



090429-Rev-ReMVD-脳神経外科速報-090503

臨床研究:

三叉神経痛術後再発例に対する再手術～3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging による術前画像評価～

小野田 恵介<sup>1)</sup>、佐藤 透<sup>2)</sup>、神原 啓和<sup>1)</sup>、尾美 賜<sup>2)</sup>、鍋島 睦栄<sup>2)</sup>  
Keisuke Onoda<sup>1)</sup>, Toru Satoh<sup>2)</sup>, Hirokazu Kambara<sup>1)</sup>, Megumi Omi<sup>2)</sup>, Mutsue Nabeshima<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>岡山赤十字病院 脳神経外科

<sup>2)</sup>医療法人社団 涼風会 佐藤脳神経外科

<sup>1)</sup>Department of Neurological Surgery, Okayama Red Cross General Hospital

<sup>2)</sup>Department of Neurological Surgery, Ryofukai Satoh Neurosurgical Hospital

連絡先: 岡山赤十字病院 脳神経外科

小野田恵介

〒700-8607 岡山市青江2丁目1-1

2-1-1 Aoe Okayama, Okayama 700-8607

TEL 086-222-8811

Key words: microvascular decompression, trigeminal neuralgia, recurrence,  
Three dimensional magnetic resonance cisternogram/angiogram fusion imaging



## I. はじめに

三叉神経痛の根治的治療は、三叉神経を責任血管による圧迫から完全に解除する microvascular decompression(MVD)が gold standard であり、良好な長期治療成績が報告されている<sup>5, 8, 11, 15</sup>。しかし、術後再発が、4-15%に認められ<sup>2, 4, 6, 15, 16</sup>、再発例の診断および治療、特に再手術の適応については、一定した見解が得られていない。再発例に対する再度の MVD 手術では、血管やクモ膜など周囲組織と三叉神経との癒着が強く、合併症の頻度も高くなるため、慎重かつ高度な手術操作が要求される。そのため、再手術を計画するうえでは、術前画像で、三叉神経と血管および周囲構造物との解剖学的位置関係を十分に把握することが必要となる。

われわれは、これまで三叉神経痛の術前画像評価に 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging を応用し、その有用性を報告してきた<sup>7, 10-14</sup>。今回、三叉神経痛 MVD 術後 6ヶ月以上を経過して再発した 4 症例に対して、術前に fusion imaging による詳細な画像評価を行い、再度の MVD を実施した。本稿では、代表的症例を提示し、再発例における術中留意点につき文献的に考察し、再手術の術前画像評価における fusion imaging の有用性について報告する。

## II. 対象と方法

対象は、2005 年 1 月から 2008 年 12 月までの 3 年間に、MVD を施行した三叉神経痛 50 例中、初回手術後に疼痛が完全に消失し、術後 6ヶ月以上を経過して再発し、再度の MVD を施行した 4 症例である(Table)。

術前画像診断として、MR cisternogram (fast spin-echo sequence=FSE)および MR angiogram (time-of-flight spoiled gradient-recalled sequence=TOF SPGR, non-contrasted and steady-state contrast-enhanced)を施行した。得られた volume data は workstation (Ziostation, Zio software Co., 東京)に転送し、それぞれ個別に 3D 画像を作成し、これらを一枚の遠近投影 3D 画像に重畳して表示した(fusion imaging)。

三叉神経痛 MVD 術後再発 4 例に fusion imaging を応用し、神経血管接触

**Table: Clinical data of patients presented with recurrent trigeminal neuralgia**

Case	Age/Sex	Side	Area of neuralgia	Duration from initial surgery (ms)	Preoperative 3D-MRC Offending vessel	Preoperative 3D-MRC adhesion	Preoperative 3D-MRC Deformity of nerve	BNI: Pre/Post	complication
1	46M	Rt	V3	9	(-)	(+)	(+)	5/1	(-)
2	54M	Rt	V3	30	AICA, SCA.	(+)	(+)	4/1	(-)
3	37M	Lt	V2>V3	12	(-)	(+)	(+)	4/1	(-)
4	69F	Lt	V2>V3	11	(-)	(+)	(+)	5/1	(-)



(neurovascular contact, NVC)の有無、新たな圧迫責任血管の発生、神経の形態変化、神経と周囲組織との癒着の有無など、再発の原因に注目して、神経と血管および周囲構造物との解剖学的位置関係を詳細に画像評価した。

