逆行性顔面神経誘発電位の臨床応用

— 正常例における検討 —

中谷 宏章・竹田 泰三・齋藤 春雄
浜田 昌史・岩井 満

Clinical Application of Antidromic Facial Nerve Response

— Studies in Normal Subjects —

Hiroaki Nakatani, Taizo Takeda, Haruo Saito,
Masashi Hamada and Mitsuru Iwai
(Kochi Medical School)

We recorded antidromic facial nerve responses (AFNRs) in 64 normal ears of 51 subjects who had unilateral and bilateral normal function of the facial nerves to develop criteria for clinical application. The facial nerve was stimulated with a catheter electrode inserted into the parotid duct, and AFNR was recorded with a needle electrode placed mainly at the tympanic annulus immediately posterior to the short process. Stimulus thresholds, latencies and amplitudes were determined. AFNRs were recorded successfully in 58 ears (90.6%). The reasons for unsuccessful recording were failure of insertion of the catheter electrode (3 cases), mistakes of recording (2) and pain (1). The mean stimulus threshold, latency and amplitude was 1.3 mA, 2.15 ms and 15.5 μ V, respectively. Amplitudes of AFNRs varied in each subject. Each parameter was also different on the right and left sides, but differences between serial tests on one side were comparatively small. The authors conclude that AFNR is a very useful method for monitoring facial nerve damage in the temporal bone and that chronological changes of the response on the paralyzed side are the most reliable in the evaluation of facial nerve function.

Key words : antidromic facial nerve response, facial nerve, parotid duct

はじめに

逆行性顔面神経誘発電位は、1974年 Bumm ら¹⁾により側頭骨内の顔面神経障害の程度を早期に診断できる方法として提唱された検査法である。しかしヒトにおいては経皮刺激が用いられてきたために、過大な電気抵抗により刺激出力が大きくなり、微小な神経活動電位は初期刺激雑音や筋電図に干渉され明確な記録が困難であった。従って、臨床例では正常反応がいかなるものか、どのような特徴をもつのかも分かっていない。我々は電気抵抗を減じるために、耳下腺管から顔面神経を刺激する経耳

下腺管逆行性顔面神経誘発電位法を創案し、検出率を飛躍的に高めることに成功した²⁾³⁾。そこで今回、本検査の臨床応用の基準とすべく、正常者において検出率、刺激閾値、潜時、振幅を求め、個々のばらつき、左右差、検査間の差について検討した。

対象と方法

対象には当科スタッフ10名、検査に理解を得た顔面神経障害例32例の健側、および麻痺のない内耳疾患患者10例の一侧あるいは両側の計52例64側を用いた。対象の年

年齢は13歳から75歳, 平均47.8歳であった。図1に検査法のブロックダイアグラムを示す。刺激には経耳下腺管刺激法を用い, 原則として耳下腺管開口部より5 cm の部位で閾値上1 mA の刺激による反応を記録した。耳下腺管に挿入する刺激電極は, 脊髓刺激用双極カテーテル電極, 外径0.6 mm (OK91-037, ユニークメディカル社製)を使用した。記録には単極針電極 (ユニークメディカル, OH90-039)を用い, 2チャンネルで鼓膜後上縁部あるいは鼓室内と外耳道入口部に設置し, 深部と外耳道入口部との差導をとることにより神経の活動電位のみを検出した。なお, 針電極設置のため外耳道麻酔として4%キシロカインと20万倍アドレナリン2:1混合液によるイオントフォレーシス麻酔を行った。基準電極および接地電極は, 皿電極をそれぞれ前額部および乳様突起上に置いた。記録は日本光電社製MEB-7102を用い, 持続時間0.1 msecの矩形波を極性を変えそれぞれ100回, 10 Hzの頻度で加算した。フィルター設定は50~3000 Hzとした。

