

MRIによる脳神経と血管の描出 — 3D-SPGR法を用いて —

細矢貴亮, 佐藤奈美, 山口昂一, 菅井幸雄,
大串雅俊, 久保田 恒

山形大学医学部放射線医学講座

はじめに

MRIの出現により脳神経領域の画像診断は、ますます精密になってきている。しかし、通常の検査法では、脳底槽における脳神経や血管を同定できるとは限らず、病変との関係、あるいは脳神経と血管の関係を診断するには限界があった。スライス厚に起因するpartial volume effectが最大の問題点と考えられる。著者らは、空間分解能に優れた3次元ボリュームイメージングを用い、MRIで脳神経と血管を同時に観察している。本法における脳神経と血管の描出能について検討したので報告する。

対象及び方法

後頭蓋窩から頭蓋底部に病変が予想された26例を対象とした。内訳は、片側顔面痙攣9例、三叉神経痛4例、舌咽神経痛3例の他、無嗅症、動眼神経不全麻痺、外転神経麻痺、顔面神経麻痺、硬膜動静脈奇形、多発性硬化症、下垂体腺腫、聴神経腫瘍、鞍結節髄膜腫、empty sella、各1例であった。

使用装置はGE社製SIGNA (1.5T) で、撮

像法としてはSPGR (spoiled GRASS) 法を用いた。撮像条件は、TR=26ms, TE=4.9ms, flip angle 35°, FOV 13cm, スライス厚 1mm, マトリックス数 256×192×60, NEX=4, 撮像時間 21分19秒である。全例に、MRI用造影剤Gd-DTPA 0.1mmol/kgを静注して検査を行った。

得られた画像をフィルム上にハードコピーすると同時に、モニター上でリアルタイムリフォーマットしながら観察した。リアルタイムリフォーマットは、orbitomeatal lineや関心のある脳神経の走行に平行あるいは垂直な断面を平行移動することにより得られる。脳槽内の脳神経と血管について、以下の方法で検討した。

a) 脳神経 嗅神経を除く11本の脳神経について、脳槽内の全走行が明瞭に同定できたものをclearly visible、一部不明瞭であるが同定できたものをvisible、同定できなかったものをnot visibleとして評価した。描出率として、clearly visible群とvisible群の和が全体に占める割合を算出した。

b) 動脈 椎骨・脳底動脈からの動脈分岐形態を観察し、脳動脈造影を施行した12例(椎骨動脈造影12例15回、内頸動脈造影6例12回)

Table 1. Detectability of the cranial nerves (26 patients)

cranial nerve	clearly visible	visible	not visible	detectability (\geq visible) %
optic nerve	40	0	0	100%
oculomotor nerve	46	5	1	98
trochlear nerve	0	5	47	10
trigeminal nerve	50	2	0	100
abducent nerve	32	6	12	76
facial nerve ¹⁾	42	4	3	94
vestibulocochlear nerve ¹⁾	49	0	0	100
glossopharyngeal nerve	22	13	11	76
vagus nerve				
accessory nerve				
hypoglossal nerve	7	8	25	38

1) A facial nerve and a vestibulocochlear nerve were not evaluated because of presence of acoustic tumor.

2) These cranial nerves were evaluated together, because these nerves could not be differentiated.

で比較検討した。

c) 静脈 脳底静脈と錐体静脈に着目し、その描出率を検討した。

結 果

脳神経の描出率を Table 1 に示す。視神経、動眼神経、三叉神経、顔面神経、聴神経は高率に同定できた。外転神経の描出率も比較的高かった。滑車神経は、脳幹周囲の部分全く同定できなかったが、血管との信号強度の違いと走行から橋前脳槽の部分では10%で同定可能であった。舌咽神経、迷走神経、副神経は、いくつもの神経根に分かれていることと、いずれも延髄のオリーブ隆起背側から出て頸静脈孔に入るという解剖学的類似性から、それぞれを別個に検討することはできなかった。1本でも明瞭に認められれば、clearly visible と評価したので、描出率は比較的高いが個々の神経の描出率ではない。舌下神経は、舌下神経管の部分では周囲の脂肪が高信号を呈するため、信号の低い線状構造として高率に同定できたが、脳槽内の部分

での描出は低かった。脳神経は、原画像を基に作成した神経の走行に一致する断面で最も明瞭に認められた。Clearly visible と評価した各脳神経を Fig.1 に示す。

