

0.2T 永久磁石式 MRI を用いた 脳動脈瘤 MR angiography の経験

山本 哲哉¹, 安田 貢¹, 山田 雄三¹, 石井 完治¹,
野村 展生¹, 江頭 泰平¹, 能勢 忠男²

¹北茨城市立総合病院脳神経外科

²筑波大学臨床医学系脳神経外科

対象および方法

はじめに

MR angiography (以下 MRA) は非侵襲的な画像診断技術であり, 1980 年代後半から MRI 装置やパルスシーケンスを中心とした撮像技術について検討が加えられ, 1990 年代になって各脳血管疾患の MRA についても報告されるようになった^{1)~6)}. この中で脳動脈瘤の MRA では, より高い空間分解能を期待できる高磁場機種が用いられ, しかも未破裂動脈瘤での報告が中心となっている^{1)~3), 5), 7)}. 一方, 低磁場機種を用いた MRA も撮像技術の改良がなされてきており, 破裂脳動脈瘤急性期に用いるモニター類の搬入が容易で, ランニングコストが安いといった利点もある. また, 急性期の脳血管障害を扱う中小規模施設も少なくなく, こういった施設で普及している永久磁石式低磁場機種を用いた MRA について検討することで, より多くのデータが得られると思われる. われわれは, くも膜下出血で発症した脳動脈瘤患者に対し, 0.2T 永久磁石式 MRI を用いた MRA を行ったので報告する.

対象は 1991 年 8 月以降当施設で MRA を行った破裂脳動脈瘤 11 症例で, 48 才から 78 才までの男性 3 名, 女性 8 名である. 来院時の Hunt & Kosnik の重症度分類では, grade 1 が 2 名, grade 2 が 4 名, grade 3 が 3 名, grade 4 が 2 名であった.

MRI 装置は日立メディコ社製 0.2T 永久磁石式 MRI (MRP-20) を使用した. MRA は 2D-Time of Flight (TOF) 法により, TE10-15ms, TR60ms, FA90°, slice 厚 3mm, slice 間隔 2mm, OM-line と平行に⁸⁾ 25 スライスの撮影を行った. データ収集時間は約 9.6 分であった. MRA は一般状態が不安定であった grade 4 の 2 例 (症例 6 及び症例 7) を除いた 9 例で, 頭部 CT によるくも膜下出血の診断後, X 線脳血管撮影の準備が整うまでの時間に行った. 患者の鎮静・鎮痛には midazolam 5mg-10mg 及び pentazocin 15mg を静注で用いた. MRA 撮影中は, 心電図モニターを装着のうえ, 場合により自動血圧計を搬入して検査中の状態を確認した.

得られた MRA 画像を前後・左右・上下軸に対して回転させた画像に加えて, 中大脳動脈瘤

キーワード Magnetic resonance angiography, Cerebral aneurysm, 0.2T

では axial 像で眼窩内の脂肪陰影を消去し、また内頸動脈瘤では前後像・側面像で反対側中大脳動脈や内頸動脈、後大脳動脈を消去することで注目する部位と周囲血管の重なりを除外する (selective volume projection) などの後処理を行った。これらの静止画像並びにアニメーションから複数の脳神経外科専門医が診断を行い、X 線脳血管撮影像での動脈瘤の位置、大きさ (拡大率を考慮して実測値より換算)、周囲血管との立体的位置の把握について比較検討した。

結 果

X 線脳血管撮影で確認された動脈瘤の部位は、IC-PC をはじめとした内頸動脈が 5 例、前交通動脈が 1 例、A1 部分の前大脳動脈が 1 例、中大脳動脈が 4 例であった (Table)。MRA を行った 11 例のうち、9 例で動脈瘤が検出された。また、初回 X 線脳血管撮影上 11 例中 10 例で、再検査にて残る 1 例でも動脈瘤が確認されてい

