, Lipchik RJ, Crain MR et al. Detection of pulmonary embolism in patient with unresolved and scintigraphic diagnosis: helical CT versus angiography. Am J Roentgenol 1995; 164: 1.369-1.374.
10. Mayo JR, Remy-Jardin M, Muller NL, Remy J, Worsley DF, Hussein-Foucher C et al. Pulmonary embolism: prospective comparison of spiral CT with ventilation-perfusion scintigraphy. Radiology 1997; 205: 447-452.
11. Stein PD, Hull RD. Relative risk of anticoagulant treatment of acute pulmonary embolism based on angiography diagnosis vs a ventilation/perfusion scan diagnosis. Chest 1994; 106: 727-730.
12. Van Erkel AR, Van Rossum AB, Bloem JL, Kievit J, Pattynama P. Spiral CT angiography for suspected pulmonary embolism: a cost-effective analysis. Radiology 1996; 201: 29-36.
13. Glazer HS, Duncan-Meyer J, Aronbeg DJ, Moran JF, Levit RG, Sagel SS. Pleural and chest wall invasion in bronchogenic carcinoma. CT evaluation. Radiology 1989; 157: 191-194.
14. Padley SPG, Hanseel DM, Flower CDR, Jennings P. Comparative accuracy of high resolution computed tomography and chest radiography in the diagnosis of chronic diffuse infiltrative lung disease. Clin Radiol 1991; 44: 222-226.
15. Orens JB, Kaxerooni FA, Martínez FJ et al. The sensitivity of high resolution CT in detecting idiopathic pulmonary fibrosis proved by open lung biopsy. A prospective study. Chest 1995; 198: 109-115.
16. Hansell DM, Wells AU. CT evaluation of fibrosing alveolitis applications and insights. Journal Thorac Imaging 1996; 11: 231-249.
17. Remy-Jardin M, Jiraud F, Remy J, Wartinne L, Wallaert B, Duhamel A. Pulmonary sarcoidosis: role of CT in the evaluation of disease activity and functional impairment and in prognosis assessment. Radiology 1994; 191: 675-680.
18. Moulton JS, Benkert RE, Weisiger KH, Chambers JA. Treatment of complicated pleural fluid collections with image-guided drainage and intracavitary urokinase. Chest 1995; 108: 1.252-1.259.
19. Ikezoe J, Morimoto S, Kozuka T. Sonographically guided needle biopsy of thoracic lesions. Semin Intervent Radiol 1991; 8: 15-22.
20. Dorfman G, Cronan JJ. Venous Ultrasonography. Radiologic Clin North Am 1992; 30: 879-894.
21. De Gregorio MA. La radiología intervencionista en neumología. Estado actual. Arch Bronconeumol 1995; 31: 235-245.
22. Erasmus JJ, McAdams HP, Patz EF, Goodman PC, Coleman RE. Thoracic FDG PET: state of the art. Radiographics 1998; 18: 5-20.