

## 高速 MRI と MDCT : 現状と今後の使い分け —心血管—

渡邊 祐司

倉敷中央病院放射線科

### はじめに

心血管画像診断の分野における MRI と CT は、高速 MRI と MDCT の登場によりスキャンの高速化、撮像時間短縮が実現され、飛躍的な進歩を遂げている。現在、心臓の冠動脈を含めた心血管系の非侵襲的な検査法として、高速 MRI と MDCT は重要な地位を占めている<sup>1)~20)</sup>。今回この高速 MRI と MDCT のトピックスを中心に解説し、MR では高磁場 1.5T を用い、CT では 16 列 CT を用いるものとして、その使い分けについて簡潔に述べる。

### 使い分けの考慮点 (Table 1)

心血管系の画像診断に必要な情報は大きく分けて三つある。内腔の狭窄・拡張の有無、血管壁すなわち動脈硬化のプラークの性状、そして血管内腔を流れる血液の血流の情報である。この3点を高速 MRI と MDCT を使い分けて臨床に必要な情報を引き出ししていく必要がある。画像情報に加えて考慮すべき点は、撮像部位、画像の安定性、機械がどの程度普及しているかその汎用性、そして検査手技の簡便性、安全

性、造影剤の安全性等について考慮する必要がある。

#### 1. 検査時間と画像情報 (Table 2)

検査時間については MDCT 16 列が圧倒的に短い時間で検査を終了することができる<sup>1)</sup>。しかし 3D, MIP などの再構成に関しては、MR が最も早く処理できる<sup>2)~4)</sup>。MDCT では CT 値の高い骨を除去するのに時間を要し、画像再構成の時間は MR と比べて比較的長い時間を要する。すなわち画像再構成までを入れた時間を検査時間とすれば、実際に画像情報として提供できるまでの時間は高速 MRI と

Table 1. Considerations for the Choice of MR and CT in the Cardiovascular Imaging

- |  |
|--|
| 1. MR 1.5T   |
| CT 4-detector rows, 16-detector rows                                   |
| 2. Vascular information  |
| lumen : stenosis or dilatation   |
| vessel wall : atherosclerotic plaque                                   |
| blood flow   |
| 3. Imaging field   |
| 4. Stability, availability, simplicity, individual performance, safety |

この総説は、第 31 回日本磁気共鳴医学会大会シンポジウム「高速 MRI と MDCT : 現状と今後の使い分け」での講演を中心にまとめたものである。

キーワード MR angiography, CT angiography, cardiovascular imaging, vessel wall

**Table 2.** Comparison of MR and CT in the Cardiovascular Imaging

	MR	CT	
		4-detector row	16-detector row
Examination time			
scan time	△	○	◎
reconstruction time	◎	○	○
Coverage of imaging field	△	○	◎
Vascular information			
vascular lumen	◎	◎	◎
vascular wall	◎	△	△
blood flow	◎	×	×

◎ excellent ○ fair △ good × not applicable

MDCT でそれほどの大きな違いはない。どれだけの広さを検査できるかということに関しては MDCT が優れている。高速 MRI でもテーブル移動法を利用すれば広い範囲が造影できるが、MDCT では頭部から下肢まであらゆる範囲を高速で広く撮像することができる<sup>1)~5)</sup>。

画像情報の中で、内腔の情報は MR と MDCT 共に優れている<sup>6)</sup>。しかし MDCT では高度の石灰化のある部位の内腔の狭窄の判定が困難なことがある。このことは腎動脈・冠動脈等の内腔の狭窄度の判定に困難を生じている。一方、MR は空間分解能で CT に劣っているが、内腔のコントラストはすばらしく、CT では判定が困難な石灰化がある部位の内腔も狭窄度を正しく判定できる。画像情報についての MR と CT の大きな違いは血管壁の性状についてである。MR が血管壁プラークの性状についてリピッドコア、血栓、プラーク内出血、繊維化、石灰化などのプラークの性状について詳しく知ることができるが、CT では、石灰化以外のプラークの性状については細かな分析が困難

**Table 3.** Comparison of MR and CT in General Considerations

	MR	CT	
		4-detector row	16-detector row
safety contrast media	◎	○	○
radiation exposure	◎	△	○
simplicity	○	○	◎
individual difference	△	◎	◎
availability	△	◎	○

◎ excellent ○ fair △ not bad

である<sup>7)~9)</sup>。

血管の血流の情報については MRI が圧倒的に CT に比較して優れている。頭部、頸部での PC 法による血流測定、また冠動脈においても同様に MR で血流量の測定を行うことができる。CT ではこの情報を得るのは困難である。

**2. 検査の安全性・簡便性 (Table 3)**

被曝に関しては CT では避けられないが、MR では X 線の放射線被曝がなく安全な検査法である。また検査の確実性、簡便性については圧倒的に MDCT が優れている。MR は機種による性能に大きな差があり、また同じ機種であっても MR の個体差があるため汎用性の観点からは MDCT と比べて劣っている。

一般的に CT アンギオでは造影剤を必要とする。使用する造影剤はヨード造影剤で、腎毒性がある。MR アンギオでは、造影剤を使わない非造影 MR アンギオと使う造影 MR アンギオがあり、MR に使用する Gd 造影剤はヨード造影剤に比べて腎毒性が低く比較的安全である<sup>10)~14)</sup>。すなわち、造影剤の観点からは、心血管系の検査法として最も安全な非造影 MR アンギオを最初に行うのが望ましい。しかし、非造影 MR アンギオで良好な画像情報が得ら

2004年4月19日受理

別刷請求先 〒710-8602 岡山県倉敷市美和 1-1-1 倉敷中央病院放射線科 渡邊祐司

れないときは、造影剤を使用する造影MRアンギオあるいはヨード造影剤を使用するCTアンギオが高い確実性ですばらしい画像を提供してくれる。

3. 検査部位と目的 (Table 4)

