三叉神経領域の体性感覚誘発反応の臨床的研究

柳澤 繁孝・清水 正嗣・明石喜久雄*・遠藤 秀樹*

照屋 昇*

The clinical study of somatosensory evoked potentials (SEP) caused by trigeminal nerve stimulation

Shigetaka YANAGISAWA・Masatsugu SHIMIZU・Kikuo AKASI*

Hideki ENDO*・Noboru TERUYA*

Abstract: For the purpose of the clinical application of somatosensory evoked potential (SEP) as an objective examination, we studied the triggered mechanical stimulation on the trigeminal nerve region. The experiments were carried out with sixteen healthy adults (8 males and 8 females) from eighteen to twenty-four years old and seven patients who suffered from mandibular bone diseases. We applied tactile stimulation to the lower lip with a plastic bar. The trial was repeated forty times to get the summated evoked potential.

In the healthy group, SEP was characterized by ten peaks. Those were named P_1 (positive peak), N_1 (negative peak), through N_5 . The latencies of those peaks were approximately 18 msec (P_1), 56 msec (N_1), 80 msec (P_2), 112 msec (N_2), 135 msec (P_3), 177 msec (N_3), 142 msec (P_4), 285 msec (N_4), 334 msec (P_5) and 399 msec (N_5). The latency of P_1 developed a tendency to be shortened by the magnitude of the stimulation. The amplitude of P_1-N_1 was $5.7 \mu V$ with 1/8 g stimulation and $10.8 \mu V$ with 1/2 g stimulation.

In the disease group, we recorded the SEP before and one month after the operation. At the preoperative SEP, however sensory disturbances were not recognized, we noticed the abnormal findings which were an irregular wave and the delay of latency on the affected side. But there was no abnormality on the non-affected side. We acquired the results: the intraosseous lesions (ameloblastomas and mandibular cysts) that existed near the inferior alveolar nerve made the SEP's wave irregular and especially prolonged the latency of the P_1 . These findings were also recognized in the hypoesthesia cases; the inferior alveolar nerve was affected by the operation and trauma. These findings increased with the up grading of the degree of hypoesthesia. In the case of sensory paralysis, we could not record an SEP wave.

Finally, we concluded that the SEP was a useful method to examine nerve disturbance in the trigeminal nerve region.

Key Words: somatosensory evoked potential (SEP), trigeminal nerve, mandibular lesion

大分医科大学歯科口腔外科

(主任：清水正嗣教授)

* 東京医科歯科大学歯学部第1口腔外科学講座

(主任：塩田重利教授)

Department of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Medical College of Oita (Chief: Prof.

Masatsugu Shimizu)

* The first Department of Oral Surgery, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University (Chief: Prof. Shigetoshi Shioda)

受付日：昭和60年11月27日

I. 緒 言

口腔外科の日常臨床において、外傷、炎症などの疾患に合併した感覚障害および腫瘍、嚢胞などの手術に継発した感覚障害症例を経験することはまれではない。感覚神経の障害では、奇形、腫瘍性病変、嚢胞、炎症、運動神経-筋などの疾患群とは異なり、病状の他覚的所見を得るのに困難がある。そのため、病状の把握は患者の応答に依存せざるを得ない。また、その表現は患者の性格やインテリジェンスなどにも左右されることがあり、正確な病状の把握と治療効果の判定に困難をきたすことも少なくない。

近年では、感覚の他覚的検査法として、誘発反応の平均加算法が視覚・聴覚・体性感覚については広く研究・臨床応用されている。体性感覚の誘発反応 (Somatosensory Evoked Potential 以下 SEP と記す) では主に正中神経、尺骨神経あるいは座骨神経の電気刺激によって反応を誘発し、記録している。三叉神経領域での報告は Spreng and Ichioka¹⁾, Chatrian ら²⁾, 藤本ら³⁾, および佐野⁴⁾ が歯髓の電気刺激による SEP をまた、機械的刺激による反応の報告では著者⁵⁾, 花森ら⁶⁾ が舌表面で、岡ら⁷⁾ が顔面皮膚の刺激によるものなどが散見される程度である。

反応の誘発方法として、電気刺激あるいは機械的刺激のいずれかが用いられる。電気刺激は末梢神経を直接的に興奮させるため time lag がきわめて少ない、しかしその半面刺激が必ずしも生理的なものとは言い難い。そこでわれわれは自然な刺激 (触刺激) による三叉神経領域の SEP を記録・分析し、感覚障害の他覚的検査法として、その有用性について研究した。

