



脳神経外科速報 vol.18 no.10 1276 ~ 1284, 2008

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

佐藤 透¹⁾ 尾美 賜¹⁾ 鍋島睦栄¹⁾ 小野田恵介²⁾ 重松秀明²⁾ 小坂洋志³⁾ 上利 崇³⁾ 伊達 勲³⁾

1) 医療法人社団涼風会佐藤脳神経外科脳神経外科 〒729-0104 広島県福山市松永町 5-23-23

2) 岡山赤十字病院脳神経外科

3) 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科神経病態外科学

3D MR Cisternogram/Angiogram Fusion Imaging for the Assessment of Neurovascular Contact in Patients with Trigeminal Neuralgia

Toru SATOH¹), Megumi OMI¹), Mutsue NABESHIMA¹), Keisuke ONODA²), Hideaki SHIGEMATSU^{2),} Hiroshi KOSAKA³), Takashi AGARI³), Isao DATE³)

1) Department of Neurological Surgery, Ryofukai Satoh Neurosurgical Hospital

2) Department of Neurological Surgery, Okayama Red Cross Hospital

3) Department of Neurological Surgery, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

The 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging was applied to assess the neurovascular contact (NVC) in patients with trigeminal neuralgia. According to the MR findings assessed by means of the inner view of the fusion imaging, the NVCs were classified into four groups, including severe (contact more than 20% of the circumflex of the nerve axis), moderate (contact less than 20%), simple (slight contact) and none. The frequency and degree of the NVCs detected at the root entry zones of the symptomatic trigeminal nerves (n=32) were compared with those of the asymptomatic nerves (n=32) in the contralateral sides, as well as normal trigeminal nerves (n=76) in the control subjects. The NVC was observed more frequently in the symptomatic trigeminal nerves (88%), as compared with those of the asymptomatic contralateral (41%) and normal (32%) trigeminal nerves (P=<0.01). The degree of the NVC was more severe in the symptomatic trigeminal nerves (moderate 34%, severe 34%), as compared with those in the asymptomatic contralateral (moderate 3%, severe 0%) and normal (moderate 8%, severe 0%) trigeminal nerves (p=<0.01). Additionally, the degree of NVC in patients treated with microvascular decompression surgery was more severe than that with medical control (p=0.03). Assessment of the severity of the NVC with the 3D MR cisternogram/ angiogram fusion imaging may be useful for the treatment planning in patients with trigeminal neuralgia.

Key Words: MR angiography, MR cisternography, neurovascular compression, trigeminal neuralgia

(Received May 28, 2008; final revision received June 21, 2008; accepted June 24, 2008) Correspondense to Toru SATOH, M.D., Department of Neurological Surgery, Ryofukai Satoh Neurosurgical Hospital, 5-23-23, Matsunaga-cho, Fukuyama-shi, Hiroshima 729-0104, Japan. E-mail: ucsfbtrc@urban.ne.jp

I. はじめに

近年,三叉神経痛の画像診断には, magnetic reso-

nance (MR) cisternogram や MR angiogram な ど MRI 検査が行われ, 三叉神経 root entry zone (REZ) 近傍での神経と血管との接触 (neurovascular con-

Descriptor	Trigeminal Neuralgia			Normal Control
No. of Subjects	32			38
Age, yr (mean \pm sd)	64.5±12.6			66.1±12.3
Sex, female (no., %)	19 (59)			24 (63)
Symptom, right (no., %)	16 (50)			_
Nerve Category (no.)	Symptomatic *1 (32)		Asymptomatic *2 (32)	Normal *3 (76)
Treatment (no.)	MVD *4 (20)	Medical *5 (12)	None $(n = 32)$	None $(n = 76)$
MR Findings of NVC				
None (no., %)	3 (15)	1 (8)	19 (59)	52 (68)
Simple (no., %)	1 (5)	5 (42)	12 (38)	18 (24)
Moderate (no., %)	8 (40)	3 (25)	1 (3)	6 (8)
Severe (no., %)	8 (40)	3 (25)	0 (0)	0 (0)
NVC on Image (no., %)	28 (88)		13 (41)	24 (32)

Table Demographics of study population and MR findings of neurovascular contact in patients with trigeminal neuralgia and normal control subjects

*1: symptomatic trigeminal nerves, *2: asymptomatic trigeminal nerves on the sides contralateral to the lesions, *3: normal trigeminal nerves in the control subjects, *4: microvascular decompression surgery, *5: medical control, NVC: neurovascular contact, sd: standard deviation

tact, NVC)の有無について,画像評価することが可 能となった^{1, 35, 810, 12-24)}.

