

## 脳神経症状を呈した患者に対する 3D fast advanced spin-echo (FASE) 法を用いた MR cisternography

扇 和之<sup>1</sup>, 山本秀文<sup>1</sup>, 横手宏之<sup>1</sup>, 樋上泰造<sup>1</sup>,  
古川 隆<sup>1</sup>, 田中佐織<sup>2</sup>, 秋山洋三<sup>3</sup>, 木村祥一郎<sup>3</sup>,  
上原憲二<sup>4</sup>, 村田晃一郎<sup>4</sup>, 東 美奈子<sup>5</sup>, 山下裕市<sup>5</sup>,  
後藤克人<sup>5</sup>

<sup>1</sup>日本赤十字社医療センター放射線科 <sup>2</sup>大阪市立大学医学部放射線医学教室  
<sup>3</sup>春日部秀和病院放射線科 <sup>4</sup>北里研究所病院放射線科 <sup>5</sup>東芝メディカル

### はじめに

最近、磁気共鳴画像では T<sub>2</sub> 緩和時間の長い水を強調した hydrography の臨床応用が盛んに行われている。MR cisternography (MRC) もその一つで、髄液が強い高信号を示すことで脳槽内を走行する神経や血管を陰影欠損として画像化する手法である<sup>1)~12)</sup>。細い脳神経を描出するという検査の性格上、最近の報告では薄層スライスに適した 3 dimensional (3D) 法が一般に用いられるが、その報告のほとんどは原画像<sup>1)~9)</sup> と multiplanar reconstruction (MPR)<sup>10),11)</sup> による評価であり、他の画像処理法の検討に関する報告は少ない<sup>12),13)</sup>。またこれまでの報告では脳神経と血管との関係を描出するのに主に 3D time-of-flight (TOF) MR angiography (MRA) の原画像が用いられてきており<sup>14)~22)</sup>、血管系の描出には優れるものの細い脳神経の描出には十分とは言えず、報告例は三叉神経<sup>14)~18)</sup>、顔面神経<sup>14),19)~22)</sup>、聴神経<sup>14)</sup>に限られている。今回我々は種々の脳神経症状を呈し、その原因検索手段の一つとして非常に長い echo train length (ETL) とハーフフー

リエを併用した 3D fast spin-echo (FSE) 法である 3D fast advanced spin-echo (FASE) 法<sup>8),9),12),23)</sup>を用いた MRC が施行された症例において、その脳神経の描出能と種々の画像処理法 (加算, 最大値投影, 最小値投影, 仮想内視鏡, ポリビュームレンダリング) の果たす役割および 3D TOF MRA 併用の付加情報としての有用性を retrospective に検討した。

### 対象と方法

種々の脳神経症状を呈し、当院で MRC が施行された 212 例 (220 本の脳神経症状) を対象とした。男性 71 例, 女性 141 例, 年齢は 17 歳から 82 歳 (平均 59.4 歳) で、脳神経症状の内訳は、動眼神経麻痺 16 例, 滑車神経麻痺 2 例, 三叉神経痛 28 例, 外転神経麻痺 7 例, 顔面神経痙攣 26 例, 聴神経障害 (めまい, 感音性難聴, 耳鳴り) 141 例である (2 本の脳神経症状を呈した症例が 8 例)。MRC の撮像は、東芝社製 VISART (1.5T) を用い 3D FASE 法で行った。撮像条件は TR=6000~7000 ms, TE=250 ms, スライス厚 0.6~1

キーワード MR imaging, cisternography, postprocessing, neurovascular compression, workstation

mm (MRA を同時併用した症例はすべて 1 mm 厚), 収集マトリックス  $256 \times 256$  (zero-fill interpolation により表示マトリックス  $512 \times 512$ ), 35~60 partitions (mid-slice 補間により 70~120 partitions), ETL=148, エコー間隔 12.5 ms, single-shot, FOV= $15 \times 15$  cm, 撮像時間 3 分 42 秒~7 分 24 秒である。得られた薄層スライスの原画像より対象となる脳神経の含まれるスライスを選択して加算, 最大値投影 (maximum intensity projection: MIP), 最小値投影 (minimum intensity projection: Min IP) を, また neurovascular compression の症例において加算, 最大値投影, 最小値投影のみでは病変の三次元的な情報が不十分と考えられる症例に対し, 撮像スラブ全体の仮想内視鏡やボリュームレンダリング処理を施行した。なお, 加算処理には特に重み付けは行っていない。仮想内視鏡やボリュームレンダリング処理には東芝社製 ALATOVIEW および XTENSION を用いた。

### 1) MRC による各脳神経の描出能

対象症例 212 例に関し, 撮像範囲内に含まれていたすべての脳神経 1,682 本 (視神経 32 本, 動眼神経 56 本, 滑車神経 122 本, 三叉神経 364 本, 外転神経 372 本, 顔面神経 368 本, 聴神経 368 本) について MRC 原画像での描出能を検討した。舌咽神経, 迷走神経および副神経に関しては, 互いの神経を個別に分離して認識できることが少なかったため, 対象外とした。

### 2) 各画像処理法の比較

MRC が施行された 212 例 220 本の脳神経のうち, 原画像診断で病変の存在が疑わしい 153 例 161 本に加算処理を, また加算処理のみでは情報が不十分と考えられる 101 例 105 本の神経に更に最大値投影と最小値投影処理を行った。それら各処理法の脳槽内における対象神経の描出能について, 以下の 4 段階の点数

