

高速シネ MRI を用いた冠状動脈バイパス グラフトの MR angiography

吉岡 邦浩¹, 鎌田 弘之², 内山 尚¹, 柳澤 融¹,
中居 賢司², 鎌田 潤也³, 野崎 敦⁴

¹岩手医科大学医学部放射線科
³同 第3外科

²同 第2内科
⁴GE横河メディカルシステム

はじめに

高速シネMRIは、高速gradient echo法とk-space segmentation法の組み合わせにより呼吸停止下でのシネ撮像が可能となったソフトで、心機能の解析¹⁾や冠状動脈の描出²⁾に応用されている。今回我々は、本法を冠状動脈バイパスグラフト (coronary artery bypass graft, CABG) のMR angiographyに応用し、その有用性について検討したので報告する。

対象と方法

対象は、CABG術後1か月以内の7症例 (男性6例, 女性1例, 44-76歳, 平均59.4歳) で、全バイパス数は14本, その内訳はsaphenous vein graft (SVG) が9本, 左内胸動脈 (internal mammary artery graft, IMAG) が5本である。全症例でMRIの前後2週間以内にカテーテル法によるグラフト造影が施行されている。なお、胸骨ワイヤーには非磁性体のチタン製のものをを用いている。

使用した装置は、GE製 Signa-advantage

(1.5T) で、撮像には肩用の表面コイルを使用した。高速シネMRIのソフトはFASTCARDで、pulse sequenceはflow compensationを付加したFast-SPGR (TR=12.4ms, TE=5.1ms, FA=40°), FOV=30cm, matrix=256×256 (長方形FOV), slice厚=5mmである。Fig.1に示すk-space segmentation法により16心拍で4-6時相のシネ画像 (single slice multiphase画像) を呼気下の呼吸停止により得た。撮像面はグラフトが含まれるような体軸横断あるいは矢状断とし、呼吸停止の繰り返しにより10-15 sliceの連続撮像を行った。これにより得られた各々の断面のシネ画像のなかから収縮中期の画像を選択して、reformatとmultiplanar reconstruction (MPR) 処理を行ってグラフトを描出した (Fig.2)。

以上によって得られたMRA画像とカテーテル法によるグラフト造影の比較検討を行った。読影はMRA, カテーテル法とも2名以上の放射線科医と循環器内科医で行った。診断はMRA, カテーテル法の順番で行い、MRAの読影の際にはカテーテル法の情報無しに開存性の評価を行った。

キーワード CABG, fast cine MRI, MR angiography

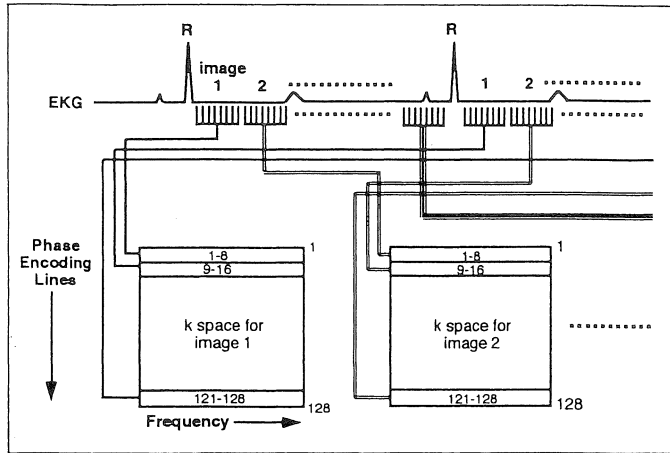


Fig.1. Diagram illustrating the timing and acquisition of k-space views.

Segmented k-space data acquisition was used to obtain images at several phases of the cardiac cycle within a single breath hold. Eighth lines of k-space are collected per trigger per segment.

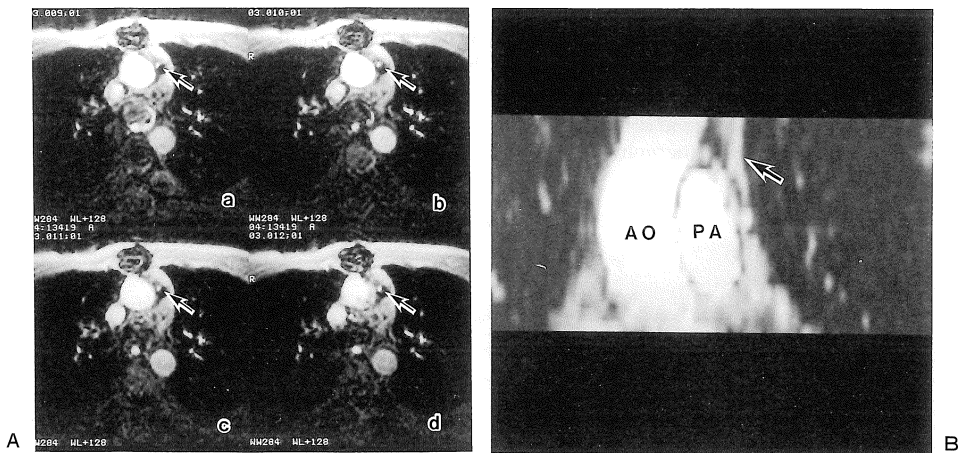


Fig.2. Left internal mammary artery bypass graft (IMAG) to left anterior descending branch.