三叉神経痛症例では、多くの場合、患側の三叉神経 REZ 近傍に NVC が認められる.しかし、NVC は、そ の健側(反対側)にも認められ、さらに三叉神経痛を 伴わない正常者例にも認められることがある^{1,12,19)}. そのため、MRI 画像で得られる NVC 所見については、 発症の原因である symptomatic NVC なのか、あるい は偶然に発見された asymptomatic NVC なのか、そ の臨床的意義はいまだ確立されていない.

われわれはこれまで,三叉神経痛の画像診断・治療 計画および患者説明に,3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging を施行し,圧迫血管の有無,責 任血管の同定,圧迫部位と方向,圧迫の程度など, NVC での神経血管構築の詳細を3D 再構成画像で評 価してきた^{17.18, 20-24)}.

今回, 脳幹橋部の三叉神経入口部脳実質内あるいは 脳槽内を走行する三叉神経内に仮想的視点を置いた inner view を新たに創作した. 三叉神経痛症例およ び三叉神経痛を伴わない正常者例において,NVCの 圧迫程度を inner view により, severe, moderate, simple, none の4段階に分類して画像解析した結果, symptomatic NVC と asymptomatic NVC について 新たな知見を得た.

本稿では、三叉神経痛の画像診断における、3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging inner view による NVC の重症度解析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2007年1月までの25ヵ 月間に臨床症状およびMRIで診断した三叉神経痛32 例の患側32三叉神経(microvascular decompression, MVD 手術20例,薬物治療12例)とその健側32三 叉神経および他疾患(Willis輪前半部の未破裂脳動脈 瘤や下垂体腺腫など天幕上病変)で精査した、三叉神 経痛を伴わない normal control 38例の76三叉神経で あり、年齢、性別、患側などはTableに示した。全例 でMR cisternography(T2-weighted 3D fast spinecho sequence) と MR angiography (3D time-of-flight spoiled gradient-recalled sequence, 単純, 造影)を 撮像し, 3D MR cisternogram, **3D MR angiogram お** よびこれらの各画像を重畳合成した fusion 3D MR cisternogram/angiogram を再構成した^{17, 18, 20-24)}.

三叉神経 REZ 近傍での NVC の神経血管構築は, 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging を用 いた virtual reality により, 脳槽内のいろいろな視点 から観察する鳥瞰図 (bird's-eye view) や手術アプロ ーチ方向から投影した simulation 画像 (surgeon's-eye view) を作成し, NVC 構造物の解剖学的位置関係を 3D 再構成画像で立体的に評価した. MVD 手術 20 例 では, NVC を術中所見で確認し, 術前 simulation 画 像との相似性を検討した.

NVC 部位での責任血管による三叉神経の圧迫程度 は、fusion imaging による inner view (posteroanterior projection from intraparenchymal and/or intraneural viewpoint along the nerve axis to the Meckel's cave) を新たに創作して画像評価した. すなわち、三叉神経 の神経軸と圧迫責任血管との解剖学的位置関係に着目 し、脳幹橋部の三叉神経入口部脳実質内あるいは脳槽 内を走行する三叉神経内に仮想的観察視点を置き、 Meckel 腔方向に、三叉神経軸に沿って、後前方向に 投影する inner view を 3D 再構成した. その結果、inner view では、NVC 部位での神経と血管との接触範 囲や圧迫による神経の変形や狭小化など、NVC での 神経血管構築の形態変化を、神経軸を基準として、3D 再構成画像で評価することが可能となった (Fig.1).

Inner view 画像所見において, 圧迫血管が三叉神経 軸周囲と接触する割合で, NVC の圧迫程度を, 接触し ないもの (none), 接触するが軽度な圧迫 (simple), 中 等度の圧迫 (moderate:神経軸周囲< 20%の接触), 重 度の圧迫 (severe:神経軸周囲≥ 20%の接触)の4通 りに分類した. NVC が複数の責任血管による場合や複 数の三叉神経箇所で認められた場合には, 最も重度なも のを NVC の程度と判断した. NVC は, 三叉神経痛症



Fig.1 Schematic illustration in the assessment of the severity of the neurovascular contact. The NVC was classified into four groups, including severe (contact more than 20% of the circumflex of the nerve axis), moderate (contact less than 20%), simple (slight contact) and none.

