



Title	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-
Author(s)	永吉, 健介; 岡田, 宗正; 門前, 芳夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1997, 57(11), p. 647-652
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20412
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

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 -

永吉 健介¹⁾ 岡田 宗正¹⁾ 門前 芳夫¹⁾ 木村昭二郎¹⁾
浜中 喜晴²⁾ 越智 誠³⁾ 林 邦昭³⁾

1)県立広島病院放射線科 2)同胸部外科 3)長崎大学医学部放射線医学教室

Delineation of Calf Deep Veins Using 2D-TOF MR Venography without Contrast Media: Efficacy of tourniquet and leg-warming

Kensuke Nagayoshi¹⁾, Munemasa Okada¹⁾,
Yoshio Monzen¹⁾, Shojiro Kimura¹⁾,
Yoshiharu Hamanaka²⁾, Makoto Ochi³⁾
and Kuniaki Hayashi³⁾

We evaluated the imaging quality of 2D-TOF MR venography of the lower part of the leg and the efficacy of a tourniquet around the knee and leg-warming. In 8 healthy volunteers, MR venography was carried out under the following four conditions: (a) usual MR venography, (b) MR venography with tourniquet around the knee, (c) MR venography after leg-warming and (d) MR venography with tourniquet after leg-warming. Our results suggested that MR venography with tourniquet after leg-warming is best suited for imaging the veins of the leg. We also compared the diagnostic image quality of MR venography and conventional contrast venography in 7 patients with varices. The results showed no significant differences between the two methods. We conclude that MR venography with tourniquet after leg-warming is a technique that provides reliable information about the veins of the leg.

Research Code No. : 508

Key words : MR angiography, Lower extremity, Vein

Received Apr. 21, 1997; revision accepted Jun. 19, 1997

- 1) Department of Radiology, Hiroshima Prefectural Hiroshima Hospital
- 2) Department of Thoracic Surgery, Hiroshima Prefectural Hiroshima Hospital
- 3) Department of Radiology, Nagasaki University School of Medicine

はじめに

下肢静脈瘤患者の術前検査として、下肢深部静脈の開存を確かめたり、下肢深部静脈血栓症患者において、下肢深部静脈内血栓の状態を調べるために、下肢静脈造影がなされている。しかし、下肢静脈造影は侵襲的検査であり、手技上も熟練を要し、靜脈炎などの副障害を引き起こすこともある¹⁾。また、ヨード過敏症症例や足背静脈確保不能例では検査ができない。

そこで非侵襲的検査法であるMR venography(以下MRV)が有用と考えられ、MRVによる下肢深部静脈描出の試みが多数なされている^{2)~8)}。しかし、浅大腿静脈や膝窩静脈は十分描出できるものの、下肢深部静脈は造影剤を用いた造影MRVにても十分描出できず、いまだ下肢静脈造影にとってかわるものとはなっていない。

今回われわれは、下肢を加温したり駆血したりすることにより、非造影にても下肢深部静脈の良好な描出が得られたので報告する。

対象および方法

対象は健常ボランティア8人(男性5人、女性3人、平均34歳)。使用機種はGE社製超電導型MR装置SIGNA horizon 1.5Tでコイルはhead coilを用いた。

パルス系列としてspoiled gradient recalled acquisition in the steady state(以下SPGR法)を用い2D-time of flight法(以下2D-TOF)にて撮像した。スライス断面は軸位断とし、パラメターハはTR = 40ms, TE = 4.6ms, flip angle = 75degrees, NEX = 1, matrix = 512 × 128, FOV = 32 × 16cm, phase FOV = 0.5, slice thickness = 2.5mm, interval = 0mmとした。撮像範囲を大腿骨内側果上縁より下方へ25cmとしたため、撮像時間は4分37秒となった。また、動脈よりの信号をなくすためにsuperior presaturation pulse(以下S-SAT)を併用した。得られた元画像をmaximum intensity projection(以下MIP)処理し12枚の回転画像を作成し観察した。

撮像は、1)何もしていない状態(free), 2)膝上部を駆血帶で駆血した状態(駆血), 3)43℃のお湯で下腿を10分間加温

Table 1 Imaging scores of calf deep veins in four different conditions in 8 healthy volunteers. Images are rated on a scale of 0-3 (0 = non, 1 = poor, 2 = good, 3 = excellent).

