

# T1-VISTAを利用した下肢動脈血管壁描出における至適条件の検討

岸田 一秀, 吉井 修, 三井 衛, 斉藤 裕司, 貴志 孝行, 松村 健治

## 要 旨

【目的】 volume isotropic TSE acquisition (VISTA) 法による下肢動脈血管壁描出の至適条件について検討した。

【対象と方法】 対象は22~49歳の健常者ボランティア4名(男性4名:平均年齢29.8±11.1歳)。1.5T MRI (Philips社製 Achieva R2.6) において、SENSE-Knee-8コイルを用い、健常者ボランティアの膝下部を繰り返し時間 (TR)、エコー時間 (TE) を変化させながら撮像して信号雑音比 (SNR: signal-to-noise ratio)、コントラスト雑音比 (CNR: contrast-to-noise ratio) を算出し、また再収束パルス (refocus angle) を変化させ、flow voidによる血流抑制の効果をMRIに従事している放射線技師7名により視覚評価した。

【結果】 視覚評価より、refocus angleが60° の時血流抑制効果、SNR、CNRが共に良好であった。また、TRの延長に伴いSNR、CNRは上昇したが、TEの延長によりSNRは低下、CNRは一定となった。これより、TR = 700 ms、TE = 10 msの時最も良好なSNR、CNRが得られた。

【結論】 T1 VISTAを利用した下肢動脈血管壁描出ではTR = 700 ms、TE = 10 ms、refocus angle = 60° の時最も良好なSNR、CNRが得られた。

キーワード: 信号雑音比 (SNR)、コントラスト雑音比 (CNR)、再収束パルス (refocus angle)

## はじめに

閉塞性動脈硬化症 (ASO) において、どの程度のプラーク (plaque) や血栓形成があるのかを予め知ることはバルーンによる拡張やステント留置術前の評価に有用である。従来の非造影による血管プラークイメージングとしては、saturation pulseによって動静脈の信号を抑制するDual Sat法、dual IRにより血液信号を抑制するBlack Blood法<sup>1-2)</sup> (BB法) が挙げられる。しかし、Dual Sat法では血流が十分に抑制されない事があり、またBB法では撮影時間が長く、得られるスライス枚数も少ないという欠点がある。最近で

は心拡張期と心収縮期の差分画像によって動脈のみを抽出するFresh Blood Imaging法<sup>3-4)</sup> (FBI法) が登場したが、心電図同期が必要となるため不整脈患者では最適な画像を得ることは困難である。ここで、心電図同期を使用せずにプラークイメージングを可能とする方法としてvolume isotropic TSE acquisition (以下VISTA) 法による撮像が考えられる。VISTAは主に頸部血管プラークイメージング等に利用されるが<sup>5)</sup>、未だ四肢領域におけるVISTAの報告例はあまり見られない。そこで今回、我々はT1-VISTAによる下肢動脈血管壁描出の最適な撮像条件を求めるとした。

## 対象と方法

### 対象

対象は本研究に同意を得た健常者ボランティア4名（男性4名、平均年齢29.8±11.1歳）。MRI撮像は1.5T MRI（Philips社製 Achieva R2.6）において、SENSE-Knee-8コイルを使用し、T1-VISTA-SPIR（FOV：200×150×60 mm、TR：400～700 ms、TE：10～20 ms、VOI size：1×1×1 mm、NSA：2、scan time：3：51s、120 slice）にて撮像を行った。

### 方法1

T1 VISTAにおいて、健常ボランティアの膝下部（SI'）をTR、TEをそれぞれ変化させながら撮像し、動脈（SI<sub>m</sub>）、筋肉（SI）、BG（SD）にROIを設定し、信号雑音比（SNR：signal-to-noise ratio）、及びコントラスト雑音比（CNR：contrast-to-noise ratio）を組織間測定法<sup>6)</sup>により算出し最適な撮像条件を求めた。（Fig 1）

$$CNR = \frac{SI - (SI_{m1} + SI_{m2} + SI_{m3}) / 3}{(SD_1 + SD_2 + SD_3 + SD_4) / 4}$$