再度の MVD 手術は、全例 **retrosigmoid approach** で行い、術前画像で描出された神経、血管、周囲構造物の解剖学的構築を術中所見と対比検討した。

### III. 結果

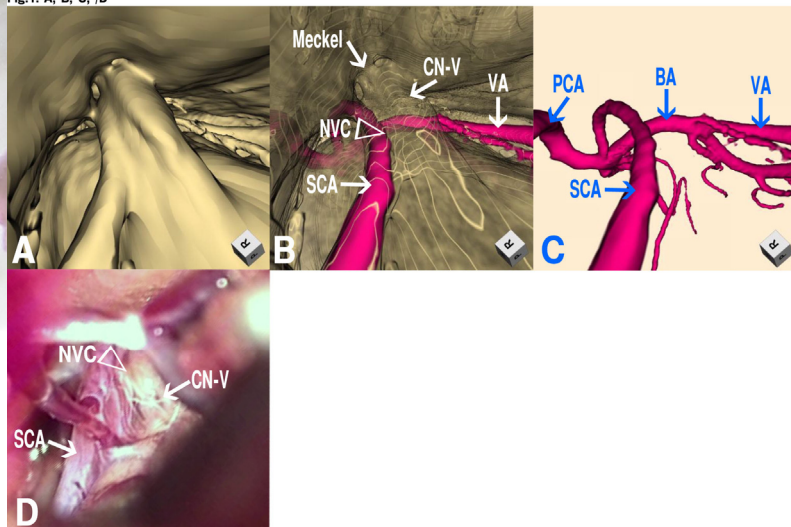
三叉神経痛 MVD 術後再発 4 例の臨床所見を Table にまとめて示した。年齢は 37 歳から 69 歳、男性 3 例女性 1 例であった。患側は左右 2 例ずつで、疼痛領域は三叉神経第 2 枝、第 3 枝がそれぞれ 2 例ずつであった。初回手術から再発までの期間は 9 ヶ月から 30 ヶ月であった。術前の 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging では 1 例に新たな接触血管を確認し、残り 3 例では癒着、神経の変形のみを確認した。Barrow Neurological Institute (BNI) pain intensity scale<sup>9)</sup>を用いた疼痛評価では、術前 score は 4、5 が 2 例ずつであったが、術後は全例で score 1 と良好な結果を得た。なお、術後の合併症は特に認めなかった。

#### 代表的症例の提示

##### 症例 1: 46 歳男性: 癒着による神経形態の変化

現病歴: 3 年前より、洗顔時に右三叉神経第 3 枝領域に耐え難い痛みが誘発されるようになった。1 年前、右三叉神経痛と診断、BNI score 5 で、初回 MVD を施行した。疼痛は術直後より消失し、術後経過は BNI score 1 と良好であった。術後 9 ヶ月頃より、同部位に術前と同様な疼痛が出現した。3 ヶ月間 carbamazepine (400mg/day) を内服するも、眠気が強く、また肝機能の増悪をきたし、服薬困難となった(BNI score 5)。初回 MVD 術後 1 年目に再度の手術目的に当科へ入院した。

Fig.1: A, B, C, /D



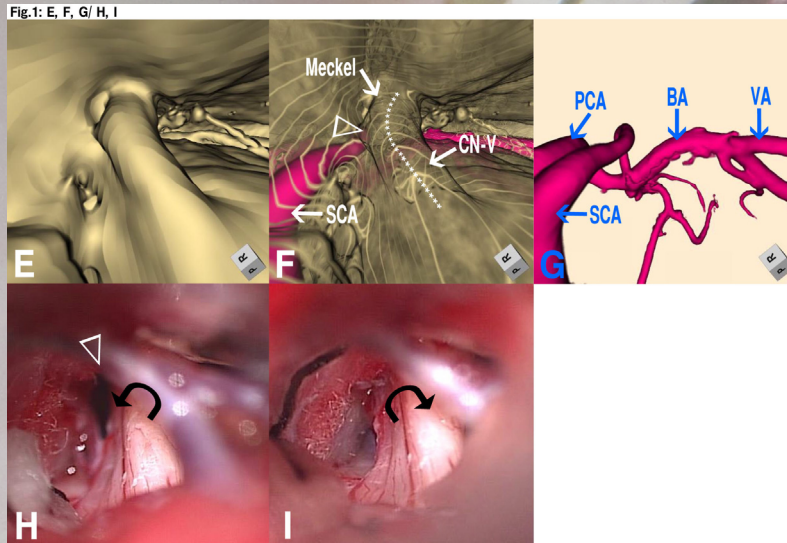
初回術前画像所見 (Fig.1A-D): 初回手術時の 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging では、右上小脳動脈(superior cerebellar artery, SCA) が、三叉神経の distal-1/3(Meckel 腔側) で、上内側方向から圧迫し、責任血管と考えられた(Fig.1 A, B, C)。



