

## 下肢静脈瘤のMRA

田島なつき<sup>1</sup>, 保坂純一郎<sup>1</sup>, 伊藤公一郎<sup>1</sup>, 岡田進<sup>1</sup>,  
田島廣之<sup>2</sup>, 隈崎達夫<sup>2</sup>, 浅野哲雄<sup>3</sup>, 加藤丈司<sup>1</sup>

<sup>1</sup>日本医科大学付属千葉北総病院放射線科

<sup>2</sup>日本医科大学付属病院放射線科

<sup>3</sup>日本医科大学付属千葉北総病院胸部外科

## はじめに

この数年MRAの報告は多数認められるが、静脈系に対する試みはいまだ少なく<sup>1),2)</sup>、ことに下肢静脈瘤の描出に関する検討は殆ど見られない<sup>3),4)</sup>。今回我々は、4種類の撮像法を用いて下肢静脈瘤の描出を試み、各々につき比較検討したので報告する。

## 対象と方法

平成6年5月から平成7年3月の間に、日本医科大学付属千葉北総病院にて下肢静脈瘤のMRAをおこなった22例を対象とした。内訳は、男性9例女性13例で、年齢は33-82歳(平均50歳)に分布していた。全例、同日通常の下肢静脈造影を行い、静脈瘤の確定診断を得た。また、全例で下腿深部静脈は開存していた。

使用機種はGE社製超電導型MR装置SIGNA advantage 1.5Tで、検討に用いた撮像法は、2次元タイムオブフライト(2D-TOF)法、3次元位相コントラスト(3D-PC)法、fast spin echo(FSE)法によるT<sub>2</sub>強調像およびGd-DTPA投与後のfast spoiled GRASS

(FSPGR)法の4種類である。

2D-TOF法の撮像条件は、TR 40ms, TE 6.4ms, flip angle 45-60度, FOV 30-38cm, スライス厚 2.6mm, スライス間隔 0mm, matrix 256×128-192, NEX 1とした。また、中枢側に presaturation pulse を加え、静脈像のみを選択的に撮像した。撮像時間は約6-8分であった。

3D-PC法では、TR 40ms, TE 8.6-11.9ms, flip angle 20度, FOV 35-48cm, スラブ厚 84mm, スライス分割数 32, matrix 256×128-192, NEX 1, 速度エンコード値 10-20cm/sec, フローエンコード軸は3方向を選択して撮像した。撮像時間は約6-8分であった。

FSE法では、撮像条件をTR 6000ms, TE 80-96ms, FOV 35-48cm, スライス厚 3mm, スライス間隔 0mm, matrix 256×128-192, NEX 1とした。撮像時間は、約3-5分であった。

造影FSPGR法では、撮像条件はTR 24.9ms, TE 2.3ms, flip angle 20-40度, FOV 35-48cm, スラブ厚 84mm, スライス分割数 32, matrix 256×128-192, NEX 1とした。撮像時間は約2分であった。Gd-DTPA 20mlを肘静脈より静注した後、直後より下腿部の3次元撮像を開始し、ひき続き数回の撮像を行った。症例により、大腿部についても撮像した。

キーワード MR angiography, venography, varicose veins, Gd-DTPA

撮像は軀幹用コイルを用い、撮像方向は2D-TOF 法では軸位断、他の撮像法では冠状断とした。FSE 法・造影 FSPGR 法では chemical shift selective saturation (CHESS) 法による脂肪抑制を併用した。画像は maximum intensity projection (MIP) 処理にて観察した。

実際の評価に際しては、大腿静脈・膝静脈・下腿深部静脈・大伏在静脈・静脈瘤の5部位に分け、3名の放射線専門医が、各々の部位に対して、血管の描出能を excellent, good, marginally adequate, non diagnostic の4段階に分け視覚的に評価した<sup>2)</sup>。特に造影 FSPGR 法については Gd-DTPA 投与後の時間経過と血管の描出能についても比較した。この際 excellent を3点, good を2点, marginally adequate を1点, non diagnostic を0点とし、各々の時相における各々の部位の平均点を算出した。

