

骨盤部動脈に対する心電図同期 2 次元 time-of-flight MRA と Smart Prep 3 次元造影 MRA の試み

天野康雄¹, 隈崎達夫¹, 林 宏光¹, 石原真木子¹,
川俣博志¹, 槇 利夫², 土橋俊男²

¹日本医科大学放射線医学教室 ²日本医科大学付属病院放射線科

はじめに

近年, 造影 3 次元 magnetic resonance angiography (MRA) の普及により, 躯幹部の血管病変を短い検査時間で明瞭に描出できるようになったが^{1)~4)}, 造影法と撮像のタイミングについて若干の課題を残している^{4),5)}. 今回我々は骨盤部動脈病変の MRA 検査において, 心電図同期 2 次元 time-of-flight MRA (gated 2D-TOF) と Smart Prep technique⁵⁾を用いた造影 3 次元 MRA (Smart Prep 3D-CE-MRA) を施行したので報告する.

対象と方法

対象は総・外腸骨動脈と大腿動脈に病変が疑われ, 骨盤部 MRA を施行した 8 症例 (男 6 例, 女 2 例) で, 平均年齢は 71.9 歳 (63~82 歳) であった. 症例の内訳は閉塞性動脈硬化症 6 例, 総腸骨動脈瘤 1 例, および外腸骨動脈内膜解離 1 例であった.

使用した装置は GE 社製 Signa Horizon (1.5 T) で, 躯幹用マルチコイルを用いて検査を行った. Gated 2D-TOF は繰り返し時間 (TR) 18.6 ms, エコー時間 (TE) 4.1 ms, フ

リップ角 (FA) 40 度, view per segment 16~24, centric phase order データ収集で撮像した. 撮像断面は横断面, 撮像範囲は 40×30 cm, スライス厚 3 mm, マトリクス 256×128~192, 加算回数 1 回とし, flow compensation を併用した. Trigger delay は原則として腸骨動脈分岐直上の腹部大動脈で segmented k-space phase contrast 法⁶⁾にて流速測定を行い, 150~200 ms に設定した. Gated 2D TOF の撮像時間は 10~14 分であった. Smart Prep 3D-CE-MRA は, TR 7.6 ms, TE 1.7 ms, FA 45 度および sequential phase order データ収集の条件で撮像した. 撮像面は冠状断面, その範囲は 40×30 cm, スラブ厚 16 cm, スラブ分割数 32, マトリクス 384×224, 加算回数 1 回とし, flow compensation は用いなかった. Zero-filling interpolation postprocessing³⁾を用い, 見かけのスラブ分割数を 64 とした. 造影前の撮像の後, Smart Prep technique⁵⁾を用いて 3D-CE-MRA を撮像した. 造影は gadodiamide dimeglumine 0.1 mmol/kg を手動的に速やかに肘静脈から静注した. Smart Prep technique には spin echo 法を用い, tracking volume に造影剤が到達してその信号強度が上昇した時点で撮像を自動的に開始する手法で⁵⁾, fail-limit time を 70 秒とし, tracking volume

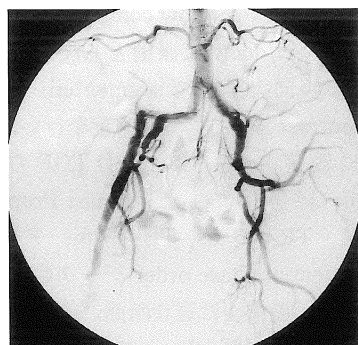
キーワード pelvic artery, MRA, Smart Prep, cardiac gating, time-of-flight

は4×4×12 cmの大きさに総腸骨動脈分岐上6 cmの腹部大動脈に中心を設定した。

Gated 2D-TOF, Smart Prep 3D-CE-MRA, および造影前後像を subtraction して得られた 3D-CE-MRA (subtracted Smart Prep 3D-CE-MRA) の各々について, maximum intensity projection による MRA 像を得た. 1年以内に血管造影が行われた2症例では, 狭窄性病変について MRA 像と血管造影像とを比較した. また, 全例で各 MRA 像にて認められた狭窄性病変の数を比較し, さらに筋枝や側副路の描出についても検討した.

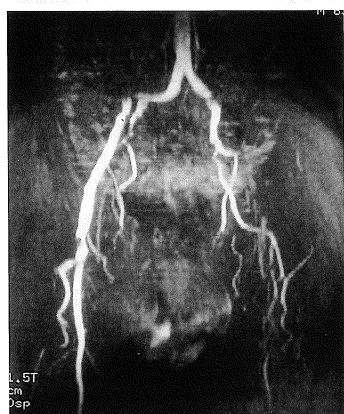
結 果

血管造影の施行された2例では, 外腸骨動脈および大腿動脈各1箇所にて閉塞性病変を, 総・外腸骨動脈と大腿動脈の5箇所にて70%以上の狭窄性病変を認めた (Fig. 1a). 閉塞性病変と4箇所での狭窄性病変はいずれの MRA でも良好に描出されたが (Fig. 1b~d), 大腿動脈の1狭窄性病変は subtracted Smart Prep 3D-CE-MRA でのみ認められた. 8例の MRA を比較したところ, subtracted Smart Prep 3D-CE-MRA では2閉塞性病変, 6狭窄性病変, および内膜解離と限局性動脈瘤各1病変を認めた. これと比較すると, Smart Prep 3D-CE-MRA では狭窄性病変1箇所を, gated 2D TOF では狭窄性病変1箇所と外腸骨動脈内膜解離を描出できなかったが, 他の閉塞性および狭窄性病変は描出し

