



Title	肝腫瘍性病変の鑑別における3DFT-FISP法を用いた Dynamic-MR imagingの有用性
Author(s)	石田, 毅; 村上, 卓道; 中村, 仁信 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1994, 54(2), p. 101-108
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17211
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

肝腫瘍性病変の鑑別における3DFT-FISP法を用いた Dynamic-MR imagingの有用性

石田 育¹⁾ 村上 卓道¹⁾ 中村 仁信¹⁾ 津田 恭¹⁾
中西 克之¹⁾ 堀 信一¹⁾ 友田 要¹⁾ 三谷 尚¹⁾
橋本 達¹⁾ 小塙 隆弘¹⁾ 門田 守人²⁾ 若狭 研一³⁾

1) 大阪大学医学部放射線科 2) 同第二外科 3) 大阪市立大学病院病理部

Usefulness of 3DFT-FISP MR imaging in Differential Diagnosis of Liver Tumor

Takeshi Ishida¹⁾, Takamichi Murakami¹⁾,
Hironobu Nakamura¹⁾, Kyo Tsuda¹⁾,
Katsuyuki Nakanishi¹⁾, Shinichi Hori¹⁾,
Kaname Tomoda¹⁾, Takashi Mitani¹⁾,
Toru Hashimoto¹⁾, Takahiro Kozuka¹⁾,
Morito Monden²⁾ and Kenichi Wakasa³⁾

Dynamic 3-dimensional Fourier transformation (3DFT)-FISP MR imaging was performed in 30 patients with 49 liver tumors (hepatocellular carcinoma 26, hemangioma 13, cholangiocellular carcinoma 2, metastatic liver tumor 8) to evaluate characteristic enhancement patterns. MR images of 3DFT-FISP (TR/TE/flip angle/slab thickness/partition/slice thickness, 20 msec/8 msec/30 degree/21-75 mm/7 or 15/3.5 mm) were obtained before, just after (early phase), 1 min after (late phase 1) and 2-4 min after (late phase 2) the administration of 0.1 mmol/kg of Gd-DTPA. Twenty-three of the 26 (88%) hepatocellular carcinomas showed total hyperintense enhancement relative to surrounding liver parenchyma in the early phase, and isointense or total

hypointense enhancement in the late phase. Eleven of 13 (85%) hemangiomas showed peripheral hyperintense enhancement in the early phase, and peripheral or total hyperintense enhancement in the late phase. Cholangiocellular carcinomas were enhanced gradually from the early to the late phase. Metastatic liver tumors showed doughnut-like ring enhancement in all 8 lesions in the early phase.

We concluded that 3DFT-FISP dynamic MR imaging was useful in the differential diagnosis of liver tumor.

はじめに

肝腫瘍の鑑別において、スピニエコー像における信号強度の差や形態的な特徴の評価が有用とされている¹⁾⁻⁸⁾。さらに two dimensional Fourier transformation (2DFT) 法の高速撮像法を用いた Dynamic MRI は各肝腫瘍に特徴的な血流状態を詳細に検討でき、鑑別能の向上に有用とされている⁹⁾⁻¹²⁾。しかし、高速撮像法でマルチスライスの呼吸停止画像を撮像するためには TR を短く設定するか、加算回数を少なくする必要があるために、2DFT 法では信号対ノイズ比 (S/N) が低く、スライス厚の薄い画像が撮像できない欠点がある。このため、小腫瘍の造影形態の評価が困難なことがある。これを克服するために本検討では、S/N 比がよく薄いスライス厚の画像をマ

Research Code No. : 514

Key words : Liver tumor, Dynamic MR imaging,
3DFT-FISP

Received Jan. 18, 1993; revision accepted May 26, 1993

1) Department of Radiology, Osaka University Medical School / 2) Department of Second Surgery, Osaka University Medical School / 3) Department of Pathology, Osaka City University Medical School

ルチスライスで撮像できる three dimensional Fourier transformation (3 DFT)法¹³⁾の FISP 法を用いた Dynamic MRI を行い、各腫瘍に特徴的な early phase から late phase の造影形態を観察し、その鑑別診断における有用性を検討した。