る。MRA で検出できなかった 2 例の動脈瘤は前交通動脈瘤 (症例 6) 及び、A1 部動脈瘤 (症例 7) であった。このうち症例 6 は同時に行った X 線脳血管撮影でも動脈瘤が見つからず、再検査で診断されたものである。MRA で動脈瘤を検出し得なかった症例 6 及び症例 7 では、X 線脳血管撮影像上の動脈瘤の最大径がそれぞれ約 4mm 及び約 5mm であった。

MRA で動脈瘤が検出された 9 例のうち、prospective に診断されたものが 6 例 (症例 1, 3, 5, 8, 9, 11), retrospective に診断されたものが 3 例 (症例 2, 4, 10) であった。これらを動脈瘤の部位別にみると、内頸動脈が 5 例、中大脳動脈が 4 例であり、X 線脳血管撮影上の最大径は 6mm から 26mm であった。全体として中大脳動脈瘤は比較的良好に検出されたが (Fig. 3, 4), IC-PC をはじめとする内頸動脈瘤では、画像を回転した際の周囲血管と重なりやサイフォン部の屈曲のため描出困難な場合があり、後処理として selective volume projection が必要で

Table Summary of Cases

Case	Age, sex	Size	Location	Detectability	
				MRA	X-ray Angio
1	56.F	6mm	rt. IC-PC	yes	yes
2	71.F	7.5mm	lt. IC-PC	yes ^k	yes
3	48.F	26mm	lt. IC	yes	yes
4	67.M	6mm	lt. IC*	yes ^k	yes
5	54.F	12.5mm	lt. IC**	yes	yes
6	71.F	4mm	Acom	no	yes***
7	78.F	5mm	rt. A1	no	yes
8	66.M	9mm	rt. MCA	yes	yes
9	49.M	8mm	rt. MCA	yes	yes
10	51.F	7mm	rt. MCA	yes ^k	yes
11	62.F	11mm	lt. MCA	yes	yes

IC-PC : Internal carotid-posterior communicating artery aneurysm.

Acom : Anterior communicating artery aneurysm.

MCA : Middle cerebral artery aneurysm.

*IC-ophthalmic artery aneurysm. **IC-anterior choroidal artery aneurysm.

***This aneurysm was detected only by repeated conventional angiogram.

^kThese aneurysms were detected by MRA retrospectively.

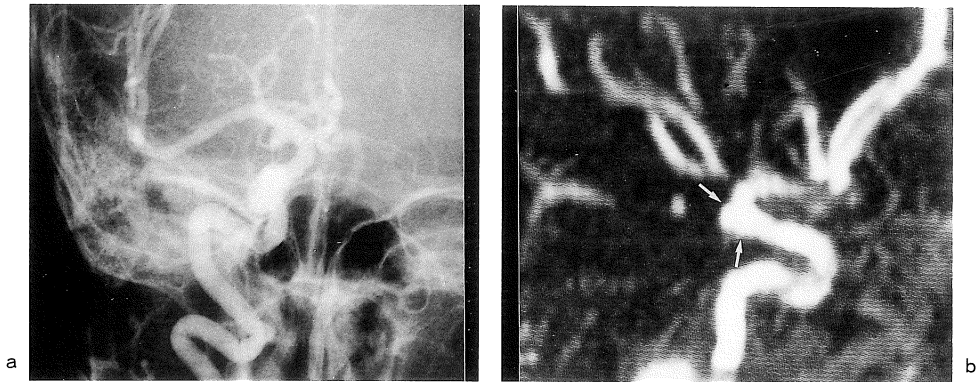


Fig.1. Case 1, 56year, female

a : Right internal carotid angiogram shows a IC-PC aneurysm.

b : MR angiogram, a lateral view of a right internal carotid artery with selective volume projection method, shows a IC-PC aneurysm (arrow).