NVC の程度は重度 (severe) と画像評価された<sup>13, 14)</sup>。

初回手術所見: Rt. retrosigmoid approach にて MVD を施行した。開頭は、横静脈洞、S上状静脈洞を一部露出し、硬膜を切開し、髄液を吸引して、小脳深部に剥離をすすめた。術前の fusion image に一致して、右 SCA が頭側より三叉神経を強く圧迫していた(Fig.1D)。右 SCA をダクロンフェルトで被い、テント側に貼り付け、転位(transposition)を行った。

再手術前画像所見(Fig.1E-G): 再手術前の fusion image では、前回認められた圧迫責任血管である右 SCA はテント側へ大きく transposition され、他に接触する血管構



造物は認められなかった(Fig.1E-G)。しかし、三叉神経は、Meckel 腔近傍で頭側へ引きつられ、屈曲変形(Fig.1F empty-arrowhead)し、三叉神経軸のねじれ(Fig.1F dotted line)が認められ、Meckel 腔近傍で三叉神経が周囲組織と強く癒着していることが疑われた。

再手術所見: 聴性脳幹反応をモニタリングし、前回と同様の approach で再手術を施行した。なお、異常誘発筋反応のモニタリングは行わなかった。硬膜を切開し、髄液を吸引し、小脳表面の癒着を鋭的に剥離し、三叉神経に到達した。三叉神経と接触する血管構造物は認められなかった。三叉神経は、肥厚したクモ膜により、Meckel 腔近傍で、テント側に引っ張られ (Fig.1H empty-arrowhead)、神経軸が反時計回りに約 90 度回転し(Fig.1H curved-arrow)、神経の拍動性は減弱していた。Meckel 腔側で癒着したクモ膜を切離してゆくと、神経軸のねじれは復元され(Fig.1I curved-arrow)、神経の拍動性は改善した。術前 fusion image で認められた三叉神経の変形と神経軸のねじれは、肥厚したクモ膜との癒着による神経形態の変化であることが確認された。術直後より症状は完全に消失し、経過良好で術 10 日目に退院した。

## 症例 2: 54 歳男性: 新たな圧迫血管の発生

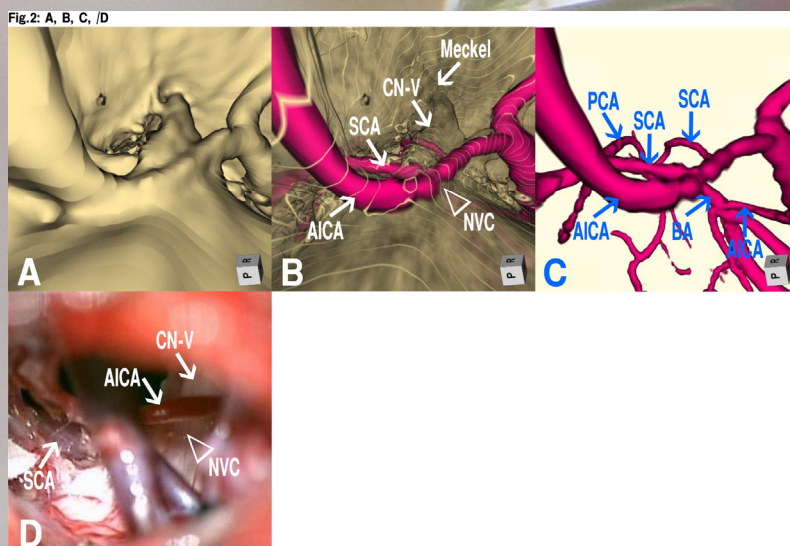
現病歴: 4 年前から、洗顔・歯ブラッシング時に右三叉神経第 3 枝領域に疼痛が誘発され、右三叉神経痛と診断され、3 年前に他院で MVD を受けた。術直後より症状は消失し、経過良好であったが、術後 2 年 6 ヶ月頃より同部位に同様な疼痛が再発し、carbamazepine (600mg/day) を内服するも、疼痛の寛解が得られず(BNI score 4)、再手



