Neurosurgical Managements of Trigeminal Neuralgia : Its Historical Review of the Operative Treatments and Nerve Block by Electrocoagulation

Kiyoshi Matsumoto

Department of Neurosurgery, Showa University School of Medicine, Tokyo, Japan

(Received 26 February 1999)

Abstract

The history of trigeminal neuralgia's management is also the history of the operative treatment with progress. The neurosurgical treatments have entirely changed since the excellent result of that about microvascular decompression was reported by Jannetta in 1967. At the same time, the physiological and biochemical research to reveal the major cause of trigeminal neuralgia has progressed and it is presumed that the connection tissue between peripheral myelin and central myelin is weak under pressure because of microvascular compression, therefore demyelination is caused and the impulse of parasympathetic nerve leaks out, the short circuit is formed through different fiber, then the pain comes out. That is, it is the source that ephatic transmission is caused at the neural spot touching the blood vessel. Here I introduce Dandy's operative method, Fraizer's operative treatment and nerve block therapy by electrocoagulation. And I present the result of the latest microvascular decompression operation since 1990. Moreover I describe new radiation therapy to trigeminal nerve's entry zone by γ -knife.

Key words: trigeminus neuralgia, microvascular decompression, surgical treatment of trigeminal neuralgia, nerve block of trigeminal neuralgia, historical review of trigeminal neuralgia

三叉神経痛の外科的治療と病因論の変遷について

——神経ブロック、微小血管減圧術、 γ -knife 照射療法について——

松本 清

昭和大学医学部 脳神経外科

はじめに

三叉神経痛の歴史をひもとくと、手術療法は欧米ではよく行われた手術の1つである。これまでに、この治療法に関する文献は枚挙にいとまのないほど多くみられる。しかしながら、本邦では Jannetta¹⁶⁾ の microvascular decompression 法が導入されるまで、Fraizer 法⁷⁾、Dandy 法⁴⁾ (後述) などの手術療法は行われていたものの、欧米に比し、それほど積極的には行われていなかった。おそらく、痛みに対する考え方が、日本人と欧米人とでは違いがあるからかもしれない。

三叉神経痛には痛みの grade に関する分類はなく、特発性三叉神経痛 (idiopathic trigeminal neuralgia; ITN) と症候性三叉神経痛 (symptomatic trigeminal neuralgia; STN) の etiology に基づいた分類しかない。典型的な片側性の短時間の発作性激痛と trigger zone を有する顔面痛は ITN としていろいろな方法で治療がなされているが、他方、それ以外の中等度、軽度の顔面痛を三叉神経痛として扱いながらもその痛みの程度が分けられて検討していないために、薬物の治療効果比較の検討判定の際、軽症と中等症ではいまひとつ評価が正しくなされていないように思える。著者は三叉神経痛の治療法の選択は、その三叉神経痛の痛みの軽重の程度に従い、患者の全身状態や年齢などの状況を加味して行われるべきと考えている。したがって TN の痛みの grading を行い、どの程度の痛みに対しては薬物療法か、どれだけの痛みになったら手術療法にするかなど、患者の希望も入れて治療方針をたてるのが患者にとってはベストではなかろうかと考えている。

三叉神経痛の新国際頭痛分類と診断基準¹⁴⁾

三叉神経痛の原因は長い間、特発性 (ITN) と症候性 (STN) に分けられてきたが、特発性の原因が Gardner¹¹⁾、Jannetta¹⁶⁾ らの提唱した neurovascular compression theory が主流になって以来、原因不明の“特発性”と呼ぶ意義は乏しくなってきた。1988 年の国際分類では、手術所見で明らかな神経血管圧

迫による三叉神経痛は症候性三叉神経痛に分類すべきとしている。しかし、これが必ずしもすべての三叉神経痛の原因ではない場合は、やはり特発性と呼ぶべきであろう。ここで、以下に国際頭痛学会 (IHS) 分類での三叉神経痛の定義を挙げてみる。

Headache Classification (IHS 1988)¹⁴⁾

1. 特発性三叉神経痛 (ITN)