例の患側, 健側, および normal control 例のそれぞれで, 頻度 (χ^2 検定), 圧迫程度 (Mann-Whitney U検定) について,有意差を統計処理した.また,三叉神経痛症 例においては, MVD 手術例と薬物治療例での NVC の 圧迫程度 (Mann-Whitney U検定)の相違を検討した.

Ⅲ. 結果

Table に結果を示した. 三叉神経 REZ 近傍での NVC は、3D MR cisternogram, 3D MR angiogram および fusion 3D MR cisternogram/angiogram により、全 例でその詳細を立体的に画像評価することが可能であ った. MVD 手術を施行した 20 例では、術前の MR 画像で 17 例 (85%) に NVC が認められ、術中所見 では、術前 simulation 画像に相似した NVC が 17 例 全例に確認された. しかし NVC の程度は、術中所見 に比べて MR 画像のほうが重度に評価される傾向に あった. また、術前 MR 画像で NVC が認められなか った 3 例 (15%) では、術中所見でも圧迫責任血管は 認められなかった. したがって、MVD 手術 20 例に おける MRI による NVC の画像評価は、sensitivity 100%、specificity 100%であった.

Original **A**rticle

三叉神経痛症例と正常者例での性別,年齢分布には有 意差はなかった (P=0.81, χ²検定). 三叉神経痛 32 症 例の患側では,NVC は 28/32 (88%) に認められ,その 程度は simple 6 (19%), moderate 11 (34%), severe 11 (34%) であった.そのうちの MVD 手術 20 例では, 17/20 (85%) に NVC が認められ,その程度は simple 1 (5%), moderate 8 (40%), severe 8 (40%) であった.

これに対して,薬物治療を行った 12 例では,NVC は 11/12 (92%) に認められ,その程度は simple 5 (41 %), moderate 3 (25%), severe 3 (25%) であった. また,三叉神経痛 32 症例の健側では,NVC は 13/32(41 %) に 認 め ら れ,その程度は simple 12 (38%), moderate 1 (3%), severe 0 (0%) であった.一方, normal control 38 例 76 三叉神経では,NVC は 24/76 (32%) に認められ,その程度は simple 18 (24%), moderate 6 (8%), severe 0 (0%) であった.

NVC の頻度については、三叉神経痛症例の患側(88%)では、その健側(41%)および normal control 例(32%)に比して有意に高頻度で認められた(P=<0.01, χ^2 検定).また、NVC の圧迫程度は、三叉神経痛症例の健側および normal control 例に比べて、患側で重度のものが多く認められた(P=<0.01, Mann-WhitneyU検定).しかし、健側と normal control 例との間には、NVC の頻度、重度とも有意差は認められなかった.さらに、三叉神経痛32症例でのNVC の圧迫程度は、MVD 手術20 例では、薬物治療12 例に比べて、moderate、severe など重度なものが有意に多く認められた(p=0.03, Mann-WhitneyU検定).

Ⅳ. NVC 圧迫程度 severe, moderate, simple の代表的症例

症例 1 (87 歳,男): 左三叉神経痛症例の息側に認 められた superior cerebellar artery (SCA) rostraland caudal-branches による severe NVC (Fig.2)

3年来の左三叉神経痛で、1ヵ月前より左上顎に強い疼痛、放散痛(V-2)が出現し、carbamazepine

 (400mg/日)の内服治療を受けたが、control不十分で摂食困難となったため、手術希望あり紹介来院.
MVD術前検査として、3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging を施行し、患側の左三叉神経 REZ 近傍での NVC を詳細に検討した.

MR cisternogram minimum intensity projection image, MinIP 画像 (Fig.2A),赤曲がり矢印の観察視 点から投影した手術術野の simulation 画像 (surgeon'seve view, Fig.2C ~ E) では, SCA trunk が rostral-, caudal-branches を分岐する箇所で、脳槽内中央1/3 の部位で. superomedial 方向から圧迫責任血管が接触 する NVC (緑色矢頭, Fig.2E) が認められた. これら 術前 fusion imaging で得られた NVC の神経血管構築 は、MVD 術野(Fig.2 B) での NVC(緑色矢頭)によ く相応していた. MinIP 画像 (Fig.2A) の黄色矢印の 視点から観察した inner view (Fig.2F ~ H) では, 脳 幹橋の三叉神経根部から Meckel 腔方向に、神経軸に 沿った方向に神経入口部が投影され, NVC の責任血管 は、SCA trunk ではなく、SCA caudal-および rostralbranches であることが立体的に表示された(緑色矢 頭). 圧迫責任血管により、神経形態は inferolateral 方向に陥凹変形し、接触範囲 (red dotted line) は神 経周囲 (white dotted circle) の40%超であり、severe な NVC と画像評価した (Fig.2G).