case	age, sex	free	comp	warm	warm + comp
1	23, M	0/0*	0/0	0/2	1/2
2	25, M	0/1	0/2	2/3	3/3
3	33, M	1/0	1/0	2/0	2/2
4	33, M	0/0	0/0	3/0	3/3
5	47, M	2/0	1/1	2/2	2/2
6	35, F	0/0	0/0	0/0	0/2
7	35, F	2/2	2/2	2/3	2/3
8	38, F	0/1	0/1	2/2	2/2
average	score	0.56	0.63	1.56	2.13

comp = compression using tourniquet * = left/right

した状態(加温), 4)下腿を加温しつ膝上部で駆血した状態(加温+駆血), と4つの条件のもとで撮像した。評価は、下腿深部静脈を構成する3本の静脈が、下腿中央付近まで連続して3本とも同定できればexcellent, 2本同定できればgood, 1本しか同定できなければpoor, 1本も同定できなければnonとし、各々に3点、2点、1点、0点を与えた。

検討項目は、1)4つの条件下での下腿深部静脈の描出能、2)駆血と加温のどちらが有効であったか比較、3)3本の下腿深部静脈の各々の描出率を加温+駆血の条件下で比較、の3つである。

次に下肢静脈瘤患者の術前検査として、下肢静脈造影がなされた7例のべ10肢(男性4人、女性3人、平均58歳)に対し、その直前に駆血および加温併用の下腿部MRVを施行し、両者の下腿深部静脈描出能を比較検討した。静脈造影は、仰臥位にて足関節部と大腿部を駆血帶で駆血後、足背静脈より造影剤40~50mlを用手的に注入し下腿深部静脈が造影されてきた時点で撮影した。

結 果

1) 4つの条件下での下腿深部静脈の描出能

平均スコアはfree 0.56点、駆血 0.63点、加温 1.56点、加温+駆血 2.13点であった(Table 1)。加温+駆血では、スコア0と1が各々1肢あったが、他はすべてスコア2以上であった。下腿深部静脈の描出に性差や左右差はなかった。

2) 駆血と加温の有効性の比較

Fig.1の左半分に駆血による効果を、右半分に加温による効果を示した。freeでの総スコアは9点、駆血しても総スコアは10点にしかならず、その効果はほとんどないのに対し、加温すれば総スコアは25点となり、加温の効果は大きかった。しかし、駆血も加温した状態で加えられれば、5肢においてスコアの上昇がみられ、総スコアは25点から34点となり、駆血の効果がみられた。

症例を提示する(case 2)(Fig.2)。freeでは右腓骨静脈のみわずかに同定できるが、他の深部静脈は同定できな

い。駆血を加えると大伏在静脈の信号は消失するも、深部静脈の描出は、freeとほとんど変わらない。加温すると深部静脈は太くはっきりと描出されるようになり、右前脛骨静脈以外の深部静脈はすべて認められるようになった。しかし、大伏在静脈も強く描出され、見づらくなっている。加温+駆血では深部静脈はさらに良好に描出され、全てはっきりと同定できる。また、小伏在静脈よりの信号は軽度増強しているものの、大伏在静脈よりの信号が消失しているため、見やすい画像となっている。

3) 3本の下腿深部静脈の各々の描出率

加温+駆血の条件下での下腿深部静脈の各々の描出率は、前脛骨静脈31.3%, 後脛骨静脈93.8%, 腓骨静脈87.5%であった(Table 2)。前脛骨静脈の描出頻度は低く、認められても細いことが多かった(Fig.3)。また、後脛骨静脈と腓骨静脈は対応する各々の動脈を挟むようにして2本よりなっていることが多いのに対し、前脛骨静脈は1本であることが多かった。

