

Title	下腿静脈のGd-enhanced subtraction MR venography- 静脈の描出能と静脈血栓症への応用-
Author(s)	星, 俊子; 蜂谷, 貴; 叶内, 哲 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1999, 59(12), p. 674-678
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20674
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

下腿静脈のGd-enhanced subtraction MR venography - 静脈の描出能と静脈血栓症への応用 -

星 俊子¹⁾ 蜂谷 貴²⁾ 叶内 哲¹⁾ 半藤裕美子¹⁾ 本間 次男¹⁾

1) 埼玉県立循環器・呼吸器病センター放射線科 2) 同心臓血管外科

Gd-enhanced Subtraction MR Venography

Toshiko Hoshi,¹⁾ Takashi Hachiya,²⁾
Tetsu Kanauchi,¹⁾ Yumiko Hando,¹⁾
and Tsuguo Homma¹⁾

We succeeded in distinctly imaging the calf veins using Gd-enhanced subtraction MR venography (Gd SMRV). Gd SMRV was performed in 15 normal legs, 33 varicose legs and 22 legs with suspected deep venous thrombosis. Conventional venography was performed in 46 legs in all. The deep veins of the calf, greater saphenous vein, and intramuscular veins had high rates of demonstration in normal legs and varicose legs (84, 100%, 87, 97%, 67, 73%). The varices were also well demonstrated (100%). When Gd SMRV was compared with conventional venography in terms of diagnosis of calf venous thrombosis, the sensitivity of this method was 100%, specificity was 92% and accuracy was 93%. We found high intensity thrombi on precontrast images in most cases, a finding that was important for the diagnosis of local thrombi.

This method was non-invasive and was able to clearly visualize veins in the calf. We concluded that Gd SMRV was useful for calf venous disease, especially calf venous thrombosis.

はじめに

MR angiographyを用いて、種々の静脈の描出が行われており、部位によってはその臨床的有用性が評価されている。これまで、下腿静脈のMR angiographyについてはさまざまな工夫が報告されている^{1)~4)}が、一般的な臨床の利用には至っていない。われわれは、Gd-enhanced subtraction MR venographyを用いると下腿静脈を鮮明に描出でき、さらに、本法が深部静脈血栓症の診断に有効であるという結果を得たので報告する。

対 象

1996年11月から1998年6月に埼玉県立循環器・呼吸器病センターで一次性下肢静脈瘤および深部静脈血栓症の疑いでGd-enhanced subtraction MR venographyを行った35例を対象とした。内訳は男性9例、女性26例で、年齢は45歳から83歳、平均64.1歳であった。一次性下肢静脈瘤症例が24例、下肢の腫脹や疼痛あるいは肺動脈塞栓で発症し、深部静脈血栓症を疑われた症例が11例であった。一次性下肢静脈瘤例のうち12例、深部静脈血栓症疑いの11例全例でヨード造影剤を用いたconventional venography(以下、静脈造影)が行われている。

方 法

装置はPhilips社製Gyrosan ACS II(1.5T)を用いた。

使用シーケンスは高速グラディエントエコー法(3D-T1TFE)で、3相のdynamic studyを行った。コイルはbody coilを用い、撮像断面は前額断とした。TR/TE 13.8/6.9ms, flip angle 20°, FOV 350mm, マトリックス 179×256, スラブ厚 90~120mm(下腿を完全に含むように体厚によって変更する)、分割数30~40(実行スライス厚 3mm)、加算は1回とした。Overcontiguous sliceは使用していない。位相エンコード法はcentric view orderingとした。

撮像手順は単純像を撮像した後、Gd-DTPA 0.1mmol/kgBWを前腕または手背の静脈より、用手的に毎秒1ml程度で静注し、生理食塩水でフラッシュする。静注開始15秒後から早期相を、7分後から晩期相を撮像した。各相の撮像時間は1分45秒程度、単純像の撮像開始から晩期相の撮像終