スライスに平行に走行する動脈や静脈は、Gd-DTPA を使用することにより高信号を示し、神経と明瞭に識別できた (Fig.2, 3)。しかし、血管には屈曲や蛇行があり、1枚の画像で全走行を描出することはできないことが多い。Real time reformation を行って、トラックボールを動かしながら血管を追跡する必要があった。このようにすると、動脈の分岐部は容易に同定可能であり、脳幹周囲の部分も追跡することができた。血管造影を行った12例で、本法を用いて行った動脈の分析結果と比較検討したところ、動脈の走行、分岐形態、太さ、変異などが全て一致した。診断できた変異や異常を Table 2 に示す。静脈も明瞭に描出できた。脳底静脈は36例中36例、錐体静脈は52例中52例で同定でき、いずれも100%の描出率であった。静脈間の吻合や還流様式も把握できた。

MRIによる脳神経と血管の描出

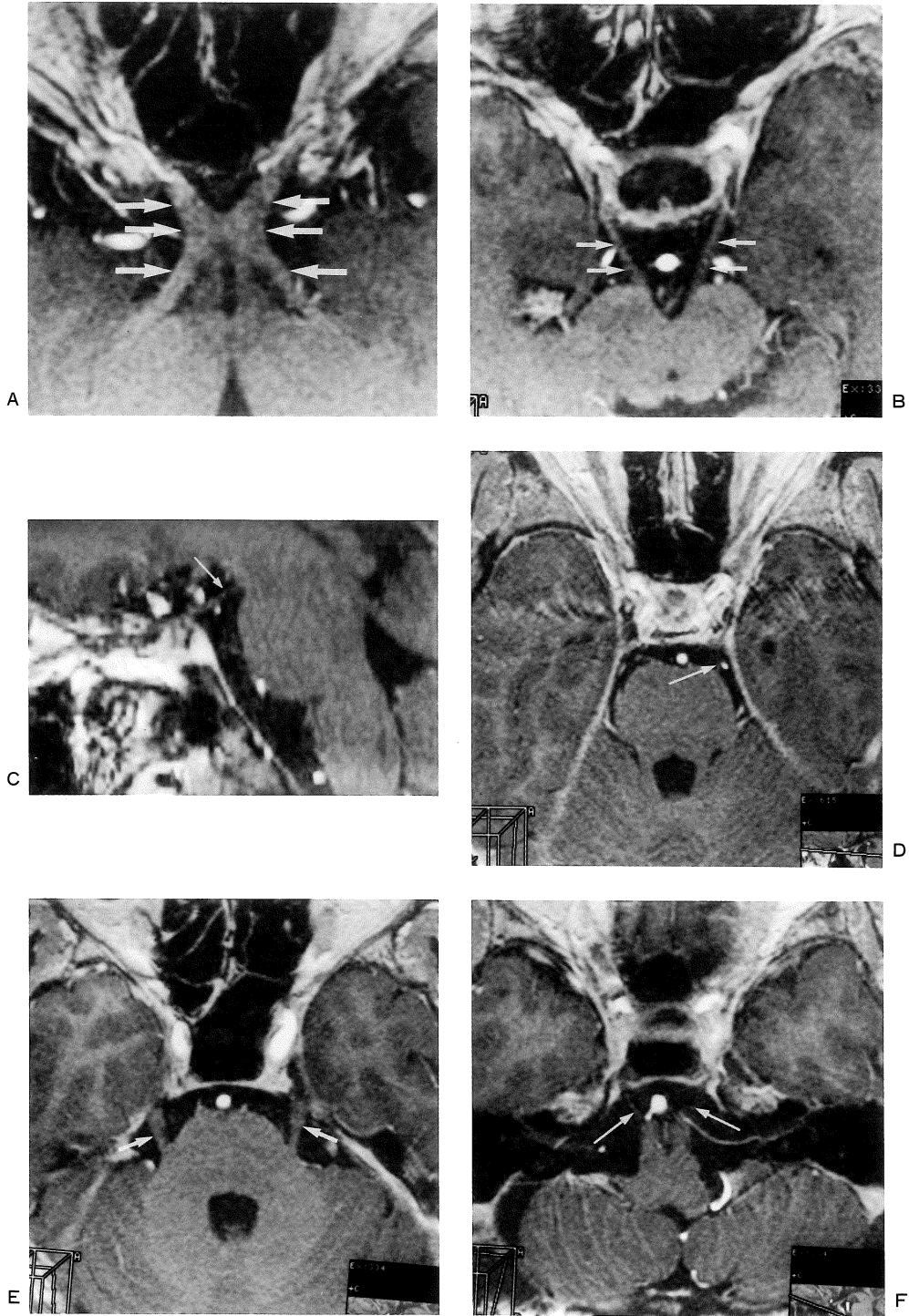


Fig.1

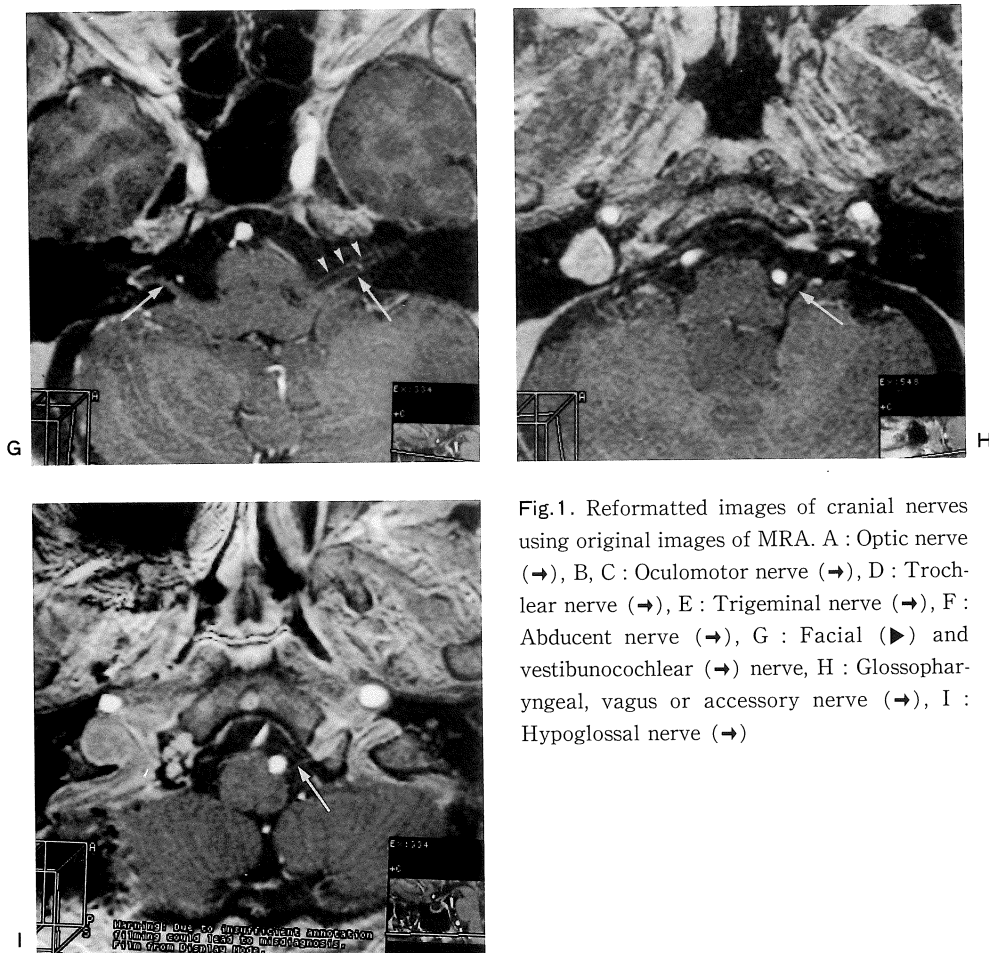


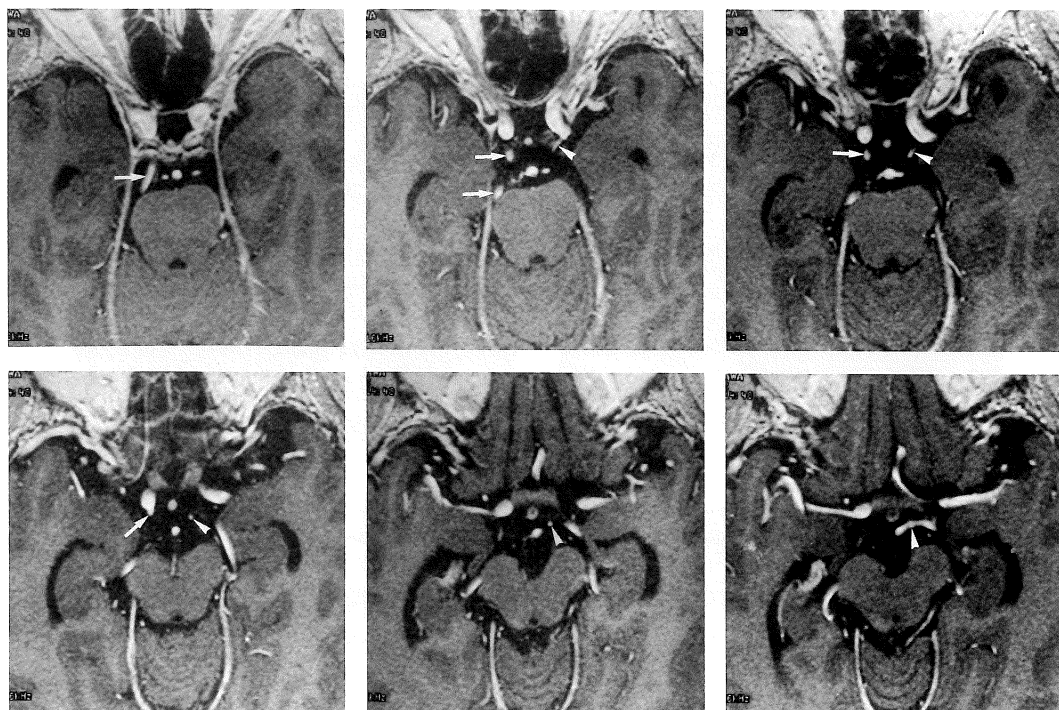