$$SNR = \frac{SI'}{(SD_1 + SD_2 + SD_3 + SD_4) / 4}$$

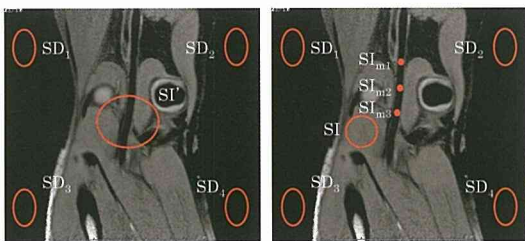


Fig 1 SNR、CNRの算出方法

### 方法2

refocus angleを40°～180°の間で変化させ、flow voidによる血流抑制の効果をMRIに従事している放射線技師7名により視覚評価した。視覚評価は①flow voidによる血流の抑制、②血管内腔と周囲の筋肉組織のコントラスト、③SNRを評価対象として、それぞれ4点：とても良い、3点：良い、2点：どちらとも言えない、1点：悪い、0点：とても悪いの5段階で評価し、その各々の平均の合計点で評価した。

## 結果

### 方法1

TRの延長に伴いSNR、CNRは共に上昇した（Fig 2）。またTEの延長によりSNRは低下したが、CNRはほぼ一定であった（Fig 3）。これよりTR = 700 ms、TE = 10 msのとき、最も良好なSNR、CNRが得られた。

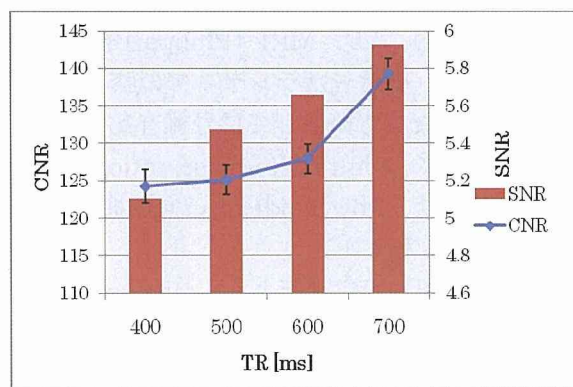


Fig 2 TR可変のSNR及びCNR

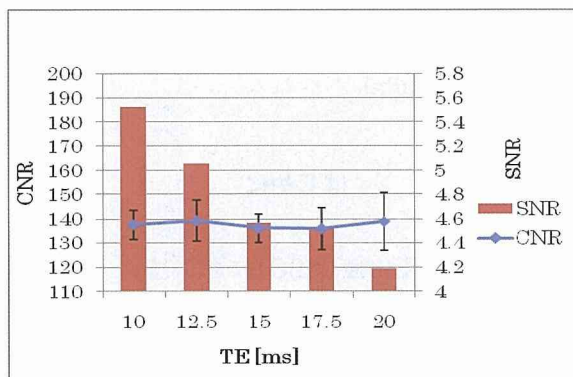


Fig 3 TE可変のSNR及びCNR

## 方法2

Table 1 より、①及び②はrefocus angleの上昇に伴い得点が減少した。また③より、refocus angleが40°及び50°ではSNRが不良となったが、

60°以降については大きな差は見られなかった。これより、refocus angleが60°の時最も良い結果が得られた (Fig 4、5)。

Table 1 視覚評価の結果

angle	40°	50°	60°	70°	80°
①	4.00	3.43	3.86	3.14	3.14
②	3.57	3.57	3.71	3.29	2.86
③	1.86	2.57	3.00	3.14	2.71
Total	9.43	9.57	10.57	9.57	8.71
angle	90°	100°	110°	120°	130°
①	2.57	2.29	1.43	1.14	0.86
②	3.14	2.00	1.71	1.71	0.86
③	2.86	2.57	2.86	2.43	2.43
Total	8.57	6.86	6.00	5.29	4.14
angle	140°	150°	160°	170°	180°
①	0.71	0.57	0.29	0.57	0.29
②	1.86	1.00	0.71	1.43	0.86
③	2.00	2.29	2.43	2.00	2.00
Total	4.57	3.86	3.43	4.00	3.14

