

Title	高速シネMR法を用いた冠動脈MRアンジオグラフィ-狭窄診断基準の検討-
Author(s)	東, 将浩; 有澤, 淳; 上甲, 剛 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1997, 57(6), p. 319-325
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17190
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

高速シネMR法を用いた冠動脈MRアンジオグラフィ

— 狭窄診断基準の検討 —

東 将浩¹⁾ 有澤 淳^{1),*} 上甲 剛¹⁾ 吉田 重幸¹⁾
池添 潤平^{1),**} 中村 仁信¹⁾ 内藤 博昭²⁾ 高橋 俊樹³⁾

1) 大阪大学医学部放射線医学教室 2) 同バイオメディカル教育センター機能画像診断学研究室 3) 同第一外科

*) 現 大阪通信病院放射線科 **) 現 愛媛大学医学部放射線医学教室

Fast Cine MR Coronary Angiography Compared with Conventional Coronary Angiography: Criteria for coronary artery stenosis

Masahiro Higashi¹⁾, Jun Arisawa^{1),*},
Takeshi Johkoh¹⁾, Shigeyuki Yoshida¹⁾,
Junpei Ikezoe^{1),**}, Hironobu Nakamura¹⁾,
Hiroaki Naito²⁾ and Toshiki Takahashi³⁾

Magnetic resonance coronary angiography (MRA) was performed in 5 healthy volunteers and 13 patients to evaluate its diagnostic capability. Ten to 15 continuous cross sections were obtained for each coronary artery using fast cardiac cine MR (FASTCARD) with breath-hold, and reconstructed images were made.

The control study showed good demonstration of the left main, proximal left anterior descending (Seg. 6) and proximal right (Seg. 1, 2) coronary arteries. Abnormal findings were classified as interruption, stenosis (severe or mild), irregularity, or decreased signal, and they were compared with the findings of conventional angiography in proximal segments (Seg. 1, 2, 5, 6). Twelve of 15 lesions with significant stenosis (> 75%) were depicted as interruption or severe stenosis (sensitivity 80%). The sensitivity was 100% (6 of 6 lesions) in the right coronary artery and 67% (6 of 9 lesions) in the left coronary artery. The positive predictive value was 75% (12 of 16). Comparison at each segment revealed that the sensitivity, specificity and accuracy for interruption or severe stenosis were 92%, 79%, and 86%, respectively, for severe stenosis (> 90%), and 85%, 79%, and 83% for significant stenosis (> 75%).

Interruption or severe stenosis on MRA is presumed to be an appropriate criterion for the detection of significant stenosis in the proximal coronary artery.

Research Code No. : 507.9

Key words : MR angiography, Coronary artery

Received Aug. 19, 1996; revision accepted Feb. 12, 1997

- 1) Department of Radiology, Osaka University School of Medicine
 - 2) Division of Functional Diagnostic Imaging, Biomedical Research Center, Osaka University School of Medicine
 - 3) Department of First Surgery, Osaka University School of Medicine
- *) Present address : Department of Radiology, Osaka Teishin Hospital
**) Present address : Department of Radiology, Ehime University School of Medicine

はじめに

虚血性心疾患において冠動脈の狭窄の有無、狭窄の部位や程度など、冠動脈内腔形状を精度よく評価するためには侵襲的な冠動脈造影は避けられないが、非侵襲的に冠動脈病変をある程度評価できれば、早い段階での適切な治療方針の決定や、無用な造影検査の減少が可能になる。

MRアンジオグラフィ(MRA)の進歩は著しく、頭部領域では広く臨床に使用されている。冠動脈は心拍動や呼吸の影響のため良好な画像が得られず、MRAでの描出は困難であったが、近年の高速撮像法の進歩により呼吸停止下で心電図同期の画像を得ることができるようになり、冠動脈の描出が可能になった^{1),2)}。冠動脈MRAの診断能、狭窄の描出能を評価する目的で、虚血性心疾患患者におけるMRAと通常の冠動脈造影像との比較を行い、MRAでの冠動脈狭窄病変の診断基準の検討を行ったので報告する。

対象および方法

正常ボランティア5例(24~42歳、全員男性、症状なし、非喫煙者)、および冠動脈造影で右冠動脈近位部、左冠動脈主幹部、前下行枝近位部のいずれかにAHA分類³⁾で有意の狭窄が確認された動脈硬化性の虚血性心疾患患者13例(男性12例、女性1例、42~66歳、平均56.9歳)を対象とした。患者における通常の冠動脈造影検査とMRAとの間隔は1日から189日、平均87日、中央値53日であった。

MRアンジオグラフィの検査には1.5Tの超電導型MRI装置(GE社; Signa Advantage)を使用した。正常ボランティアには肩用、脊椎用、または骨盤用の表面コイルを、虚血性心疾患患者には全例に肩用の表面コイルを使用した。正常ボランティアでは背臥位で2例、腹臥位で3例を検査し、虚血性心疾患患者は全員背臥位で検査した。手順は、最初に位置決め用の矢状断像、水平横断像を撮像した後、高速シネMR法(FASTCARD法)を用いてMRA用の撮像を行った。FASTCARD法は、1回の呼吸停止下でTR約14msec、TE約6msecのグラジエントエコー法によるデータ収集を連続的に行い、心電図のR波を基準に連続8データずつのブロックに分け、心周期内の同時相のブロックのデータをまとめてk-spaceを分割充填する方法である。フリップ角は30°、FOV