対象と方法

1991 年 10 月から 1992 年 7 月までの間に、未治療肝腫瘍性病変の疑われた 95 名に MRI を施行し、61 名に肝腫瘍を認めた。このうち確定診断された 30 名（肝細胞癌 16 名、肝血管腫 8 名、胆管細胞癌 2 名、転移性肝癌 4 名）で行われた Dynamic MRI で、各肝腫瘍に特徴的な造影形態の有無を検討した。Dynamic study が行われた病変数は肝細胞癌 26 病変（16 名）、肝血管腫 13 病変（8 名）、胆管細胞癌 2 病変（2 名）、転移性肝癌 8 病変（4 名）であった。30 名中 16 名は男性、14 名は女性で、年齢は 41-68 歳（平均 58 歳）、腫瘍のサイズは 3 cm 未満が 30 病変、3-5 cm が 11 病変、5 cm 以上が 8 病変であった。

使用した装置は超伝導 1.5 T、Magnetom、Siemens 社製（Erlangen, Germany）であり、body coil を使用し、FOV は 33.3 cm であった。

まずスピニエコー横断像を撮像した。用いたパルス系列は T1 強調画像が 600/15 (TR/TE)、T2 強調画像が 1800/70、スライス厚は 10 mm、スライス間隔は 1 mm、マトリックスは 192×256 であった。つぎに Dynamic MRI を施行した。パルス系列は 3 DFT-FISP 法、パラメータは 20/8/30 度 (TR/TE/フリップ角)、slab 厚は 21 から 75 mm、partition は 7 または 15、マトリックスは 256×256 rectangular、加算回数は 1 とした。撮像時間は 20-40 秒であった。Dynamic study の方法は T1 または T2 強調スピニエコー法で腫瘍が描出されたレベルにおいて呼吸停止下に造影前の撮像を行った。次に 0.1 mmol/kg の Gd-DTPA を急速静注し、生理食塩水約 10 ml でフラッシュすると同時に early phase の撮像を行った。続いて静注 1 分後に late phase 1、静注 2-4 分後に late phase 2 を撮像した。

得られた Dynamic MR 像は最終病理診断、

CT や血管造影所見を知らない 3 名の放射線科医で評価した。そして各 phase の各肝腫瘍の造影形態は、周囲の肝実質との相対的信号強度の差から次の 7 型に分類した。すなわち、1) total hypointense enhancement (relative to surrounding liver parenchyma), 2) isointense enhancement, 3) total hyperintense enhancement, 4) peripheral hyperintense enhancement, 5) mixed intense enhancement, 6) doughnut-like ring enhancement, 7) capsular ring enhancement、である。

結果

肝細胞癌は T1 強調スピニエコー像では 8 病変が high intensity, 15 病変が iso intensity, 3 病変が low intensity であった。T2 強調像では 25 病変が high intensity, 1 病変が iso intensity であった。肝血管腫は 13 病変すべてが T1 強調像において low intensity, T2 強調像にて high intensity を示した。胆管細胞癌は 2 病変ともに T1 強調像で不整な low intensity, T2 強調像で不整な high intensity を呈した。転移性肝癌は 8 病変すべてが T1 強調像において low intensity, T2 強調像で high intensity であった。

Dynamic study の結果は Table 1 に示す。肝細胞癌は 88% (26 病変中 23 病変) が early phase で周辺肝実質より total hyperintense に造影され、late phase で isointense enhancement または total hypointense enhancement を呈した。そのうち 8 病変に capsular ring enhancement (CRE) が late phase に見られた。腫瘍径が 3 cm 以下のものに限っても 87% (23 病変中 20 病変) が同様な造影形態を示した。

CRE を伴った 8 病変の内 2 病変は肝切除によって、それが線維性被膜であると確認された。2 病変では late phase において隔壁も描出された。そのうち 1 病変は手術で、他の 1 病変は血管造影で多結節融合型の肝細胞癌と確認された。