4) 下肢静脈瘤患者におけるMRVと静脈造影の描出能の比較

MRVでは10肢中、前脛骨静脈が2肢、後脛骨静脈が8肢、腓骨静脈が7肢描出されたが、静脈造影では、おのおの0肢、9肢、10肢であった(Table 3)。両者の描出能を比較すると、前脛骨静脈に関しては、MRVでは描出されるものの、静脈造影では描出されないものが10肢中2肢あったが、後脛骨静脈や腓骨静脈に関しては、静脈造影でのみ描出されたものが各々2肢と3肢あった(Table 4)。しかし、全体的に見ると、両者の描出能にほとんど差はなかった(Fig.4)。

考 察

MRVによる下腿深部静脈描出能向上の工夫として、pulse sequence等の撮像法の改良、Gd-DTPAの強いT1短縮効果を期待した造影MRV、深部静脈の血流量の増加を期待した駆血帶による大腿部での駆血等がなされてきた。

撮像法に関しては2D-PC法²⁾, 3D-PC法³⁾, 2D-TOF法^{3),4)}を代表とする従来の手法に加え、FSE(fast spin echo)法⁴⁾, 2D rephase-dephase subtraction法⁵⁾, 3D-Fast STIR法⁶⁾, Hybrid Fat Suppression Multishot RARE法⁷⁾などの新しい撮像法が開発されている。最近では、駆血解除後における一過性の静脈還流増加を利用したtime-of-flight echoplanar imaging法⁸⁾も報告されている。2D-PC法は冠状断で撮影できるため、血流速度の遅い広い範囲を短時間で描出するには有用であるが、速度エンコード量(VENC)の設定が難しく、さ

excellent					
good					
poor					
non					
	free comp	warm + comp		free warm	comp warm + comp
total score	9 10	25 34		9 25	10 34
comp = compression					

Fig.1 Diagrams of the effect of compression (left half) and warm (right half). Compression is not effective, but warm is very effective. Warm and compression is more effective than warm.

Table 2 Detectability of three calf deep veins in condition of warm and compression.

	1	2	3	4	5	6	7	8	total (n = 16)
A. T	-/-*	++	-/-	+/+	-/-	-/-	-/+	-/+	5 (31.5%)
P. T	++	++	++	++	++	-/+	++	++	15 (93.8%)
F	-/+	++	++	++	++	-/+	++	++	14 (87.5%)

A.T = anterior tibial vein P.T = posterior tibial vein F = fibular vein +: visible
-: not visible * = left/right

Table 3 The number of detected calf deep veins by venography and MRV in varices patients.
(n = 10)

	MRV	Venography
A. T	2	0
P. T	8	9
F	7	10

A.T = anterior tibial vein P.T = posterior tibial vein F = fibular vein

Table 4 Comparison of detectability between venography and MRV.(n = 10)

	MRV > Veno	MRV = Veno	MRV < Veno
A. T	2	8	0
P. T	1	7	2
F	0	7	3

A.T = anterior tibial vein P.T = posterior tibial vein F = fibular vein
Veno = venography

