



Title	全肝dynamic MR imagingの有用性
Author(s)	井上, 悦男; 黒田, 知純; 藤田, 真 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1994, 54(5), p. 363-370
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19040
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

全肝 dynamic MR imaging の有用性

井上 悦男¹⁾ 黒田 知純¹⁾ 藤田 真¹⁾ 細見 尚弘¹⁾
門田 強¹⁾ 鳴海 善文¹⁾ 栗山 啓子¹⁾ 吉岡 寛康¹⁾
春日井博志²⁾ 佐々木 洋³⁾ 石黒 信吾⁴⁾

大阪府立成人病センター放射線診断科¹⁾
同内科²⁾ 同外科³⁾ 同病理検査科⁴⁾

Evaluation of Multislice Dynamic MR Imaging of the Whole Liver

Etsuo Inoue, Chikazumi Kuroda,
Makoto Fujita, Naohiro Hosomi,
Tsuyoshi Kadota, Yoshifumi Narumi,
Keiko Kuriyama, Hiroyasu Yoshioka,
Hiroshi Kasugai, Yo Sasaki
and Shingo Ishiguro

In 47 patients with liver cirrhosis, we performed dynamic MRI with a multisection FLASH technique that enabled us to obtain 13 T1-weighted images of the entire liver within a single breath hold. Computed tomographic arterial portography (CTAP), US, CT, angiography (AOG) and MRI (spin echo [SE] and dynamic MRI) were performed in all 47 patients. Except for cyst, hemangioma and metastatic tumor, 104 focal nodules less than 3 cm in diameter were detected. These 104 focal lesions were divided into three groups according to the pattern of CTAP: 69 portal supply negative, 11 portal supply decreased, and 24 portal supply normal. In the portal supply negative group, 63 lesions (91%) were detected by dynamic MRI, which was superior to other modalities (US 77%, CT 41%, AOG 70%,

MRI-SE 61%). The superiority of dynamic MRI resulted from its excellent ability to detect liver lesions less than 1 cm in diameter. We confirmed histologically that dynamic MRI had almost the same ability to detect hepatocellular carcinoma (HCC) as CTAP. Dynamic MRI should be clinically useful as a noninvasive examination for the detection of HCC.

はじめに

近年、肝腫瘍の診断において、MRIは質的診断能に優れていることが明らかになり、特に肝細胞癌の診断において不可欠な検査となっている¹⁾⁻⁴⁾。また、dynamic MRIは、肝腫瘍の血行動態の把握ができ質的診断がさらに向上すると考えられる⁵⁾⁻⁸⁾。現在、dynamic MRIについては1回の呼吸停止下に肝全体が撮像できるようになり、広く臨床応用可能となった⁹⁾⁻¹¹⁾。従来、小肝細胞癌の検出には、経動脈性門脈造影CT (CTAP)が有用とされているが^{12),13)}、血管造影の手技を必要とし、侵襲的で質的診断にも問題があった。一方、MRIは非侵襲的で外来で施行できる検査であり、また、dynamic MRIは質的診断ができる可能性がある。そこでわれわれは、肝硬変患者において、この全肝dynamic MRIの境界病変を含めた肝細胞癌検出能について、他の検査と比較検討し、臨床的有用性を検討した。

Research Code No. : 514

Key words : Liver neoplasm, Dynamic MR imaging, CT arterial portography (CTAP)

Received May. 14, 1993; revision accepted Jul. 28, 1993

1) Department of Diagnostic Radiology, The Center for Adult Diseases, Osaka / 2) Department of Internal Medicine, The Center for Adult Diseases, Osaka / 3) Department of Surgery, The Center for Adult Diseases, Osaka / 4) Department of Pathology, The Center for Adult Diseases, Osaka

対象および方法

対象は、肝硬変患者 47 例において MRI (dynamic を含む)、CT、CTAP、血管造影及び超音波検査 (US) のすべてを施行し、そのいずれかの検査にて明らかな結節として検出できた 3 cm 以下の肝細胞癌を疑う 104 結節である。このうち、25 例 32 結節において手術 (12 例) 及び生検 (13 例) を施行し、病理組織学的に診断を確定した。画像診断及び臨床経過から肝血管腫、肝嚢胞及び転移性肝腫瘍と診断されたものは除外した。

