

肺野腫瘍病変の MRI 診断の評価

田中浩司 (神戸大学医学部放射線科)	河野通雄 (同 上)
足立秀治 (同 上)	石井 昇 (神戸大学医学部第2外科)
亀田京子 (同 上)	中村和夫 (同 上)
楠本昌彦 (同 上)	岡田 聰 (神戸大学医学部病理部)
清水雅史 (同 上)	

キーワード

magnetic resonance imaging (MRI), computed tomography (CT), pulmonary nodule

1. はじめに

MRI (Magnetic Resonance Imaging) の臨床応用は、近年急速な進歩を遂げ、胸部疾患においてもその有用性が認められつつあり、特に肺癌における心・大血管への浸潤や、肺門・縦隔リンパ節転移についての MRI の診断能については、既にいくつかの報告がみられる^{1),2)}。また

肺野腫瘍病変については、心拍動・呼吸性移動などの影響を強く受けることにより、良好な画質は得られにくく MRI の有用性に関する報告^{3),4)}は少ないが、今日では MRI の撮像法の工夫などにより次第に画質の向上が認められるようになってきた。そこで、現時点における肺野腫瘍性病変に対する MRI の有用性につき、X線 CT の診断能と対比検討したので報告する。

2. 対象および方法

対象は、昭和60年11月より62年9月までに MRI を施行し、手術もしくは剖検にて確定診断が得られた肺野腫瘍病変 54 例で、その内訳は、原発性肺癌 49 例、転移性肺腫瘍 3 例、肺結核 2 例である(表1)。このうち肺野腫瘍影を呈した 38 例及び胸壁浸潤の疑われた 38 例について、CT, MRI の診断能につき対比検討した。検討を行った項目は、腫瘍の検出能、内部構造、周囲2次変化部との識別能である。また、胸壁浸潤

表1 Histology of Lung Tumors

Squamous cell carcinoma	17
Adenocarcinoma	18
Large cell carcinoma	12
Small cell carcinoma	1
Adenosquamous cell carcinoma	1
Metastasis hepatoma	2
colon cancer	1
Tuberculoma	2
Total	54

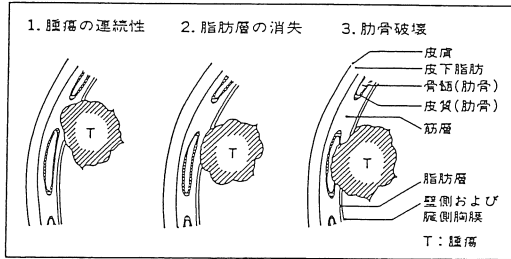


図1 胸壁への浸潤におけるMRI所見

の有無については、腫瘍の連続および fatty layer の断裂、もしくは骨融解像により診断した (図1)。使用したMR装置は、Picker社製 VISTA MR (0.15 Tesla)、島津製 SMT 20 (0.2 Tesla)、Philips社製 GYROSCAN S5 (0.5 Tesla)である。パルス系列は、スピンエコー法 (以下SE) では、繰り返し時間 (以下TR) 300~500 msec, エコー時間 (以下TE) 40あるいは、TR 1000, TE 40 または 80, あるいは TR 2100, TE 40 または 80, Inversion recovery 法 (以下IR) では、TR 2100, TI 500 で撮像した。なお、心拍同期法を用いた場合は、TR は心電図上の RR 間隔もしくは RR 間隔の2倍で撮像した。また、CT装置は、東芝製 TCT 60 A-60 を用い、全例単純および造影CTを併用した。スライス厚は5mmあるいは10mmで撮像した (表2)。

3. 結果

1) 腫瘍の検出能

腫瘍の検出能に関しては、38症例183病巣について検討を行った。腫瘍の存在部位を上・中・下肺野に分け、また腫瘍の大きさを5~7, 8~10, 11~15, 16mm以上に分類し、CT, MRIの検出能について手術所見もしくは剖検所見と対比