術目的に当科へ入院した。

再手術前画像診断：3D MR cisternogram/angiogram fusion image (Fig.2A-C)では右三叉神経は proximal-1/3～rootlet の root entry zone (REZ)近傍で、前下小脳動脈 (anterior inferior cerebellar artery, AICA)の ascending branch が、下後外側方向より神経を横断して強く接触していた。また、SCA が、

ループを描いて走行し、上内側方向から神経と接触していた。その結果、三叉神経は REZ 近傍で上下からサンドウィッチ状に挟まれ、強く圧迫されていた。圧迫責任血管は、SCA に加えて、新たに AICA が関与したと考えられ、NVC の



程度は severe と画像評価された<sup>13,14)</sup>。

再手術所見(Fig.2 D):術中聴性脳幹反応をモニタリングした。なお、異常誘発筋反応のモニタリングは行わなかった。Rt. retrosigmoid approach にて手術を施行した。硬膜を切開し、髄液を充分吸引した。小脳表面と硬膜は癒着しており、鋭的にこれを剥離した。上錐体静脈周囲のクモ膜を剥離し、水平裂を開放し三叉神経に到達した。右三叉神経は、その起始部 REZにおいて、頭側より SCA、また吻側より AICA により強く圧迫されていた。これら NVC の術中所見は、術前の fusion imaging で描出された神経血管構築とよく一致していた。AICA と SCA は、前回手術時の prosthesis や周囲クモ膜と強く癒着し、圧迫部位では神経の陥凹変形が認められ (Fig.2D empty-arrowhead)、神経の拍動は高度に減弱していた。このクモ膜を切離し、慎重に癒着を剥離すると神経の可動性が得られ、変形した神経形態が復元し、拍動性も良好に改善した。術直後より症状は完全に消失し、術 9 日目に退院した。

#### IV. 考察

三叉神経痛の MVD 術後再発には、疼痛が術後から一部残存あるいは早期に再出現する未治癒例が含まれる場合もあるが、われわれは、初回手術後に疼痛が一旦完全に消失し、手術 6 ヶ月以上を経過して症状の再発を来したものを、術後再発例とした。再発の要因には、動脈や静脈による圧迫責任血管の見逃し、圧迫血管の減圧や移動が不十分な場合、挿入 prosthesis の材質・量あるいは逸脱など初回手術時での手技的な問題が挙げられる。一方、責任血管による再度の圧迫、あるいは別の血管



による新たな圧迫の発生、また prosthesis による granuloma の新生、さらに周囲組織と神経との癒着による神経の変形など、術後の経時的変化が再発の要因となる場合がある<sup>1, 4, 15, 16</sup>。

三叉神経痛は、三叉神経が動脈や静脈など責任血管により圧迫され発症するとされるが、発症機序の詳細は明らかにされていない。三叉神経と血管との接触以外にも、周囲構造物との癒着による三叉神経の形態変化や神経根の可動制限、過度な緊張 (tethering) が発症機序のひとつとして考えられている<sup>3, 5, 7, 12</sup>。石川ら<sup>3</sup>)は、三叉神経痛術後再発例の手術所見として、18 例中 15 例 (83.3%) では、圧迫責任血管が認められず、神経と周囲組織との癒着のみを認めたと報告している。初回手術における三叉神経、上錐体静脈周囲のクモ膜の切開、剥離、prosthesis の挿入などの手術操作により、神経と周囲組織との癒着が生じるものと思われる。

今回報告した 4 例全例において、再手術所見として、脳表面と硬膜、錐体骨、三叉神経とクモ膜および血管などの周囲組織に高度な癒着が認められた。そのうちの 3 例 (症例 1, 3, 4) では、三叉神経と小脳テント近傍から Meckel 腔近傍において、prosthesis や肥厚したクモ膜を介した高度な癒着が認められ、神経形態の変化や軸のねじれが認められた。また、三叉神経脳幹 REZ 近傍で NVC を再発した 1 例 (症例 2) では、クモ膜や prosthesis と圧迫責任血管との癒着により、新たな責任血管による NVC が認められた。再発例では、初回 MVD 術後に発生した、神経と血管および周囲組織との経時的変化の結果、三叉神経の変形や可動制限、拍動性の減弱を来したものと推測された。再手術により、これら神経と周囲構造物との癒着を剥離することで、神経形態が復元され、神経の拍動性が回復し、三叉神経痛が消失したものと考えられた。