この 104 結節は CTAP にて門脈血流の程度に

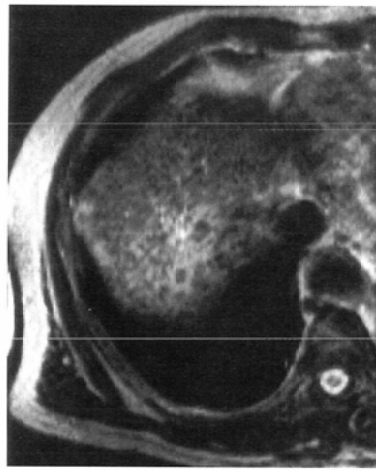
より次のように分類した。

1. 門脈血流陰性群 (69 結節) : perfusion defect を示し、骨格筋と同等か低い吸収値をもつ。
2. 門脈血流減少群 (11 結節) : 不完全な perfusion defect を示し、骨格筋より高い吸収値をもつ。
3. 門脈血流正常群 (24 結節) : perfusion defect を認めず。

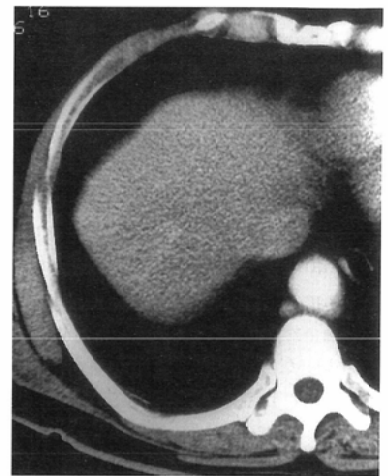
但し、flat あるいは wedge shape のものは除外した^{13),14)}。それぞれの群において、dynamic MRI を含む各種検査 (MRI spin echo[SE]法、CT、US、血管造影) の検出能を検討した。但し、CT は単純 CT 及び通常の造影 CT、また、



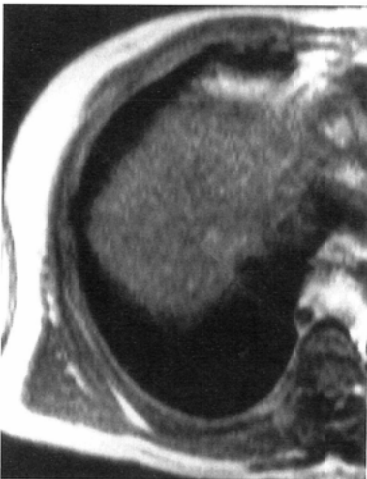
(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