化で視覚評価した。1 点: 脳槽内における神経が, ほとんど描出されないもの。2 点: 脳槽内における神経の半分以下が明瞭に描出されるもの。3 点: 脳槽内における神経の半分以上が明瞭に描出されるもの。4 点: 脳槽内における神経が, 全長にわたって明瞭に描出されるもの。なお, これらの判定は臨床経験 16 年の放射線科専門医 1 名が臨床情報を伏せた状態で行った。

また加算, 最大値投影, 最小値投影のみでは病変の三次元的な情報が不十分と考えられる neurovascular compression の 20 症例において仮想内視鏡およびボリュームレンダリング処理を行い, 対象神経と隣接する血管との三次元的な位置関係の評価における有用性と, 画像評価上の問題点について検討した。

### 3) 3D TOF MRA 併用の有用性

MRC が施行された 212 例中, 対象神経と血管との関係が特に問題となる 62 例 (65 本の脳神経) に MRC と同じスラブの MRA が同時施行された。MRA の併用は, MRC と同一レベルでスラブ, FOV, 収集マトリックスを統一して spoiled gradient echo 法による 3D TOF MRA (TR=40 ms, TE=6.8 ms, フリップ角 20 度, スライス厚 1 mm, 収集マトリックス  $256 \times 256$ , 35 partitions, FOV= $15 \times 15$  cm, magnetization transfer contrast (MTC) パルス併用, 撮像時間 6 分 9 秒) を撮像し, 責任血管として静脈の関与が疑われる症例 12 例では静脈の描出を目的として gadolinium (Gd)-DTPA (0.1 mmol/kg) 投与後の 3D TOF MRA 撮像も追加した。MRA の画像処理は撮像範囲全体のスラブおよび対象となる神経を中心としたスラブの 2 種類の最大値投影とボリュームレンダリング処理を行った。MRC と MRA の同時施行例では, MRC 加算像と MRA の最大値投影像との重み付け加算による合成画像も作成した。それらの MRA 併用症例において,

対象神経周囲における MRA 付加による神経-血管識別能の向上の有無を、1名の放射線科専門医が結果を伏せた状態で視覚評価した。

結 果

1) MRC による各脳神経の描出能

各脳神経の MRC 原画像での描出能は、視神経 100% (32/32), 動眼神経 100% (56/56), 滑車神経 25.4% (31/122), 三叉神経 100% (364/364), 外転神経 82.8% (308/372), 顔面神経 100% (368/368), 聴神経 100% (368/368) であった。

2) 各画像処理法の比較

加算, 最大値投影, 最小値投影の各処理における脳槽内での対象神経の描出能を Table に示す。最大値投影は髄液内の神経-血管構造よりも髄液自体が強調されるため, 脳神経の描出は他の画像処理に比し明らかに劣っており, むしろ内耳道や Meckel 洞など髄液腔自体の輪郭を描出するのに優れていた (Fig. 1a)。最小値投影は一部の症例において外転神経や滑車神経など細い神経が広い髄液腔を走行している場合に加算像より描出が優れている例も見られたが, 三叉神経における Meckel 洞, 顔面神経や聴神経における内耳道入口部など狭い髄液腔での神経の描出には明らかに劣る傾向にあり (Fig. 1b), 結果としてこれらの脳神経の描出能が加算像よりも劣っていた。加算像では, 髄液腔の広狭を問わず安定した描出能を示した (Fig. 1c,d)。

仮想内視鏡およびボリュームレンダリング処理に関しては, 仮想内視鏡では視点が髄液腔の中にあり, その視点の位置における神経血管構造の局所的な評価に有用で (Fig. 2d, Fig. 3f), 20 例中, 16 例で対象神経と隣接血管との立体的位置関係の把握に情報の向上が見られた。十分な情報が得られなかった 4 例はいずれも対象神経周囲の髄液腔が狭く, 観察するのに十分な視点が得られない症例であった。一方, ボ

Table. Comparison of Addition, MIP and Min IP in the Visualization of Cranial Nerves in Intracisternal Portion

CNI	Postprocessing	Score*				
		1	2	3	4	Average
III	Add. (n=15)	0	0	4	11	3.7
	MIP (n=11)	4	7	0	0	1.6
	Min IP (n=11)	0	0	3	8	3.7
IV	Add. (n=2)	0	2	0	0	2.0
	MIP (n=2)	2	0	0	0	1.0
	Min IP (n=2)	1	0	1	0	2.0
V	Add. (n=25)	0	0	4	21	3.8
	MIP (n=16)	1	10	4	1	2.3
	Min IP (n=16)	0	1	12	3	3.1
VI	Add. (n=7)	0	1	4	2	3.1
	MIP (n=7)	4	3	0	0	1.4
	Min IP (n=7)	0	1	3	3	3.3
VII	Add. (n=24)	0	0	5	19	3.8
	MIP (n=19)	3	12	4	0	2.1
	Min IP (n=19)	0	5	11	3	2.9
VIII	Add. (n=88)	0	0	5	83	3.9
	MIP (n=50)	2	31	16	1	2.3
	Min IP (n=50)	0	12	15	23	3.2

Note.-CNI=cranial nerve of interest, Add.=addition, MIP=maximum intensity projection, Min IP=minimum intensity projection.