表2 Imaging techniques

1. MR
 Equipments : 0.15 Tesla (VISTA MR, Picker Co.)
 0.2 Tesla (SMT 20, shimadzu Co.)
 0.5 Tesla (Gyroscan S5, Philips Co.)
 Matrix size : 256×256, averaging 4 times
 8 multisections, single section
 Slice thickness and interimage distance : 1 cm
 Slice planes : coronal, axial, sagittal
 Pulse seluences : SE (TR : 300~500, TE : 40)
 SE (1000, 40)
 SE (1000, 80)
 SE (2100, 40)
 SE (2100, 80)
 SE (RR×2,150)
 IR (TR : 2100, TI : 500)

2. CT

- Equipment : TCT 60 A (Toshiba Co.)
 Slice thickness and slice interval : 5mm or 10mm Plain and contrast CT were obtained in all cases.

表3 Detectability for peripheral mass

location	size	size				MRI/CT (%)
		5~7	8~10	11~15	16mm以上	
upper	CT	11	7	7	18	86%
	MRI	6	7	6	18	
middle	CT	17	7	6	23	83%
	MRI	9	6	6	23	
lower	CT	26	23	16	22	46%
	MRI	6	5	7	22	
MRI/CT (%)		39%	47%	66%	100%	

検討した (表3)。径5mm未満の腫瘍については、手術もしくは剖検所見とCTおよびMRIの画像との対比検討が困難なため今回の検討対象から除外した。CTでは5mm sliceの併用によ

受付年月日 昭和63年4月4日

別刷請求先 (〒650)神戸市中央区楠町7丁目5番2号 神戸大学医学部附属病院放射線科 田中浩司

り全病巣の検出が可能であったが、MRI では径 5~7 mm では 39%、8~10 mm では 47%、11~15 mm では 66%、16 mm 以上では 100% で、MRI では CT に比べ特に 10 mm 以下の腫瘍で描出不良であった。また、MRI の部位別検出能は、上肺野では 43 病巣中 37 病巣 86%、中肺野では 53 病巣中 44 病巣 83%、下肺野では 87 病巣中 40 病巣 46% で、特に下肺野において検出能の低下が見られた。腫瘍の描出能について、T₁、T₂ 強調画像およびプロトン画像で検討を行ったが、差は見られなかった。また MRI におけ

る良・悪性の鑑別および組織診断についても検討を行ったが、鑑別は困難であった (図 2)。

2) 内部構造の識別能

肺野腫瘍病変の内部構造の識別能に関する検討では、cavity の描出は CT では 9 例中 9 例 (100

表 4 Dignostic accuracy of CT and MRI for cavity and necrosis

	CT	MRI
cavity	9/9 (100%)	8/9 (89%)
necrosis	10/12 (83%)	5/12 (42%)

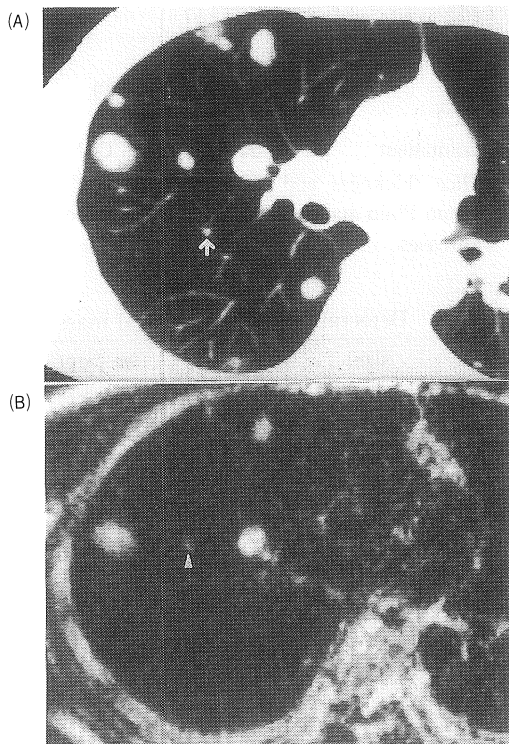


図 2 肝癌肺転移

A : CT, 径 5 mm の転移巣まで検出可能である (↑)。
 B : SE (2000/80) 横断像, 転移巣は high intensity を呈している。本例では径 7 mm の転移巣 (▲) の検出が限界である。