MVD 手術で,三叉神経と圧迫責任血管である SCA complex を十分に剥離し血管移動をすることで,神 経の圧迫は消失し,たわんでいた神経軸は復元し,神 経の可動性と拍動性が得られ,責任血管による三叉神 経の圧迫を完全に解除することができた.術後経過は 良好で,術直後より疼痛の完全な寛解が得られた.

症例 2(77 歳, 女):右三叉神経痛症例の患側に 認められた SCA trunk, rostral- and caudalbranches による moderate NVC (Fig.3)

10 年来の右三叉神経痛(V-3)で, carbamazepine (600mg/日)内服するも control 不十分なため,手術 希望あり来院.



Fig.2 Left trigeminal neuralgia, 87 y.o. male; severe NVC.

A: Minimum intensity projection image of MR cisternogram, superoinferior direction, showing the viewing position (curved red arrow) for the preoperative simulation images (Fig. 2C-E) and the virtual viewpoint (yellow empty arrow) for the inner views (Fig. 2F-H). B: Operative photo: CN-V-s; sensory portion of the trigeminal nerve, CN-V-m; mortar portion of the trigeminal nerve, SCA-c; caudal branch of superior cerebellar artery, SCA-r; rostral branch of superior cerebellar artery. Green arrowheads indicate the NVC (Fig. 2B, E, H) (-E: Simulation images (surgeons's-eye views) (C, D) and a schematic drawing of the NVC (E), showing the offending SCA caudal- and rostral-branches complex. F-H: Inner views (F, G) and a schematic drawing (H) of the NVC, showing the 3D architecture of the nerve (white dotted circle) and vessel (red dotted line) consisting of the severe NVC (more than 20% of the circumflex of the nerve axis). The caudal- and rostral-branches of the SCA severely compress the nerve from the right superomedial direction.

Fusion imaging による手術 simulation 画像 (surgeon's- eye view, Fig.3B, C) では, SCA trunk が rostral-, caudal-branches を分岐する部分から, それ ぞれの branch が, left medial 方向から, 脳槽内中央 1/3 の部位で NVC が認められた. 術前 simulation 画像 で得られた,三叉神経, SCA および superior petrosal vein (SPV) による NVC 構築は, MVD 術野 (**Fig.3A**) によく相応していた. 神経軸に沿って Meckel 腔方向に

Original **A**tticle



Fig.3 Right trigeminal neuralgia, 77 y.o. female; moderate NVC A: Operative photo. B, C: Simulation image (B) and a schematic drawing (C) of the NVC (green arrowheads), showing the offending SCA complex. D-F: Inner views (D, E) and a schematic drawing (F) of the NVC, showing the 3D visualization of the nerve (white dotted circle) and vessel (red dotted line) consisting of the moderate NVC (less than 20% of the circumflex of the nerve axis). The trunk and caudal- and rostral-branches of the SCA complex moderately compress the nerve from the left medial direction.

投影された inner view (Fig.3D ~ F) では, NVC の責 任 血 管 は, SCA trunk および SCA-caudal, rostralbranches 分岐部 complex であり,内側部から接触し, 神経形態は right lateral 方向に陥凹変形していた. 接 触範囲 (red dotted line) は神経周囲 (white dotted circle) の 20%弱であり, moderate な NVC と画像評 価した (Fig.3E).

MVD 手術を施行し, 圧迫責任血管である SCA trunk および分岐部 complex を移動することで, 疼 痛の完全な寛解が得られた.

症例 3 (70 歳, 男): 左三叉神経痛症例の健側 (右側) に認められた SCA trunk による simple NVC(Fig.4)

6ヵ月来の左三叉神経痛(V-2>3)で来院.