実際には、検査部位や目的とする情報によってMRとCTを使い分ける。血管の内腔の狭窄や拡張の情報については、頭部・頸部では非造影MRアンギオを優先して行う。その他の領域ではCTアンギオとMRアンギオ共に高画質の画像が得られるので、低侵襲性の非造影あるいは造影MRアンギオをできるだけ優先するのが望ましい。しかし、MRは体動、空気、金属などの影響でアーチファクトを生じ、画質が劣化することがあるので、そのような場合はCTアンギオを行う。

冠動脈はまだチャレンジの領域である。16列CTでは高い確実性をもって診断に十分な画質の冠動脈撮像を行うことができる<sup>1),15)~17)</sup>。しかし石灰化が高度な場合その内腔の狭窄度の判定は困難である。一方、MRでは冠動脈の石灰化に影響されることなく、冠動脈の内腔を良好に描出することができる<sup>12)~14)</sup>。しかし、確実性という点からはMDCTに対して明らかに

劣っている。すなわち冠動脈においてはCTとMRの使い分けはお互いに相補的であると考えられる。

4. 検査方法の比較

CTアンギオは、造影剤を急速静注し、動脈内の造影剤濃度が高い間にCTスキャンを行う<sup>1)</sup>。CTスキャンの検査時間はCTの機種すなわちマルチスライスが何列かによって異なるが、最新のマルチスライスCT(16列)であれば10数秒から30秒程度で胸腹部あるいは下肢も含めて動脈の画像を撮像できる。CTスキャンによって得られる画像は横断像であるが、ワークステーションを用いて動脈の3次元画像やMIP, MPR画像を作成する(Fig. 1)。腹部領域では、動脈相・門脈相・静脈相を区別して血管像が得られる(Figs. 2, 3)。また小動脈の描出も良好である。

心臓冠動脈の撮像は特殊で、心電図同期を行ってCTスキャンを行い、得られたデータの中から1心拍の特定の時相(拡張中期あるいは収縮末期)の80~200msのデータだけを抽出して画像を作成する<sup>1),15)~17)</sup>。CTアンギオの読影は、血管の狭窄閉塞を3次元画像やMIP, MPR画像などの再構成画像で判定し、血管壁のプラークについては横断像やMPR画像で判定する。CTアンギオでは、高画質の冠動脈像が得られるが、CTの性質上、石灰化部位の狭窄度の判定が難しい。特に慢性腎不全患者の冠動脈は高度の石灰化病変が多くCTアンギオによる評価を困難にしている。しかし石灰化だけでなく濃度の低い不安定プラークの検出も可能であるので、プラークの危険度の判定に利用することが期待されている。

造影MRアンギオの原理はCTアンギオと同様である。Gd-造影剤の満たされた血管内腔が、その血中濃度に応じて高信号に描出される<sup>2)~4),18)</sup>。描出しようとする血管や部位によって撮像シーケンス、画像処理、造影剤の投与方法を最適化する必要があり、SENSEに代表されるparallel imagingや、脂肪抑制法の併

Table 4. Comparison of MR and CT in the Imaging Field

	MR	CT	
		4-detector row	16-detector row
head	◎	△	○
neck	◎	△	○
Thoracic aorta	○	◎	◎
abdominal aorta	◎	○	◎
Renal artery	◎	◎	◎
Portal vein	◎	○	◎
Iliac arteries	○	○	◎
Lower extremity	◎	○	◎
Coronary artery	○	△	◎

◎ excellent ○ fair △ not bad

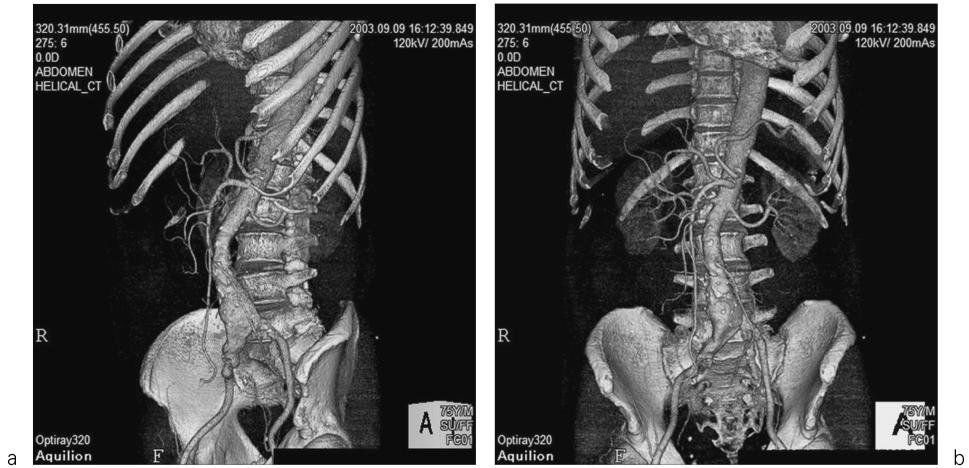


Fig. 1. Abdominal aortic aneurysm  
a, b) CT angiography : three-dimensional volume-rendering image



Fig. 2. Thromboembolism of the superior mesenteric artery  
a) CT angiography : three-dimensional volume-rendering image  
b) CT angiography : MIP  
CT angiography (a, b) shows occlusion of the superior mesenteric artery (→).