門脈腫瘍栓が血管造影で確認された 1 例では、腫瘍塞栓のある区域の肝実質が early phase で濃染されたため、腫瘍は相対的に等信号となつた。

Table 1 Enhancement Patterns of Each Type of Liver Tumor

Tumor	Pre	Enhancement Pattern						
		Early		Late 1		Late 2		
HCC (N=26)	high	4	T-hyper	23	IE+CRE	4	T-hyper	1
	iso	17	IE	3	IE	15	IE+CRE	3
	low	5			T-hypo+CRE	3	IE	12
					T-hypo	4	T-hypo+CRE	5
							T-hypo	5
Hemang (N=13)	iso	9	periph	11	T-hyper	3	T-hyper	6
	low	4	IE	2	periph	8	periph	5
					IE	2	IE	2
CCC (N=2)	low	2	T-hypo	1	mixed	2	mixed	1
			mixed	1			T-hyper	1
Meta (N=8)	iso	2	DRE	8	DRE	7	DRE	6
	low	6			IE	1	T-hyper	2

*T-hyper=total hyperintense enhancement, periph=peripheral hyperintense enhancement, mixed=mixed intense enhancement, IE=isointense enhancement, CRE=capsular ring enhancement, DRE=doughnut like ring enhancement, T-hypo=total hypointense enhancement

**HCC=hepatocellular carcinoma, Hemang=hemangioma, Meta=metastatic liver tumor, CCC=cholangiocellular carcinoma

肝血管腫は early phase で peripheral hyperintense enhancement を示し, late phase で peripheral または total hyperintense enhancement を呈するものが 85% (13 病変中 11 病変) に存在した。3 cm 以下のものでも 75% (8 病変中 6 病変) が同様な造影形態を示した。early phase で isointense enhancement (IE) を呈した他の 2 例は late phse でも造影されず IE であった。肝血管腫症例のうち late phase 2 で total hyperintense enhancement を示すものは 6 病変であり、これらの腫瘍径は 0.8~3 cm, peripheral hyperintense enhancement は 5 病変でその腫瘍径は 2~8 cm であり、5 cm 以上の大きな肝血管腫で total hyperintense enhancement を示すものはなかった。

胆管細胞癌は early phase から late phase にかけて腫瘍内部が徐々に造影されてきた。

転移性肝癌は、early phase で全例 doughnut-like ring enhancement を呈した。

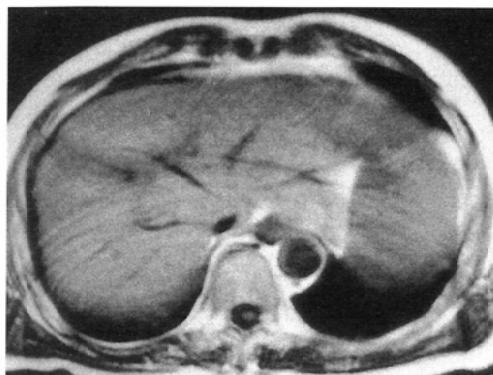
考 察

腫瘍の血流動態を 2 DFT 法の高速撮像法を用いた Dynamic study で評価し、その特徴的な血流動態が腫瘍の鑑別に有効との報告が多い⁹⁾⁻¹²⁾。

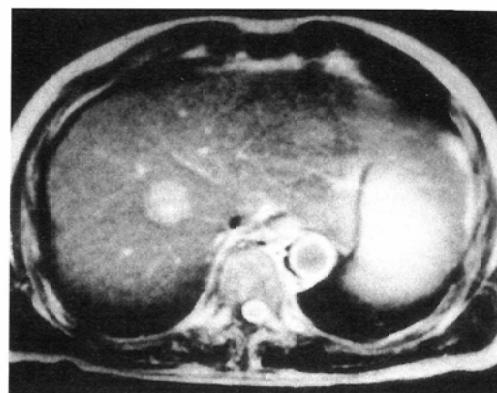
特に preparation pulse を用いた 2 DFT 法の Turbo-FLASH 法は時間、コントラスト分解能に優れ、血流動態の評価に有効とされている⁹⁾。また、全肝を一度の呼吸停止下に撮像し、腫瘍の検出率を向上させる方法などが報告されている¹⁴⁾。

しかし、2 DFT 法による高速撮像法で多断面を呼吸停止下に撮像するためには、TR を短く設定するか加算回数を少なくする必要がある。そのため各画像の S/N 比が低く、あまり薄いスライス厚の画像は撮像できない欠点があり、小腫瘍の造影形態の評価が困難である。この欠点を克服するために、我々は 3 DFT 法の高速撮像法を用いた。

