



Title	肺野腫瘍性病変に対する MR angiography-3D FAST FE 法の臨床応用-
Author(s)	名和, 健; 村松, 幸男; 江口, 研二 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(5), p. 544-550
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19906
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

肺野腫瘍性病変に対する MR angiography

—3D FAST FE 法の臨床応用—

1) 国立がんセンター呼吸器内科 (*現 日立健康管理センター)

2) 国立がんセンター放射線診断部

名和 健^{1)*} 村松 幸男²⁾ 江口 研二¹⁾ 山田 達哉²⁾

(平成4年7月6日受付)

(平成4年10月9日最終原稿受付)

Magnetic Resonance Angiography for the Diagnosis of Pulmonary Nodules —Clinical Applications of 3D FAST FE Technique—

Takeshi Nawa¹⁾, Yukio Muramatsu²⁾, Kenji Eguchi¹⁾ and Tatsuya Yamada²⁾

1) Department of Respiratory Medicine, National Cancer Center

2) Department of Diagnostic Radiology, National Cancer Center

Research code No.: 506

Key words: MR angiography, Pulmonary nodule,
Three dimensional projection.

Three-dimensional (3D) magnetic resonance angiography (MRA) was obtained by means of the 3D Fourier transfer (FT) field echo (FE) technique (repetition time 15~17msec, echo time 3~8msec, flip angle 15°, slab thickness 67 mm) in 14 patients with pulmonary nodules during one breath hold. 3D MRA was evaluated in comparison with the spin echo method. Subsegmental pulmonary arteries were highly definable (78.5%: right lung), and all pulmonary nodules were well identified and had fewer artifacts than images obtained by the spin echo (SE) technique.

In conclusion, 3D MRA was found to be a promising method in the assesment of pulmonary nodules with MRI.

1. 序 言

MR Angiography (MRA) は従来の肺血管造影に比べ明らかに侵襲が少なく、短時間で行えるため、その臨床応用は急速に広がりつつある。最近では頭部、腹部、四肢領域のみならず、従来描出困難とされていた胸部領域の報告が増加している^{1),2),3)}。任意断面の画像が得られることがMRI共通の利点であり、複雑な走行を示す肺血管のイメージングはMRAにとって可能性のある分野

といえる。

従来、胸部MRAを肺野末梢の病変に対して施行した報告はないが、3次元画像に再構成した血管像と肺野病変を同時に描出できれば、臨床上有用な情報が得られることも考えられる。

今回、我々はTR、TEを短縮して作成した3次元フーリエ変換(3DFT)法によるフィールドエコー(FE)法(3DFAST FE法)を肺野腫瘍性病変及び肺血管のイメージングに応用し、臨

床応用の可能性について検討を加えたので報告する。

2. 対象及び方法

1991年11月から1992年3月まで、国立がんセンターでMRIが施行された肺野腫瘍症例のうち、手術例12例（原発性肺癌10例、転移性肺癌1例、結核腫1例）、非手術例2例（転移性肺腫瘍1例、結核腫1例）の計14例（19病変：平均径31mm）を対象として3D FAST FE法によるMRAを施行し、各症例について肺野病変及び肺血管の描出能について検討した（Table 1）。

Table 1 Patient characteristics

Number: 14 cases (19 lesions)	
Age: 37~79 (Mean 54.8)	
Sex: Male 8, Female 6	
Size of Lesions: 5~70mm (Mean 31mm)	
Histology:	
Primary Lung Cancer	9 (11)
Adenocarcinoma	6
Squamous Cell Carcinoma	1
Large Cell Carcinoma	1 (3)
Undifferentiated Carcinoma	1
Carcinoid	1
Metastatic Lung Cancer	2 (5)
Osteosarcoma	1 (4)
Head & Neck	1
Tuberculoma	2 (2)

MRAの撮像条件はTR=15 msec, TE=3~4 msec, FA=15°, Matrix=160×256, Slab thickness=67 mmであり、呼吸停止下に撮像し画像再構成には最大値投影法⁴⁾を用いた。なお、Gd-DTPAは13例に併用し、いずれもMRA施行直前に0.1 mmol/kgを静脈内投与した。肺野病変と肺血管の描出能については、モニター上で10°~30°の回転表示した3-D画像、フィルムに落とした最大値投影画像⁴⁾、および通常のスピンエコー法によるT1強調画像を比較検討した。

なお、肺血管の描出性については、中枢側より連続して追跡できる血管のみをMRAで描出されたものとして評価した。機器は1.5 T超伝導

Table 2 The summary of all 14 patients (19 lesions) (La: Large cell carcinoma, Ad: Adenocarcinoma, Sq: Squamous cell carcinoma, Undiff.: Undifferentiated carcinoma, Meta (OS): Metastasis from Osteosarcoma, Meta (H & N): Metastasis from head & neck cancer, Tbc.: Tuberculoma.)