Fusion imaging inner view では, 健側の右三叉神 経 REZ 近傍で, SCA trunk が三叉神経と, superior 方向から、脳槽内近位 1/3 の部位で接触する NVC を 認めた. Inner view (Fig.4A ~ C) では、三叉神経 形態の変形は認めず、神経周囲 (white dotted circle) に対する接触 (red dotted line) の程度・範囲と もわずかであり、simple な NVC と画像評価した (Fig.4B). 患側では SCA caudal-branch による severe な NVC を認めたが、carbamazepine(400mg/日) 内服により、比較的良好に control された.

Ⅴ.考察

三叉神経痛は,蛇行,迂曲した血管により,三叉神 経 REZ が圧迫され発症する神経血管圧迫症候群の1 つであり,治療として,薬物療法,経皮的神経根電気 凝固術, MVD, gamma knife などの radiosurgery が 行われる^{15,7,11,24,25)}. このなかで,経皮的凝固術や



Fig.4 Asymptomatic trigeminal nerve at the side contralateral (right) to the lesion in patient with the left trigeminal neuralgia, 70 y.o. male; simple NVC

A-C: Inner views (A, B) and a schematic drawing (C) of the NVC (simple contact, green arrowhead), showing the trunk of the right SCA (red dotted line) running in contact with the trigeminal nerve (white dotted circle) from above slightly.

radiosurgery が lesional procedures であるのに対し て, MVD は三叉神経を責任血管による圧迫から完全 に解除する etiological therapy であり, 三叉神経痛の 根治的治療として良好な長期治療成績が報告されてい る^{2.7.24.25)}.

近年の MRI による撮像技術および workstation に よる画像処理 software の進歩にともない, 三叉神経 痛の MRI 画像診断では, 患側の三叉神経 REZ 近傍に NVC が認められるか, 少なくとも NVC の存在が疑 われる症例が多く, その頻度は 76~100%と報告さ れている^{1.3.5.810,1215,1924)}.しかし, MRI 画像所見 として得られる NVC は, 三叉神経痛症例での患側の みならず, その健側, さらには三叉神経痛を伴わない 正常者例にもしばしば認められる.三叉神経痛におけ る NVC の MRI 画像所見には, 多くの false positive, false negative 例が含まれていると考えられ, 発症の 原因である symptomatic NVC なのか, あるいは偶然 に発見された asymptomatic NVC なのか, その診断 的意義はいまだ確立されていない^{12.13,1924)}.

三叉神経痛での MRI 画像所見について, Anderson ら¹⁾は, MVD 術前検査の結果, 患側では NVC が 42/88 (88%)に認められ, その程度は軽度のもの 21/48 (44%), 中程度~高度なもの 21/48 (44%) で あったが, 健側では, 軽度のものが多く 26/48 (54%), 中程度~高度なものは少ない 8/48 (17%) と報告した.

また, Majoie ら⁹⁾ は, 三叉神経痛 13 例の患側と健 側, および正常者 50 例の MRI 検査結果から, 神経軸 の偏位や重度の圧迫を呈する NVC は, 患側では 10/13 (77%) で認められたが, 健側および正常者で は 8/113 (7%) で見られたにすぎないとした. さらに, Erbay ら⁵⁾ は, radiosurgery 治療前の重度な三叉神 経痛 31 例について MRI で検討し, 患側では三叉神経 の萎縮所見が有意に高頻度で認められたと報告した.

これらのことから,三叉神経痛症例の MRI 画像で 得られる NVC の程度は,責任血管による神経の圧迫 の強さに関係し,中等度~重度の圧迫では,神経軸の 偏位,たわみやよじれ,陥凹,萎縮など三叉神経の形 態変化をきたすことが考えられた.しかし,これまで の MRI による NVC の画像評価は,元画像あるいは 多方向再構成 (multiplanar reconstruction, MPR) 画像など,いわゆる 2D 画像での評価が多く,微妙な 形態変化をともなう NVC を 3D 画像で評価した報告 は少ない^{8,1424)}.さらに,三叉神経の神経軸と圧迫責 任血管との解剖学的位置関係に着目して,NVC の神 経血管構築を 3D 再構成画像にて,立体的に評価した 報告は見当たらない.

われわれは, MRI 画像で認められる NVC 所見が symptomatic NVC であるか, それとも asymptomatic



NVC であるのかを推測するために, 3D MR cisternogram, 3D MR angiogram および fusion 3D MR cisternogram/angiogram を用いて, 三叉神経 REZ 近傍 での NVC を立体的に画像評価した.