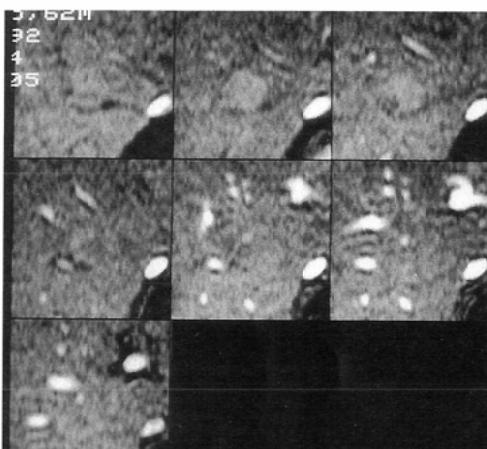
3 DFT 法は partition の数だけ加算 (NEX) をするため、S/N 比がよく、空間分解能のよい薄いスライス厚の画像を gapless のマルチスライスで撮像できる¹³⁾。時間分解能、コントラスト分解能は 2 DFT 法の Turbo-FLASH 法に比して悪くなるが、TR を短縮することによって呼吸停止が可能な時間内で 3~5 mm 厚の画像を 7~15 スライス撮像するために、1 cm 大の小腫瘍でさえ数スライスにわたって捉えることができた。また造影剤の使用により各々のスライス面で partial



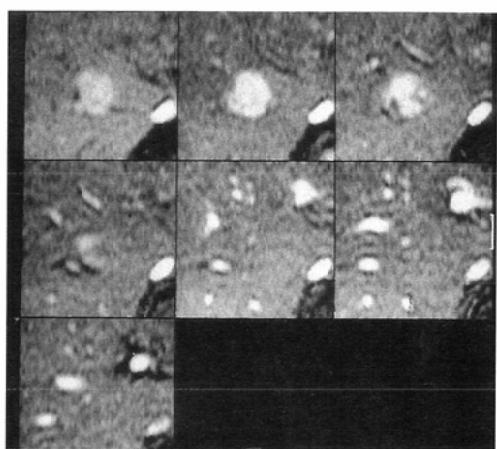
(A)



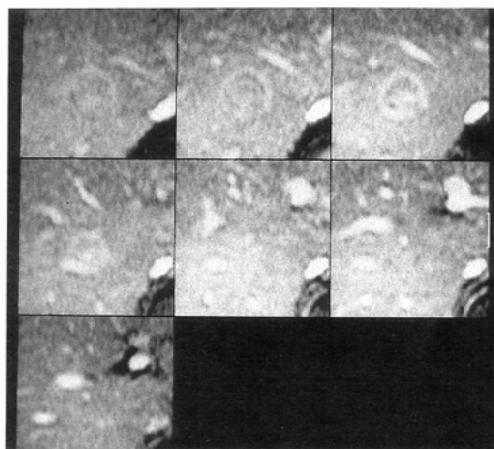
(B)



(C)



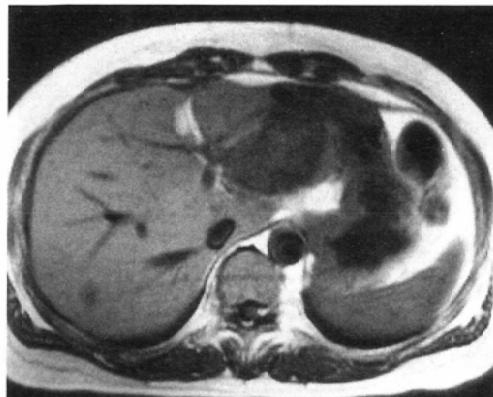
(D)



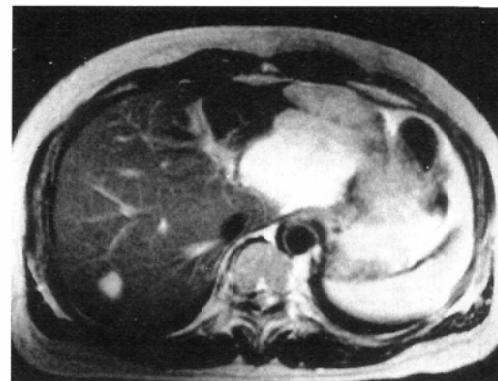
(E)

Fig. 1 Hepatocellular carcinoma (62 year-old-male, 2.5 cm in size)

