

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	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

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

石田 毅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⁾ 小塚 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 (3 DFT)-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 3 DFT-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 3 DFT-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、スピン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 (2 DFT) 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ので、2 DFT 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3cm未満が30病変、3-5cmが11病変、5cm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33.3cmであった。

まずスピ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) iso-intense 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 iso-intense 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 で造影されたため、腫瘍は相対的に等信号となった。

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
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=iso-intense 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 iso-intense enhancement (IE) を呈した他の 2 例は late phase 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。

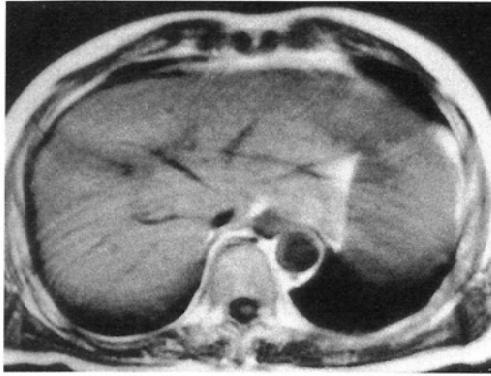
考 察

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⁾。

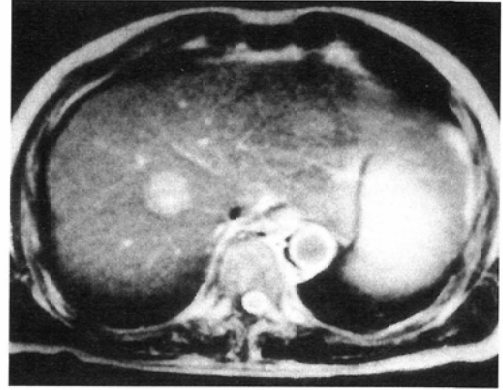
特に preparation pulse を用いた 2 DFT 法の Turbo-FLASH 法は時間, コントラスト分解能に優れ, 血流動態の評価に有効とされている⁹⁾。また, 全肝を一度の呼吸停止下に撮像し, 腫瘍の検出率を向上させる方法などが報告されている¹⁴⁾。

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。そのために各画像の 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。

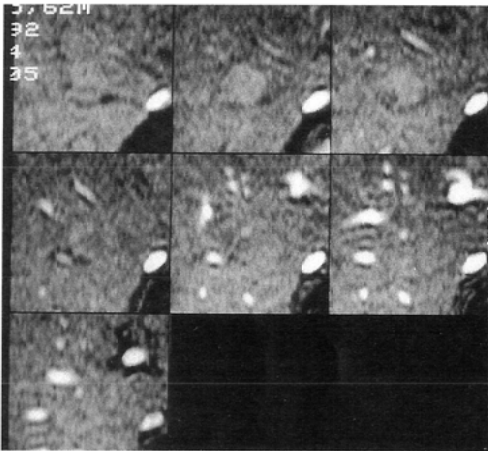
3 DFT 法は partition の数だけ加算 (NEX) をするため, S/N 比がよく, 空間分解能のよい薄いスライス厚の画像を gapless のマルチスライスで撮像できる¹³⁾。時間分解能, コントラスト分解能は 2 DFT 法の Turbo-FLASH 法に比して悪くなるが, TR を短縮することによって呼吸停止が可能な時間内で 3-5 mm 厚の画像を 7-15 スライス撮像するために, 1 cm 大の小腫瘍でさえ数スライスにわたって捉えることができた。また造影剤の使用により各々のスライス面で partial



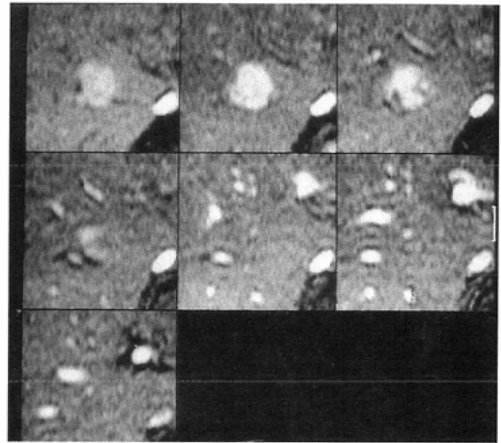
(A)



