

MRアンジオグラフィによる脳動脈瘤のスクリーニング

馬淵順久¹, 津田永明², 福山秀直³, 小川雅文³,
竹市康裕², 有馬成紀⁴, 川上 朗¹, 中川賢一¹,
杉浦守邦⁵, 石田 修⁶

¹蘇生会総合病院放射線科

²京都大学医学部神経内科

³蘇生会総合病院健診センター

⁴蘇生会総合病院脳神経外科

⁵蘇生会総合病院神経科

⁶近畿大学医学部放射線科

はじめに

MRアンジオグラフィ(MRA)は近年開発された画像診断技術であり,非侵襲的かつ短時間に血管構造の描出が可能となった^{1),2)}.現時点でのMRAは従来の血管造影に比し空間分解能が劣りそれに代替し得るものではないが,スクリーニング検査としては役立つ可能性がある.

本論文の目的は脳動脈瘤のスクリーニングにおけるMRAの有用性と動脈瘤検出における問題点を明らかにすることである.

対象及び方法

対象は当院健診センター及び外来受診者で,脳血管障害のスクリーニングを希望してMRAが行われた1947名(男性1088名,女性859名,8歳から89歳,平均年齢 56.1 ± 11.7 歳)で,同時に行われたスピネコー法の断層像でmultiple lacunar state以外の脳内器質的病変を有したものは対象に含めていない.

使用装置はGE社製Signa Advantage 1.5 Tである.Time of flight (TOF) MRAのパルス系列としてflow compensation併用の

spoiled gradient recalled acquisition in the steady state (SPGR)法を用い,TR 45 ms, TE 4.7 ms(検査開始初期には6 ms),flip角 25° ,matrix 256×192 ,スライス厚1 mm,slab厚32 mm,積算回数1,FOV 20~22 cmにて,三次元フーリエ変換法でWillis動脈輪を中心に横断像の撮像を行った.撮像時間は4分37秒である.得られた1 mm厚の連続28枚の3D高速スキャン像より,血流信号をmaximum intensity projection (MIP)法により画像再構成しMRA(上下方向と正面から両側面の多方向のprojection像)を得た.

脳動脈瘤の評価は複数の放射線科医と脳神経専門医により,MRAを用い従来の血管造影と同様の診断基準で行った.MRAで脳動脈瘤が疑われた症例に対し血管造影を行った.動脈瘤の大きさは血管造影上の最大径で示す.

結 果

MRAが行われた1947名のうち44例に脳動脈瘤が疑われた.確認のため血管造影が施行できたのは25例で,その所見を表に示す.15例に16個の脳動脈瘤が検出できたが,同時に10例の偽

表. 血管造影が施行された25例の所見

症例	年齢	性	MRA 所見	血管造影所見	動脈瘤の大きさ (最大径)
1	65	男	A-com 動脈瘤	A-com 動脈瘤	3 mm
2	59	男	A-com 動脈瘤	A-com 動脈瘤	10 mm
3	57	女	IC 動脈瘤	IC 動脈瘤	3 mm
4	59	男	IC 動脈瘤	IC 動脈瘤	3 mm
5	72	男	IC 動脈瘤	IC 動脈瘤	4 mm
6	48	女☆	IC 動脈瘤	IC 動脈瘤	38 mm
7	56	女	R-ICPC 動脈瘤	R-ICPC 動脈瘤	5 mm
			L-ICPC 動脈瘤	L-ICPC 動脈瘤	3 mm
8	62	男	ICPC 動脈瘤	ICPC 動脈瘤	5 mm
9	63	女	ICPC 動脈瘤	ICPC 動脈瘤	8 mm
10	56	女	ICPC 動脈瘤	ICPC 動脈瘤	10 mm
11	69	男☆	ICPC 動脈瘤	ICPC 動脈瘤	14 mm
12	47	男	MCA 動脈瘤	MCA 動脈瘤	3 mm
13	44	男	MCA 動脈瘤	MCA 動脈瘤	5 mm
14	63	男	MCA 動脈瘤	MCA 動脈瘤	5 mm
15	50	男☆☆	MCA 動脈瘤	MCA 動脈瘤	8 mm
16	47	女	A-com 動脈瘤	A-com の屈曲	
17	59	女	A-com 動脈瘤	A-com の拡張	
18	61	女	IC 動脈瘤	サイフォンの重なり	
19	53	男	IC 動脈瘤	IC の多発狭窄	
20	53	女	ICPC 動脈瘤	IC の屈曲	
21	70	女	ICPC 動脈瘤	IC の屈曲	
22	49	女	ICPC 動脈瘤	junctional dilatation	
23	43	女	ICPC 動脈瘤	junctional dilatation	
24	63	女	ICPC 動脈瘤	junctional dilatation	
25	46	女	ICPC 動脈瘤	junctional dilatation	
			偽陰性	IC 動脈瘤	1 mm

