

## 大動脈疾患の非侵襲的イメージング：MRA と CTA の比較

中西 正, 田村彰久, 高須深雪, 中重 綾,  
高畑弥奈子, 福田 浩, 梶間敏男, 伊藤勝陽

広島大学医学部放射線医学教室

### はじめに

大動脈疾患における MRI においてガドリニウム造影三次元 (3D) MR angiography (MRA) は従来法に比べて画質に優れ, 臨床的に有用であり現在広く普及している<sup>1),2)</sup>. また腎動脈狭窄<sup>3)</sup>や下肢の動脈閉塞性疾患<sup>4)</sup>にもガドリニウム造影 3D MRA の有用性が近年報告されてきた. 一方, CT の進歩も顕著であり, ヘリカル CT が高速化するに伴い, 大動脈疾患における有用性は画像処理法の進歩とともに認識されている<sup>5)</sup>. また近年 multidetector-row CT (MDCT) が市販され臨床応用が本邦でも始まっており, CT の有用性が飛躍的に高まってきた. 3D MRA, CT angiography (CTA) いずれも非侵襲性, 医療コスト, 検査効率などの点からカテーテル法による血管造影法の代替が期待されてきた. 血管系の診断においてガドリニウム造影 3D MRA の重要性が増すほど, そのライバルはカテーテル法による動脈造影だけでなく, CTA であることは論を待たない.

今回我々は MRI, CT 共に最新機種により検査を施行した症例において, 両者の画像を対比検討した.

### 対象および方法

対象は 3D MRA と CTA を 2 週間以内に施行している大動脈疾患 15 例である (Table 1). MR 装置は GE 社製 Signa Horizon Echospeed 1.5T. 撮像には torso phased array coil を用い, efgre3d sequence で呼吸停止下において冠状断, あるいは矢状断像を得た. 撮像条件は TR/TE/FL=5.8/1.1/30, matrix=256×128, FOV=40~48 cm で zero-filled interpolation 併用により 2~4 mm 厚の 50%オーバーラップデータを得た. 造影は Gd-DTPA 15 ml を 2~3 ml/s, 20~25 s delay で用手によって注入した. CT 装置は電子ビーム CT, Imatron 社製 C-150 (11 例) と MDCT, GE 社製 LightSpeed QX/i (4 例) で, 非イオン性ヨード造影剤 (300 mgI/ml) を 80~120 ml 使用し, 2~3 ml/s, 25~30 s delay で 2.5~6 mm 厚の 50%オーバーラップデータを得た. なお時間分解能は C-150 (オーバーラップスキャン) では 0.2~0.3 秒を選択し, MDCT (ヘリカルスキャン, pitch=6) では 0.8 秒である. 画像処理および評価には Advantage Windows Ver 3.1 (GE Medical Systems) を用いた. 3D MRA では主として maximum intensity projection, volume rendering を, CTA では volume rendering を用いた. また両者で source image

キーワード magnetic resonance, computed tomography, comparative study, aortic disease

Table. List of the Cases and Summary of the Comparative Results

Case	Age	Sex	Diagnosis	CT	Evaluation
1	62	M	AD, Stanford B	MDCT	EQ
2	65	F	Aortitis	MDCT	M
3	67	F	AD, Stanford B	EBCT	M
4	42	F	Behcet disease	MDCT	EQ
5	50	F	Aortitis	EBCT	M
6	50	F	AD, Stanford A	EBCT	EQ
7	53	F	Aortitis	MDCT	EQ
8	68	M	AAA	EBCT	EQ
9	78	F	TAAA	EBCT	C
10	68	M	TAA	EBCT	M
11	74	F	AD (Thrombosed type)	EBCT	C
12	74	M	TAA	EBCT	C
13	71	M	TAA	EBCT	EQ
14	77	F	AAA	EBCT	C
15	69	F	TAAA	EBCT	C