\* Scores are as follows: 1=the entire nerve barely visualized, 2=less than half of the nerve clearly visualized, 3=more than half of the nerve clearly visualized, 4=the entire nerve clearly visualized.

リュームレンダリングでは視点が撮像対象の外にあり, 全体像を客観的に評価するのに有用で (Fig. 2c), 20 例中, 12 例で対象となる神経血管構造の三次元的な位置関係の把握に向上が見られた。向上の見られなかった 8 例は, 検査対象である脳槽が非常に複雑な形態をなしていたため, ボリュームレンダリングにおける客観的な画像表示が困難な症例であった。併用した 3D TOF MRA においてもボリュームレンダリングは, 血管構造の三次元的な描出に有用で

あった (Fig. 3e).

### 3) 3D TOF MRA 併用の有用性

併用した 3D TOF MRA の原画像において、動脈には比較的細い枝に至るまで time-of-flight 効果による高信号が観察され、MRC 単独では困難であった神経と動脈、あるいは動脈と静脈の鑑別が容易となった (Fig. 4). 対象となる脳神経周囲において、MRA の情報を付加することで 65 本中 41 本 (63.1%) の脳神経の領域において神経-血管構造の鑑別に改善が見られた. また対象神経周囲の血管に ROI 設定した MRA の種々の方向の最大値投影像や MRC 加算像と MRA 最大値投影像との合成画像 (Fig. 3d) を加えることで、個々の解剖学的な同定が容易となった. Gd 造影後の 3D

TOF MRA を付加した 12 例では、静脈も高信号として描出され、12 例中 8 例 (66.7%) において MRC と Gd 造影を行わない MRA のみでは困難であった神経と静脈との鑑別に有用であった.

## 考 察

コンピューター画像による脳神経の描出は、1980 年代に air CT cisternography を用いて種々の報告がなされているが<sup>24)~27)</sup>、その描出能が十分とは言えず、クモ膜の癒着や血管ループを腫大した脳神経と見誤るなどの偽病変も報告されている<sup>27)</sup>. 1990 年代に入り、magnetic resonance imaging (MRI) を用いた cisternog-

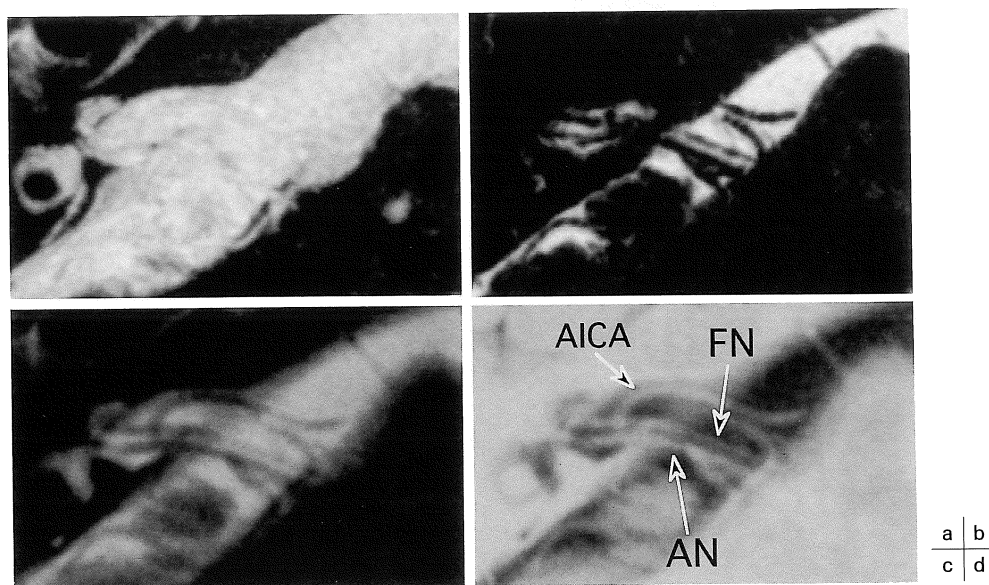


Fig. 1. Comparison of MIP, Min IP, and addition in a 58-year-old man with right tinnitus and suspected dilatation of right internal auditory canal on brain CT

a : Maximum intensity projection (MIP), b : Minimum intensity projection (Min IP), c : Addition, d : Addition (inverted gray-scale)

MIP (a) clearly demonstrates fluid-filled structures such as the cerebrospinal fluid (CSF)-internal auditory canal (IAC). Min IP (b) is especially useful in depicting neurovascular structures (NVS) in wide CSF space, but fails to clearly differentiate NVS with each other in right IAC. Addition (c, d) provides the most well-balanced images of facial nerve (FN), acoustic nerve (AN), and vascular loop of anterior inferior cerebellar artery (AICA) with excellent quality.