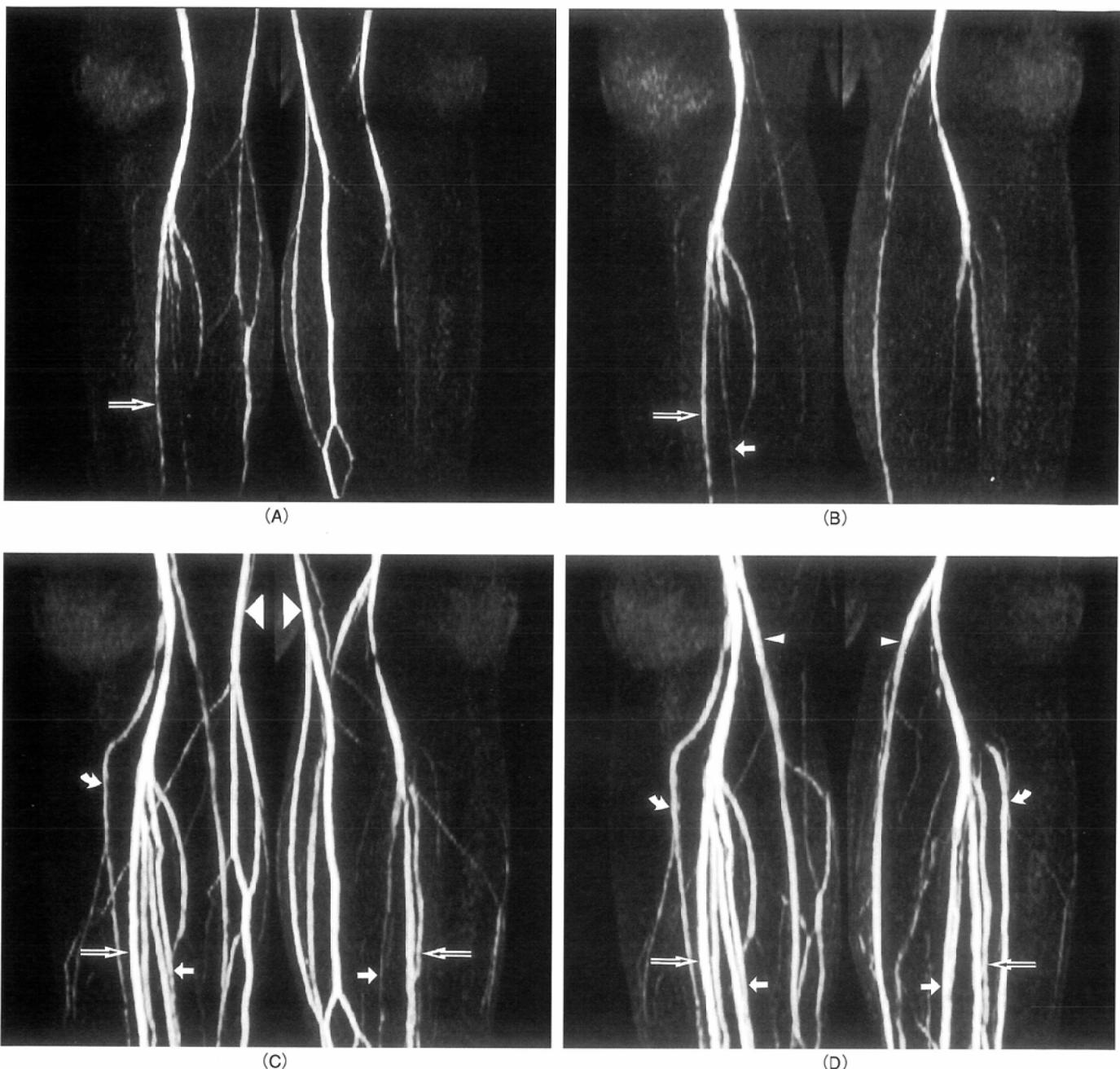


Fig.2 Case2. Change of images in four different conditions. (A) free: Right fibular vein is visible, but the other calf deep veins are not visible. (B) compression: Right posterior tibial vein only becomes slightly visible. (C) warm: All calf deep veins without left anterior tibial vein become clearly visible. Great saphenous veins also become clearly visible. (D) warm and compression: Left anterior tibial vein becomes visible, and the other calf deep veins become more clear. Great sphenous veins are disappeared but small sphenous veins become clear.

curved arrow = anterior tibial vein, white arrow = posterior tibial vein, black arrow = fibular vein, large arrow head = great sphenous vein, small arrow head = small sphenous vein

らに動脈の識別のために少なくとも3回の撮影(動脈のみ、動脈の両方、静脈のみ)が必要とされている²⁾。一方、2D-TOF法は流速が遅い静脈には不向きであり、また下腿は細長いため多数の軸位断像を撮像しなければならず、時間がかかるという欠点もあるが、最も簡便でかつ安定した画像が得られたため、われわれは本法を用いた。撮像時間も4分37秒と許容範囲内であった。

造影剤の使用に関しては、SPGRやGRASS (gradient recalled acquisition in the steady state)を利用した造影2D-TOF

法⁹⁾や、造影FSPGR (fast SPGR)を利用した冠状断での3次元撮像^{3),10)}にて良好な結果が報告されている。しかし、Gd-DTPAも副作用が少ないとされ2.2~2.9%に副作用が出現するとされている¹¹⁾。造影2D-TOF法では、造影剤を使用することによりS-SATを併用しても、約半数の例で動脈の信号強度は静脈と同等かそれ以上残存し、静脈の描出の低下を招くとしている⁹⁾。また、造影FSPGRでも動脈と静脈の両者が同時に描出されてしまうため、時に両者の識別が困難となり、造影剤投与直後の動脈相との比較が必要になるとさ