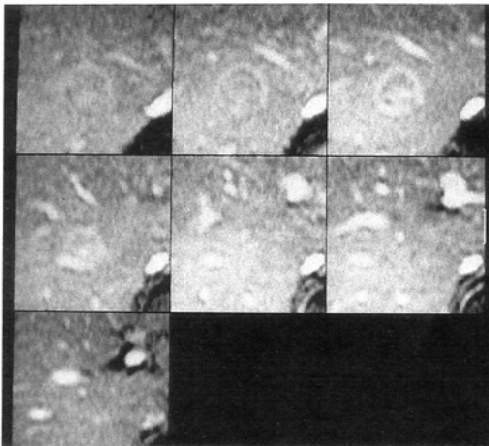
(B)



(C)



(D)



(E)

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

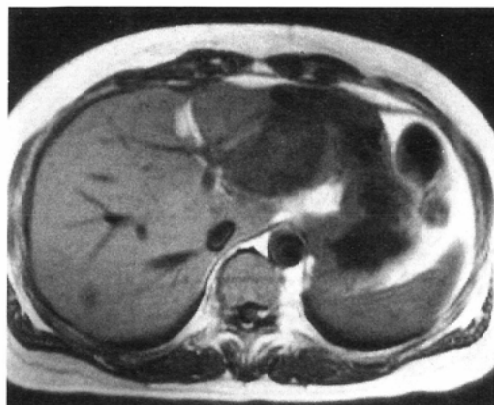
(A) T1-weighted image shows an iso intensity tumor with low intensity rim.

(B) T2-weighted image shows a high intensity tumor.

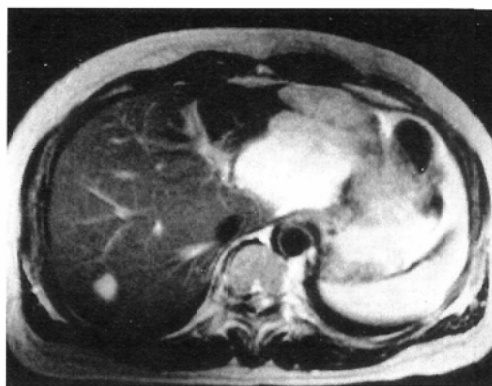
(C) On the precontrast images of dynamic study, the tumor is seen iso intensity. (partition=7, slice thickness=4 mm)

(D) In the early phase, the tumor is shown total hyperintense enhancement relative to the surrounding liver parenchyma.

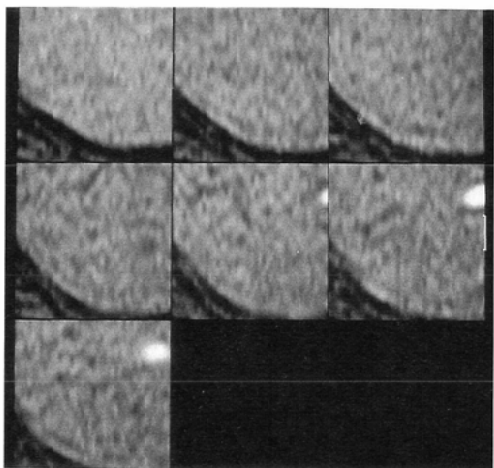
(E) In the late phase, the tumor shows total hypointense enhancement with capsular ring enhancement. Septa are also seen high intensity.



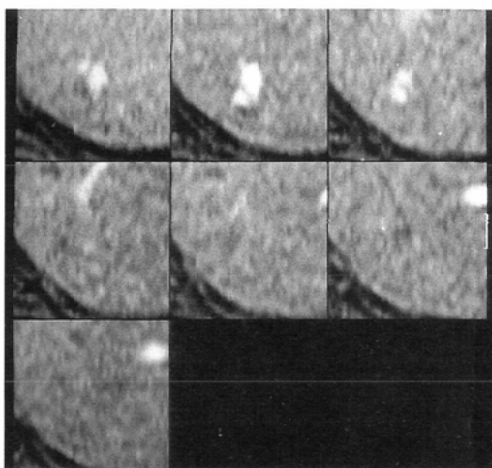
(A)