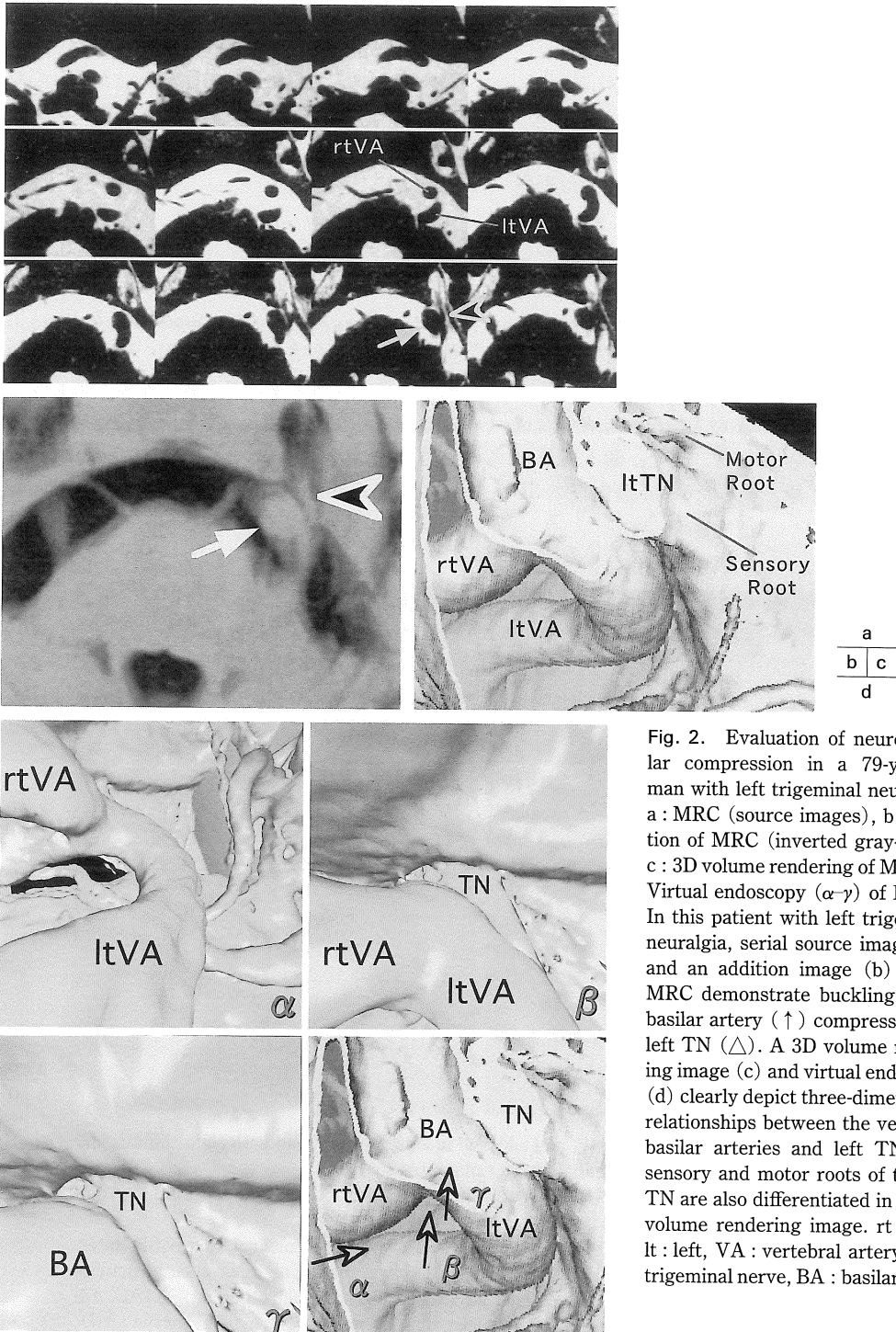


Fig. 2. Evaluation of neurovascular compression in a 79-year-old man with left trigeminal neuralgia  
 a : MRC (source images), b : Addition of MRC (inverted gray-scale), c : 3D volume rendering of MRC, d : Virtual endoscopy ( $\alpha$ - $\gamma$ ) of MRC  
 In this patient with left trigeminal neuralgia, serial source images (a) and an addition image (b) of the MRC demonstrate buckling of the basilar artery ( $\uparrow$ ) compressing the left TN ( $\Delta$ ). A 3D volume rendering image (c) and virtual endoscopy (d) clearly depict three-dimensional relationships between the vertebro-basilar arteries and left TN. The sensory and motor roots of the left TN are also differentiated in the 3D volume rendering image. rt : right, lt : left, VA : vertebral artery, TN : trigeminal nerve, BA : basilar artery