☆ 動脈瘤が疑われた後の診察で動眼神経麻痺が明らかになった症例

☆☆ くも膜下出血の疑いの既往があった症例

A-com: 前交通動脈, IC: 内頸動脈, ICPC: 内頸後交通動脈分岐部,

MAC: 中大脳動脈

陽性と1例の偽陰性が明らかになった。

脳動脈瘤例は、男10例、女5例、44歳から72歳、平均年齢 58.0 ± 7.8 歳であった。局在部位は、前交通動脈2個、内頸動脈4個、内頸後交通動脈分岐部6個、中大脳動脈4個で、大きさは3mmから38mmの範囲であった。この内1例はくも膜下出血の疑いの既往を有するが脳動脈瘤の診断には至らず放置されていた症例、2例はMRAで脳動脈瘤が疑われた後の診察で

動眼神経麻痺が明らかになった症例で、他は脳動脈瘤に起因した神経症状を有さなかった。代表的症例を図1～3に示す。

10例の偽陽性の内4例はjunctional dilatationで、他は血管の屈曲や重なり、拡張、狭窄に囲まれた部位を動脈瘤と誤認したものだった。junctional dilatationの1例は血管造影で内頸動脈に1mm大の動脈瘤も偶然に見つかったがMRAでは検出できなかった。junctional dilata-

1991年7月4日受理 1991年10月23日改訂

別刷請求先 〒612 京都市伏見区下鳥羽広長町1番地 蘇生会総合病院放射線科 馬淵順久

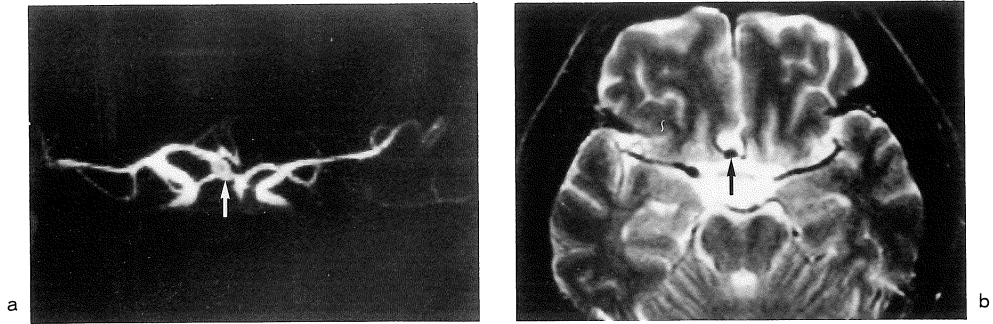


図1. 症例2, 59歳男性. 偶然に発見された前交通動脈瘤.

a) 3D-TOF-MRAの正面像で前交通動脈瘤が疑われる(矢印). 動脈瘤部の信号は弱く血管のループ様に描出されている. b) この程度の大きさの動脈瘤であれば, 上下方向の突出でもT₂強調SE横断像で明瞭に認められる(矢印). c) 右頸動脈造影で10mm大の前交通動脈瘤が確認された(矢印).