### 結 果

- 1) 各々の撮像法における撮像部位別画像評価。静脈瘤及び各々の静脈の描出能を Table 1 に

示す。2D-TOF 法では、膝静脈と大伏在静脈は比較的良好に描出されたが、下腿深部静脈と静脈瘤の描出はほとんど得られなかった (Fig.1)。3D-PC 法では、膝静脈と大伏在静脈は描出されたものの、他部位の評価は極めて低かった (Fig. 1)。FSE 法では、静脈瘤の極めて良好な画像が得られたが、他の部位の造影能は様々であった (Fig.1, Fig.2)。造影 FSPGR 法では、静脈瘤の描出は FSE 法とほぼ同等であったが、その他の静脈の描出は格段に優れており (Fig.1, Fig. 2)、特に大腿静脈は全例で good 又は excellent と評価され、良好な結果が得られた (Fig.3)。

2) 造影 FSPGR 法における画像の経時的变化 (Table 2)。

動脈系は造影直後に描出され、時間経過とともに急速に不明瞭化した。これに対し、大伏在静脈、膝静脈、下腿深部静脈は遅れて描出され、4-16分後の撮画像が優れていた。このうちでも、下腿深部静脈は遅れて描出される傾向を示した。16分以降では、いずれも描出能は低下した。一方、静脈瘤自体は徐々に造影能が向上し、16分以降でも良好に描出された (Fig.4)。

Table 1. Imaging quality of MR angiogram of the venous system of lower extremity obtained by 4 different methods. PV ; popliteal vein, LV ; calf deep vein of lower extremity, SV ; saphena magna vein, FV ; femoral vein.

METHOD	TIME OF FLIGHT				PHASE CONTRAST				FAST SPIN ECHO				ENHANCED FAST SPOILED GRASS				
PORTION	PV	LV	SV	Varices	PV	LV	SV	Varices	PV	LV	SV	Varices	FV	PV	LV	SV	Varices
NUMBER	16	16	16	12	10	10	10	9	30	30	32	24	30	43	43	44	31
EXCELLENT	3	0	11	0	0	0	4	0	9	8	12	16	29	23	15	24	22
GOOD	6	1	3	1	7	1	0	0	7	6	6	6	1	18	24	11	6
MARGINALLY ADEQUATE	4	10	0	7	1	6	1	3	6	9	12	1	0	1	2	6	2
NON DIAGNOSTIC	3	5	2	4	2	3	5	6	8	7	2	1	0	1	2	3	1