A. Axial fast cine MR images at the level of carina show IMAG (arrows).

a. early systole b. mid systole c. early diastole d. diastole

B. Reformatted oblique coronal image from several axial fast cine MR images at systole shows IMAG (arrow).

AO=aorta, PA=pulmonary artery

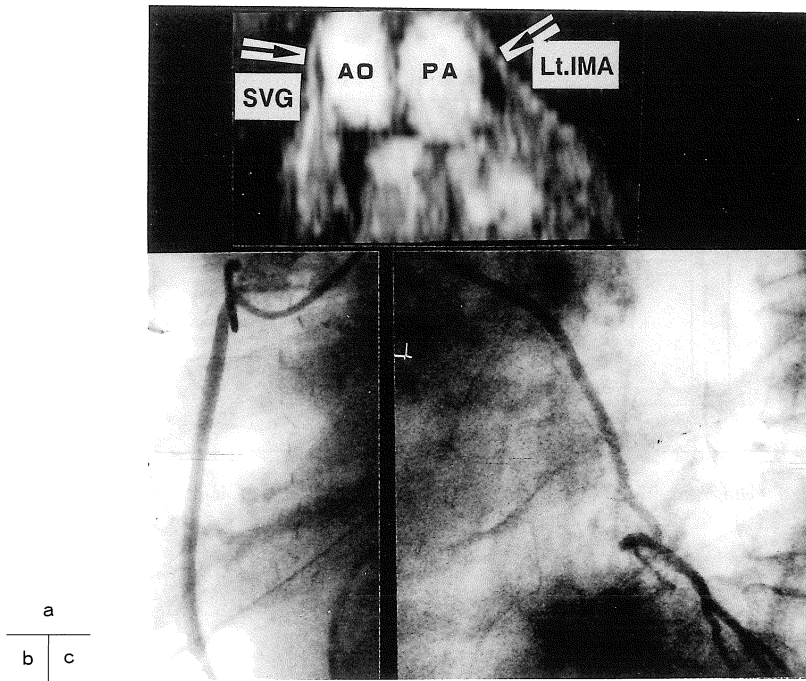


Fig.3. 62-year-old man with saphenous vein graft(SVG) to right coronary artery(RCA) and left internal mammary artery(Lt. IMA) graft to left circumflex branch(LCX).

- A. Reformatted oblique coronal image shows SVG to RCA and Lt. IMA to LCX (arrows). AO=aorta, PA=pulmonary artery
- B. Conventional angiography of SVG.
- C. Conventional angiography of Lt. IMA.

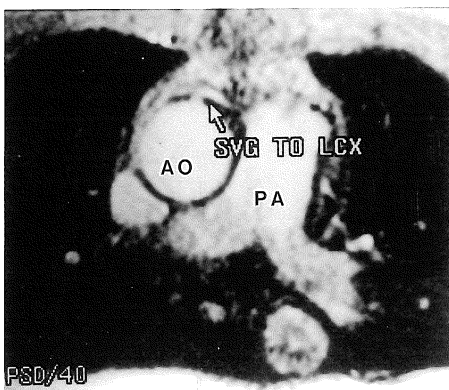


Fig.4. 66-year-old woman with saphenous vein graft(SVG) to left circumflex branch(LCX).

Reformatted oblique axial image shows only proximal portion of SVG to LCX (arrow).

AO=aorta, PA=pulmonary artery

結 果

全ての症例で良好な MRA 画像が得られ、カテーテル法との比較が可能であった (Fig.3)。しかし、左回旋枝 (LCX) への SVG は解剖学的に複雑な走行をとるためその全体像を 1 画面に示すことは困難であり区域的に観察することが必要であった (Fig.4)。

カテーテル法によるグラフト造影では、1本の SVG が閉塞していたが、残る 13本のグラフトの開存が確認された。MRA でもこれら 13本のグラフトの全てで開存を確認できた。また、このうち 1本の SVG の起始部に狭窄がみられたが、MRA でも同じ部位に狭窄を描出し得た (Fig.5)。閉塞していた SVG は、MRA でもオリジナ

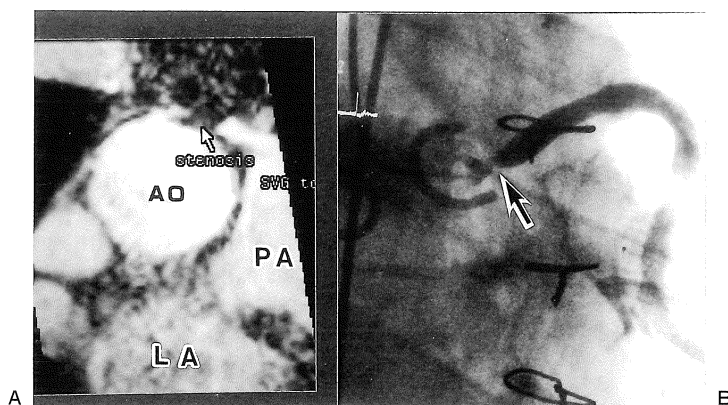


Fig.5. 55-year-old man with saphenous vein graft (SVG) to left circumflex branch (LCX).