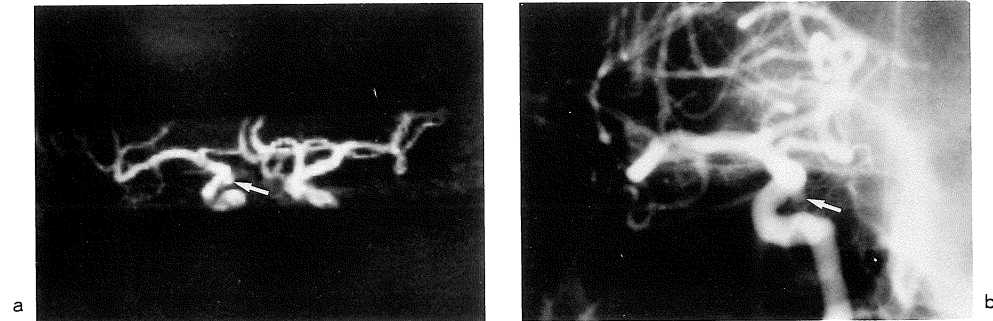
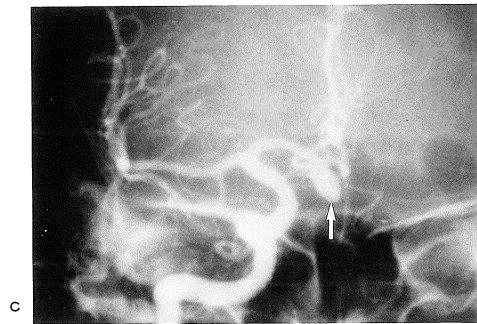


図2. 症例4, 59歳男性. 偶然に発見された右内頸動脈瘤.

a) 3D-TOF-MRAの左前斜位像で右内頸動脈瘤が疑われる(矢印). b) 右頸動脈造影の左前斜位像で3mm大の内頸動脈瘤が確認された(矢印). 正および側面像では動脈瘤は指摘できなかった.

tionはMRAでは連続する細い血管が描出されないため動脈瘤と誤認されたが, 3D高速スキャン像では細い血管が描出されている(図4).

考 察

脳動脈瘤のスクリーニングとして造影CTとIV-DSAが用いられることがあったが, これら

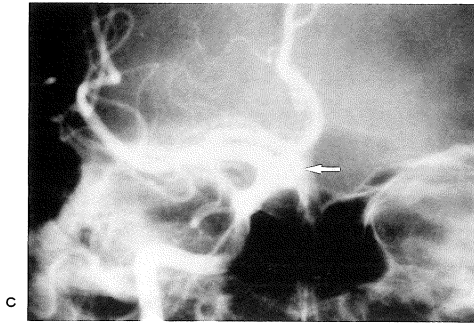
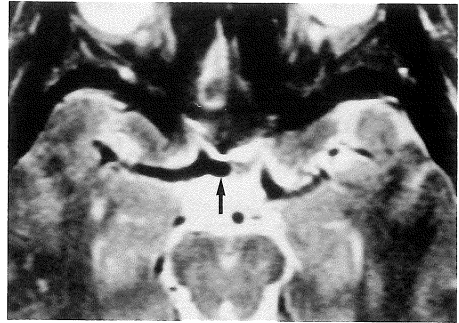
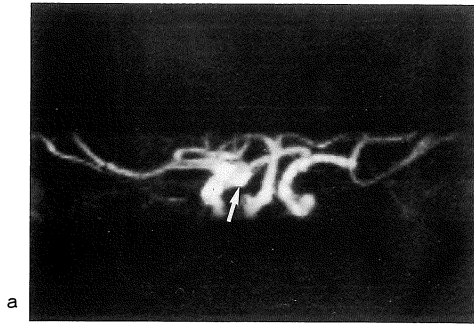


図3. 症例9, 63歳女性. 偶然に発見された右 ICPC 動脈瘤.

a) 3D-TOF-MRA の正面像で内側へ突出した右 ICPC 動脈瘤が疑われる (矢印). 動脈瘤部の信号は不均一である. b) この程度の大きさの動脈瘤であれば, T₂強調 SE 像で明瞭に認められる (矢印). c) 右頸動脈造影で 8mm 大の ICPC 動脈瘤が確認された (矢印).

