

Cd-DTPA 持続静注法による三次元 coronary MR angiography の冠動脈血流信号描出能および狭窄病変に対する診断能の検討

横山 健一

杏林大学医学部放射線医学教室

はじめに

Coronary magnetic resonance angiography (以下, coronary MRA) は, 冠動脈を非侵襲的に描出する方法であり, 虚血性心疾患の診断法の一つとして臨床応用への試みが盛んに行われるようになってきた. その主な撮像法は呼吸停止下の二次元(2-dimensional, 以下 2D) coronary MRA であるが, 本法では呼吸停止が不十分な場合, 評価に十分な画質の MRA 像が得られないことも多い^{1)~5)}. 最近になり開発された呼吸同期法を併用した三次元 (3-dimensional, 以下 3D) coronary MRA は, 良好な冠動脈の MRA 像を得ることが可能となったが, 本法もまた臨床応用のためには, コントラスト向上の必要性がある^{6)~9)}. そこで, この呼吸同期を併用した 3D coronary MRA に, gadopentetate dimeglumine (以下 Gd-DTPA) 持続静注法による造影を行い, その前後の画像で冠動脈の描出能および狭窄病変に対する診断能の向上の有無を検討した.

対象および方法

対象は, 平成 10 年 1 月より 7 月までに動脈硬化性の虚血性心疾患が疑われ, coronary

MRA が施行された計 19 例 (男性 15 例, 女性 4 例, 50~78 歳, 平均年齢 64.4 歳) である. 全例に MRA 施行 2 週間以内に, カテーテルを用いた冠動脈造影検査が施行されている.

MRA 検査には 1.5T の超電導型 MRI 装置 (Siemens 社 ; Magnetom Vision) を使用した. 全例に phased-array coil を使用し, 背臥位で検査を施行した. パルスシーケンスは 3D fast low-angle shot (FLASH) で, 位相エンコード配列は linearly ordered phase encoding である. ナビゲーターエコー法による呼吸同期法を併用した. Table 1 に撮像に用いたパラメータを示す.

Table 1. Pulse Sequences and Parameters Used for Imaging

3D-FLASH

- TR: 620-1141 ms
- TE: 2.7 ms
- Flip angle: 20 degree
- Matrix: 128 × 256
- Acquisition time: 5.52-12.04 min
- Slab thickness: 48 mm
- Slice thickness: 2 mm
- Chemical shift-selective fat saturation pulse
- ECG gating (diastolic period, 400-600 ms, after R wave)
- Navigator-echo-based respiratory gating

キーワード MR angiography, coronary artery, three-dimensional, Gd-DTPA

最初に位置決め用の冠状断像、矢状断像を撮像後、左右冠動脈の起始部が入るように撮像スラブをほぼ水平に設定し、非造影の MRA を施行した。次に同様の撮像パラメータおよび撮像スラブにて造影後の MRA を行った。造影剤は Gd-DTPA を用い、0.1 mmol/kg を肘静脈あるいは手背静脈から用手的にほぼ撮像開始と同時に約 3~4 分かけて持続的に静注した。撮像後は、非造影および造影 MRA 共に 2 mm 厚の multiplanar reconstruction (以下 MPR) による再構成画像を作成した。MPR 再構成像は対象冠動脈ができるだけ長く描出される断面を設定し、これを対象冠動脈の MPR 像とするが、一つの平面上に対象冠動脈が描出されない場合もあり、この場合は位置や方向の異なる複数の MPR 再構成像を作成した。評価対象とする冠動脈のセグメントは、American heart association (AHA) 分類における右冠動脈近位部 (seg. 1), 左冠動脈主幹部 (seg. 5), 左冠動脈前下行枝近位部 (seg. 6), 左冠動脈回旋枝近位部 (seg. 11) とし、再構成前の元画像、MPR 再構成像両者を基に以下の a), b), c) の 3 点について評価を行った。

a) 正常冠動脈における定量的評価

冠動脈造影で狭窄が認められなかった正常冠動脈において、非造影および造影 MRA の各セグメントごとの信号強度を元画像上で測定した。冠動脈の信号強度については各セグメントから各々 10 箇所のパixelを選択し、平均値をそのセグメントの信号強度とした。

