

La resonancia magnética en el carcinoma de pulmón

P. Caballero*, R. Álvarez-Sala** y M.S. Serrano**

*Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital de la Princesa. **Servicio de Neumología. Hospital La Paz. Universidad Autónoma. Madrid.

La aparición de la tomografía computarizada (TC) hace unos 20 años y, más tarde, la resonancia magnética (RM) ha supuesto una nueva dimensión anatómica para el campo del diagnóstico por imagen¹. Estas dos técnicas proporcionan un avance extraordinario en el diagnóstico de muchas enfermedades del tórax.

Las ventajas de la TC sobre la RM son fundamentalmente el tener una mejor resolución espacial, originar menos artefactos y ser una prueba más sencilla, rápida y barata que puede llevarse a cabo en enfermos monitorizados y clínicamente inestables². Asimismo, debemos considerar que en nuestro país es una técnica mucho más asequible en la mayor parte de los centros hospitalarios. Por el contrario, la RM da mayor definición entre los tejidos, no irradia al enfermo, no precisa contrastes yodados para el estudio de las estructuras vasculares, permite obtener imágenes en distintos planos del espacio y se pueden realizar estudios mediante angio-RM o con cine-RM^{2,3}.

De todas formas, la rápida evolución de estas dos técnicas con aparatos cada día más perfeccionados hará posible disminuir progresivamente las desventajas de ambas.

Los artefactos que se producen por los movimientos cardiorrespiratorios en la RM pueden mejorarse con secuencias cada vez más cortas, con sincronización cardíaca y respiratoria, con técnicas de codificación de fase y bandas de presaturación espacial, aunque esto, de momento, conlleve una mayor duración de los estudios⁴.

La RM es una técnica tomográfica. Las imágenes representan planos del paciente de un grosor determinado y se obtienen imágenes como consecuencia de los fenómenos de relajación magnética de los núcleos de hidrógeno de los diversos tejidos^{3,4}. Estos fenómenos se consiguen con un campo electromagnético y ondas de radiofrecuencia^{3,4}. Se origina entonces una señal de radiofrecuencia emitida por los tejidos y detectada por la antena, que se analiza digitalmente⁵.

El fundamento del diagnóstico por RM se basa en su capacidad para detectar una mayor cantidad de agua en

tre los distintos tejidos normales o patológicos. También influye en la señal de la RM la diferente organización bioquímica del agua hística³.

La expresión de "imagen realizada o potenciada en T1 o en T2" hace referencia, a efectos prácticos, a un diferente contraste en la imagen. Las imágenes potenciadas en T1 tienen mejor resolución espacial, representan bien la anatomía y producen menos artefactos cardiorrespiratorios. Las imágenes potenciadas en T2 dan mejor resolución de contraste, son imágenes menos claras pero que resaltan más la zona patológica por presentar mayor contraste que el tejido normal circundante. Suelen requerir más tiempo para su obtención, por lo que suelen estar más artefactadas. Estos dos tipos de imágenes se consiguen al variar el tipo de secuencia de pulsos (ondas de radiofrecuencia). Se definen por su duración (TR) y por el tiempo de separación entre los pulsos (TE). Las secuencias de TR corto (aproximadamente 500 ms) originan imágenes potenciadas en T1. Las secuencias de TR largo (aproximadamente 2.000 ms) originan imágenes en T2. Establecer una imagen conlleva la aplicación de entre 128 y 500 secuencias. Una señal baja o poco intensa en RM se traduce en las imágenes en gris oscuro o negro, mientras que si es intensa o de señal alta, da como resultado imágenes gris claro o blancas⁵.

La señal no se altera por la presencia de hueso. Es por este motivo que, hoy día, las áreas de aplicación fundamentales en la RM son el sistema nervioso central y las partes blandas de las articulaciones⁵.

El estudio del tórax mediante RM identifica con precisión las estructuras anatómicas normales^{1,3}. Los cortes axiales proporcionan una visión similar a la de la TC. Sin embargo, los planos sagital y coronal dan una información adicional que puede, en algunos casos, ser de gran interés.

