OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	肺腫瘤性病変のMR imaging診断-単純および Gd-DTPA enhanced MR imagingにおける相対的信号強度による定量的鑑別診断-
Author(s)	栗山, 啓子; 門田, 強; 細見, 尚弘 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(6), p. 628-634
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19947
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

日本医放会誌：53（6），628-634，1993（平5）

肺腫瘤性病変のMR imaging診断
—単純およびGd-DTPA enhanced MR imagingにおける相対的信号強度による定量的鑑別診断—

大阪府立成人病センター放射線診断科

栗山　啓子　　門田　　強　　細見　尚弘　　沢井　ユカ
井上　悦男　　鳴海　善文　　藤田　　眞　　吉岡　寛康
黒田　知純

（平成4年8月3日受付）
（平成4年10月14日最終原稿受付）

Differentiation of Bronchogenic Carcinoma from Benign Nodule by MR imaging : Quantitative Evaluation

Keiko Kuriyama, Tsuyoshi Kadota, Naohiro Hosomi,
Yuka Sawai, Etsuo Inoue, Yoshifumi Narumi, Makoto Fujita,
Hiroyasu Yoshioka and Chikazumi Kuroda

Department of Diagnostic Radiology,
The Center for Adult Diseases, Osaka Prefecture

Research Code No. : 506.9

Key words : Lung nodule, MR imaging, Gd-DTPA

To distinguish benign from malignant nodules with MR imaging, 39 pulmonary nodules (23 bronchogenic carcinomas, nine tuberculomas and seven other benign lesions) were studied. MR equipment of 1.5 Tesla was used, and relative signal intensities of pulmonary nodules on T 2- and T 1-weighted images before and after administrarion of gadopentate dimeglumine were evaluated.

On T 2-weighted images, the relative signal intensity of bronchogenic carcinomas to subcutaneous fat was 5.48 ± 1.69, that of tuberculomas was -2.56 ± 2.22 and that of other benign lesions was -0.88 ± 3.37 ; the difference between tuberculomas and bronchogenic carcinomas was statistically significant ($p < 0.05$). On T 1-weighted images before and after administration of gadopentate dimeglumine, the relative signal enhancement of bronchogenic carcinomas was 17.6 ± 2.0, that of other benign lesions was 20.0 ± 5.2 and that of tuberculomas was -0.0074 ± 0.763 ; the difference between tuberculomas and bronchogenic carcinomas as well as benign nodules was statistically significant ($p < 0.001$).

The relative signal intensity on T 2-weighted images and the ratio of signal enhancement to noise could differentiate tuberculomas from bronchogenic carcinomas and other benign lesions. However, bronchogenic carcinomas and other benign lesions could not be differentiated by MR imaging.

1. はじめに

肺野腫瘤影の画像診断はCTの登場によりCT値による定量的診断が可能になり[1)-4)]，さらに高分解能thin-section CTにより微細構造が描出できるようになり，詳細な形態診断が可能になった[5),6)]．特に，腫瘍内部に含気構造を有する分化型腺癌の高分解能thin-section CTは病理像に酷似しており，診断は比較的容易である[6),7)]．

しかし，充実性腫瘤性病変はCT値の定量を行って良性と診断可能な症例は少なく，依然として診断が困難な症例に遭遇する[8)]．そこで，われわれは軟部組織の内部構造の描出に優れたMRIを用いて，肺野の腫瘤影を呈する病変のT1，T2強調像における相対的信号強度および造影による相対的信号強度の変化を算出し，MRIによる定量的な良・悪性の鑑別診断を試みた．