用も重要な撮像ポイントである<sup>4),5)</sup>。パルスシーケンスは、撮像時間の短い3Dグラジエントエコー法が用いられ、呼吸停止下での撮像が可能である。急速静注により高い血中濃度が得られるので、少量の造影剤でも撮像可能である。画像処理として、従来のX線血管造影

(DSA)に用いられたサブトラクションの手法を応用することができ、高コントラストの血管像が得られる (Fig. 4)。

非造影MRアンギオは、様々な撮像方法があり、頭部や頸部に用いられるTOF (time-of-flight) 法やPC (phase contrast) 法や、大動



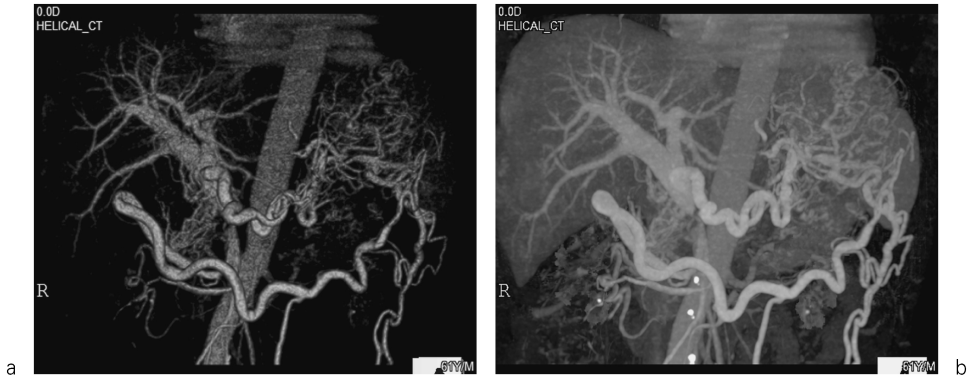


Fig. 3. Pancreatic cancer causing obstruction of portal and splenic vein

a) CT angiography : three-dimensional volume-rendering image

b) CT angiography : MIP

Both portal and splenic veins are occluded due to encasement by pancreatic cancer. Note the coronary and gastroepiploic veins are dilated and tortuous as collateral pathway.

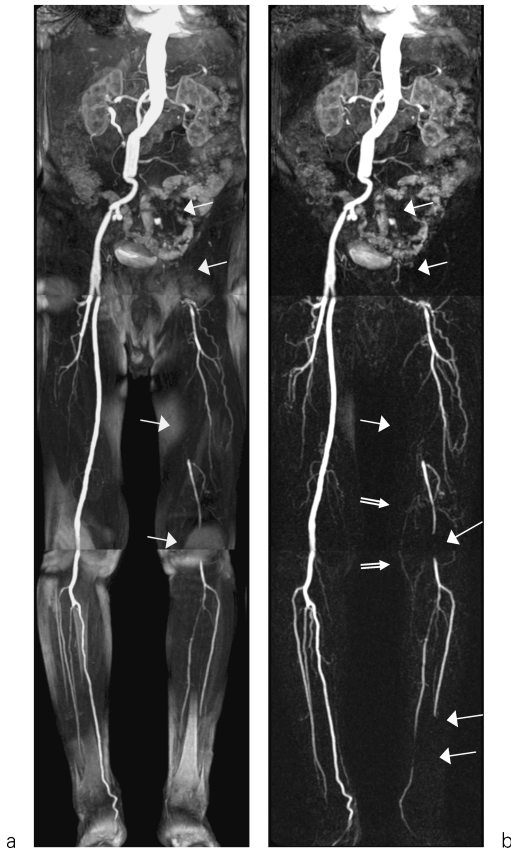


Fig. 4. Arteriosclerotic occlusion

a) Moving-table contrast-enhanced MRA with fat-suppression technique

b) Moving-table contrast-enhanced MRA with subtraction technique

The left common iliac, external iliac, superficial femoral arteries are occluded (→) and reconstituted at the popliteal artery. Note the collateral pathways via deep femoral arteries (⇒). Moving-table contrast-enhanced MRA with subtraction technique (b) gives better visualization of small arteries than moving-table contrast-enhanced MRA without subtraction technique (a).

脈-腎動脈の撮像に用いられる steady-state coherent sequence などである。前2者の原理は血管内腔の血液の流れを利用し、後者は血液や胆汁などの液体が高信号に描出されることを利用した方法である (Figs. 5, 6)。

心臓冠動脈の MR アンギオも非造影 MR アンギオが主体で、steady-state coherent sequence が主に用いられている<sup>10)~14)</sup>。この方法は高度なテクニックが必要である。通常の呼吸をしている状態で撮像するが、real-time navigator という呼吸同期の手法を用いてあたかも呼吸を停止させたようにし、もう一つは心電同期を用いて心臓の動きが最も長く停止しているとき (拡張中期) を狙って冠動脈を撮像する方法である。この方法で心臓冠動脈全体を描出できる<sup>12)</sup>。この変法として左右冠動脈をそれぞれ選択的に描出する方法や呼吸停止下に撮像する方法がある<sup>13),14)</sup>。

### 血管壁イメージング：頸動脈狭窄と動脈硬化性プラーク

動脈病変の評価には、血管の狭窄度とともに血管壁のプラークの性状診断が重要である。この領域では、CT に比べ、MR が格段に詳細な情報を提供してくれる。不安定で危険なプラークは脳梗塞や急性冠症候群を引き起こす原因となるので、プラークがこのような不安定で危険な状態かどうかを診断することが大切である。動脈の粥状硬化症は、動脈壁にリポ蛋白が沈着し、内膜の肥厚と、結合組織の増殖を伴う病態である。この状態が進行すると血管内腔は狭窄し、内腔側に突出したプラークを形成したり、時には血栓で完全に閉塞する。プラークは、粥腫 (lipid core)、粥腫内出血、壊死、炎症細胞浸潤、血栓、線維性被膜、石灰化などを含み、脳、心、末梢血管の循環障害を起こしてくる<sup>7)</sup>。内腔側の被膜が破綻すると、粥腫と血液成分の接触により血栓を形成し血管閉塞を生じたり、粥腫や血栓が塞栓源になったりして、脳