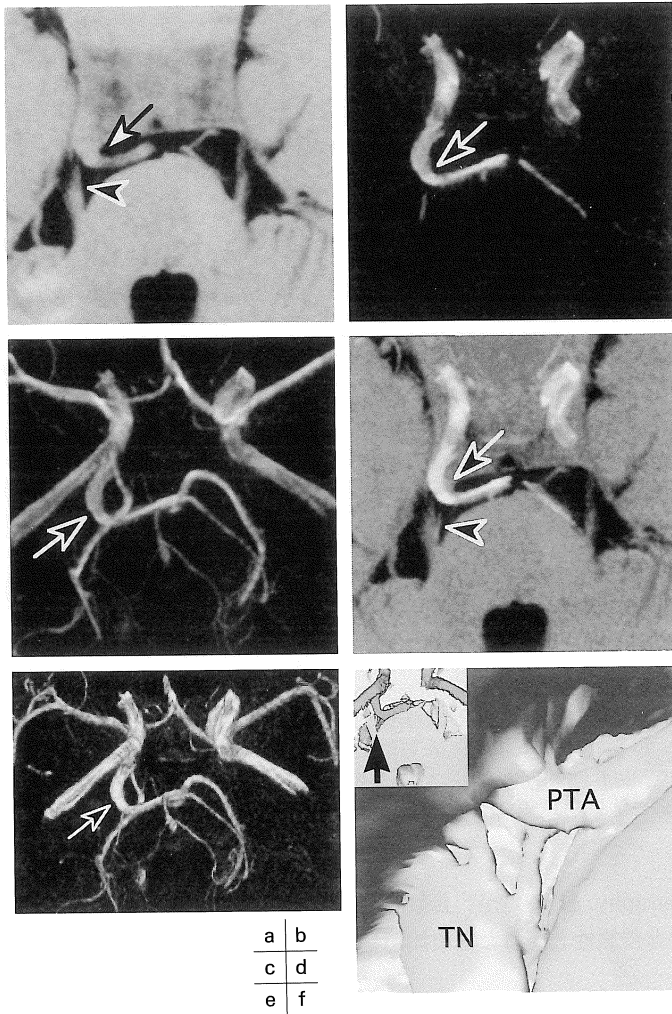


Fig. 3. Evaluation of persistent trigeminal artery in a 23-year-old woman with right trigeminal neuralgia

a : Addition of MRC (inverted gray-scale), b : 3D TOF MRA (target MIP of trigeminal n. level), c : 3D TOF MRA (full MIP of whole slab), d : Summation image of MRC (a) and MRA (b), e : 3D volume rendering of MRA (whole slab), f : Virtual endoscopy of MRC

Both MRC (a) and MRA (b, c) clearly depict right persistent trigeminal artery (PTA) ( $\uparrow$ ) adjacent to the right trigeminal nerve (TN) ( $\triangle$ ). A summation image of MRC and MRA (d) clearly delineates the relationships between the PTA and TN. 3D volume rendering of MRA (e) provides excellent three-dimensional orientation of the PTA. Virtual endoscopy of MRC (f) also depicts the detailed relationships between the PTA and TN, suggesting its potential value.

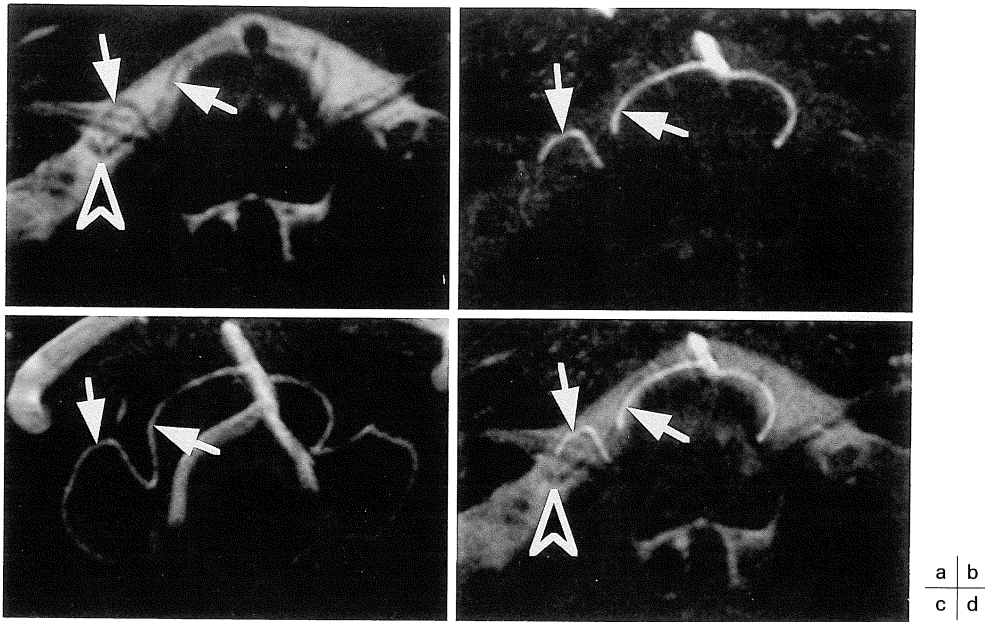


Fig. 4. Improved differentiation of arteries and veins with combined MR angiography (MRA) in a 57-year-old woman with right hemifacial spasm  
 a : MRC (addition), b : 3D TOF MRA (target MIP of IAC level), c : 3D TOF MRA (full MIP of whole slab), d : Summation image of MRC (a) and MRA (b)  
 By adding information obtained by 3D TOF MRA (b-d), the ability to differentiate arteries and veins is significantly improved. ↑ : artery, △ : vein.

raphy (MR cisternography: MRC) が報告されるようになり、その非侵襲性と優れた描出能が着目されている。

MRCの撮像法には、3D constructive interference in steady state (CISS) 法<sup>1),2),10)</sup>に代表される gradient echo 法によるものと、susceptibility による影響をより受けにくい FSE 法によるもの<sup>3)~6)</sup>とがあり、後者は 2D 法<sup>3)~6)</sup>から 3D 法<sup>7)~9),12),23)</sup>へと発展してきた。3D 法で撮像することで、より薄いスライスが得られ、また 2D 法で見られる脳脊髄液の流れによるアーチファクト<sup>6)</sup>を大きく軽減することができる<sup>7)</sup>、一方で 3D 法では撮像時間の長さが問題となってくる。ここ数年来、非常に長い ETL とハーフフーリエを併用することにより FSE 法のシングルショットでの撮像が可能になってきてお