II. 実験方法

対象は18~24歳までの健康男子8名、健康女子8名の正常群16名 (32検索部位) と手術あるいは外傷による感覚神経障害群7名 (14検索部位) である。

被験者および装置を図1のブロックダイアグラムのごとく配置・接続した。被験者はシールドルーム内で仰臥・安静・閉眼の状態においた。反応の導出には脳波用血電極 (Ag-AgCl) を使用し、大脳皮質の顔面部 (三叉神経) 感覚領に近い側頭部 (国際基準法 T₃ および T₄) に探査電極を置き、基準電極を耳葉におく単極導出法とした。反応は日本光電社製ポリグラフ RM-85 で増幅し、同社製加算解析装置 ATAC-250 により40回加算のものを記録した。解析時間は500 msec、時定数は0.1秒とした。

刺激開始と同時に加算解析装置が作動するようにフォトトランジスターを利用したトリガー回路を設置した。

図1 実験装置ブロックダイアグラム

図2 ヒトの三叉神経誘発反応 (SEP) の模型図

刺激には直径2 mm、重さ1/8 g、1/2 g および2 g の樹脂棒を下唇部皮膚面より20 mm 上方から落下させ、あたえた。

実験中は脳波を持続的に観察し、脳波上で覚醒状態にあり、眼球運動などのアーチファクトの混入しない時に刺激を与えた。また、「慣れ」の影響をうけないように、刺激間隔は10~20秒の任意の時間とした。

SEP と背景脳波を区別するために、無刺激時の脳波も同一条件で加算し、これら両者を比較し、検討に供した。

SEP は、神経交叉があることから、刺激の反対側の頭皮上から導出したものを主な分析の対象とした。潜伏時間 (潜時) は加算解析装置の作動時から波形の各頂点までの時間を4 msec の間隔で測定し、求めた。なおトリガーの作動時から皮膚刺激にいたるまでの time lag の補正は行っていない。振幅 (電位差) は頂点間の高さ (peak to peak) によって測定し、理論上の加算効果、すなわち n 回加算によって振幅は $\sqrt{n}$ 倍⁸⁾ となる、に基づいて算出した。

表 1 SEP 各頂点の出現頻度 (%)

刺激量	数	P ₁	N ₁	P ₂	N ₂	P ₃	N ₃	P ₄	N ₄	P ₅	N ₅
1/8 g	16	81.3	87.5	93.2	75	87.2	100	93.8	81.3	87.5	87.5
1/2 g	26	84.6	80.8	96.2	88.5	96.2	96.2	100	92.3	96.2	84.6

表 2 SEP 各頂点の潜時

刺激量	数	P ₁	N ₁	P ₂	N ₂	P ₃	N ₃	P ₄	N ₄	P ₅	N ₅
1/8 g	16	24.7 ±7.8	56.7 ±13.7	83.8 ±16.6	119 ±15.8	136 ±13.4	177.4 ±25.6	233.8 ±19.7	283.1 ±10.7	321.4 ±16.9	379.9 ±26.6
1/2 g	26	18.0 ±8.4	56.2 ±7.4	80.0 ±14.0	112.2 ±16.5	135.2 ±20.9	177.4 ±21.0	242.6 ±21.6	285.3 ±23.2	333.6 ±19.8	398.9 ±32.1
2 g	8	17.2 ±4.8	49.6 ±11.6	65.2 ±3.6	107.2 ±25.2	128.8 ±18.4	171.2 ±15.6	230 ±14.8	257.2 ±10.8	316 ±25.6	368 ±24

(単位 msec)

表 3 SEP 頂点間の振幅 (電位差)

刺激量	P ₁ -N ₁	N ₁ -P ₂	P ₂ -N ₂	N ₂ -P ₃	P ₃ -N ₃	N ₃ -P ₄	P ₄ -N ₄	N ₄ -P ₅	P ₅ -N ₅
1/8 g	5.7±1.3	10.7±3.9	9.9±6.3	8.7±3.4	15±5.6	21±3.8	5.1±1.5	13.2±3.4	17.3±6.5
1/2 g	10.8±3.7	6.8±3.1	10±5.8	9.3±4.5	11.9±3.9	20.6±3.6	11.5±5.5	12±4	15.9±6.3

(単位 μ V)