① signal-to-noise ratio (SNR)

= 冠動脈の信号強度 / バックグラウンドノイズの標準偏差

② contrast-to-noise ratio (CNR)

= (冠動脈の信号強度 - 冠動脈周囲の脂肪信号強度) / バックグラウンドノイズの標準偏差

と定義し、定量的評価を行った。なお、統計学的評価については、t検定を使用した。

b) 冠動脈描出能の視覚的評価

元画像および MPR 像両者において、造影による冠動脈描出能の変化を検討するために、3人の読影医により、各セグメントごとに5段階の評価を行った。非造影と造影MRAを比較して、造影により冠動脈の描出能が明らかに向上したものを5ポイント、軽度向上したものを4ポイント、変化が見られないものを3ポイント、軽度低下したものを2ポイント、明らかに低下したものを1ポイントとした。各セグメントにおいて、ポイントの平均値/基準値(3ポイント)をそのセグメントのスコアとして、スコアが1.0以上かあるいは1.0以下かで描出能が改善されたか否かを判定した。

c) 狭窄病変に対する診断能評価

非造影および造影 MRA において、各々元画像、MPR 像両者を併せ冠動脈の狭窄の有無の判定を行った。冠動脈造影検査の結果を知らない2名の読影医によって、各セグメントごとにAHA分類の50%以上の狭窄の有無について判定した。2名の意見が不一致の場合は合議により決定した。また、狭窄が多数存在する場合はそのセグメント内で認められた最も強い狭窄度をそのセグメントの代表所見とした。冠動脈造影検査を gold-standard として対比し、非造影、造影 MRA における sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, accuracy を算出した。

結 果

a) 正常冠動脈における定量的評価

非造影および造影 MRA における各セグメントごとの SNR を Table 2 に、CNR を Table 3 に示す。すべてのセグメントにおいて SNR, CNR 共に造影 MRA の値が有意に勝っており

Table 2. The Mean SNR Measurement of Normal Coronary Arteries According to Contrast Enhancement

AHA seg.	pre-contrast	post-contrast	
1	34.74± 8.80	57.91±13.29	(n= 6)
5	33.49±12.39	48.45±16.02	(n=14)
6	37.64±11.70	55.24±17.36	(n= 7)
11	34.14±12.88	47.98±13.66	(n= 9)

Table 3. The Mean CNR Measurement of Normal Coronary Arteries According to Contrast Enhancement

AHA seg.	pre-contrast	post-contrast	
1	27.96±7.25	48.85±11.13	(n= 6)
5	21.22±8.90	34.70±15.41	(n=14)
6	22.69±9.06	38.91±19.31	(n= 7)
11	20.44±9.27	31.85±12.90	(n= 9)