Rt.	A ¹ a	A ³ a	A ⁴ a	A ⁸ a	A ¹⁰ b	Total
	13/13	11/13/	9/13	10/13	8/13	51/65
(%)	(100)	(84.6)	(69.2)	(76.9)	(61.5)	(78.5)

Lt.	A ¹⁺² a	A ³ a	A ⁴ a	A ⁸ a	A ¹⁰ a	Total
	11/11	9/12	9/12	7/12	4/12	40/59
(%)	(100)	(75.0)	(75.0)	(58.3)	(33.3)	(67.8)

MR装置（東芝MRT 200 FX）を使用した。

3. 結 果

3.1 肺野血管の描出能

SE法では縦隔内の肺動脈主幹部は描出されたが肺野血管は描出されなかった。一方、MRAでは中枢側肺動脈および中枢側肺静脈（上肺静脈、下肺静脈）は全例において明瞭に描出された。

また、冠状断面にて肺門部が撮像されている症例（13例）を対象として、MRAによる肺野血管の描出能をフィルム上で検討してみると、冠状面で同定しやすい外側へ走行する亜区域支肺動脈の描出能は右肺で78.5%と高率であったが、心陰影と重なる左下葉の血管描出能はやや低値を示した（Table 2）。しかし、冠状断面像では確認できない血管もモニター上で回転表示することにより同定可能となる場合が多く、撮像方向の変更や回転表示により対処が可能と考えられた。

3.2 肺野病変の描出能

今回対象とした病変（最大径70 mm、最小径5 mm）は全てMRA、スピンエコー法で描出され、両者の病変検出能には差が認められなかった（Table 3）。しかし、両者の画質について検討してみると、MRAでは体動および血流に伴うアーチファクトが少なく、SE法に比べ小さな腫瘍の形状がより明瞭に把握できた。さらに、MRAでは肺野病変と肺血管が同時に描出されるため病

Table 3 The definability of subsegmental pulmonary artery on anterior-posterior projection MR angiography (Involved arteries are excepted from evaluation)

No.	Age	Sex	Diagnosis	Size (mm)	Location	Detectability			Gd-DTPA enhancement
						(SE)	(MRA)	(Conventional X-p)	
1	70	M	La.	50	LLL	yes	yes	yes	+ (inhomogeneous)
				33	LLL	yes	yes	yes	+ (inhomogeneous)
				24	LLL	yes	yes	yes	+ (inhomogeneous)
2	48	F	Ad.	30	LLL	yes	yes	yes	+ (homogeneous)
3	49	F	Ad.	50	LUL	yes	yes	yes	+ (homogeneous)
4	76	M	Ad.	25	RUL	yes	yes	yes	+ (homogeneous)
5	69	M	Ad.	28	RLL	yes	yes	yes	+ (inhomogeneous)
6	68	M	Ad.	16	LUL	yes	yes	yes	+ (ring like)
7	59	M	Ad.	28	RUL	yes	yes	yes	+ (inhomogeneous)
8	79	M	Sq.	65	LUL	yes	yes	yes	+ (ring like)
9	50	M	Undiff.	70	LUL	yes	yes	yes	+ (inhomogeneous)
10	37	F	Carcinoid	38	RML	yes	yes	yes	+ (homogeneous)
11	26	F	Meta (OS)	17	RML	yes	yes	yes	+ (homogeneous)
				12	RUL	yes	yes	yes	+ (homogeneous)
				11	RLL	yes	yes	yes	+ (homogeneous)
				5	RLL	yes	yes	yes	+ (homogeneous)
12	51	M	Meta (H&N)	44	RML	yes	yes	yes	+ (ring like)
13	44	F	Tbc.	15	LUL	yes	yes	yes	—
14	37	F	Tbc.	30	RUL	yes	yes	yes	—