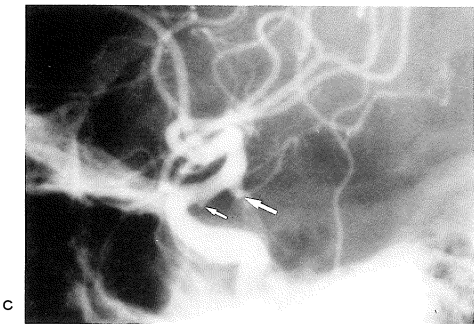
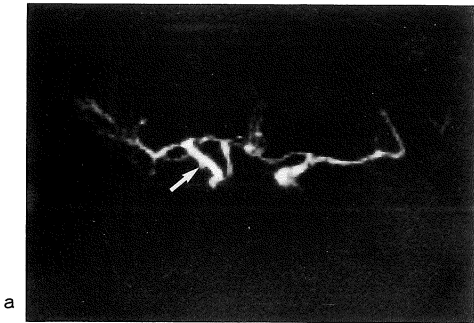


図4. 症例25, 46歳女性. 偽陽性及び偽陰性症例. a) 3D-TOF-MRA の右前斜位像で右 ICPC 動脈瘤が疑われる (矢印). b) 3D 高速スキャン像 (1mm 厚の連続 2 枚) では拡張部 (矢頭) に続く細い血管が認められる (矢印). c) 右頸動脈造影 (側面像) で ICPC junctional dilatation と判明した (大矢印). 同時に 1mm 大の内頸動脈瘤が見つかったが (小矢印), MRA では描出されていない.

の方法には検出に限界がある上造影剤を用いる点で侵襲的でもあり一般的に普及には至っていない^{3),4)}。近年 MRA の撮像技術が確立され、脳動脈瘤の検出に有用であるという報告が散見され始めた^{5),6)}。MRA は非侵襲的でありしかも短時間に撮像できるため、スクリーニング検査としては最も適したものである。撮像範囲を Willis 動脈輪に絞ったのは、ほとんどの破裂脳動脈瘤がこの領域に存在すること、また撮像時間がわずか4分37秒であり従来のルーチン検査であるスピネコー法による断層撮像に追加可能な範囲の時間であることによる。

今回の対象は脳血管障害のスクリーニングを希望して検査を受けたものであるが、何らかの神経症状の訴えを有していたものも多く、厳密にはスクリーニングとはいえないかもしれない。しかし multiple lacunar state 以外の脳内器質的病変を有していたものは対象に含めておらず、対象は一般的な健常人に近いものと考える。

脳動脈瘤は全剖検例の約1~2%にみられ⁷⁾、

また血管造影で Willis 動脈輪前半部に偶然見つかったのは約1%である⁸⁾。我々はスクリーニング検査として行った MRA で1947名中44例に脳動脈瘤の疑いを指摘した。この内血管造影で確認したものは15例で、未確認例は19例であることより、実際の検出頻度は0.77%から1.75%の範囲に含まれるものと考えられる。Willis 動脈輪を中心とした約3cmの範囲に絞った検査であるが十分な検出頻度が得られたものと考えられる。しかし他の10例は血管造影で偽陽性と確認された。

今回1例の偽陰性も明らかになったが1mm大の微小動脈瘤で、MRAの voxel size が約1mmであり分解能の限界と考えられる。スクリーニング検査においては偽陰性が問題となるところであるが、今回の検討ではすべてに血管造影を行っていないためその評価はできない。対象以外の症例であるが、MRAで偽陰性であった4mm大の脳動脈瘤症例を偶然に経験した。その症例の3D高速スキャン像では動脈瘤部の弱い血