り<sup>8),9),12),23)</sup>、その時間分解能の高さが注目されてきている。今回の検討で用いた撮像法も 3D 法でデータ収集を行うことにより、1 mm ないしそれ以下の薄層スライスで撮像可能であり、またシングルショット撮像であるため、撮像時間も多くの症例では 3 分台と実用的な検査時間を可能にしている。シングルショット撮像の欠点として、非常に長い ETL による位相エンコード方向の blurring (輪郭の不鮮明化) が懸念されるが、T<sub>2</sub> 緩和時間が非常に長い脳脊髄液を対象としているため、今回の 1.5T 装置での ETL=148 とエコー間隔 12.5 ms の組み合わせでは従来の報告と同様<sup>8),23)</sup>、画像評価に障害を来すほどの blurring は観察されなかった。

各脳神経の MRC による描出能に関しては、今回の検討において一般に細くて描出困難とさ

れる滑車神経を除けば良好な結果が得られており、従来の報告<sup>6)</sup>と同等ないしそれ以上の結果が得られた。

個々の脳神経やその周囲構造の詳細評価には原画像は必要不可欠な存在であり、一方でそれらの全体的な位置関係の把握には処理画像が有用である。MRC の画像処理法については、加算像が髄液腔の広狭を問わず最も安定した描出能が得られ、本法の画像処理における第一選択と考えられる。加算像の欠点として、加算される原画像の枚数が 10 枚以上と多くなった場合、partial volume 効果のため個々の解剖構造の輪郭が不鮮明になることが挙げられるが、今回行った 0.6~1 mm のスライス厚では、脳槽内の対象となる神経は一般に 5, 6 枚以内の原画像で描出可能であり、そのような点も本法に加算像が適している一因と思われる。一方、加算像では単純加算であるという原理上、ステレオ画像は作成できない。原画像と加算像の情報のみで立体的な位置関係の把握が不十分な場合は、ワークステーションによる三次元画像や最小値投影によるステレオ画像を追加することが望ましいと考えられる。加算像以外に関しては、最小値投影では広い髄液腔において細い神経や血管が存在する場合の描出に、また最大値投影では内耳道や Meckel 洞など髄液腔自体の輪郭を描出するのに付加情報としての有用性があると思われる。

個々の神経-血管構造の輪郭のみを描出するのであれば、MRC による評価のみで十分と思われるが、neurovascular compression や血管の先天奇形、動脈瘤など血管性病変と脳神経との関係が問題となる症例では、個々の構造が神経なのか動脈なのか静脈なのかを明確に区別する必要があり、3D TOF MRA の併用が有用と考えられる。従来、脳神経と血管との相互関係の描出には、3D TOF MRA の原画像を用いた報告が数多くなされている<sup>14)~22)</sup>。それらの報告では Gd 造影剤を併用したもの<sup>15)~17), 22)</sup>とそうでないもの<sup>14), 16), 18)~21)</sup>とが認められるが、

いずれも血管の描出能が高く、特に Gd 造影剤を併用した場合は静脈の描出能が向上する<sup>15)~17)</sup>。ただしこれらの MRA 原画像では、脳神経と脳脊髄液とのコントラストが小さいために脳神経の描出が MRC に匹敵するとはいえず、これらの報告例は三叉神経<sup>14)~18)</sup>、顔面神経<sup>14), 19)~22)</sup>、聴神経<sup>14)</sup>と比較的太い脳神経に限られている。今回の我々の方法では、MRC による脳神経の高い描出能を保った状態で MRA の併用により血管の識別能を向上させることができ、脳神経と血管との相互関係をより明瞭に把握するのに有用と考えられる。また MRA 原画像を用いたそれらの報告<sup>14)~22)</sup>では、脳神経描出能の保持のために MTC パルスは併用されていないが、今回の検討では 3D TOF MRA に MTC パルスを併用し、より細い動脈枝の描出も可能にしている。またこれらの血管病変と脳神経との関係が問題となる症例では責任血管の詳細な血管解剖の情報も重要であり、責任血管を中心に ROI 設定した種々の方向の最大値投影像の追加も臨床的価値がある。

仮想内視鏡やボリュームレンダリング処理に関しては、いまだ文献的な報告も少なく<sup>13), 28)</sup>今後の検討が必要な段階ではあるものの、仮想内視鏡、ボリュームレンダリングいずれも病変部の三次元的な位置関係の把握に付加情報の役割を果たす症例が見られた。仮想内視鏡は視点が構造の中にあるという点で局所的な評価に有用であり、手術や内視鏡手技のシミュレーションとしての今後の臨床応用の可能性が考えられる。またボリュームレンダリングは全体像を把握するのに優れ、原画像や加算像による評価で全体像の立体的把握が不十分な際に付加情報としての役割があると思われる。ただし脳槽の場合は、血管や気道、胆道、消化管といった管腔構造とは異なり、対象となる構造が非常に複雑な形態をなしているため、特にボリュームレンダリングにおいては全体像の客観的な画像表示方法が今後の課題の一つと考えられる。



結 語

種々の脳神経症状を訴える患者に対し、3D FASE 法を用いた MRC を行い、種々の画像処理法と 3D TOF MRA 併用の有用性について検討した。MRC の原画像で脳神経症状の原因となるような異常が明らかに認められない症例では、原画像のみの観察で十分と考えられるが、何らかの異常が疑わしい例に対しては、まず対象神経のレベルを中心に加算像を試み、加算像のみで情報が不十分な症例に最小値投影や最大値投影を適宜付加するのが望ましいと思われる。特に神経と血管との関係が重要となる場合は 3D TOF MRA を併用し個々の神経血管構造の鑑別を明瞭にし、また神経と血管との三次元的な位置関係が重要となるケースでは仮想内視鏡やボリュームレンダリングを試みる価値があると考えられる。