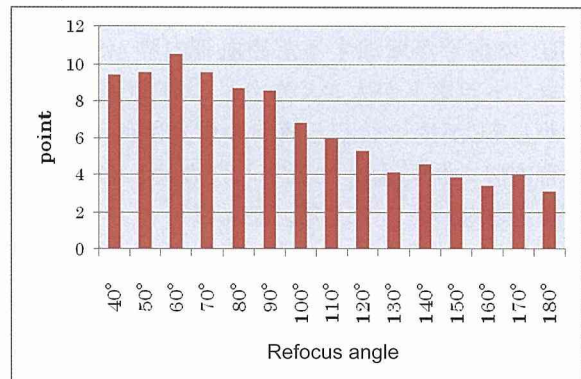


Fig 4 視覚評価の結果

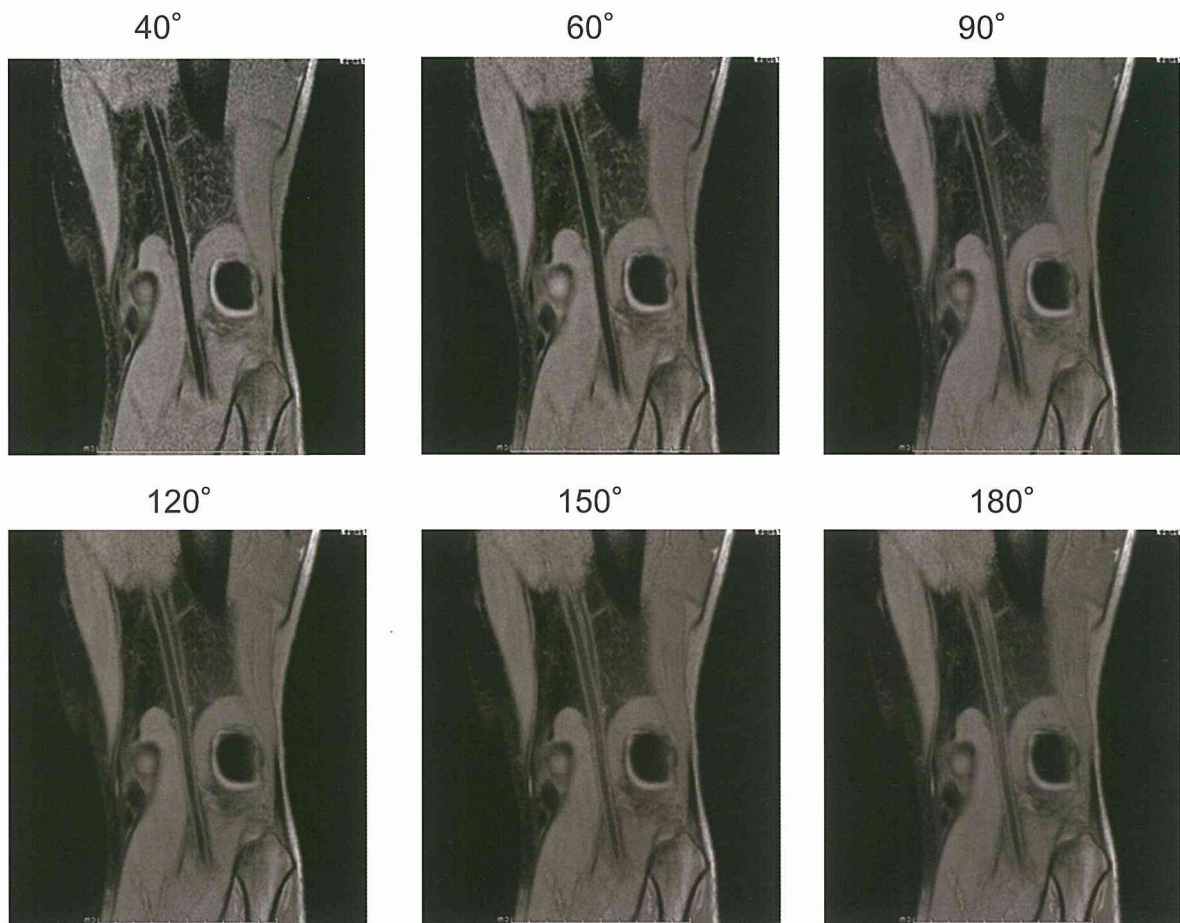


Fig 5 refocus angleの違いによる画像変化

## 考 察

SNRについて、TRが長くなると信号が増加し雑音が増えるためSNRは増加し、TEが長くなると信号が減衰するためSNRは低下したと考える<sup>7)</sup>。(Fig 6、7、8)