三叉神経痛再発例に対する再度の MVD では、三叉神経と周囲組織との癒着のみならず、小脳表面、硬膜、血管など神経に到達するまでの外科的進入路 (surgical access) においても、高度な癒着を認めることが多い。そのため、手術の難易度は高く、手術合併症の出現頻度も高くなる。Amador ら<sup>1</sup>)の再手術例の検討では 52% で顔面の感覚障害を認め、7% で聴覚消失を経験している。また、Kureshi ら<sup>4</sup>)は再発例においては 30% に合併症を認めたと報告している。さらに、Rath ら<sup>8</sup>)は、初回手術時の合併症が 4.5% であったのに対して、再発例に対する手術では 60% の高頻度に認められ、再手術には細心の注意を払い、慎重かつ高度な手術操作が必要であると述べている。

これまで、三叉神経痛再発例の術前画像診断では、prosthesis による granuloma の新生や前回手術後の脳幹小脳損傷など合併症の有無について報告されている。Liao ら<sup>6</sup>)は、再発例では、prosthesis による granulation が新生した場合には画像評価が可能であったが、その他の再発原因は描出できなかつたと述べている。しかし、再手術を計画するうえでは、術前画像で、三叉神経と周囲構造物との解剖学的位置関係をより詳細に把握することが必要と思われる。再発の原因として新たな責任血管による圧迫、



もしくは prosthesis の逸脱による再圧迫が確認されれば再手術を計画する根拠となり、インフォームドコンセントも得られ易いものと思われる。一方、明らかな責任血管が確認されなかった場合には、再手術を行うか否か躊躇することがある。われわれは、血管圧迫のない三叉神経痛で、手術により、三叉神経と周囲クモ膜との癒着を剥離し、神経形態を復元することで、症状の改善が得られた症例を経験した<sup>7)</sup>。したがって、再発例の術前画像評価において、圧迫責任血管が認められずとも、三叉神経の変形が認められた場合には、再発原因として、三叉神経と周囲組織との癒着が疑われる画像情報と考えられた。

われわれのこれまでの検討から、三叉神経痛の画像診断に 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging を応用することで、Meckel 腔から脳幹神経根部に至るまで、三叉神経の走行全長に渡り、神経形態の変化の有無、さらに三叉神経と血管など周囲構造物との解剖学的位置関係を立体的に描出することが可能であった<sup>7, 10-14)</sup>。その結果、動脈や静脈が圧迫責任血管である多くの症例<sup>11-13)</sup>や、静脈単独が圧迫責任血管である稀な症例<sup>14)</sup>で、NVC での神経血管構築の詳細を画像評価することが可能であった。また、圧迫血管のない症例<sup>7)</sup>では、三叉神経形態の変化について、評価可能であった。さらに、MVD 手術を実施した症例の術前画像評価では、手術所見に相応した術前 simulation 画像が、ほぼ全例で得られた<sup>7, 10-14)</sup>。

今回、三叉神経痛 MVD 術後再発例に fusion imaging を応用し、NVC の有無のみならず、神経の形態変化や神経と周囲組織との癒着の有無など、再発の原因に注目して、詳細な術前画像評価を行った。その結果、fusion imaging では、三叉神経の走行形態の変化や軸のねじれ、周囲組織との解剖学的位置関係を、立体的に描出することが可能であった。3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging による詳細な画像評価は、三叉神経痛 MVD 術後再発例における再手術の適応や decision-making、手術治療計画を立てる上で、有用な術前情報をもたらすものと考えられた。

## V. まとめ

- 1) 三叉神経痛再発 4 例の再手術術前に、3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging を施行し、NVC の有無、新たな圧迫責任血管の発生、神経の形態変化、神経と周囲組織との癒着の有無など、再発の原因に注目して、神経と血管および周囲構造物との解剖学的位置関係を詳細に画像評価した。その結果、3 例で神経の変形、1 例で新たな圧迫責任血管の新生が認められた。
- 2) Fusion imaging による術前画像評価は、三叉神経痛術後再発例における再手術の適応や decision-making、手術治療計画を立てる上で、有用な術前情報をもたらすものと考えられた。