Fig.1. Reformatted images of cranial nerves using original images of MRA. A : Optic nerve (→), B, C : Oculomotor nerve (→), D : Trochlear nerve (→), E : Trigeminal nerve (→), F : Abducent nerve (→), G : Facial (▶) and vestibulocochlear (→) nerve, H : Glossopharyngeal, vagus or accessory nerve (→), I : Hypoglossal nerve (→)

考 察

脳槽内の脳神経は、MRI が実用化されるまでは CT 脳槽造影 (CT cisternography) を行わなければ観察することができなかつた^{1),2)}。MRI は高い組織コントラスト分解能をもつため、通常の検査である程度脳神経を観察することができる^{3)~6)}。しかし、スライス厚方向の空間分解能に限界があり、脳神経と血管を詳細に観察するには十分とは言えなかつた。MRI で脳神経や血管を観察するためには、空間分解能の良い画質を得ることが必要と考えられる⁷⁾。

著者らは空間分解能に優れた TOF 法の MR angiography (MRA) で得られる原画像に着目

した。MRA は、3 次元データを MIP 処理 (maximum-intensity-projection display) して作成されている。血管の描出を目的として開発された撮像法ではあるが、信号の弱い血管はうまく画像化されない。しかし、原画像には MRA では消えてしまう細い血管や流れの遅い血管、神経が描出されている⁸⁾。原画像の観察を前提にして撮像法を改良し、脳神経と血管の両者が観察できるように工夫した。最短 TR と最短 TE を使用し、脳実質の信号を最大にするべく flip angle を 35° に設定した。また、今回用いたシステムでは reformation 画像の拡大機能がなかつたため、FOV を 13cm とし、脳神経や細い血管を観察しやすくした。それぞれの脳神経は



A	B	C
D	E	F

Fig.2. Serial reformatted images of bilateral posterior communicating arteries (PcomA). Right PcomA (→) is large as well as right posterior cerebral artery, interpeduncular segment of which is absent. On left side, PcomA (▶) is small but clearly visible linking between the internal carotid artery and the posterior cerebral artery.