La escasez de núcleos de hidrógeno en el aire atmosférico y, por tanto, en el aire alojado en pulmón y bronquios, da una señal muy baja, al igual que los vasos. Por ello, la RM no permite diferenciar los componentes estructurales del pulmón³. En cambio, el tejido graso del mediastino presenta una señal muy característica, intensa en T1. Las estructuras vasculares del mediastino, debido a la sangre circulante de su interior, se muestran como "zonas de ausencia o vacío de señal" (en negro). De esta manera, las estructuras vasculares se distinguen sin necesidad de contraste intravenoso. De aquí la gran aplicación de la RM en el estudio del mediastino.

Correspondencia: Dr. P. Caballero.
Sección de Radiodiagnóstico. Hospital de la Princesa.
Diego de León, 62. 28006 Madrid.

Recibido: 14-1-1997; aceptado para su publicación: 21-1-1997.

Arch Bronconeumol 1997, 33: 351-356

Aplicaciones clínicas de la RM en neumología

La aplicación más importante de la RM en neumología es, actualmente, el estudio de extensión del carcinoma de pulmón. Se emplea, también, para valorar las patologías cardiovascular, mediastínica, hiliar, la pared torácica y la pleura. Es probable que la introducción de nuevas secuencias pueda ser útil para el análisis de la patología pulmonar^{4,5}. En este trabajo pretendemos reflejar el valor actual de la RM en el carcinoma de pulmón.

Aplicación de la RM en el carcinoma de pulmón

En el estudio del carcinoma de pulmón hay que considerar cuatro aspectos importantes:

1. Diagnóstico diferencial del nódulo pulmonar solitario (NPS).
2. Reconocimiento radiológico precoz del cáncer de pulmón.
3. Tumor primario.
4. Estudio de extensión del tumor.

Diagnóstico diferencial del nódulo pulmonar solitario

Éste constituye uno de los problemas más comunes en la radiología pulmonar. Es primordial intentar determinar si el NPS es de carácter benigno o maligno. En esta situación el estudio mediante TC y la punción-aspiración con aguja fina (PAAF) o la biopsia del nódulo son los métodos más adecuados para aproximarse al diagnóstico. En estos casos, la RM tiene escaso valor⁶, aunque sí puede ser útil cuando se sospechan fístulas arteriovenosas, en las cuales se puede detectar una ausencia de señal producida por el flujo sanguíneo³.

Diagnóstico precoz del cáncer bronquial

Estudios multicéntricos a gran escala llevados a cabo por el National Cancer Institute, con radiografías de tórax y citologías de esputo para el diagnóstico precoz del cáncer de pulmón, han concluido que no están justificadas. Por ello, la RM no tiene aquí, de momento, aplicación.

Estudio de tumor primario

Masas periféricas. En el 30% de los casos, el carcinoma de pulmón aparece como un nódulo periférico detectado en la radiografía de tórax o en la TC. Las distintas características del nódulo pulmonar (lobulación, definición de los bordes, tamaño, presencia de broncograma, cavitación) ayudan poco para establecer el carácter de benignidad o malignidad. En este sentido, las características más importantes son la velocidad de crecimiento y la presencia de calcificaciones, aunque en un 6-7% de los carcinomas puede existir calcio⁶.

En el estudio del NPS la RM no aporta, de momento, ventajas frente a la TC y tiene el inconveniente de que no detecta el calcio que, sin embargo, la TC hace perfectamente.

