末梢性顔面神経麻痺についての一私見

八 木 伸 也

A View on Peripheral Facial Paralysis

Nobuya Yagi

(Fukui Red Cross Hospital)

Recently, the degree of facial paralysis has been described numerically using May's paralysis score method. In complete recovery, the time course of Bell's palsy can be analysed by the following equation.

$$y = B \cdot \log x + A$$

where y: value of score
x: days post onset
B: recovery rate
A: constant

A pathological process of facial paralysis was analysed by this equation and reviewed from the "axonal flow" point of view.

The integrated EMG represents the strength of the corresponding muscle and its value indicates the degree of paralysis in facial palsy. From the study of an integrated EMG and the paralysis score method, a close relation between the two methods was revealed, with a high value of correlation coefficient. This indicates that the paralysis score method was substantiated by the objective method, namely integrated EMG. To acquire constant results, the same person should rate the paralysis score during the whole time sequence.

Because the facial nerve has several types of branches besides the main trunk, the thread lacrimation test, stapedial reflex test, and integrated EMG enable determination of the site of the lesion and the pattern of recovery. The combined use of these tests with the score method facilitates understanding of the following results.

- 1) When the stapedial reflex is present and do not disappear, paralysis recovers quickly.
- 2) Recovery from paralysis is sometimes accompanied by a high value in the thread lacrimation test.
- 3) The integrated EMG represents patients complaints more accurately than the score method.

1. 緒言
2. 末梢運動神経の障害と回復
3. 軸索流について
4. 顔面神経の特徴
5. 回帰直線 $y = B \cdot \log x + A$ について

6. 麻痺スコア及びその再評価
7. 諸検査について
 - A. 積分 EMG 法について
 - B. アプミ骨筋反射について
 - C. 糸式流涙テストについて

8. 附録

A. 積分 EMG 用回路

B. 流涙テスト用糸作成法

C. 回帰分析用 BASIC プログラム

D. 顔神経麻痺スコア採点表

1. 緒 言

顔面神経は耳鼻科領域の脳神経のうちよく研究されている神経であり、その麻痺は、ベル麻痺、ハント症候群等と呼ばれているが、治癒率が比較的良好で、頑強な神経とされている。よく調べられている理由として、顔面神経が側頭骨内で各種の分枝を出し、その検査が可能である事、又治癒の経過を追いつつそれらを検討できる事情がある。

現今までの教科書を見ると、前記の各種検査を利用して、障害部位診断（局所診断）がなされる事が多い¹⁾²⁾。即ち、中枢側に位置した分枝神経の検査が低値を示せば、その部位より以下の障害とする考えである。

顔面神経は Fallopian canal 内に位置し、豊富な血管支配をうけている。神経管内の血管支配も上下に及ぶ anastomosis を形成している。このような部位が障害された場合、上記の如く、解剖学的に考えて一部位が切断されたかの如く考えてよいであろうか。

最近、単純な部位診断に反する検査結果も表われ始めている³⁾⁴⁾。外傷等と異なり、ベル麻痺等には解剖学的な部位診断よりも血行支配や神経径を考慮に入れた診断の方が有用である事が多い。今回我々は流涙テスト、耳小骨筋反射を用いて顔神経麻痺を再検討してみた。

次に顔面神経麻痺の分析に進歩をもたらしたものとして May の麻痺スコア採点法⁵⁾があげられる。この方法は一般心理学に用いられている評点法を臨床に持ち込んだもので、麻痺の程度をより正確な数値として表わせるものとした。

この麻痺スコアを経過を追って附録の半対数紙に記入していくと、麻痺の経過が良くわかり他検査法との関連も明確となってくる⁶⁾。又、麻痺が完全回復する場合、 $y=B \cdot \log x + A$ という回復直線によく適合するので、数値的検討も可能となった。

ここで特徴的であることは、一度完全麻痺に陥ると、スコアが悪化していき、発症後10日目頃に最悪となる。その後14日目より回復するというパターンをとる。増悪がみられない場合でも、14日目頃より回復が始まるというパターンが多い。この理由はいろいろと考えられるが、神経回復を促すとする軸索流の面より1～4章では検討してみた。

5、6章ではスコア解析に用いた $y=B \cdot \log x + A$ の意味づけ、及び積分 EMG、流涙テスト、耳小骨筋反射検査より顔面神経麻痺を再検討してみた。

この文は概説的なものとして記したのではなく、筆者の顔面神経麻痺発症に対する考えを記述したものであり、独断にみちたものであることをお許しいただきたい。

2. 末梢運動神経の障害と回復

末梢神経は図1の如く、神経上膜 (Epineurium) に神経束 (図1) (Funiculus) がつまれており、その神経束は神経周膜 (Perineurium) につまれている⁷⁾。その内に数多くの軸索が存在し、Schwann 細胞により形成され、

神経内膜につつまれる。

このような構造をもつ末梢神経は、種々の原因により障害をおこす。

末梢神経障害に対して Seddon⁸⁾, Sunderland⁹⁾等の分類法が広く利用されている (図2)。

図1 末梢神経の構造とその名称 (広谷論文⁷⁾より改変)

図2 Seddon 及び Sunderland による末梢神経障害の分類

Seddon は次の3種類に分類した。

1. Neurapraxia

一番軽度の損傷であり一過性の伝導障害である。その本態は一過性の局存性脱髄現象であり、生理的な block と考えられ解剖学的な障害は残さない。

2. Axonotmesis

軸索は髄鞘と共に損傷部で障害されるが神経上膜、周膜、内膜は保たれる故、再生するための外殻は保たれており、自然回復が期待できる。

3. Neurotmesis

損傷部で神経幹が断裂を起したもので連続性が保たれず、手術療法を必要とする。

実際には上記3類型が種々に混合したパターンを示す。

これに対し、Sunderland⁹⁾ は解剖学的、病態的考察より、次の5類型に分類した。

1. 第1度損傷

損傷部のみにおける伝導障害で、生理的ブロックであり、Neurapraxia に相当する。

2. 第2度損傷

軸索及び髄鞘が損傷されたもので、神経内膜は温存される。これは、Seddon の Axonotmesis に相当する。

3. 第3度損傷

神経束内部の破裂を起した場合の伝導障害である。神経束内の線維化が再生を障害し、再生軸索が必ずしも本来の内膜管に到達しないと言われる。

4. 第4度損傷

第3度損傷に加えて神経周膜も損傷されたもので、神経幹の連続性は保たれているが、その中枢端に仮性神経腫を作るため自然回復は望みがたく、手術療法を必要とする。

5. 第5度損傷

神経が完全に断裂したもので、神経上膜も損傷されているため、手術的に結合を必要と

図3 末梢神経障害後の神経回復機序

する。

これらの如く分類され、臨床的分類に応用されている。

これらの損傷がいかに回復していくのであろうか。その時期は3期に分けられている^{10,11,12,13)}(図3)。

1. Initial Delay

この時期は、障害された部に生じた scar tissue をのりこえて、再生軸索がもとの管内にのびていく時期であるが、報告者により要する時間は異なっている。大体4~10日と言われている。