Table 2. Arterial abnormalities coincident with angiogram

abnormality	No.
absence of PICA	4
absence of AICA	3
hypoplasia of P ₁	1
aplasia of PcomA	1
stenosis of VA	1
hypoplasia of A ₁	1
occlusion of ICA	2

PICA : posterior inferior cerebellar artery

AICA : anterior inferior cerebellar artery

P₁ : interpeduncular segment of posterior cerebral artery

PcomA : posterior communicating artery

VA : vertebral artery

A₁ : horizontal portion of anterior cerebral artery

ICA : internal carotid artery

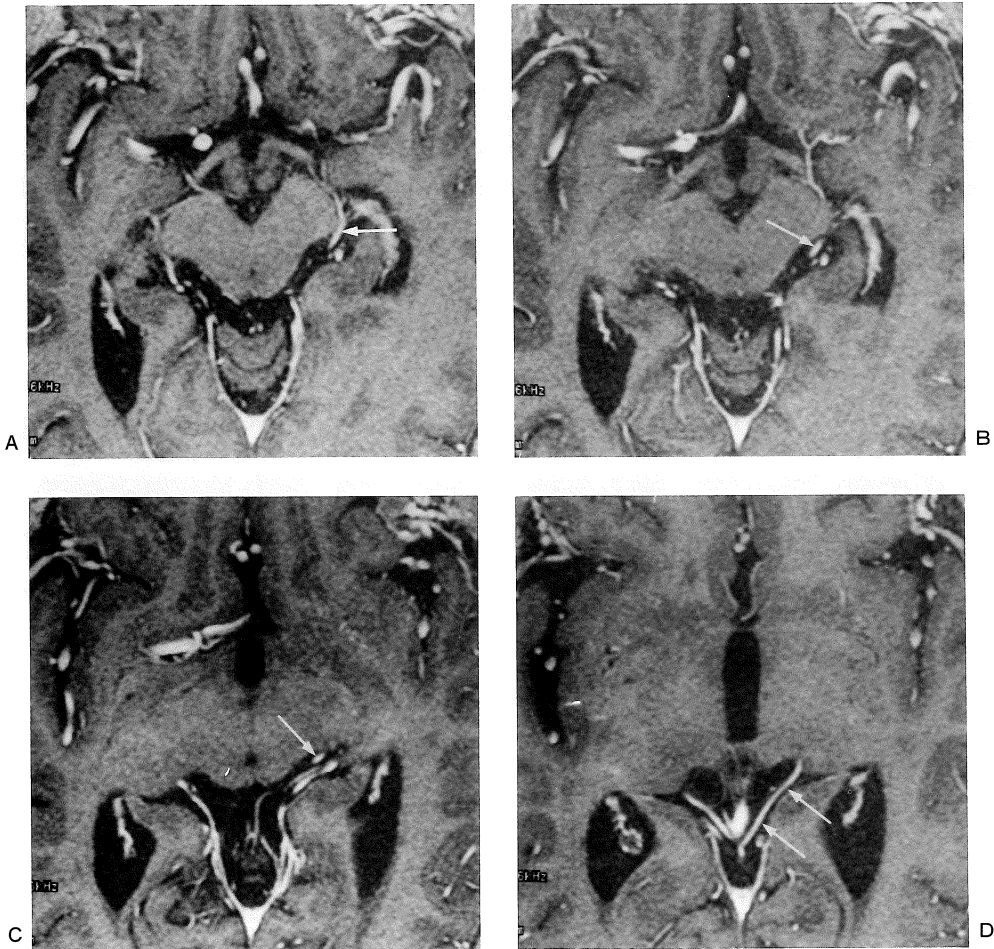


Fig.3. Serial reformatted images of basal vein of Rosenthal. Left basal vein of Rosenthal (→) passes around the brain stem and runs toward the great cerebral vein of Galen.

一定の角度を持って脳槽内を走行しているので、脳神経の観察には reformation 画像が有用だからである。反面、FOV を小さくすると信号が弱くなるので、診断に十分な画像を得るにはかなりの撮像時間を要する結果となった。改良の余地があるかも知れない。スライスに平行することになる脳幹周囲を走行する動脈や流速の遅い静脈は、TOF 効果が少なくなり、原画像でも信号が弱くなる。血管の信号を強くし、脳神経と区別して観察するために、全例に MRI 用造影剤 Gd-DTPA を使用したところ、良好な結果を得た。

得られた画像を real time reformation しながら観察すると、脳神経と血管が同時に明瞭に認められた。脳神経では、視神経、動眼神経、三叉神経、顔面神経、聴神経の描出率が非常に高く、十分診断に利用できるものと考えられる。外転神経の描出率も比較的高く診断に利用できる可能性が示唆される。滑車神経については、これまでの方法ではほとんど同定出来なかった。10%と低率ではあるが滑車神経を同定することができ、本法の有用性を示しているものと思われる。しかし、解剖学的特徴から同定できなかった舌咽神経、副神経、迷走神経や、描出率の低