変の局在診断も可能であった。また、MRAにおいても Gd-DTPA の併用は末梢の血管や小さな病変を描出するのに有用であった。

4. 症 例

(症例 1) 59 歳男性、右上葉原発の肺腺癌（臨

床病期 T₁N₀M₀）である。病変の大きさは 28 mm × 26 mm で、胸部単純写真 (Fig. 1(A)),

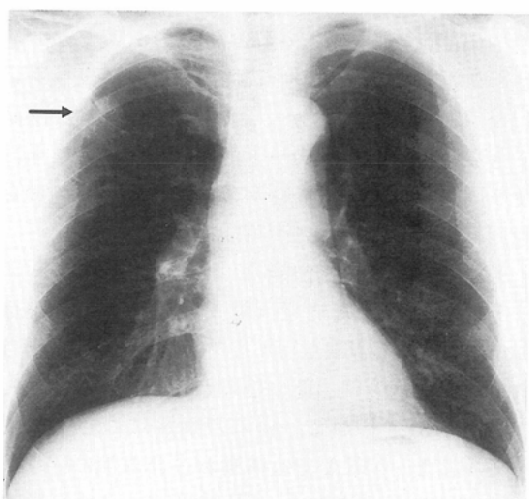
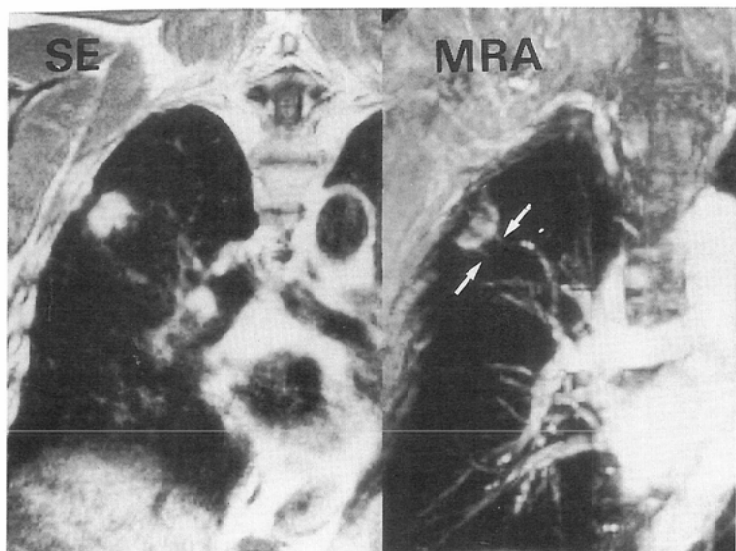
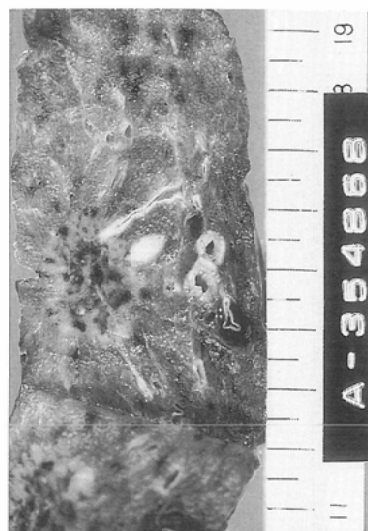


Fig. 1 Case 1: Primary lung cancer (adenocarcinoma) of the right upper lobe

(A) (B) Conventional X-ray film and tomography shows a peripheral pulmonary nodule (arrow) with pleural retraction



(C) Gd-DTPA enhanced T1-weighted SE image (left) reveals well enhanced nodule in right upper lobe. 3D MRA (right) displays the intersubsegmental veins involved by the nodules (arrows).

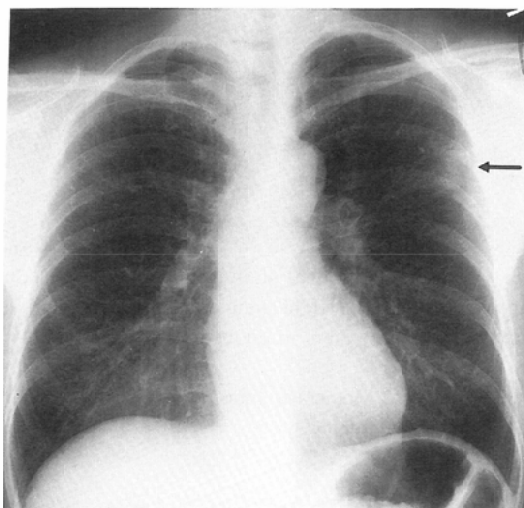


(D) Macroscopic findings are well correlated with MRA findings.