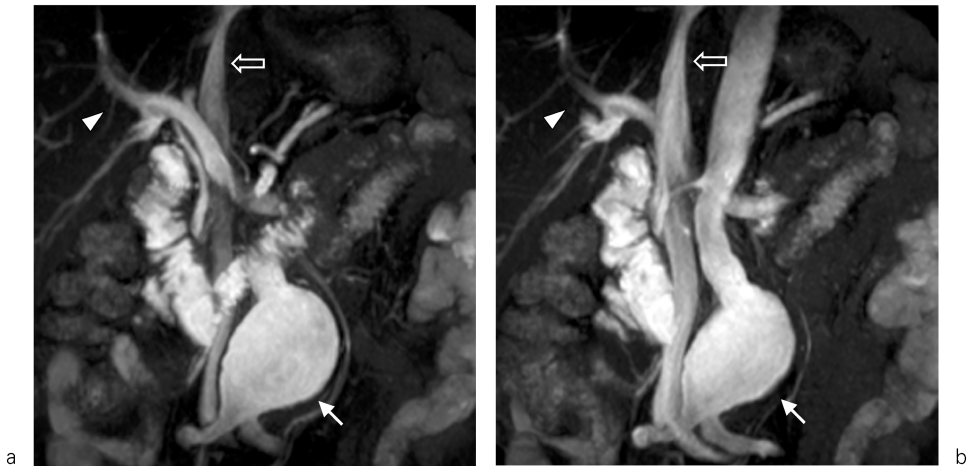


Fig. 5. Abdominal aortic aneurysm  
 a) non-contrast-enhanced MR angiography : parallel MIP.  
 Abdominal aortic aneurysm (→) is clearly depicted in the non-contrast-enhanced MR angiography using steady-state coherent sequence. Also note the portal vein (△) and inferior vena cava (⇒).



Fig. 6. Splenic vein thrombosis and esophagogastric varix in a patient with liver cirrhosis  
 a-c) non-contrast-enhanced MR angiography : parallel MIP.  
 Thrombi in the dilated splenic vein (↑) is depicted as a defect of signal intensity. Also note the dilated coronary vein (△) directing into the esophagogastric varix (⇧).

梗塞や急性冠症候群を引き起こす。危険性の高いプラークは、被膜が薄く、大きな粥腫 (lipid-rich core) や新生栄養血管の破綻によるプラーク内血腫を含み、強い炎症細胞浸潤を伴うプラークである (Table 5)。すなわち、プラークの構成成分の中で粥腫 (lipid core)、粥腫内出血や、血栓を繊維性プラークや石灰化成

Table 5. Characterization of Atherosclerotic Plaque

Soft Plaque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lipid core</li> <li>• Hemorrhage</li> </ul>
Hard Plaque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• thrombus</li> <li>• fibrous cap</li> <li>• calcification</li> </ul>

分と鑑別することが画像診断に求められている。

MR では、 $T_1$ 、 $T_2$ 強調像の二つの違ったコントラストを組み合わせて病変の性状診断を行うので、脂質成分、出血、血栓、線維化などのプラークを構成する要素を的確に把握することができる<sup>8),9)</sup>。血管壁をMRで高画質に描出する

ためには、従来のMRアンギオとは反対に血管内腔を無信号にする必要がある<sup>19)</sup>。

この血管壁のMRイメージングが最もよく用いられているのが頸動脈である。総頸動脈が内頸動脈と外頸動脈に分岐する部位は最もプラークのできやすい場所である。プラークの硬

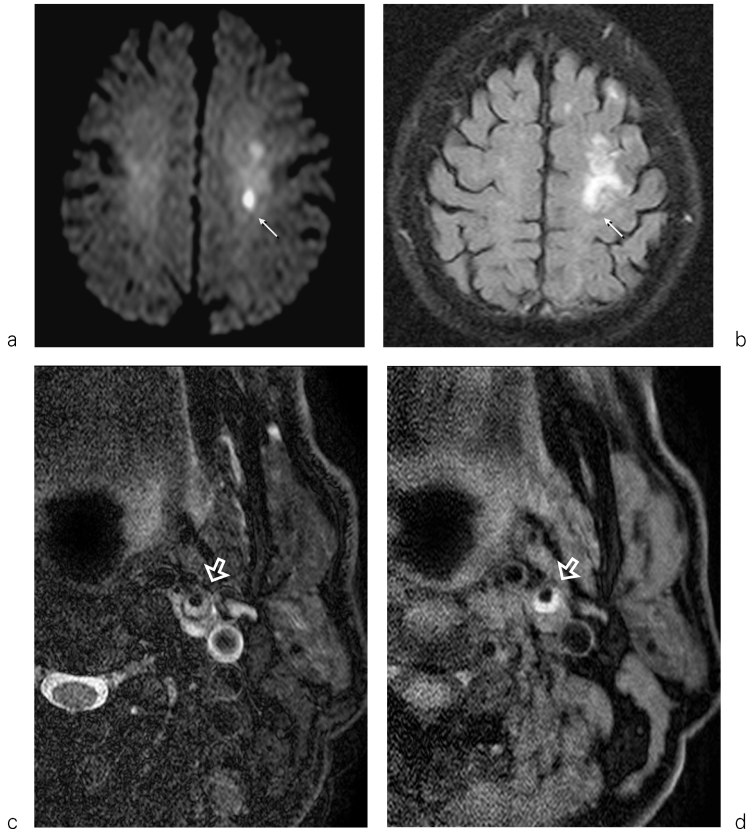


Fig. 7. Acute cerebral infarction caused by a risky unstable atherosclerotic plaque of the internal carotid artery

a) diffusion-weighted image

b) fat-suppressed FLAIR image

c) fat-suppressed  $T_2$ -weighted image of the left internal carotid artery

d) fat-suppressed  $T_1$ -weighted image of the left internal carotid artery

Acute cerebral infarction is shown as hyperintensity ( $\rightarrow$ ) in both diffusion-weighted (a) and FLAIR images (b). The unstable atherosclerotic plaque of the internal carotid artery ( $\Rightarrow$ ) is proven to be the cause of this embolic disease, which is depicted as hyperintensity on fat-suppressed  $T_1$ -weighted image (d) and isointensity on fat-suppressed  $T_2$ -weighted image (c) relative to that of the parotid gland.