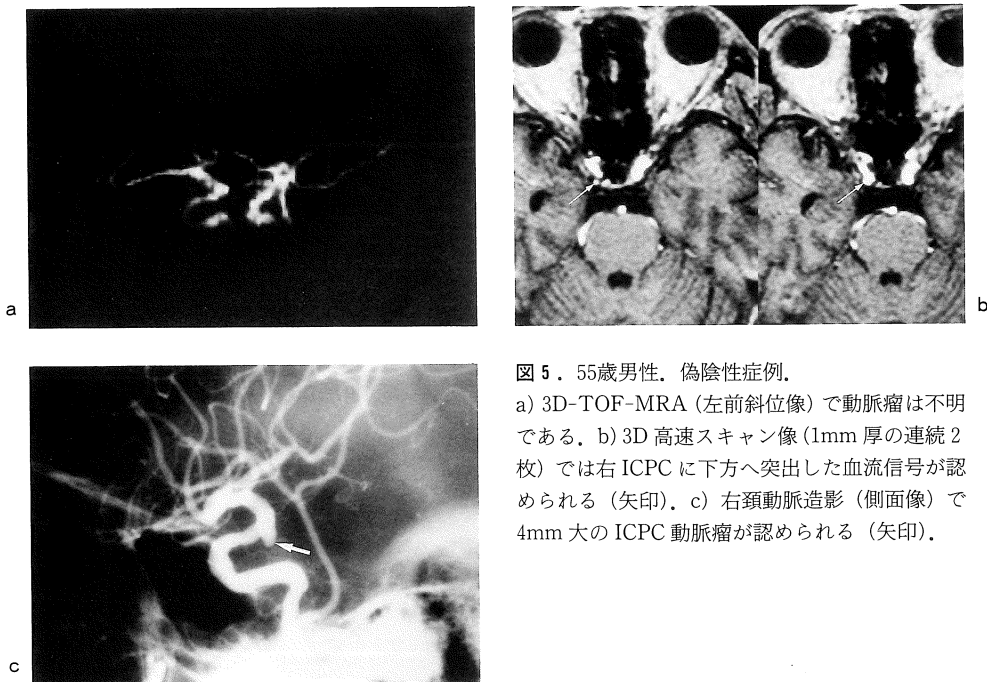


図5. 55歳男性。偽陰性症例。

a) 3D-TOF-MRA (左前斜位像) で動脈瘤は不明である。b) 3D 高速スキャン像 (1mm 厚の連続2枚) では右 ICPC に下方へ突出した血流信号が認められる (矢印)。c) 右頸動脈造影 (側面像) で4mm 大の ICPC 動脈瘤が認められる (矢印)。

流信号が描出されており、MIP 処理により再構成された MRA では同部の弱い信号が消されたものと考えられる (図 5)。このような症例が存在することより MRA の読影だけでは偽陰性が避けられないものと考えられる。

偽陽性の中の junctional dilatation は 4 例であったが、この内 3D 高速スキャン像で拡張部に続く細い動脈を指摘できたものは 3 例あり、MIP 処理により細い血管が MRA で描出されなかったものと考えられる。読影の際には MRA の元データである 3D 高速スキャン像を 1 枚 1 枚慎重に見ていく必要があり、偽陽性や偽陰性を減らすことができるものと考えられる。その他の偽陽性 (症例 16-21) は、血管の屈曲や重なり、拡張、狭窄に囲まれた部位を動脈瘤と誤認したもので、不十分な空間分解能、乱流や狭窄の過大評価といった MRA の限界⁹⁾により生じたものである。これらの偽陽性は検査を開始した早期の症例であり、読影の熟練によりある程度防げるものと考えられる。

図 1, 3 で示した様に、動脈瘤内の乱流・渦流による影響で MRA では大きな動脈瘤は不明瞭化する傾向がみられた。比較的大きな動脈瘤では SE 断層像で診断は充分可能であり、SE 断層像の併用も必要である。

今後、MRA の普及に伴い未破裂脳動脈瘤が頻回に検出されてくることが予想される。予防的手術によりくも膜下出血の頻度は減少するであろうが、未破裂脳動脈瘤の治療のガイドラインが早期に作製されることが望まれる。