断層写真 (Fig. 1(B)) では右上肺野に胸膜嵌入像を伴う腫瘍陰影が認められた。

SE法冠状断面像 (Fig. 1(C)) では腫瘍と血管の関連は不明であるが、MRA冠状断面像

(Fig. 1(C)) では腫瘍の中核側に V¹l, V²c の末梢と思われる血管が巻き込まれている像が描出され、切除病理標本 (Fig. 1(D)) における病変の収束傾向をよく表していた。



(A) Conventional X-ray film shows a solid nodule (arrow) in the left upper lung field.



(B) High resolution computed tomography (HRCT) with thin slice section reveals a solid nodule in left S¹⁺²c with small calcification.

Fig. 2 Case 2 Tuberculoma in the left upper lobe

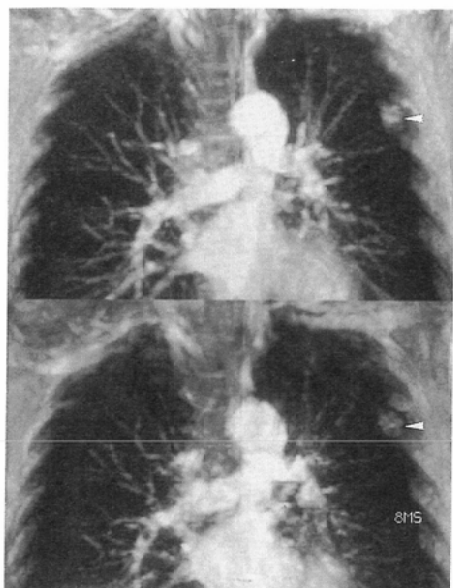
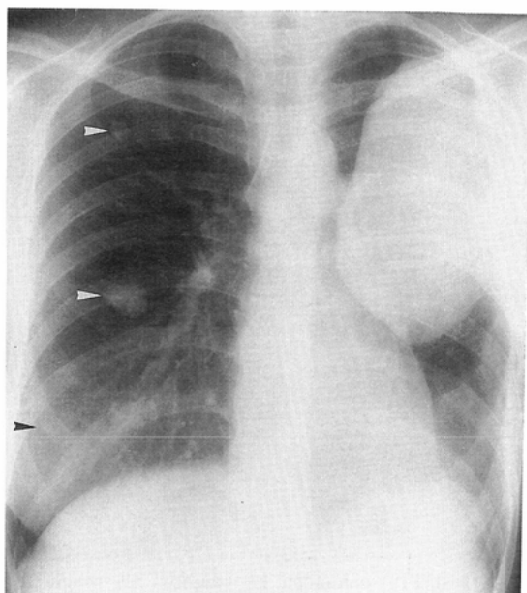


Fig. 2 (C) 3D MRA displays a stick-like high intensity area (an arrowhead) in the nodule, and no significant enhancement is obtained by Gd-DTPA injection (above), compared with the plain MRA image (below).



(A) Conventional X-ray film shows a huge mass in the left lung, and multiple nodular shadows in the right lung field (arrowheads).



Fig. 2 (D) Histologic examination reveals caseous necrosis surrounded by granuloma.

(症例 2) 44 歳女性, 左肺上葉結核腫 (径 15 mm) の症例である。胸部単純写真 (Fig. 2(A)) では左上肺野に径 16 mm の腫瘍影が存在し, Thin-slice CT では左 S¹⁺²c 末梢に石灰化を伴う充実性の陰影が認められた (Fig. 2(B)). MRA



(B) 3D MRA in coronal plain displays multiple nodular shadows in the right lung. The smallest nodule (arrow) in S⁸ is 5mm in diameter

Fig. 3 Case 3: Metastatic lung tumors from osteosarcoma of the left femur

冠状断面像では病変内部に棒状の高濃度域が存在し, Gd-DTPA 静注前後も腫瘍全体の信号強度に明らかな変化は認められない (Fig. 2(C) 上段: 造影後, 下段: 造影前)。開胸肺生検の結果, この高濃度域は乾酪壊死に相当し, 病理肉眼所見と

よく相関した (Fig. 2(D)). SE 法でも病変の存在は確認できたが、このような内部構造についての検討は不可能であった。

(症例 3) 26 歳女性, Osteosarcoma の肺転移例である。胸部単純写真では左肺内の大きな腫瘤の他に、右肺にも多発性転移が認められた (Fig. 3 (A)).