一方CNRについては、TRが長くなると筋肉(SI)の信号が増加するため血管内腔(SIm)とのコントラストが大きくなり、CNRは増加した。しかしTEが長くなると筋肉の信号は低下したが血管内腔の信号も共に低下したため、CNRはほぼ一定となったと考える。(Fig 9)

また、refocus angleを小さくするとflow voidの影響が大きくなるため血流が十分抑制されたが、その一方で位相分散が大きくなりSNRの低下が

見られたと考えられる。

VISTAを使って血管壁評価をすることでBB法及びFBI法で問題となっていた撮像時間の長さや1回のスキャンで得られるスライス枚数の少なさ、及び心電図同期が必須といった点を解消でき、またiso-voxelで撮像を行っているためMPR (multi planar reconstruction) を作成した際に分解能が低下しないので、下肢領域のような広い撮像範囲が必要な場合においてVISTAを使用することは非常に有用であると考えられる。

しかし、患者などで血流に低下が見られる場合、flow voidによる血流の抑制が不十分になることが考えられるため、場合によってはrefocus angleを小さくして血流抑制効果を高める必要があると考えられる。

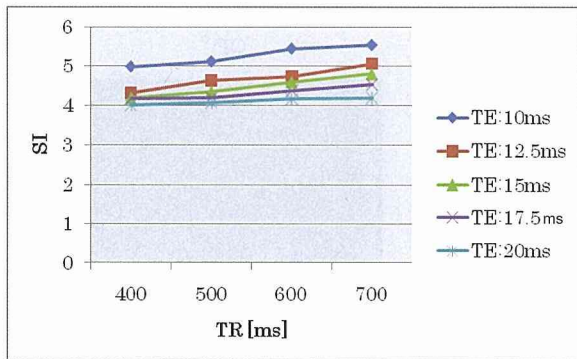


Fig 6 TR可変における膝下部の信号強度

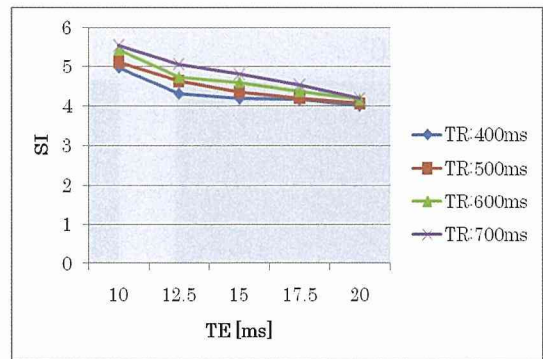


Fig 8 TE可変における膝下部の信号強度

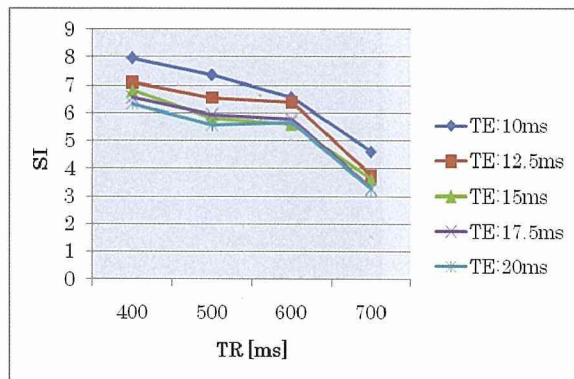


Fig 7 TR可変におけるBGの信号強度

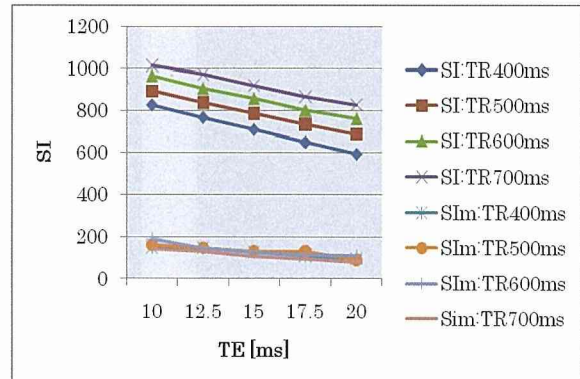


Fig 9 TE可変における筋肉(SI)と血管内腔(SIm)の信号強度

## 結 論

本研究より、T1 VISTAを使用した下肢領域におけるプラークイメージングでは、refocus angle = 60°、TR = 700 ms、TE = 10 msにおいて、最も良好なSNR、CNRが得られた。

## 参考文献

- 1) Hur J, Park J, Kim YJ, et al. Use of Contrast Enhancement and High-Resolution 3D Black-Blood MRI to Identify Inflammation in Atherosclerosis. JACC Cardiovasc Imaging. 2010 Nov ;3(11) :1136-8.
- 2) Balu N, Yarnykh VL, Chu B, et al. Carotid plaque assessment using fast 3D isotropic resolution black-blood MRI. Magn Reson Med. 2011 Mar ; 65(3) : 627-37.
- 3) Hoey ET, Ganeshan A, et al. Fresh blood imaging of the peripheral vasculature: an emerging unenhanced MR technique. AJR Am J Roentgenol. 2010 Dec ;195(6) :1444-8.
- 4) Nakamura K, Miyazaki M, et al, Noncontrast-enhanced peripheral MRA: technical optimization of flow-spoiled fresh blood imaging for screening peripheral arterial diseases. Magn Reson Med. 2011 Feb ; 65(2) : 595-602.
- 5) 渡邊祐司, 永山雅子: 頸動脈プラークのMRIイメージング J Jpn Coll Angiol, 2011, 51 : 89-94