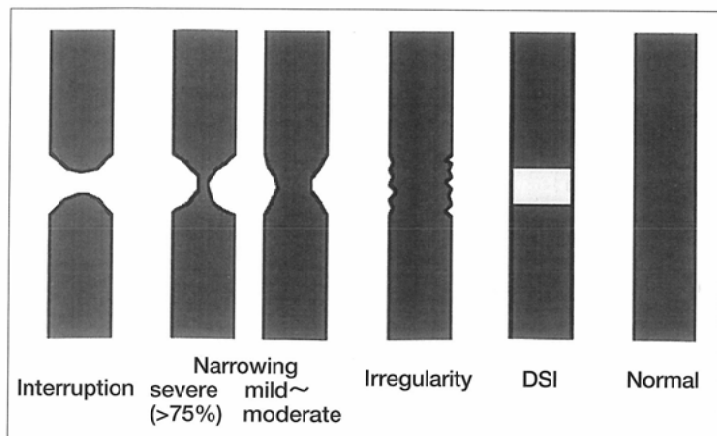


Fig.1 Schematic representation of criteria for interpretation of MRA. DSI: decreased signal intensity

は32×16～24cm, マトリックスは256×128～192, スライス厚みは3mm. 血流rephasing, および化学シフトを利用した脂肪抑制を併用し, 15秒前後の呼吸停止下で一断面のシネMR法の画像を得た. 具体的には右冠動脈の場合, parasagittal方向でその本幹を含む連続10～15断面の撮像を上記の方法にて行った. 左冠動脈は主幹部から末梢にかけて, 水平断面方向にて連続する約10断面の撮像を行った. それぞれの所要時間は20～30分であった. 左冠動脈主幹部の描出が不十分な場合にはさらにparacoronal方向の5～10断面の撮像を追加した. ボランティアでは5例全例で左右冠動脈ともに撮像し, 冠動脈疾患13例では3例で左右冠動脈, 5例で右冠動脈のみ, 5例で左冠動脈のみの撮像を行った.

以上の撮像で得られたシネ画像から, SN比が良く, 対象冠動脈が良好に描出されている心時相のものをMRA用の元画像として選択し, 同時相の連続断面からなる3次元データを獲得した. 次にこのデータセットに対して対象冠動脈ができるだけ長く描出される断面を設定し, 1.25mm厚みの再構成(Reformation)像を作成, これを対象冠動脈のMRA像とした. 冠動脈の目的領域が1平面上に描出されない場合には, 少しずつ位置や方向の異なる複数のMRA像を作成した.

正常ボランティアの元画像および再構成MRA像での冠動脈の描出能を, 3人の読影医(M. H., J. A., H. N.)により, AHA分類のセグメントごとに0から3ポイントまでの4段階で評価した. 元画像については, よく描出されているものを3ポイント, 比較的良好に描出されているものを2ポイント, 描出不良のものを1ポイント, 描出されていないものを0ポイントとした. 再構成像の評価は, 連続血管として良好に描出され狭窄無しと判断できるものを3ポイント, 連続血管として描出されるが狭窄無しとは断定できないものを2ポイント, 不連続な血管として描出されたものを1ポイント, 描出されな

かったものを0ポイントとした. 元画像については, 左右それぞれの冠動脈において, セグメントごとのポイントのばらつきの有無について独立多群の差の検定を行い(Kruskal-Wallis検定), 各セグメント間での描出能の差を検定するために独立2群の差の検定を行った(Mann-Whitney検定). 再構成像についても同様の検定を行い, さらに検者間での判定の誤差について関連多群の差の検定を行った(Friedman検定). いずれの検定でも $p < 0.05$ を有意とした.

冠動脈疾患患者については再構成MRA像を用い, カテーテル冠動脈造影検査の結果を知らない2名の放射線科専門医(J. A., H. N.)によって, 描出されている範囲の冠動脈形状の評価を行った. これはFig.1の分類に従い, 内腔の途絶・離断, 血管径の狭小化(高度: 内径の約75%を超えるもの, 軽度～中等度: 75%以下のもの), 壁不整, (内径の狭小化を伴わない)信号低下, および正常に分けて判定した. 2名の意見が不一致の場合には合議によって決定した. 冠動脈造影での狭窄判定はAHA分類に従った. そしてMRA所見と冠動脈造影所見との比較を病変部または異常所見部ごとに, およびセグメントごとに行った. セグメント単位の解析においては, MRA, 冠動脈造影ともに, そのセグメント内で認められた最も強い異常所見を代表所見として対比を行った.