表 4 各刺激量時の刺激側および反対側 SEP の頂点潜時

		P ₁	N ₁	P ₂	N ₂	P ₃	N ₃	P ₄	N ₄	P ₅	N ₅
1/8g	刺激側	25 ±10.2	54.2 ±14.5	78.7 ±12.7	112.6 ±16.8	146.9 ±23.3	195.1 ±145	246.8 ±21.3	281.6 ±18.3	314.9 ±15.7	368 ±26.3
	反対側	24.7 ±7.8	56.7 ±13.7	83.8 ±16.6	119 ±15.8	136 ±13.4	177.4 ±25.6	233.8 ±19.7	283.1 ±10.7	321.4 ±16.9	377.9 ±26.6
1/2g	刺激側	20.7 ±7.9	57.8 ±10.9	86.4 ±14.3	116 ±16.8	135.5 ±17	177.6 ±21.9	246.2 ±20	280 ±25.6	329.1 ±19.2	392.8 ±23.8
	反対側	18.0 ±8.4	56.2 ±7.4	80.0 ±14.0	112.2 ±16.5	135.2 ±20.9	174.4 ±21.0	242.6 ±21.6	285.3 ±23.2	333.6 ±19.8	398.9 ±32.1
2g	刺激側	20 ±5.2	48 ±10.8	73.2 ±5.2	112.9 ±19.6	130.8 ±17.6	166.4 ±8.4	228.8 ±14.4	263.2 ±52	326.4 ±27.2	377.2 ±23.2
	反対側	17.2 ±4.8	49.6 ±11.6	65.2 ±3.6	107.2 ±25.2	128.8 ±18.4	171.2 ±15.6	230 ±14.8	257.2 ±10.8	316 ±25.6	368 ±24

(単位 msec)

III. 実験結果および考察

1. 健常者群の成績

得られた SEP は同一個体では刺激部位と刺激の強さを変えても基本的波形には変化がなく、また個体間においてもかなり類似している。波形は、まず 20 msec 内外に立ち上がりの鋭い、小さな陽性頂点、次いで 50 msec

に陰性頂点が認められ、以後陽性と陰性の頂点が交互に観察された。この波形の成分を便宜上、はじめの陽性頂点を P₁、これに続く陰性頂点を N₁ とし、頂点を順次 P₂, N₂, …N₅ と命名した (図 2)。各頂点の出現率は 75～100% で、特に P₃, N₃, P₄ でのそれが高い (表 1)。各頂点の潜時は P₁ が 18～25 msec, N₁ が 50～56 msec、以下表 2 に示すごとくである。刺激の強さと頂点潜時を

表 5 刺激側と反対側 SEP の頂点間の振幅（電位差）（1/8 g 刺激時）

	P ₁ -N ₁	N ₁ -P ₂	P ₂ -N ₂	N ₂ -P ₃	P ₃ -N ₃	N ₃ -P ₄	P ₄ -N ₄	N ₄ -P ₅	P ₅ -N ₅
刺激側 SEP	5.9±1.7	7.9±4.2	9.0±4.1	8.1±2.8	12.5±3.8	16.8±5.8	4.2±1.1	16.2±6.2	20.1±6.5
反対側 SEP	5.7±1.3	10.7±3.9	9.9±6.3	8.7±3.4	15±5.6	21±3.8	5.1±1.5	13.2±3.4	17.3±6.5

（単位 μV ）

対比させると P₁ で 1/8 g では 24.7 msec, 1/2 g のそれは 18 msec, 2 g 刺激時で 14.2 msec の結果となり, 刺激の強さが大きくなるに従って潜時は短くなる. この傾向は P₁ のみならず N₁~N₅ までの各頂点においても認められる.

振幅（電位差）では表 3 に示すごとく, 反応の早い成分 P₁-N₁ 間では 1/8 g 刺激時で 5.7 μV , 1/2 g のそれは 10.8 μV の結果であった. これは刺激の強さが増すことによって振幅（電位差）が大きくなる傾向を示すものであり, P₁ の頂点潜時と同様に反応が刺激の強さに依存する傾向にあることを示している. 一方, 他の頂点間では P₄-N₄ を除いてこのような傾向を認めなかった. なお, 振幅（電位差）の最大値は N₃-P₄ で 21 μV であった.

得られた SEP 波形の特徴として潜時約 20 msec の振幅（電位差）の小さな陽性頂点 P₁, それに続く振幅（電位差）のやや大きな陰性および陽性頂点さらに 180 msec に潜時をもつ立ち上がりの鋭い陰性頂点 N₃ と緩く大きな陽性の電位変化である陽性頂点 P₄ をあげることができる.

また, 刺激側と非刺激側の頭皮上から導出した SEP を比較すると両者は互いに類似したものであった. その反応の早い成分 P₁ の頂点潜時を比べると非刺激側で 18.0±8.4 msec, 刺激側で 20.7±7.9 msec であり, 非刺激側のものが短かった. しかし有意差を認めなかった（表 4）. また, 振幅（電位差）についても同様の結果であった（表 5）.