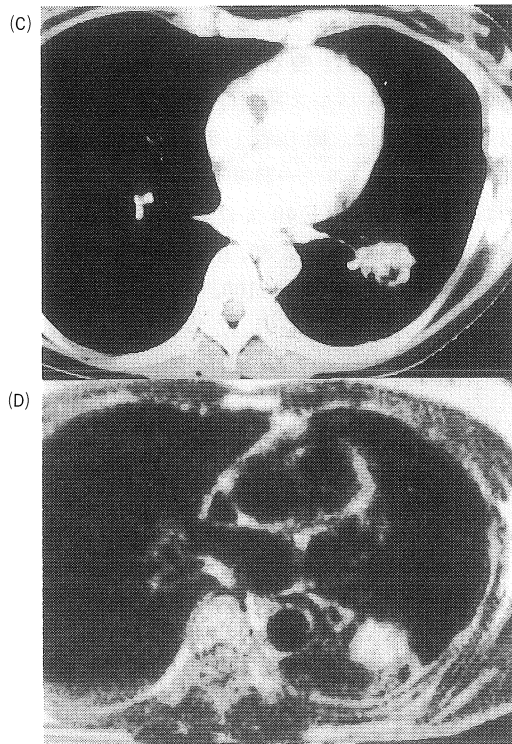


図 3 左 B⁶ 大細胞癌

A : CT, 左 S₆ 領域に cavity を有する 30×20 mm の腫瘍を認める。
 B : SE (1000/40) 横断像, 腫瘍全体が high intensity を呈し, 内部構造の識別は困難である。

%)であったのに対し、MRI では 9 例中 8 例(89%) でほぼ同等であった。また necrosis の識別は CT では 12 例中 10 例(83%) であったのに対し、MRI では 5 例(42%) で CT に比べ MRI が劣っていた(表 4)(図 3)。

3) 周囲の 2 次変化部との識別能

腫瘍周囲もしくは末梢側に 2 次変化が見られ

たものは 16 例であったが、CT では全例に単純・造影両者を併用したにもかかわらず 16 例中 4 例(25%) しか腫瘍部と 2 次変化部の識別はできなかった。一方、MRI では、16 例中 7 例(44%) で識別可能で、CT と比較しやや優れた傾向が見られた(表 5 a)。MRI において識別可能であった 7 例のパルス系列は表 5 b に示す如くである。

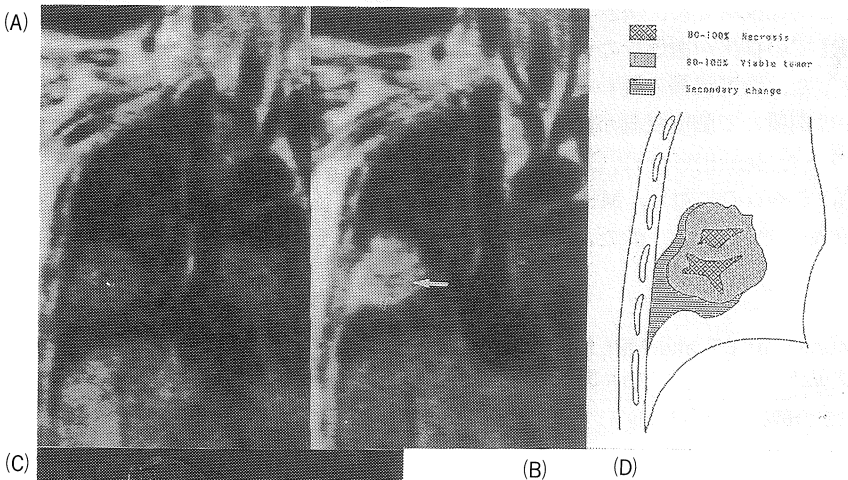


図 4 右 B₆ 腺癌

- A: IR (2100/500), 腫瘍は全体にやや low intensity を呈し, 2 次変化部との識別はできない。
- B: SE (2100/40), 腫瘍部は周囲の 2 次変化部よりやや low intensity を呈し (↑), さらにその内部に三角形の low intensity が見られる。
- C: 切除標本
- D: 組織学的 map, MRI の low intensity 部と一致して腫瘍部がみられる。また, MRI で腫瘍内部に見られる三角形の low intensity 部は病理学的検討では necrosis 部と一致していた。