図2は正常例で得られる逆行性顔面神経誘発電位波形である。正常波形は既報²⁾³⁾で示したように陽陰陽の3相性波形を示す。潜時は陰性波のピーク潜時とした。神経活動電位の大きさは, 基線の偏位による影響を考慮し最初の陽性波とそれに続く陰性波間の振幅差を計測した。左右差は, 刺激電極の挿入長を左右一定, 記録部位を鼓膜後上縁部として比較した。刺激出力は, 左右それぞれの刺激閾値上1 mAの電流を用いた。検査間の差は, 各症例において検査日を変えて行った2回の記録を比較した。この際, 測定条件を一定とするために, 刺激電極は挿入長を一定とし, 2回目の記録電極は初回検査の刺入痕を目安に設置した。左右および検査間の比較において, 刺激閾値と潜時は差の絶対値を求めた。振幅の比較は,

図2 正常波形と潜時・振幅の測定方法

顔面神経麻痺例では健側あるいは早期の検査結果(通常, それらが大きい値をとると考えられる)に対する比較となるので, $(\text{大振幅値} - \text{小振幅値}) / \text{大振幅値} \times 100(\%)$ を計測した。

結 果

1. 検出率

健常例64例における逆行性顔面神経誘発電位の検出率および検出不能な要因を表1に示す。64例中58例(90.6%)で反応が検出された。検出不能6例の要因は, 耳下腺管挿入困難3例(4.7%), 操作上のミス2例(3.1%), 電気刺激による疼痛に耐えられず十分な刺激を行うことができなかった症例の1例(1.6%)であった。明らかな原因なく判定不能であったものは皆無であった。刺激電極の挿入が困難であった3例のうち1例は開口部が贅状となっていて挿入できず, 残り2例は開口部は通過したものの約2 cm 前後でそれ以上入らなかった。

図1 検査法のブロックダイアグラム

表1 正常例における検出率と
検出不能な原因

検出	例数 (%)
可能	58 (90.6)
不能	
電極挿入困難	3 (4.7)
操作ミス	2 (3.1)
疼痛	1 (1.6)
計	64 (100)

2. 刺激閾値, 神経活動電位の潜時, 振幅

38側の刺激閾値, 神経活動電位の潜時および電位の大さを表2に示す. 記録条件を個々の間でなるべく統一するために, 刺激電極の挿入長は5 cm, 鼓膜後上縁部記録例を用いた. 刺激閾値は最小0.6 mA, 最大2.4 mA, 平均1.3 mA (標準偏差0.5 mA)で, 通常顔面神経刺激に用いられている経皮刺激閾値(神経興奮性検査)よりもかなり小さく, 個々のばらつきも少なかった. 潜時は最小1.66 msec, 最大2.52 msec, 平均2.15 msec, 標準偏差0.23 msecで, これも比較的ばらつきが小さかった. しかしながら, 振幅は個々の症例でかなりの違いがみられた.

表2 正常例における刺激閾値, 潜時, 振幅 n=38
刺激電極5 cm 挿入, 鼓膜後上縁部記録, 閾値上1 mA 刺激

パラメータ	最小	最大	平均	標準偏差
閾値 (mA)	0.6	2.4	1.3	0.5
潜時 (msec)	1.66	2.52	2.15	0.23
振幅 (μ V)	0.94	35.6	15.5	9.9

n=38

3. 左右差

当科スタッフ10名における左右差を表3に示す. 刺激閾値差は平均0.8 mA, 標準偏差0.6 mA, 潜時差は平均0.10 msec, 標準偏差0.05 msec, 電位比は平均45%, 標準偏差18%といずれのパラメータも左右で大きな違いがみられた.