2. 対象および方法

対象は平成元年10月より同4年4月までに大阪府立成人病センター放射線診断科にてMRIを施行した長径1 cm以上5 cm以下の腫瘤性病変39病変（38例）である．内訳は，良性病変を結核腫と非結核腫に分け，第1群が結核腫9例（6例に結核菌もしくは乾酪壊死が証明され，3例は臨床診断による），第2群が非結核性良性腫瘤性病変7例（円形無気肺2，過誤腫1，cryptococcosis 1，aspergillosis 1，器質化肺炎1，肺膿瘍1）である．悪性病変は第3群で全例が手術により確認された肺癌23病変（腺癌17，扁平上皮癌3，腺扁平上皮癌1，小細胞癌1，大細胞癌1）である．各々の最大腫瘍径は結核腫2.3～4.4 cm（平均3.2 cm），非結核性良性腫瘤性病変2.3～4.5 cm（平均3.2 cm），および肺癌1.5～5.0 cm（平均3.3 cm）である．年齢分布は50歳から81歳（平均63歳）であった．

使用したMR装置はMagnetom H 15（1.5 T，Siemens社製）である．パルス系列はスピンエコー法で，心拍性アーチファクトの比較的少ない肺尖および上肺野はT1強調像500/10/3（TR/TE/excitations）でT2強調像2000/80/2（TR/TE/excitations）で，心拍性アーチファクトの強い中・下肺野は心電図同期で上記値に近似したTR値にて撮影を行った．スライス厚は5 mmで，Matrixは256×192，スライス間のgapは0もしくは1 mmで胸部横断面を撮影した．

T1強調像，T2強調像およびGd-DTPA（0.1 mmol/kg）静注後T1強調像の3種類の画像を対象とし，病変部の信号強度（SI Tumor）および病変部と同じphase-encoding方向の患側肩甲骨下面もしくは胸壁の筋肉の信号強度（SI Muscle），患側の皮下脂肪の信号強度（SI Fat），前胸壁上方の空間をノイズの信号強度（SI Noise）とし，これらの部位で3か所以上の正円形の関心領域を設定して，信号強度の平均値と分散を算出した．これらの値より各画像における病変部の指標を算出した．

T1強調像における腫瘤影の筋肉を基準とした相対的信号強度比（tumor-muscle signal difference-to noise ratio）：T1-SD/N(Muscle)は，T1-SD/N(Muscle)＝(mean SI Tumor-mean SI Muscle)/standard deviation SI Noiseである．

T2強調像における腫瘤影の筋肉を基準とした相対的信号強度比（tumor-muscle signal difference-to noise ratio）：T2-SD/N（Muscle）は，T2-SD/N（Muscle）＝(mean SI Tumor-mean SI Muscle)/standard deviation SI Noiseである．

T2強調像における腫瘤影の皮下脂肪を基準とした相対的信号強度比（tumor-fat signal difference-to noise ratio）：T2-SD/N（Fat）は，T2-SD/N（Fat）＝（mean SI Tumor-mean SI Fat)/standard deviation SI Noiseである．

Gd-DTPA（0.1 mmol/kg）静注後のT1強調像における腫瘤影の筋肉を基準とした相対的信号強度比（Gadlinium enhanced-tumor-muscle signal difference-to noise ratio）：Gd-T1-SD/N（Muscle）は，Gd-T1-SD/N（Muscle）＝(mean SI Tumor-mean SI Muscle)/standard deviation SI Noiseである．

Gd-DTPA投与前後の信号強度の相対的変化(signal enhancement-to noise ratio)：T1-SE/N）は，T1-SE/N＝（mean SI Tumor with Gd-mean SI Tumor)/standard deviation SI Noise

Table 1 Results of Quantitative Evaluation

Parameter	T1-SD/N (Muscle)	T2-SD/N (Muscle)	T2-SD/N (Fat)	Gd-T1-SD/N (Muscle)	T1-SE/N
Group1	6.39±2.78	17.7±3.0	−2.56±2.22	−0.044±4.55	−0.0074±0.763
Group2	5.96±4.23	19.3±3.5	−0.88±3.37	12.2±9.67	20.0±5.2
Group3	2.45±0.71	22.9±1.9	5.48±1.69	11.6±7.16	17.6±2.0

Note : Data are presented as means plus or minus standard deviations.

with Gd である.

上記5種類の腫瘤性病変の指標を結核腫，非結核性良性腫瘤性病変および肺癌の3群間で有意差があるかどうか Turkey 法による多重比較を行った.