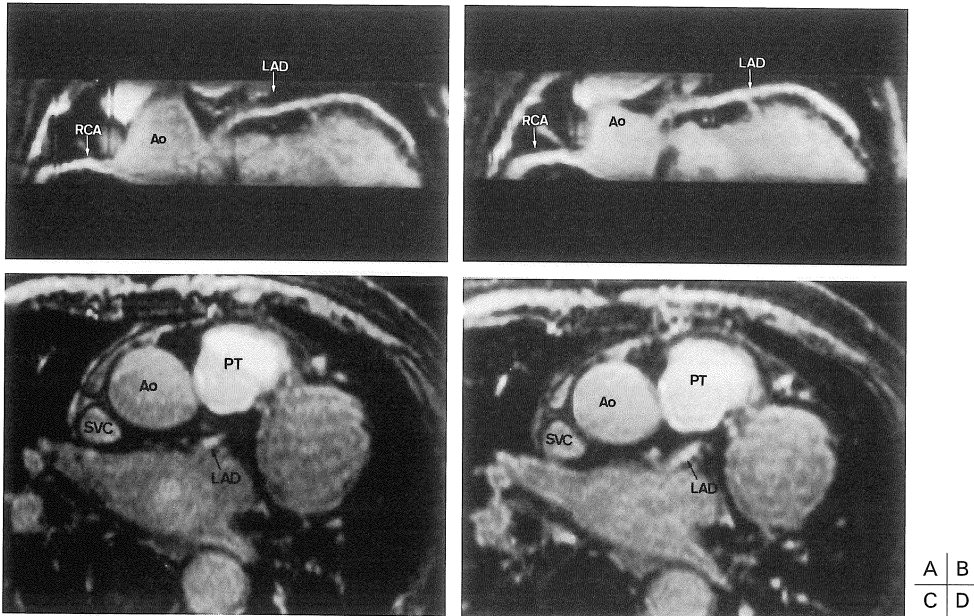


Fig. 1. A 57-year-old male with normal coronary arteries (conventional coronary angiogram revealed no stenotic lesion)

A, B: Multiplanar reconstruction (MPR) images show course of proximal right coronary artery (RCA) and left anterior descending artery (LAD).

A: non contrast enhanced image, B: contrast enhanced image

Contrast enhanced MPR image (B) demonstrates obviously increased signal intensity of coronary arteries rather than non contrast enhanced image (A).

C, D: Axial 2 mm thick source images from three dimensional MR data set demonstrate proximal part of LAD.

C: non contrast enhanced image, D: contrast enhanced image

The image with contrast enhancement (D) shows enhancing coronary artery compared with image without contrast enhancement (C).

Ao=aorta, SVC=superior vena cava, PT=pulmonary trunk

($\alpha=0.01$), 造影による画質の向上が確認された。セグメント別では、SNR, CNR 共に seg. 1 の造影による効果が最も大きく, seg. 11 が

最も少ない傾向にあった。

b) 冠動脈描出能の視覚的評価
各セグメントごとの視覚的評価のスコアを

Table 4. Visual Assessments of Contrast Enhanced Coronary MRA

Visualization Points	source images				MPR			
	Seg. 1 (n=14)	Seg. 5 (n=15)	Seg. 6 (n=13)	Seg. 11 (n=13)	Seg. 1 (n=13)	Seg. 5 (n=14)	Seg. 6 (n=14)	Seg. 11 (n=12)
All Assessments								
Mean ± SD	1.37 ± 0.28	1.22 ± 0.31	1.25 ± 0.32	1.19 ± 0.18	1.28 ± 0.27	1.14 ± 0.28	1.18 ± 0.33	1.19 ± 0.24
No. of Assess.	42	45	39	39	39	42	42	36
Each Observer								
Mean: Obs. A	1.33	1.27	1.28	1.18	1.28	1.10	1.17	1.19
Mean: Obs. B	1.38	1.16	1.23	1.18	1.26	1.12	1.17	1.22
Mean: Obs. C	1.38	1.24	1.31	1.21	1.31	1.19	1.19	1.19

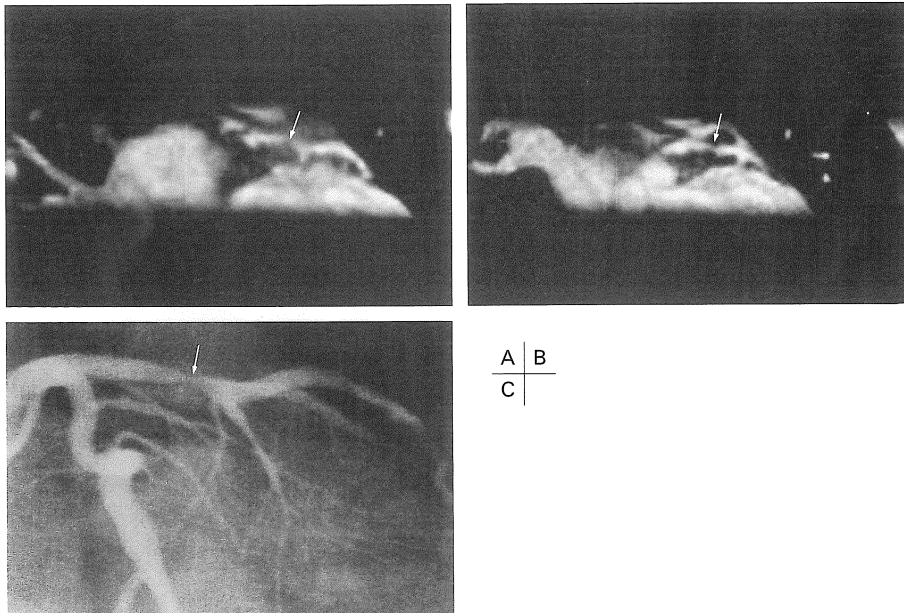


Fig. 2. A 48-year-old male with severe stenosis of proximal left anterior descending artery (LAD)