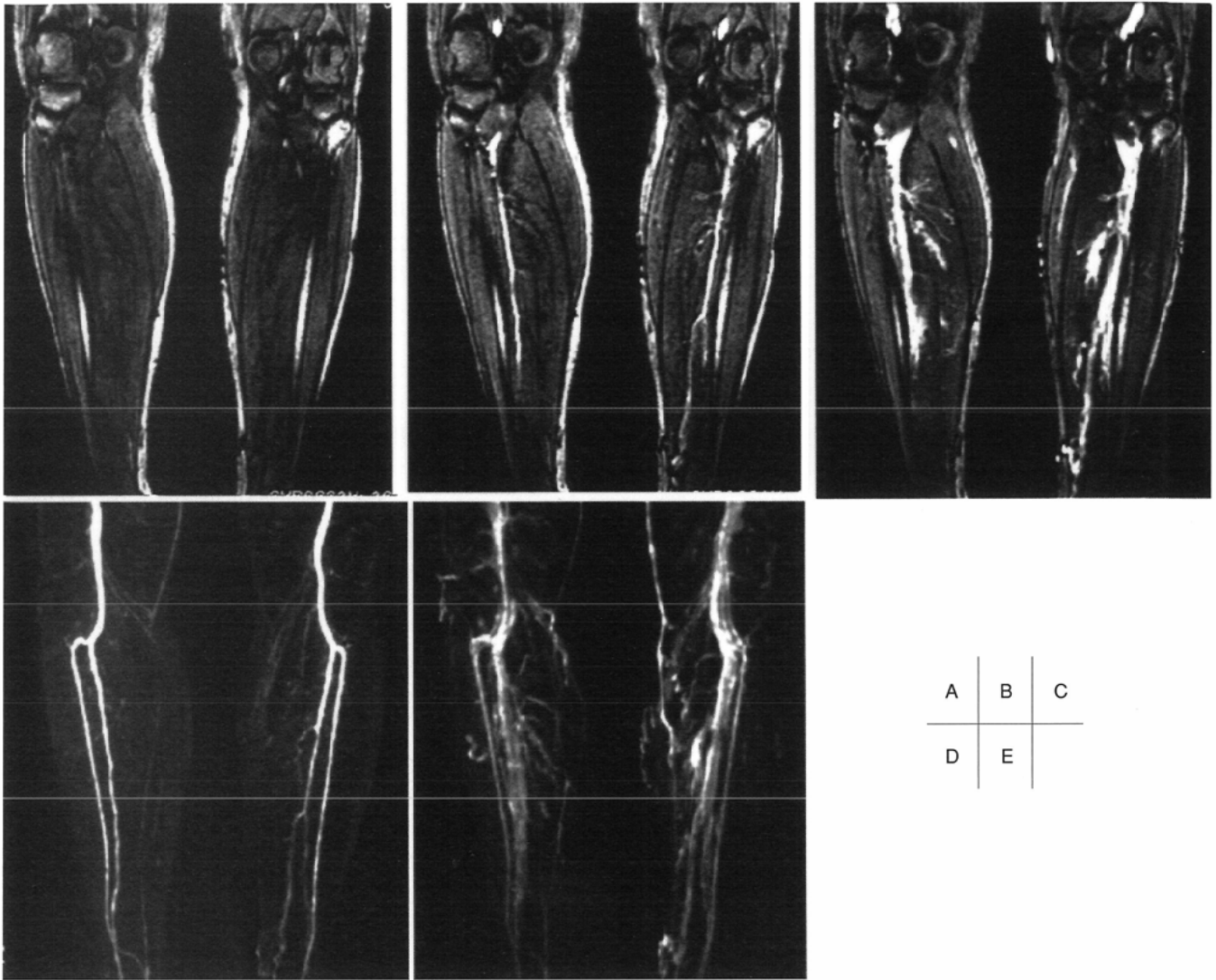
Research Code No.: 508.9

Key words: MR venography, Calf, Deep venous thrombosis

Received Feb. 16, 1999; revision accepted June 9, 1999

1) Department of Radiology, Saitama Cardiovascular and Respiratory Center

2) Department of Cardiovascular Surgery, Saitama Cardiovascular and Respiratory Center



A	B	C
D	E	

Fig. 1 A 59-year woman. Normal volunteer.
 A: Precontrast source image.
 B: Early enhanced phase, source image.
 C: Delayed enhanced phase, source image.
 D: Early enhanced phase, MIP. Arteries are well depicted.
 E: Delayed enhanced phase, MIP. Arteries and veins are well depicted.