結 果

1. 正常ボランティア

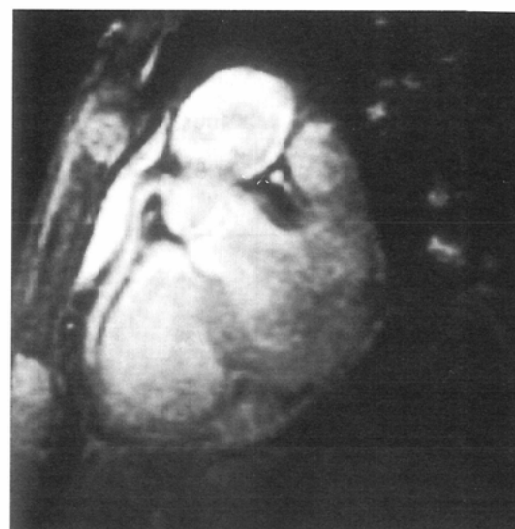
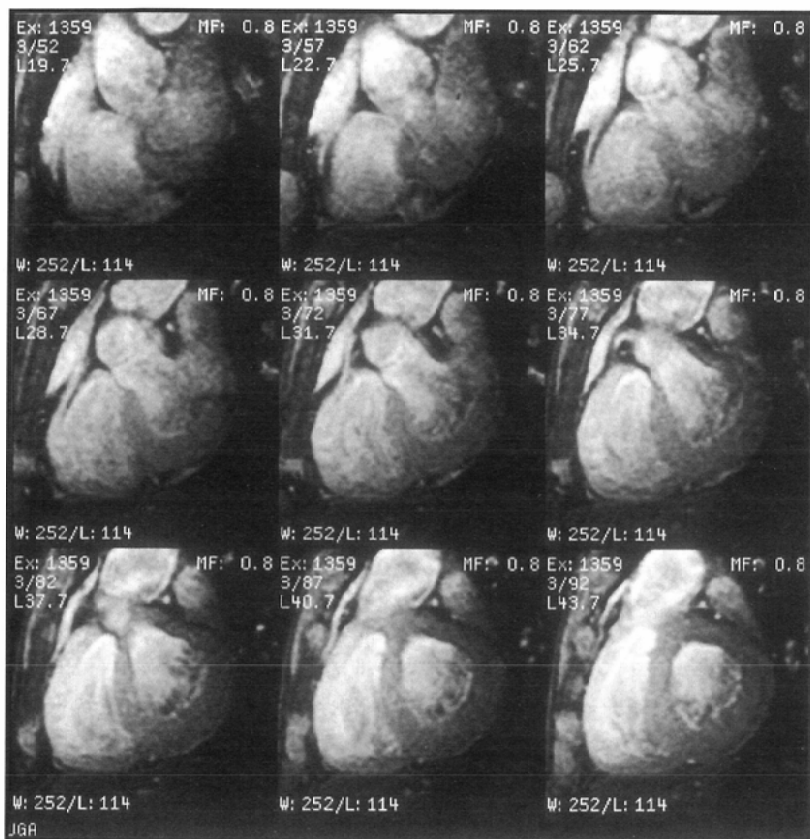
ボランティアでは, 両冠動脈近位部は比較的良好に描出された. Fig.2に右冠動脈を対象とした撮像の元画像と再構成MRA像(Reformation像)の例を示す.

右冠動脈本幹(Seg. 1～3), および左冠動脈主幹部から前下行枝, 回旋枝近位(Seg. 5, 6, 7, 11)における描出能評価の結果をTable 1(元画像), Table 2(再構成MRA像)に示す. なお左冠動脈優位と思われた1例の右冠動脈Seg. 2以下は評価対象から除いた. 元画像については, 3人の評価者による描出能ポイントの平均値は右冠動脈近位部(Seg. 1, 2)および左冠動脈主幹部(Seg. 5), 前下行枝近位部(Seg. 6)では2.6から3.0と高かったが, それより末梢部と左回旋枝では1.9以下であった(Table 1). 左右冠動脈とも, セグメントごとのポイントにばらつきを認めた($p < 0.001$, Kruskal-Wallis検定). セグメントごとの対比では, 右冠動脈近位部(Seg.

Table 1 Visualization of the Normal Coronary Arteries in MRA: Original Image

Visualization Points	RCA			LCA			
	Seg. 1 (n = 5)	Seg. 2 (n = 4)	Seg. 3 (n = 4)	Seg. 5 (n = 5)	Seg. 6 (n = 5)	Seg. 7 (n = 5)	Seg. 11 (n = 5)
Mean ± SD	2.7 ± 0.1	3.0 ± 0.0	1.9 ± 0.4	2.6 ± 0.2	2.7 ± 0.2	1.4 ± 0.4	1.3 ± 0.4
No. of Assess.	15	12	12	15	15	15	15

Values are mean ± ISD of visualization points graded by 3 observers; 3: well visualized, 2: fairly visualized, 1: poorly visualized, 0: not visualized. There is significant deviation of each segment in RCA and LCA. There is significant difference between proximal segments (Seg. 1, 2, 5, 6) and distal segments (Seg. 3, 7, 11) ($p < 0.05$, Mann-Whitney test).



A | B

Fig.2 Original images (A) and a reconstructed image (B) of right coronary MRA in a healthy volunteer. A: Nine incremental parasagittal images with 3 mm thickness obtained by fast cardiac cine MR (FASTCARD). The right coronary artery is depicted separately in six images from the origin through the proximal segments (Seg. 1, 2). B: A reconstructed image. The proximal right coronary artery (Seg. 1,2) is shown as a continuous vessel between right atrial appendage and right ventricle.

1, 2)と左前下行枝近位部 (Seg. 5, 6)は末梢部 (Seg. 3, 7)や左回旋枝 (Seg. 11)と比べ有意に優れていた ($p < 0.005$, Mann-Whitney検定). 再構成MRA像の結果は, 描出能ポイントの平均値は右冠動脈近位部 (Seg. 1, 2)および左冠動脈主幹部 (Seg. 5), 前下行枝近位部 (Seg. 6)では2.7から2.9の高値をとるのに対し, 末梢部と左回旋枝では2.3以下であった (Table 2). 左冠動脈ではセグメントごとのポイントのばらつきに有意差を認めたが ($p < 0.001$, Kruskal-Wallis検定), 右冠動脈では有意ではなかった. セグメントごとの対比では, 左主幹部~前下行枝近位部 (Seg. 5, 6)は前下行枝

末梢部 (Seg. 7)や回旋枝 (Seg. 11)と比べ有意に優れていた ($p < 0.005$, Mann-Whitney 検定). 右冠動脈末梢部 (Seg. 3)は右冠動脈近位部 (Seg.1, 2), に比べポイントは低いものの有意差は認めなかった. また同じMRA像についての読影者間での評価の差は, 右冠動脈Seg.1, 2, 左冠動脈Seg.5, Seg. 6, Seg.11では最大で1ポイントの違いに止まった. またSeg. 11では検者間での有意差を認めた ($p < 0.05$, Friedman検定). 以上より, われわれの方法では冠動脈Seg.1, 2, 5, 6の4領域が安定して良好にイメージングされること, また再構成MRA像の良否は元画像の良否に大きく依存することが明らかになった.