A, B: Multiplanar reconstruction (MPR) images both without contrast enhancement (A) and with contrast enhancement (B) reveal stenosis in LAD artery (arrows).

C: Conventional coronary angiogram, which was standard of reference, shows corresponding 90% stenosis of LAD artery (arrow).

Table 4 に示す。元画像，MPR 再構成像共にすべてのセグメントにおいてポイントの平均値/基準値（3ポイント）の値が1.0以上の数値を示しており，造影による冠動脈描出能の向上が確認された（Fig. 1）。セグメント別で

は，seg. 1 のスコアが元画像，MPR 像共に最も高かった。元画像とMPR 像との比較では，セグメント11を除いてMPR 像よりも元画像の数値が上回っており，元画像の方が造影による描出能の向上がより大きいと考えられた。な

Table 5. Detectability of Coronary Artery Stenosis in MRA

	pre-contrast	post-contrast
sensitivity	77.8%	77.8%
specificity	82.9%	85.7%
PPV	70.0%	73.7%
NPV	87.9%	88.2%
accuracy	81.1%	83.0%

PPV: positive predictive value
NPV: negative predictive value

お、造影による冠静脈の描出が読影上問題となる例はなかった。

c) 狭窄病変に対する診断能評価

冠動脈造影検査でAHA分類50%以上狭窄と診断された全18病変について、非造影、造影MRAにおけるsensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, accuracyを各々Table 5に示した。非造影、造影共にsensitivityは77.8%と全く変わらなかった(Fig. 2)。一方、一つのセグメントにおいて、非造影ではfalse positiveであったものが造影によりtrue negativeとなったために(Fig. 3), specificityは82.9%から85.7%とわずかに上昇した。結局、狭窄の有無判定に造影前後で大きな差は見られず、accuracyも81.1%から83.0%の上昇にとどまった。

考 察

1991年, Edelmanらにより, MRIによる冠動脈の描出が初めて報告¹⁾されて以来, coronary MRAの臨床応用への試みが盛んに行われている。これには良好な空間分解能を有し, かつ呼吸停止下で心電図同期が可能な高速撮像法の登場が大きく寄与している。このcoronary MRAでは, 開発当初よりgradient echo系列の高速撮像法を用い, 2D法によりデータを収集する方法が主流であった。Manningらは, k-space segmentationを利用した2Dの高