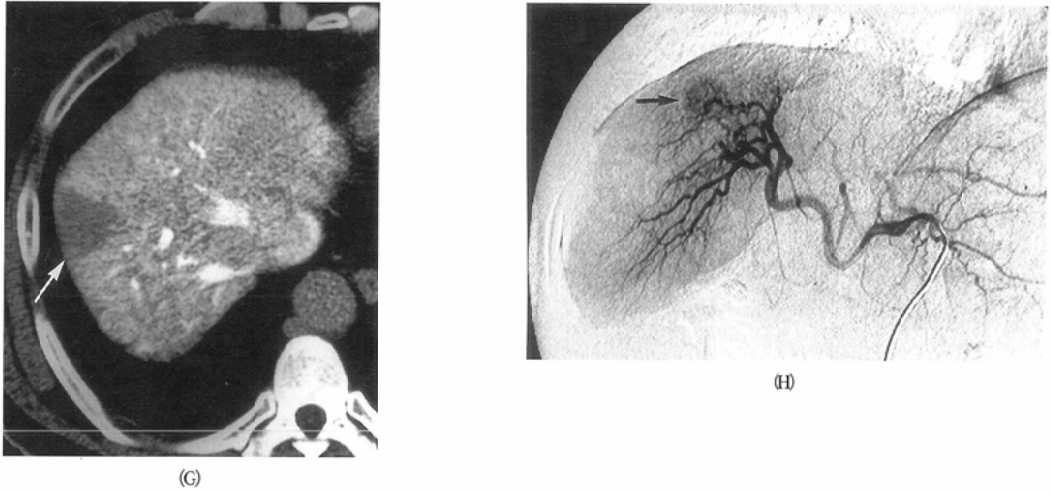


Fig. 1 Images of HCC in the right lobe of the liver

T 1 (A), T 2 (B)-weighted MR images, and dynamic CT (C) show no tumor in the liver. Dynamic MR images obtained before administration of contrast medium (D), immediately after administration (early phase) (E), 5 minute after administration (delayed phase) (F). These serial images show enhancement of the lesion on early phase (arrow) and show low intensity area relative to the surrounding liver parenchyma on delayed phase (arrow). CTAP (G) shows a perfusion defect (arrow), and a typical tumor stain (arrow) is demonstrated on angiogram (DSA) (H).

血管造影は肝動脈造影による DSA あるいはフィルム法のいずれかにて検出できた場合に陽性とした。

MRI 使用機種は、Magnetom 1.5 T (Siemens) で、T 1 強調 spin echo (SE) 法及び T 2 強調 SE 法に引き続いて dynamic MRI を撮像した。dynamic MRI は FLASH 法を用い、120/4/80° (TR/TE/FA)、撮像 Matrix 128×256、slice 厚 8 mm、slice 枚数 13 枚、撮像時間 18 秒である。まず、造影前の画像を 1 回撮像後、Gd-DTPA (0.1 mmol/kg) を急速静注後、直ちに生理食塩水 10 ml にてフラッシュした。静注終了直後 (early phase)、1 分、2 分、3 分、5 分 (delayed phase) まで撮像を行った。early phase にて enhance をうけ、delayed phase では等ないしは低信号となるものを陽性とした (Fig. 1)。

CTAP の使用機種は、Somatom PLUS (Siemens) で Spiral scan を用い、X 線ビーム幅 3 mm、table speed 3~4 mm/s、撮像時間 24 秒であった。カテーテルを上腸間膜動脈に留置し、非イオン性ヨード造影剤 (140~150 mgI) を 3 ml/s の速度で 90 ml 注入した。この操作を

2 回繰り返し全肝を撮像した。

Spiral CT を用いた全肝 Dynamic scan (以下 Dynamic CT) は、門脈血流陰性群 11 例 21 結節に施行することができた。使用機種は、Somatom PLUS (Siemens) で Spiral scan を用い、X 線ビーム幅 10 mm、table speed 10 mm/s である。造影剤は 70~100 ml を 2~3 ml/s で注入し、40~45 秒後 (動脈優位相) に撮像を開始した。

結 果

1. 検出率の比較検討

CTAP にて分類された門脈血流陰性群 (69 結節)、門脈血流減少群 (11 結節)、門脈血流正常群 (24 結節) のそれぞれについて、dynamic MRI を含む他の検査 (MRI spin echo [SE] 法、CT、US、血管造影) の検出能の比較を行った (Table 1)。門脈血流陰性群と門脈血流減少群を含む CTAP 陽性群 (80 結節) において、CT 40%、血管造影 61%、US 75%、SE 法 63%、dynamic MRI は 80% の検出率を示した。特に、

Table 1 Lesion detection by each modality in divided CTAP group

CTAP group	MRI		US	CT	angiography
	SE	dynamic			
CTAP positive group n=80	50/80 (63%)	64/80 (80%)	60/80 (75%)	32/80 (40%)	49/80 (61%)
Portal supply negative n=69	42/69 (61%)	63/69 (91%)	53/69 (77%)	28/69 (41%)	48/69 (70%)
Portal supply decreased n=11	8/11	1/11	7/11	4/11	1/11
Portal supply normal n=24	15/24	3/24	18/24	4/24	1/24
104	65	67	78	36	50

Table 2 Lesion detection by each modality according to tumor size in portal supply negative group