〔診断基準〕

- A. 数秒から 2 分以内持続する顔面、ないし前頭部の発作性疼痛。
- B. 痛みは、以下のうち少なくとも 4 つの特徴をもつ。
 - ① 三叉神経 1 枝、またはそれ以上の三叉神経領域に一致した痛みである。
 - ② 痛みの性質は突発性、鋭い表在性、穿刺性、灼熱性である。
 - ③ 痛みは激烈である。
 - ④ 痛みは trigger zone より拡がり、食事、会話、洗顔、歯磨きなどで起こる。
 - ⑤ 発作の間歇期は全く無症状である。
- C. 他の神経学的症状を有しない。
- D. 発作は各個人によっていつも同じ。
- E. 顔面痛の他の原因が場合によって病歴、症状、諸検査によって除外される。

2. 症候性三叉神経痛 (STN)

1) 三叉神経根あるいは神経節の圧迫

特発性三叉神経痛と区別できない痛みを示すが、明らかな器質性病変によって起きる。

〔診断基準〕

- A. 上記の三叉神経痛の疼痛を示すが、痛みが消えることがなく、三叉神経領域の知覚障害があったりなかったりする。
- B. 特殊検査または後頭蓋開頭により、原因がはっきりとされたもの。

2) 中枢性障害

〔診断基準〕

- A. 2. 1) に同じ
- B. 臨床的に明らかな多発性硬化症の経過中また

は脳幹梗塞につづいて神経痛が起こるもの。

治療法と病因論の変遷について

三叉神経痛に関する医学文献上の最初の記載は、1756年パリの内科医 Nicolaus Andre によってなされた。彼は5例の臨床報告をし、痛みのために顔がゆがむことより疼痛性チック (tic douloureux) と命名した⁹⁾。その当時より、薬物療法や理学療法は試みられていたもののその効果は少なく、多くは外科医にその治療はゆだねられていた。眼窩上神経の切断は15世紀にはすでに行われていたが、文献上にみられる最初の報告は1886年 Fowler⁶⁾ がした83症例で、1年以上痛みの消失した有効例は22%しかなく、多くは1年以内に再発している。当時より、neurectomy や avulsion はできるだけ中枢側で切断した方が有効性が高いことが知られていた。このことより、三叉神経痛に対する手術療法の歴史が末梢神経レベルでの手術では、その効果が思わしくないことより、次第に中枢レベルに進んだことを物語っている。いずれにしてもこれまでの治療法の変遷は、その治療結果より結論づけられた三叉神経痛病因が論じられてきた歴史でもある。

外科的治療法の開発

最初の開頭術によるガッセル神経節切除は、1891年 Horsley ら¹⁵⁾ による intradural ganglionectomy であった。このアプローチは、1892年 Krause¹⁹⁾ によるより安全な subtemporal extradural resection に変わったものの、手術死亡率は22%と高く危険なものであったため、あまり普及しなかった。1901年 Spiller, Fraizer⁷⁾ によって、より安全確実な手術術式が病理学的研究による臨床応用で確立された。この方法は retrogasserian rhizotomy (subtotal resection of sensory root, Fraizer の手術) として、脳神経外科で確立した安全な手術として一般に普及した。1928年 Fraizer⁸⁾ (Fig. 1) は、三叉神経根根治術として500症例の手術成績を報告した。1929年 Dandy⁴⁾ (Fig. 2) は、後頭蓋窩經由三叉神経部分切断法を考案した。彼は1934年215例の三叉神経痛に対

Fig. 1 Fraizer 法.

Fig. 2 Dandy 法.