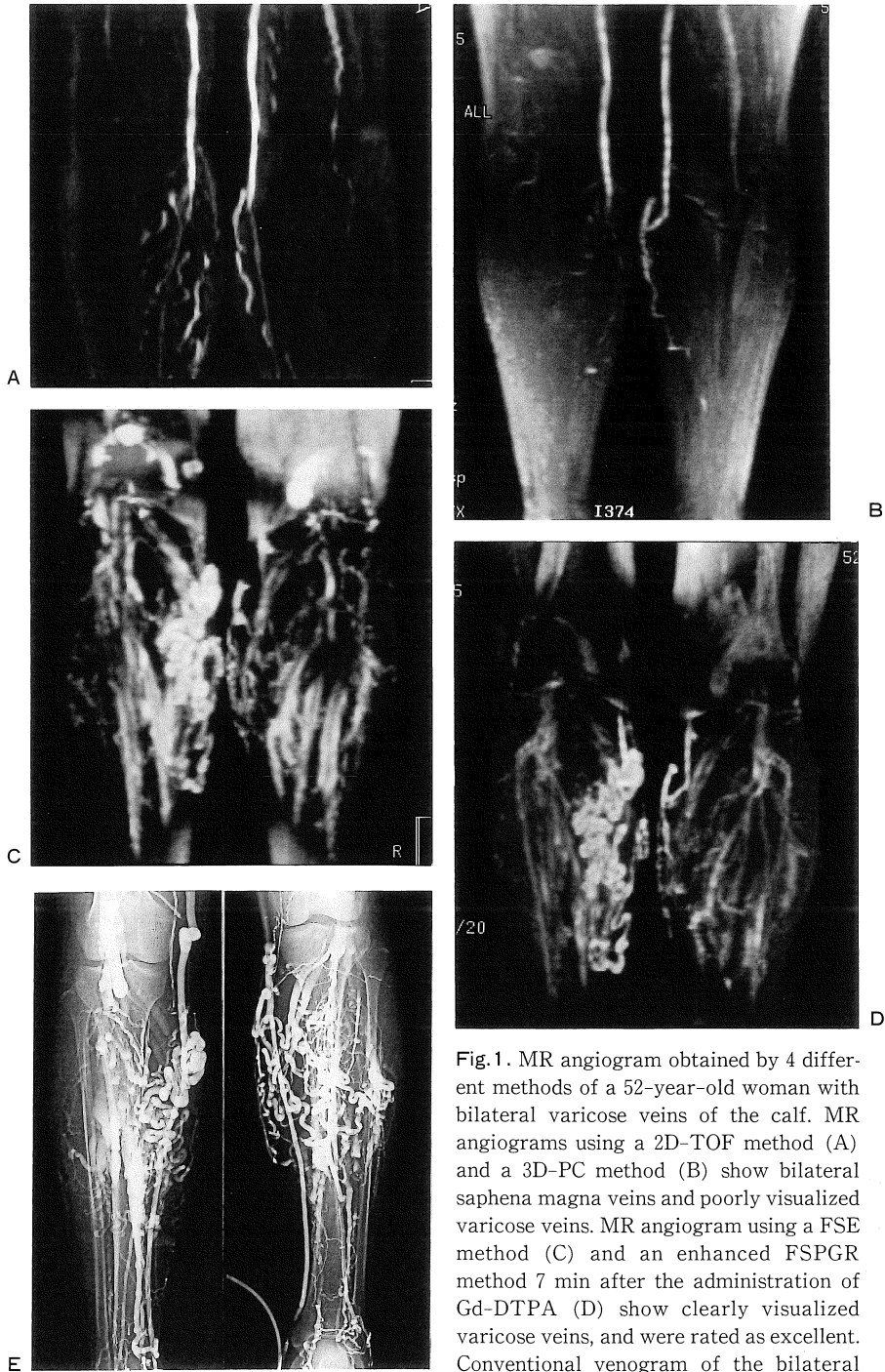


Fig.1. MR angiogram obtained by 4 different methods of a 52-year-old woman with bilateral varicose veins of the calf. MR angiograms using a 2D-TOF method (A) and a 3D-PC method (B) show bilateral saphena magna veins and poorly visualized varicose veins. MR angiogram using a FSE method (C) and an enhanced FSPGR method 7 min after the administration of Gd-DTPA (D) show clearly visualized varicose veins, and were rated as excellent. Conventional venogram of the bilateral calf (E) shows excellent opacification of bilateral varicose veins.