4. 検査間の差

当科スタッフの10名に行った検査間差の結果を表4に示す. 刺激閾値の差は平均0.2 mA, 標準偏差0.2 mA,

表3 刺激閾値, 潜時, 振幅の左右差

症例	左 右 差		
	閾値 (mA)	潜時 (msec)	振幅比 (%)
1	0.2	0.06	56
2	1.8	0.12	73
3	0.6	0.10	41
4	0.4	0.16	43
5	0.2	0.10	5
6	0.8	0.18	32
7	2.0	0.06	48
8	1.0	0.06	64
9	0.4	0.15	46
10	0.2	0.04	42
平均	0.8	0.10	45
標準偏差	0.6	0.05	18

表4 刺激閾値, 潜時, 振幅の検査間の差

症例	検 査 間 の 差		
	閾値 (mA)	潜時 (msec)	振幅比 (%)
1	0.4	0.04	11
2	0.6	0.04	4
3	0	0.02	22
4	0	0.06	22
5	0	0.04	15
6	0	0.01	15
7	0	0	14
8	0.4	0	3
9	0.4	0.03	17
10	0.6	0	10
平均	0.2	0.02	13
標準偏差	0.2	0.02	6

潜時の差は平均0.02 msec, 標準偏差0.02 msecであった. 神経活動電位の変化は平均13%, 標準偏差6%で, いずれのパラメータも左右差に比し違いの少ないことが分かった.

考 按

逆行性顔面神経誘発電位検査は顔面神経を末梢で刺激して逆行性に伝わる神経電位を外耳道内で記録する方法である. 臨床的には, 側頭骨外で顔面神経を刺激し, 逆行性に伝わる神経活動電位を通常外耳道内の記録電極より導出する. しかしながら, 非常に微小な反応であり明瞭な反応を検出することが難しい. 臨床的な応用を試みた報告も我々以外では, わずかに3施設^{4)~11)}からの報告のみである. これらの報告の中から人における逆行性顔面神経誘発電位の正常反応の記載を抜粋すると, まず1975年 Bumm⁴⁾は, 耳下腺手術中に露出した神経から

刺激を行い中耳内より記録を行った。潜時は3~4 msecであった。1977年 Wigand ら⁵⁾は外来検査を可能とするために経皮的刺激を行い、外耳道に挿入した特製の双極電極から神経の活動電位を記録することを試みた。神経の直接刺激時と波形に変化がみられたものの、潜時や神経電位の初期相は同じであった。1984年 Müller-Deile ら⁶⁾は、約400例の記録を行ったと報告している。典型波形として彼らの示した反応は3相性波形を示すが、波形には注目していない。なお彼らの方法では神経電位の検査間の差が大きく、麻痺例の検出率は低かった。1985年 Zeale ら⁷⁾は、顔面神経頰骨枝を双極電極にて経皮刺激し、鼓膜面に置いた生理食塩水を浸したスポンジ電極にて記録を試みた。正常例における記録は著者自らが被検者となった1例報告のみであるが、動物実験と同様末梢枝刺激により短潜時の鋭い波と長い潜時を持つ緩やかな波が得られた。刺激位置を変えた実験により短潜時波が逆行性顔面神経誘発電位であるとした。また、記録部位を変えた実験および屍体における顔面神経の走行から鼓膜面での反応は膝神経節より約2 mm末梢の反応を示していると考えた。本邦においては、我々の報告以外は木谷ら⁹⁾の報告のみである。木谷らは銀ボール電極を外耳道後上壁鼓膜付近に置き、経皮的に末梢分枝を刺激し反応を求めた。左右の刺激部位を揃えやすく、しかも明瞭な反応が得られることから下顎縁枝刺激が良いとした。以上、過去の正常波形に関する報告は記録方法が主体であり、それぞれの方法によって逆行性顔面神経誘発電位が検出できたことを示したのみで、正常、異常の定義すら検討されていない。そこで我々は、我々の用いている検査方法により、正常例における検出率、潜時、電位の大きさ、左右差、検査間の差および操作の侵襲性について検討した。