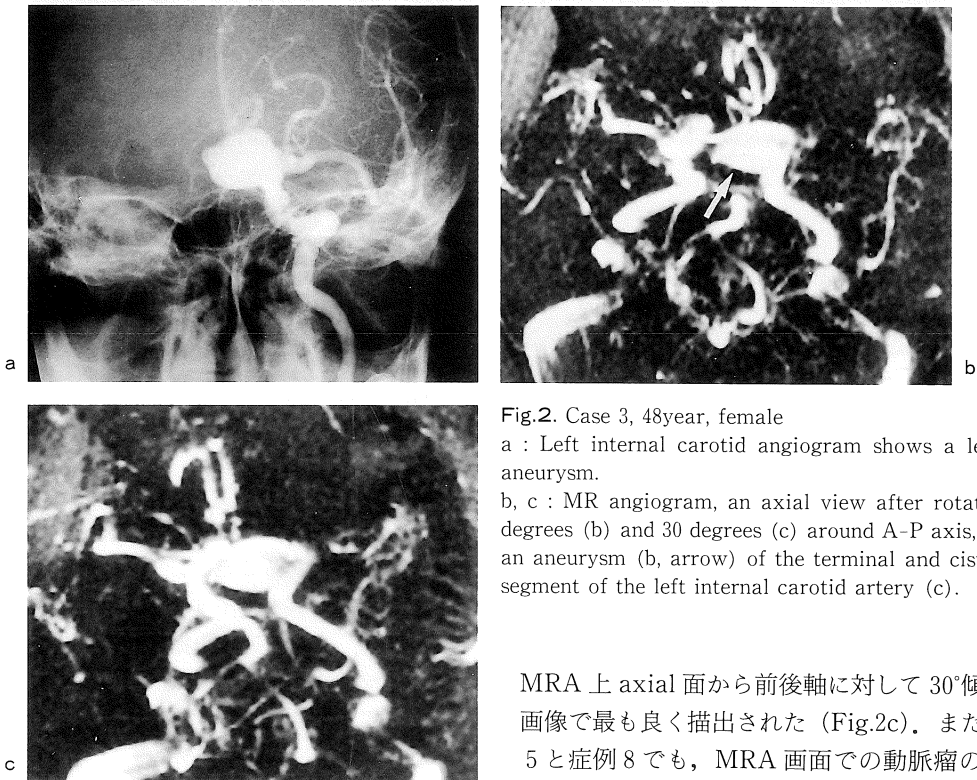


Fig.2. Case 3, 48year, female

a : Left internal carotid angiogram shows a left IC aneurysm.

b, c : MR angiogram, an axial view after rotating 5 degrees (b) and 30 degrees (c) around A-P axis, show an aneurysm (b, arrow) of the terminal and cisternal segment of the left internal carotid artery (c).

あった (Fig.1).

Prospective に検出された 6 例では、動脈瘤の部位と方向の推定を行い、X 線脳血管撮影や手術の際比較した。症例 3 では、動脈瘤頸部が

MRA 上 axial 面から前後軸に対して 30°傾けた画像で最も良く描出された (Fig.2c)。また症例 5 と症例 8 でも、MRA 画面での動脈瘤の描出に際して、正面像での前後・左右軸に対する回転、斜位角度の情報が数値で得られ、X 線脳血管撮影の際の参考になると思われた。症例 9 では MRA での axial 画像上、右中大脳動脈分岐部の後方に突出する動脈瘤が描出され (Fig.

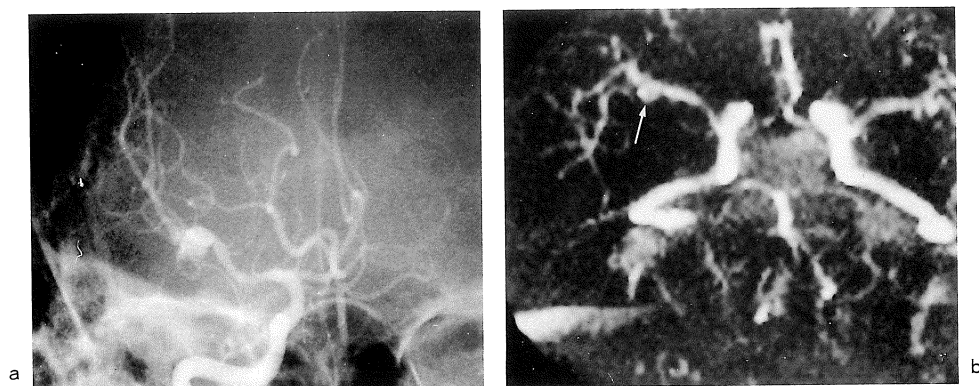


Fig.3. Case 9, 49year, male

a : Right internal carotid angiogram shows a right MCA aneurysm.

b : MR angiogram, an axial view shows a right MCA aneurysm (arrow).