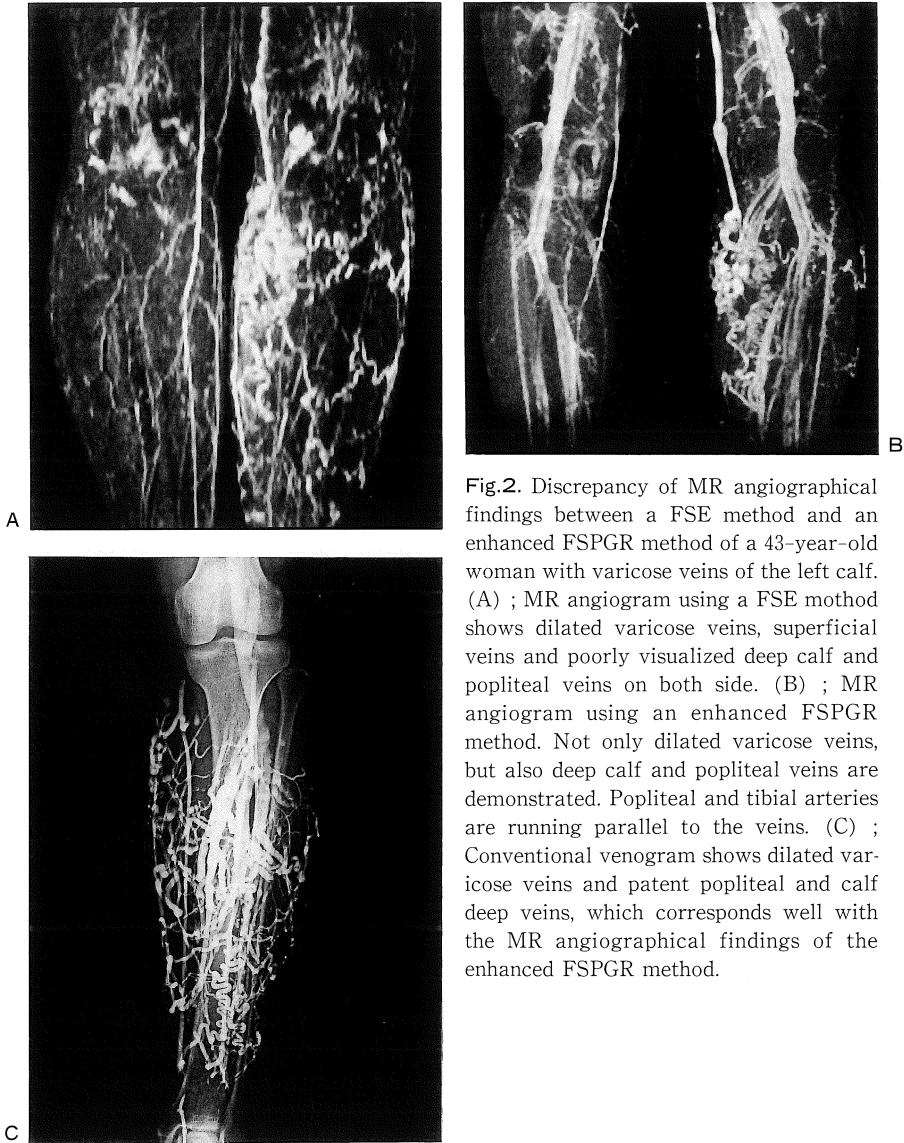


Fig.2. Discrepancy of MR angiographical findings between a FSE method and an enhanced FSPGR method of a 43-year-old woman with varicose veins of the left calf. (A) ; MR angiogram using a FSE method shows dilated varicose veins, superficial veins and poorly visualized deep calf and popliteal veins on both side. (B) ; MR angiogram using an enhanced FSPGR method. Not only dilated varicose veins, but also deep calf and popliteal veins are demonstrated. Popliteal and tibial arteries are running parallel to the veins. (C) ; Conventional venogram shows dilated varicose veins and patent popliteal and calf deep veins, which corresponds well with the MR angiographical findings of the enhanced FSPGR method.

### 考 察

下肢静脈瘤は、下肢深部静脈から表在静脈に正常とは逆の血液の流れが生じることにより発生する病態であるが、この評価には足背から造影剤を注入する下肢静脈造影が広く用いられてきた<sup>5)</sup>。これは静脈瘤ストリッピング術を行う際、

術後下腿深部静脈のみが下腿部の還流路となるためその開存の確認が必須であることによる。しかしながら、うっ滞のある静脈内に高濃度の造影剤が流入停滞することにより、検査後に静脈炎などの副障害を引き起こすことが未だときにみられ、より侵襲の少ない検査法が望まれていた<sup>5)</sup>。MRAは血管系の優れた非侵襲的検査法として注目を集めているが<sup>6),7)</sup>、下肢静脈瘤に対