了までは約11分かかる。今回の検討に先立ち、撮像のタイミングを変化させて動静脈の造影能について検討している。1相の撮像時間が長いため、早期相で動脈のみを描出するために15秒後と早めの設定とし、全撮像時間の制約から晩期相を7分後とした。これまでの経験上、循環時間の遅い患者でも7分後像で静脈の造影は得られている。

診断時には単純像、早期相、晩期相それぞれの元画像を観察するほか、早期相と晩期相のそれぞれから単純像をサブトラクションしたのち、MIP(maximum intensity projection)像を角度を変えた多方向から作成し、観察した。早期相では動脈が、晩期相では動静脈が描出される。この両画像を比較観察することで静脈の同定が可能になる(Fig. 1)。

検討項目は、まず、一次性下肢静脈瘤症例で逆流のない正常肢15肢、静脈瘤肢33肢を対象として、下腿静脈の描出率を検討した。一肢につき、下腿深部三静脈(前脛骨静脈、後脛骨静脈、腓骨静脈)は上下に分けて計6部位として描出率を検討、大伏在静脈は全長を1部位として、筋内静脈は

平成 11 年 10 月 25 日

ひらめ筋静脈と腓腹筋静脈の2部位として検討した。次に、静脈造影を行った症例23例46肢を対象として、静脈血栓症の診断という観点で、静脈造影と比べて、本法の診断率を検討した。本法では、造影前の単純元画像で静脈内に高輝度の血栓を認めるか、晩期相元画像で静脈内に造影されない部分を認めた場合に静脈血栓症と診断した。いずれの評価も放射線科医2名によって他の情報なしに行われ、2評価が異なった場合は合議によって決定した。

結 果

本法を用いての描出率は正常肢、静脈瘤肢で深部静脈(膝窩静脈、下腿深部三静脈)では84, 100%, 大伏在静脈では87, 90%, 筋内静脈では67, 73%となった。静脈瘤は100%描出された(Table 1)。

静脈造影をgold standardとした場合、本法の静脈血栓症診断の感度100%, 特異度92%, 正診率93%であった(Table 2)。

Table 1 Visualization rates in the calf

	Normal leg (n = 15)	Varicose leg (n = 33)
Popliteal vein	15/15 (100%)	33/ 33 (100%)
Deep vein of the calf	76/90 (84%)	176/198 (89%)
Great saphenous vein	13/15 (87%)	30/ 33 (90%)
Intramuscular vein	22/30 (73%)	44/ 66 (67%)
Varix		33/ 33 (100%)

Table 2 Diagnosis of venous thrombosis: Comparison of Gd-enhanced subtraction MR venography (MRV) with conventional venography

	MRV: thrombi (+)	MRV: thrombi (-)
Venography: thrombi (+)	7	0
Venography: thrombi (-)	3	36

Sensitivity 100%
Specificity 92%
Accuracy 93%

考 察

MR angiographyは、侵襲が少なく、動脈を中心にスクリーニング検査としてひろく応用されている検査法である。静脈についても骨盤部から大腿部では2D-TOF (time of flight)法を用いて診断に十分な画像が得られ、静脈造影と同等の診断率が得られると報告されている^{5),6)}。

深部静脈血栓症の初発は下腿部であることが多いといわれおり⁷⁾、下腿静脈の評価が重要であるが、膝部以下の静脈は通常のTOF法、PC (phase contrast)法⁸⁾では正常肢でも十分な描出が困難である。そのため、駆血解除による一過性の静脈還流量増加を用いてTOF echoplanar imageで描出した¹⁾、駆血と加温を加えてTOF法での描出率を上げる²⁾などの工夫がなされている。しかし、TOF法、PC法はともに血流を画像化する方法なので、流速が遅く、時に逆流する下腿静脈の画像化には限界がある。また、脂肪抑制T2強調画像を用いて下腿静脈を描出する方法^{3),4)}では、筋内静脈の描出は優れているが、浮腫のある場合には役に立たず、流れの速い静脈の描出が悪い一方、流れの遅い動脈が描出され、動脈の分離が困難になるという弱点がある。これに対し、造影法は血管内の造影剤を画像化する点で、前述の他の方法と異なり、従来の静脈造影に近く、内腔の開存性の評価には適していると考えられる。これまでも造影剤を用いた骨盤部から大腿部の静脈描出の報告⁹⁾はみられるが、下腿静脈についての検討は十分にされていない。