## 文献



- 1) Amador N, Pollock BE: Repeat posterior fossa exploration for patients with persistent or recurrent idiopathic trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 108:916-920, 2008
- 2) Cho DY, Chang CG, Wang YC, et al: Repeat operations in failed microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *Neurosurgery* 35: 665-669, 1994
- 3) 石川正恒、山添直博、青木友和、他: 再発および未治癒三叉神経痛に対する外科治療. *脳外誌* 14: 99-103, 2005
- 4) Kureshi SA, Wilkins RH: Posterior fossa reexploration for persistent or recurrent trigeminal neuralgia or hemifacial spasm: Surgical findings and therapeutic implications. *Neurosurgery* 43: 1111-1117, 1998
- 5) Kondo A: Follow-up results of microvascular decompression in trigeminal neuralgia and hemifacial spasm. *Neurosurgery* 40: 46-52, 1997
- 6) Liao JJ, Cheng WC, Yang JT, et al: Reoperation for recurrent trigeminal neuralgia after microvascular decompression. *Surg Neurol* 47: 562-570, 1997
- 7) 小野田恵介、佐藤 透、上利 崇、他: 血管圧迫のない特発性三叉神経痛. *脳外速報* 18: 893-898, 2008
- 8) Rath SA, Klein HJ, Richter HP: Findings and long-term results of subsequent operations after failed microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *Neurosurgery* 39: 933-940, 1996
- 9) Rogers CL, Shetter AG, Fiedler JA, et al: Gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia: The initial experience of the Barrow Neurosurgical Institute. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 47: 1013-1019, 2000
- 10) Satoh T, Onoda K, Date I: Fusion imaging of three-dimensional magnetic resonance cisternograms and angiograms for the assessment of microvascular decompression in patients with hemifacial spasms. *J Neurosurg* **106**: 82-89, 2007
- 11) Satoh T, Onoda K, Date I: Preoperative simulation for microvascular decompression in patients with idiopathic trigeminal neuralgia: Visualization with three-dimensional magnetic resonance cisternogram and angiogram fusion imaging. *Neurosurgery* **60**: 104-114, 2007
- 12) 佐藤 透、尾美 賜、鍋島睦栄、他: 三叉神経痛における neurovascular contact の 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging による画像解析. *脳外速報* 18: 1276-1284, 2008
- 13) Satoh T, Omi M, Nabeshima M, et al: Severity analysis of neurovascular contact in patients with trigeminal neuralgia: assesment with the inner view of the 3D MR cisternogram and angiogram fusion imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 30: 603-607, 2009
- 14) 佐藤 透、尾美 賜、鍋島睦栄、他: 上錐体静脈単独の圧迫による三叉神経痛:



3D MR cisternogram/angiogram multi-fusion imaging による術前画像評価. 脳外速報 19: 2009 (in press)

- 15) Sun T, Saito S, Nakai O, et al: Long-term results of microvascular decompression for trigeminal neuralgia with reference to probability of recurrence. Acta Neurochir (Wien) 126: 144-148, 1994
- 16) Walchenbach R, Voormolen JH, Hermans J: Microvascular decompression for trigeminal neuralgia: a critical reappraisal. Clin Neurol Neurosurg 96: 290-295, 1994

CONFIDENTIAL!



## **Reoperation for the Recurrent Trigeminal Neuralgia-Preoperative Assessment with 3D MR Cisternogram/Angiogram Fusion Imaging**

Keisuke Onoda<sup>1)</sup>, Toru Satoh<sup>2)</sup>, Hirokazu Kambara<sup>1)</sup>, Megumi Omi<sup>2)</sup>, Mutsue Nabeshima<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Neurological Surgery, Okayama Red Cross General Hospital

<sup>2)</sup>Department of Neurological Surgery, Ryofukai Satoh Neurosurgical Hospital

Key words: microvascular decompression, trigeminal neuralgia, recurrence, Three dimensional magnetic resonance cisternogram/angiogram fusion imaging

### **Abstract**

Three-dimensional (3D) MR cisternogram/angiogram fusion imaging was employed to assess the anatomical relationship among the trigeminal nerve, blood vessels and the surrounding anatomical elements. Four patients with recurrent trigeminal neuralgia after initial microvascular decompression (MVD) surgery were studied for the preoperative assessment; the offending arteries were suspected in one case, but none in the remaining three. In all cases, deformity of the trigeminal nerve and adhesion to the neighboring structures was depicted. The above preoperative imaging findings were in good agreement with the actual intraoperative findings at the reoperation with MVD. In two cases, the preoperative assessment with the fusion imaging was illustrated in the detail, including a case with the deformity and screw of the nerve due to severe adhesion, and the other with a newly occurred arterial contact against the nerve. Usefulness of the 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging in the decision-making process and planning the reoperation with MVD surgery in patients with recurrent trigeminal neuralgia was discussed with some comments on the difficulty to conduct reoperation.