	SE	dynamic MRI	US	CT	Angiography
≤1.0 cm (n=37)	15/37 (41%)	33/37 (90%)	24/37 (64%)	9/37 (24%)	18/37 (48%)
1.1-2.0 cm (n=22)	17/22	20/22	19/22	10/22	20/22
2.1-3.0 cm (n=10)	10/10	10/10	10/10	9/10	10/10
69	42	63	53	28	48

Table 3 Comparison between dynamic MRI and dynamic CT in CTAP positive group (11 patients: 21 tumors)

CTAP positive group n=21	dynamic		
	MRI	CT	CT
≤1.0 cm n=13	12/13	5/13	3/13
>1.0 cm n=8	8/8	6/8	3/8
	20/21 (95%)	11/21 (52%)	6/21 (30%)

門脈血流陰性群においては、CT 41%、血管造影 70%、US 77%、NE 法 61% に対して dynamic MRI は 91% と高い検出率を示した。しかし、dynamic MRI においても、門脈血流減少群では 11 結節中 1 結節、門脈血流正常群では 24 結節中 3 結節と陽性となる結節が少なく、dynamic MRI は門脈血流陰性群に特異性が高い検査といえる。

2. 結節の size 別の検討

門脈血流陰性群における結節の size 別の検討

を行った。門脈血流陰性群 80 結節を 1.0 cm 以下 37 結節、1.1~2.0 cm 22 結節、2.1~3.0 cm 10 結節に分類して検討した (Table 2)。2.1~3.0 cm では各検査において、検出率に差はなく、1.1~2.0 cm では CT が検出率が低いが、他の検査では大差はなかった。一方、1.0 cm 以下の結節では dynamic MRI が高い検出率 (90%) を示した (Fig. 2)。

3. Dynamic CT との比較

Dynamic CT は、門脈血流陰性群 11 例 21 結



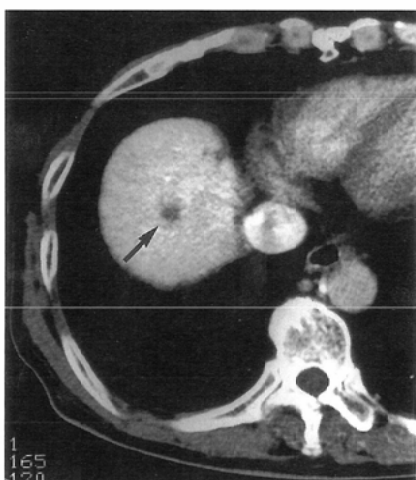
(A)



(B)



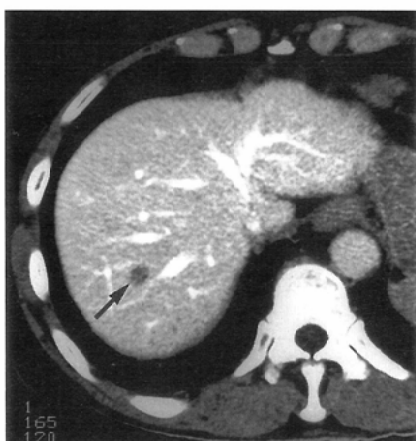
(C)



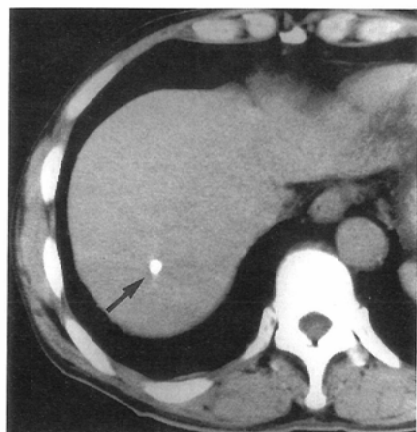
(D)



(E)



(F)



(G)