なお, 得られた反応のうちでモニター中の脳波に眼球運動をはじめとし基線の動揺などのアーチファクトの加わったもの, 脳波上で覚醒状態にないもの, さらに加算によっても反応の大きくならないものは分析対象から除外した. 被験部位数と資料数の違いはこの原因によるものである.

2. 健常者群に対する考察

得られた波形が SEP であるためには, ① 刺激と反応出現までの潜時が一定であること ② 特定の波形をもつことがあげられている⁹⁾. さらに加えれば ③ SEP は加算に従って波形が成長すること, ④ SEP 成分が刺激の強さに依存する性質をもつことが考えられる. また, 感覚の種類が異なってもその誘発反応が同じような潜時と極

性を有する場合は類似の神経活動にもとづいて生ずるものである¹⁰⁾. SEP に関するこれらの条件についてこれまでの報告とわれわれの得た結果を以下に検討する.

岡ら⁷⁾は顔面皮膚の機械的刺激によって潜時 18.5 msec に陽性頂点を持つ SEP が得られ, その出現率は 100% であったと報告している. また, 花森ら⁹⁾は 23.3 msec の陽性頂点を報告している. これらの結果は著者らの研究で得られた P₁ と極性および潜時が一致し, またこれは著者⁹⁾が味覚の誘発反応に関して報告した舌刺激の SEP と同様の潜時と波形をもつものである.

すでに臨床応用が進んでいる四肢の機械的刺激による SEP とわれわれの得た SEP を比較すると, 解析時間が同じ場合にはこれらは互いに類似した波形となった. しかし, 初めの陽性頂点 P₁ の潜時においては, 指のそれを例にとれば, 31 msec¹¹⁾, 35 msec¹²⁾ とわれわれの結果に比較して延長している. この潜時の差は刺激部位から感覚中枢までの神経電導距離の長さの違いによって起こるものと考えられる. 以上からわれわれの得た反応は機械的刺激に応答した三叉神経領域の SEP と結論した.

一般的に感覚の強さは刺激の強さに依存するとされ, 両者の間にはべき関数や対数関数の法則が成り立つことが知られている. また, 刺激に応答する SEP についても Spreng & Ichioke が歯髄の電気刺激で, Franzen¹³⁾ が触覚で, 橋ら¹⁴⁾が痛覚で刺激量 SEP との振幅（電位差）との間にべき関数の関係が成り立つことを報告している. 一方, 潜時についても, 感覚の反応時間が刺激の強さに依存することから, 振幅（電位差）と同様の関係を予想することができる. 著者は味覚の誘発反応の潜時が酒石酸濃度との間に

$$T = a \log b + C \quad (a, C: \text{定数 } T: \text{潜時}, b: \text{濃度})$$

の関係式が成り立ち, 味覚誘発反応の潜時は刺激の強さに依存することを報告した⁹⁾. 以上から, SEP の成分は刺激量に依存する. すなわち, SEP は刺激の強さが増せば振幅（電位差）は増大し, 潜時は短縮する性質をもつものである. そこで, 得られた SEP の成分のうちで刺激の強さに依存するものが感覚の認知に関する中枢神経のプリミティブな活動を示すものであり, かつ他覚的検査のための指標となるものと推察する.

そこでわれわれは, SEP 判定の指標として出現率が

a : 術前

b : 術後

写真 1 症例 1 (29歳, 女性, エナメル上皮腫) のX線像
術前所見 (a) では5| から右下顎枝・筋突起に著明な骨吸収像がみられ, いわゆる石蝕の泡状を呈している. 7~5| は抜去され, 同骨組織は開窓療法により欠損している. また, 下顎管は後下方に圧排されている. 術後所見 (b) は手術による欠損像を示す.

高く, 特徴のある波形, 刺激の強さに相関し, 加算効果が高くかつ早い反応成分を考えた. 本研究で得られた SEP 成分中では P_1 と N_1 がこの条件を満足するものである. また, N_3 は鋭い立ち上がりと大きな電位をもちその形に特徴があることから SEP 波形の判別には重要である. 以上の頂点は三叉神経の機械的刺激による SEP の臨床応用上の重要な指標になるものと考察した.

刺激側の SEP の発生機序は, 神経交差によって反対側を上行したインパルスが反対側の脳皮質感覚領に誘発反応を惹起し, その反応が corpus callosum を経由して伝達されたものである¹⁵⁾. したがって, 刺激側の反応は反対側のそれに比して潜時は延長し, 振幅 (電位差) は小さくなるとされている. しかし, 本研究では P_1 でその傾向がうかがわれたが全体として刺激側の SEP と非刺激側のそれとの間に差を認めなかった.