さで、soft plaque と hard plaque に分類するのが実際の臨床徴候とよく合致し、soft plaque は塞栓症を引き起こすリスクの高いプラーク (risky plaque) で、脳梗塞や一過性脳虚血発作 (TIA) と関連している (Fig. 7). Soft plaque は、脂肪抑制 T<sub>1</sub>強調像あるいは脂肪抑制 T<sub>2</sub>強調像で耳下腺や顎下腺に比べて高信号を示し、病理像では粥腫や比較的新しい粥腫内出血や血栓に相当する (Table 6). すなわち、MR の T<sub>1</sub>あるいは T<sub>2</sub>強調画像で高信号を呈するプラークは危険度の高いプラークである (Fig. 8)<sup>7)~9)</sup>.

CTで血管壁を評価するのに、造影剤を使う必要はない。石灰化プラークを容易に検出できる。しかし、繊維化の強い安定プラークと脂質成分の多い不安定プラークとの区別はCT値だけでは困難なことが多く、プラークの評価はMRに比べ劣っている。

血管壁のMR imagingは、頸動脈だけでなく冠動脈、大動脈、腎動脈などへの応用も可能である (Fig. 9)<sup>20)</sup>。動脈硬化症は全身性の疾患であるので、頸動脈プラークのある患者では、冠動脈、大動脈などにもプラークが存在する確率が高い。T<sub>1</sub>強調像とT<sub>2</sub>強調像の両者を撮像して、どちらかで高信号を呈するプラークがあれば血栓症や塞栓症を来すリスクが高いプラークとして積極的な治療を考慮していく必要があると考えられる。

Table 6. Plaque Characterization

		FS-T <sub>1</sub> WI		
		hyper intensity	iso intensity	low intensity
FS-T <sub>2</sub> WI	hyper intensity	hemorrhage + lipid	lipid	—
	iso intensity	hemorrhage	fibrous	—
	low intensity	—	—	calcification

### 腎血管性高血圧

慢性腎不全患者の高血圧は、腎性と腎血管性を鑑別することが重要である。腎機能が低下しているため第一選択となるのは、造影剤を使用しない非造影MRアンギオでsteady-state coherent sequenceを用いる方法である。これのみでは、腎静脈が重なり腎動脈の判定が困難となるときがあるので、特殊な技術 (rest-slab) を用いて腎動脈を選択的に描出する (Fig. 10)。腎動脈の描出が不良の場合には、Gd-造影剤を用いた造影MRアンギオで、腎動脈近位部だけでなく、遠位部を含めた腎動脈全体を描出する必要があるが<sup>4)</sup>、慢性腎不全患者では腎臓の萎縮に伴い腎動脈も狭細化し、血流量も低下しているため、造影剤を用いた造影MRアンギオやCTアンギオでも腎動脈の描出が不十分なことがある。

### 心臓冠動脈

冠動脈は、蛇行し、心拍動、呼吸の動きとともに常に動いているので、MRやCTによる冠動脈の描出は他の領域のアンギオと比べ、遥かに困難な領域である。また、冠動脈は大動脈や腸骨動脈に比べ細く、冠動脈主幹部の直径は約3~5mmで、末梢に向かうに従い先細る。このため、狭窄・閉塞の正確な評価を行うためには高い空間分解能と高画質が必要である。現在、冠動脈を非侵襲的に描出する方法として期待されているのが造影剤を用いたCTアンギオと造影剤を用いない非造影MRアンギオの二つである。CTアンギオでは、高画質の冠動脈像が安定的に得られるが<sup>1),15)~17)</sup>、CTの性質上、石灰化部位の狭窄度の判定が難しい。特に慢性腎不全患者の冠動脈は高度の石灰化病変が多くCTアンギオによる評価を困難にしている (Fig. 11)。MRでは撮像技術の進歩で、CTと同様に冠動脈全体をカバーする撮像が可能になっている。Soap-bubble-MIP再構成法を用