節に施行し、1.0 cm 以下 13 結節、1.1 cm 以上 8 結節に size 別に分けて検討した (Table 3). 全体の検出率に関しては、dynamic MRI が 20/21 (95%), Dynamic CT は 11/21 (52%) と dynamic MRI が高い結果が得られた。特に、1.0 cm 以下の結節において、dynamic MRI が 12/13 (92%), Dynamic CT は 5/13 (38%) となり、dynamic MRI が 1.0 cm 以下の結節の検出に優れているといえる。

4. 病理組織との対比

32 結節において手術及び生検にて病理組織診断ができた。肝細胞癌 16 結節、初期の高分化型肝細胞癌¹⁵⁾ (以下、早期肝細胞癌) 2 結節、境界病変 14 結節；異型性が弱く Adenomatous hyperplasia (AH) に相当する 4 結節、異型性が強く atypical AH (AAH) に相当する 4 結節、及び大再生結節 (RN) 6 結節であった (Table 4)。肝細胞癌 16 結節はいずれも門脈血流陰性群

Fig. 2 Images of HCC less than 1.0 cm in diameter

Dynamic MR images obtained before administration of contrast medium (A), immediately after administration (early phase) (B), 5 minute after administration (delayed phase) (C). These serial images show enhancement of the lesion (arrow) on early phase in (B). CTAP (D) shows a perfusion defect (arrow). In another case, dynamic MR image shows enhancement of the lesion (arrow) on early phase (E) and CTAP shows a perfusion defect (arrow) (F). TAE was performed and Lp-CT (G) demonstrates accumulation of lipiodol in this lesion (arrow).

で、すべて dynamic MRI にて検出できた。AH は 4 結節中 3 結節が CTAP にて perfusion defect 示し、そのうち 2 結節が dynamic MRI でも検出された。一方、AAH は 4 結節中 2 結節に不完全な perfusion defect を認めたが dynamic MRI では検出されなかった。早期肝細胞癌は CTAP 及び dynamic MRI とともに検出できなかった。RN も同様に CTAP 及び dynamic MRI では描出されていない。

考 察

MRI における高速撮像法の進歩に伴い、肝細胞癌の診断に dynamic MRI が広く用いられるようになった。肝細胞癌の特徴は多中心性発生及び肝内転移であり、これらの多発病変を検出するためには、全肝を含めた画像診断が必要である。現在、息止め可能な時間で撮像でき、上腹部の dy-

Table 4 Histologic correlation with lesion detection by CTAP and other modality

Total (n=32)	MRI					
	CTAP	SE	dynamic	US	CT	angiography
HCC (n=16)	16	13	16	13	8	12
early HCC (n=2)	0	1	0	2	0	0
AAH (n=4)	2	4	0	3	2	0
AH (n=4)	3	3	2	4	2	1
RN (n=6)	0	1	0	6	0	0

dynamic MRIに使用できる高速撮像法としては、TRを短くしたSE法⁹⁾やFLASH法に代表されるGradient Echo (GE)法^{10),11)}などがあげられる。しかし、SE法は撮像スライス数に制限があり、全肝を撮像することはできない。一方、GE法においては、Turbo FLASH法^{10),17)}にみられるように1秒以下の超高速撮像法が出現したが、画像の劣化が目立ち、さらに全肝を同時相で撮像できない欠点がある。われわれが用いたFLASH法は、撮像時間18秒で13スライス撮像可能であり、1回の息止めで全肝同時相の画像が得られた。

肝細胞癌に対するdynamic MRIの有用性については多くの報告があるが、早期相(動脈相)にて濃染をうけ高信号となり後期相で等あるいは低信号になるのが特徴とされている^{6),17)}。今回、われわれは、Gd-DTPA注入直後(動脈相)の撮像で濃染をうけ、5分後の撮像で等あるいは低信号となる結節を陽性とした。また、1cm以下の小さな結節では血管(特に肝内門脈枝)との鑑別が困難であるが、肝内門脈枝は5分後の像でもまだ濃染されており、等あるいは低信号となる肝細胞癌との鑑別は容易である。このように、dynamic MRIを用いた小肝細胞癌の診断には、早期相と後期相の両者を用いる必要がある。