サブトラクションの手法は動脈を描出するための造影MRAに応用され、良好な結果が多く報告されている¹⁰⁾⁻¹²⁾。静脈描出を目的としたサブトラクション法の報告も散見される¹³⁾が、下腿静脈描出を目的とした報告はわれわれの検索した限りではこれまで認めていない。

われわれは、造影法をdynamic scanとして撮像し、造影像から単純像をサブトラクションした後、MIP像を作成したところ、深部静脈のみならず、表在静脈、筋内静脈も明瞭に描出できた。今回の検討で得られた描出率は全体に高く、

本法をスクリーニング検査として用いるのに十分であると考えた。膝上部の2D-TOF法と下腿部の本法を組み合わせるとMR venographyを用いて下肢静脈全体を描出でき、下肢静脈全体のスクリーニングに有効と考えた。

下腿深部三静脈の描出率は84、88%であったが、前脛骨静脈の描出率が特に低く、正常肢の9肢(60%)、静脈瘤肢の20肢(60%)で十分な描出が得られなかった。前脛骨静脈を除いて後脛骨静脈と腓骨静脈の2静脈を検討すると、正常肢98%、静脈瘤肢100%の描出率となった。本法で前脛骨静脈の描出率が低いことを考慮に入れて診断すれば、スクリーニングとしての本法の精度はさらに高まる。深部静脈血栓の初発は下腿部では後脛骨静脈が多く¹⁴⁾、前脛骨静脈は少ないこと¹⁵⁾から、前脛骨静脈を除いた評価でも本法の有用性はあると考えた。なお、安静状態では前脛骨静脈の血流が少ないことが描出率が低い原因と考えた。

われわれが晩期相として用いている造影開始後7分後像には動脈がともに描出されている。循環時間の遅い患者の場合、7分後でもまだ動脈の造影が優位であった。撮像をさらに遅らせれば静脈がより強調された像となるが、全撮像時間の制約と検査が長引いたため体動が生じ、サブトラクションできなくなることを避けるために7分後の画像で静脈を評価することにした。早期相の動脈像を比較読影することで静脈の異常の診断は可能であった。動脈相から動脈相をサブトラクションして静脈が良好に評価できるという報告^{13),16)}がある一方、それでは動脈部分が血栓による非造影部との区別がつきにくいという報告¹⁷⁾もあり、非造影部の有無が重要な深部静脈血栓症の診断にはわれわれの方法が適していると考えた。

Evansら¹⁸⁾は、深部静脈血栓症のMRI診断は、グラディエントエコー法軸位断面像で血管内の信号の低下として高率に診断できるとしている。しかし、下腿に局限した血栓の評価は十分なされておらず、筋内静脈内血栓の診断についての記載はない。臨床上問題となる血栓をすべて診断するためにはこの方法は十分ではないと考える。田島ら¹⁹⁾は深部静脈血栓症の診断にグラディエントエコー法軸位断面像、TOF法、造影法を行い、骨盤部から大腿部ではいずれの方法も有用であるとしているが、下腿部についての検討はなされていない。

本法で血栓ありと診断した10例中8例で単純元画像の静脈内に高輝度を示す血栓が認められた(Table 3)。筋間の脂肪とまぎらわしい例もあったが、同一断面の晩期相元画像と比較することで多くは区別可能であった。また、限局性の血栓の場合は高輝度血栓の存在が晩期相の静脈内非造影部を見出す手掛かりとなる場合があった。さらに、高輝度血栓の存在ゆえに造影像のみからは血栓の存在が分かりにくい場合もあり、単純元画像の観察の重要性が強調される(Fig. 2)。

血栓の輝度は時期によって異なると報告されており、経過中にみられるT1短縮はmethemoglobinに起因する²⁰⁾。高輝度血栓は血栓形成から数日後という比較的新しい血栓であると推測できる。われわれの8症例では発症からの期間と

Table 3 Cases of venous thrombosis diagnosed by Gd-enhanced subtraction MR venography