Fig.4. Case 11, 62year, female

a : Left internal carotid angiogram shows a left MCA aneurysm.

b : MR angiogram, an A-P view after rotating 20 degrees downward around vertical axis, show a left MCA aneurysm (arrow).

3b), M2 と動脈瘤の重なりを除ける点で, X線脳血管撮影正側・斜位像より優れていた. 同様に症例8と症例11でも, axial像あるいはこれを前後・左右軸に対して回転させた画像で, M1・M2との位置関係の推定が可能であった. retrospectiveに診断された3例(症例2, 4, 10)では, 動脈瘤頸部の位置や向きについての推定は行えなかった.

考 察

MRAは得られた画像を任意方向に回転させた

り, 重なりを除いて注目している血管だけを再構成し画像化することで, 一度の検査で比較的容易に立体情報を得やすいという特徴を持っている^{1),6),7)}. また, 近年の撮像技術の向上により, 高磁場機種を用いたMRAにおける脳動脈瘤の描出限界は3-4mmとされており^{3),6)}, 非侵襲的で短時間に施行可能な検査として, MRAを用いた脳動脈瘤スクリーニングや, balloon occlusion後のフォローアップなどが考えられている^{2),3),5)}.

一方, 手術を前提として脳動脈瘤の診断を行う場合, その血管陰影の鮮明さに加え, 多発動脈瘤の有無の確認, 開頭野と動脈瘤の位置的関

係などの頭蓋骨の情報も必要となるため、X線脳血管撮影は必須であり、術前検査全てをMRAで代用するのは困難である。したがって現段階では、補助検査としてどの程度の情報を得られるが、MRAの脳動脈瘤術前診断における課題と考えられる。

常伝導低磁場MRI装置を用いた場合の脳動脈瘤の検出限界は8mmと報告され⁷⁾、われわれが0.2T永久磁石式MRI装置で行ったMRAでの検出も6mm以上のものであり、描出能の点で十分とは言い難い。しかし、MRAで描出が可能であった動脈瘤については、通常のX線脳血管撮影で数回の造影が必要な場合でも、一回の撮影で周囲血管との重なりを除いた方向での検討や、動脈瘤の向きの推測が可能である。また、どの角度から見れば最も描出がよいかは数値で示されるため、X線脳血管撮影での撮影角度の決定や、撮影回数を減らすのに役立つ可能性がある。

低磁場機種MRAを破裂動脈瘤診断の補助検査として用いる場合、末梢部動脈の描出が十分でないことから、対象血管をWills輪周囲に絞った撮影²⁾を行い、検査時間の短縮や、slice厚を小さくして描出能を上げる工夫などが考えられよう。また、今回の検討での撮影角度は、Willis輪の描出が最もよいとされるOM線平行撮影を用いたが、椎骨動脈の検出にはより大きな角度をつけての撮影が必要である⁸⁾。さらに内頸動脈瘤では、対側の内頸動脈や中大脳動脈、脳底動脈との重なりや、後交通動脈、前脈絡叢動脈などとの位置関係が問題となるため、回転画像による多方向からの検討や、注目する部分のみを画像化する(selective volume projection)ことが重要である。これらによって、動脈瘤と親血管の関係が、X線脳血管撮影よりも明瞭に示される場合もあるが(Fig.2)、flowの低下などによる実際の内腔形状との違いには注意を要する⁹⁾。