現在、CTAPは肝細胞癌を高率に検出することが可能で肝細胞癌の診断において重要な位置を占めている^{12),13)}。特に、門脈血の供給を受けない肝細胞癌の検出に優れている¹⁸⁾。今回のわれわれの検討では、CTAPにて検出された肝細胞癌の特徴をもつ門脈血流陰性群においてdynamic MRIはCTAPに匹敵する検出能をもち、CT、US、血管造影、MRIのSE法を凌ぐ検査法であることが明らかになった。特に1cm以下の結節の検出に優れていた。また、dynamic CTと比較しても1cm以下の結節の検出に優れていたが、これはdynamic MRIは空間分解能に問題があるものの、コントラストが良いためと思われる¹⁹⁾。

CTAPは肝腫瘍の検出には優れているが、質的診断能に劣っており、肝細胞癌と肝血管腫、肝嚢胞及び転移性肝腫瘍との鑑別はCTAP単独で

はできない。一方、dynamic MRIでは肝腫瘍によって濃染パターンに相違がみられ、その鑑別に有用とする多くの報告がみられる^{5)-8),17)}。また、CTAPは血管造影の手技を必要とし侵襲的であるのに対し、MRIは非侵襲的で外来にて施行できる検査である。以上より、CTAPに匹敵する検出能とさらに質的診断能をもつdynamic MRIは臨床上極めて有用である。

病理組織との対比において、肝細胞癌16結節がすべてCTAPにてperfusion defectを示しており、いずれもdynamic MRIにて検出されている。但し、早期肝細胞癌2結節はCTAP、dynamic MRIともに検出できていない。したがって、門脈域をもたず動脈優位の血行動態が確立した肝細胞癌はdynamic MRIにて検出可能であるが、そうでない高分化肝細胞癌については検出は困難であると言える。AHはCTAPにてperfusion defectを示さず、門脈血流の供給をうけるものが多く、動脈血流優位の血行動態をもたないとされており、また、異型性の強いAAHでは門脈血流が減少するものが多くなると報告されている¹⁸⁾。われわれの検討では、AHは異型性が弱いものでも4結節中3結節にperfusion defectを認めそのうち2結節がdynamic MRIの動脈相にて濃染された。一方、異型性の強いAAHでは2結節に不完全なperfusion defectを認めたが、dynamic MRIでは検出されなかった。但し、AHの診断をつけた8結節は生検によるものであり病理学的診断は慎重を要するが、境界病変の血行動態は異型度に関係しないと思われる。さらに、異型性が弱いAHも肝細胞癌と同様にCTAPにてperfusion defectを示し、dynamic MRIにて検出される可能性があることが示唆された。したがって、境界病変の診断はdynamic MRIでは難しく、境界病変の診断能にまざるT1及びT2強調SE法との併用が望まれる。

しかし、TAEの適応となる動脈優位の血行動態が確立した肝細胞癌は、1cm以下の小さな結節も含めdynamic MRIにて容易に検出することができる。Dynamic MRIをスクリーニング検査法として用いることで肝細胞癌の早期発見・治療

に役立つと考える。

結 語

1. 全肝 dynamic MRI は、CTAP における門脈血流陰性群の検出に適しており、CT, US, 血管造影, MRI の T1 及び T2 強調 SE 法よりも優れた検出能をもつ。特に、1 cm 以下の結節の検出率が良かった。

2. 全肝 dynamic MRI の早期相 (動脈相) と後期相を検討することにより、門脈血流陰性群において CTAP に匹敵する検出能をもち、肝細胞癌の診断に有用と考えられる。