2. 冠動脈疾患患者

ボランティアでの検討結果に基づき, 右冠動脈近位部 (Seg. 1, 2)および左冠動脈主幹部 (Seg. 5), 前下行枝近位部 (Seg. 6)の4領域について, MRA像と冠動脈造影の所見を比較した. 冠動脈造影では, 左主幹部はAHA分類50%以上, その他は75%以上の狭窄を有意としたが, 左主幹部の50%狭窄の例はなかった. 13例中, MRAと対比可能なSeg. 1, 2, 5, 6の計28セグメントに15箇所 of 有意狭窄病変, 19箇所 of 非有意狭窄部を認めた.

病変部または異常所見部ごと

Table 2 Visualization of the Normal Coronary Arteries in MRA: Reformatted Image

Visualization Points	RCA			LCA			
	Seg. 1 (n=5)	Seg. 2 (n=4)	Seg. 3 (n=4)	Seg. 5 (n=5)	Seg. 6 (n=5)	Seg. 7 (n=5)	Seg. 11 (n=5)
All Assessments							
Mean ± SD	2.7 ± 0.1	2.9 ± 0.1	2.3 ± 0.4	2.6 ± 0.1	2.7 ± 0.4	1.5 ± 0.3	1.5 ± 0.5
No. of Assess.	15	12	12	15	15	15	15
Each Observer							
Mean: Obs. 1	2.8	3	2.5	2.8	3	1.8	1.8
Mean: Obs. 2	2.6	2.8	1.8	2.8	2.6	1.4	1
Mean: Obs. 3	2.6	3	2.5	3	2.6	1.2	1.8
IOD (pts.)	0~1	0~1	0~2	0~1	0~1	0~2	0~1

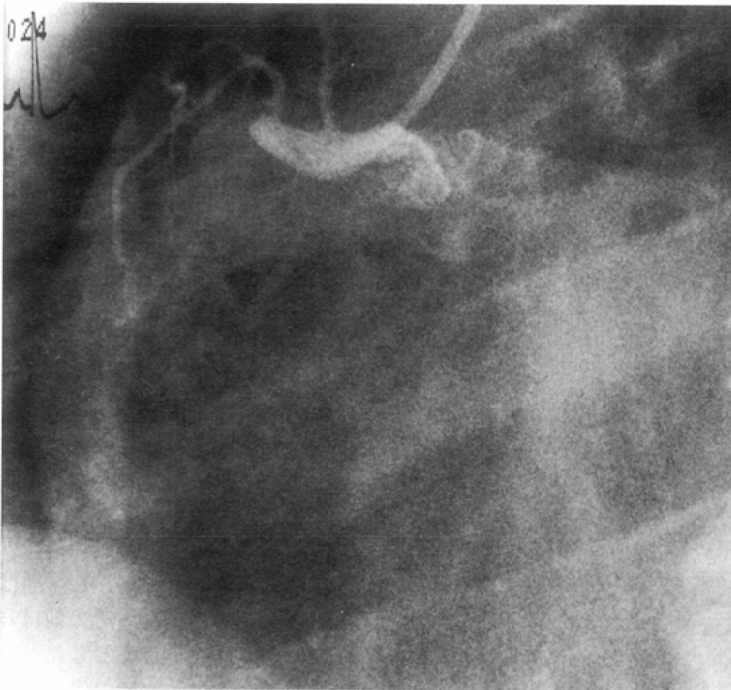
Values are visualization points (VP); 3: well visualized continuously with no stenosis, 2: fairly visualized continuously with some caliber abnormalities, 1: poorly visualized with discontinuity, 0: not visualized. IOD: interobserver difference of the VP. There is significant deviation of each segment in. There is significant difference between proximal segments (Seg. 1, 2, 5, 6) and distal segments (Seg. 7, 11) ($P < 0.05$, Mann-Whitney test). There is no significant difference between three observers except for segment 11 ($p < 0.05$, Friedman test).

Table 3 Comparison of MRA and Conventional Angiographic Findings in the Patients with Ischemic Heart Disease: Lesion-to-lesion Analysis

No. of Lesions (RCA/LCA)	Coronary Stenosis in Conventional Angiography (AHA Classification)				
	100%	90~99%	75%	25~50%	Normal
	8 (4/4)	5 (2/3)	2 (0/2)	19 (8/11)	-
MRA Findings					
Interruption	7 (4/3)	4 (2/2)		2 (1/1)	2 (0/2)
Narrowing: severe	1 (0/1)				
Narrowing: mild~mod.		1 (0/1)	1 (0/1)	6 (3/3)	3 (1/2)
Irregularity				4 (1/3)	2 (2/0)
DSI				5 (2/3)	7 (3/4)
Normal			1 (0/1)	2 (1/1)	