1. 検出率

これまで正常例の検出率に関する報告はない。過去の記録はすべて経皮刺激を用い外耳道内の表面電極で行われているが、既報³⁾で示したように経皮刺激や表面電極による記録では明瞭な波形を得ることが難しい。過去の報告がほとんど数例に満たないのも検出率が低かったためと考えられる。これに対して、我々の検査方法ではほとんどの症例(90.6%)で反応が検出できる。検出不能な要因は、刺激電極の挿入不能、操作ミスおよび疼痛であった。このうち、疼痛のため検査が行えなかった症例は電気刺激ともなう痛みに耐えられなかった症例であっ

たが、神経興奮性検査も行えない程神経質な患者であった。経耳下腺管刺激では、皮膚の痛覚神経領域を電流が通過しないので、通常の症例では検査に必要な数mA程度の刺激には充分耐えられる。また、操作上のミスも検査の習熟により最近では起こっていない。故に、本法による反応の検出不能な対象は耳下腺管に刺激電極が十分に挿入できない症例に限られる。今後症例数が増えることにより検出率はさらに高まると考えられ、臨床的に充分に利用できる検査法といえる。刺激電極の通過しにくい部位は、開口部と開口部より約2 cm内部にある。開口部に電極挿入が難しい症例は、開口部が極端に狭いか開口部周囲が贅状となっていた。しかしこのような症例も開口部をプジーで拡大すると、ほとんどの例で深部への挿入は容易となった。開口部より約2 cm付近で耳下腺管は咬筋表面に達しこの部位ではほぼ直角に屈曲する。このため、この部位で挿入が困難な症例もあるが、2側を除き頬粘膜の進展や電極を回転させるなどの操作でさらに深部へ挿入できた。

2. 刺激閾値、潜時、振幅

耳下腺管刺激による顔面神経の刺激閾値は、通常の経皮的刺激に比べかなり小さい。これは耳下腺管刺激法の最大の利点であり、刺激にともなう雑音の影響を最小限に抑え、逆行性顔面神経誘発電位の検出を可能とした²⁾³⁾。潜時の平均は2.15 msecで個々のばらつきも比較的小さかったが、検査例における最大、最小例の潜時差は0.86 msecもあった。この差は神経の伝導速度差というよりも、刺激電極、顔面神経、記録電極間の伝導速度による影響が大きいと思われる。しかしながら、正常例においてもその潜時の差が最小の潜時を持つ症例の潜時の約50%も長い症例が存在するため、潜時の絶対値だけで伝導障害を判定することは困難と考えられる。神経活動電位の振幅のばらつきはより大きいので、電位の絶対値から神経障害を推定することはさらに困難と考えられた。

3. 左右差、検査間の差

神経興奮性検査、Electroneuronography等、代表的な顔面神経機能検査では患側の反応を健側と比較することによって異常の有無を判定する。逆行性顔面神経誘発電位においても左右の検査値の差が十分に小さければ、このような比較が可能となるはずである。また顔面神経麻痺のように経過とともに障害度が変化する疾患では、検査間の差が小さい検査であれば経時的な検査値の変化

から神経障害の進行を診断できる。以上の理由から、各パラメーターの左右差および検査間の差を調べた。結果はいずれのパラメーターにもかなりの左右差がみられた。この一因として、種々の干渉雑音の影響をなるべく抑え、しかも比較的大きな神経電位を得るために閾値上1 mAの刺激を用いたことがあげられる。左右の刺激の大きさが異なるため、全く同一条件で左右の顔面神経を刺激していることにならないからである。刺激を左右同一条件とするためには最大収縮上刺激が望まれるが、このような条件下では刺激雑音、表情筋の電位、さらには咬筋筋電図などの影響で、微細な神経活動電位は我々の方法をもってしても記録できなくなる。単純に左右の刺激出力を同じにすることも一法であるが、左右の刺激閾値が同じでなく、かつ小電流であるため、同一の刺激条件にならない。即ち、逆行性顔面神経誘発電位は左右差を判定基準とする検査ではないといえる。