しこの posterior fossa rhizotomy を行い、手術所見より128例(60%)に三叉神経根周囲に異常を認めた⁵⁾。そのうち三叉神経根が動脈により圧迫されているものの66例(52%)、静脈による圧迫30例(23%)、腫瘍12例(9%)、神経根の脳幹への癒着7例、脳動脈瘤6例、血管腫5例、先天奇形2例であった。このことより、三叉神経痛の原因の1つは神経根周囲の異常と考えられた。Dandy の報告の少し前、三叉神経痛の原因が動脈による三叉神経根への圧迫で起こることを最初に報告したのが、1926年 Pappenheim²⁴⁾ である。彼は動脈硬化により kinking した脳底動脈が、三叉神経根を圧迫して典型的な三叉神経痛を起こしたと述べた。

1938年 Sjoqvist²⁶⁾ は、descending spinal trigeminal tract が顔面痛覚を伝導することより、後頭下開頭術による medullary trigeminal tractotomy (obex lateral medullotomy) を行った。この手術法は三叉神経第一枝の neurectomy (痛覚枝のみ切断) に伴う角膜潰瘍を起こさない利点があるものの、悪性腫瘍による症候性三叉神経痛にも行われたが、再発があり、morbidity, mortality が高いので現在では悪性腫瘍末期の激痛のみに用いられる以外はあまり行われて

いない。Fraizer 法の類似手術法としては、1952 年の Taarnhøj³⁰⁾ によるガッセル神経後半部すなわち Meckel 洞での三叉神経の圧迫を decompression する方法が発表されたが、逆に 1955 年 Sheldon ら²⁵⁾ はガッセル神経節を先の鈍な鉤で圧迫 (compression) massage する方法を考案した。この方法は、特に疼痛のある分枝をよく massage すると効果があるとしたが、今は評価が低く全くなされていらない。

ここで、前述の Fraizer の retrogasserian rhizotomy⁷⁾ と Dandy の posterior fossa rhizotomy⁴⁾ についての功罪にふれてみよう。前者の場合、神経痛相当部位の知覚鈍麻、脱失などを起こし、特に第一枝の場合例外なく角膜炎を起こす²²⁾。また、anesthesia dolorosa を起こすこともある。したがって、痛みの苦痛より知覚異常の方がより強く我慢ならないと苦痛を訴える人もいる。これは、現在行っている無水アルコールによる完全神経ブロックでも同じことがいえる。一方、後者の後頭蓋窩からの三叉神経根の部分切截術⁴⁾ (Fig. 2) では、痛みに該当する 3 枝のみならば 50%、2, 3 枝ならば 80% 切截する。術後も全くの知覚脱失にならない。これは神経幹内での神経線維の混在によるためで、切りすぎない限りは完全知覚脱出にはならない利点を有する。

ところで、現在最もさかんに行われている外科的手術 microvascular decompression 法に至る経過について述べてみよう。Gardner ら^{10,11)} は、三叉神経知覚枝の decompression について 1953 年から 1955 年にわたり単純肢線上患側の錐体骨隆起による三叉神経の圧迫が原因として extradural approach による錐体骨の切削と周囲硬膜の弛緩によって減圧した症例の follow-up study は有効率 67% とし、Meckel 洞拡大の Taarnhøj³⁰⁾ のシリーズの有効率 62% と比較した。彼は 1959 年の報告¹⁰⁾ では、手術例の 1 例に三叉神経根に異常血管が巻きついていたので血管と神経の間に gelfoam を挿入してこれらを剥離させたところ、手術後完全に痛みが消失したという。このことより 1967 年 Jannetta¹⁶⁾ (Fig. 3) は、本症患者 5 例に蛇行した小血管による神経圧迫を認め、この圧迫を開放したところ痛みよりの完全解放を得た。も

Fig. 3 Jannetta 法.

ちろんこのときの顕微鏡導入によることが大きい。その後 1976 年彼は、三叉神経痛の原因は血管による圧迫 88%、腫瘍、血管腫 6%、多発性硬化症 6% であると報告した¹⁷⁾。しかし、今でもすべてが症候性三叉神経痛であるかは不明である。彼は 1977 年には、200 例の臨床成績では改善した症例が 95% であったと報告した¹⁸⁾。福島⁹⁾ は、1982 年に典型的三叉神経痛 31 例に全例動脈圧迫 (29 例は上小脳動脈、2 例は脳底動脈) を認め、圧迫動脈の移動により全例完治したとしている。これらのことより、三叉神経痛の病因として neurovascular theory が最も有力と考えられる。