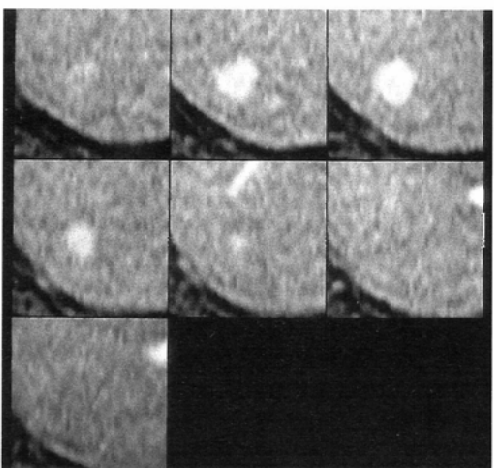
(B)



(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

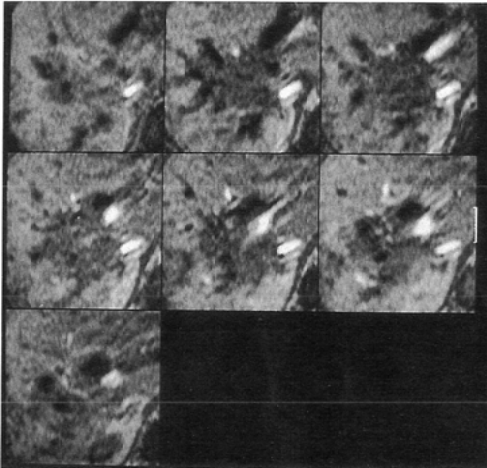
(E) Late phase images; The tumor is shown peripheral hyperintense enhancement in the early phase and total hyperintense enhancement in the late phase. (partition=7, slice thickness=3 mm)



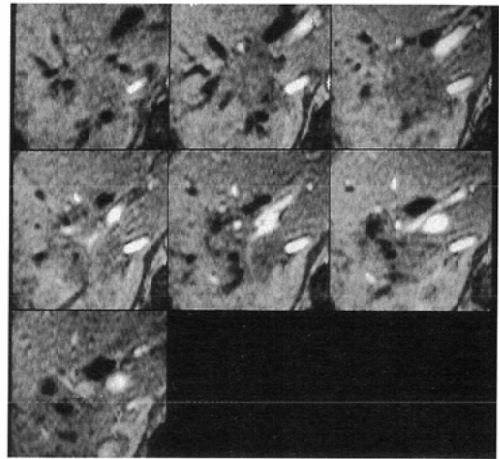
(A)



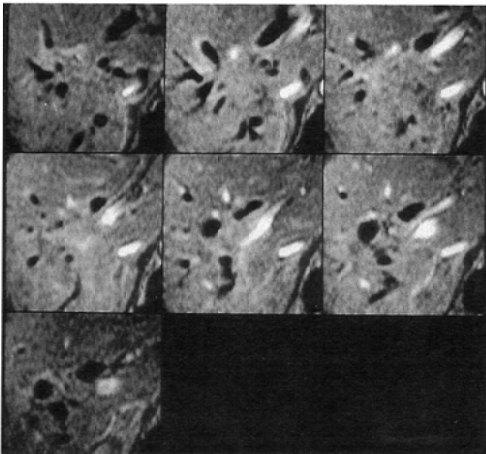
(B)



(C)



(D)



(E)

Fig. 3 Cholangiocellular carcinoma (53 year-old-male, 4 cm in size)

(A) T1-weighted image shows as inhomogeneous low intensity and irregular contour tumor.

(B) The inhomogeneous high intensity tumor is visualized on T2-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)