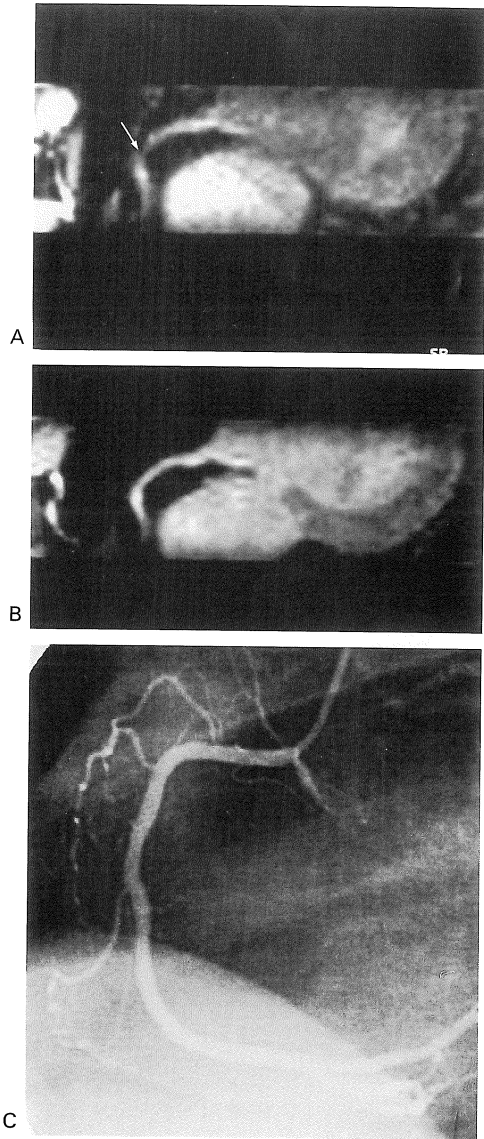


Fig. 3. A 65-year-old male with normal proximal right coronary arteries (RCA)

A, B: On multiplanar reconstruction (MPR) image (A) without contrast enhancement, stenosis in RCA was identified by two radiologists. However MPR image (B) and source image with contrast enhancement revealed no stenotic lesion in RCA.

C: Conventional angiogram showed no stenotic lesion in RCA. The focus on images without contrast enhancement was considered false-positive finding.

速撮像法により、39 例について MRA と冠動脈造影所見との対比を行っており、50% 以上狭窄に対し sensitivity 90%, specificity 92% と報告している²⁾。また筆者らも 2D-segmented turbo-FLASH 法を用いた 153 例についての検討を報告しているが、90% 以上の高度狭窄に対して sensitivity 87%, specificity 95% との高い一致率が得られている⁵⁾。この 2D 法においては、一回の撮像当たり約 15 秒程度の呼吸停止が要求される。また基本的に一回の撮像で一つの断面しか得ることができないため、冠動脈の必要な断面が得られるまで、この呼吸停止を何回も繰り返す必要がある。Coronary MRA では対象が心疾患を有する患者であり、特に高齢者や重篤な患者ではこの呼吸停止が困難な場合も少なくなく、画質を低下させたり検査が中止となる大きな原因となっており、筆者らの検討では約 15% が失敗に終わるという結果であった³⁾。また長時間にわたる検査は被検者の負担も大きく、体動による影響を受け良好な画質を得ることが困難となるが、検査を短時間で行うためには、撮像を担う技師や医師の熟練がある程度必要とされるのが現状である^{3),4)}。

このような 2D 法での欠点を踏まえて、ここ数年来、3D 法でデータを収集する方法が多く試みられるようになってきている^{6)~9)}。3D 法では一回の撮像により一定のボリュームの情報を収集するため、薄いスライスを連続して得ることが可能であり、また 2D 法のように適切なスライス方向を選択する必要もなく、技師や医師の熟練を必要としない。撮像時間も通常 10 分程度要するが、2D 法のように最適な断面が得られるまで検査を繰り返す必要もないため、全体の検査時間は短縮するケースが多いと考えられる。この 3D 法では、一回の撮像時間内に呼吸停止を行うことが困難なため、呼吸同期法を通常併用するが、今回我々は、横隔膜の上下運動をモニターして一定の呼吸時相の信号を捕らえるナビゲーターエコー法による呼吸同期法⁷⁾により、呼吸に伴うモーションアーチファ

クトの低減を図った。この呼吸同期法では、被験者に呼吸停止を強要することなく撮像可能なため、検査成功率を向上させることができる。しかし、3D 法において描出可能な冠動脈はスラブの設定上、比較的中枢側の冠動脈に限定されてしまい、末梢側の評価は困難である。また狭窄病変の描出率については現状では不十分で、Post ら⁸⁾は 20 例の患者について冠動脈造影の結果と対比し、50% 以上の狭窄病変に対して、sensitivity 38%, specificity 95% との結果を報告している。また、我々⁹⁾も 37 例の患者を対象に冠動脈造影の結果と対比を行ったところ、AHA 分類での 90% 以上狭窄に対して sensitivity 41.7%, specificity 100% と狭窄を過小評価する傾向があり、狭窄病変の評価には依然問題が残ることが明らかとなっている。