MDCT : multidetector-row CT, EBCT : electron-beam CT

AD : aortic dissection, AAA : abdominal aortic aneurysm,

TAAA : thoracoabdominal aortic aneurysm,

TAA : thoracic aortic aneurysm

および multiplanar reconstruction (MPR) による評価も行った。大動脈病変の評価における診断情報に関して2名の放射線科医の合議によって3D MRAの方が有用 (M群), 3D MRAとCTAは同等 (EQ群), CTAの方が有用 (C群)の三段階に評価を行ったが、特に以下の2点に着目した。

1. 病変部の評価では病変部の形態, 大動脈瘤径の計測, 大動脈壁性状, 分枝との位置関係。
2. Source imageではMRIに関しては blurring, phased array coil使用による信号不均一性, 腸管の高信号域, 脂肪抑制不良の影響, CTに関しては静脈内 (鎖骨下静脈から腕頭静脈内) 造影剤による artifact, 拍動によるスライス面のずれ, 画像の劣化, 石灰化の影響。

## 結 果

3D MRAでは病変部のみの撮像としたが, 大動脈炎の2症例では3D MRAを胸部と腹部の二回撮像した (Table)。胸部主体の病変 (11例)ではM群 (4/11), EQ群 (5/11), C群 (2/11)であり, 腹部 (4例)ではM群 (0/4), EQ群 (1/4), C群 (3/4)であり, 胸部では3D MRA, 腹部ではCTAの優位性が示された。上行大動脈においてCTAではスライス面のずれによる画像の劣化が全例でみられたが, 3D MRAではみられず, 大動脈弁や冠状動脈入口部や近位部の評価まで可能であった。胸部においては3D MRAの有用性が高かったが, 骨盤腔までの血管像は得られず, 単独検査としては不十分であった。大動脈炎症候群の症例は3D MRAにより病変は明瞭に描出され,

頸部動脈近位部の描出は 3D MRA が優れていた。大動脈解離においては範囲、交通孔の描出が 3D MRA, CTA 共に同等に可能であった (Fig. 1)。大動脈瘤の近位部と遠位部の石灰化などの大動脈壁性状の評価は CT のみで可能であった。胸部においては大部分が肺と接していることから 3D MRA でも瘤径の計測が容易であり、MPR 画像を用いた計測では 3D MRA は CTA と同様に可能であった。CT において

は上行大動脈と心臓において処理画像の劣化が生じたが、診断上での支障はなかった (Fig. 2)。一方、腹部においては 3D MRA の source image や MPR 画像では脂肪抑制のため、大動脈壁構造、壁内血栓と脂肪組織との境界が不明瞭であった (Fig. 3)。したがって 3D MRA では大動脈瘤形態や腹部分枝の評価については CTA と同等であったが、瘤径の計測が困難であった。腹部大動脈瘤の症例では CTA