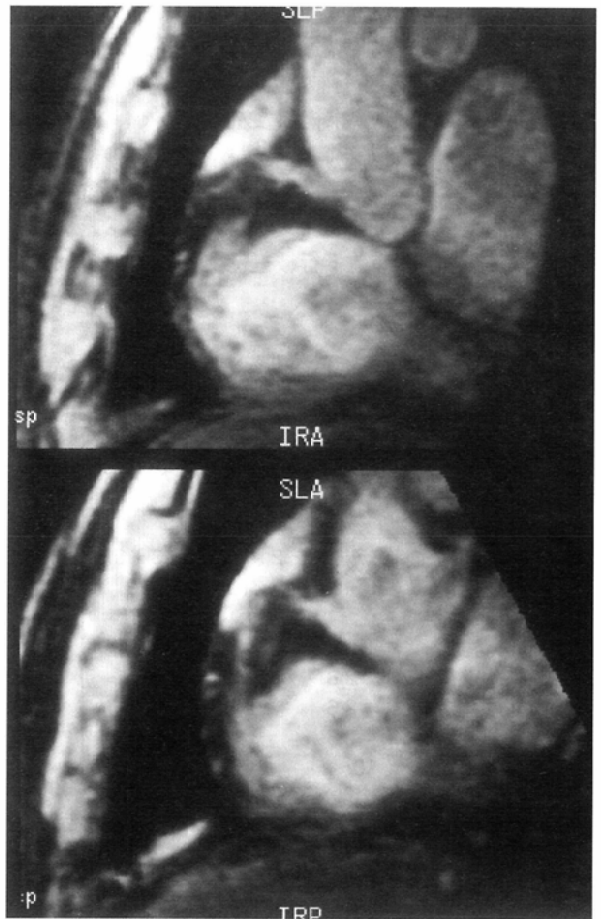
DSI: decrease in signal intensity (without narrowing)

の冠動脈造影とMRAの対比結果をTable 3に示す。造影での完全閉塞8病変では、7病変がMRAで途絶・離断(Fig.3)、残る1病変が高度狭小化(Fig.4)として描出された。90%以上の高度狭窄5病変では、4病変が途絶・離断、残る1病変は軽度狭小化に描出された。また75%狭窄2病変はMRA



A
B
C

Fig.3 A 49-year-old man with total occlusion of right coronary artery.
A: Conventional angiogram shows total occlusion of proximal right coronary artery and a homocollateral vessel.
B: MR signal is interrupted at the proximal segment in the reconstructed image of MRA. Small vessel signals are indicative of collaterals.
C: The coronary artery distal to the occlusion is demonstrated in the other reconstructed image.



では軽度狭小化および正常(Fig.5)と判定された。有意狭窄15病変のうちMRAで途絶・離断または高度狭小化と判定されたものは12病変(80%)であった。一方、MRAで途絶・離断または高度狭小化と判定された16部位のうち、冠動脈造影で有意狭窄であったものは12部位(75%)で、残る4部位のうち2部位は造影では50%以下の非有意狭窄、2部位は正常であった(Fig.6)。MRAで壁不整または(狭小化を伴わない)信号低下と判定された18部位には有意狭窄は認めなかった。以上のように冠動脈造影の狭窄度と我々のMRA所見分類にはおおよその対応が見られ、また両者の乖離の強い5部位(Table 3)はすべてFig.5, 6のように元画像の画質不良が著明なものであった。

MRAと冠動脈造影所見とのセグメントごとの比較を28領域について行った(Table 4)。冠動脈造影で有意狭窄を持つ13セグメントのうち11(85%)はMRA上、途絶・離断または高度狭小化セグメントと判定された。一方、造影での正常または非有意狭窄15セグメントのうち12(80%)はMRAでは軽度狭小化以下であった。そこでTable 4のデータをもとに、種々のMRA

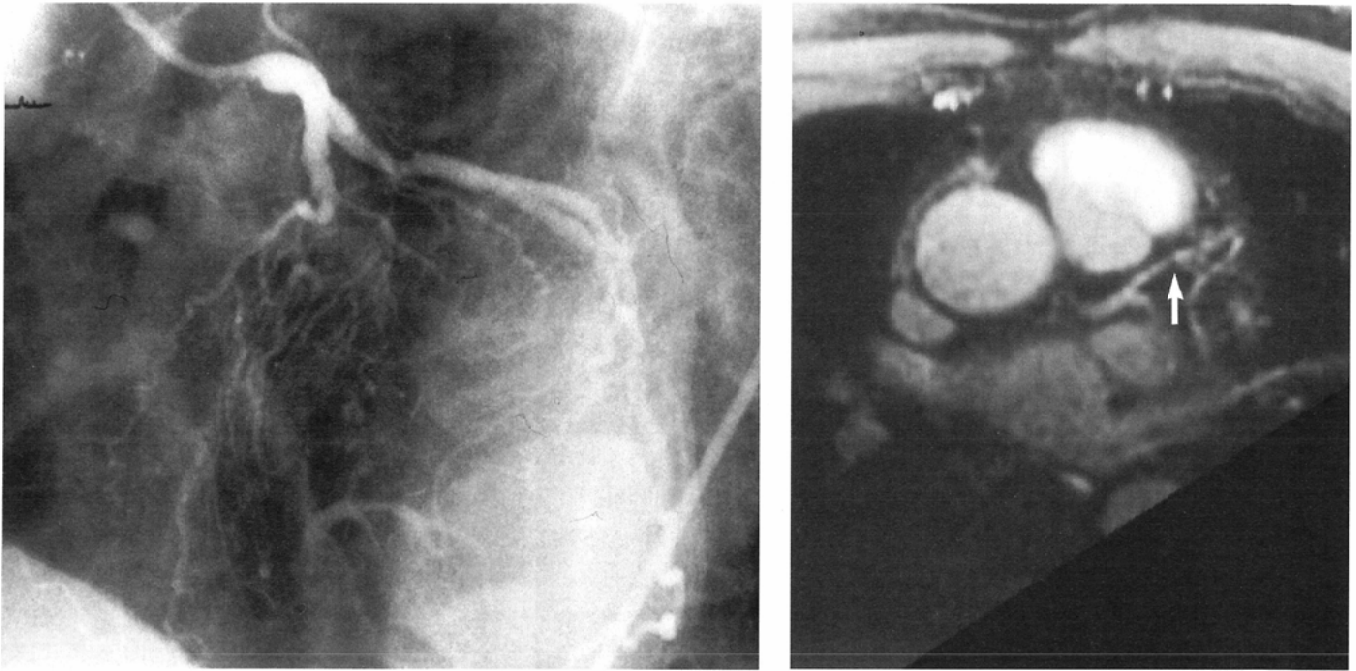


Fig.4 A 53-year-old man with total occlusion of left anterior descending artery (LAD).
 A: Conventional angiogram shows total occlusion of proximal LAD just after the branching of the second diagonal artery. A | B
 B: MRA finding is severe stenosis (arrow).