- 6) 小倉明夫, 前田富美恵, 他: MRI臨床画像のCNR測定法に関する精度 日放技学誌, 60(11), 1543-1549(2004)
- 7) 鈴木保, 池田俊昭, 他: MRIにおける繰り返し時間による信号対雑音比調整の試み 日放技学誌, 61(1), 105-109(2005)

# Investigation of the detectability of the aortic wall in the lower extremities by using T1-VISTA method

Kazuhide Kishida, Osamu Yoshii, Mamoru Mitsui,  
Yuji Saito, Takayuki Kishi, Kenji Matsumura

*Department of Radiological Technology, Sapporo City General Hospital*

## Summary

*Objectives:* To evaluate the plaque and the thrombosis of the obstructive atherosclerosis in the lower extremities is very important prior to the IVR procedure. We studied the detectability of the aortic wall in the lower extremities by using the method of T1 volume isotropic TSE acquisition (VISTA).

*Methods:* In four health volunteers (4 males,  $29.8 \pm 11.1$  years old, range: 22 to 49 years old), we put the voxel of interest (VOI) below the knee region of the 4 volunteers. VOI was scanned by using a 1.5T MRI with sense-knee-8-coil under changing TR and TE, and both signal-noise-ratio (SNR) and contrast-noise-ratio (CNR) were calculated. Depression effects of blood flow by different refocus angles were assessed by visual evaluation of seven radiological technologists.

*Results:* At a refocus angle of 60 degrees depression effects, SNR and CNR were considered to be the best based on visual evaluation. With extension of TR, the SNR and CNR were increased. With extension of TE, the SNR was decreased, however CNR was constant. Under the conditions at 700ms of TR and 10ms of TE, the SNR and CNR were considered best.

*Conclusion:* In the VISTA method for detecting of the aortic wall in the lower extremities, SNR and CNR were the best under the conditions at 700ms of TR, 10ms of TE and a refocus angle of 60 degrees.

Keywords : SNR, CNR, refocus angle