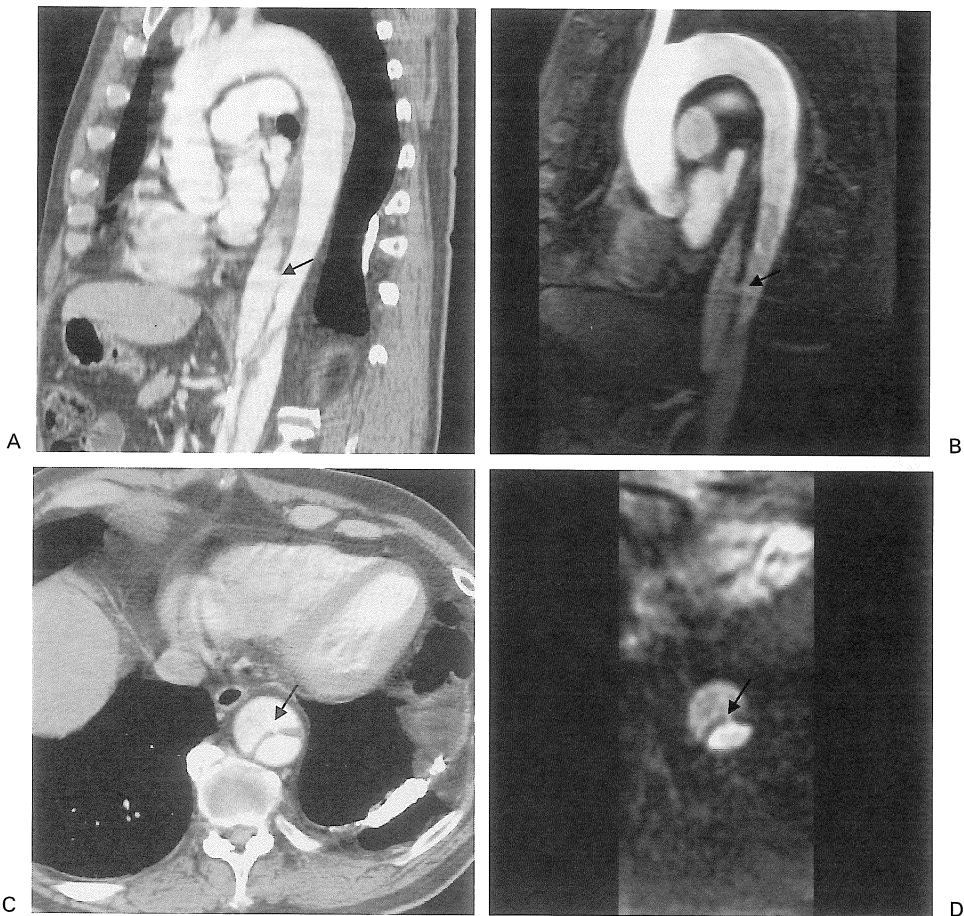


Fig. 1. A 62-year-old man who suffered from aortic dissection (Case 1)  
 A : Parasagittal MPR image from CT data sets, B : Parasagittal MPR image from MRI data sets, C : Axial source CT image, D : Transverse MPR image from MRI data sets.  
 Both CT and MRI could clearly demonstrated an intimal flap and an entry (arrow). However, undulating contour of the ascending aorta on CT image and signal inhomogeneity of the thoracic aorta on MR image could be pointed out as a disadvantage of each modality.

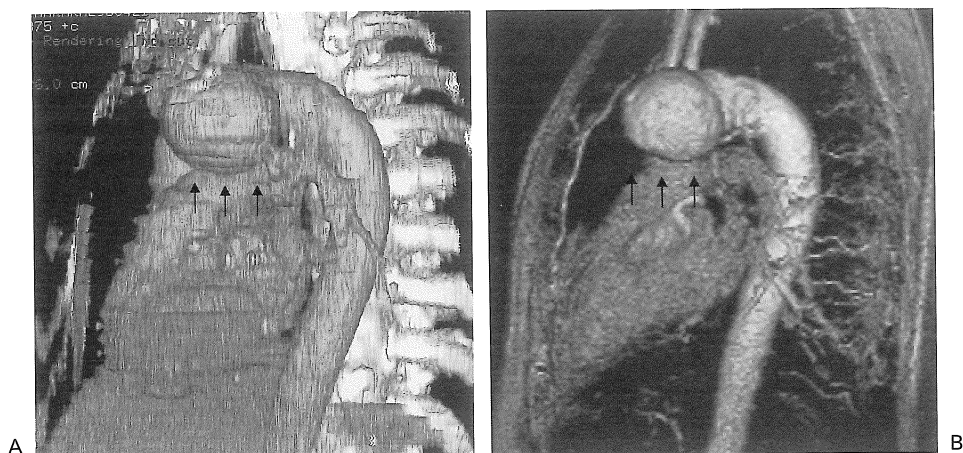


Fig. 2. A 68-year-old man with thoracic aortic aneurysm (Case 10)  
 A : A CT volume rendered image in lateral view demonstrated a saccular aneurysm of aortic arch. Ladder shaped contours at lower portion of the aneurysm were observed (arrows).  
 B : A MR volume rendered image showed small branches as well as aortic structures. Note a smooth contour of the thoracic aortic aneurysm on MR image (arrows).