表 5

a. Detectability for the tumor extent accompanying pneumonia (n=16)

CT	MRI
4/16 (25%)	7/16 (44%)

b. pulse sequence being able to distinguish tumor from secondary changes

pulse sequence	SE 1000/40	SE 2100/40	IR 2100/500	SE RR×2.150
	3/7	4/7	4/7	1/7

腫瘍部と 2 次変化部の信号強度差については、T₂ 強調画像を除いた SE, IR 法共に腫瘍部の信号が 2 次変化部の信号より高い傾向がみられたが、スライス部位によっては信号強度差が一定しない症例もあった(図 4)。また、1 例 T₂ 強

調画像で識別可能であった症例では、逆に腫瘤部の信号強度の方が2次変化部より低信号として描出された。

4) 胸壁浸潤の診断能

腫瘤影が胸壁に接し、胸壁浸潤の疑われた38例について、我々の胸壁浸潤の診断基準(図1)を基にして、CT, MRIにおける診断能について手術もしくは剖検所見と対比検討した。胸膜への浸潤については、MRIでの描出が困難なため今回の検討からは除外した。胸壁浸潤の疑われた38例中、手術もしくは剖検にて胸壁浸潤が認められたのは13例であった。sensitivityは、CTでは13例中6例(46%)であるのに対し、MRIでは13例中9例(69%)であった。また、

表6 Diagnostic accuracy of CT and MRI for invasion to chest wall (n=38)

sensitivity	6/13 (46%)	9/13 (69%)
specificity	23/25 (96%)	22/25 (88%)
accuracy	29/38 (76%)	31/38 (82%)

specificityは、CTでは25例中23例(96%)、MRIでは25例中22例(88%)であり、正診率は、CT 76%、MRI 82%で、ほぼ同等であった(表6)(図5)。

4. 考 察

胸部領域はMRIの適応の比較的低い領域と考えられてきた。この原因としては、検査時間が長い呼吸、心拍動並びに患者の体動によるmotion artifactが多く、従来のX線CTと比較して空間分解能が低いと言われていた⁵⁾。しかし、今日ではMR装置の普及とともに撮像法等の工夫がなされ以前と比較し、著明な画質の向上が見られ、我々が行った検討項目におい

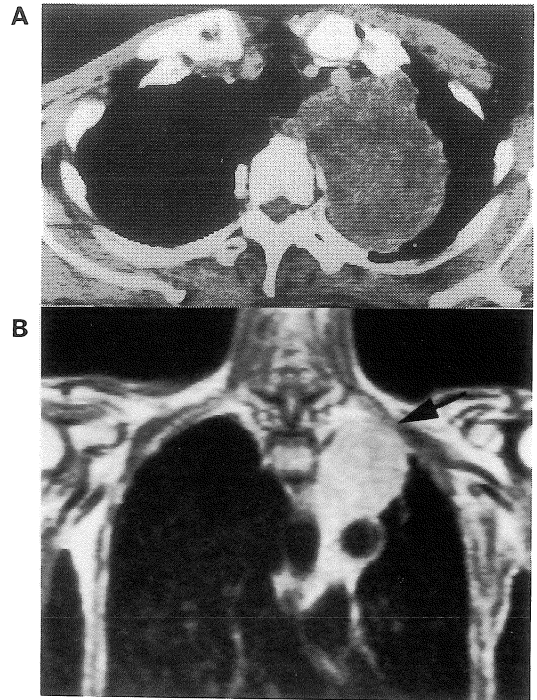


図5 左B1+2扁平上皮癌

- A: CT, 左S1+2領域に胸壁に接する腫瘤がみられ内部にlow density areaを認めるが、胸壁との間にfatty layerが見られることより胸壁浸潤なしと診断した。
- B: SE(2100/40)冠状断, 左肺尖部においてfatty layer断裂(↑)および骨破壊像が見られ、胸壁浸潤ありと診断し、手術で確認された。