2. Intermediate Delay

この時期は、再生した軸索が神経終末までのびていく時期で、再生速度は1~2mm/日と概算されている。この再生速度を軸索流と関連づける場合が多い。

3. Terminal Delay

のびてきた再生軸索が、神経終末を完全に再構成して筋力をもとに戻すまでの時期で、5~7日とされている。

再生時断裂した軸索は、scar tissue をのりこえる際に、一本の tube より10本近くの軸索を出して伸びていき、その内の一本が残り再生した軸索となる。この軸索がもとの管内におさまれば完全回復となるが、他の管内に迷入すると misdirection が起る。障害が高度である程、顔面神経の如く支配領域のはっきりした神経は misdirection が起りやすいといえる。

ベル麻痺等の場合、上記の末梢神経障害と異なり、Neurotmesis や第4~5度損傷は起りえず、顔面神経管内の膨隆、圧迫による Neurapraxia, Axontomesis や第1~第3度障害が起るものと思われる。

3. 軸索流について^{14,15,16,17)}(図4)

黒川の総説によると、最初の本格的な記述は Weiss の1948年の論文であるという¹⁴⁾。彼は神経再生の実験中、神経をしぼることによりその中枢端に Knob が表われ、除去すると消失していくことにより軸索流があると考え、その移動速度は1~2mm/日とした。

以後アイソトープの導入により急速な発展分化がみられるようになったが、大別して遅い流れ、中等度の流れ、速い流れと区別して考えられるようになった。これらは、酸素環境や病的

過程により変化し、流速も1~500mm/日と広

図4 軸索内輸送の一例

速度に関して定説がない為1例を示す。

く分布している。しかし遅い軸索流は軸索の再生、修復に、速い方は神経伝達物質の輸送に関与するとされている(図4)。

以上よりすると、神経再生の場合遅い軸索流を問題とすべきであろう。末梢神経により、同じ物質でも輸送速度が異なったり、又物質により異なる輸送速度を持っている為、一概にのべる事はできない。舌下神経や顔面神経に関するものとして、Kreuzberg¹⁸⁾の研究がある。彼はこの報告で、ラットの顔面神経を、茎乳突孔で切断し、顔面神経膝の直径を左右比較すると2日目から低下しはじめ、14日目には健側に比し-40%の低下を示し、以後徐々に回復するとしている。

一方舌下神経の場合、切断後 ^3H -リジン を投与し、中枢端よりのアイソトープ活性を測っている。報告中の図を見ると、2つのアイソトープ活性増加がみられる。1つの峰は切断端であるが、これは速い軸索流により運ばれた蛋白質等であるとしている。もう一つの峰は4~5mmのところのみられ、実際の再生に関与する物質が蓄積する。これは48時間後の値であるので2~2.5mm/日の流速に相当する。17日後には障害側の ^3H -リジンの活性が健側より高い例がみられ、再生線維の軸索流の亢進を示している。以上の点より、回復に必要な軸索流は

2~2.5mm/日と考えられる。

軸索流を2~2.5mm/日として、顔面神経麻痺の例に適用してみる。典型的な完全麻痺例を図5に示す。この図にみられる如く、完全回復日は45日である。

45日から Initial delay と Terminal delay をひくと、最少 $(45-10-7)=28$ 日、最大 $(45-4-5)=38$ 日となる。2~2.5mm/日の流速より換算すると、 $56\sim 95\text{mm}=(28\times 2\sim 38\times 2.5)$ に相当し、これは顔面神経では Fallopian canal 内となる。障害部位としては水平部あたりの可能性が強く、70mm $(28\text{日}\times 2.5\text{mm/日})$ 又は76mm $(38\text{日}\times 2\text{mm/日})$ の部位近くが考えられる。

このように完全回復日から逆算し、2~2.5mm/日の軸索流を仮定すると障害は水平部近くに存在する事となる。

又、図にみられる如く、受診日には中等度の麻痺スコアを示したものが、10日~14日の間は増悪を示し、その後に回復を示す顔面麻痺例が多い。この事実は、Kreuzberg が膝で観察した14日目頃に-40%の体積減少の事実と奇妙にも一致している。10日までの麻痺スコアの悪化は主に Tonus の低下による。これは何を示すのであろうか。当科ではステロイドを当初より治療に使用している為、増悪を示したという考え方も可能である。

しかし軸索流の面から考えると、障害された部位より下の軸索流はつづいており、神経も活動している。実際、中枢よりの補給がなくなり、10~14日で一度軸索流伝達物質が枯渇し、スコアが最悪の値を示した可能性がある。

筋シナプスの伝達物質は Ach であるので、その補給を行っている chA や protein 等の flow がある限りインパルスが多少伝達していると顔面運動は残る事となる。しかし flow が枯渇してくると Tonus はさがり、麻痺スコアは低下する。これらの輸送は50~500mm/日、又、中等度の速度は $(15\sim 30\text{mm/日})$ と広く分布しており、現時点では実際の障害部位を推定する事は不可能に近い。