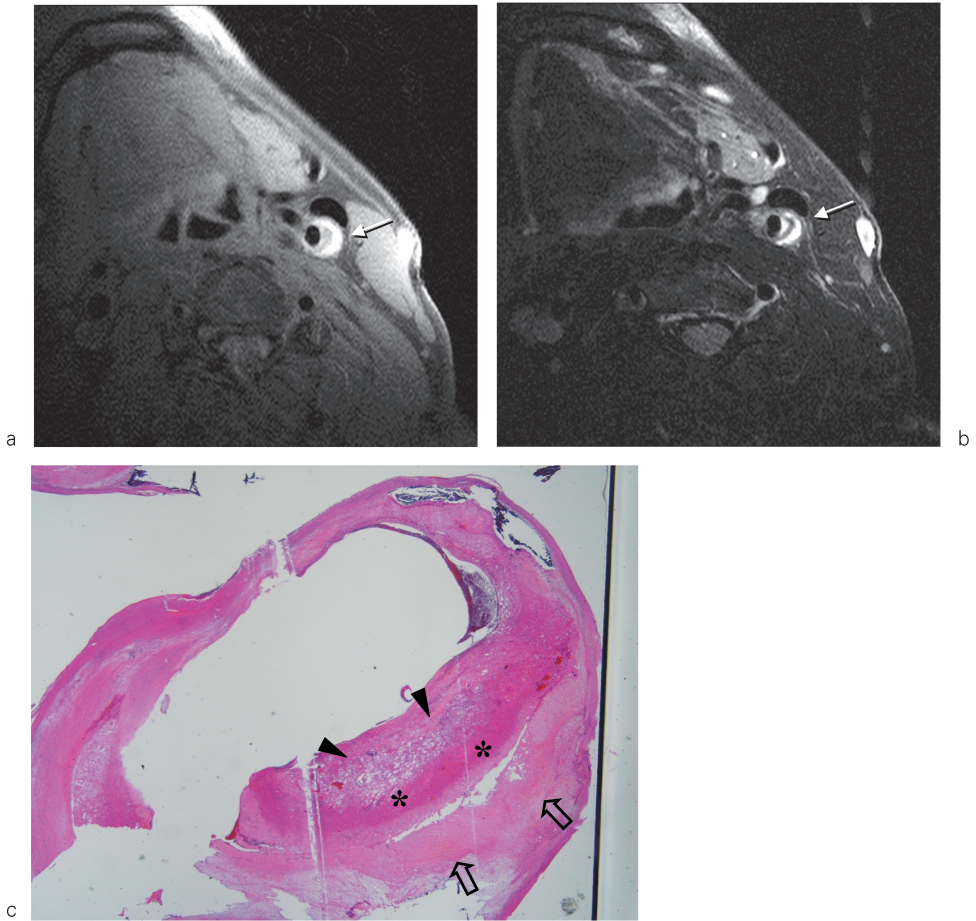


Fig. 8. Risky soft plaque of the carotid artery

a) fat-suppressed T1-weighted image

b) fat-suppressed T2-weighted image

c) Microscopic image of the surgical specimen with hematoxyline-eosine staining

The carotid plaque is shown to have multi-layers on fat-suppressed T1-weighted (a) and T2-weighted images (b). The inner layer, which is depicted as isointensity on fat-suppressed T1-weighted image and as hyperintensity on fat-suppressed T2-weighted image, correlated with the lipid core (▲) of the surgical specimen. The middle layer, which is depicted as iso-hypointensity on both the fat-suppressed T1- and T2-weighted images, corresponded to the fibrous band (\*) of the surgical specimen. The outer hyperintense layer (⇒) on both the fat-suppressed T1- and T2-weighted images was found to be intraplaque hemorrhage.

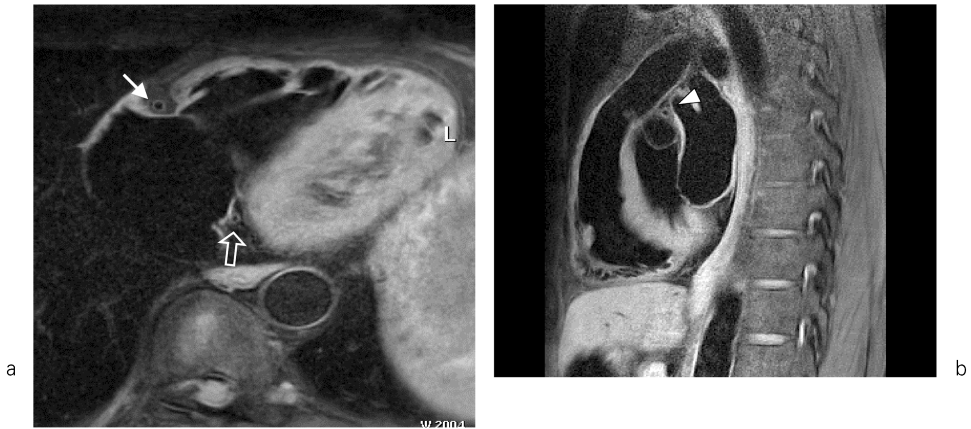


Fig. 9. Vessel wall imaging of coronary arteries using black-blood fat-suppressed T2-weighted imaging in normal healthy volunteer

- a) Right coronary artery and left circumflex artery
- b) Left main trunk

The lumen of the coronary arteries showed no signal intensity, which gives clear delineation of the vascular wall of the coronary arteries: RCA ( $\rightarrow$ ), LCX ( $\Rightarrow$ ), LMT ( $\Delta$ ).

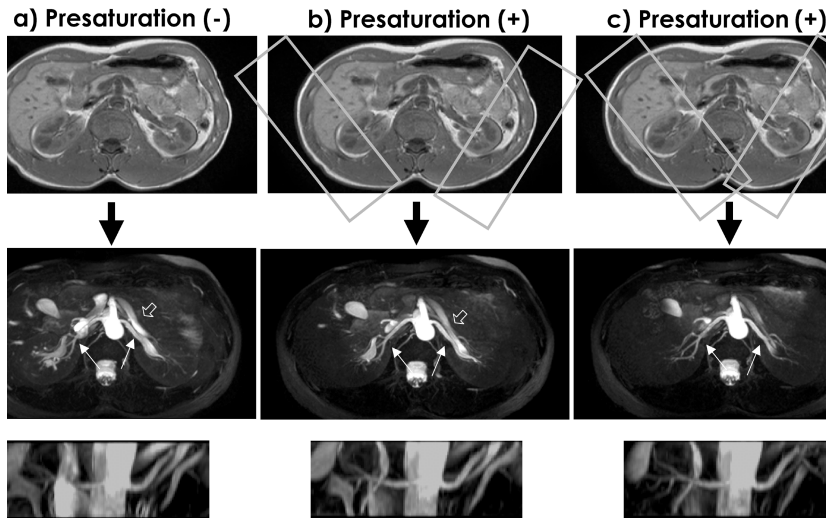


Fig. 10. Selective depiction of renal arteries on non-contrast-enhanced MR angiography

- a) Conventional non-contrast-enhanced MR angiography
- b) non-contrast-enhanced MR angiography using rest slab on the outer half of both the kidneys
- c) non-contrast-enhanced MR angiography using rest slab on the whole kidneys

(a) Renal arteries ( $\rightarrow$ ) and veins ( $\Rightarrow$ ) cannot be separately shown on the conventional images. (b) Incomplete coverage of the kidneys by rest slabs leads to the insufficient reduction of signal intensities of the renal veins ( $\Rightarrow$ ), which does not allow to visualize distal renal arteries selectively. (c) Entire coverage of the kidneys by rest slabs enables to depict both the proximal and distal renal arteries ( $\rightarrow$ ) selectively.