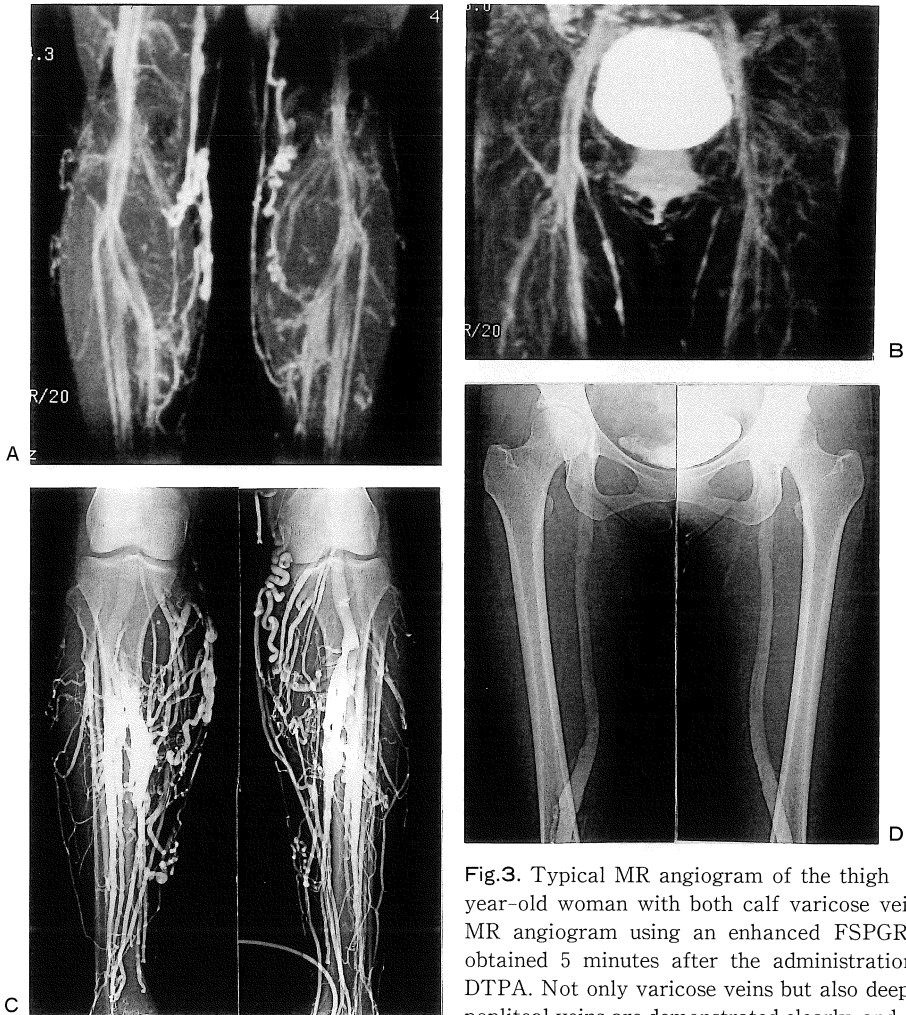


Fig.3. Typical MR angiogram of the thigh of a 43-year-old woman with both calf varicose veins. (A) ; MR angiogram using an enhanced FSPGR method obtained 5 minutes after the administration of Gd-DTPA. Not only varicose veins but also deep calf and popliteal veins are demonstrated clearly, and evaluated

as excellent. (B) ; Enhanced FSPGR imaging of the thigh shows well visualized bilateral femoral veins. (C) ; Conventional venogram of the calf demonstrates bilateral varicose veins. (D) ; Conventional venogram of the thigh shows well-opacified femoral veins.

Table 2. Imaging quality change of an enhanced FSPGR method after the administration of Gd-DTPA with time. Images are rated on a scale of 0-3 (0=non diagnostic, 1=marginally adequate, 2=good, 3=excellent), and the scores are averaged. Abbreviations ; see Tab.1.

PHASE	NUMBER	ARTERY	LV	PV	SV	VARICES
0min-4min	20	3.00	0.55	0.80	0.95	0.93
4min-10min	20	2.45	1.85	2.35	2.20	2.44
10min-16min	14	1.50	2.36	2.36	2.50	2.73
16min-	8	0.88	1.88	1.63	2.38	2.86