謝 辞

稿を終えるに当たり、データ収集に御協力頂いた日赤医療センター放射線科 MRI 室の技師諸氏並びにワークステーションの画像処理に御助力頂いた東芝メディカル(株)竹本周平氏、淀健司氏に深謝します。

本稿の要旨の一部は第 83 回北米放射線学会(シカゴ)において発表し、日本磁気共鳴医学会から学会賞(国際飛躍賞)の助成を受けた。

文 献

- 1) Casselman JW, Kuhweide R, Deimling M, Ampe W, Dehaene I, Meeus L : Constructive interference in steady state-3DFT MR imaging of the inner ear and cerebellopontine angle. *AJNR* 1993 ; 14 : 47-57
- 2) Hermans R, Goten AV, Foer BD, Baert AL : MRI screening for acoustic neuroma without gadolinium : value of 3DFT-CISS sequence. *Neuroradiology* 1997 ; 39 : 593-598

- 3) Bassi P, Piazza P, Cusmano F, Menozzi R, Gandolfi A, Zini C : MR cisternography of the cerebello-pontine angle and internal auditory canal in diagnosis of intracanalicular acoustic neuroma. *Neuroradiology* 1990 ; 31 : 486-491
- 4) Gammal TE, Brooks BS : MR cisternography : initial experience in 41 cases. *AJNR* 1994 ; 15 : 1647-1656
- 5) Allen RW, Hamsberger HR, Shelton C, King B, Bell DA, Miller R, Parkin JL, Apfelbaum RI, Parker D : Low-cost high-resolution fast spin-echo MR of acoustic schwannoma : an alternative to enhanced conventional spin-echo MR?. *AJNR* 1996 ; 17 : 1205-1210
- 6) Mamata Y, Muro I, Matsumae M, Komiya T, Toyama H, Tsugane R, Sato O : Magnetic resonance cisternography for visualization of intracisternal fine structures. *J Neurosurg* 1998 ; 88 : 670-678
- 7) 間瀬光人, 山田和雄, 片野広之, 宮地利明, 伴野辰雄 : MRI (3D-FT-TSE) による顔面痙攣および三叉神経痛の責任血管の描出. *映像情報メディアカル* 1998 ; 30 : 741-743
- 8) Naganawa S, Itoh T, Fukatsu H, Ishigaki T, Nakashima T, Kassai Y, Miyazaki M, Takai H : Three-dimensional fast spin-echo MR of the inner ear : ultra-long echo train length and half-Fourier technique. *AJNR* 1998 ; 19 : 739-741
- 9) Naganawa S, Ito T, Iwayama E, Fukatsu H, Ishigaki T : High-resolution MR cisternography of the cerebellopontine angle, obtained with a three-dimensional fast asymmetric spin-echo sequence in a 0.35-T open MR imaging unit. *AJNR* 1999 ; 20 : 1143-1147
- 10) Stuckey SL, Harris AJ, Mannolini SM : Detection of acoustic schwannoma : use of constructive interference in the steady state three-dimensional MR. *AJNR* 1996 ; 17 : 1219-1225
- 11) Schefer SS, Kollias S, Wichmann W, Valavanis A : T<sub>2</sub>-weighted three-dimensional fast spin-echo MR in inflammatory peripheral facial nerve palsy. *AJNR* 1998 ; 19 : 491-495
- 12) 田中佐織, 扇 和之, 磯田正之, 他 : MR cisternography による neurovascular cross compression の評価—3D-超高速 T<sub>2</sub> 強調画像 (FASE)