図5 ベル麻痺 S: スコア
F: 前頭筋積分 EMG
R: 耳小骨筋反射

完全回復日から想定した場合、遅い軸索流で推定された障害部位は次章にのべる湊川の神経への血管供給からすると水平部が弱いとする位置に相当する。

軸索流に関して、諸説が多く又臨床に応用するには、病態の複雑さも加わってくる為、軸索流のみから確定的な事は言いがたい。

4. 顔面神経の特徴

顔面神経は末梢神経の一種であるが、運動成分、知覚成分及び自律神経系の3成分を含んでいる。

顔面神経は脳幹部を出た後に内耳道に入り、骨腔にかこまれる。途中、大錐体神経を出し、涙分泌に関係し、アブミ骨筋枝を出して耳小骨筋反射を制御し、鼓索神経を出して味覚を伝える。その後、乳突孔を出て各顔面筋を支配する。その全長の約40%が骨部分に被われている。この為、通常の末梢神経と異なり、制約を受ける範囲は長い。正中神経麻痺等によくみられる拘束部位は手根管でありこの部位で絞られると、手根管症候群と名づけられ、この部を切開解放すればよい。顔面神経は長い骨腔につつまれている為、限られた内腔を栄養する循環系は容易に障害を受け、又回復もおそいとえられる。管腔内に fiber が閉じ込められている事は、障害が内部より起った場合、膨隆した組織が内部崩

壊していき、構造変化を伴う Neurapraxia, Axonotmesis を起していく可能性を持っている事を示している。

顔面神経は Fallopiian canal の全部をしめているのではなく、canal の内に浮いているような構造となっている。

Sunderland の報告²¹⁾²²⁾ では、内耳道で顔面神経の容積は12~19%、水平部では25~50%、垂直部で30~50%であり、神経の他は connective tissue 栄養血管等の構造物を含んだ粗の結合組織である。

彼の説明によると、この管腔内がある圧でバランスしているはずであるが、ある部分の障害で管腔内に膨化が起ると、循環障害が起り、浮腫をひき起し、これが周囲を圧迫するという悪循環をくりかえす。これが起る可能性は、膝神経節より末梢部で、茎乳突孔に至るまでとしている。

顔面神経は垂直部では Funiculus 構造を持

図6 顔面神経の血管支配及び顔面神経管内における神経の容積
左図は顔面神経の支配血管名を示す。水平部が、膝神経節からの血管と、茎乳突孔よりの血管の狭間に位置している(図中斜線)。右図は、Sunderland により示された神経管内の神経容積の概略を示す。

っているが、水平部では Funiculus 構造を失い、一つの神経となっていく²²⁾。Funiculus を持っている間は緩衝帯を持っている事になるが、Funiculus 構造が消失すると容易に障害が全周に及ぶ。水平部は解剖学的にも障害が全周に及びやすい部位といえる。

顔面神経の内にはいろいろな size の径を持つ神経が存在する。

Van Buskirk²³⁾, Kullman²⁴⁾ がその径につき報告しているが、人では運動線維は $7 \sim 10 \mu$ である。野尻によると、人の耳小骨筋を、 $3 \sim 6 \mu$ とし、犬の場合 $2 \sim 4 \mu$ としている。村上等²⁵⁾ は最近モルモットの耳小骨筋枝の神経管内分布を調べており、 $3 \sim 4 \mu$ としている。その神経管内走行は、管内に入った直後は周辺に存在するが、2つに分かれ次第、内部に潜入していく有様を報告している。いずれの報告も、耳小骨筋は運動枝とは別の細い神経枝に支配されており、ヒストグラムをとると2峰性を示す事となる。

側頭骨内にある神経に栄養を与える血管系は、古くより研究がある²⁶⁾。漆川の詳細な研究²⁰⁾によると、3カ所よりの支配をうけている(図6)。茎状突起より A. stylomastoidea が、大錐体神経部より内頸動脈の分枝が、内耳道側より AICA がある。Venous drainage としては、V. stylomastoidea, Meningial vein 等がある。

この報告によると、水平部が固有の強力な vascular supply をもたず、細い artery や vein が stylomastoid artery と meningeal system より供給されるのみで、障害を受けやすい部位である。Bell's palsy の障害はこの部位の循環障害より起る可能性が高い。これは非常に卓見であり、ischemia 説の有力な根拠となる報告である。

内耳において音響性内耳障害が C⁵ より起るのは既定の事実であるが、この部位は前庭蝸牛動脈蝸牛枝及び固有蝸牛動脈吻合枝の両動脈の狭間の部位にあり、その為障害を受けやすいと

されている²⁷⁾。これは horizontal の部が両側より循環支配され障害されやすいとする漆川の報告と奇妙な一致を示している。

顔面神経麻痺は中等度に発症しそのまま軽快していく場合、Tonus 低下により増悪し完全麻痺に変化していく場合、当初より完全麻痺で発症する場合がある。

これらの諸相は、神経管内の局所の障害程度により引き起されたと考えられる(図7)。

図7 顔面神経麻痺の発症形態

上段の図は、正常な神経断面図であり各種の内圧はバランスしている。何らかの原因で浮腫等が起りバランスがくずれ内圧が高まると中段の図となる。太い神経が圧迫され、間隙に存在する径の細い神経は障害されずに残り不完全麻痺を形づくる。

しかし、さらに内圧が高まってゆくと下端の如く全神経が障害され、神経伝達は、ブロックされ完全麻痺の状態になる。神経の占める内容積が大きく、かつ funiculus 構造をもたない部位、即ち水平部近くが、障害されやすいと Sunderland はしている。

局所の浮腫が太い神経を圧迫しているが、その間隙にある細い神経を圧迫しない程度の浮腫

である場合神経伝達は可能となり障害は中等度となる. この障害は Neurapraxia 又は第1度～2度の障害に相当する. ここにうまく回復起点が加わると, そのまま軽快していく. しかし回復起点がうまくいかず, 神経管内で障害が上下に及んでいくと浮腫は高度となり, 太い神経の間に存在していた細い神経までも圧迫され,

完全な伝達ブロックが起る. この場合完全麻痺となっていき, 障害は Axonotmesis 又は2～3度の損傷に相当する. 完全麻痺は必ずSR消失を伴っている. SRは運動神経(7～10 μ)より細い神経群(3～5 μ)により支配されているので, 細い神経障害を起すまで内圧が高まった結果と考えられる.

5. 回帰直線 $y=B \cdot \log x+A$ について²⁹⁾

顔面神経麻痺が完全回復する場合, 上記の式 $y=B \cdot \log x+A$ にそい, ほぼ直線的に回復する(図8).