三叉神経痛の発生機序

1944 年 Granit ら¹²⁾ は、神経の mild injury や圧迫によってミエリンが障害され、隣接する周囲の神経線維が興奮するという artificial synapse の説を発表した。1962 年 Gardner¹¹⁾ は、患側錐体骨稜が高いため三叉神経が牽引、圧迫され脱髄が起これらと考えた。生理的には触覚性求心刺激によって三叉神経核で副交感神経興奮が起これ、遠心性に三叉神経を経て顔面に伝えられる。途中で脱髄した部位があると副交感神経インパルスが漏れ出て痛覚求心線維に流入する²³⁾。この short circuit³⁾ が痛み発作の原因であ

るとした。また、脳神経の中核性ミエリンと末梢性ミエリンに移行する root entry zone の部分はミエリン鞘が薄く、圧迫、変形に弱い部位であると指摘した。Calvin²⁾ は、血管が神経を圧迫している部分で非シナプス性伝達 (ephatic transmission) が起こることが三叉神経痛の直接原因とした。しかし、血管圧迫説だけで説明しにくい点としては、

① 神経根付近の腫瘍、口腔、歯科疾患による三叉神経終末の慢性刺激、多発性硬化による三叉神経根脱髄も原因になる。

② Trigger zone への触覚刺激で誘発される。

③ 疼痛は発作性である。

④ 抗てんかん薬が有効である。

としている。

ここで最近報告された microvascular decompression (MVD) の長期追跡症例について述べてみよう。Jannetta が 1977 年にその成績を報告してから、当時の他の施設でもその成績は 85~95% の有効率であった。しかし MVD の 10 年以上の長期成績に関する報告はほとんどなされていなかったが、1996 年 Barker II, Jannetta ら¹⁾ は、1972~1991 年の 20 年間に手術された三叉神経痛 1155 例の手術成績と合併症を報告した。術後平均 6.2 年の手術成績では、2 年以内に 30% が再発し、このうち 11% に再手術を施行した。再発のなかった 70% は痛みより完全に解放されている。しかし、4% に軽い痛みがあって時々薬を用いていたが長期の投薬は不要である。10 年以後の再発は 1 年に 1% 以下である。手術死亡率は 0.16% であり、それも 1990 年以前のものであった。

MVD そのものの手術合併症について、ごく最近の報告²⁰⁾ では三叉神経痛、顔面けいれん、舌咽神経痛などのすべての症例合せた 4400 例についてみると、90 年以前の小脳損傷は 0.87%、第 8 神経損傷は 1.98%、90 年以後は 0.45%、0.8% であり、聴力障害は 90 年以前の三叉神経手術で 1.33%、顔面神経手術で 3.76%、90 年以後で 0.59%、1.59% といずれも合併症は半減しており、死亡例もない。この原因の 1 つは MRI や顕微鏡、手術器械の発達と手術

Fig. 4 電気凝固法。

技術の向上があげられる。いまでは我々脳神経外科医にとっても決して難易度の高い手術ではなくなっている。症例を選べば 80 歳代で充分可能な手術である。また、高磁場 MRI の発達には血管や脳神経を一つ一つ識別できるようになりつつあるので、更に手術成績は向上するであろう。

神経ブロック

上記ブロック法には、末梢神経、神経節、神経根のブロック法がある。頭蓋内ブロックは 1912 年 Härtel の報告が最初のものである¹³⁾。現在行われている神経ブロックは、基本的にはほぼその手技で行われている。フェノール、エタノール、グリセオールなどの注入で、中枢側のブロックではほぼ永久的な顔面の知覚低下を伴って疼痛発作消失をもたらす。1974 年 Sweet ら²⁷⁾ (Fig. 4) は、痛覚を伝達する細い有髄線維 (A δ) と無髄線維 (C) は触覚を伝える太い線維 (A α) よりも熱に対する感受性が高いことを利用して、高周波熱凝固針を頭蓋底卵円孔よりガッセル神経節に刺入し、60~63°C、1 分間の熱凝固を行った^{28,29)}。エタノールの注入に比して触覚障害が軽く、角膜障害が起こりにくい利点を有している。神経痛発作の再発率は 7 年までの follow-up で 12~21%、13 年間で 80% といわれているので、現在のところ神経ブロックとしては最良の方法であろう。グリセオールはエタノールに比して、その注入量により触覚脱出の程度が軽減されている。この方法は、Tew ら³¹⁾ も侵襲が少なく安全なので高齢者に