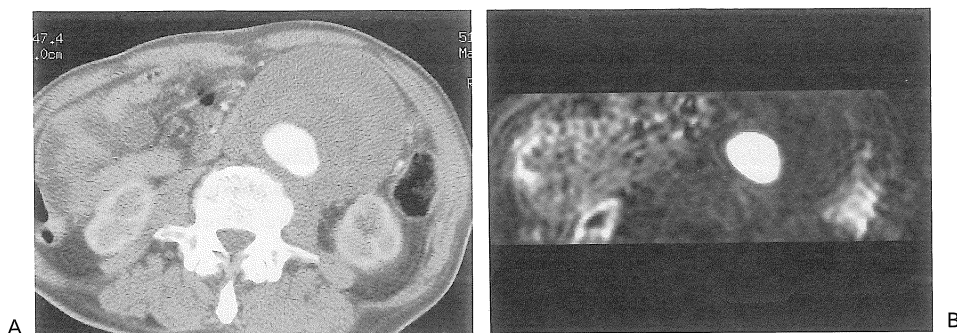


Fig. 3. A 68-year-old man with abdominal aortic aneurysm (Case 8)  
 A : An axial source CT image  
 B : A transverse MPR image from MRI data sets  
 MR data sets for 3D MR angiography could not always cover the whole aortic structure. A fat suppression technique, being essential to MR angiography, obviated to recognize the aortic wall.

で腹部から骨盤，更に下肢動脈まで広い範囲で良好な画像が得られた。

### 考 察

MRI, CT はそれぞれ技術的な進歩に伴い，

3D MRA, CTA の血管系における有用性が指摘されている。現在 DSA を不要として大動脈疾患の診断を行う場合に 3D MRA, CTA のどちらが有用であるかの一定の見解は得られていないが，MRI, CT 共に発展しつつある modality であることが，比較研究が困難な主要因

であろう。今回我々は両者共比較的最新の機種を用いて、比較を行うことができた。Thurnher ら<sup>6)</sup>は1997年にDSAをgold standardとして腹部大動脈瘤における3D MRAとヘリカルCTとの比較において、撮影範囲の広い理由で3D MRAの優位性を示したが、現在の状況とは異なっていると思われる。

大動脈イメージングにおいて画像に影響を与える因子として大動脈の拍動があるが、その影響は3D MRAとCTAでは異なると考えられる。胸部下行大動脈から腹部大動脈ではCTにおいて拍動の影響はほとんど認められないので、CTの有用性が高い。大動脈瘤などの拡張性病変では単なる画像としての優位性ではなく、瘤径などの絶対値の正確な計測が必須であり、他部位における合併瘤についての検出も重要であることから、広範囲に安定した画像が得られるCTの優位性が示される。胸部大動脈に限ればsaccular typeの動脈瘤の頻度が多いが、肺に囲まれる部分が多く、3D MRAによる計測も容易である。頸部血管における狭窄蛇行拡張などの付加的な情報はCTで最もartifactsが問題となる部位であるため、CTによる評価は難しい。胸部における3D MRAの有用性は上行大動脈の画質が比較的良好的なことから、狭窄性病変の場合に肋間動脈などの側副血行路の描出も得られることである。大動脈解離ではCTが診断において重要な役割を担っているが、3D MRAでも胸部に限れば有用性の高い画像が得られた。CTAでは心電図同期撮影での上行大動脈の画質は良好とされているが(電子ビームCTにおける心電図同期撮影)、撮影範囲は狭く実用的ではない<sup>7)</sup>。またMDCTにおいても通常の撮像では上行大動脈や心臓のmotion artifactsは回避困難であった。腹部大動脈の空間分解能については軸により異なるものの大動脈病変と腹部分枝の把握は3D MRA, CTA共ほぼ同等であると考えられた。3D MRAでは大動脈瘤が大きくなるとスライス厚を厚くするか、呼吸停止のない撮像にするかの選択を迫ら

れるが、この点については通常のaxial像によるスピンエコー法による撮像によって可能である。しかしながら通常のスピンエコー法では3D MRAデータよりも一般に画像が不良であるだけでなく、CTAのsource imageのように密に撮像するのは困難である。したがって腹部においてはCTAが施行されれば3D MRAの意義は乏しいと考えられる。

## 結 論

実際に行う検査法は治療法や腎機能などに関する情報を加えて選択される。今回の初期的な検討からは待機的に行う大動脈の非侵襲的イメージングにおいて、胸部では3D MRA、腹部ではCTAの方が有用であると考えるが、その場合にも3D MRA, CTAの特徴を踏まえた選択が望まれる。