ても、CTと比較しMRIの有用性が認められた。以下それぞれの検査項目について考察を加える。

1) 肺野腫瘤病変の検出能

肺野腫瘤病変は、MRIでは一般にT1強調画像で中等度の信号を呈し、T2強調画像では信号強度がやや上昇する腫瘤として描出される⁶⁾。我々の検討においても、MRIのT1、T2強調画像における腫瘤の描出能は、両者に差は見られなかった。また、MRIにおける良・悪性の鑑別及び組織診断は困難であった。腫瘤の検出能につい

ではMRIでは文献的に10mm前後が限界と報告されている^{7),8),9)}。我々の検討においても、5~10mmの腫瘍はCTでは91結節描出されたが、MRIでは5~7mmの腫瘍は39%、8~10mmの腫瘍では47%しか描出されず、10~15mmでは66%、16mm以上では100%であり、臨床的にはやはり腫瘍径10mmがMRIの描出の限界と考えられた。また、部位別における腫瘍の検出能についての検討では、特に下肺野に存在する腫瘍では16mm以上を含めても46%しか検出されなかったが、これはCTと比較して空間分解能の低いことや肺および胸郭の呼吸性移動が大きいことによる画質の劣化によるものと考えられ、現時点では特に径10mm以下で下肺野に存する腫瘍の検出については、MRIでは描出困難と思われた。今後は最近試みられている高速scanの胸部領域への応用や心拍呼吸同期を併用する事により、腫瘍の検出能の向上が期待される。

2) 腫瘍内部構造の識別能

MRIにおける腫瘍の内部構造について、詳細に検討された報告は少ない。腫瘍内部のcavityの存在は、CTでは腫瘍内部にair densityとして描出されるが、MRIでは低信号領域として描出されるためCTの描出能と比較し、差は見られなかった。また、腫瘍内部のnecrosisについては、T₁、T₂、プロトン画像などの撮像により、組織特性が得られることから識別が可能と考えていたが、腫瘍の大きさが3cm以下では、一般には腫瘍全体がほぼ同等の信号強度を示すものが多くnecrosisの識別は困難であった。やはりCTと比較して、MRIは濃度分解能、空間分解能共に劣っているためと考えられた。

3) 周囲2次変化部との識別能

腫瘍周囲2次変化部との識別に関しては、X線CTでは、CT値のlevelを変動させること¹⁰⁾やdynamic CTを用いること¹¹⁾により識別可能なことがあると報告されている。一方、MRIで

は、識別困難であったとする報告⁶⁾と識別可能であったとする症例報告^{12),13)}とがあるが、我々の検討では44%において識別可能であり、CTよりやや優れた傾向が見られた。MRIにおける識別可能例の腫瘍部と2次変化部の信号強度は、T₂強調画像の1例では腫瘍部の信号強度の方が2次変化部よりも低く、諸家の報告と一致していた^{8),13)}。しかし、我々の検討ではSE(1000, 40)およびSE(2100, 40)において、2次変化部の信号強度は腫瘍部よりも低いものから高いものまであり、信号強度差に一定した傾向はみられなかった。腫瘍と2次変化部の信号強度差は、腫瘍部に対し2次変化部の水分および繊維成分の含有程度に左右されるものと推測される。また、肺門型肺癌における腫瘍部と2次変化部との識別についての検討では、T₂強調画像の80%において腫瘍部の信号強度が2次変化部よりも低く、腫瘍と無気肺または閉塞性肺炎との分離が可能であった¹⁾。末梢部肺癌においてもT₂強調画像の1例で、腫瘍部の信号強度は2次変化部よりも低いことから、2次変化内の腫瘍の識別にはT₂強調画像が有用であると思われた。

