側頭骨内顔面神経の誘発筋電図に関する 実験的検討：神経圧迫直後の興奮伝導性 について

任 重*・八木 拓・徳橋 宏俊

Facial Nerve Excitability after Experimental Compression

Jyu Nin, Taku Yagi and Hirotohi Tokuhashi
(Ehime University)

Animal experiments were designed to test the authors' clinical impression that the facial nerve is frequently hyperexcitable in the very acute stage of intratemporal facial palsy when the damage of the nerve remained neuropraxia. Evoked myograms of the orbicularis oris muscle were recorded before and after clamping of the intratemporal facial nerve of 17 guinea pigs under predetermined constant conditions. In 6 guinea pigs, the evoked responses of the clamped side far exceeded those of the unclamped side. In these animals, electronmicroscopic study revealed that the damage was limited to the myelin sheath.

Key words : evoked electromyography, facial paralysis, facial nerve, experiment on facial palsy

緒 言

著者ら¹⁾はベル麻痺、ハント症候群の発症初期の誘発筋電図においては、患側の振幅が健側のそれよりも有意に大きくなる現象があることを報告し、この患側大振幅を示す症例では神経変性は起らず、麻痺の程度は不完全麻痺に留まり、予後は可良であることを述べた。さらに、この現象は顔面神経が側頭骨内で軽度 to 中度に損傷を受けた場合におこり、その際神経が **hyperexcitable** な状態となるのではないかと推測した。この推測を裏付けるために、本研究ではモルモットの側頭骨内顔面神経を圧迫し、圧迫前後の口輪筋誘発筋電図について検討した。さらに圧迫部位の神経を電子顕微鏡下に観察し、生理学的実験の結果を補足した。

愛媛大学医学部耳鼻咽喉科学教室（主任：柳原尚明教授）

*中国医科大学耳鼻咽喉科教研室

誘発筋電図による検討

1) 実験の方法

図1に本実験のブロックダイアグラムを示した。実験には体重350~900グラムのモルモットを用いた。ネブタール 30~35mg/kgを腹腔内投与して麻酔した後仰臥位にて固定し、0.5%キシロカインによる局所麻酔を追加した。手術顕微鏡下に側頭骨骨胞を開放し、基底回転を除く蝸牛の大部分を削開し、耳小骨、鼓膜、鼓膜張筋を除去して、水平部から茎乳突孔までの骨顔面神経管を直視下におき、ダイヤモンドバーで顔面神経管を水平部から垂直部まで広範に削開露出した。suprastapedial 部位で顔面神経鞘に200 μ 径のタングステン双極刺激電極を当て、定電圧刺激装置(SANEI 3 F 36)を用いて顔面神経を0.1msec持続の矩形波で、supramaximal 刺激の域値で電気刺激した。筋電図記録用電極は200 μ 径の双極タングステン針電極を用い、口輪筋に直接刺入し、最も大きい反応波形の得られる部位に固定した。得られた筋電位は増幅器(SANEI 180)に入力した後、平均加算装置(SANEI 7 S O 6)を通し

てX-Yレコーダに記録した。不関電極は切開創の頸部皮膚においた。

(i) 実験結果の再現性の検討

正常の5匹のモルモットで、時を変えて3回ずつ、口輪筋の誘発筋電図の域値、supramaximal 刺激の域値及び supramaximal 刺激域値での誘発筋電図の peak to peak の振幅値を測定した。

(ii) 神経圧迫実験

17匹のモルモットで、図1の矢印で示した部位、すなわち infrastapedial 部位で露出した顔面神経幹を、マイクロサージャリー用持針器(Inami Rostrel 製)で5秒間圧迫した。この持針器の先端での圧力は1.6kgwであり、先端での圧迫範囲は1.0mmである。圧迫部位の中枢側に単発電気刺激を与え、口輪筋の誘発筋電図を記録し、圧迫前に対する圧迫後の振幅比を百分率で求めた。