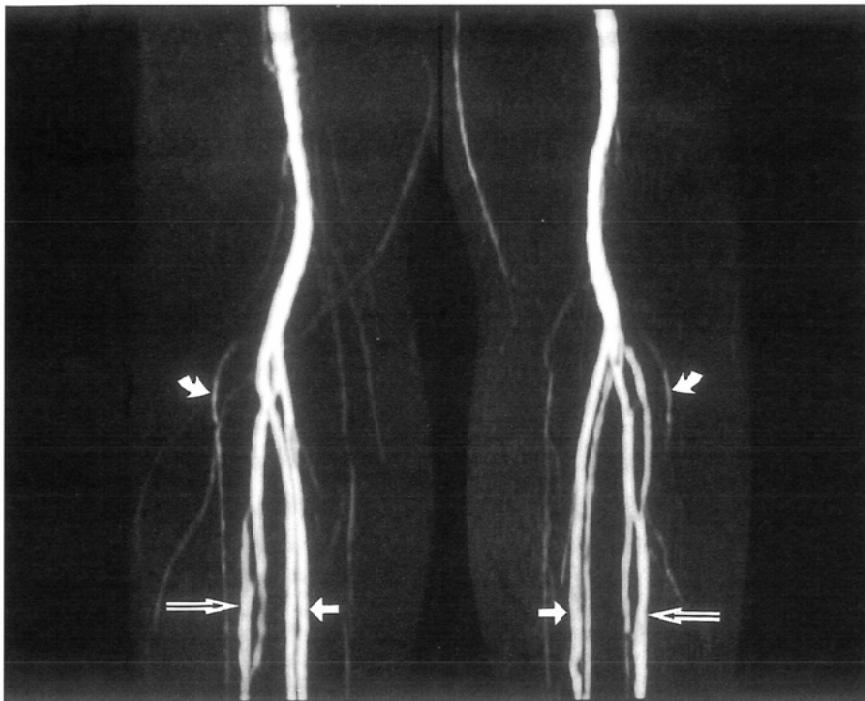


Fig.3 Case 7: In condition of warm and compression. Anterior tibial veins are very thin compared with the other deep veins. curved arrow = anterior tibial vein, white arrow = posterior tibial vein, black arrow = fibular vein

れている³⁾。われわれも試しに、動脈も静脈も描出されるようpresaturation pulseを併用せずに撮影したところ、動静脈が重なり大変見づらいものとなった。静脈の信号を強めるために使用した造影剤が、動脈の信号も強くしてしまい、このような結果になったのだが、われわれの方法は非造影であるため、S-SATにて動脈の信号を完全に消すことができ、見やすい画像になっている。

膝上での駆血に関しては、表在静脈血流を遮断することにより、表在静脈に流れていた血流が深部静脈に流れるようになるため、深部静脈の描出が向上するとされている¹²⁾。2D-PC法にて大腿部を駆血することにより、8肢中6肢に下腿部深部静脈の描出向上がみられたとする報告がある²⁾。しかし、われわれが行った2D-TOF法では、駆血の効果はほとんどなかった。

そこで深部静脈を拡張させ、かつ血流速度を増大させることを期待して、下腿を加温したところ、著明な描出能向上が得られた。この状態でさらに駆血を追加すると、描出能はさらに向上した。その理由として、加温した状態では深部静脈のみならず表在静脈の血流も増大しており、その遮断による深部静脈血流量増加の効果も大きいためと考えられた。また、膝上での駆血は、小伏在静脈よりの信号をやや増強させるものの、大伏在静脈よりの信号を消失させるため、表在静脈との重なりの少ないきれいなMIP像が得られるという利点もあった。

MRVの所見より、前脛骨静脈は他2本の静脈に比し元来細く描出率が低いことがわかり、また足関節直上での駆血下に行った下肢静脈造影では、前脛骨静脈は全例描出されていないことがわかった。そこで、下肢静脈瘤の術前検査として、2本以上の下腿深部静脈の開存が確認されれば十分