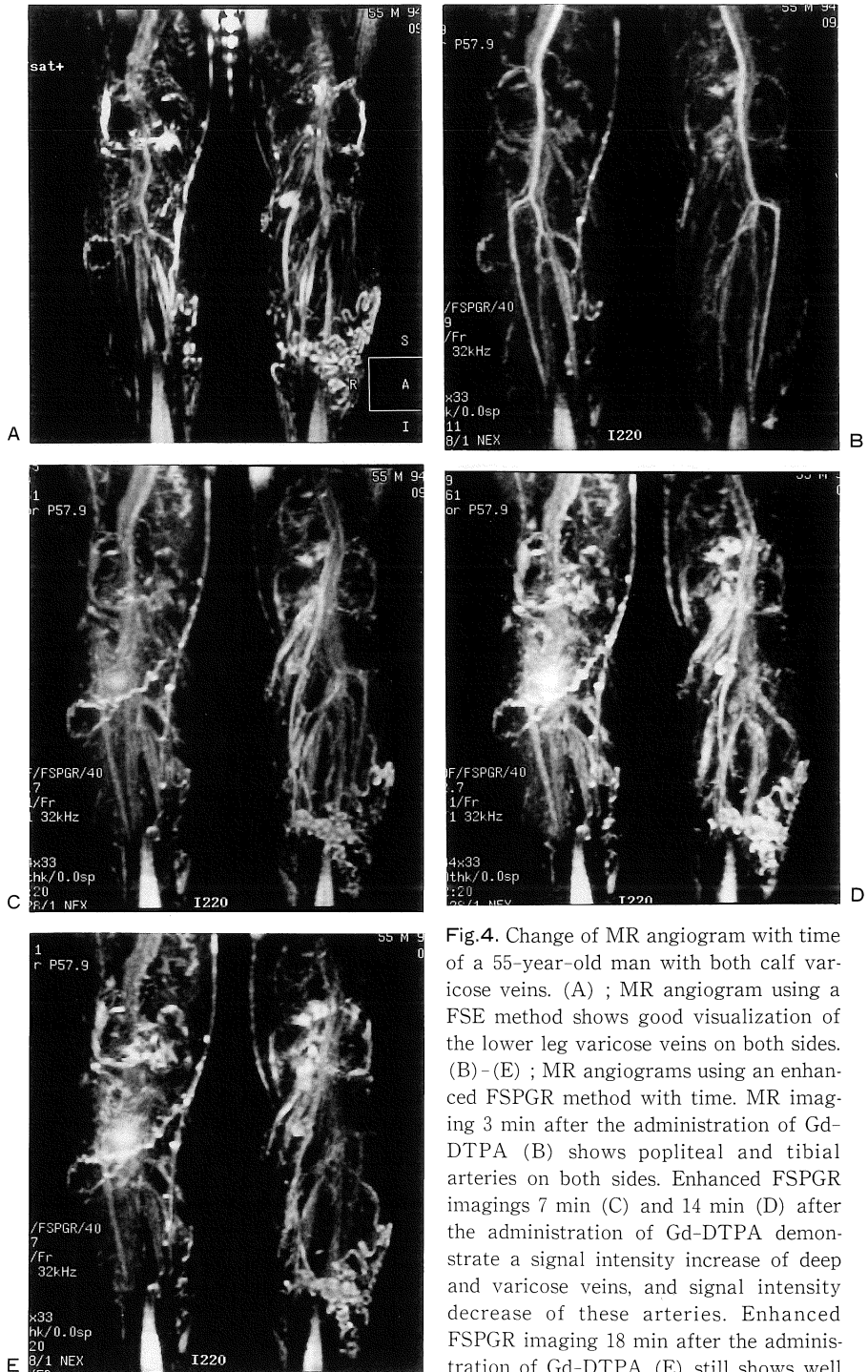


Fig.4. Change of MR angiogram with time of a 55-year-old man with both calf varicose veins. (A) ; MR angiogram using a FSE method shows good visualization of the lower leg varicose veins on both sides. (B) - (E) ; MR angiograms using an enhanced FSPGR method with time. MR imaging 3 min after the administration of Gd-DTPA (B) shows popliteal and tibial arteries on both sides. Enhanced FSPGR imagings 7 min (C) and 14 min (D) after the administration of Gd-DTPA demonstrate a signal intensity increase of deep and varicose veins, and signal intensity decrease of these arteries. Enhanced FSPGR imaging 18 min after the administration of Gd-DTPA (E) still shows well opacified varicose veins and poorly visualized calf deep veins.