3. 結　果

結核腫（第1群），非結核性良性腫瘤性病変（第2群）および肺癌（第3群）の相対的信号強度と Gd-DTPA 投与前後の信号強度の相対的変化の指標を用い，信号強度による定量的評価を行った結果は Table 1 に示す（Table 1）.

結核腫，非結核性良性腫瘤性病変および肺癌はいずれも患側の筋肉とほぼ同程度の信号強度を呈し，腫瘤影の筋肉を基準とした相対的信号強度（T 1-SD/N（Muscle）は，結核腫，非結核性良性腫瘤性病変，肺癌の間で有意差を認めなかった（Fig.1, Fig.6-(A), Fig.7-(A)）.

T 2 強調像では，腫瘤影の筋肉を基準とした相対的信号強度（T 2-SD/N（Muscle）は，結核腫，非結核性良性腫瘤性病変，肺癌の間で有意差を認めなかった（Fig.2）. しかしながら，皮下脂肪を基準とした相対的信号強度（T 2-SD/N (Fat)）では，結核腫と肺癌の間で有意差を認めた（$p<0.05$）(Fig.3, Fig.6-(B), Fig.7-(B)). 非結核性良性腫瘤性病変は T 2-SD/N（Fat）では結核腫と肺癌双方に類似した分布を呈し，鑑別が困難であった.

Gd-DTPA を用いた指標では，Gd-T 1-SD/N (Muscle) において結核腫と肺癌の間で明らかな有意差を認め（$P<0.01$），さらに結核腫と非結

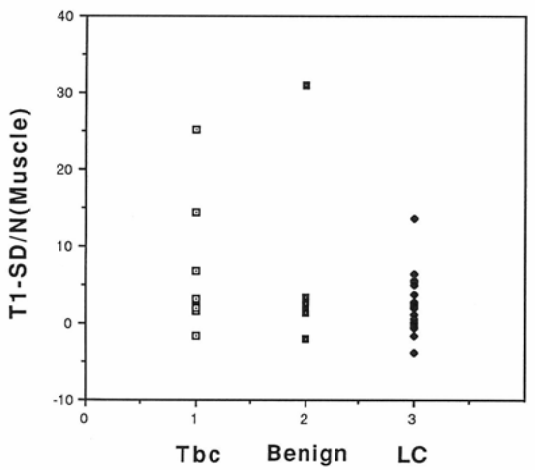


Fig. 1 Tumor-muscle signal difference-to noise ratio on T1-weighted image (500/10) in tuberculomas (Tbc), other benign lesions (Benign), and bronchogenic carcinomas (LC)

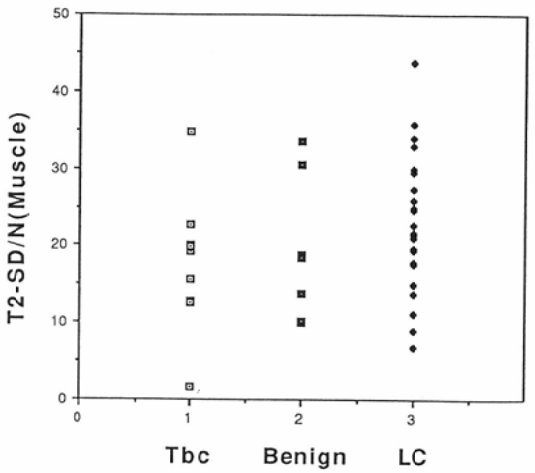


Fig. 2 Tumor-muscle signal difference-to noise ratio on T2-weighted image (2000/80) in tuberculomas (Tbc), other benign lesions (Benign), and bronchogenic carcinomas (LC)