A. Reformatted oblique axial image shows graft stenosis at proximal portion of the SVG (arrow).

AO=aorta, PA=pulmonary artery, LA=left atrium

B. Conventional angiography also shows the stenosis (arrow).

ルのシネ画像でも血流信号が見られず、閉塞と判定できた。

考 察

CABG の術後評価に対する MRI の応用として、心電図同期スピネコー法で flow void を観察する方法が報告されているが、空間分解能の低さやアーチファクトの混入などの問題から満足できる成績はあげられていない^{3),4)}。また、シネ MRI によりグラフト内の血流を動的に観察する報告もみられるが、1 slice あたりの撮像時間が長いために 1-2 slice の限定された断面による評価に限られ、必ずしも良好な成績は得られなかった^{4),5)}。

今回我々が試みた高速 cine-MRI を用いる方法では、1 slice あたりの撮像時間が十数秒と短いため多断面の撮像が可能であり、各断面でのグラフト内の血流信号の観察に加えて、MPR 処理を行うことによってグラフトを長い範囲で連続性を持って描出することができた。このことは、その走行を一画面で確認できるという点で断層像に優ると考えられる。

また、スピネコー法や従来のシネ MRI では不可能とされたグラフト狭窄の描出⁴⁾も可能であり、この点でも本法の有用性が示された。

一方、グラフトの開存性の非侵襲的な評価法として超高速 CT を用いる方法もあるが、SVG では良好な成績が治められているものの IMAG では問題を残している⁹⁾。本法では少数例ではあるが、全例で良好な IMAG の画像が得られている。これは、IMAG がコイルと近接して走行しているとその信号を補捉し易いためと思われる。

本法の欠点としては、グラフトと冠状動脈の吻合部の描出が必ずしも十分ではない点と、LCX への SVG のように解剖学的に複雑な走行をする場合には一画面上には描出できない点が上げられる。前者については、より小さな表面コイルの使用によって空間分解の向上をはかったり、後者については選択領域 MIP (maximum intensity projection) 法を用いるなどの、さらなる工夫が必要と思われる。

本法は、解決されなければならない問題は残しているが、スピネコー法や従来のシネ MRI では得られなかった情報を提供しうることから CABG の術後評価に有用な非侵襲的な検査法と

思われる。

ま と め

高速シネ MRI を CABG の MR angiography に応用し良好な画像を得ることができた。本法は、スピネコー法や従来のシネ MRI を用いた評価方法に優る有用な検査法と考えられた。

文 献

- 1) Sakuma H, Fujita N, Foo T, et al. : Evaluation of left ventricular volumes and mass with breath-hold cine MR imaging. *Radiology*, 188 : 377-380, 1993.
- 2) Sakuma H, Caputo GR, Stefens JC, et al. : Breath-hold MR cine angiography of coronary arteries in healthy volunteers ; Value of multiangle oblique imaging planes. *AJR*, 163 : 533-537, 1994.
- 3) White RD, Caputo GR, Mark AS, et al. : Coronary artery bypass graft patency ; Noninvasive evaluation with MR imaging. *Radiology*, 164 : 681-686, 1987.
- 4) Stanford W, Galvin JR, Skorton DJ, et al. : The evaluation of coronary bypass graft patency ; Direct and indirect techniques other than coronary arteriography. *AJR*, 156 : 15-22, 1991.
- 5) White RD, Pflugfeder PW, Lipton MJ, et al. : Coronary artery bypass graft ; Evaluation of patency with cine MR imaging. *AJR*, 150 : 1271-1274, 1988.
- 6) 浜田星紀, 高宮 誠, 笹子佳門 : 超高速 CT を用いた冠動脈大動脈バイパスグラフト術後評価 ; IVDSA との比較. *画像医学誌*, 12 : 32-41, 1993.

MR Angiography of Coronary Artery Bypass Graft with Fast Cine MR Imaging

Kunihiro YOSHIOKA¹, Hiroyuki KAMATA², Takashi UCHIYAMA¹,
Tohru YANAGISAWA¹, Kenji NAKAI², Junya KAMATA³,
Atsushi NOZAKI⁴

¹Department of Radiology, ²2nd Department of Internal Medicine and

³3rd Department of Surgery, Iwate Medical University

19-1 Uchimaru, Morioka, Iwate 020

⁴GE Yokogawa Medical Systems

Seven patients with 14 coronary artery bypass grafts (9 saphenous vein graft, SVG and 5 internal mammary artery graft, IMAG) were evaluated by MR angiography with fast cine MR imaging technique for determining graft patency compared with conventional arteriography. MR angiography correctly diagnosed 8 of 9 patent SVGs and all patent IMAGs. 1 graft stenosis was also detected by MR angiography.

This study suggest that MR angiography with fast cine MR imaging is a useful noninvasive technique to evaluate coronary artery bypass graft patency.