MRA 冠状断面像 (Fig. 3 (B)) では、右肺の撮像範囲内に S²a, S⁴a, S⁸a の少なくとも 3 箇所の転移巣が認められ、右下葉 S⁸a の腫瘤は CT にて径約 5 mm であった。また、病変の近くを走行する A⁸a と思われる血管が描出されており、病変の局在診断に手掛かりを与えた。

4. 考 案

MRA の適応拡大に伴い^{5),6)}、体幹部、特に腹部領域に対する MRA の臨床的有用性に関する報告が増加している⁷⁾。胸部領域の MRA に関する報告も少数ながら認められるが、その臨床応用は中枢側血管について評価が主体であり^{1),2),3)}、肺野末梢の病変に対する臨床応用の報告は認められない。

スピンエコー (SE) 法は最も一般的な撮像法であり、胸部領域では縦隔病変や肺野病変の診断に応用されている。しかし、呼吸や血流に伴うアーチファクトのためその形態的情報を得ることも、あるいは肺野血管を描出することも困難である。このため、肺野血管に基づく病変の局在診断には SE 法は不向きと考えられる^{8),9)}。

今回、我々は 3D FAST FE 法による MRA を肺血管及び肺野病変に対して適用し、臨床応用の可能性について検討した。1 回の撮像時間は 25 秒間、画像再構成時間を含めた所要時間は 5 分以内であり、通常の MRI 検査に引き続いて全例で MRA を施行可能であった。

我々の正常例の検討では、アーチファクトと TE には密接な関連があり、TE の短縮に伴いアーチファクトの少ない画像が得られた (Fig. 4)。具体的には TE=3~4 msec は临床上重要な亜区域支 (3 次分支) までの描出性に優れ、症例の検討でも肺野病変との関連を評価するのに有用であった。また、モニター上で 3 次元表示した肺血管

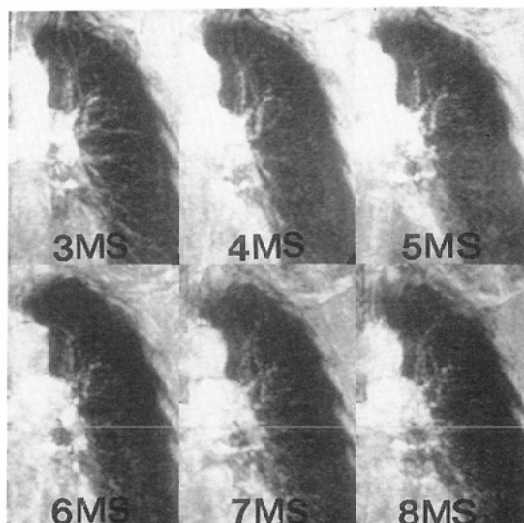


Fig. 4 MR Angiography of a normal volunteer, with various echo time (TE=3, 4, 5, 6, 7, 8ms): Peripheral pulmonary vessels were well identified in shorter TE.

を回転表示することは肺血管の走行を立体的に把握するのに極めて有用であった。

病変の存在診断に関しては SE 法との差は認められなかったが、特に小さな病変の内部性状、及び関与する血管について MRA は SE 法より優れた情報を提供しえた。

また、Gd-DTPA は従来の SE 法における検討と同様¹⁰⁾、MRA においても有用であり⁹⁾、病変及び関与する血管の S/N が上昇するため検討がより容易となった。

今回検討した撮像法の問題点としては、1 回の撮像で得られる範囲が約 6 cm に限られたことがあげられる。このため、全肺野をカバーするには少なくとも 3 回の撮像が必要であるが、全肺野の血管を再構成し、同時に表示することの必要性についてはさらに検討が必要である。また、画像再構成法として使用した最大値投影法は、投影方向に高濃度域が重なった場合血管像との鑑別が困難となる場合があり、今回の検討でも心陰影と重なる左下葉の血管描出能が他の部位に比べ劣る傾向が認められた。しかし、この点については異なる撮像面からの観察によりある程度対処しうると考えられた。