今回筆者は、3D 法において Gd-DTPA を用いた造影を行い、冠動脈描出能の向上および狭窄病変に対する診断能の改善が図られるかを検討した。造影剤を使用した報告では、Vrachliotis らが、呼吸停止下での 3D-MRA を用いて冠動脈バイパスグラフトの開存の評価に応用し良好な結果を示している¹⁰⁾。今回の結果でも、正常冠動脈における定量的評価では、SNR (Table 2) および CNR (Table 3) 共に向上しており、造影による画質の向上が確認された。セグメント別では、SNR, CNR 共に seg. 1, 次に seg. 6 において上昇率が高く、seg. 5 あるいは seg. 11 では低い傾向にあった。元来、造影前においても seg. 1 や 6 は、seg. 5 や 11 よりも SNR や CNR の数値が高く、これはコイルの感度領域の影響で、seg. 1 や 6 が相対的に seg. 5 や 11 よりも体表に近い部位に存在しており感度が良好であるためなどの原因が考えられる。今回の検討で、造影後においてその差が更に顕著となることが示された。

冠動脈描出能の視覚的評価 (Table 4) では、元画像、MPR 像共に、造影 MRA がすべてのセグメントにおいて描出能の向上が認められた。元画像、MPR 像両者共に seg. 1 の数値が

最も高く、定量的評価の SNR, CNR の上昇を反映する結果となった。セグメント 11 を除いて元画像の数値が MPR 像よりも上回っており、元画像の方が描出能向上の効果が高いといえるが、逆に MPR 像では元画像での効果を十分生かしてないことになり、今後は造影効果を最大限に生かす診断法の検討も必要であろう。

造影剤の注入方法に関して、面内の位相エンコード配列は、k-space 上の低周波成分のデータが撮像の中心で得られる linearly ordered phase encoding を用いており、この中心付近のデータが画像のコントラストを決定する¹¹⁾ため、撮像の中心付近に冠動脈内の造影剤濃度がピークに達するように造影剤の注入方法を設定する必要がある¹²⁾。最近の造影 3D-MRA の報告における造影剤の注入方法としては、造影剤を毎秒 1~2 ml と比較的急速に静注する方法 (bolus injection 法)^{12),13)}と持続的にゆっくりと注入する方法 (slow infusion 法)がある^{14),15)}。前者の bolus injection 法を用いれば、撮像の中心付近における冠動脈内の造影剤濃度を急速に高めることが可能であるが、その前後では急速に濃度が低下してしまい、撮像時間が長い場合には、撮像時間内の濃度の変化が大きいと必ずしも信号値の安定した上昇に寄与しないと考えられている。したがって、造影剤の注入においては、今回は撮像時間が 8~12 分と長いため、3~4 分かけてゆっくりと持続静注し撮像中に比較的冠動脈内の造影剤濃度の変化が少ない方法を採用したが、今後は、造影剤の注入速度の相違による信号強度の変化の検討も必要と考えられる。また最近では、位相エンコード配列を変更し、撮像の前半で画像のコントラストを決定する周波数空間上の低周波成分のデータを得る方法 (centric ordered phase encoding) も開発され造影 MRA に応用されてきている^{16),17)}。Slow infusion 法では、bolus infusion 法と比較してピーク時の造影剤濃度は低くなるが、注入後早い段階で造影剤濃度がピ

ークに達した後、その後緩やかに低下し比較的長時間にわたりある一定以上の濃度を保つことになると思われる。冠動脈内の造影剤濃度がピークに達する時期に画像のコントラストを決定する低周波成分のデータを得、更に一定の濃度を保っている時期にすべての撮像が終了するように位相エンコード配列を調整することが可能となれば、冠動脈描出能の更なる向上に寄与する可能性もある。

Gd-DTPA を用いた造影により冠動脈自体の描出能は向上したが、狭窄病変の診断率については、症例数が少ないため断定できないものの造影前後で有意な差が認められず、診断率の向上に寄与しない結果となった。したがって、現状の細胞外液移行型造影剤では、造影剤を用いる臨床的意義は少ないと考えられる。診断率の向上に寄与しない理由は幾つか考えられるが、一つに狭窄病変の診断率を向上させるほどには SNR, CNR の上昇が十分でなく、コントラストの改善が更に必要であることが推測される。今後は、造影剤の至適投与方法の検討とともに、従来からの細胞外液移行型のタイプではなく、血管内に長時間とどまる血管内造影剤の開発も進んでおり、その効果によっては、大幅なコントラスト分解能の改善の可能性が期待される¹⁸⁾。