も用いられると推賞している。最近の画像診断器機のめざましい進歩は、正確な定位の脳照射を可能にした。新しいMRIと γ -knifeの組合せの出現による新治療法が出現した。すなわち γ -knifeを用いて三叉神経のPonsへのentry zoneに4~5mmの大きさに照射することにより、三叉神経痛の75%に改善をみている²¹⁾。副作用が少ないことより全身状態の悪い症例には福音となるであろうが、まだ治療開始より日が浅いのでその結果は未知数である。

薬物療法

薬物療法で最初に用いられている薬は、Carbamazepine (Tegretol) である。この薬物はめまい、倦怠感などの副作用があるので、症状に応じ少量からはじめて至適量を定める。その他、アレピアチン、リオレサル、バルプロ酸ナトリウム、ソビラックスなどの効果も報告されているが、激しい痛みには薬物療法では痛みのコントロールは難しい。

まとめ

三叉神経痛の治療を行うとき、著者が緒言でも述べたように三叉神経痛には典型的なtic douloureuxのような最初より激痛ではじまる典型的な神経痛は別として、それ以外の三叉神経痛の発症の臨床経過を分析すると痛みの軽重による重症分類ができる。特に治療法の選択のときに重要である。症状によって薬物の量、種類などが決められるし、薬物の副作用、症状の進行により治療法が変更される。いずれにしても三叉神経痛の治療は最初は激痛症例でも、まずCarbamazepineが用いられる。著者は、いままでの治療経験からすると薬物療法にて限界がある場合は、手術成績の向上と危険性が少ないことより微小血管減圧術を第1選択としている。しかし、重症な疾患を持ち、高齢者で手術に耐えられない場合には、次にthermocoagulationによる神経ブロックを行うべきであろう。事情により、その他の神経ブロックしか方法がない場合は、注入薬はグリオール、アルコールの順に行う方が望ましい。長い老後の生

活での神経ブロック後の顔面の知覚異常は、想像以上につらいものである。

文 献

- 1) Barker, F. G. II, et al., The long-term outcome of microvascular decompression for trigeminal neuralgia, *N. Eng. J. Med.*, **334** (1996) 1077-1083.
- 2) Calvin, W. H., A neurophysiological theory for the pain mechanism of tic douloureux, *Pain*, **3** (1977) 147-154.
- 3) Crue, B. L., et al., Delayed action potentials in the trigeminal system of cats. Discussion of their possible relationship to tic douloureux, *J. Neurosurg.*, **16** (1959) 477-502.
- 4) Dandy, W. E., An operation for the cure of tic douloureux. Partial section of the sensory root at the pons, *Arch. Surg.*, **18** (1929) 687-734.
- 5) Dandy, W. E., Concerning the cause of trigeminal neuralgia, *Am. J. Surg.*, **24** (1934) 447-455.
- 6) Fowler, G. R., The operative treatment of facial neuralgia; a comparison of methods and results, *Ann. Surg.*, **3** (1886) 269-320.
- 7) Fraizer, C. H., Subtotal resection of sensory root for relief of major trigeminal neuralgia, *Arch. Neurol. Psychiat.*, **13** (1925) 378-384.
- 8) Fraizer, C. H., Operation for the radical cure of trigeminal neuralgia. Analysis of five hundred cases, *Ann. Surg.*, **88** (1928) 534-547.
- 9) 福島孝徳：三叉神経痛の外科的治療—病因論の変遷と新しい根治手術（ジャネッタ法）の出現。神経進歩, **26** (1982) 982-986.
- 10) Gardner, W. J., et al., Response of trigeminal neuralgia to "decompression" of the sensory root. Discussion of cause of trigeminal neuralgia, *JAMA*, **170** (1959) 1773-1776.
- 11) Gardner, W. J., Concerning the mechanism of trigeminal neuralgia and hemifacial spasm, *J. Neurosurg.*, **19** (1962) 947-958.
- 12) Granit, R., et al., Fibre interaction in injured or compressed region of nerve, *Brain*, **67** (1944) 125-140.
- 13) Härtel, F., Ueber die intracranielle Injectionsbehandlung der Trigeminalneuralgie, *Med. Klin.*, **10** (Part 1) (1912) : 582-584.
- 14) Headache Classification Committee of the International Headache Society, Classification and diagnostic criteria for headache disorders,