所見のレベルに有意冠動脈狭窄の診断基準を設定した場合の狭窄セグメント検出精度をTable 5に示す. なかではMRAで高度狭小化以上を有意狭窄とする場合に, 精度が82%と最も高く, また感度, 特異度, 有病正診率, 無病正診率のすべてが79%以上の高値を示した. したがって, われわれの方法では, これを診断基準とするのが適当であると考えられた.

考 察

近年の高速撮像法の進歩によりMRAでの冠動脈の描出が可能となり, 正常例の報告や, 冠動脈造影との対比を行った報告がなされている. 似鳥らの報告ではSegmented Turbo FRASH法を用いた冠動脈のMRAと冠動脈造影との比較で20症例中に偽陽性はなく, 2例の偽陰性のみであったとしてい

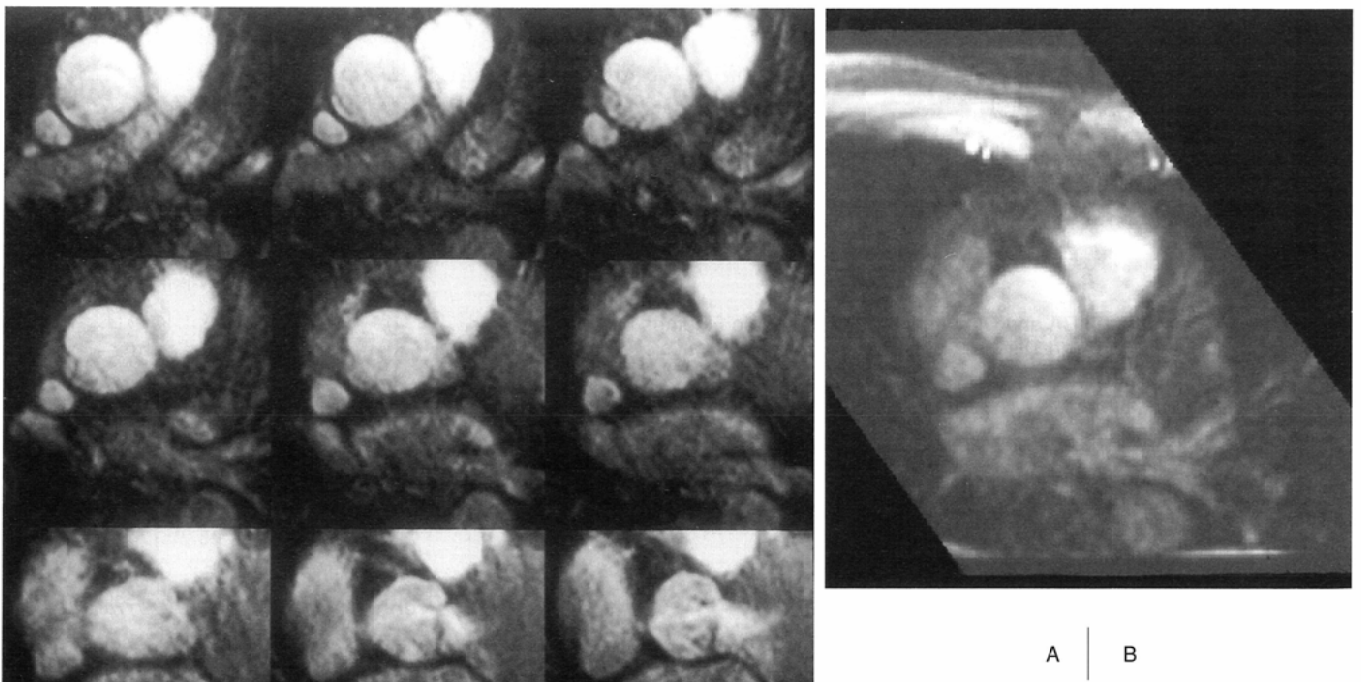


Fig.5 False negative MRA. A 66-year-old man with 75% stenosis at left main trunk. Left main trunk is not clearly visible in the original images (A), but no signal loss is indicated in the reconstructed image (B).