図8 回帰直線

スコアの回復を, 回復し始めてから半対数紙に目盛ると図の如くなる. この場合, 直線をひき回帰分析を行い, 図の如く回復速度, 回復開始日, 完全回復日を求める事が可能である.

y : スコアの値, 積分 EMG, SRの値

x : 病日

B : 回復速度

A : 定数

この式は生物の回復や感覚の程度を表わすのに用いられる.

導き方として Δx 日毎に複利計算の如く y が増加するとして,

$$\Delta x = Cx$$

$$x_1 = x_0 + \Delta x_0 = x_0(1+C)$$

$$x_2 = x_1 + \Delta x_1 = x_1(1+C) = x_0(1+C)^2$$

⋮

$$x_y = x_0(1+C)^y$$

$$\frac{x_y}{x_0} = (1+C)^y$$

$$y \log(1+C) = \log \frac{x_y}{x_0}$$

$$y = \frac{1}{\log(1+C)} \times \log \frac{x_y}{x_0}$$

$$\frac{1}{\log(1+C)} = B \quad \frac{x_y}{x_0} = x \quad \text{とすると,}$$

$$\therefore y = B \cdot \log x + A$$

以上の式は, x 日毎に麻痺が回復していき, 回復した部分が上のせされていく事を示している.

神経麻痺の回復は, 回復していく神経線維の数による. 回復の早期は血行循環のよい部分から回復していくが, 回復に取り残された細い神経は, 日時をかけてゆっくりと回復していくと思われる. 一本の顔面神経の支配する筋肉線維枝は, 他筋に比べて少ないと言われている. ゆっくり回復してきた一本の神経線維が回復すると, 新しい表情筋に回復が重なることになり, 上記の式の累乗の形式で表われると思われる.

実際の回帰直線の求め方は下式によった.

$$B = \frac{\sum (\log x_i) y_i - N \cdot \bar{y} \cdot (\log \bar{x})}{\sum (\log x_i)^2 - N (\log \bar{x})^2}$$

$$A = \bar{y} - B (\log \bar{x})$$

最近はいコンや関数電卓の発達により, 容易に回帰分析は可能となった. 通常の関数電卓では, $\log X$ のような変換を行った後に, 数値のうちこみを要するため, BASIC プログラム

による数値計算の方が、容易である。今回はカシオ・FX702P を用いて附録1の BASIC プログラムにより、B, A値を求め、下記のパラメーターを求めた。

実際に各々の回帰直線、相関係数が求めると、 $y=0$ の時に x 病日は、仮想の回復開始日となり、 $y=100\%$ の時が仮定の完全回復日となる。積分 EMG の場合は90%となる日を完全回復日としている。又Bは、回復速度であり、Aは定数となる。

次に、実際の顔面神経麻痺につき、スコア y と x 病日の相関係数等を求めてみた。

完全回復を示した末梢性顔面神経麻痺は68例である。回復開始後、各例で4～5個のポイントが得られる。この点より、各例の相関係数よ

Correlation Coefficient

	mean after stand.	simple mean & S.D.
Score & Days	0.9790 (n=287)	0.9726 ± 0.026 (n=68)
Score & Front EMG	0.9340 (n=183)	0.9302 ± 0.070 (n=51)
Score & Eye EMG	0.9339 (n=182)	0.9249 ± 0.060 (n=52)
Score & Mouth EMG	0.9414 (n=175)	0.9408 ± 0.054 (n=49)

図9 スコアと病日、スコアと各顔面筋積分 EMG の相関係数

図10 末梢性顔面神経麻痺6例のスコアと病日の相関
各例異った経過をたどる為、単純に計算すると相関係数は低くなり、病日とスコア回復の真の関係は求められない。

り平均、標準偏差が求められる。

実際、スコアと病日は $r=0.972\pm0.026$ ($n=68$) であった(図9)。

4～5個の値より y と x の真の相関係数を求める事は統計学上不充分と言え、又、図10の如く、6例でもほぼ無相関に近くなる(図10)。そこで、各例をある日時に治癒したと仮定して、座標変換をする。この変換中、 x と y の相関係数は変わらない(図11)。今回は、100日目に完全治癒したとした。即ち、 $y=50 \log x$ の直線になるよう y を変換し、全例の y と x との関係を求め、それを真の相関係数とした。その一例を図12に示す。

図11 回帰直線の標準化

各例を100日目に回復したとして座標変換する。この変換をしても、相関係数は、元の値に保たれる。

図12 スコアと病日の真の相関係数

図10に用いた6例をすべて標準化して、1つの仮想回帰直線にまとめると真の相関係数 ($r=0.965$) が求められる。

68例287個のポイントにおいて $r=0.979$ であった。この値は、上記の単純平均値よりも良い。

相関係数の2乗値は、統計学上決定係数と呼ばれ、この場合 x の y に対する寄与率を示す。 $(r)^2=(0.979)^2=95.8\%$ であり、 y の変動の95%を x で説明される。残りの5%は、スコア決定時の判定者の主観が大きな要因となる。

以上は $y=B \cdot \log x + A$ のモデル式による値である。

他式、 $y=B \cdot x + A$ によるモデルも可能である。日時の変化に従い、直線的に回復すると

する式である。この式により、68例の相関係数を求めてみた。相関係数は0.93であり、 $y=B \cdot \log x + A$ の場合の値よりも低く、 $y=B \cdot \log x + A$ の式の方がよりよい相関を持っていると考えられる。

以上の如く、回復の分析には $y=B \cdot \log x + A$ によるのが適当と思われる。これはあくまでもこのモデル式によるものであるので、他のモデルによる分析、 $y=L(1-e^{-r(x-a)})$ 等も可能である。どのようなモデルがより妥当であるかは今後の研究に待ちたい。

6. 麻痺スコア及びその再評価について

Mayの提唱した麻痺スコア法⁵⁾は、従来の方法と異なり、麻痺程度を数量として表現するために卓越した方法であった。日本でもすぐに、細見等²⁹⁾、柳原³⁰⁾により変法が提唱された。Mayの方法は、顔面を左右の健側、患側に分け、患側の度合を3段階又は5段階の評点を与える方法である。顔面運動を10のブロックに分け、その麻痺程度を上記の評点で表わし、総計をもって顔面麻痺の程度とするものである。