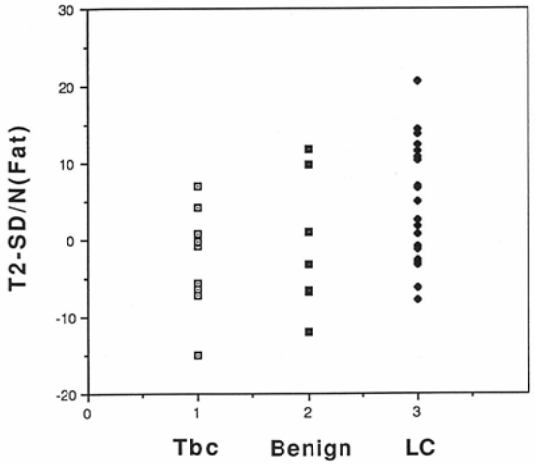


Fig. 3　Tumor-fat signal difference-to noise ratio on T2-weighted image (2000/80) in tuberculomas (Tbc), other benign lesions (Benign), and bronchogenic carcinomas (LC)

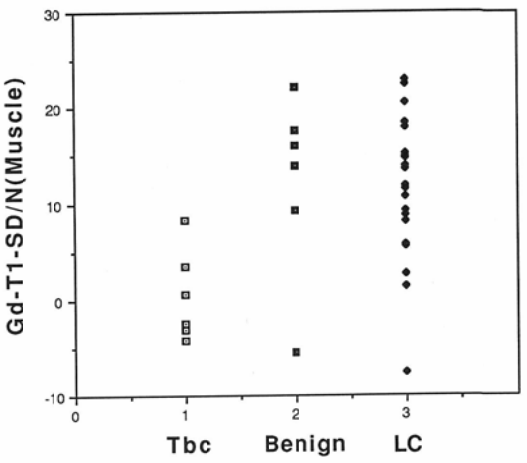


Fig. 4　Tumor-muscle signal difference-to noise ratio on Gd-DTPA enhanced T1-weighted image (500/10) in tuberculomas (Tbc), other benign lesions (Benign), and bronchogenic carcinomas (LC)

核性良性腫瘤性病変の間でも有意差を認めた（$p<0.05$）(Fig.4, Fig.6-(C), Fig.7(C)). しかしながら，肺癌と非結核性良性腫瘤性病変との間にはT1，T2-WIと同様に有意差はなかった．

Gd-DTPA投与前後の信号強度の相対的変化T1-SE/Nにおいては，結核腫に対し肺癌および非結核性良性腫瘤性病変の間で明らかな有意差を認めた（$p<0.001$）(Fig.5, Fig.6-(A), (C), Fig.7-(A), (C)). しかしながら，肺癌はT1-SE/Nにおいても非結核性良性腫瘤性病変に類似した分布を呈し両者の鑑別が困難であった．

以上の結果より，MRIの信号強度による定量的診断では，Gd-DTPA投与前後の信号強度の相対的変化T1-SE/Nにより最も高い精度で結核

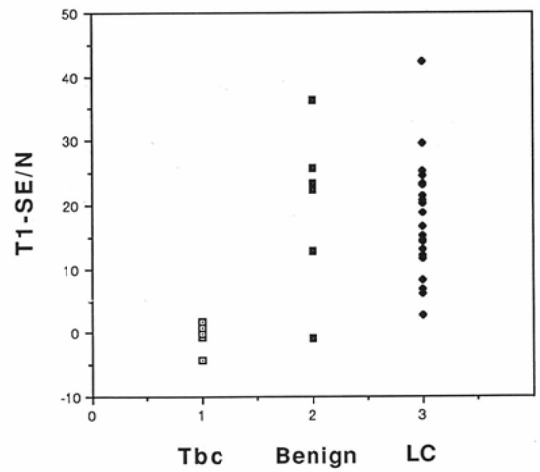
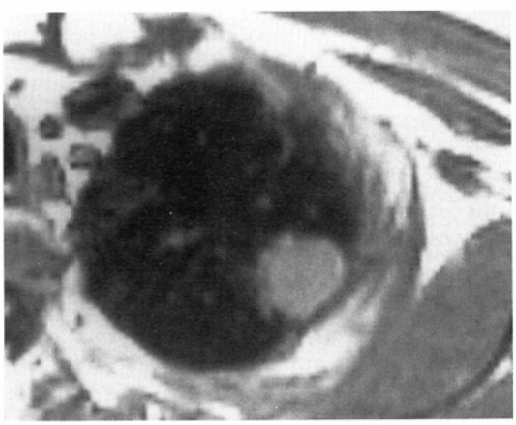
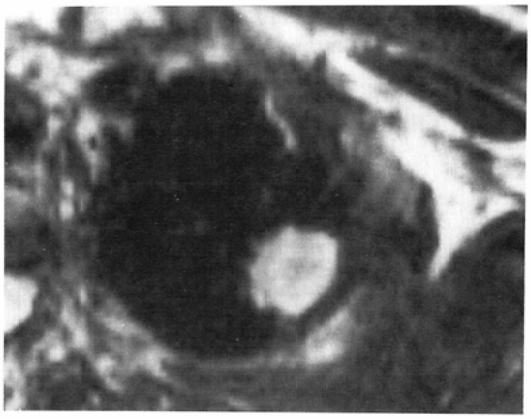