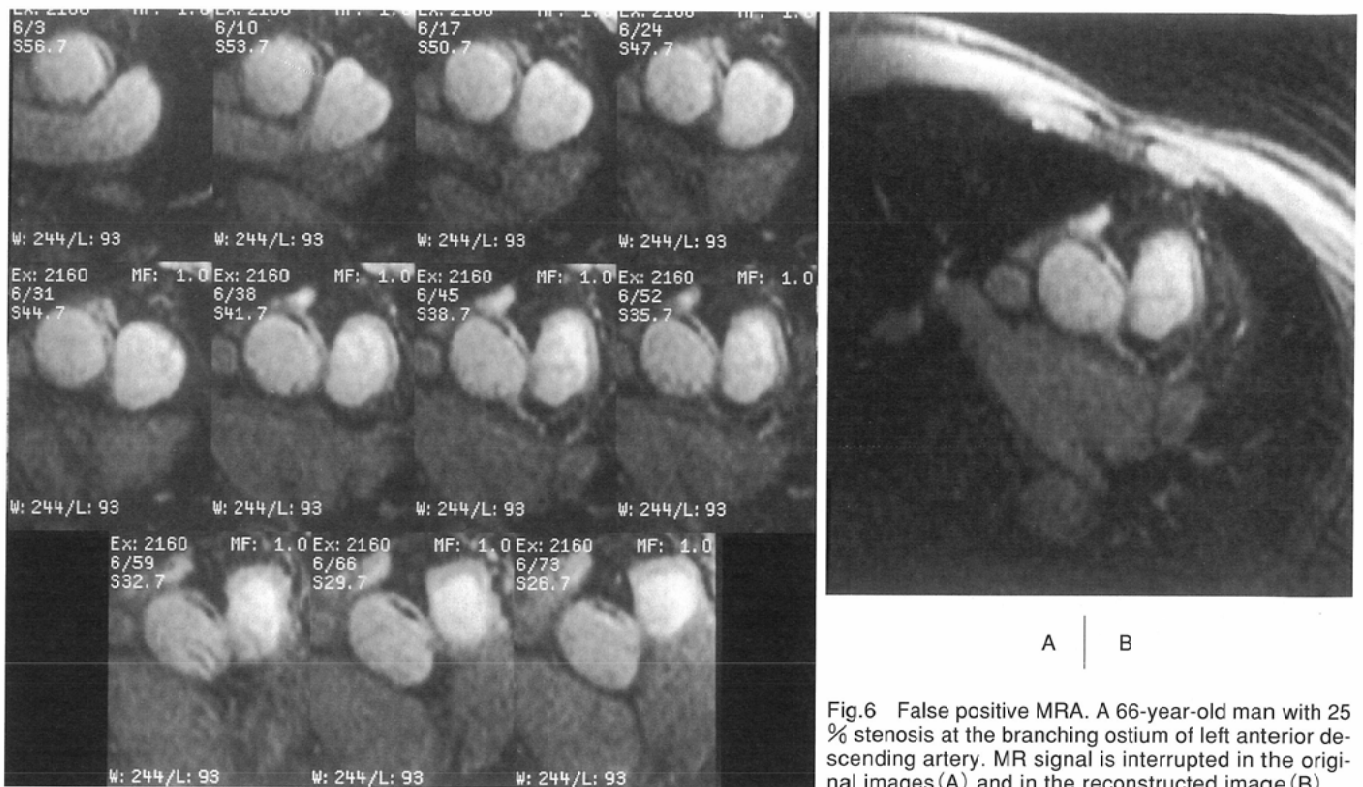


Fig.6 False positive MRA. A 66-year-old man with 25% stenosis at the branching ostium of left anterior descending artery. MR signal is interrupted in the original images (A) and in the reconstructed image (B)

る⁴⁾。またManningらは39例に対し冠動脈造影とMRAの比較を行い、感度、特異度が右冠動脈で100%、78%、左冠動脈主幹部で100%、100%、前下行枝で87%、92%と報告している⁵⁾。今回の検討では、正常例での右冠動脈近位部(Seg. 1, 2)および左冠動脈主幹部(Seg. 5)、前下行枝近位部(Seg. 6)は良好に描出された。また冠動脈疾患患者については、右冠動脈近位部(Seg. 1, 2)および左冠動脈主幹部(Seg. 5)、前下行枝近位部(Seg. 6)の範囲の有意狭窄病変をほぼ指摘でき、われわれの方法の冠動脈描出能、狭窄検出能は上記の報告⁴⁾⁵⁾にはほぼ匹敵するものと思われた。

一方、MRAでの冠動脈狭窄の診断基準についての検討は従来、十分に行われておらず、今回われわれはこれを研究の主眼とした。そして冠動脈造影との対比の結果、MRAでは高度狭小化以上を有意とした場合に精度が最も高く(82

%)、感度(85%)、特異度(80%)、有病正診率(79%)、無病正診率(86%)が総じて高値を示し、通常の診断目的ではこれを診断基準とするのがよいと思われた。またスクリーニング時のように感度を重視する場合には、軽度狭小化以上を有意とすることも考えられた(感度92%)。

個々の異常部位の検討で、高度狭窄～閉塞病変については、空間分解能の限界や閉塞部の末梢血管の描出のため、MRAでは90、99、100%狭窄の区別は困難であった。一方、MRAと冠動脈造影所見の不一致のため偽陽性や偽陰性となった部位については、概ね元画像の劣化が強く、この原因として心電図同期時にT波や基線の乱れをR波と誤認する不正確さが一番の原因と考えられた。また他の要因としては、各断面の撮像時の呼吸停止の深さが一定しないことも挙げられる。しかしこの問題は脈波トリガーの使用、元画像も併せた読影や多方向からの撮像を加えることである程度対応でき、偽陽性・偽陰性の頻度は減少できると予想される。

今回の検討でわれわれは、連続多断面の撮像による3次元データから冠動脈の再構成MRA像を作るマルチスライス手法を用いたが、この他に冠動脈を起始部から末梢に向かって追跡するように断面の方向を変えていくmultiangle oblique法がある⁶⁾。この方法と比べた際のわれわれの方法の特徴として、利点は撮像時の断面設定が容易なこと、蛇行する冠動脈の情報を得るのに適していること、欠点は断面数が多く、呼吸停止回数が増加して検査時間が長く

Table 4 Comparison of MRA and Conventional Anbiographic Findings in the Patients with Ischemic Heart Disease: Segment-by-segment Analysis

No. of Segments	Coronary Stenosis in Conventional Angiography (AHA Classification)				
	100%	90~99%	75%	25~50%	Normal
MRA Findings					
Interruption	6	4		3	
Narrowing: severe	1				
Narrowing: mild~mod.				2	
Irregularity				1	
DSI				3	4
Normal			1		2

DSI: decrease in signal intensity(without narrowing)