4) 胸壁浸潤の診断能

胸壁浸潤の診断能については、文献的にX線CTでは造影剤を併用することにより80%の症例で診断可能であったと報告¹⁴⁾されているが、我々の検討でも76%とほぼ同等の診断能を示した。一方、MRIでも82%とCTと同程度の診断能を示したがMRIでは優れた組織間のコントラストが得られるものの胸膜の同定は困難であり¹⁵⁾、また肋骨浸潤についても骨皮質は無信号のため、高信号を示す骨髄への浸潤がないかぎり診断は困難と思われた。

しかし、肺尖部においては胸郭の形態が斜めであるため胸壁浸潤の診断はCTでは困難であったが、MRIではmotion artifactが少なく、冠状断、矢状断の撮像を加える事により、胸壁との間のfatty layerの断裂、骨破壊像および病

変の上下への進展などの三次元的観察が可能で胸壁浸潤の診断に有用であった。

下肺野では、呼吸性移動による画質の劣化のため、胸壁あるいは横隔膜側への浸潤の診断は困難であった。

以上、肺野腫瘍病変における MRI の有用性について CT と対比検討を行ったが、現時点では、今回我々が行った検討項目を総合的に判断して X 線 CT の診断能を越えるとは言い難い。しかし、腫瘍周囲 2 次変化部との識別および胸壁浸潤の診断に関しては、MRI の有用性が示唆されたことから肺野腫瘍病変に対する MRI は、X 線 CT に対して相加的あるいは相補的診断法として位置づけることができると考える。さらに今後は、肺癌患者に対して行われる放射線、化学療法の治療効果判定に、MRI は病変部のプロトン密度、 T_1 、 T_2 値など X 線 CT では得られない生化学的情報を得ることにより、組織性状診断、すなわち治療効果判定への応用が期待されると共に、画質および質的診断向上を図るために、MR 装置の空間分解能の改善、高速 scan 法の応用、呼吸同期法の工夫、さらには胸部疾患に対する MRI 用造影剤 Gd-DTPA の有用性についても症例を重ね、胸部領域の MRI の適応について詳細に検討したい。

ま と め

- 1) 肺野腫瘍病変 54 症例に対し MRI を施行し、CT および MRI の診断能につき対比検討した。
- 2) 肺野腫瘍病変における腫瘍の検出能および内部構造の識別能は、CT が優れていた。しかし、周囲 2 次変化部との識別能は、MRI が優れた傾向がみられた。
- 3) 胸壁浸潤の診断能は、CT と MRI では同等であった。MRI では、冠状断、矢状断の撮像を加える事により、肺尖部での浸潤範囲

の把握が容易であった。

文 献

- 1) K. Kameda, S. Adachi, M. Kono : Detection of T-factor in lung cancer using magnetic resonance imaging and Computed Tomography. *J Thorac Imag*, 3(2) : 73-80, 1988.
- 2) 松本真一, 廣田省三, 河野通雄, 他 : 肺癌の肺門・縦隔リンパ節転移の診断—CT と MRI による腫大リンパ節の検出能の比較検討—. *リンパ学*, 10(1) : 116-123, 1987.
- 3) A.M. Cohen, S. Creviston, J.P. LiPuma, et al. : NMR evaluation of hilar and mediastinum lymphadenopathy. *Radiology*, 148 : 739-742, 1983.
- 4) H.S. Glazer, R.G. Levitt, J.K.T. Lee, et al. : Differentiation of radiation fibrosis from recurrent pulmonary neoplasm by magnetic resonance imaging. *AJR*, 143 : 729-730, 1984.
- 5) G. Gamsu, D.D. Stark, W.R. Webb, et al. : Magnetic resonance imaging of benign mediastinal masses. *Radiology*, 151 : 709, 1984.
- 6) 河野通雄, 足立秀治, 廣田省三 : 肺癌の病期診断 (TNM 分類) MRI による診断. *画像診断*, 7(9) : 57-63, 1987.
- 7) J.S. Ross, P.B. O'Donovan, G.P. Borkowski : Magnetic resonance imaging of the chest. Initial experience. *Cleveland Clinic*, 52 : 533-539, 1985.
- 8) G. Gamsu, W.R. Webb, et al. : Nuclear magnetic resonance imaging of the thorax. *Radiology*, 147 : 473-480, 1983.
- 9) N.L. Muller, G. Gamsu, W.R. Webb : Pulmonary Nodules : Detection Using Magnetic Resonance and Computed Tomography. *Radiology*, 155 : 687-690, 1985.
- 10) 河野通雄 : 肺癌の画像診断—CT による診断—. *現代医学*, 30(2) : 225-230, 1982.
- 11) D.P. Naidich, D.I. McCauley, N.F. Khouri, et al. : Computed tomography of lobar collapse : 1. Endobronchial obstruction. *JCAT*, 7(4) : 745-757, 1983.
- 12) L. Axel, H.Y. Kressel, D. Thickman, et al. : NMR imaging of the chest at 0.12T : Initial