肺野病変, 特に原発性肺癌の TNM 分類による staging に関して MRI は CT とほぼ同等の診断能を有す, という報告がなされている^{11)~13)}. 今回検討した撮像法が CT を中心にした従来の staging procedure を上回る結果をもたらすとは考えにくい, 肺血管と病変を同時に立体表示することが可能となれば, 病変の部位を同定するために断層撮影や CT の画像から自力で再構成を行う労力が不要となり, 臨床面での寄与が大きいと考えられる. MRA は無侵襲かつ短時間で施行しうる検査であり, 血管と病変の関連についてさらに良好な画像が得られた場合, 術前評価や手術手技のシミュレーション等も含め従来の肺血管造影よりさらに適応を広げられる可能性がある¹⁾.

肺野病変に対する MRA は, 肺血流の評価¹⁴⁾, 肺実質の描出¹⁵⁾等の試みと合わせ, SE 法の欠点を補う撮像法として従来の検査体系に追加されるべき撮像法と考えられる.

5. 結 語

肺野腫瘍性病変を有する患者 14 例に対し 3D FAST FE 法による MRA を施行し, 病変及び関与する肺血管を同時に描出した. MRA は SE 法の欠点のある程度補いうる撮像法であり, 従来の検査体系に組み込まれるべきと考えられた.

稿を終えるにあたり, 撮影にご協力頂いた放射線診断部の川合英夫氏に深く感謝致します.

本研究は, 平成 3 年度厚生省「対がん 10 ヶ年総合戦略プロジェクト」の援助を受けた.

文 献

- 1) Kauczor HU, Layer G, Schad LR, et al: Clinical applications of MR angiography in intrathoracic masses. J Comput Assist Tomogr 15: 409-417, 1991
- 2) 須田博喜, 本城和光, 本間譲, 他: 2D Time of Flight 法による Stereoscopic Pulmonary MR Angiography の検討, 日本医放会誌 52: 291-299, 1992
- 3) 三谷政彦, 戸上泉, 北川尚広 他: 胸部腫瘍性病変における 2D-Time of Flight MR Angiography, 肺癌 32: 375-381, 1992
- 4) Edelman RR, Chien D, Atkinson DJ, Sandstorm J: Fast time-of-flight MR angiography with improved background suppression. Radiology 179: 867-870, 1991
- 5) Edelman RR, Wentz KU, Mattle HP, et al: Projection arteriography and venography: initial clinical results with MR. Radiology 172: 351-357, 1989
- 6) Edelman RR, Mattle HP, Atkinson DJ, Hoogewoud HM: MR angiography. AJR 154:937-946, 1990
- 7) Schimpfle MM, Layer G, Koster A, et al: MRI and MRA in treatment planning of subdiaphragmatic radiation therapy. J Comput Assist Tomogr 16: 110-119, 1992
- 8) Muller NL, Gamsu G, Webb WR: Pulmonary nodules: Detection using magnetic resonance and computed tomography. Radiology 155: 687-690, 1985
- 9) Webb WR, Sostman HD: MR imaging of thoracic disease: clinical uses. Radiology 182: 621-630, 1992
- 10) 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
- 11) Webb WR, Jensen BG, Sollito R, et al: Bronchogenic carcinoma: staging with MR compared with CT and surgery. Radiology 156: 117-124, 1985
- 12) Musset D, Grenier P, Carette MF, et al: Primary lung cancer staging: prospective comparative study of MR imaging with CT. Radiology 160: 607-611, 1986
- 13) Webb WR, Gatsonis C, Zerhouni EA, et al: CT and MR imaging in staging in non-small cell bronchogenic carcinoma: report of the radiologic diagnostic oncology group. Radiology 178: 705-713, 1991
- 14) Gefter WB, Hatabu H, Dinsmore BJ, et al: Pulmonary vascular cine MR imaging: a noninvasive approach to dynamic imaging of the pulmonary circulation. Radiology 176: 761-770, 1990
- 15) Bergin CJ, Pauly JM, Macovski A: Lung parenchyma: projection reconstruction MR imaging. Radiology 179:777-781, 1991