2) 実験の成績

誘発筋電図の再現性は良好で、5匹それぞれの動物で時間をおいて3回測定した口輪筋誘発

図1 生理実験のブロックダイアグラム

筋電図の域値及び振幅は一定していた。

表 1 に 17 匹のモルモットの口輪筋誘発筋電図の振幅値と顔面神経圧迫直後の誘発筋電図の振幅値と振幅比の値を表示した。圧迫直後の誘発筋電図の振幅が圧迫前のそれより大きいものが 17 匹中 6 匹 (35%) に認められた。圧迫後に振幅が著明に減少したのは、わずかに 1 匹 (No. 15) であり、他の 10 匹では振幅比は 100~87% の範囲にあり、圧迫前と著明な差はなかった。

振幅比の 100% を越えた 6 匹について、図 2 の代表例に示すように 5~6 時間、経時的に誘発筋電図を記録した。全例、筋電位は低下し、最後には無反応となった。図 2 は No. 10 例で圧迫前後の口輪筋の誘発筋電図であり、圧迫直後の振幅は圧迫前のそれより 25% 大きくなり、圧迫 3 時間後には振幅比が 21% に縮小し、圧迫 5 時間後には反応はほとんど見られなくなった。

表 1 モルモットの口輪筋誘発筋電図の振幅値

No.	圧迫前振幅	圧迫後振幅	振幅比%
1	3.05	3.40	111
2	2.05	2.55	124
3	2.95	2.60	88
4	2.25	1.95	87
5	2.50	2.50	100
6	3.15	2.75	87
7	3.35	3.10	93
8	2.90	2.90	100
9	3.40	2.95	87
10	2.85	3.55	125
11	2.70	2.70	100
12	2.10	2.65	126
13	2.50	2.45	98
14	4.00	3.85	96
15	3.75	1.53	42
16	3.25	3.85	118
17	1.60	2.25	141

単位 m v

電子顕微鏡的検討

1) 実験の方法

前節で圧迫実験に用いたモルモット No. 10 及び正常モルモット 2 匹を 3% グルタルアルデヒドにて生体灌流した後、Infrastapedial 部位における顔面神経を採取した。採取標本を 2% オスミウム酸で後固定、酢酸ウラニルでブロック染色を行った後、アルコールで脱水、包埋の前処置として酸化プロピレンに滲透した後、酸化プロピレン、エポン混合液に滲透させ、エポン樹脂包埋、Infrastapedial 部位の顔面神経幹を中心として起薄の切片を作成し、透過型電

子顕微鏡で観察した。

2) 電子顕微鏡所見

正常の神経では、ミエリン鞘は規則正しく層状に配列し、ミエリン鞘と軸索の間に空隙は見られない (図 3)。しかし圧迫直後の顔面神経では、図 4 に示すようにミエリン鞘層板間が円形に開離し、この円形部分が軸索周囲に比較的等間隔に分布している。ミエリン鞘外囲のシュワン細胞の細胞質内には、多数の空胞が出現するが軸索はほぼ正常に保存されている。

考

藤田²⁾³⁾ は、モルモットを用い、著者らが使用した同一のマイクロサージャリー用持針器を使用して側頭骨外で顔面神経麻痺モデルを作製し、その際の誘発筋電図所見について、検討した。すなわち、1 秒圧迫程度では圧迫から 48 時

按

間経過しても、瞬目反射、眼輪筋の誘発筋電図共に麻痺を証明せず (type A)、30 秒圧迫例では、圧迫直後から筋電図はサイレントとなり、48 時間経過しても同様であった (type B)。5 秒から 15 秒圧迫の 30 例では以下の 3 つの型の反

図2 モルモットNo.10の誘発筋電図

応を観察している。1つは圧迫直後より筋反応波形の振幅に変化なく、その状態が5~6時間つづいたのちに筋反応が消失する型 (type C) (30例中13例)、次に圧迫直後より反応波形の

振幅が増大し、hyperexcitable の状態となり、その状態が5~6時間つづいた後に筋反応が消失する型 (type D) (30例中7例)、後1つは圧迫後一旦、筋反応は消失するも、1時間程度