この方法は心理学的検査としては古くから用いられており、フィッシャーの評点法と名づけられている。評点を与える際、人の判定基準は時間が変わってもほぼ一定である事を前提としている。しかし心理学的判定である故に、人が変わるとその判定基準が変わってくる事、又、人により基準値から偏ったバイアスを持っている事が問題となる。この点については、柳原³⁰⁾等が報告しており、3段階評点法の方が一般性を持つとしている。

今回我々は、果して各項目に与えられている4点が適正な値であるか否か、補正係数を与えねばならないのではないかと考え、以下の実験を試みた。即ち柳原原法によると(表1)、すべての項に一律に4点が与えられている。しかしこれらの内、ある項目は麻痺を正しく表わすであろうし、ある項目はより少しの情報しか与えないであろう。この点を重回帰分析により分

	ほ ほ常	部 分痺	高 度痺	ほ ほ常	部 分痺	高 度痺	
安 静 時 対 称	4	2	0	安 静 時 対 称	4	2	0
鼻 翼 を 動かす				鼻 翼 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			
口 を 動かす				口 を 動かす			

表 1

析し、より望ましい評点係数を計算してみた。

検討した例は25例の完全回復を示した顔面麻痺例である。

重回帰分析によるモデルは、

$$y = B_0 + B_1 x_1 + \dots + B_{10} x_{10}$$

である。原法のままいくと、 $B_0 = 0$ 、 $B_1 = B_2 = \dots = B_{10} = 1$ となる。実際例のスコアより $B_0 \sim B_{10}$ を求めるのが今回の目的である。 y の値として、重回帰直線 $y = B \cdot \log x + A$ で求められた仮想のスコア値を用いた。

25例の顔面麻痺例より平均4個の値が求められ総計100個あった。

例えば、18日目に1～10項目目が3, 3, 3, 3, 3, 4, 3, 3, 3, 3であり、25日の仮想のスコアの値が31.85であったとすると

$$\begin{aligned} 31.85 = & B_0 + B_1 \times 3 + B_2 \times 3 + B_3 \times 3 + \\ & B_4 \times 3 + B_5 \times 3 + B_6 \times 4 + B_7 \times 3 + \\ & B_8 \times 3 + B_9 \times 3 + B_{10} \times 3 \end{aligned}$$

となる. これを 100 個の場合につき続行して, 重回帰分析により $B_0, B_1, \dots, B_{10}$ を求める. 分析はマイコン (FM-8) により行った³¹⁾. 結果は

B_0	1.3334	
B_1	0.7409	安静時非対象
B_2	1.0192	ひたいのしわよせ
B_3	0.9575	軽い閉眼
B_4	1.3760	強い閉眼
B_5	0.6718	片眼つむり
B_6	0.8255	鼻翼を動かす
B_7	1.0611	頬をふくらます
B_8	1.5550	イーと歯をみせる
B_9	0.6634	口笛
B_{10}	0.6437	口をへの字にまげる

であった.

以上のことは強い閉眼と, イーと歯を見せるの項目が与える情報量が多く, 安静時非対象, 片目つぶり, 口笛, 口をへの字にまげるの項目は, 今まで考えられたより少い点数で良い事を意味する. 再配点してみると

40点満点 (図13)	100点満点 (図14)
x_1 の項— 3点	8
x_2 の項— 4点	10
x_3 の項— 4点	10
x_4 の項— 6点	15
x_5 の項— 3点	7
x_6 の項— 4点	8
x_7 の項— 4点	12
x_8 の項— 6点	16
x_9 の項— 3点	7

7. 諸検査について

以下の節では, 当科で行っている検査法を概説してみる. 検査法として, 積分 EMG 法, 耳小骨筋反射検査, 流涙テストをとりあげる. 以下に述べるが積分 EMG 法はスコア法を客観的に裏付けけるものであるという事であり, 耳小骨筋反射にみられる特長は, 障害程度が神経径の太さの障害によるということである.

	ほ正 ほ常	部麻 分痺	高麻 度痺		ほ正 ほ常	部麻 分痺	高麻 度痺
安 静 時 称	3	1.5	0	鼻 翼 を すす	4	2	0
非 対 称				頬 か を すす	4	2	
ひ たい の	4	2		頬 ふくらます			
し わ よ せ				イ ー と	6	3	
軽 い 閉 眼	4	2		歯 を み せる			
				口 笛	3	1.5	
強 い 閉 眼	6	3		口 を への	3	1.5	
片 眼 つ ぶ り	3	1.5		字 に ま げ る			

図13 40点法で再配点した麻痺スコア表

	ほ正 ほ常	部麻 分痺	高麻 度痺		ほ正 ほ常	部麻 分痺	高麻 度痺
安 静 時 称	8	4	0	鼻 翼 を すす	8	4	0
非 対 称				頬 か を すす	12	6	
ひ たい の	10	5		頬 ふくらます			
し わ よ せ				イ ー と	16	8	
軽 い 閉 眼	10	5		歯 を み せる			
				口 笛	7	3.5	
強 い 閉 眼	15	7.5		口 を への	7	3.5	
片 眼 つ ぶ り	7	3.5		字 に ま げ る			

図14 100点法で再配点した麻痺スコア表

x_{10} の項— 3点

7

となる.

B_0 は個々人が持っている 心理的バイアスの 度合のようなもので, 除き難いものと思われる. これらの値は, 筆者が判定者として判定を行った場合の特殊例であるので, 他の判定者がこのような値を与えるか今後の検討を要すると思われる.

通常の臨床では 5 段階法 (4 点均一) で充分と思われるが, より精密な分析を行うには $y = B \cdot \log x + A$ を基準とすると, 上記の如く配点を変化させた方がよいと推察される.