Fig. 5　Signal enhancement-to noise ratio on T1-weighted image (500/10) in tuberculomas (Tbc), other benign lesions (Benign), and bronchogenic carcinomas (LC)

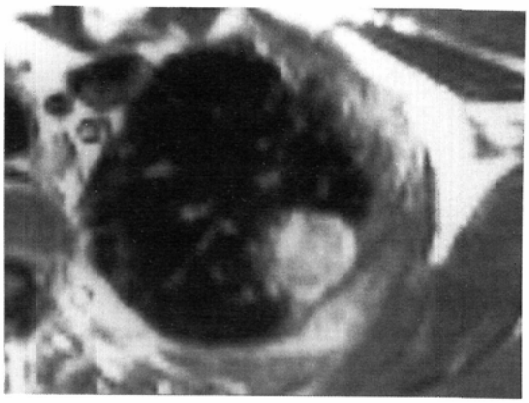


(A) On transeverse T1-weighted image (500/10), the lesion located in the apex demonstrates intermediate signal intensity similar to skeletal muscles.

Fig. 6 Adenocarcinoma of the left upper lobe in a 54-year old man

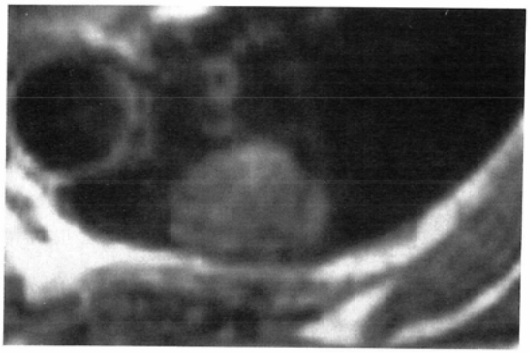


(B) Corresponding transeverse T2-weighted image (2000/80) displays high signal intensity of the primary tumor.

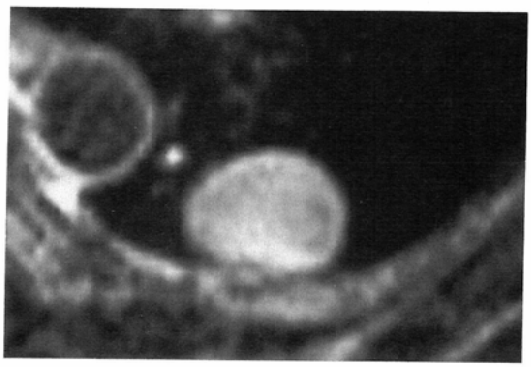


(C) On T1-weighted transeverse image post Gd-DTPA enhancement, the lesion is heterogeneously enhanced.

Fig. 6 Adenocarcinoma of the left upper lobe in a 54-year old man



(A) On transeverse T1-weighted image (500/10), the lesion located in the superior segment demonstrates intermediate signal intensity similar to skeletal muscles.