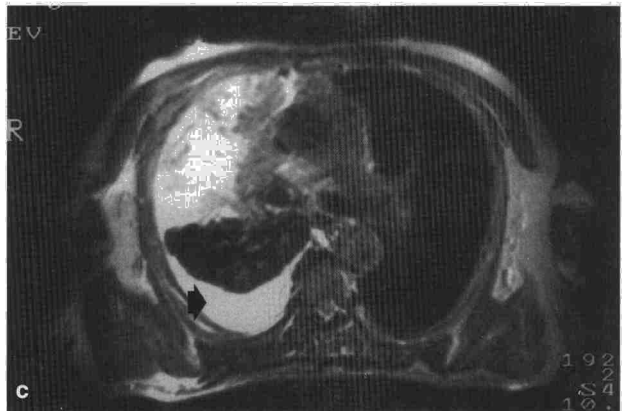
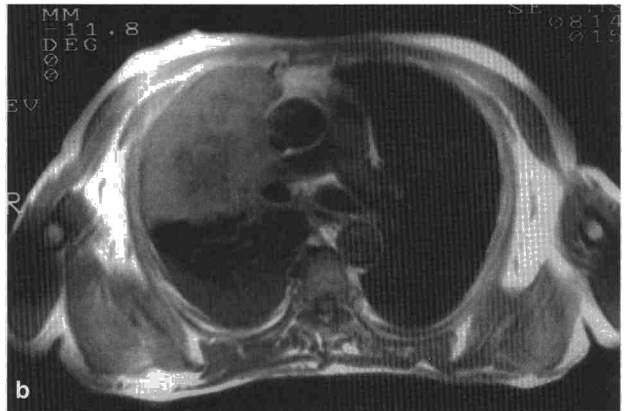
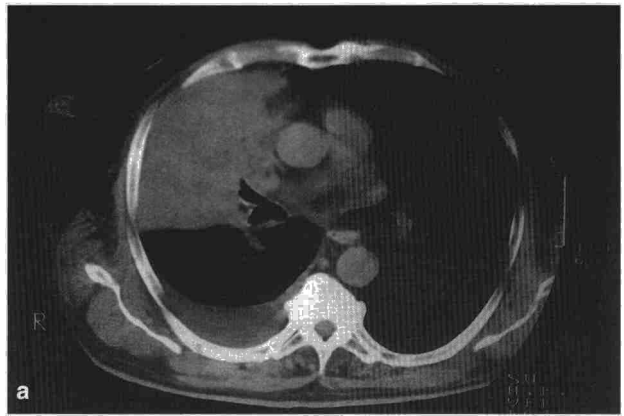


Fig. 1. Carcinoma epidermoide de pulmón en lóbulo medio (LM). a: en la TC existe una consolidación en el LM, ausencia de grasa entre éste y el mediastino que podrían indicar invasión de la grasa mediastínica. Existe un derrame pleural derecho. b: cortes axiales en la RM, secuencia SE T1 donde la masa se introduce en la grasa del mediastino. c: secuencia en T2 donde se aprecia la distinta señal entre el tumor y la neumonitis post-obstructiva. El tumor se consideró no reseccable. El derrame pleural aparece hiperintenso (flecha).

Masas centrales. En estos casos la imagen principal corresponde a un aumento del tamaño o densidad del hilio pulmonar y/o colapso con consolidación del pulmón detrás del tumor. En una consolidación parenquimatosa pulmonar se sospechará que puede existir carcinoma cuando:

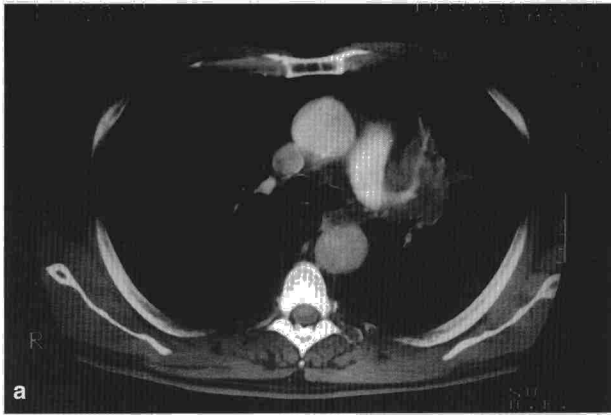


Fig. 2. Carcinoma epidermoide. a: la TC con contraste intravenoso muestra una masa hiliar izquierda que engloba la arteria pulmonar y reduce su luz. b y c: secuencias SE T1 coronal y sagital donde aparece la arteria pulmonar izquierda (flechas) englobada e infiltrada por una masa que se introduce en la grasa de la ventana aortopulmonar. El tumor se consideró irreseccable.

- Persiste más de 3 semanas sin cambio.
- Existe el signo de la S de Golden.
- A pesar de tratamiento antibiótico no se resuelve la neumonía.
- Existe la presencia de adenopatías visibles mediante TC o RM⁶.

En todos estos casos se deberá practicar una fibrobroncoscopia si no hay contraindicación para su realización.

La distinción entre un carcinoma broncogénico central y la neumonitis obstructiva puede conseguirse mediante RM, ya que el pulmón consolidado tiene más contenido de agua y la señal es distinta a la del tumor. De esta forma, el tumor en secuencias T1 es más intenso, y en T2 menos intenso que la obstrucción distal^{3,7,8} (fig. 1).