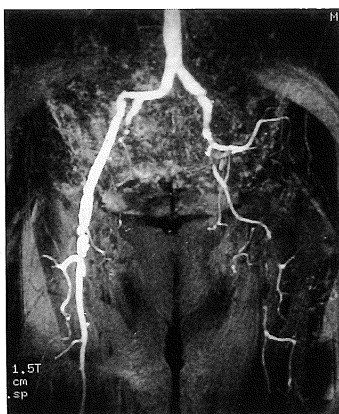


a

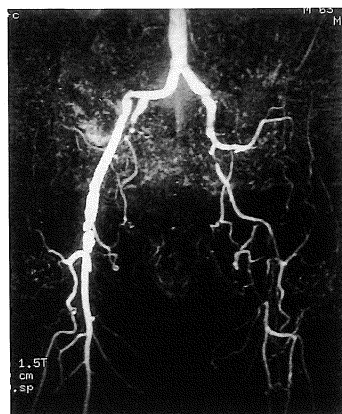
Fig. 1. A 63-year-old man with occlusive arterial disease. a: Conventional angiography confirms left external iliac artery obstruction and depicts tortuous and stenosed arteries. b: Cardiac-gated 2D time-of-flight MR angiography exhibits the occlusive artery. c: Gadolinium-enhanced 3D time-of-flight technique with MR Smart Prep depicts the pelvic arterial diseases, but not collateral arteries. d: Gadolinium-enhanced 3D time-of-flight technique with both MR Smart Prep and subtraction postprocessing. This MR angiography technique is superior to other techniques in evaluating both stenosed arteries and collateral arteries.



b



c



d

1997年8月19日受理 1997年10月7日改訂
別刷請求先 〒113 東京都文京区千駄木 1-1-5 日本医科大学放射線医学教室 天野康雄

た。また、筋枝や側副路は subtracted Smart Prep 3D-CE-MRA にて明瞭に描出された (Fig. 1d)。

考 察

2D TOF は造影剤を使用することなく良好なMRAを得ることができるが、動脈の蛇行や拡張によって血管信号が低下する^{1),4)}。一方、造影3D MRAでは短時間で高分解能の血管像を得ることができるが、高容量のガドリニウム製剤を静注すること、側副路の描出が充分でないこと、造影法と撮像のタイミングに課題を残していた^{1),2),4),5)}。

本研究で施行した gated 2D TOF や Smart Prep 3D-CE-MRA は、従来の2Dおよび3D MRAの各々の欠点を補っている。Gated 2D TOFでは病変より末梢の動脈も良好に描出されたうえ、拡張性病変も明瞭に描出した。一方、Smart Prep 3D-CE-MRAではMRA撮像タイミングを自動的に最適化しており、trackingの誤作動によると思われる造影不良例1例を経験したが、通常使用量の造影剤にて良好な血管像を得た。

今回は症例数が限られているため、血管造影と類似する画像が得られた subtracted Smart Prep 3D-CE-MRA を基準としたが、動脈病変の描出は gated 2D TOF や Smart Prep 3D-CE-MRA で充分であった。ただし、既報の2D TOF⁴⁾に比べると gated 2D TOF の側副路の描出能は低下しているように思われた。これは gated 2D TOF では正常な流速パターンが維持されている血管の描出は良好である一方⁷⁾、このパターンより逸脱した側副路の信号強度は低下することが原因と考えられた。Smart Prep 3D-CE-MRA では動脈病変の描出は良好であったがバックグラウンド信号の抑制は不充分

で、今回は subtraction technique にて解決された。今後は、本検討で使用した流速測定およびMRA撮像法の組み合わせと、より高速化した撮像法を用いた time-resolved MRA³⁾のどちらが閉塞性動脈硬化症の病態を反映するか検討すべきと思われた。

文 献

- 1) Prince MR : Gadolinium-enhanced MR aortography. *Radiology* 1994 ; 191 : 155-164
- 2) 天沼 誠, 田村綾子, 渡部恒也, 山崎美保子, 杉本映一, 平敷淳子 : Gd-DTPA 持続静注を用いた骨盤, 下肢動脈の3次元MR angiography. *日磁医誌* 1996 ; 16 : 13-21
- 3) Korosec FR, Frayne R, Grist TM, Mistretta CA : Time-resolved contrast-enhanced 3D MR angiography. *Magn Reson Med* 1996 ; 36 : 345-351
- 4) 天野康雄, 川俣博志, 弦間和仁, 榎 利夫, 土橋俊男, 隈崎達夫 : MR angiography による閉塞性動脈硬化症の深腸骨回旋動脈の描出について. *臨床放射線* 1997 ; 42 : 315-319
- 5) Foo TKF, Saranathan M, Prince MR, Chenevert TL : Automated detection of bolus arrival and initiation of data acquisition in fast, three-dimensional, gadolinium-enhanced MR angiography. *Radiology* 1997 ; 203 ; 275-280
- 6) Sakuma H, Globits S, O'Sullivan M, et al. : Breath-hold MR measurements of blood flow velocity in internal mammary arteries and coronary artery bypass grafts. *J Magn Reson Imag* 1996 ; 6 ; 219-222
- 7) Quinn SF, Sheley RC, Szumowski J, Shimakawa A : Evaluation of the iliac arteries : comparison of two-dimensional time of flight magnetic resonance angiography with cardiac compensated fast gradient recalled echo and contrast-enhanced three-dimensional time of flight magnetic resonance angiography. *J Magn Reson Imag* 1997 ; 7 ; 197-203