7A 積分 EMG 法について³⁾

積分 EMG は, ほぼその筋の筋力と比例す

るという報告が、1952年、Lippold³²⁾ によりなされた。彼は用手計測で積分を行ったが、現今では AC—DC 変換器で容易に AC—DC 変換が可能となった。

通常の EMG は Spike が重なった複雑な波形で専門家にも判定しにくい事が多い。この Spike を積分していくと、変換波の高さは筋力に比例したものとなる。

積分とはある区間の情報をすべて加えていく事であるので、ここに述べる積分 EMG 法とは適確な名称ではないかも知れない。附録Aに見られる如く、ここに述べる積分 EMG とは通

図15 積分 EMG の1例

上図は麻痺側の EMG (下段) と積分 EMG (上段)、
下図は健常側の EMG (下段) 及び積分 EMG (上段)

図16 積分 EMG を得る為のシステム

ブリアンプで、通常の EMG を記録する。原波形を、AC—DC 変換器に通すと図の如く台形波となる。これを X—Y レコーダーにて書き出す。

常の EMG を AC—DC 変換して得られたものである (図 15, 16)。AC—DC 変換とは、EMG に含まれる AC 成分を DC 成分、即ち台形波に変換する技法である。DC 変換後に得られる波形は、平均値応答である。厳密な意味で平均値応答を得るには、RMS—DC 変換器を使わねばならないが、今回は生体計測を目的とし、又左右比較するのであるから、AC—DC 変換器を用いた方法で十分な精度が得られた。今回の方法は平均値 EMG 法と名付る方が妥当であるかもしれないが、従来通り積分 EMG 法と名づけておく。

通常の EMG を皿電極で、前頭筋、眼輪筋、口輪筋より双極誘導にて左右より得る。この時、「前頭部にしわをよせる」、「眼をしっかりとつぶる」、「口をとがらせる」等の指示を与える、図の如くの台形波となる。

注意せねばならないのは、この時患者に左右同等の力を与えるつもりでするように指示する事で、これを怠ると異常に低い値が出る事が多い。積分 EMG によると正常人でも左右差が見られる為、顔神経麻痺の場合正常側の90%となった時を回復完了とした。

本章の目的は、スコア採点法が客観的に妥当であるか否かを検討する為に、積分 EMG 法を用いて行った事である。

前回の報告⁶⁾ ではスコアと積分 EMG の相関は 0.85 であるとした。この相関係数は医学上では十分な相関といえる。スコアと病日の関係に見られた如く、各例が異った回復を示すのであるから、単純に全部の平均をとり相関係数を求めると各例間の誤差がくりこまれて、相関係数は分散を示してくる。この為、真の相関係数を求めるには、前章でのべた如く積分 EMG の回復をある基準線に変換し、相関係数を求める事が必要となる。今回の場合、 $y = x$ 、即ちスコアが100%回復すると積分 EMG も100%回復とした。

変換前の相関係数は下記の如くであった (図 9)。

スコアと前頭筋 0.9302 $n=51$

スコアと眼輪筋 0.9249 $n=52$

スコアと口輪筋 0.9408 $n=49$

一方、変換後の相関係数を示すと、

スコアと前頭筋 0.9340 $n=183$

スコアと眼輪筋 0.9339 $n=182$

スコアと口輪筋 0.9424 $n=175$

である。

以上の如く、スコアと積分 EMG は非常に良い相関を示し、これはスコアが客観的な方法による裏付けを持っている事を示す。

次に積分 EMG の利点は、この他の患者の訴えをよく表わす事が多い、という事である。

完全回復を示したと思われる患者で積分 EMG を施行すると、積分 EMG の値が多少低い値を示している事が多い。たずねてみると、「何となく力が入らない」という返事が返ってくる。一見回復したように見えても、筋力の回復は不十分なのである(図17)。積分 EMG の回復値は通常10~20日位遅れるのが一般的である。故に、患者には積分 EMG の回復直線から予想される回復日時と、スコアの回復直線から予想される日時の中間値を告げることが多い。

7B アブミ骨筋反射について³³⁾

音響負荷のコンプライアンス変化は耳小骨筋、それもアブミ骨筋反射によるとの考えにより、

耳小骨筋反射、又はアブミ骨筋反射(Stapedial, Reflex, SR)と名付けられている。この反射にアブミ骨が大きく関与している事は間違いないが、他の耳小骨筋も関与している可能性もあり両者の名前が筆者の好みにより使われている。今回は、アブミ骨筋反射 SR とする。

この SR は110dB 近くまで音圧の増加に比例して反射振巾の増大を示す直線性を示す領域がある(図18)。この直線性を示す領域内で左右差を比較すると、顔面神経麻痺の場合、耳小骨筋の麻痺程度を示すこととなる。しかし正常人の約70%は左右差を示さないが、約30%は、左右差を示すので、この事に留意しつつ、結果を比較検討しなければならない³³⁾。

顔面神経麻痺の場合、SR の経過は病態に対応して種々の反応を示す。表にみられる如く、SR が残存しかつ途中で消失しない場合不完全麻痺となり回復は早い(図20)。

しかし一旦、SR が消失すると顔面神経麻痺は完全麻痺となり SR の回復は遅れる。回復がみられるようになると、SR はスコア及び積分 EMG の回復に追いつき、完全回復する(図19)。

これが一般的な傾向である。

回復開始日を SR と積分 EMG の両者につきヒストグラムを表示したものが図21である。図22にはその表示を裏返しにして示している。

図17 積分 EMG の回帰直線

図18 正常人の耳小骨筋反射

上図は、SR の原波形を示す。下図にその振巾を音圧に対して示したものである。音圧 110 dB 近くまでは、ほぼ入出力関係は、直線を保っている。この領域の左右比を求めて麻痺時の SR 値とした。

図19 ベル麻痺のスコア、積分 EMG, SR の回復例

Reflex は遅れて回復し始めるが、回復速度が早い事がわかる。

図20 不完全麻痺例のスコア、積分 EMG, SR の回復例

不完全麻痺の場合、SR は残存し消失する事なく回復してゆく。

図21 スコア、積分 EMG, SR の回復開始日のヒストグラム分布
積分 EMG と, SR は2つの峰を形成する。

図22 積分 EMG と SR の回復開始日の分布

図21中の積分 EMG 及び SR の回復を重ね合わせ、裏返しにするとこの図となる。

図にみられる如く、積分 EMG は顔面運動枝, SR は耳小骨筋枝に相当するので、通常の運動枝と耳小骨筋枝は2つの峰(即ち2つの神経径)をもつと推察される。

この図にみられる如く、SR と積分 EMG は2峰性の分布を示す。これは何を意味するのであろうか。完全麻痺に障害を受けた神経径と関連しているようである(図23)。