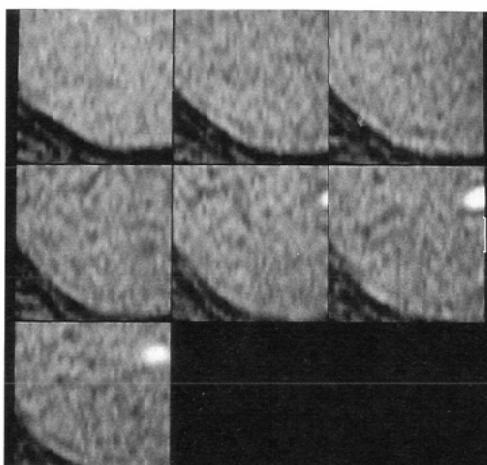
- (A) T1-weighted image shows an iso intensity tumor with low intensity rim.
- (B) T2-weighted image shows a high intensity tumor.
- (C) On the precontrast images of dynamic study, the tumor is seen iso intensity. (partition=7, slice thickness=4 mm)
- (D) In the early phase, the tumor is shown total hyperintense enhancement relative to the surrounding liver parenchyma.
- (E) In the late phase, the tumor shows total hypointense enhancement with capsular ring enhancement. Septa are also seen high intensity.



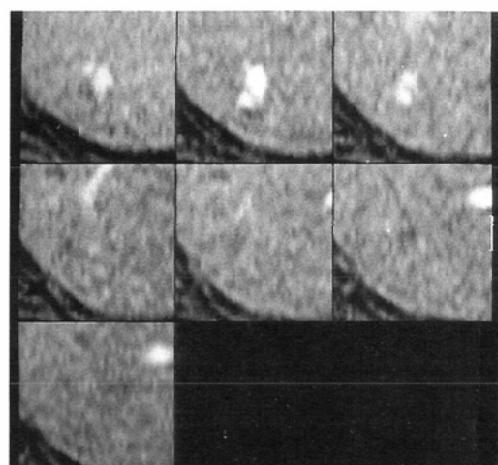
(A)



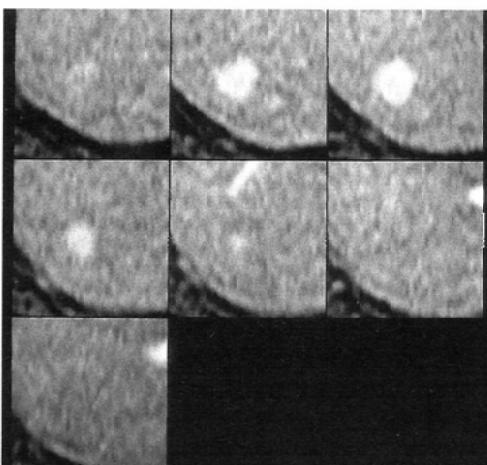
(B)



(C)



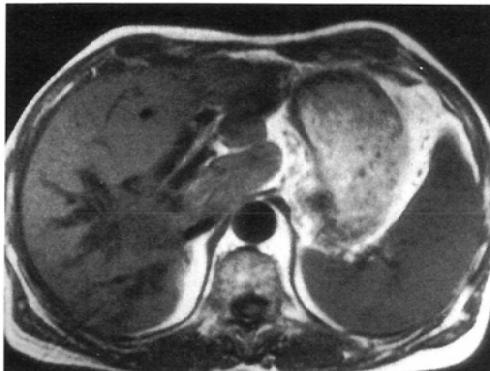
(D)



(E)

Fig. 2 Hemangioma (54 year-old-female, 2 cm in size)

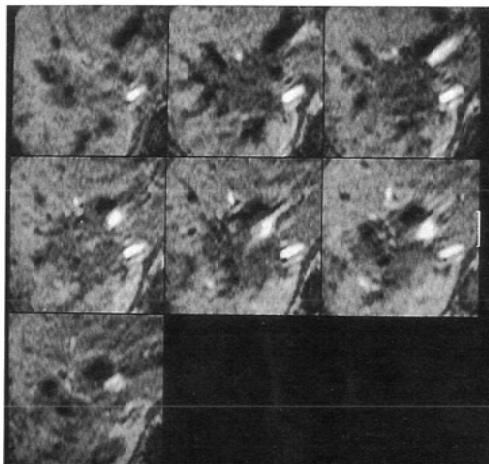
- (A) T1-weighted image shows a low intensity tumor in posterior segment.
- (B) The tumor is seen homogeneous high intensity on T2-weighted image.
- (C) Precontrast images
- (D) Early phase images
- (E) Late phase images ; The tumor is shown peripheral hyperintense enhancement in the early phase and total hyperintense enhancement in the late phase.
(partition=7, slice thickness=3 mm)