診断率向上に寄与しない理由の一つとして、現在の coronary MRA では空間分解能にある程度の制約があるため、コントラスト分解能の改善のみでは中等度狭窄などの微細な病変の描出が困難なことが挙げられる。今回用いた 128×256 のマトリックス数では、径 4~5 mm 以下の血管の狭窄病変を明瞭に描出するには不十分である。空間分解能については面内のマトリックス数を増やしたりスライス厚を薄くすることも理論上は可能であるが、撮像時間が延長し体動に伴う motion artifact による画質の低下を引き起こしたり、コントラストが低下するなど相反する問題が大きくなるため、現状では困難と考えられる。

狭窄病変を良好に描出するためのもう一つ重要な要素に 3D 再構成法が挙げられる。3D 再構成法に関しては、従来より MPR 法を使用してきたが、この再構成を行う際に狭窄部位に画像的な修飾が加わり、狭窄自体が不明瞭化することも狭窄病変の診断能低下の原因の一つとして推測している^{19),20)}。筆者は、MPR 像とともに元画像を参照して狭窄の有無を判定したが、このような工夫とともに再構成に maximum intensity projection (MIP) 法を用いて高い診断率を得ている報告²¹⁾もあり、今後は MPR 法以外の再構成法の検討も必要と考えられる。

結 語

1. 呼吸同期を併用した 3D-coronary MRA に対し、Gd-DTPA 静注による造影を施行して、その有用性について検討した。
2. 正常血管では対象とするすべてのセグメントにおいて SNR, CNR が向上した。また、視覚的評価でも描出能の向上が確認された。
3. 狭窄病変に対する診断率には、有意な差が認められなかった。今後は、造影剤の至適投与法の検討や再構成法の検討などが必要と考えられる。

稿を終えるに当たり、御指導、御校閲を賜りました杏林大学医学部放射線医学教室蜂屋順一教授に深甚なる謝意を表するとともに、終始御指導いただきました似鳥俊明助教授に深謝いたします。

更に、本研究において終始御協力をいただきました本学第 2 内科の諸先生方に、厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Edelman RR, Manning WJ, Burstein D, Paulin S : Coronary arteries : breath-hold MR angiography. *Radiology* 1991 ; 181 : 641-643
- 2) Manning WJ, Li W, Edelman RR : A preliminary report comparing magnetic resonance coronary angiography with conventional angiography. *N Eng J Med* 1993 ; 328 : 828-832
- 3) 似鳥俊明, 花岡秀人, 吉野綾子, 他 : 冠動脈 MR アンジオグラフィーの臨床応用。—通常冠動脈撮影との比較と検査時間短縮化の検討—。日医放会誌 1995 ; 55 : 670-676
- 4) 似鳥俊明, 横山健一, 蜂屋順一, 他 : 冠動脈の MRA. *日独医報* 1997 ; 41 : 797-801
- 5) Nitatori T, Yokoyama K, Hachiya J, Seki T, Yoshino H, Ishikawa K : Comparison of 2D coronary MR angiography with conventional angiography. *Asian Oceanian J Radiology* 1998 ; 3 : 15-19
- 6) Wang Y, Grimm RC, Rossman PJ, Debbins JP, Riederer SJ, Ehman RL : 3D coronary MR angiography in multiple breath-holds using a respiratory feed-back monitor. *Magn Reson Med* 1995 ; 34 : 11-16
- 7) Wang Y, Rossman PJ, Grimm RC, Riederer SJ, Ehman RL : Navigator-echo-based real-time respiratory gating and triggering for reduction of respiration effects in three-dimensional coronary MR angiography. *Radiology* 1996 ; 198 : 55-60
- 8) Post JC, Rossum AC, Hofman MBM, Valk J, Visser CA : Three-dimensional respiratory-gated MR angiography of coronary arteries : comparison with conventional coronary angiography. *AJR* 1996 ; 166 : 1399-1404
- 9) Nitatori T, Yokoyama K, Hachiya J, Yoshino H, Watanuki A, Ishikawa K : Three-dimensional (3D) coronary MR angiography with respiratory gating and multiplanar reconstruction. *Asian Oceanian J Radiology* 1998 ; 3 : 11-15
- 10) Vrachliotis TG, Bis KG, Aliabadi D, Shetty AN, Safian R, Simonetti O : Contrast-enhanced breath-hold MR angiography for evaluating patency of coronary artery bypass grafts. *AJR* 1997 ; 168 : 1073-1080
- 11) Mezrich R : A perspective on k-space. *Radiology* 1995 ; 195 : 297-315
- 12) 横山健一, 似鳥俊明, 蜂屋順一 : わたしが奨める MRI ルーチン撮像法 ; 大動脈・末梢血管。臨床画像 1998 ; 14 : 1370-1379
- 13) 笠原利之, 高原太郎, 中島康雄, 石川 徹, 田中良一, Marc Van Cauteren : 骨盤部の高速脂肪