3. 全肝 dynamic MRI は、Dynamic CT と比較してもその検出率は高く、特に 1 cm 以下の結節の描出に優れていた。

4. 血管造影の手法を必要とする CTAP に比べて全肝 dynamic MRI は侵襲が少なく、外来にて検査でき、肝細胞癌の早期発見・治療が可能となる。

文 献

- 1) Matsui O, Kadoya M, Kameyama T, et al: Adenomatous Hyperplastic Nodules in the Cirrhotic Liver: Differentiation from Hepatocellular Carcinoma with MR Imaging. *Radiology* 173: 123-126, 1989
- 2) Muramatsu Y, Nawano S, Takayasu K, et al: Early Hepatocellular Carcinoma: MR Imaging. *Radiology* 181: 209-213, 1991
- 3) Inoue E, Kuroda C, Fujita M, et al: MR Features of Various Histological Grades of Small Hepatocellular Carcinoma. *J Comput Assist Tomogr* 17: 75-79, 1993
- 4) Inoue E, Kuroda C, Narumi Y, et al: MRI-Histologic Correlation of Small Hepatocellular Carcinomas and Adenomatous Hyperplasias. *Invest Radiol* 28: 691-697, 1993
- 5) Ohtomo K, Itai Y, Yoshikawa K, et al: Hepatic Tumors: Dynamic MR Imaging. *Radiology* 163: 27-31, 1987
- 6) Yoshida H, Itai Y, Ohtomo K: Small Hepatocellular Carcinomas and Cavernous Hemangioma: Differentiation with Dynamic FLASH MR Imaging with Gd-DTPA. *Radiology* 171: 339-342, 1989
- 7) Mahfouz AE, Hamm B, Taupitz M, Wolf KJ: Hypervascular Liver Lesions: Differentiation of Focal Nodular Hyperplasia from Malignant Tumors with Dynamic Gadolinium-enhanced MR Imaging. *Radiology* 186: 133-138, 1993
- 8) Hamm B, Fischer E, Taupitz M: Differentiation of Hepatic Hemangiomas from Metastases by Dynamic Contrast-enhanced MR imaging. *J Comput Assist Tomogr* 14: 205-216, 1990
- 9) Mirowitz SA, Lee JK, Gutierrez E, et al: Dynamic Gadolinium-enhanced rapid acquisition Spin echo MR imaging of the liver. *Radiology* 179: 371-376, 1991
- 10) Taupitz M, Hamm B, Speidel A, et al: Multisection FLASH: Method for Breath-Hold MR Imaging of the Entire Liver. *Radiology* 183: 73-79, 1992
- 11) Semelka RC, Shoenuit JP, Kroeker MA, et al: Focal Liver Disease: Comparison of Dynamic Contrast-enhanced CT and T2-weighted Fat-suppressed, FLASH, and Dynamic Gadolinium-enhanced MR Imaging at 1.5 T. *Radiology* 184: 687-694, 1992
- 12) Heiken JP, Weyman PJ, Lee JKT, et al: Detection of Focal Hepatic Masses: Prospective Evaluation with CT, Delayed CT, CT during Arterial Portography, and MR Imaging. *Radiology* 171: 47-51, 1989
- 13) Peterson MS, Baron RL, Dodd GD, et al: Hepatic Parenchymal Perfusion Defects Detected with CTAP: Imaging-Pathologic Correlation. *Radiology* 185: 149-155, 1992
- 14) Soyer P, Lachehab D, Levesque M: False-Positive CT Portography: Correlation with Pathologic Findings. *AJR* 160: 285-289, 1993
- 15) Liver Cancer Study Group of Japan: The General Rules for the Clinical and Pathological Study of Primary Liver Cancer. The 3rd edition, 1992
- 16) Edelman RR, Wallner B, Singer A, et al: Segmented turbo FLASH: method for breath-hold MR imaging of the liver with flexible contrast. *Radiology* 177: 515-521, 1990
- 17) Murakami T, Mitani T, Nakamura H, et al: Differentiation Between Hepatoma and Hemangioma with Inversion-Recovery Snapshot FLASH MRI and Gd-DTPA. *J Comput Assist Tomogr* 16: 198-205, 1992
- 18) Matsui O, Kadoya M, Kaneyama T, et al: Benign and Malignant Nodules in Cirrhotic Livers: Distinction Based on Blood Supply. *Radiology* 178: 493-497, 1991
- 19) Hamm B, Wolf KJ, Felix R: Conventional and Rapid MR Imaging of the Liver with Gd-DTPA. *Radiology* 164: 313-320, 1987