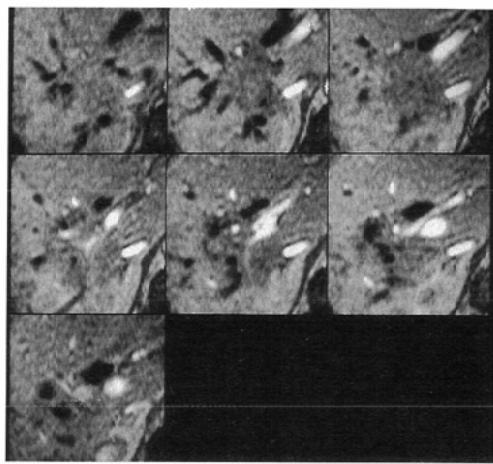
(A)



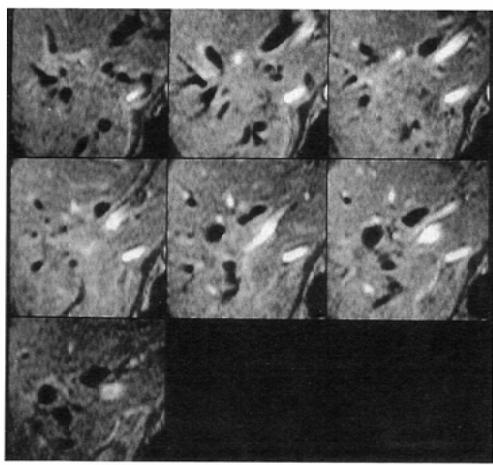
(B)



(C)



(D)



(E)

Fig. 3 Cholangiocellular carcinoma (53 year-old-male, 4 cm in size)
 (A) T 1-weighted image shows as inhomogeneous low intensity and irregular contour tumor.

(B) The inhomogeneous high intensity tumor is visualized on T 2-weighted image.

(C) Precontrast images

(D) Early phase images

(E) Late phase images show the tumor being gradually enhanced as total hyperintense enhancement. Dilated intrahepatic bile ducts are also identified low intense bands. (partition=7, slice thickness=4 mm)