と仮定すると、健常人において下腿深部静脈が2本以上同定できる頻度は、大腿部駆血併用2D-PC法²⁾で37.5%，造影FSPGR法³⁾で35%，造影SPGRによる2D-TOF法⁹⁾で38%と低率であるのに対し、われわれの方法は、下腿中央付近まで連続して同定できるという厳しい条件にもかかわらず、87.5%と高い描出率であった。

MRVと下肢静脈造影が同時になされた症例を比較したところ、下腿深部静脈の描出能にほとんど差はなかったが、各々の静脈の解剖学的把握の容易さに関しては、MRVの方が勝っていた。下肢静脈造影の読影として、今まで漫然と深部静脈の開存の有無や血栓による陰影欠損の有無を見てきた傾向があるが、今後、MRVで判明した解剖学的位置を考慮した上で、各々の深部静脈を同定しながらの読影が必要かと思われた。

実際の臨床では、骨盤部から下肢にいたる広範囲での検索が必要な場合が多いと思われるが、腸骨静脈から浅大腿静脈や膝窩静脈にかけての深部静脈は、非造影2D-TOF法⁴⁾、2D-PC法²⁾、造影FSPGR法³⁾など種々の方法にて全例明瞭に描出されると報告されている。

結語

1. 健常ボランティアを対象に、非造影2D-TOF MRVによる下腿深部静脈の描出について検討した。
2. 下腿深部静脈の描出に駆血はほとんど効果がなかったが、加温は非常に有効であった。しかし、駆血も加温した状態で加えられれば効果があり、下腿深部静脈が2本以上同定できる頻度も87.5%となった。
3. 加温による深部静脈の拡張と血流速度の増大と、駆血に