- clinical experience with a resistive magnet. AJR, 141 : 1157-1162, 1983.
- 13) R.G. Levitt, H.S. Glazer, C.L. Roper, et al. : Magnetic resonance imaging of mediastinal and hilar masses; comparison with CT. AJR 145 : 9, 1985.
- 14) 平田勇三：肺癌，縦隔および胸壁腫瘍の CT 診断に関する臨床的研究. 日本医放会誌, 41(11) : 1054-1072, 1981.
- 15) 奥畑好孝，縄野 繁，宇野公一，他：MR-CT による正常肺縦隔の描出：撮像条件と描出像について. 画像医学誌, 4(4) : 1052-1058, 1985.

MRI Evaluation for the Diagnosis of Pulmonary Nodules

Koji Tanaka

(Dep. of Radiology, Kobe Univ. School of Med.)

Shuji Adachi

(Dep. of Radiology, Kobe Univ. School of Med.)

Kyoko Kameda

(Dep. of Radiology, Kobe Univ. School of Med.)

Masahiko Kusumoto

(Dep. of Radiology, Kobe Univ. School of Med.)

Tadafumi Shimizu

(Dep. of Radiology, Kobe Univ. School of Med.)

Michio Kono

(Dep. of Radiology, Kobe Univ. School of Med.)

Noboru Ishii

(Dep. of 2nd Surgery, Kobe Univ. School of Med.)

Kazuo Nakamura

(Dep. of 2nd Surgery, Kobe Univ. School of Med.)

Satoshi Okada

(Dep. of Pathology, Kobe Univ. Hosp.)

The diagnostic ability of magnetic resonance imaging (MRI) in detecting pulmonary nodules was evaluated as compared with that of computed tomography (CT) in 54 patients, including 52 with a variety of malignant tumors and two with pulmonary tuberculoma, proven by surgery or autopsy. MR equipments used for this study were 0.15, 0.2 Tesla resistive magnetic resonance imager and 0.5 Tesla super conducting magnetic resonance imager. In the detectability of peripheral masses, small nodules could be more easily indentified by CT rather than by MRI. The minimal size of nodules indentified by MRI was more than 5-7 mm in diameter. In addition, the greater spatial resolution of CT made it possible to detect nodules vicinity to the diaphragm or the pleura. Regarding the diagnosis of inner structure of tumors, MRI was almost equivalent to CT in detection of a cavity in the tumor, but CT was superior to MRI for detecting necrosis in the tumor.

When the tumor was accompanied obstructive pneumonia or collapse, tumor extent could be demarcated in 25% of these cases studied by CT and in 44% by MRI.

As for the diagnosis of tumor invasion to the chest wall, MRI was equivalent to CT.

However, coronal and sagittal MRI were very helpful for demonstrating tumor invasion, especially in the apex of the lung. Besides, MRI gave an advantage over CT in the ability to distinguish the tumor invasion into fatty tissues or muscular ones.

In conclusion, MRI is near or less equivalent to CT in the diagnosis of pulmonary nodules now, but it is expected to offer more useful clinical information than that of CT in the diagnosis of pulmonary nodules, because of the reason that was mentioned above.