人の場合 Buskirk²³⁾ は運動数を $7-10\mu$ とした。野尻³⁴⁾によると耳小骨筋枝は $3-6\mu$ であり、運動枝よりも細い。アブミ骨筋枝と通常の運動枝の直径をヒストグラム表示すると、2峰性の

図23 耳小骨筋枝と顔面運動枝の模式図

分布を示す。この事實は、カニクイザル³⁵⁾やモルモット²⁵⁾でも観察されている。

この2峰性の分布が、SR と積分 EMG のヒストグラムでもみられた事は、次の事を予想させる。

顔面神経麻痺の場合障害が神経管内全部に及ぶと、細い神経径の部分も障害される。SR も消失し、スコアの値も低下する。回復が起る時期になると、障害された順序と逆方向に回復が起り、一旦回復し始めると、細い神経径の回復

は表面積の点から太い神経より有利であると考えられる。

村上²⁵⁾は、モルモットでアブミ骨筋の直径及び走行を調べている。まず筋をはなれたあと顔面神経管内にはいり、顔面神経の表層を1本の funiculus として走行する。それから2本にわかれ、徐々に神経内に消えてゆく。アブミ骨筋枝が表層に funiculus として存在することは、中央の顔面神経の浮腫が消失し始めると、中央に存在する神経群より回復に有利である事をうかがわせる。

この事は、顔面神経麻痺に際して、一度完全麻痺を起した場合、SR の回復開始は遅れるが、回復速度は他の積分 EMG、スコアより速いという事実を説明する。

以上顔面神経は、障害が中等度で太い神経の間隙に存在する細い神経が健在であると不完全麻痺となる。障害が大きくなると細い神経にまでそれが及び SR は消失するが、一旦回復し始めると、回復速度は表層に近い循環環境の良い位置にある程良いといえようか。

7C 糸式流涙テストについて³⁷⁾

涙腺は、顔面神経の一分枝である大錐体神経からも支配を受けている。この為、流涙機能検査が、麻痺の部位診断、障害度診断に用いられている。Shirmer 法は、涙腺機能のうち流涙速度を測定する為に開発された。

しかしこの Shirmer 法には、次の如くの欠点がある。1. 下眼瞼にかける為、麻痺の為に

貯留した涙液をはかる事、2. 口紙を吸水物として使用している為、涙液としては多量を必要とする。3. 5分間もの長時間がかかる事である。これら特に2の為に Shirmer 法の成績は、再現性に欠けている事が多い。これに代るものとして、1975年栗橋等³⁸⁾は糸式流涙テストを発表した(図24)。これは脱脂したフルオレスチン染色糸を外眼瞼の主涙腺下に直接挿入するもので、30秒間の短時間で再現性のあるものであるとした。実際この方法は、上記の欠点を補っており、糸作成の労をいとわなければ、無害で、正確であり、再現性のある方法で、筆者もこの方法を愛用している。糸式流涙テストの利点は、脱脂した糸を利用したところにある。Shirmer 法で用いられている口紙を用いると1mm 長を得るために $0.76\mu l$ の液体が必要であり、糸の場合は $0.054\mu l$ で十分である。 $0.5-2.0\mu/min$ の涙液を検出するには、糸式は有効な方法である。

糸式流涙テストで顔面神経麻痺の経過を観察する図25、26、27、28の如くなる。正常人42名による流涙テストの正常範囲は、 $\pm 40\%$ であるので、140%以上を hyper 型、60%以下を hypo 型、中間にあるものを normal 型とした。

今までの Shirmer 法を利用した報告では、hypo の記述が多く hyper 型の記述は少ないが、糸式の場合は、56%にも達している。それ

	Shirmer法	糸式流涙テスト
材 料	巾5mmの濾紙	綿 糸
挿入部位	下結膜円蓋	上結膜円蓋 (外側)
計測時間	5 分	1 分
検 査	下眼瞼に貯留した涙液も測る為不安定。	涙腺直下に置いたため直接涙腺機能が測定できる。
測定流量	多量。反射性流涙を要す。 ($0.76\mu l/mm$)	微量で可能 ($0.054\mu l/mm$)

図24 Shirmer 法と糸式流涙テストの比較

図25 糸式流涙テスト Normal 型

図26 糸式流涙テスト Hypo 型

図27 糸式流涙テスト Hyper 型

140%以上に上昇した型には2型ある。Hyper I型は兎眼の存在した時期にHyperとなった型であり、角膜刺激による反射性流涙が考えられる。Hyper II型は、スコアが回復し兎眼が消失し始める時期に増加しており、麻痺回復の何らかの機序に関与しているようである。

も麻痺初期にみられるHyper I型と、麻痺回復期にスコアと共に上昇するHyper II型にわけられる。麻痺初期にhyperがみられる例では、兎眼を伴っている為、本来の意味でHyper型となっているか否か不明であるが、Hyper II型は、スコア回復に先行して流涙増加が起っており、兎眼も消失し始めている為、涙腺の機

	ベル	ハント	計
Normal	9	1	10 (29.4%)
Hypo	3	0	3 (8.8%)
Hyper	15	4	19 (55.9%)
Others	1	1	2 (5.9%)
	28	6	34 (100%)

図28 流涙テストにおける各型の分布
Hyper型が55.9%と多く、Hypo型が8.8%と少ないのが特長である。

能亢進が起っている可能性は存在する。

顔面麻痺での流涙増加は、Ga シンチを用いた涙腺機能検査でも確認された⁴⁰⁾。

この流涙増加は何を意味しているのだろうか。

顔面神経麻痺の回復期には、神経支配下にある顎下腺でも流量が増加すると東辻³⁹⁾は報告している。

同じ神経の支配下にある同様の分泌腺が、同じような結果を示している事は、顔面神経回復に際して起った現象を異る器官でながめているとみた方が妥当である。

神経再生を促す因子と、流涙増加をもたらす因子が同じとすれば、やはり顔面神経内に存在する軸索流の考えがあてはまろう。再生を促す1日1~2.5mmの軸索流は、大錐体神経を介して、流涙増加となってあらわれたと考える余地も残されていよう。

附録A

積分 EMG 用回路

この回路は、基本的には全波整流回路である。入力を、理想ダイオード回路で半波整流後、原波形に加え合わせている。この回路は、一般的なAC-DC変換器であるので、厳密な意味の平均値ではない。必要ある場合は専用のRMS-DC変換用IC(AD 536等)を用いる必要がある。しかし今回の目的には、IC₂のC(1μF)を変更する事で適当な波形が得られる。