La presencia de un agrandamiento hiliar es muy frecuente en el cáncer de pulmón. En una serie de 600 casos de cáncer bronquial de la Clínica Mayo, el 38% tenían en la radiografía de tórax una masa hiliar o parahiliar⁹. Esta masa puede ser por el propio tumor, por adenopatías metastásicas, por consolidación o por combinación de los tres. Cuando hay muchas adenopatías y una invasión del mediastino se pensará en un cáncer microcítico o en uno de células grandes. Una gran masa hiliar indicará un carcinoma microcítico⁶. En este sentido, la RM resulta más útil que la TC para discernir entre las estructuras vasculares del hilio que presentan baja señal en la RM y las masas sólidas^{3,7}, sin necesidad de inyectar contrastes intravenosos (fig. 2).

Estudio de extensión del cáncer de pulmón

Éste es uno de los aspectos donde la RM aporta más ayuda frente a otras técnicas de imagen.

Un 40-50% de los pacientes con cánceres de pulmón son irreseccables. Las causas de esta irreseccabilidad son las siguientes:

- Adenopatías mediastínicas contralaterales.
- Invasión de estructuras mediastínicas vitales.
- Derrame pleural maligno.
- Enfermedad metastásica extratorácica.

Para la valoración de la extensión intratorácica en el cáncer de pulmón se emplean la TC y, por supuesto, la fibrobroncoscopia. Sin embargo, los desacuerdos entre los datos de la TC y los hallazgos quirúrgicos aparecen hasta en un 40% de los casos. La RM ha mejorado estos resultados, aunque quizá todavía, por problemas técnicos, no ha alcanzado la rentabilidad esperada⁶.

Adenopatías metastásicas intratorácicas. Hasta ahora, la única utilidad de la TC en la valoración de las adenopatías intratorácicas en el cáncer broncogénico es objetivar su agrandamiento. La gammagrafía con galio-67 no ha demostrado ser útil. Tampoco está, de momento, establecida de forma clara la rentabilidad de la tomografía con emisión de positrones ni de anticuerpos monoclonales con tecnecio-99^{6,10}.

Las técnicas de imagen ideales, hoy día, para el estudio de las adenopatías intratorácicas en el cáncer de pulmón son la TC y la RM⁸. En este sentido, la ventaja de la RM sobre la TC es que distingue mejor los vasos sanguíneos sin necesidad de contraste intravenoso. Además, los cortes coronales y, a veces, también los sagitales pueden ser mejores para objetivar adenopatías en la ventana aortopulmonar y subcarinales. En cuanto a la



Fig. 3. Adenocarcinoma de pulmón. Corte coronal de RM, secuencia SE T1. Existe una masa en el lóbulo superior derecho, adyacente a la aorta ascendente. La presencia de una fina línea de grasa entre el tumor y el vaso hace improbable la invasión del mismo. El tumor se resecó y no existía invasión vascular.

detección de las adenopatías en el mediastino, la RM no ha superado a la TC, salvo en aquellos casos en los que no es posible inyectar contraste yodado intravenoso⁸.

Para considerar los ganglios linfáticos patológicos nos basamos únicamente en el tamaño de los mismos y, por ahora, ni la RM ni la TC son capaces de discernir entre los cambios inflamatorios y tumorales^{7,8,11}. Una regla general tanto en la RM como en la TC es que las adenopatías inferiores a 10 mm pueden considerarse normales. Sin embargo, hay que recordar que casi la mitad de las adenopatías agrandadas en el carcinoma broncogénico no son tumorales. Por el contrario, muchas adenopatías pequeñas y de aspecto normal tienen células tumorales¹².

Otras técnicas más agresivas como la mediastinoscopia tienen, también, limitaciones. Un 33% de los pacientes con carcinoma de pulmón que tenían una mediastinoscopia negativa tuvieron adenopatías metastásicas demostradas en la toracotomía¹³. En este sentido, es de gran importancia que exista una estrecha coordinación entre el cirujano que realiza la mediastinoscopia y el radiólogo para mejorar resultados⁸. La mediastinoscopia permite tomar muestras de ganglios paratraqueales, traqueobronquiales y subcarinales proximales. La mediastinotomía alcanza las adenopatías subcarinales inferiores y en la ventana aortopulmonar⁸.