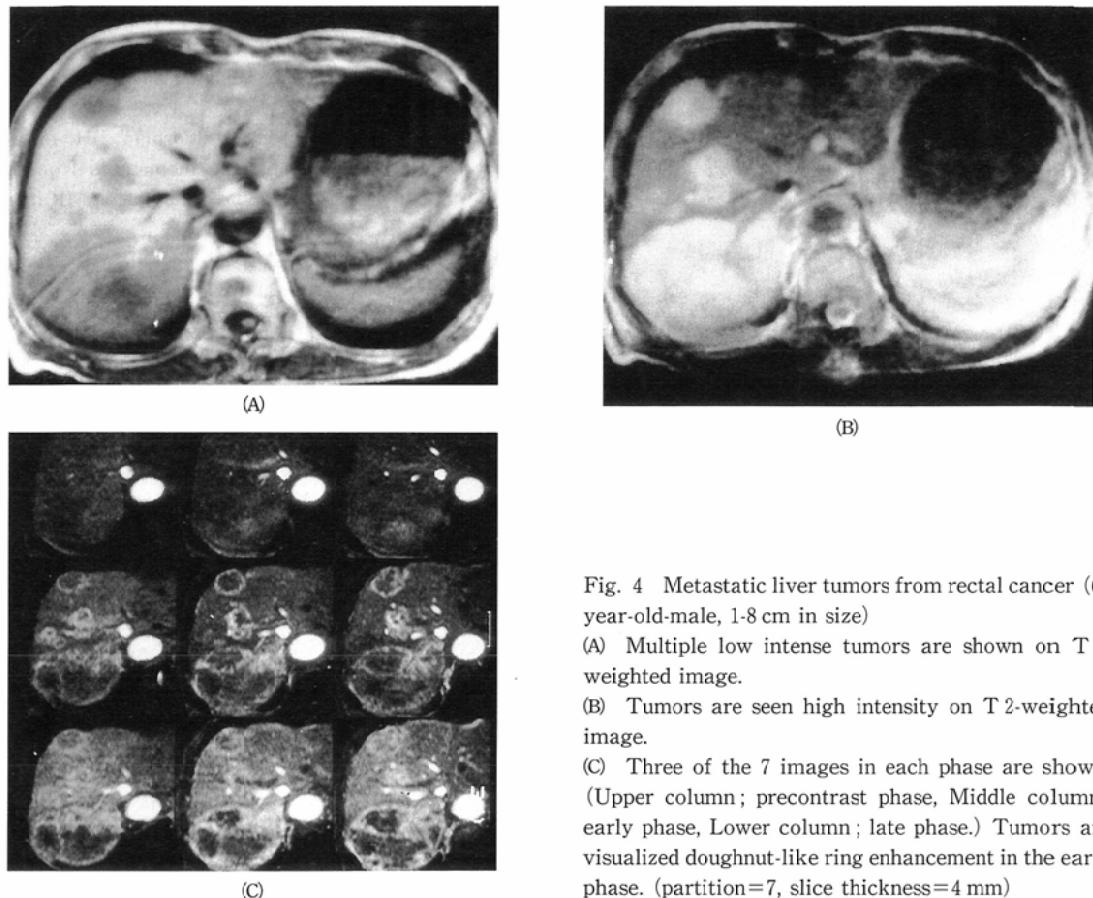


Fig. 4 Metastatic liver tumors from rectal cancer (65 year-old-male, 1-8 cm in size)

- (A) Multiple low intense tumors are shown on T 1-weighted image.
- (B) Tumors are seen high intensity on T 2-weighted image.
- (C) Three of the 7 images in each phase are shown. (Upper column; precontrast phase, Middle column; early phase, Lower column; late phase.) Tumors are visualized doughnut-like ring enhancement in the early phase. (partition=7, slice thickness=4 mm)

volume の影響を受けずに詳細に各腫瘍に特徴的な造影形態を良好なコントラストの画質で観察することができ、3 cm 以下の小腫瘍でも高い確率で特徴的な造影形態を描出し得た。

肝細胞癌は early phase に腫瘍全体が高信号に造影され、late phase では等信号または低信号を呈した。こういった本検討でみる典型的パターンを 2DFT 法による今までの報告^{9,10,12)}と比較すると inhomogeneous hyperintense と total hyperintense との表現に差はあるが、ほぼ同様であった。肝細胞癌に特徴的な形態の所見として、線維性被膜の存在が late phase に capsular ring enhancement として描出された。また、多結節融合型の肝細胞癌では、病理標本で結節間隔壁がみられる。我々のとった方法ではスライスが薄いため隔壁などの腫瘍内構造も詳細にみられ、形態的な面からも肝細胞癌に特徴的な所見を捉え

ることができた。門脈腫瘍栓がある病変では正常肝実質が区域的に高信号となり腫瘍が相対的に低信号から等信号になるとされている¹⁵⁾。本検討でも門脈腫瘍塞栓例では、この影響で肝細胞癌に特徴的な造影形態を示さない欠点があった。

肝血管腫では peripheral hyperintense enhancement が時間とともに total hyperintense enhancement に移行していくことが知られているが、1 cm 厚で撮像した 2DFT 法の Turbo-FLASH 像では、peripheral hyperintense enhancement を示すべき小血管腫が、partial volume effect のため肝細胞癌のように early phase で全体が造影されたように見える危険性があるといわれている⁹⁾。しかし本法ではスライスが薄いため partial volume effect が少なく、3 cm 以下の小血管腫であっても高率に peripheral hyperintense enhancement を示し、肝細胞癌と明瞭に鑑別でき有用

であった。また early phase に IE を呈した小血管腫 2 例は late phase においても造影されず、非典型的症例と考えられ、この 2 例を除くと 3 cm 以下の症例でも全例が early phase で peripheral hyperintense enhancement であったことになり典型的造影形態を描出できたといえる。