## Table legend

### Clinical data of patients presented with recurrent neuralgia

Area of neuralgia: V2: maxillary branch of the trigeminal nerve, V3: mandibular branch of the trigeminal neuralgia

BNI: Pre/Post: BNI (Barrow Neurological Institute pain intensity) score before/after MVD

**Table: Clinical data of patients presented with recurrent trigeminal neuralgia**

Case	Age/Sex	Side	Area of neuralgia	Duration from initial surgery (ms)	Preoperative 3D-MRC Offending vessel	Preoperative 3D-MRC adhesion	Preoperative 3D-MRC Deformity of nerve	BNI: Pre/Post	complication
1	46M	Rt	V3	9	(-)	(+)	(+)	5/1	(-)
2	54M	Rt	V3	30	AICA, SCA.	(+)	(+)	4/1	(-)
3	37M	Lt	V2>V3	12	(-)	(+)	(+)	4/1	(-)
4	69F	Lt	V2>V3	11	(-)	(+)	(+)	5/1	(-)

CONFIDENTIAL



## Figure legends

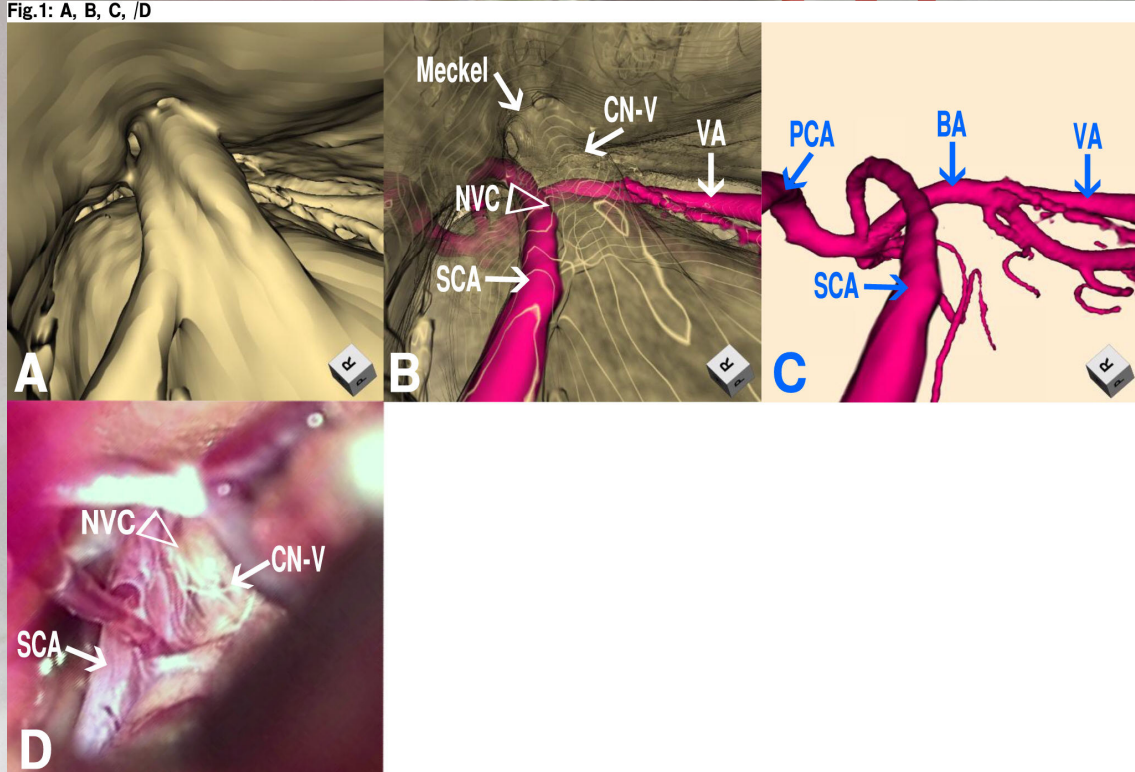
### Fig.1 Case 1 A-D initial operation

Preoperative 3D MR cisternogram (A), 3D MR angiogram (C), and 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging at the initial operation. D: intraoperative view.

The trigeminal nerve is compressed by the offending SCA the distal 1/3 near the Meckel's cave (NVC), as indicated by an empty-arrowhead in B.