かった舌下神経とともに、滑車神経の画像診断法については今後さらに検討を要するものと考えられた。

動脈と静脈は明瞭に描出でき、満足すべき結果であった。本法を用いれば、MRAの画像では消えてしまうような細い血管や流れの遅い血管も観察可能である。撮像範囲に入っていれば、脳幹周囲における主要動脈の分岐形態や走行を確実に把握することができるし、静脈の解剖や静脈洞の状態も観察できる。動脈の閉塞、狭窄の診断や動脈瘤の診断にも有効と考えられる。MRAの観察法の一つとして、重要な方法になると思われる。

本法により、神経と血管は同時に明瞭に観察できるようになった。脳神経と血管の関係が重要である三叉神経痛・顔面痙攣の診断や、腫瘍と神経・血管の関係を把握する上で有用と考えられ、症例を重ねて検討したいと考えている。

結 語

1. SPGR法によりボリュームイメージングを行うと、脳槽内の神経と血管を同時に観察できた。
2. 視神経、動眼神経、三叉神経、外転神経、顔面神経、聴神経は、高率に描出できた。
3. 造影剤を使用することにより血管が脳神経と

識別でき、動脈と静脈が明瞭に認められた。

4. 神経と血管の走行や分岐形態を確認するには、real time reformationが有用であった。

文 献

- 1) 細矢貴亮, 内村文昭, 山口昂一, 他: 三叉神経痛, 顔面痙攣の神経放射線診断. CT研究, 5; 691-698, 1983.
- 2) Mawad ME, Silver AJ and Hilal SK: Computed tomography of the brain stem with intrathecal metrizamide. Part I: The normal brain stem. AJNR, 4: 1-11, 1983.
- 3) 樗 篤, 牧田泰正, 鍋島祥男, 他: 顔面痙攣症患者におけるMRIの有用性. CT研究, 12: 433-438, 1990.
- 4) Lanzieri CF: MR imaging of the cranial nerves. AJR, 154: 1263-1267, 1990.
- 5) Tash RT, Sze G and Leslie DR: Trigeminal neuralgia: MR imaging features. Radiology, 172: 767-770, 1989.
- 6) Tash R, DeMerritt J, Sze G and Leslie D: Hemifacial spasm: MR imaging features. AJNR, 12: 839-842, 1991.
- 7) 池田耕治, 大久保幸一, 小林尚志, 他: 3D-FTによる脳神経の描出能の検討. 画像診断, 10: 734-742, 1990.
- 8) Lewin JS and Laub GL: Intracranial MR angiography: A direct comparison of three time-of-flight techniques. AJNR, 12: 1133-1139, 1991.

MR Imaging of the Cranial Nerves and the Intracranial Vessels Using 3D-SPGR

Takaaki HOSOYA, Nami SATO, Koichi YAMAGUCHI,
Yukio SUGAI, Masatoshi OGUSHI, Hisashi KUBOTA

*Department of Radiology, Yamagata University School of Medicine
2-2-2 Iidanishi, Yamagata 990-23*

MR angiography (MRA) has developed rapidly, but it is still insufficient to demonstrate the detail of the intracranial vascular anatomy. We found that original images of MRA render more information than MRA images about not only intracranial vessels but also cranial nerves. We have tried to demonstrate cranial nerves and intracranial vessels on 26 patients and evaluated using real time reformation of original images of MRA. MR images were obtained by SPGR (3DFT) after injection of Gd-DTPA.

The optic nerve, the oculomotor nerve, the trigeminal nerve, the facial nerve and the vestibulocochlear nerve were visualized clearly on almost patients and detectabilities of these nerves were 100%, 98%, 100%, 94% and 100%, respectively. The abducent nerve was also detectable in 76%. The trochlear nerve, which could not be observed by any modality, was detected at prepontine cistern in 10%. Arteries around brain stem such as the superior cerebellar artery (SCA), the anterior inferior cerebellar artery (AICA), the posterior inferior cerebellar artery (PICA) and the posterior communicating artery (PcomA) were clearly visible, and branching of these arteries and anatomical detail were completely coincide with angiogram on 12 patients. The basal vein of Rosenthal and the petrosal vein were confirmed in 100% and their anastomose were demonstrated obviously. We concluded that this method was extremely useful to observe cranial nerves and intracranial small vessels.