Table 5 Detectability of Coronary Artery Stenosis in MRA

MRA Criteria for CAS	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
Positive for CAS					
Interruption	77%	80%	77%	80%	79%
Severe Narrowing~	85%	80%	79%	86%	82%
Mild-mod. Narrowing~	92%	67%	71%	91%	79%
Irregularity~	92%	60%	67%	90%	75%

CAS: coronary artery stenosis, PPV: positive predictive value, NPV: negative value

なること、上記のように各撮像時の呼吸停止の深さの違いが偽陽性・偽陰性病変を生じること、が挙げられる。ただしわれわれの使用した装置では調整のためのプレスキャンに比較的時間がかかるためmultiangle oblique法は適さないと考え、今回はマルチスライス手法を採用した。

われわれの方法の他の問題点として、空間分解能、MR信号の強度、冠動脈のコントラストが挙げられる。空間分解能については、FOV 32cm、マトリックス256×192、厚み3mmで撮像を行った場合のボクセルサイズは1.25×1.67×3mmである。この分解能では冠動脈起始部から近位部の高度狭窄病変は異常として描出できるが、軽度の病変は正常血管との区別が困難であることが予想され、今回の結果もその通りであった。また右冠動脈や左前下行枝の末梢は正常例でも描出が困難であった。一方、回旋枝の描出は他の2枝と比べて不良であり、その理由として表面コイルとの距離があり信号が弱くなること、回旋枝に平行になる断面を設定しにくいことなどが考えられた。血管部のコントラスト増強については血流 rephasingのほかに、化学シフトを利用した脂肪抑制を併用したが、その効果は不十分な場合もあった。

以上の問題点に対する対策としては、エコープラナー法⁷⁾のような超高速撮像による1回呼吸停止下での2D多断面または3Dイメージング、またはナビゲーターエコー法の応用による呼吸非停止イメージング⁸⁾、心臓用コイルの開発、確実な良い脂肪抑制法の開発⁹⁾、造影剤の使用などが今後検討

されるべきであろう。またMTCの併用¹⁰⁾は心筋内の冠動脈描出に有用と思われる。

冠動脈の非観血的イメージングは心臓画像診断における大きな課題の一つである。そしてそのゴールに最も近いものはMRAと思われ、現状でもMRAは冠動脈近位部の粗大病変のスクリーニングや既知病変の経過観察に十分応用できる。他の画像診断法による冠動脈の非観血的アンジオグラフィでは、

電子ビーム型の超高速CTを用いるもの¹¹⁾があるが、撮影断面に垂直となる右冠動脈の描出能が低い。さらに造影剤の使用と撮影時の数10秒の呼吸停止が不可欠で、ヘリカルCTのような後処理による微小スライス間隔での画像再構成ができないことなどを考えると、必ずしもMRAに勝る手法とは思えない。もちろん、冠動脈MRAにも上記の多くの問題が残されており、その撮像法自体は今後大きく変貌する可能性がある。しかしそのような状況でも冠動脈狭窄がどのように描出され、診断基準をどう定めるかという問題の重要性は変わらないはずで、その検討に際して今回の報告は十分に役立つものと考えている。

結 語

1. 高速シネMR法を用いたMRAによる冠動脈描出能を正常例で検討した。結果、本法では右冠動脈近位部(Seg. 1, 2), 左冠動脈主幹部(Seg. 5), 前下行枝近位部(Seg. 6)は安定して良好に描出された。
2. 冠動脈疾患患者の検討では、冠動脈造影での右冠動脈近位部, 左冠動脈主幹部, 前下行枝近位部の有意狭窄病変はMRAにより概ね指摘できた。またMRAの異常の程度と狭窄の強さはおおよそ対応した。
3. MRAでは途絶・離断または高度狭小化を有意狭窄の診断基準とする場合に、最も診断能が高かった。

文 献

- 1) Edelman RR, Manning WJ, Burstein D, et al: Coronary arteries: Breath-hold MR angiography. *Radiology* 181: 641-643, 1991
- 2) Edelman RR, Manning WJ, Pearlman J, et al: Human coronary arteries: projection angiograms reconstruction from breath-hold two-dimensional MR images. *Radiology* 187: 719-722, 1993
- 3) AHA Committee Report (A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease). *Circulation* 51: 7-40, 1975
- 4) 似鳥俊明, 花岡秀人, 吉野綾子, 他: 冠動脈MRアンジオグラフィの臨床応用. *日本医放会誌* 55: 670-676, 1995
- 5) Manning WJ, Li W, Edelman RR, et al: A preliminary report comparing magnetic resonance coronary angiography with conventional angiography. *N Engl J Med* 328: 828-32, 1993
- 6) Sakuma H, Caputo GR, Steffens JC, et al: Breath-hold MR cine angiography of coronary arteries in healthy volunteers. *AJR* 163: 533-537, 1994
- 7) Wetter DR, McKinnon GC, Debatin JF, et al: Cardiac echo-planar

MR imaging: Comparison of single-and multiple-shot techniques. *Radiology* 194: 765-770, 1995

- 8) Wang Y, Grimm RC, Rossman PJ, et al: 3D coronary MR angiography in multiple breath-holds using a respiratory feedback monitor. *Magn Reson Med* 34: 11-16, 1995
- 9) Meyer CH, Pauly JM, Macovski A, et al: Simultaneous spatial and spectral selective excitation. *Magnetic Resonance in Medicine* 15: 287-304, 1990
- 10) Li D, Paschal CB, Haacke EM, et al: Coronary arteries: Three-dimensional MR imaging with fat saturation and magnetization transfer contrast. *Radiology* 187: 401-406, 1993
- 11) Moshage WE, Achenbach S, Seese B, et al: Coronary artery stenosis: three-dimensional imaging with electrcardiographically triggered, contrast agent-enhanced, electron-beam CT. *Radiology* 169: 707-14, 1995