BA: basilar artery, CN-V: trigeminal nerve, Meckel: Meckel's cave, NVC: neurovascular contact, PCA: posterior cerebral artery, SCA: superior cerebellar artery, VA: vertebral artery.

Fig.1: A, B, C, /D



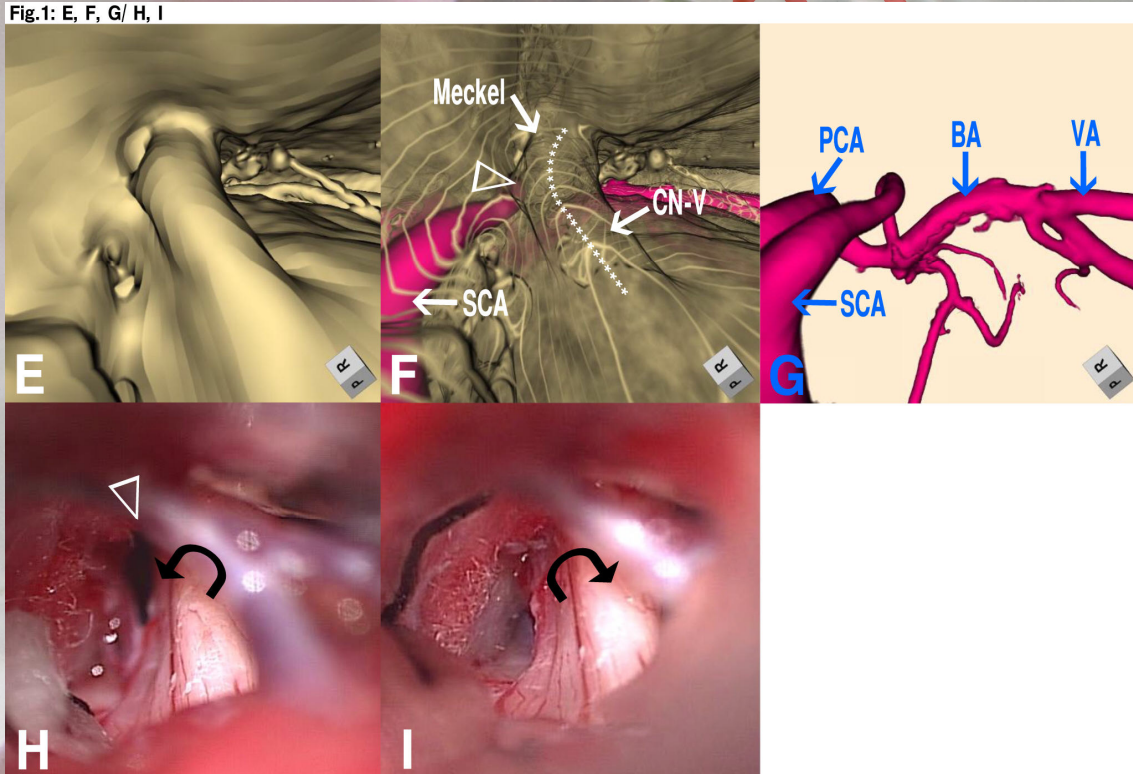


**Fig.1 Case 1 E-I second operation**

Preoperative 3D MR cisternogram (E), 3D MR angiogram (G), and 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging (F) at the second operation. E and F showed intraoperative photos. H: affected trigeminal nerve before dissection. I: trigeminal nerve after dissection. Empty-arrowhead in F and H showed the deformity of the nerve due to the adhesion between the nerve and arachnoid membrane. The axis of the nerve showed counter-clockwise rotation (curved-arrow, H). After the dissection, the nerve restored the normal axis (curved-arrow, I).

BA: basilar artery, CN-V: trigeminal nerve, Meckel: Meckel's cave, PCA: posterior cerebral artery, SCA: superior cerebellar artery, VA: vertebral artery.

Fig.1: E, F, G/ H, I





**Fig.2 Case 2 A-D**

Preoperative 3D MR cisternogram (A), 3D MR angiogram (C), and 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging (B). D: intraoperative view. The empty-arrowhead in D showed the indentation on the nerve due to the severe compression by the ascending branch of the AICA.

AICA: anterior cerebellar artery, BA: basilar artery, CN-V: trigeminal nerve, Meckel: Meckel's cave, NVC: neurovascular contact, PCA: posterior cerebral artery, SCA: superior cerebellar artery.

Fig.2: A, B, C, /D