Invasión mediastínica. La RM ha demostrado ser mucho más fiable que la TC para detectar la invasión de las estructuras mediastínicas⁸. La RM puede establecer si el tumor invade esófago, vasos, árbol traqueobronquial o estructuras cardíacas de forma más eficaz que la TC, en especial por su posibilidad de analizar múltiples planos del espacio⁹. Sin embargo, cuando se emplean las técnicas axiales de imagen conviene tener en cuenta que el simple contacto de la masa con las estructuras mencionadas no es suficiente para confirmar la invasión de las mismas por el tumor. Esto se hace todavía más difícil de dilucidar si existe atelectasia y/o neumonía.

Glazer et al¹⁴ mantienen que un tumor es susceptible

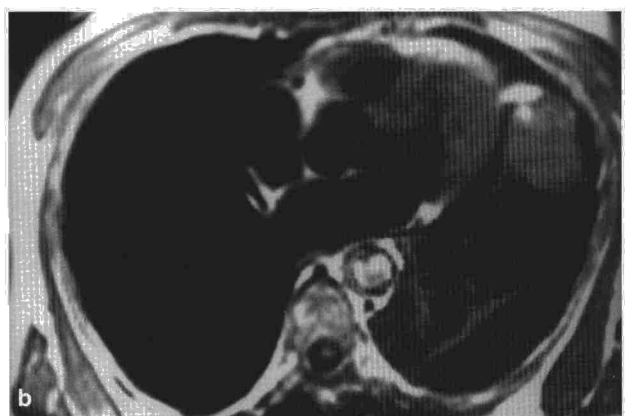
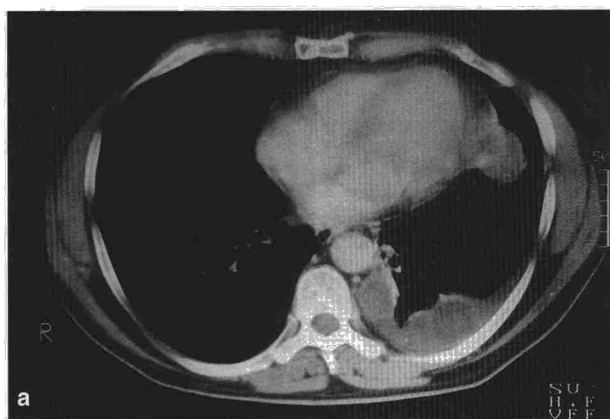


Fig. 4. Adenocarcinoma de pulmón en la llingula. a: la TC demuestra la existencia de una masa paracardiaca izquierda, no puede apreciarse la invasión del pericardio ni de las cavidades cardíacas. Afectación pleural posterior. b: la RM secuencia SE T1 axial no demuestra invasión ni de pericardio ni de cavidades, por lo que fue posible su extirpación.

de ser resecado (es decir, estadio IIIA o menos) si cumple uno o más de los siguientes criterios: a) menos de 3 cm de contacto con el mediastino, b) menos de 90° de contacto con la aorta, y c) un plano de grasa mediastínica entre la masa y algún órgano vital mediastínico (fig. 3).

Quizá sea aquí donde la RM pueda tener su mayor aplicación en el carcinoma de pulmón. La grasa mediastínica se aprecia bien tanto con la TC como con la RM. En cambio, la visión de la invasión tumoral de vasos, carina traqueal, corazón y esófago, indicando que se trata de un estadio T4 más que de un T3, es superior con la RM. El estudio de vasos (cava superior, arterias y venas pulmonares y aorta) y cavidades cardíacas mediante la RM es excelente sin necesidad de emplear contraste intravenoso. El pericardio que aparece de forma habitual como una fina línea se ve interrumpido cuando existe invasión del tumor⁶ (fig. 4).

Invasión de la pared torácica. La invasión de la pared torácica en el cáncer de pulmón no excluye la cirugía, aunque sí añade morbimortalidad. Por ello, es muy importante para el cirujano saber si existe o no afectación de la misma.

Hasta ahora la TC y la RM no han resultado muy fiables para determinar la afectación de la pared torácica.