## 文 献

- 1) Prince MR, Narasimham DL, Jacoby WT, Williams DM, Cho KJ, Marx MV, Deeb GM: Three-dimensional gadolinium-enhanced MR angiography of the thoracic aorta. *AJR* 1996; 166: 1387-1397
- 2) Ecklund K, Hartnell GG, Hughes LA, Stokes KR, Finn JP: MR angiography as the sole method in evaluating abdominal aortic aneurysms: correlation with conventional techniques and surgery. *Radiology* 1994; 192: 345-350
- 3) Lee VS, Rofsky NM, Krinsky GA, Stemerman DH, Weinreb JC: Single-dose breath-hold gadolinium-enhanced three-dimensional MR angiography of the renal arteries. *Radiology* 1999; 211: 69-78
- 4) Wang Y, Lee HM, Khilnani NM, Trost DW, Jagust MB, Winchester PA, Bush HL, Sos TA, Sostman HD: Bolus-chase MR digital subtraction angiography in the lower extremity. *Radiology* 1998; 207: 263-269
- 5) Rubin GD: Three-dimensional helical CT angiography. *Radiographics* 1994; 14: 905-912

- 6) Thurnher SA, Dorffner R, Thurnher MM, Winkelbauer FW, Kretschmer G, Polterauer P, Lammer J : Evaluation of abdominal aortic aneurysm for stent-graft placement : comparison of gadolinium-enhanced MR angiography versus helical CT angiography and digital subtraction angiography. *Radiology* 1997 ; 205 : 341-352
- 7) Nakanishi T, Fukuoka H, Azuma K, Ito K : Electron-beam CT angiography for thoracic aortic aneurysm and dissection : application of continuous volume scan and electrocardiographically triggered scan. *Radiat Med* 1997 ; 15 : 155-161

### **Non-invasive Imaging of Aortic Diseases : Comparison of MR Angiography with CT Angiography**

Tadashi NAKANISHI, Akihisa TAMURA, Miyuki TAKASU,  
Aya NAKASHIGE, Minako KOHATA, Hiroshi FUKUDA,  
Toshio KAJIMA, Katsuhide ITO

*Department of Radiology, Hiroshima University School of Medicine  
1-2-3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima 734-8551*

The purpose of this study was to determine which modality is more useful for aortic imaging, 3D MRA or CTA. We compared 3D MRA and CTA, both of which were performed on the same patients. Fifteen patients with aortic diseases, who underwent both 3D MRA and CTA within 2 weeks, were included in this study. Using a 1.5 tesla MR imager (Signa Horizon Echospeed), contrast-enhanced 3D gradient echo was performed in TR/TE/FL=5.8/1.1/30, a matrix of 256×128, a FOV of 40-48 cm using a torso array coil. Data sets of 2-4 mm thickness with 50% overlap were obtained with zero interpolation. An electron beam CT (Imatron 150XL) and an MDCT (Light-Speed QX/i) were performed in 11 patients and 4 patients, respectively. Data sets of 2.5-6 mm thickness with 50% overlap were obtained. Although the CT allowed a whole aortic survey in one examination, two MR examinations were necessary for the diagnosis in 2 patients. In thoracic regions (11 patients), 3D MRA was superior to CTA in 4 cases, equal to CTA in 5 cases, and inferior in 2 cases. In abdominal regions mainly involved (4 patients), 3D MRA was equal to CTA in one case and inferior to CTA in 3 cases. CT could measure the aorta accurately. 3D MRA allowed an accurate measurement of the aortic arch by using multiplanar reformation, but could not clearly depict the outer contour of the abdominal aorta due to fat suppression used on 3D MRA. 3D MRA and CTA could depict the aortic inner lumen and visceral branches. 3D MRA could depict better cervical branches than CTA. Motion artifacts on CT did not affect the diagnosis, although they were frequently observed. In this preliminary study, 3D MRA for thoracic regions and CTA for abdominal regions may be a better choice for non-invasive aortic imaging.