Case	Age sex	Symptom	Interval from onset	Occlusion site	Findings of MRV		Findings of conventional venography
					High intensity thrombi	Filling defect of vein	
1	73F	PTE	7 days	lt. CIV– calf v.	+	+	DVT
2	74F	lt. leg swelling, pain	14 days	lt. CIV– calf v.	+	+	DVT
3	77F	lt. leg swelling, pain	14 days	lt. CIV– calf v.	–	+	DVT
4	69M	rt. leg swelling, pain	4 days	rt. femoral v.– calf v.	+	+	DVT
5	68M	lt. leg swelling, pain	17 days	rt. peroneal v.	+	+	DVT
6	69F	PTE	14 days	rt. post tibial v.	+	+	DVT
7	50F	rt. leg swelling, pain	9 days	rt. peroneal v.	–	+	DVT
8	56M	lt. leg swelling	4 days	lt. post tibial v.	+	+	no DVT
9	68F	PTE	21 days	rt. post tibial v.	+	+	no DVT
10	60F	PTE	9 days	rt. intramuscular v.	+	+	no DVT

PTE: pulmonary thromboembolism

CIV: common iliac vein

DVT: deep venous thrombosis

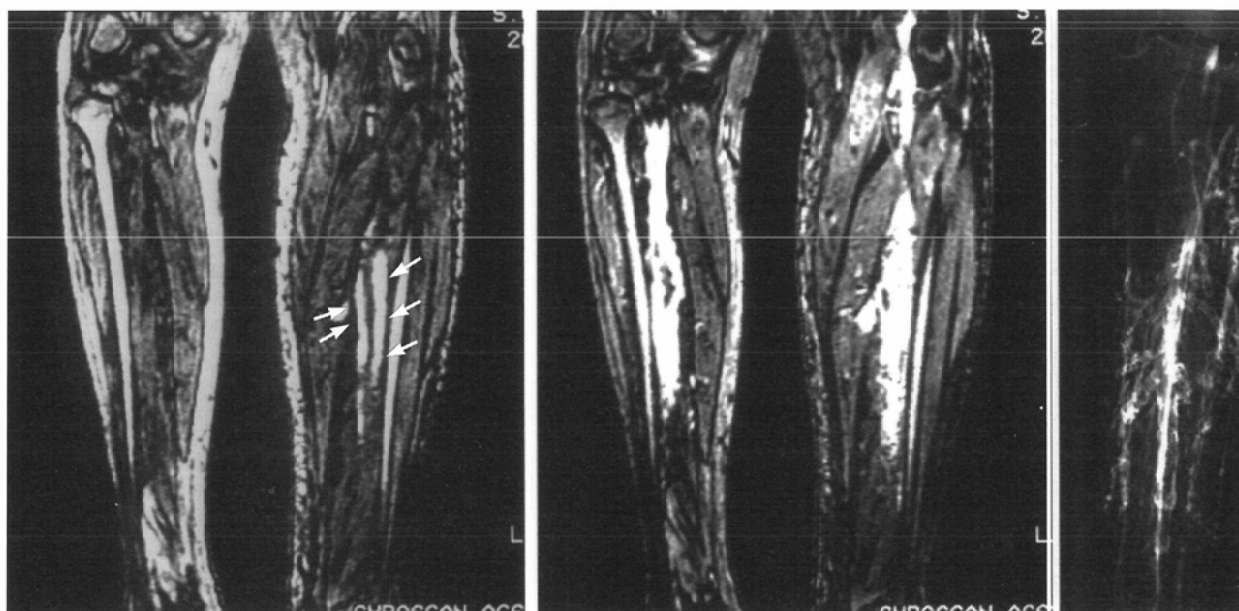


Fig. 2 Case 1: A 73-year-old woman. DVT of the left leg (common iliac vein–calf vein).

A: Precontrast source image. High intensity thrombi are located in the vein (arrows).

B: Delayed enhanced phase, source image.

C: Conventional venography. Multiple filling defects are seen.