図3 正常モルモット infrastapedial 部位の顔面神経の電顕所見。
ミエリン鞘は規則正しく層状に配列して、ミエリン鞘と軸索の間に空隙が見られない。
($\times 1.8$ 万)

図4 ミエリン鞘層板間が開離した円形の部分が軸索周囲に比較的等間隔に分布している。ミエリン鞘外囲のシュワン細胞の細胞質内に多数の空胞が見られる。

で回復し5～6時間後に再び筋反応が消失していく型である (type E) (30例中7例)。

以上の分類に従えば、5秒間の側頭骨内での圧迫では type D に相当するものは、17匹中6匹に見られたことになる。藤田が側頭骨外圧迫で見た hyperexcitability は側頭骨内圧迫でも認められ、我々が臨床所見より推定したベル麻痺、ハント症候群の極く初期における hyperexcitability を本実験は裏付けるものといえる。

電子顕微鏡的に見ると、圧迫による変化はミエリン鞘の変化を主としており、損傷の程度は軽度である。ベル麻痺、ハント症候群の病変⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾と持針器による圧迫を同一視すると

とはできないが、hyperexcitability を呈する神経の損傷の程度は主として、ミエリン鞘の損傷に留まることを示すものといえ、この点でも本論文の冒頭に述べた臨床的研究の結果を支持するものである。

Fowler ら⁹⁾、Radge ら¹⁰⁾はミエリン鞘の機械的圧迫によってミエリン鞘の電気抵抗が増大すると述べているが本研究の電顕像におけるミエリン鞘の所見は、むしろミエリン鞘の電気絶縁性の低下をもたらすと解釈するのが妥当であり、これが神経の hyperexcitability に関与する一要素と説明される。

結 語

モルモットを用いて側頭骨内顔面神経を圧迫し、直後の神経興奮伝導性を誘発筋電図により検討した。圧迫が軽度であればむしろ誘発筋電図の振幅が増大する現象、すなわち神経が hyperexcitable になりうることを認めた。この結果はしばしば観察される患側の誘発筋電図の振幅増大現象の生成機序を説明しうる1つの証査といえる。

参 考 文 献

- 1) 任 重, 他: 側頭骨内顔面神経麻痺の誘発筋電図における患側大振幅について. 耳鼻臨床 (投稿中).
- 2) 藤田 寛, 他: 顔面神経の圧迫と受傷性. Facial N Res Jpn 1: 1~4, 1981.
- 3) 藤田 寛: 側頭骨外顔面神経圧迫による顔面神経まひの実験的検討. 日耳鼻 (投稿中).
- 4) Blatt IM and Freman JA: Bell's palsy, I,

- pathogenetic mechanism of idiopathic peripheral facial paralysis. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 70: 381~397, 1966.
- 5) May M and Schlaepfer WW: Bell's palsy and the chorda tympani nerve; A clinical and electron microscopic study. *Laryngoscope* 85: 1957~1975, 1975.
- 6) Karatay S, Katircioğlu S and Erben T: Ultrastructural investigations on the degenerative and regenerative processes in chorda tympani; in Bell's paralysis. *Acta Otolaryngol* 81: 304~314, 1976.
- 7) 黒川道徳: ヒト顔面神経の電顕的観察. 耳鼻臨床 74: 1983~1998, 1981.
- 8) 原田康夫: 顔面神経障害. 基礎と臨床 22~35頁, 現代医療社, 東京都, 第1版 1984.
- 9) Fowler TJ, Danta G and Gilliat RW: Recovery of nerve conduction after a pneumatic tourniquet. *J Neurolog Neurosurg and Psychiatry* 35: 638~647, 1972.
- 10) Rudge P, Ochoa J and Gilliat RW: Acute peripheral nerve compression in the baboon. *J Neurological Science* 23: 403~420, 1974.

（原稿到着：昭和60年3月13日
別刷請求先：任 重
〒791-02愛媛県温泉郡重信町大字志津川
愛媛大学医学部耳鼻咽喉科学教室）