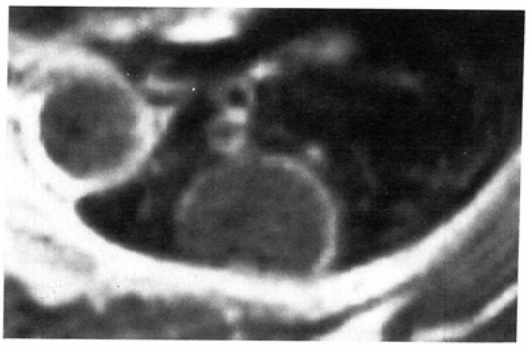


(B) Corresponding transeverse T2-weighted image (2000/80) displays high signal intensity of the lesion.

腫とその他の肺野腫瘤性病変の鑑別診断が可能であった（Fig.6, 7）．また，造影剤を使用しないT2強調画像で皮下脂肪を基準とした相対的信号強度(T2-SD/N (Fat)) により，肺癌と結核腫に有意差を認めたことは興味深い．

4. 考　察

MRIは画質の向上とともに画像診断に用いられるようになってきたが，胸部領域では心拍や呼吸運動によるアーチファクトのために空間分解能が低く，CTの画質を凌駕するに至っていないのが現状である[9),10)]．MRIの画質を向上させる方法



(C) T1-weighted transverse image post Gd-DTPA enhancement demonstrates target-like appearance of lesion with high signal intensity rim and nonenhancing center.

Fig. 7 Tuberculoma of the left lower lobe in a 50-year-old woman

として，心拍性アーチファクトの除去に心電図同期法，血流によるアーチファクトの減弱にpre-saturation法を用いたり，呼吸停止下にshort SE法やgradient echo法などを用いた肺病変の描出が試みられており，近い将来呼吸停止下の鮮明な画像が得られることが期待される．

現段階におけるMRIによる肺野の結節性病変の検出能は部位にもよるが約1cmであり，CTのような鮮明な高分解能画像でなく形態診断は困難である[11),12)]．また，分化型腺癌の様に含気構造を有する組織では信号が低く，小型であれば描出困難である．しかしながら，MRIはT1，T2およびGd-DTPA造影により得られる画像情報により，腫瘤性病変の内部構造の組織性状に関する情報が得られるために，鑑別診断に有用であると考えられている[11)-16)]．

楠本らは中磁場（0.5 T）のMRI装置においてGd-DTPAを用いて最大径3cm以下1cm以上の末梢部肺癌と結核腫の鑑別診断を行い，Gd-DTPA経静脈性投与後の信号強度と信号の上昇幅において有意差を認め（$p<0.001$），造影MRIが形態診断に付加した情報を与える診断法になりうることを示唆している[12),17)]．

われわれは腫瘍による2次変化や腫瘍内の壊死が比較的少ない腫瘍径5cm以下の肺癌と結核腫および良性腫瘤性病変において，T2およびGd-DTPA造影MRIにおいて有意差を認めた．

従来より腫瘍と炎症はともにT1強調像で低信号を呈し，T2強調像で高信号を呈するために鑑別が困難とされていた．高磁場（1.5 T）におけるわれわれの検討では，肺癌症例で脂肪組織に対する相対的T2値が非腫瘍性病変に比べ高い．この原因として，肺癌の切除標本において腫瘍内に広範な2次変化を認めないために，出血や壊死などの変化によるT2値の上昇より腫瘍そのもののT2値が高いものと考えられる．一方で，中心部に壊死を伴うが肉芽性の変化に富む結核腫との間に有意差を認めたことは，MRIが肺野腫瘤性病変の内部構造の病理学的所見を反映しているものと思われる[18)]．

今回の検討ではGd-DTPA静注後約1分で撮影を開始しているために，肺癌と非結核性良性腫瘤性病変の鑑別診断が困難であるがdynamic study による time intensity curve を解析することにより腫瘍と炎症が鑑別できる可能性が示唆されており[12)]，今後検討していきたい．

Gd-DTPAの体内動態はCTにおけるヨード系造影剤とほぼ同様とされGd-DTPA投与直後のT1-WIにおける腫瘍の造影は血流量や細胞外液量に左右され[19),20)]，これらが豊富な肺癌や非結核性の良性腫瘤性病変では強く造影され，乾酪壊死を伴う結核腫では殆ど造影されない．このために定量的診断において，T1-SE/Nは最も診断精度の良いパラメーターであり，鑑別診断に有用である．わが国において高齢者における結核の罹患率は高く，肺癌との鑑別診断において臨床上MRIが果たす役割は大であると思われる．