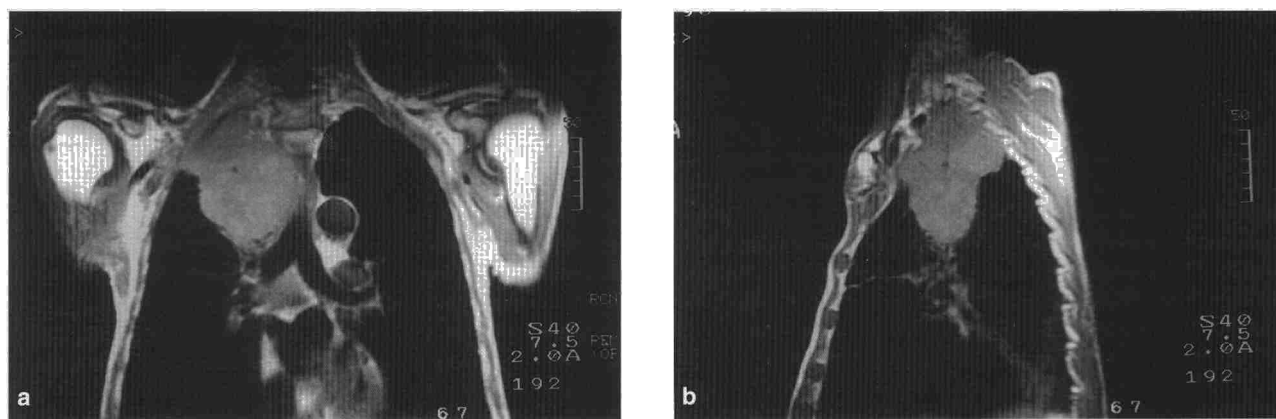


Fig. 5. Tumor de Pancoast. La RM resulta útil para valorar la extensión a las estructuras vecinas. a: corte coronal de RM. b: corte sagital, ambos potenciales en T1 que demuestran la masa pulmonar que destruye la grasa extrapleural e invade la fosa supraclavicular. El tumor correspondía a un carcinoma epidermoide.

El dolor torácico ha sido más eficaz para predecir la invasión⁸. Sin embargo, sí puede servir para plasmar la actitud quirúrgica. Los mismos criterios empleados para determinar la invasión del mediastino resultan de utilidad en la afectación de pared. Otros hallazgos que pueden apreciarse son la desestructuración ósea, el aumento de partes blandas y la desaparición de la grasa subpleural.

En general, se considera preferible la RM a la TC en la detección de la invasión, por el cáncer bronquial, de la pared torácica y/o del diafragma por:

1. Los planos coronales o sagitales son mejores para valorar la invasión de la pared torácica, sobre todo si está en el ápex. La RM debe emplearse para completar la valoración del tumor de Pancoast, determinando la afectación del eje neurovascular^{8,15} (fig. 5).

2. La RM proporciona un contraste excelente entre el tumor y los tejidos adyacentes sanos de la pared torácica. En cualquier caso, debemos ser cautos al estimar el tamaño de la masa, por el edema que la rodea.

3. La fina capa de grasa extrapleural se aprecia mucho mejor con RM que con TC. Los tumores que invaden la pared torácica interrumpen esta línea de grasa^{6,15,16}.

Invasión pleural. La invasión de la pleura indica T4, salvo en raras ocasiones con afectación pleural previa por otras causas y con citologías del líquido negativas para células tumorales malignas⁶. El contacto de la masa pulmonar con la pleura, incluso cuando esta última está engrosada, no indica invasión. Eso sí, cuanto mayores sean el contacto y el engrosamiento pleural, mayor será la posibilidad de que la pleura esté invadida, especialmente si la grasa extrapleural está obliterada. Por el contrario, si esta grasa extrapleural estuviera respetada implicaría que la pleura no estaría infiltrada.

En la RM el derrame pleural aparece en las secuencias en T1 como una zona hipointensa, que se hace muy hiperintensa en T2. La RM puede artefactarse mucho si existen calcificaciones pleurales; en estos casos la TC aportará más información.

Linfangitis carcinomatosa. El cáncer de pulmón es uno de los tumores que con mayor frecuencia produce una linfangitis carcinomatosa. En la radiografía de tórax se manifiesta como un patrón intersticial por dilatación y edema linfático. La linfangitis suele ser bilateral y con frecuencia cursa con derrame pleural. La TC de alta resolución es un excelente método para detectar estos cambios. Sin embargo, la RM convencional, en el momento actual, no es de utilidad para la patología parenquimatosa pulmonar difusa⁷.

En resumen se puede decir que el establecimiento de la extensión intratorácica del cáncer broncopulmonar es un procedimiento en el que participan la clínica, los métodos de imagen (en especial TC y RM), la fibrobroncoscopia y, por supuesto, la biopsia (por fibrobroncoscopia, mediastinoscopia, etc.).