A | B | C

高輝度血栓の有無の間には、明らかな傾向はみられなかった。

症例10では、静脈造影では筋内静脈を十分に造影できなかったため深部静脈血栓症の確定診断はできなかったが、本法では下腿の筋内静脈内の血栓が明瞭に描出できた (Fig. 3)。静脈造影をgold standardとしたため、本例は偽陽性症例と評価した。本法のspecificity, accuracyが過小評価されていると考えられる。この例のように筋内静脈は静脈造影で常に十分な造影をできるわけではない^{21),22)}。筋内静脈の血栓が肺塞栓の原因になり得る¹⁵⁾ことや、筋内静脈血栓が深部静脈血栓の初発としては最も多い^{15),23)}ことから、その評価は重要である。本法で筋内静脈を高率に観察できることの意味は大きい。

症例8は筋間脂肪が血栓と区別困難であった例で、症例

9はMR検査後、静脈造影までに血栓溶解療法を行っていた例であった。

結 語

Gd-enhanced subtraction MR venographyを用いることにより下腿静脈が高率に描出できた。膝上部の2D-TOF法と下腿部の本法を組み合わせることで下肢静脈全体のスクリーニングに有効と思われた。

また、本法は深部静脈血栓症の診断に役立った。単純像の高輝度血栓が限局性血栓診断の手掛かりとなり、特に筋内静脈に限局した血栓では静脈造影よりすぐれた診断能を示すと考えられた。

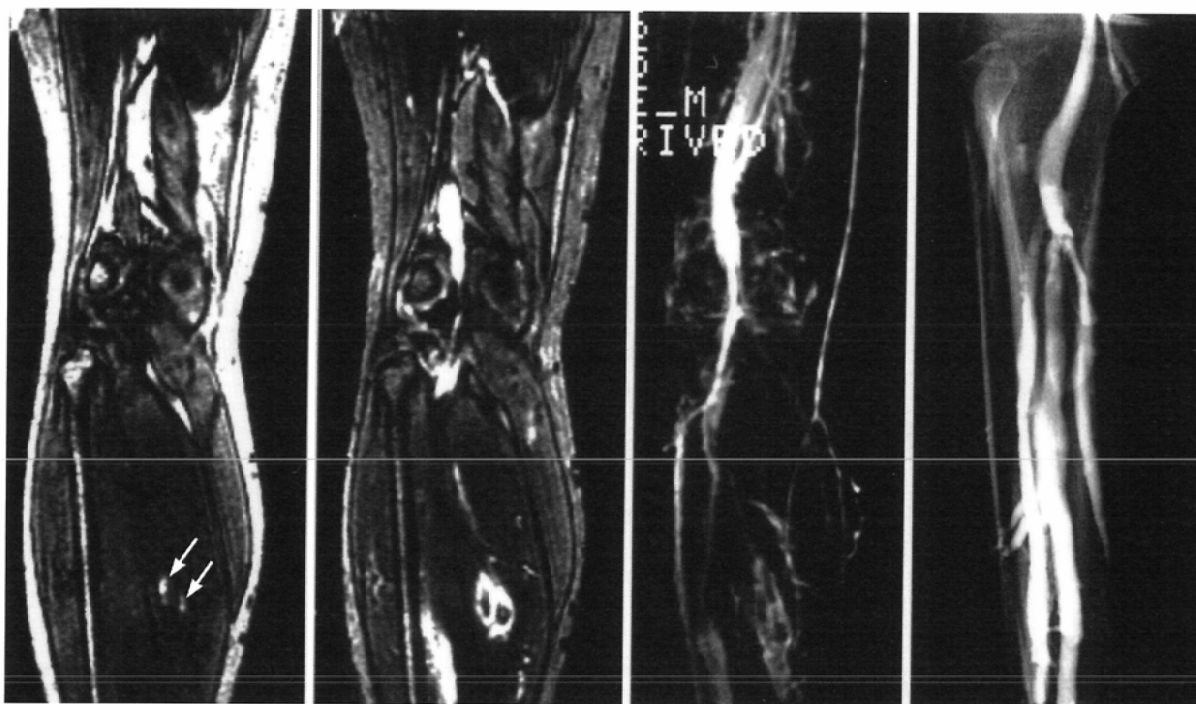


Fig. 3 Case 10: A 60-year-old woman. Venous thrombosis of right intramuscular vein.

A: Precontrast source image. High intensity thrombi are seen (arrows).

B: Delayed enhanced phase, source image. Filling defects in the soleal vein are seen.

C: Delayed enhanced phase, MIP. Filling defects in the soleal vein are seen.

D: Conventional venography. Intramuscular veins are not depicted.