- cranial neuralgias and facial pain, *Cephalalgia*, **8** (Suppl. 7) (1988) 65-72.
- 15) Horsley, V., et al., Remarks on the various surgical procedures devised for the relief or cure of trigeminal neuralgia (tic douloureux), *Br. Med. J.*, (ii) (1891) 1249-1252.
 - 16) Jannetta, P. J., Arterial compression of the trigeminal nerve at the pons in patients with trigeminal neuralgia, *J. Neurosurg.*, **26** (1967) 159-162.
 - 17) Jannetta, P. J., Microsurgical approach to the trigeminal nerve for tic douloureux, *Prog. Neurol. Surg.*, **7** (1976) 180-200.
 - 18) Jannetta, P. J., Treatment of trigeminal neuralgia by suboccipital and transtentorial cranial operations, *Clin. Neurosurg.*, **24** (1977) 538-549.
 - 19) Krause, F., Resection des Trigemini innerhalb der Schadel-hohle, *Archiv. Klin. Chir.*, **44** (1892) 821-832.
 - 20) McLaughlin, M. R., Microvascular decompression of cranial nerves: lessons learned after 4400 operations, *J. Neurosurg.*, **90** (1999) 1-8.
 - 21) 松本 清, 鈴木佳宣: 頭痛の診断と治療—三叉神経痛, 診断と治療, **88** (1998) 918-923.
 - 22) 最上平太郎, 池田卓也: 三叉神経痛の手術, 脳神経外科, **4** (1976) 525-531.
 - 23) 森松光紀: 症候性頭痛—三叉神経痛, 神経治療学, **13** (1996) 155-162.
 - 24) Pappenheim, M., Trigemineusneuralgie durch Druck der arteriosklerotisch veränderten Art basilaris auf den Trigemini-stamm, *Wiern. Med. Wschr.*, **76** (1926) 104.
 - 25) Sheldon, C. H., et al., Compression rather than decompression for trigeminal neuralgia, *J. Neurosurg.*, **12** (1955) 123-126.
 - 26) Sjoqvist, O., Eine neue Operationsmethode Tractus spinalis trigemini, *Zbl. Neurochir.*, **2** (1938) 274-281.
 - 27) Sweet, W. H., et al., Controlled thermocoagulation of trigeminal ganglion and rootlets for differential destruction of pain fibers: Part I. Trigeminal neuralgia, *J. Neurosurg.*, **40** (1974) 143-156.
 - 28) Sweet, W. H., Treatment of trigeminal neuralgia and other facial pains by retrogasserion injection of Glycerol, *Neurosurgery*, **9** (1981) 647-653.
 - 29) Sweet, W. H., The treatment of trigeminal neuralgia (tic douloureux), *N. Eng. J. Med.*, **315** (1986) 174-177.
 - 30) Taarnhøj, P., Decompression of the trigeminal root and the posterior part of the ganglion as a treatment in trigeminal neuralgia. Preliminary communication, *J. Neurosurg.*, **9** (1952) 288-190.
 - 31) Tew, J. M., et al., Treatment of trigeminal neuralgia in the aged by a simplified surgical approach (percutaneous electrocoagulation), *J. Am. Geriat. Soc.*, **23** (1975) 426-430.

Address for correspondence: Kiyoshi Matsumoto, M. D.
 Department of Neurosurgery, Showa University School of Medicine, Hatanodai 5-8, Shinagawa-Ku, Tokyo 142-8666, Japan.
 Tel : 03-3784-8691
 Fax : 03-3784-8432