一方、我々の方法は刺激電極、記録電極の位置をほぼ一定に保つことができるため、手技的に検査間の差が小さい。得られた結果も検査間では差が小さく、特に刺激閾値、潜時は非常に安定したパラメーターと考えられた。ただし、神経電位の振幅は症例により20%強の変化がみられるため、30%前後の正常域を考慮する必要があると思われる。

以上より、逆行性顔面神経誘発電位は左右の検査結果の比較ではなく、患側の検査結果を経時的に調べることでより異常の有無を判定すべき検査法であると考えた。

ま と め

我々の行っている経耳下腺管刺激逆行性顔面神経誘発電位検査は大部分の症例で施行可能であり、しかも反応の検出率は極めて高い。手技的に検査間の相違が少なく、刺激閾値および反応潜時の検査間の差はほとんどみられなかった。神経電位の振幅は、検査間で最大20%強の差がみられた。また、刺激閾値、潜時、振幅のいずれも左右の差は比較的大きかった。故に、本検査は左右差から神経の障害程度を判定するよりも、麻痺側のみの反応変化を経時的に検査して判断すべきものと考えた。

本論文の要旨の一部は第19回日本耳鼻咽喉科四国四県地方部会連合会および第55回耳鼻咽喉科臨床学会にて発表した。なお

本研究の一部は、文部省科学研究費 No. 1480407, および No. 05671432 により行われた。

参考文献

- 1) Bumm P, Finkenzeller P and Kallert S : Ableitung von intratemporalen aktionspotentialen des N; facialis im äußeren Gehörgang. Arch Otorhinolaryngol 207 : 484~486, 1974.
- 2) 中谷宏章, 竹田泰三, 齋藤春雄, 他 : 逆行性顔面神経誘発電位の臨床応用 一経耳下腺管刺激法一. Otol Jpn 2 : 699~703, 1992.
- 3) 中谷宏章, 竹田泰三, 齋藤春雄 : 逆行性顔面神経誘発電位の臨床応用 一記録法の検討一. 耳鼻臨床 86 : 1697~1705, 1993.
- 4) Bumm P : Registrierung antidromer aktionspotentiale am facialisnerven des menschen. Arch Otorhinolaryngol 210 : 262~263, 1975.
- 5) Wigand ME, Bumm P and Berg M : Recording of antidromic nerve action potential in the facial nerve. Facial Nerve Surgery (ed by Fish U). pp 101~106, Kugler Med Publications, Amstelveen, 1977.
- 6) Müller-Deile J, Benz B and Bumm P : Experiences with the recording of antidromically conducted action potentials of the nervus facialis. Facial Nerve (ed by Portmann M). pp 183~187, Masson Publishing, New York, 1984.
- 7) Zeale DL and Kurago Z : Facial nerve recording from the eardrum ; a possible method for evaluating idiopathic facial nerve paralysis. Otolaryngol Head Neck Surg 93 : 474~481, 1985.
- 8) Herzon GD and Zeale DL : Facial nerve antidromic recordings in patients with Bell's palsy. Otolaryngol Head Neck Surg 99 : 584~589, 1988.
- 9) 木谷伸治, 柳原尚明 : 顔面神経における逆行性神経誘発電位の記録. Facial N Res Jpn 6 : 177~180, 1986.
- 10) Kitani S and Yanagihara N : Experiments on antidromic evoked potentials of the facial nerve. Acta Otolaryngol Suppl (Stockh) 446 : 119~125, 1988.
- 11) 木谷伸治 : 逆行性顔面神経誘発電位の臨床応用に関する研究. 日耳鼻 97 : 645~653, 1994.

原稿受付 : 平成7年1月23日
原稿採択 : 平成7年3月9日
別刷請求先 : 中谷宏章
〒783 南国市岡豊町小蓮
高知医科大学耳鼻咽喉科学教室