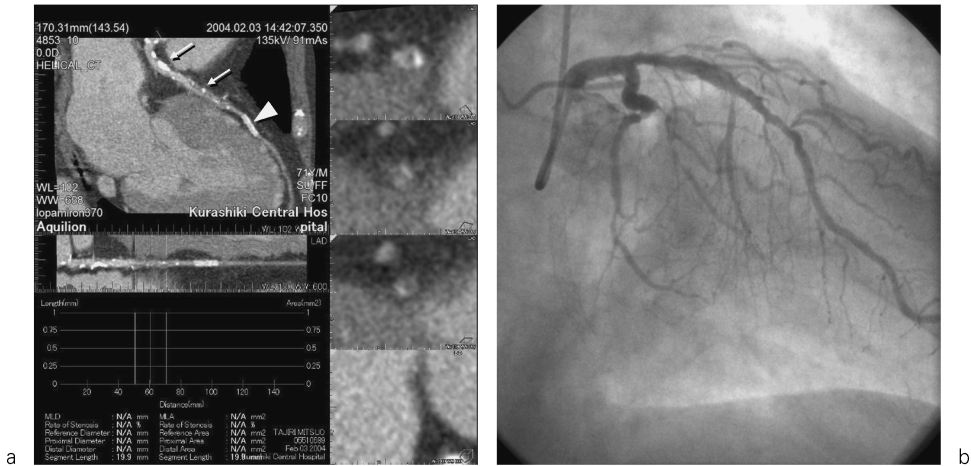


Fig. 11. CT angiography of the coronary artery in a patient with ischemic heart disease  
 a) CT angiography  
 b) Conventional X-ray coronary angiography  
 CT angiography (a) revealed multiple calcified plaque (→) of the left coronary arteries, which hinders to assess the degree of stenosis. Also note the metallic stent (△) does not allow for the patency of the lumen. Conventional CAG (b) proves the moth-eaten appearance of the coronary artery lumen as seen on CT angiography.

いて3次元的な画像表示ができ、冠動脈の評価が容易になっている (Fig. 12). MR では CT と比べ空間分解能が劣るが、石灰化の部位も非石灰化部位と同様に狭窄度を判定することができるので、この冠動脈領域では MR と CT は相補的な役割を担っている。

### 結 語

心血管系の画像診断に必要な情報は血管の内腔と血流、そして血管壁のプラークの性状である。これらの領域では MR と CT では検査目的と検査部位別によってそれぞれ優位性が異なっている。すなわち臨床の現場では MR vs CT ではなくて MR & CT である。心血管領域で MR と CT, どちらを最初に第1選択するかということに関しては各施設の状況、また CT, MR の機種、そして個々の患者に応じた利用方法を考えていく必要がある。MR, MDCT 共に

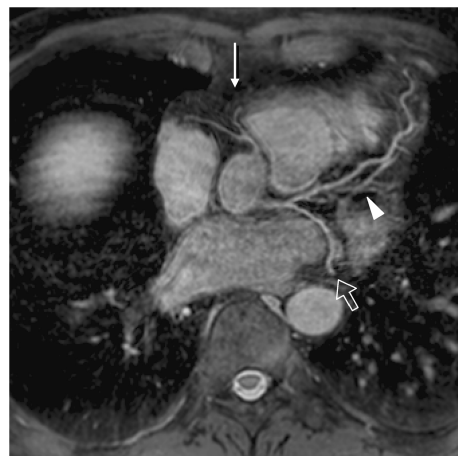


Fig. 12. Coronary MR angiography covering the whole heart  
 Soap-bubble MIP-reconstructed images clearly show the major coronary arteries, right coronary artery (→), left anterior descending artery (△), left circumflex artery (⇒).



ますます高速撮像の道が開けていくと期待されている。そして検査方法、プロトコルを日々改善し、より良い検査方法、検査体制を確立させていくことが何より重要である。

## 謝 辞

多大なご協力を頂いた、倉敷中央病院放射線科医師永山雅子、奥村明、天羽賢樹、勝部敬、柿手卓、菅剛、小山新吾、中谷航也、百々義廣、放射線センター秘書陶山浩子、松本嘉子、およびMR検査室技師田淵隆、光井英樹、森本規義、中田和明、熊代正行、清野隆の各氏に深謝致します。