転移性肝癌は原発臓器やその組織型によって様々な形態を示すが、Dynamic CT で主に peripheral enhancement, mixed enhancement を示すと言われ¹⁶⁾、hypovascular な転移性肝癌は ring 状の high attenuation を伴う場合が多い。また Dynamic MRI においても不整な ring enhancement を呈すると言われ¹⁷⁾、これは中心部の壊死のためと考えられる。本検討でみられた doughnut-like ring enhancement もこれらの報告によく一致すると考えられ、スライス厚の薄い 3 DFT-FISP 像によって特徴的な所見を得ることができた。

胆管細胞癌は症例が少ないが、豊富な線維組織が徐々に造影され、他の腫瘍と異なる enhancement pattern を示し、鑑別に有用と思われた。

結論

3 DFT-FISP 法を用いた Dynamic MRI は 2 DFT 法に比べ時間分解能は劣るが空間分解能が良く、小腫瘍においても各腫瘍に特徴的な造影形態を示し肝腫瘍の鑑別に有用と考えられた。

文 献

- 1) Ohtomo K, Itai Y, Furui S, et al: Hepatic tumors: differentiation by transverse relaxation time (T2) of magnetic resonance imaging. Radiology 155: 421-423, 1985
- 2) Williams SM, Chu WK, Anderson JC. MR imaging of hepatic hemangiomas at high field strength. Radiology 165(P): 147, 1987
- 3) Li KC, Glazer GM, Quit LE, et al: Distinction of hepatic cavernous hemangioma from hepatic metastases with MR imaging. Radiology 169: 409-415, 1988
- 4) Ohtomo K, Itai Y, Yoshikawa K, et al: Hepatocellular carcinoma and cavernous hemangioma: differentiation with MR imaging. Efficacy of T2 values at 0.35 and 1.5 T. Radiology 168: 621-623, 1988
- 5) Rummeny E, Weisesleder R, Stark DD, et al: Primary liver tumors: diagnosis by MR imaging. AJR 152: 63-72, 1988
- 6) Wittenberg J, Stark DD, Forman BH, et al: Differentiation of hepatic metastases from hepatic hemangiomas and cysts by using MR imaging. AJR 151: 79-84, 1988
- 7) Ohtomo K, Itai Y, Yoshida H, et al: MR differentiation of hepatocellular carcinoma from cavernous hemangioma: complementary roles of FLASH and T2 values. AJR 152: 505-507, 1989
- 8) Lombardo DM, Baker ME, Spritzer CE, et al: Hepatic hemangiomas vs metastases: MR differentiation at 1.5 T. AJR 155: 55-59, 1990
- 9) Murakami T, Mitani T, Nakamura H, et al: Differentiation between hepatoma and hemangioma with inversion-recovery snapshot FLASH MRI and Gd-DTPA. JCAT 16(2): 198-205, 1992
- 10) Yoshida H, Itai Y, Ohtomo K, et al: Small hepatocellular carcinoma and cavernous hemangioma: differentiation with dynamic FLASH MR imaging with Gd-DTPA. Radiology 171: 339-342, 1989
- 11) 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
- 12) Ohtomo K, Itai Y, Yoshikawa K, et al: Hepatic tumors: Dynamic MR imaging. Radiology 163: 27-31, 1987
- 13) Jones JP. Physics of the MR image: From the basic principle to images intensity and contrast. 1003-1027. Magnetic Resonance Imaging volume II, Partain CL eds. 1988. Saunders Philadelphia
- 14) Mattias T, Bernd H, Andrea S, et al: Multisection FLASH: Method for breathhold MR imaging of the entire liver. Radiology 183: 73-79, 1992
- 15) Mitani T, Nakamura H, Murakami T, et al: Dynamic MR studies of hepatocellular carcinoma with portal vein tumor thrombosis. Radiation Medicine 1992 (in press)
- 16) Freeny PC, Marks WM. Patterns of contrast enhancement of benign and malignant hepatic neoplasms during bolus dynamic and delayed CT. Radiology 160: 613-618, 1986
- 17) Semelka RC, Shoenut JP, Kroeker MA, et al: Focal liver disease: Comparison of dynamic contrast CT and T2-weighted fat-suppressed, FLASH, and dynamic Gadolinium-enhanced MR imaging at 1.5 T. Radiology 184: 687-694, 1992