Diseminación extratorácica. Las metástasis del cáncer de pulmón pueden afectar a cualquier órgano del organismo. Los más frecuentes son: hígado, suprarrenales, riñón, hueso, médula ósea, sistema nervioso central y adenopatías a distancia. Más del 50% de los cánceres no microcíticos tienen metástasis en el momento del diagnóstico. Hasta un 90% de los tumores microcíticos presentan afectación extratorácica^{6,8}. En cualquier caso, no es el objetivo de este trabajo abordar este problema.

Conclusión

La RM es una técnica diagnóstica que ofrece algunas ventajas sobre la TC para el estudio del carcinoma de pulmón. La buena resolución de contraste, la posibilidad de obtener imágenes en cualquier plano del espacio, la visualización de vasos sin necesidad de administración de contraste intravenoso y la ausencia de radiaciones ionizantes convierten esta técnica en un buen método para valorar la patología torácica. La RM es un elemento diagnóstico más que debe emplearse como complemento de otros procedimientos³. Es posible que en el futuro el desarrollo de la tecnología mejore aún más las posibilidades de la RM en el carcinoma de pulmón.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gerhardt P, Frommhold W. Atlas de correlaciones anatómicas en TAC y RMN. Barcelona: Ed. Salvat Editores S.A., 1989.
2. Gefter WB, Hatabu H, Holland GA, Gupta KB, Henschfal CI, Palevsky HI. Pulmonary thromboembolism: Recent developments in diagnosis with CT and MR imaging. *Radiology* 1995; 197: 561-574.
3. Marti-Bommati L, Paniagua JC, Vilar J. La resonancia magnética en el estudio de la patología torácica. *Arch Bronconeumol* 1991; 27: 89-98.
4. Mayo JR. Magnetic resonance imaging of the chest. *Radiol Clin North Am* 1994; 32: 795-809.
5. Mayo JR, McKay A, Müller NL. MR imaging of the lungs: value of short TE spin-echo pulse sequences. *Am J Roentgenol* 1992; 159: 951-956.
6. Armstrong P, Reznick RH, Phillips RR. Diagnostic imaging of lung cancer. En: Spiro SF, editor. *Carcinoma of the lung*. Lund: Ed. European Respiratory Society Journals LT., 1995; 6: 137-187.
7. Gamsu G, Sostman D. Magnetic resonance imaging of the thorax. *Am Rev Resp Dis* 1989; 139: 254-274.
8. Bragg DG. The diagnosis and staging of primary lung cancer. *Radiol Clin North Am* 1994; 32: 1-14.
9. Byrd RB, Carr DT, Miller WE, Payne WS, Woolner LB. Radiographic abnormalities in carcinoma of the lung as related to histological cell type. *Thorax* 1969; 24: 573-575.
10. Patz F, Goodman PF. Positron emission tomography imaging of the thorax. *Radiol Clin North Am* 1994; 32: 811-823.
11. Duncan KA, Gomersall LN, Weir J. Computed tomography of the chest in T1N0M0 non-small-cell bronchial carcinoma. *Br J Radiol* 1993; 66: 20-22.
12. Arita T, Matsumoto T, Kuramitsu T, Kawamura M, Matsunaga N, Sugi K et al. Is it possible to differentiate malignant mediastinal nodes from benign nodes by size? Reevaluation by CT, transesophageal echocardiography and nodal specimen. *Chest* 1996; 110: 1.004-1.008.
13. Klein JS, Webb WR. The radiologic staging of lung cancer. *J Thorac Imagin* 1991; 7: 29-47.
14. Glazer HS, Kaiser LR, Anderson DJ, Molina PL, Enami Bahman, Roper CL, Sagel SS. Indeterminate mediastinal invasion in bronchogenic carcinoma CT evaluation. *Radiology* 1989; 173: 37-42.
15. Posniak HV, Olson MC, Dudiak CM, Wisniewski R, O'Malley C. MR Imaging of the brachial plexus. *Am J Rheum* 1993; 161: 373-379.
16. Rueda J, Serrano F, Padin MI, Rodríguez F. Valoración por técnicas de imagen de los tumores del vértice pulmonar. *Radiología* 1996; 38: 331-338.