今回, 脳幹橋部の三叉神経入口部から, あるいは脳 槽内を走行する三叉神経内から Meckel 腔方向に, 神 経軸に沿って投影する inner view を用いることで, NVC の圧迫程度を, 責任血管が三叉神経軸周囲と接 触する割合により, severe (≥ 20%), moderate (<20 %), simple (slight), noneの4つに分類して, 三叉 神経軸と圧迫責任血管との解剖学的位置関係を 3D 再 構成画像で評価した.

その結果,NVCは、三叉神経痛症例の患側では、 健側および normal control 例に比して有意に高頻度 (88%) で認められた (P=<0.01).しかし、三叉神経 REZ 近傍では、健側および normal control 例にも NVC が 41 ~ 32%に認められたため、NVC の存在所 見のみから、symptomatic NVC とは断定できない. また、三叉神経痛患側での NVC の程度は、健側や normal control 例と比較して simple (19%) なものは 少なく、moderate (34%) や severe (34%) な比較 的重度な NVC が有意に多く認められた (P=<0.01).

これらの結果から, symptomatic NVC では, asymptomatic NVC に比べて NVC 程度の重度なものが 多く, 三叉神経痛症例の患側で比較的重度の NVC を 認めた場合には, symptomatic NVC であることが推 測された. しかしながら, 三叉神経痛症例の患側で認 められる NVC は, NVC の程度に**かかわらず, 軽度** であっても symptomatic NVC である可能性は否定で きないため^{9, 19, 24)}, NVC と臨床症状との関連性につ いては慎重な判断が必要と考えられた.

さらに、三叉神経痛症例での、MVD 手術例と薬物 治療例での患側 NVC の圧迫程度の検討では、MVD 手術例では、薬物治療例に比べて、重度な NVC のも のが多くに認められる傾向にあった(p=0.03). MRI 画像で得られる NVC の程度から、ただちに MVD の 手術適応を決定することは困難であるが、薬物治療に よる control が不十分な三叉神経痛症例で、比較的重 度の NVC 所見が認められた場合には、MVD 手術適 応の患者選択をする上で,有用な画像所見と思われた.

今回の臨床検討から、3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging inner view による NVC の重症度 解析は、三叉神経痛症例の診断および治療選択を考慮 するうえで、有用な情報を提供するものと考えられた.

Ⅵ.展望

今回の検討では、3D MR cisternogram, 3D MR angiogram, fusion 3D MR cisternogram/angiogram を用いた 3D 再構成画像による virtual reality により、 三叉神経痛症例および normal control 例における三 叉神経 REZ 近傍での NVC の神経血管構築について、 特にその圧迫の程度を、詳細に立体的に画像評価する ことが可能であった.

今後, symptomatic NVCについて, 圧迫責任血管(動脈と静脈での相違), 圧迫の程度, 圧迫部位や方向と 疼痛領域や罹患期間などの臨床症状, さらに, 治療後 経過および治療成績と MRI 画像所見との関連につい て解析することが望まれる^{8.14,15,17-24)}.また, 三叉 神経痛症例では MRI 画像や手術所見でも明らかな NVC を認めない症例が知られている^{6.7,18)}.そのため, Meckel 腔から脳幹橋神経根に至る三叉神経全体の走 行形態を, 立体的に MRI 画像評価することが必要と 考えられた.

三叉神経痛の pathophysiology を解明するうえで, NVC のみならず,くも膜の肥厚や癒着など NVC 以外 の種々の要因による,神経軸の偏位,たわみやよじれ, 神経の狭小化, 菲薄化や萎縮など三叉神経の形態変化 と疼痛発症との関連についてさらに検討してみたい.

文 献

1) Anderson VC, Berryhill PC, Sandquist MA, et al: Highresolution three-dimensional magnetic resonance angiography and three-dimensional spoiled gradientrecalled imaging in the evaluation of neurovascular compression in patients with trigeminal neuralgia: A double-blind pilot study. Neurosurgery 58: 666-673, 2006