ま と め

- 1) 3D time of flight MRA により、Willis 輪を中心に脳動脈瘤のスクリーニングを行った。
- 2) 1947 名中 44 例に脳動脈瘤が疑われた。その内 25 例に血管造影を行ない 15 例に動脈瘤が確認できた。

3) MRA の限界により偽陰性、偽陽性は避けられない。MRA の読影だけでは不十分であり、MRA の元データである 3D 高速スキャン像、SE 断層像を合わせてみていく必要がある。

4) MRA には限界があるが、非侵襲的スクリーニング検査で最小 3 mm 大、少なくとも 0.77% に脳動脈瘤を検出できたことは予防医学的に意義の大きいことである。

文 献

- 1) Masaryk TJ, Modic MT, Ross JS, et al. : Intracranial circulation : Preliminary clinical results with three-dimensional (volume) MR angiography. *Radiology*, 171 : 793-799, 1989.
- 2) Ross JA, Masaryk TJ, Modic MT, et al. : Magnetic resonance angiography of the extracranial carotid arteries and intracranial vessels : A review. *Neurology*, 39 : 1369-1376, 1989.
- 3) Asari S, Satoh T, Sakurai M, et al. : Delineation of unruptured cerebral aneurysms by computerized angiography. *J Neurosurg*, 57 : 527-534, 1982.
- 4) Carmody RF, Smith JRL, Seeger JF, et al. : Intracranial applications of digital intravenous subtraction angiography. *Radiology*, 144 : 529-534, 1982.
- 5) Ross JS, Masaryk TJ, Modic MT, et al. : Intracranial aneurysms : Evaluation by MR angiography. *AJNR*, 11 : 449-456, 1990.
- 6) Sevick RJ, Tsuruda JS and Schmalbrock P : Three-dimensional time-of-flight MR angiography in the evaluation of cerebral aneurysms. *J Comput Assist Tomogr*, 14 : 874-881, 1990.
- 7) 半田 肇 : 脳神経外科学. 永井書店, 大阪, 1979, P. 580-614.
- 8) Atkinson JLD, Sundt TMJ, Hoser OW, et al. : Angiographic frequency of anterior circulation intracranial aneurysms. *J Neurosurg*, 70 : 551-555, 1989.
- 9) Anderson CM, Saloner D, Tsuruda JS, et al. : Artifacts in maximum-intensity-projection display of MR angiograms. *AJR*, 154 : 623-629, 1990.

Screening of Intracranial Aneurysms by MR Angiography

Nobuhisa MABUCHI¹, Eimei TSUDA², Hidenao FUKUYAMA³,
Masafumi OGAWA³, Yasuhiro TAKEICHI², Seiki ARIMA⁴,
Akira KAWAKAMI¹, Kenichi NAKAGAWA¹, Morikuni SUGIURA⁵,
Osamu ISHIDA⁵

¹*Department of Radiology, Soseikai General Hospital
Simotoba Hiroosa-cho, Fushimi-ku, Kyoto 612*

²*Department of Neurosurgery, Soseikai General Hospital*

³*Department of Neurology, Faculty of Medicine, Kyoto University*

⁴*Department of Neuropsychiatry, Soseikai General Hospital*

⁵*Department of Health Administration Center, Soseikai General Hospital*

⁶*Department of Radiology, Kinki University School of Medicine*

The circle of Willis was examined for screening by three-dimensional time-of-flight magnetic resonance angiography (MRA) in 1947 subjects. Forty-four subjects were suspected of having aneurysms by MRA, and among them, conventional angiography was performed in 25 subjects. Fifteen subjects were found to have aneurysms (3 to 38mm in diameter), ten other subjects were false positive. A false negative case was also found incidentally. A number of limitations in MRA; insufficient spatial resolution, overestimation of blood turbulence or stenosis, and loss of visualization of small vessels or small flowing vessels, often caused false positive and false negative. It was very important from our experience to evaluate aneurysms by using MRA, 3D partition images and SE images systematically. In spite of these problems, it is very worthwhile to be able to detect even a 3mm-size small aneurysm noninvasively. It would be promising that MRA for screening aneurysms could prevent subarachnoid hemorrhage.