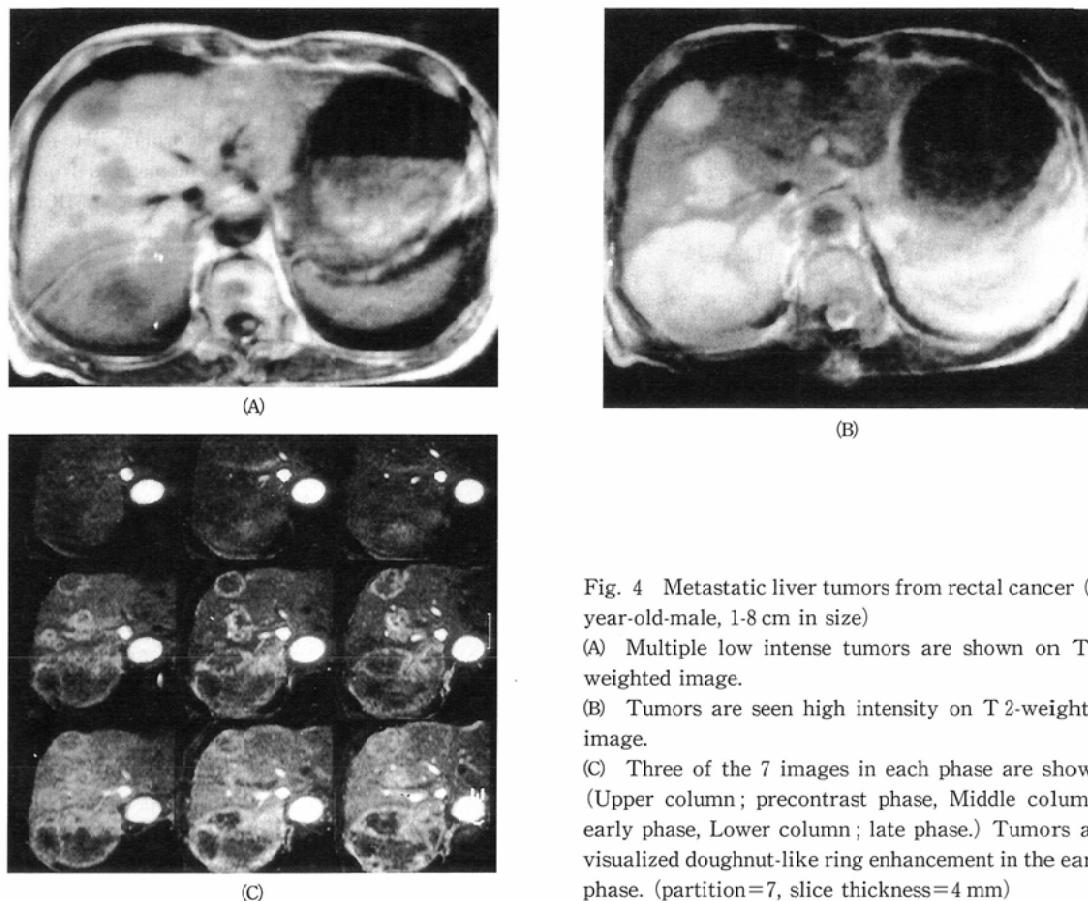


Fig. 4 Metastatic liver tumors from rectal cancer (65 year-old-male, 1.8 cm in size)

(A) Multiple low intense tumors are shown on T1-weighted image.

(B) Tumors are seen high intensity on T2-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性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、非典型的な症例と考えられ、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な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

- 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
- Williams SM, Chu WK, Anderson JC. MR imaging of hepatic hemangiomas at high field strength. *Radiology* 165(P): 147, 1987
- Li KC, Glazer GM, Quit LE, et al: Distinction of hepatic cavernous hemangioma from hepatic metastases with MR imaging. *Radiology* 169: 409-415, 1988
- 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
- Rummeny E, Weisesleder R, Stark DD, et al: Primary liver tumors: diagnosis by MR imaging. *AJR* 152: 63-72, 1988
- 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
- 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
- Lombardo DM, Baker ME, Spritzer CE, et al: Hepatic hemangiomas vs metastases: MR differentiation at 1.5 T. *AJR* 155: 55-59, 1990
- 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
- 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
- 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
- Ohtomo K, Itai Y, Yoshikawa K, et al: Hepatic tumors: Dynamic MR imaging. *Radiology* 163: 27-31, 1987
- 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
- Mattias T, Bernd H, Andrea S, et al: Multisection FLASH: Method for breathhold MR imaging of the entire liver. *Radiology* 183: 73-79, 1992
- Mitani T, Nakamura H, Murakami T, et al: Dynamic MR studies of hepatocellular carcinoma with portal vein tumor thrombosis. *Radiation Medicine* 1992 (in press)
- 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
- 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