するまとまった報告は未だ認められない。

下肢深部静脈血栓症を対象とする深部静脈の描出の試みについては、2D-TOF 法や 2D-PC 法による報告が見られている<sup>2),8)</sup>。そこで我々は、先ずこれらの方法を用いて撮像を試みたが、いずれの撮像法も下腿深部静脈・静脈瘤ともにその描出は満足できるものではなかった。

2D-TOF 法は動脈系の描出が極めて良好であるのに対し、静脈系は中枢側に saturation をかけてもその描出は不良であったが、これは下肢、ことに下腿深部静脈の流速が極めて遅いことによるものと思われた。また、静脈瘤は連続した脈管構造としては描出されず、臨床使用に耐えられるものではなかった。更に、本法においては、血流と垂直に撮像方向を設定しなければならぬため、体軸方向に長い下肢では撮像範囲が広く、撮影に長時間を要することも問題となった。

3D-PC 法の場合、静脈の流速に合わせて速度エンコード値 (VENC) を低く設定したが<sup>2)</sup>、実際には折り返しによるアーチファクトもみられ、深部静脈の評価は困難であった。静脈瘤自体の描出はほとんど不可能であった。

これらと比較し、FSE 法および造影 FSPGR 法による血管の描出能は、概ね良好であった。

FSE による T<sub>2</sub>強調像では、静止した水分は高信号として認められる。したがって、流れのほとんどない表在系の静脈瘤が極めて良好に描出されたものと思われる。これに対し、下腿深部静脈の描出が劣った原因は明らかでないが、血流がわずかながら存在することなどが考えられる (Fig.2)<sup>9)</sup>。

一方、Gd-DTPA 投与後の FSPGR 法では、静脈瘤のみならず、深部静脈の描出も良好であった。造影剤の T<sub>1</sub>短縮効果により、血管自体が血流速度によらず明瞭に造影されるためと思われる<sup>4)</sup>。しかしながら、動脈と静脈の両者が同時に描出されてしまうため、ときに両者の識別が困難となる場合も見られ、Gd-DTPA 投与直後の動脈相との比較が必要であった (Fig.4)。また経

時的検討の結果、本法に於いては、造影剤が十分に血管床を満たすまで撮影タイミングを遅らせることにより、造影能の向上が得られることが明らかとなった。下腿深部静脈の血流は極めて不安定で、体位や外部からの圧迫などの原因により容易に変化する。静脈瘤例では逆流などにより血流動態はより複雑となる。従って、下腿静脈系への Gd-DTPA の流入が比較的遅れて生じるものと思われた。

これらをまとめると、FSE 法は静脈瘤自体の描出は極めて優れているものの、下腿深部静脈の描出は劣ることがあった。一方、造影 FSPGR 法は、全般に良好な描出能を示したが、造影剤の投与を必要とし、動脈相との比較を要した。従って両者を併用することにより、術前検査として従来の静脈造影と同等の情報の得られる可能性が示されたものと思われる。又、いずれの撮像法も、撮像方向を冠状断としているため下腿全体を一回で撮像でき、検査時間が比較的短くてすむ点も有用であった。しかしながら、いずれの撮像法でも穿通枝の描出や静脈弁の評価は困難で、また、静脈血栓の評価の精度についても今後の検討が必要と考えている。Evans らは GRASS 法を用いた軸位断像により、下腿から骨盤部における静脈内血栓の検出を試み有用であったとしている<sup>9)</sup>。

なお、大腿部の静脈についても、下腿同様、術前には開存の確認が必要である。今回の検討においては、造影 FSPGR 法に於いて、下腿部が描出されたことを確認した後ひきつづき大腿部の撮像を行うことにより、容易に良好な画像を得ることができた (Fig.3)。

以上より、FSE 法と造影 FSPGR 法を併用した MRA により下肢の静脈像が安定して得られることが明らかとなり、臨床上有用と思われた。

#### ま と め

1) 下肢静脈瘤を有する 22 症例に、2D-TOF 法、3D-PC 法、FSE 法及び造影 FSPGR 法を

用いて、MRA による静脈像を撮像した。

2) 2D-TOF 法及び 3D-PC 法では、下肢静脈・静脈瘤の描出は満足できるものではなかった。

3) FSE 法及び造影 FSPGR 法により、下肢静脈・静脈瘤の良好な画像が得られた。造影 FSPGR 法は、膝静脈・下腿深部静脈の描出に最も優れ、大腿静脈の描出も良好であった。FSE 法は、静脈瘤自体の描出に関しては造影 FSPGR 法とほぼ同等であった。