- 2) Barker FG, Jannetta PJ, Bissonnette DJ, et al: The longterm outcome of microvascular decompression for trigeminal neuralgia. New Engl J Med 334: 1077-1083, 1996
- 3) Brisman R, Khandji AG, Mooij RBM: Trigeminal nerveblood vessel relationship as revealed by high-resolution magnetic resonance imaging and its effect on pain relief after gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia. Neurosurgery 50: 1261-1267, 2002
- 4) Chávez G, De Salles AAF, Solberg TD, et al: Threedimensional fast imaging employing steady-state acquisition magnetic resonance imaging for stereotactic radiosurgery of trigeminal neuralgia. Neurosurgery 56: E628, 2005
- 5) Erbay SH, Bhadelia RA, O'Callaghan, et al: Nerve atrophy in severe trigeminal neuralgia: Noninvasive confirmation at MR imaging: Initial experience. Radiology 238: 689-692, 2006
- 6) Ishikawa M, Nishi S, Aoki T, et al: Operative findings in cases of trigeminal neuralgia without vascular compression: Proposal of a different mechanism. J Clin Neurosci 9: 200-204, 2002
- 7) Kondo A: Follow-up results of microvascular decompression in trigeminal neuralgia and hemifacial spasm. Neurosurgery 40:46-52, 1997
- 8) José G, Lorenzoni JG, Massager N, et al., Neurovascular compression anatomy and pain outcome in patients with classic trigeminal neuralgia treated by radiosurgery. Neurosurgery 62: 368-376, 2008
- 9) Majoie CMLM, Huismans F-JH, Verbeeten Jr B, et al: Trigeminal neuralgia: Comparison of two MR imaging techniques in the demonstration of neurovascular contact. Radiology 204: 455-460, 1997
- 10) Masur H, Papke K, Bongartz G, et al: The significance of three-dimensional MR-defined neurovascular compression for the pathogenesis of trigeminal neuralgia. J Neurol 242: 93-98, 1995
- 松島俊夫,峯田寿裕:神経血管圧迫症候群-特に神経血管減 圧術の現況. No Shinkei Geka 36: 303-313, 2008
- 12) Meaney JFM, Miles JB, Nixon TE, et al: Vascular contact with the fifth cranial Nerve at the pons in patients with trigeminal neuralgia: Detection with 3D FISP imaging. AJR 163: 1447-1452, 1994
- 13) Meaney JFM, Fldrodge PR, Dunn LT, et al: Demonstration of neurovascular compression in trigeminal neuralgia with magnetic resonance imaging: Comparison with surgical findings in 52 consecutive operative cases. J Neurosurg 83: 799-805, 1995

- 14) Miller J, Acar F, Hamilton B, et al: Preoperative visualization of neurovascular anatomy in trigeminal neuralgia. J Neurosurg 108: 477-482, 2008
- 15) Naraghi R, Hastreiter P, Tomandl B, et al: Threedimensional visualization of neurovascular relationships in the posterior fossa: Technique and clinical application. J Neurosurg 100:1025-1035, 2004
- 16) 大石 誠,福多真史,高尾哲郎,他:MR 仮想神経内視鏡 による微小血管減圧術前シミュレーションの有用性.No Shinkei Geka, 35: 1087-1095, 2007
- 17) 小野田恵介,佐藤 透,三好康之,他:片側顔面痙攣に対 する microvascular decompression の新しい術前画像評価: 3D MR cisternogram/angiogram fusion imaging の応用. No Shinkei Geka 34: 785-791, 2006
- 18)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
- 19) Papke K, Bongartz G, Masur H, et al: Three-dimensional MR imaging of neurovascular compression in trigeminal neuralgia. Radiology 208: 550-552, 1998
- 20) 佐藤 透,小野田恵介,伊達 勲:特発性三叉神経痛にお ける圧迫責任血管の画像評価. 脳外誌 15: 611-618, 2006
- 21) 佐藤 透, 尾美 賜, 大迫知香, 他:三叉神経痛における neurovascular compression の画像評価: Boundary imaging of a fusion three-dimensional magnetic resonance cisternogram/angiogram の 応 用. No Shinkei Geka 35: 33-41, 2007
- 22) 佐藤 透, 尾美 賜, 大迫知香, 他:三叉神経痛における Neurovascular Compression 部 位 で の 新 し い 3D MR Angiogram 所見. No Shinkei Geka 35: 259-265, 2007
- 23) Satoh T, Onoda K, Date I: Fusion imaging of threedimensional magnetic resonance cisternograms and angiograms for the assessment of microvascular decompression in patients with hemifacial spasms. J Neurosurg 106: 82-89, 2007
- 24) 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
- 25) Sindou M, Howeidy T, Acevedo G: Anatomical observations during microvascular decompression for idiopathic trigeminal neuralgia (with correlations between topography of pain and site of the neurovascular conflict) : Prospective study in a series of 579 patients. Acta Neurochir (Wien) 144: 1-13, 2002