- 抑制付加 3D 造影ダイナミック MRA を用いた選択的動脈、静脈撮像. 日磁医誌 1997; 17: 149-156
- 14) Earls JP, Rofsky NM, DeCorato DR, Krinsky GA, Weinreb JC: Breath-hold single-dose gadolinium-enhanced three-dimensional MR aortography: usefulness of a timing examination and MR power injector. Radiology 1996; 201: 705-710
- 15) Prince MR: Gadolinium-enhanced MR aortography. Radiology 1994; 191: 155-164
- 16) 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
- 17) 天沼 誠, 木村敏彦, 滝沢 修, 小沢栄人, 榎本京子, 渡部恒也, 平敷淳子: 呼吸停止下 3 次元 MRI: Phase reordering による motion artifact 抑制効果の基礎的検討. 日医放会誌 1995; 55: 222-227
- 18) Stillman AE, Wilke N, Li D, Haacke EM, Mclachlan S: Ultrasmall superparamagnetic iron oxide to enhance MRA of the renal and coronary arteries: studies in human patients. JCAT 1996; 20: 51-55
- 19) 横山健一, 似鳥俊明, 花岡秀人, 水谷良行, 山上哲央, 関 恒明, 蜂屋順一, 吉野秀朗, 石川恭三: Navigator echo technique を用いた冠動脈 3D-MRA—従来法との比較および臨床応用への問題点について—. 日磁医誌 1997; 17(suppl): 145
- 20) 横山健一, 似鳥俊明, 蜂屋順一: 冠動脈の MR アンジオグラフィー. 臨床科学 1997; 33: 203-209
- 21) Woodard PK, Li D, Haacke EM, et al.: Detection of coronary stenosis on source and projection images using three-dimensional MR angiography with retrospective respiratory gating: preliminary experience. AJR 1998; 170: 883-888

Three-dimensional Coronary MR Angiography with Continuous Administration of Gd-DTPA: Delineation and Detection of Coronary Artery Stenosis

Kenichi YOKOYAMA

*Department of Radiology, Kyorin University School of Medicine
6-20-2 Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo 181-8611*

Three-dimensional coronary MR angiography (3D coronary MRA) with Gd-DTPA administration was performed in 19 patients to evaluate the vascular delineation and diagnostic capability for stenotic lesions. A 3D fast low-angle shot (FLASH) with a navigator echo respiratory gating technique was used with a superconducting 1.5 tesla MR system (Vision, Siemens Medical Systems, Erlangen, Germany). Administration of the conventional T₁ contrast agent with extra-cellular distribution produced a significant increase in the SNR and CNR of the proximal coronary arterial images. Visual score of both the source images and the multiplanar reconstruction (MPR) images assessed by three radiologists was superior to those on control images (without contrast enhancement). The MRA findings of stenotic lesions of the coronary artery were compared with the results of the conventional coronary angiographic study. Overall sensitivity and specificity for the detection of stenosis were almost the same as those of control images. In conclusion, 3D coronary MRA with Gd-DTPA administration improved coronary artery delineation. However, further technical improvements are required to enhance the value of the technique in detecting stenoses.