4) 造影 FSPGR 法における下肢静脈画像の経時的検討では、造影剤静注直後よりも 4-16 分後の撮画像が優れていた。静脈瘤自体は、更に遅い時相でも良好に描出された。

#### 文 献

- 1) 藤川隆夫：下肢の MR Angiography. 日磁医誌, 10 : 537-545, 1990.
- 2) 橋本博美, 中塚春樹, 椿本光男, 他：2 次元位相コントラスト法による下肢静脈のアンギオグラフィー. 日磁医誌, 14 (1) : 11-19, 1994.
- 3) 樋口順也, 湯浅祐二, 井筒 睦, 他：Hybrid fat suppression multishot RARE による下肢静脈撮像：日本医放会誌, 53 (臨増) : S 258, 1993.
- 4) 田島なつき, 伊藤公一郎, 岡田 進, 他：(研究速報) 造影 fast spoiled GRASS 法による下肢静脈の MRA. 日本医放会誌, 55 (7) : 511-512, 1995.
- 5) 隈崎達夫, 田島廣之, 伊藤公一郎, 他：Ioversol による四肢血管撮影—II. 下肢静脈造影—。脈管学, 30 (9) : 1125-1129, 1990.
- 6) Lossef SV, Rajan SS, Patt RH, et al. : Gadolinium-enhanced magnitude contrast MR angiography of popliteal and tibial arteries. Radiology, 184 : 349-355, 1992.
- 7) Prince MR : Gadolinium-enhanced MR aortography. Radiology, 191 : 155-164, 1994.
- 8) Lanzer P, Gross GM, Keller FS, and Pohost GM : Sequential 2D inflow venography : initial clinical observations. Magn Reson Med, 19 : 470-476, 1991.
- 9) Evans AJ, Sostman HD, Knelson MH, et al. : Detection of deep venous thrombosis : Prospective comparison of MR imaging with contrast venography. AJR, 161 : 131-139, 1993.



## MR Angiography of the Venous System of Lower Extremities

Natsuki TAJIMA<sup>1</sup>, Jyunro HOSAKA<sup>1</sup>, Koichiro ITO<sup>1</sup>,  
Susumu OKADA<sup>1</sup>, Hiroyuki TAJIMA<sup>2</sup>, Tatsuo KUMAZAKI<sup>2</sup>,  
Tetsuo ASANO<sup>3</sup>, Jyoji KATO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Radiology, Chiba-hokusou Hospital, Nippon Medical School  
1715 Kamakari, Inba-mura, Inba-gun, Chiba-ken 270-16*

<sup>2</sup>*Department of Radiology, Nippon Medical School Hospital*

<sup>3</sup>*Department of Thoracic Surgery, Chiba-hokusou Hospital, Nippon Medical School*

MR Angiography (MRA) of the venous system of the lower extremities was carried out in 22 patients with varicose veins using 4 different methods ; two-dimensional time of flight (2D-TOF) method, three-dimensional phase contrast (3D-PC) method, T<sub>2</sub>-weighted MR imaging with fast spin echo (FSE) method, and Gd-DTPA enhanced fast spoiled GRASS (FSPGR) method. The quality of imaging of the femoral vein, popliteal vein, calf deep vein, saphena magna vein and varicose vein was assessed in terms of four categories : excellent, good, marginally adequate and non-diagnostic. MR imagings obtained by a 2D-TOF method and a 3D-PC method were of poor quality, and not enough for the clinical application. Sixteen out of 30 popliteal veins, 14 out of 30 calf deep veins, 18 out of 32 saphena magna veins, and 22 out of 24 varicose veins were judged as excellent or good by FSE method. All femoral veins (n=30), 41 out of 43 popliteal veins, 39 out of 43 calf deep veins, 35 out of 44 saphena magna veins, and 28 out of 31 varicose veins were judged as excellent or good by enhanced FSPGR method. Enhanced FSPGR imagings of late venous phase, obtained 4 to 16 min after the administration of Gd-DTPA, were evaluated superior to that of early arterial phase. These two MRA techniques were useful for the pre-operative evaluation of the patients with varicose veins.