- を中心に種々の画像処理の比較を含めて一. 日  
 磁医誌 1997 ; 17 (Suppl) : 265
- 13) Shigematsu Y, Korogi Y, Hirai T, Okuda T, Ikushima I, Sugahara T, Liang L, Ge Y, Takahashi M : Virtual MRI endoscopy of the intracranial cerebrospinal fluid spaces. *Neuroradiology* 1998 ; 40 : 644-650
  - 14) Furuya Y, Ryu H, Uemura K, Sugiyama K, Iso-da H, Hasegawa S, Takahashi M, Kaneko M : MRI of intracranial neurovascular compression. *JCAT* 1992 ; 16 : 503-505
  - 15) Meaney JFM, Miles JB, Nixon TE, Whitehouse GH, Ballantyne ES, Eldridge PR : Vascular contact with the fifth cranial nerve at the pons in patients with trigeminal neuralgia : detection with 3D FISP imaging. *AJR* 1994 ; 163 : 1447-1452
  - 16) Korogi Y, Nagahiro S, Du C, Sakamoto Y, Takada A, Ushio Y, Ikushima I, Takahashi M : Evaluation of vascular compression in trigeminal neuralgia by 3D time-of-flight MRA. *JCAT* 1995 ; 19 : 879-884
  - 17) Meaney JFM, Eldridge PR, Dunn LT, Nixon TE, Whitehouse GH, Miles JB : Demonstration of neurovascular compression in trigeminal neuralgia with magnetic resonance imaging. *J Neurosurg* 1995 ; 83 : 799-805
  - 18) Majoie CBLM, Hulsmans FH, Verbeeten B, Castelijns JA, Beek EJR, Valk J, Bosch DA : Trigeminal neuralgia : comparison of two MR imaging techniques in the demonstration of neurovascular contact. *Radiology* 1997 ; 204 : 455-460
  - 19) Felber S, Birbamer G, Aichner F, Poewe W, Kampfl A : Magnetic resonance imaging and angiography in hemifacial spasm. *Neuroradiology* 1992 ; 34 : 413-416
  - 20) Bernardi B, Zimmerman RA, Savino PJ, Adler C : Magnetic resonance tomographic angiography in the investigation of hemifacial spasm. *Neuroradiology* 1993 ; 35 : 606-611
  - 21) 丹羽義和, 塩谷正弘, 唐澤秀武, 大瀬戸清茂, 長沼芳和 : 三叉神経痛および片側顔面痙攣における責任血管の同定—SPGR-MRI および 3D-TOF-MRA による検討—. *臨床神経* 1996 ; 36 : 544-550
  - 22) 本間次男, 細矢貴亮, 安達真人, 山口昂一, 斎藤伸二郎, 嘉山孝正 : 片側顔面痙攣の術前・術後造影 3D-spoiled GRASS (3D-SPGR) 法 MRI と手術所見の対比. *日医放会誌* 1997 ; 57 : 847-852
  - 23) Naganawa S, Ito T, Fukatsu H, Ishigaki T, Nakashima T, Ichinose N, Kassai Y, Miyazaki M : MR imaging of the inner ear : comparison of a three-dimensional fast spin-echo sequence with use of a dedicated quadrature-surface coil with a gadolinium-enhanced spoiled gradient-recalled sequence. *Radiology* 1998 ; 208 : 679-685
  - 24) Bird CR, Hasso AN, Drayer BP, Hinshaw DB, Thompson JR : The cerebellopontine angle and internal auditory canal : neurovascular anatomy on gas CT cisternograms. *Radiology* 1985 ; 154 : 667-670
  - 25) Johnson DW, Voorhees RL, Wong ML : Virtues and vagaries of high-resolution CT air cisternography in the diagnosis of acoustic neuromas. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1985 ; 93 : 156-160
  - 26) Esfahani F, Dolan KD : Air CT cisternography in the diagnosis of vascular loop causing vestibular nerve dysfunction. *AJNR* 1989 ; 10 : 1045-1049
  - 27) 関 要次郎, 吉井久美子, 梅津博道, 相羽 正, 煎本正博, 竹森節子 : 微小聴神経腫瘍の画像診断—air CTC と Gd-DTPA 増強 MRI との比較検討—. *CT 研究* 1989 ; 11 : 27-34
  - 28) 横手宏之, 扇 和之, 山本秀文, 他 : Persistent carotid-basilar anastomosis における MR cisternography の有用性—workstation の応用を含めて一. *日磁医誌* 1999 ; 19 (Suppl) : 196

## MR Cisternography with Three-dimensional Fast Advanced Spin-echo (FASE)

Kazuyuki OHGI<sup>1</sup>, Hidefumi YAMAMOTO<sup>1</sup>, Hiroyuki YOKOTE<sup>1</sup>,  
Taizou HIGAMI<sup>1</sup>, Takashi FURUKAWA<sup>1</sup>, Saori TANAKA<sup>2</sup>,  
Hiromi AKIYAMA<sup>3</sup>, Shouichirou KIMURA<sup>3</sup>, Kenji UEHARA<sup>4</sup>,  
Kouichirou MURATA<sup>4</sup>, Minako HIGASHI<sup>5</sup>, Yuichi YAMASHITA<sup>5</sup>,  
Katsuhito GOTOH<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Department of Radiology, Japanese Red-Cross Medical Center  
4-1-22 Hiroo, Shibuya-ku, Tokyo 150-8935*

<sup>2</sup>*Department of Radiology, Osaka City University School of Medicine*

<sup>3</sup>*Department of Radiology, Kasukabe-Shuwa Hospital*

<sup>4</sup>*Department of Radiology, Kitazato-Institute Hospital*

<sup>5</sup>*Toshiba Medical Corp.*

To evaluate the usefulness of MR cisternography (MRC) combined with various postprocessing techniques and three-dimensional (3D) time-of-flight (TOF) MR angiography, MR cisternograms in 212 patients with various cranial nerve symptoms were retrospectively evaluated. MR examinations were performed with a 1.5T MR imager using a 3D fast advanced spin-echo (FASE) sequence. Maximum intensity projection (MIP) had the advantage of demonstrating fluid-filled structures such as cerebrospinal fluid (CSF)-internal auditory canal (IAC) and Meckel's cave. Minimum intensity projection (Min IP) was especially useful in delineating neurovascular structures (NVS) in wide CSF space. Addition provided the most well-balanced images of NVS, and was superior to Min IP in the depiction of NVS in narrow CSF space. Virtual endoscopy and volume rendering had the potential to provide additional information in the evaluation of the three-dimensional relationships of NVS. Combination of 3D TOF MRA with MRC was helpful in differentiating arteries, veins, and nerves. With the judicious use of various postprocessing techniques and combined MRA, the value of MRC in the evaluation of patients with various cranial nerve symptoms can be further strengthened.