## 文 献

- 1) Pannu HK, Flohr TG, Corl FM, Fishmann EK : Current concepts in multi-detector row CT evaluation of the coronary arteries : principles, techniques and anatomy. *RadioGraphics* 2003 ; 23 : 111-125
- 2) Watanabe Y, Dohke M, Okumura A, Amoh Y, Ishimori T, Oda K, Dodo Y : Dynamic subtraction MR angiography : first-pass imaging of the main arteries of the lower body. *AJR* 1998 ; 170 : 357-360
- 3) Watanabe Y, Dohke M, Okumura A, Amoh Y, Ishimori T, Oda K, Hayashi T, Hiyama A, Dodo Y : Dynamic subtraction contrast-enhanced MR angiography : technique, clinical applications, and pitfalls. *RadioGraphics* 2000 ; 20 : 135-152
- 4) 渡邊祐司 : 最新の造影 MR angiography 診断. *Nippon Acta Radiologica* 2000 ; 60 : 493-499
- 5) Ofc A, Nitecki SS, Linn A, et al. : multidetector CT angiography of deripheral vascular disease : a prospective comparison with intraarterial digital subtraction angiography. *AJR* 2003 ; 180 : 719-724
- 6) Willmann JK, Widermuth S, Pfammatter T, Roos JE, Seifert B, Hilfiker PR, Marincek B, Weishaupt D : Aortoiliac and renal arteries : prospective intraindividual comparison of contrast-enhanced three dimensional MR angiography and multi-detector row CT angiography. *Radiology* 2003 ; 226 : 798-811
- 7) 永山雅子, 渡邊祐司, 田淵 隆, 他 : Vessel wall imaging. 映像情報 Medical Routine Clinical MRI 2004 Book 2003 ; 35 : 76-81
- 8) Yuan C, Mitsumori LM, Ferguson MS, Polissar NL, Echelard D, Ortiz G, Small R, Davies JW, Kerwin WS, Hatsukami TS : *In vivo* accuracy of multispectral magnetic resonance imaging for identifying lipid-rich necrotic cores and intraplaque hemorrhage in advanced human carotid plaque. *Circulation* 2001 ; 104 : 2051-2056
- 9) Moody AR, Murphy RE, Morgan PS, et al. : Characterization of complicated carotid plaque with magnetic resonance direct thrombus imaging in patients with cerebral ischemia. *Circulation* 2003 ; 107 : 3047-3052
- 10) Shea SM, Deshpande VS, Chung YC, Li D : Three-dimensional true-FISP imaging of the coronary arteries : improved contrast with T<sub>2</sub>-preparation. *JMRM* 2002 ; 15 : 597-602
- 11) 渡邊祐司 : 冠動脈 MRA : 技術と臨床応用. *日磁医誌* 2003 ; 23 : 152-165
- 12) Weber OM, Martin AJ, Higgins CB : Whole-heart steady-state free precession coronary artery magnetic resonance angiography. *MRM* 2003 ; 50 : 1223-1228
- 13) Watanabe Y, Nagayama M, Amoh Y, Fujii M, Fuku Y, Okumura A, Van Cauteren M, Stuber M, Dodo Y : High-resolution selective three-dimensional MR coronary angiography with navigator-echo technique : segment-by-segment evaluation of coronary artery stenosis. *J Magn Reson Imaging* 2002 ; 16 : 238-245
- 14) Kim WY, Danias PG, Stuber M, et al : Coronary magnetic resonance angiography for the detection of coronary stenoses. *N Engl J Med* 2001 ; 345 : 1909-1910
- 15) Nieman K, Oudkerk M, Rensing BJ, van Ooijen P, Munne A, van Geuns RJ, de Feyter PJ : Coronary angiography with multi-slice computed tomography. *Lancet* 2001 ; 357 : 599-603
- 16) Cadmartiri F, Luccichenti G, Marano R, Avone P : Techniques for the optimization of coronary artery opacification in non-invasive angiography

- with a 16-row multislice computed tomography. *Radiol Med* 2004 ; 107 : 24-34
- 17) Maintz D, Seifarth H, Flohr T, Kramer S, Wichter T, Heindel W : Improved coronary artery stent visualization and in-stent stenosis detection using 16-slice computed-tomography and dedicated image reconstruction technique. *Invest Radiol* 2003 ; 38 : 790-795
- 18) van den Brink JS, Watanabe Y, Kuhl CK, et al. : Implications of SENSE MR in routine clinical practice. *Eur J Radiol* 2003 ; 46 : 3-27
- 19) Simonetti OP, Finn JP, White RD, Laub G, Henry DA : Black blood T<sub>2</sub>-weighted inversion-recovery MR imaging of the heart. *Radiology* 1996 ; 199 : 49-57
- 20) Kim WY, Stuber M, Bornert P, Kissinger KV, Manning WJ, Botnar RM : Three-dimensional black-blood cardiac magnetic resonance coronary vessel wall imaging detects positive arterial remodeling in patients with non-significant coronary artery disease. *Circulation* 2002 ; 106 : 299

## Cardiovascular Imaging : The Role of Fast MRI and Multi-detector Row CT

Yuji WATANABE

*Department of Radiology, Kurashiki Central Hospital  
1-1-1 Miwa, Kurashiki 710-8602*

MR angiography (MRA) and CT angiography (CTA) play an important role in the diagnosis of cardiovascular disease. The choice between MRA and CTA should be made by considering points such as image quality, examination time, information needed, imaging field, safety, and so on. High-quality images of vascular lumen can be continuously obtained with CTA, unlike MRA. The risk from contrast media exposure, resulting in hypersensitivity reaction and renal toxicity, appears to be much higher in CTA than MRA. Non-contrast-enhanced MRA can be performed using the techniques of time-of flight, phase contrast and steady-state coherent acquisition. It can be applied when imaging the head, neck, heart, and abdomen. With regard to safety, the first choice examination for cardiovascular imaging should normally be the non-contrast-enhanced MRA, followed by contrast enhanced MRA and/or CTA. In addition, MRI imaging of the vessel wall provides much more useful information about the risky components of atherosclerotic plaque, such as lipid core and intraplaque hemorrhage. In coronary artery angiography, CTA provides excellent images of coronary trees compared to MRA. It is very difficult however for CTA to assess the degree of stenosis of the arterial segment with calcified plaques. In conclusion, MR and CT can play a supplementary role in cardiovascular imaging.