よる表在静脈血流の深部静脈への流入により描出能が向上したものと考えられた。

4. 非造影のため、superior presaturation pulse で動脈の信号を完全に消すことができ、静脈だけのきれいなMIP像が得られた。

5. 前脛骨静脈は他の2本の深部静脈に比し元来細く、描出率は低かった。

6. 下肢静脈瘤患者において、下肢静脈造影とMRVの両者を施行し比較したが、下腿深部静脈の描出能にはほとんど差はなかった。

本論文の要旨は第87回日本医学放射線学会中国・四国地方会(1996年、広島市)において発表した。

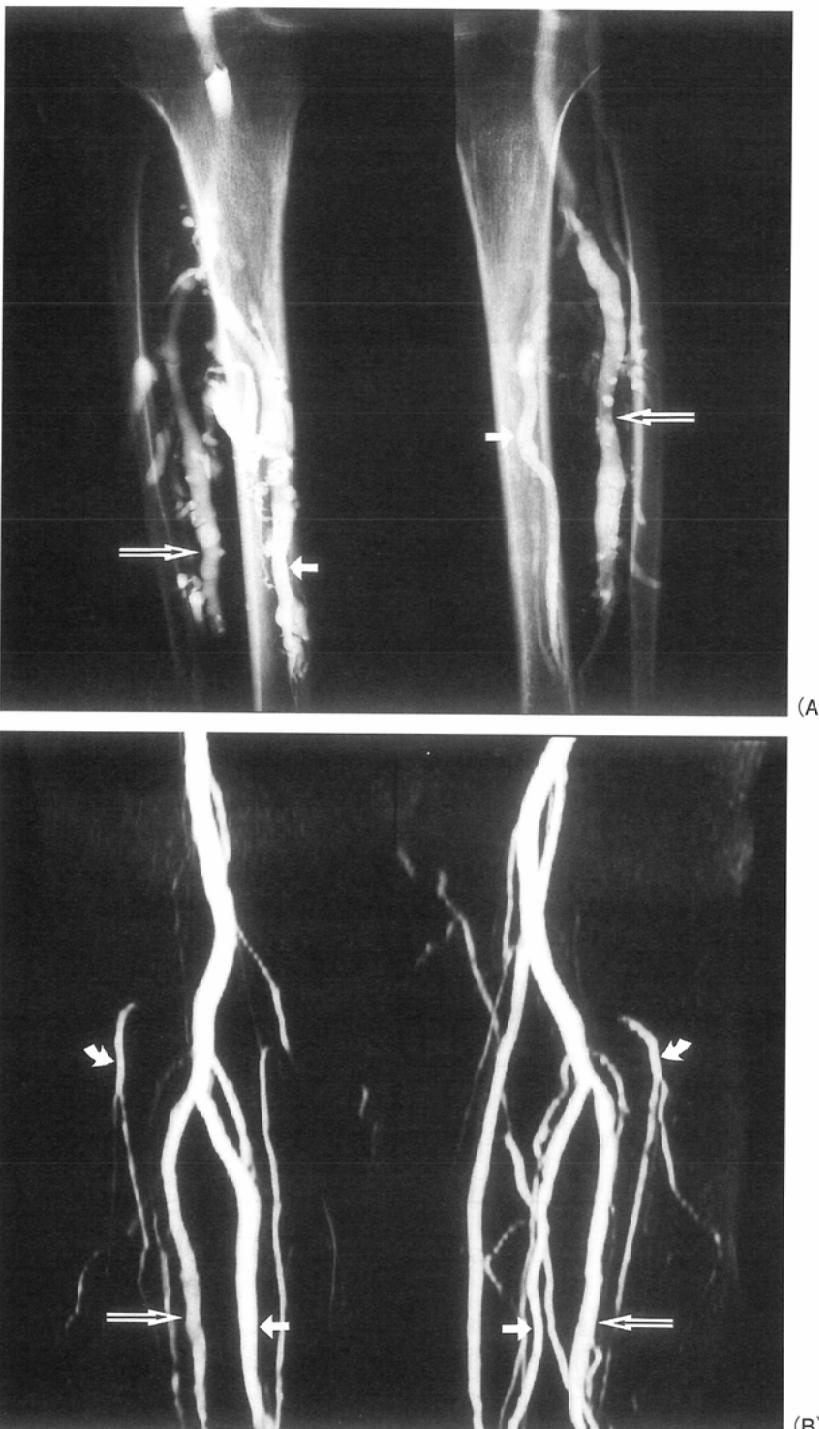


Fig.4 Images of venography (A) and MRV in condition of warm and compression (B) in the same patient. Posterior tibial veins and fibular veins are well visible by both methods. But anterior tibial veins are slightly visible by MRV only. curved arrow = anterior tibial vein, white arrow = posterior tibial vein, black arrow = fibular vein

文 献

- Bettmann MA, Paulin S: Leg phlebography: The incidence, nature and modification of undesirable side effects. Radiology 122: 101-104, 1977
- 橋本博美, 中塚春樹, 椎本光男, 他:2次元位相コントラスト法による下肢静脈のMR angiography. 日磁医誌 14: 11-19, 1994
- 田島なつき, 保坂純郎, 伊藤公一郎, 他: 下肢静脈瘤のMRA. 日磁医誌 15: 203-211, 1995
- Lanzer P, Gross GM, Keller FS, et al: Sequential 2D inflow venography: initial clinical observations. Magn Reson Med 19: 470-476, 1991
- 藤川隆夫:下肢のMR Angiography. 日磁医誌 10: 537-545, 1990
- 大川伸一, 平松京一, 森 達彦, 他:3D-Fast STIR法による下肢のMR venography. 日本医学会誌 55: 774-775, 1995
- 樋口順也, 湯浅祐二, 井筒 瞳, 他:HYBRID FAT SUPPRESSION MULTISHOT RAREによる下肢静脈撮像. 日本医学会誌 53: S258, 1993
- 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
- 高畠良子, 内藤 晃, 伊藤勝陽:下肢静脈瘤に対するGd-DTPA造影MR venographyの検討. 日磁医誌 15: 241-247, 1995
- 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
- Nelson KL, Gifford LM, Lauber-Huber C, et al: Clinical safety of gadopentetate dimeglumine. Radiology 196: 439-443, 1995
- Vansant JP, Habibian RM, Melton RE: The effect of varying tourniquet applications on the flow pattern of lower extremity radionuclide venography. Clin Nucl Med 15: 783-786, 1990