附錄 D

〈顔面神經麻痺採点表〉

男・女
歳,

氏名

[illegible]

附記

病名

(1980.10.1 八木)

参 考 文 献

- 1) 柳原尚明: 顔面神経検査. 現代の耳鼻咽喉科. p. 198-208, 松学編. 金原出版. 1981.
- 2) Jepsen. O: Topognosis (Topographic diagnosis) of Facial Nerve Lesion. Arch. otolaryg. **81**: 446-456, 1965.
- 3) Citron. D. et al.: Acoustic Reflex and Loudness Discomfort in Acute Facial paralysis. Arch. otolaryg. **104**: 303-306, 1978.
- 4) Adour. K. et al.: The true nature of Bell's palsy Analysis of 1,000 consecutive patients. The laryngoscope **88**: 787-801, 1978.
- 5) May. M: Facial paralysis, peripheral type: a proposed method of reporting. The laryngoscope. **80**: 331-390, 1970.
- 6) 八木伸也, 他: 末梢顔面神経麻痺と積分筋電図. 耳鼻臨床. **73**: 1355-1361, 1980.
- 7) 廣谷速人: 神経縫合術, 整形外科 Mook No 19: 末梢神経損傷. p. 115-126 野村進編. 金原出版 1981.
- 8) Seddon, H. J.: Three types of nerve injury. Brain **66**: 237-288, 1943.
- 9) Sunderland, S: A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. Brain **74**: 491-516, 1951.
- 10) 東田紀彦: 治療方針—手術の適応と手術時期—. 整形外科 Mook No 19. p. 94-105
- 11) 野村 進: 神経の再生, 整形外科 Mook No 19. p. 36-48
- 12) 森 雅文: 末梢神経の変性. 整形外科 Mook No 19 p. 27-35, 1979.
- 13) 山本長三郎: 臨床医家に必要な末梢神経の生理学. 整形外科 Mook No **19**: p. 18-26, 1979.
- 14) 黒川正則: 軸索流概説. 眼科 Mook No **9**. 金原出版 p. 114-124, 1979.
- 15) Grafstein. B., et al.: Intracellular transport in neurons. Physiological Review **60**: 4: 1167-1283, 1980.
- 16) 中山 孝, 他: 軸索内蛋白の合成と輸送. 代謝. vol **18**, No 6: p. 25-32, 1981.
- 17) 小宮義章, 他: 軸索内輸送. 蛋白質核酸酵素. vol. **22**: No 6: p. 545-553, 1977.
- 18) Kreuzberg. G. W: Aspekte der Zellbiologie und Zell patologie des Neurons. ノイロンの細胞生物学. 細胞病理学展望. 狭間章忠他訳. 金原堂. 1975.
- 19) Kreuzberg, G. W: Changes in axonal flow during regeneration of mammalian motor nerves. Acta. neuropath (Berl) Sup: 70-75, 1971.
- 20) Minatogawa. T. et al.: The blood supply of the facial nerve in the human temporal bone. Auris. Nasus. Larynx. (Tokyo). **7**: 7-18, 1980.
- 21) Sunderland, S. et al.: The Structure of the Facial Nerve. Anat. Rec. **116**: 147-162, 1953.
- 22) Sunderland, S.: Some anatomical and pathophysiological data relevant to facial nerve injury and repair. Facial Nerve Surgery ed. by U. Fisch. Kugler Medical Pub. 1977.
- 23) Van. Buskirk. C: The seventh nerve complex. J. Com. Neuro., **82**: 303-333, 1945.
- 24) Kullman. G. L., et al.: Anatomy of the mastoid portion of the facial nerve. Arch. otolaryng. **93**: 20-33, 1971.
- 25) 村上信五, 他: アブミ骨筋神経の空間的配列について. Ear Res Jpn **13**: 263-266, 1982.
- 26) Blunt. M. J.: The blood supply of the facial nerve. J. anatomy. **88**: 520-526, 1943.
- 27) Crow, S. J. et al.: Observations on the pathological high tone deafness. Bull. Jhons. Hopkins. Hos.: **54**: 315 1934.
- 28) 柏木 力: 医学統計解析. 朝倉書店. 1979.
- 29) 細見英男, 他: 末梢性顔面神経麻痺の治療状態の判定について. 耳鼻臨床. **67**: 351-358, 1974.
- 30) 柳原尚明, 他: 顔面神経麻痺程度の判定基準に関する研究. 日耳鼻. **80**: 799-805, 1977.
- 31) 渡 正堯, 他: 多変量解析プログラム集. 工学図書, 1981.
- 32) Lippold, O. C. J.: The relation between Integrated Action Potentials in a Human Muscle and its Isometric Tension. J. Physiol. **117**: 492-499, 1952.
- 33) 八木伸也, 他: 末梢性顔面神経麻痺における耳小骨筋反射. 耳鼻臨床. **75**: 317-372, 1982.
- 34) 野尻 功: 人のアブミ骨筋の神経支配. 解剖学雑誌. **38**: 4-5: 212-231, 1963.

- 35) 下沢淳海: カニクイザル顔面神経の有髓神経線維について. 解剖学雑誌. **43**: 73-88, 1968.
- 36) Bruesh. S. R: The distribution of myelinated afferent fibers in the branches of the cat's facial nerve. J. comp. neuro. **81**: 169-191, 1944.
- 37) 八木伸也, 他: 末梢性顔面神経麻痺の流涙テスト. 耳鼻臨床. **74**: 1817-1825, 1981.
- 38) 栗橋克昭, 他: 顔面神経機能検査における流涙テストの再検討. 耳鼻臨床. **68**: 535-541, 1975.
- 39) 東辻英郎: 顔面神経麻痺の予後診断における顎下腺唾液流量検査の有用性. 耳鼻臨床. **74**: 657-697, 1981.
- 40) 友田幸一, 他: 顔面神経麻痺部位診断への ^{67}Ga のシンチグラムの応用経験. 耳鼻臨床. **74**: 283-288, 1981.
- (別刷請求先: 八木伸也
〒910 福井市月見2丁目4番1号
福井赤十字病院耳鼻咽喉科)