謝　辞

稿を終えるにあたり，統計解析に御助力いただきました日本シェーリング株式会社臨床解析課伊藤要二博士に感謝の意を表します．

文　献

1) Siegelman SS, Zerhouni EA, Leo FP, et al : CT of the solitary pulmonary nodule. AJR 135 : 1-13, 1980
2) Zerhouni EA, Spivey JF, Morgan RH, et al : Factors influencing quantitative CT measurements of solitary pulmonary nodules. J Comput Assist Tomogr 6 : 1075-1087, 1982
3) Siegelman SS, Khouri NF, Leo FP, et al : Solitary pulmonary nodules : CT assessment. Radiology 160 : 307-312, 1986
4) Siegelman SS, Khouri NF, Scott WW Jr, et al : Pulmonary hamartoma : CT findings. Radiology 160 : 313-317, 1986
5) 栗山啓子，梶田明義，藤野保定，他：肺野部小型肺癌に対するThin-section CTの有用性，肺癌，27：671-678，1987
6) Kuriyama K, Tateishi R, Doi O, et al : CT-pathologic correlation in small peripheral lung cancers. AJR 149 : 1139-1143, 1987
7) Kuriyama K, Tateishi R, Doi O, et al : Prevalence of air bronchograms in small peripheral carcinomas of the lung on thin-section CT : comparison with benign tumors. AJR 156 : 921-924, 1991
8) Godwin JD, Speckman JM, Fram EK, et al : Distinguishing benign from malignant pulmonary nodules by computed tomography. Radiology 144 : 349- 351, 1982
9) Webb WR, Jensen BG, Sollito R, et al: Broncho-

genic carcinoma: Staging with MR compared with staging with CT and surgery. Radiology 156: 117-124, 1985
10) Kameda K, Adachi S, Kono M: Detection od T-factor in lung cancer using magnetic resonance imaging and computed tomography. J Thorac Imag 3: 73-80, 1988
11) 田中浩司，足立秀治，亀田京子，他：肺野腫瘤性病変の MRI 診断の評価，日磁医誌，8：18-25，1988
12) 河野通雄，足立秀治，楠本昌彦，他：肺癌—縦隔・胸壁・横隔膜への転移進展を含む—，臨放，36：1483-1495，1991
13) 湯口恭利，長尾啓一，戸島洋一，他：MRI による胸部の正常組織および病変部位の緩和時間による検討，呼吸，6：537-544，1987
14) Shioya S, Haida M, Ono Y, et al: Lung cancer: Differentiation of tumor, necrosis, and atelectasis by means of T1 and T2 values measured in vitro. Radiology 167: 105-109, 1988
15) 楠本昌彦，足立秀治，田中浩司，他：肺癌における Gd-DTPA enhanced MRI の評価，臨放，36：1-6，1991
16) 丸田 力，楢林 勇，末松 徹，他：肺・縦隔腫瘍における Gd-DTPA enhanced MRI の有用性—early T1 WI と delayed T1 WI の比較—，日本医放会誌，51：504-515，1991
17) 楠本昌彦：肺癌における Gd-DTPA enhanced MRI の有用性に関する臨床的研究，日本医放会誌，52：358-371，1992
18) 岩井和郎（編）：結核病学．I 基礎・臨床編，第3版，p 115-136，1989，財団法人結核予防会，東京
19) Strich G, Hagen PL, Gerber KH et al: Tissue distribution and magnetic resonance spin latice relaxation effect of gadolinium-DTPA. Radiology 154: 723-726, 1985
20) Weinmann HJ, Laniado M, Mutzel W: Pharmacokinetics of Gd-DTPA/dimeglumine after intravenous injection into healthy volunteers. Physiol Chem Physics Med NMR 16: 167-172, 1984