A | B | C | D

文 献

- 1) Holtz DJ, Debatin JF, McKinnon GC, et al: MR venography of the calf: Value of flow-enhanced time-of-flight echoplanar imaging. *AJR* 166: 663-668, 1996
- 2) 永吉健介, 岡田宗正, 門前芳夫, 他: 非造影 2D-TOF MR venographyによる下腿深部静脈描出の向上に関する試み—駆血および加温の有用性—. *日本医放会誌* 57: 647-652, 1997
- 3) Bluemke DA, Wolf RL, Tani I, et al: Extremity veins: Evaluation with fast-spin echo MR venography. *Radiology* 204: 562-565, 1997
- 4) 大川伸一, 平松京一, 森 達彦, 他: 3D-fast STIR法による下肢のMR venography. *日本医放会誌* 55: 774-775, 1995
- 5) Laissy JP, Cinqualbre A, Loshkajian A, et al: Assessment of deep venous thrombosis in the lower limbs and pelvis: MR venography versus duplex doppler sonography. *AJR* 167: 971-975, 1996
- 6) Yoshizako T, Sugimura K, Kawamitsu H, et al: Two-dimensional time-of-flight MR venography: Assessment with detection of chronic deep venous thrombosis in combination with magnetization transfer contrast. *JCAT* 20: 957-964, 1996
- 7) Kakkar VV, Howe CT, Flanc C, et al: Natural history of postoperative deep-vein thrombosis. *Lancet* Angz 2(7614): 230-233, 1969
- 8) 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MRアンギオグラフィー. *日磁医誌* 14: 11-19, 1994
- 9) 田島なつき, 伊藤公一郎, 岡田 進, 他: 造影fast spoiled GRASS法による下肢静脈のMRA. *日本医放会誌* 55: 511-512, 1995
- 10) Adamis MK, Li W, Wielopolski PA, et al: Dynamic contrast-enhanced subtraction MR angiography of the lower extremities: Initial evaluation with a multisection two-dimensional time-of-flight sequence. *Radiology* 196: 689-695, 1995
- 11) Watanabe Y, Dohke M, Okumura A, et al: Dynamic subtraction MR angiography: First-pass imaging of the main arteries of the lower body. *AIR* 170: 357-360, 1998
- 12) 天野康雄, 弦間和仁, 榎 利夫, 他: 大腿動脈の閉塞性動脈硬化症に対する造影2次元subtraction MRAの有用性. *日磁医誌* 16: 159-163, 1996
- 13) Lebowitz JA, Rofsky NM, Krinsky GA, et al: Gadolinium-enhanced body MR venography with subtraction technique. *AJR* 169: 755-758, 1997
- 14) Sevitt S: Venous thrombosis and pulmonary embolism: Their prevention by oral anticoagulants. *Am J Med* 33: 703-716, 1962
- 15) Joann M, Lohr MD, Thomas M, et al: Lower extremity calf thrombosis: To treat or not to treat? *J Vasc Surg* 14: 618-623, 1991
- 16) 笠原利之, 高原太郎, 中島康雄, 他: 骨盤部の高速脂肪抑制付加3D造影ダイナミックMRAを用いた選択的動脈, 静脈撮像. *日磁医誌* 17: 149-155, 1997
- 17) 白石友邦, 岡橋弘和, 池田茂樹, 他: 下肢静脈疾患におけるMR venographyの有用性. *日磁医誌* 16(Supple): 85, 1996
- 18) Evans AJ, Sostman HD, Witty IA, et al: Detection of deep venous thrombosis: Prospective comparison of MR imaging and sonography. *JMRI* 1: 44-51, 1996
- 19) 田島なつき, 田島廣之, 岡田 進, 他: 深部静脈血栓症のMR venography. *日磁医誌* 17: 20-27, 1997
- 20) Kaminaga T, Yamada N, Takamiya M, et al: Sequential MR signal change of the thrombus in the false lumen of thrombosed aortic dissection. *Magn Reson Imaging* 13: 773-779, 1995
- 21) DeWeese JA, Rogoff SM: Phlebographic patterns of acute deep venous thrombosis of the leg. *Surgery* 53: 99-108, 1963
- 22) Redman HC: Deep venous thrombosis: Is contrast venography still the diagnostic "gold standard"? *Radiology* 168: 277-278, 1988
- 23) 杉江三郎, 田辺達三: 静脈疾患—その病態と臨床. 45-46, 1978, 医学書院, 東京