低磁場MRI装置を用いたMRAは、撮像技術の発達や撮影方法の工夫によっては有用な検査手段となり得ると考えられ、現在の普及状況

やコストパフォーマンスなど注目すべき点もあり、今後も検討を加えていきたいと思う。

ま と め

1. 11例の破裂脳動脈瘤患者に対して、0.2T永久磁石式MRIを用いた2D-TOF MRAを行った。

2. 11例の、MRAのうち、prospectiveに6例が、retrospectiveに3例が動脈瘤と診断されたが、前大脳動脈瘤と前交通動脈瘤の2例では、動脈瘤が検出されなかった。また、中大脳動脈瘤は比較的良好に検出されたが、IC-PCをはじめとする内頸動脈瘤では、画像を回転した際の周囲血管との重なりのため検出は困難な場合があり、selective volume projectionが必要であった。

3. X線脳血管撮影像での動脈瘤の最大径が6mm以上のもので、MRAでの検出が可能であった。

4. MRAでの描出が比較的良好であった症例では、周囲動脈との立体的関係の把握に有用であった。

尚、本稿の要旨は、第19回日本磁気共鳴医学会大会(東京)において発表した。

文 献

- 1) Demaerel Ph, Marchal G, Casteels I, et al. : Intracavernous aneurysm. Superior demonstration by magnetic resonance angiography. *Neuroradiology (GERMANY)*, 32 : 322-324, 1990.
- 2) 馬淵順久, 津田永明, 福山秀直, 他 : MRアンジオグラフィによる脳動脈瘤のスクリーニング. *日磁医誌*, 12 : 1-7, 1992.
- 3) Ross JS, Masaryk TJ, Modic MT, et al. : Intracranial aneurysms : Evaluation by MR Angiography. *AJNR*, 11 : 449-456, 1990.
- 4) Ruggieri PM, Masaryk TJ, Ross JS, Modic MT : Magnetic resonance angiography of the intracranial vasculature. *Top Magn Reson Imaging (United States)*, 3 : 23-33, 1991.

- 5) Sevick RJ, Tsuruda JS, Schmalbrock P : Three-dimensional Time-of-Flight MR angiography in the evaluation of cerebral aneurysms. J Comput Assist Tomogr, 14 : 874-881, 1990.
- 6) Tomsac RL, Masaryk TJ, Bates JH : Magnetic resonance angiography (MRA) of isolated aneurysmal third nerve palsy. J Clin Neuro-ophthalmol, 11 : 16-18, 1991.
- 7) 福井啓二, 貞本和彦, 中村 貢, 他 : Cerebral MR Angioimaging (脳血管磁気共鳴画像法) の研究—第2報 未破裂動脈瘤のMRI 像—CT 研究, 10 : 565-571, 1988.
- 8) 村上裕二, 町田好男 : MR angiography (MRA) 撮影角度の検討—斜台平行撮影の有用性—, 日磁医誌, 11 : 218-223, 1991.

**Clinical Application of Magnetic Resonance Angiography to Detect
Ruptured Intracerebral Aneurysms
—Detectability of 0.2-T Permanent Magnet System—**

Tetsuya YAMAMOTO, Susumu YASUDA, Yuzo YAMADA,
Taihei EGASHIRA, Kanji ISHII, Nobutaka NOMURA,
Tadao NOSE

*Department of Neurosurgery, University of Tsukuba
1-1-1 Tennoh-dai, Tsukuba Science City, Ibaraki 305*

Magnetic resonance angiography (MRA) using a 0.2-T permanent magnet was applied to detect ruptured intracerebral aneurysms. Of 11 aneurysms detected by conventional angiograms, 9 (82%) were detected by this MRA system as well. Among these 9 aneurysms, 2 were as small as 6mm in size. Two aneurysms, which this MRA system failed to disclose, include a 4mm aneurysm at the anterior communicating artery and a 5mm aneurysm at the anterior cerebral artery. In some cases, MRA could provide precise anatomical informations which make neurological approach feasible. Although still less informative than the conventional angiography, our data indicate that MRA, even using a low magnetic field, can be a valuable tool for evaluating intracerebral aneurysms. (118 words)