3. 疾患群の成績

健常者群と同様の方法で顎骨疾患患者について実験を行った.

対象は男3例, 女4例の計7症例で, 年齢13~45歳までである. 疾患名はエナメル上皮腫が3例, 下顎嚢胞が2例, 下顎前突が1例, 上顎骨骨体骨折が1例である. 骨折以外の6例はいずれも手術に後遺した神経障害例である. これらの症例はすべて術前と術後に SEP を記録し, 互いに比較・検討した. また, 特にエナメル上皮腫と下顎嚢胞症例では術前の SEP を非罹患側あるいは健

図 3 症例 1 の SEP

術前左側 (健側) は正常 SEP (a) であるが右側 (患側) では P_1 , N_1 の不明瞭と, 潜時の延長を認める (b). 術後のそれは (c) は不規則な波形で SEP とは認められない.

常者のそれとも比較し, 顎骨病変による SEP への影響についても分析した.

〔症例 1〕 29歳, 女性, 右下顎角部の腫脹を主訴に 1972 (昭和47) 年11月来院した.

現病歴: 1968 (昭和43) 年頃より右下顎角部の無痛性腫脹を自覚し, 某病院にて下顎嚢胞の診断の下に開窓療法をうけた.

a : 術前

b : 術後

写真 2 症例 2 (19歳, 男性, エナメル上皮腫) の X 線像
術前の X 線像では 5-8 に及ぶ広汎な骨吸収像と骨膨隆像, 左側下顎管は破壊されている。右側下顎管は認められるが頤孔は破壊されている (a)。術後 X 線像では 5-8 の下顎区域切除と骨移植を示す (b)。

a : 術前, 左側の SEP

b : 術前, 右側の SEP

c : 術後の SEP

図 4 症例 2 の SEP 所見

術前の左側 (a) は早い成分がやや不明瞭で P_1 は 56 msec と延長している。右側 (b) は基線の動揺を認めるが各頂点はよく区別できる。 P_1 潜時は 36 msec である。術後のそれ (c) は平坦化し、誘発反応とは認められない。

現 症 : 右下顎骨骨体部から下顎角部にかけて $60 \times 65 \times 25$ mm の骨様硬, 無痛性の腫脹が認められた。なお, 右下歯槽神経支配領域の感覚障害を認めなかった。X 線所見では 4 より下顎枝, 筋突起におよぶ著明な骨吸収像があり, いわゆる石鱗の泡状所見が認められ, ま

た右側の下顎管は病変によって後・下方に圧排されている (写真 1-a)。

処置および経過 : 試験切除材料よりエナメル上皮腫と病理組織学的に診断され, 次いで 5 相当部より遠心側の下顎切除術が施行された (写真 1-b)。術直後より, 右下唇の感覚は脱失し, その後 2 か月を経ても感覚障害回復の兆候は認められなかった。

SEP 所見 : 健側の SEP は健常者のそれと同様の波形を示している (図 3-a)。一方, 術前の患側 SEP では, P_1 の頂点が不明瞭で N_1 の潜時は 104 msec と延長し, 以下 N_3 までの各頂点にも潜時が延長している (図 3-b) が認められる。術後 2 か月目の SEP 所見では不規則な波形を呈し (図 3-c), 刺激に応答した誘発反応とは認められなかった。したがって, SEP 上で感覚の脱失が予想され, 自覚的応答に対応する結果となった。

〔症例 2〕 19歳, 男性, 咀嚼および審美障害を主訴に来院。

現病歴 : 13 歳時に $\overline{PM}$ 部の腫脹にきつき, 近医にてエナメル上皮腫の診断の下に数度の開窓療法を受けたが改善を得なかった。

現 症 : 左下顎角部から 5 根尖部に多発性の X 線透過像および骨膨隆像が観察され, 左側の下顎管は明らかに描出されていない。しかし右側の下顎管は 6 まで形態を保っている。また, 根尖の吸収は 2-7 に認められる (写真 2-a)。頤神経領域には感覚障害を認めなかった。

処置および経過：エナメル上皮腫の診断の下に下顎骨区域切除および腸骨移植による下顎骨即時再建術が施行された(写真2-b)。下歯槽神経は両側とも骨断端部で切離された。したがって、術後は同神経支配領域に感覚の脱失が認められた。

SEP 所見(図4)：術前の SEP は正常群のそれと類似した波形をしている。しかし、頂点 P_1 の不明瞭化とそれ以降の各頂点潜時の延長が顕著で、主病変のある左側の P_1 は健常者の倍にあたる 56 msec, 右側は 36 msec である。このことから神経組織に接する病変の大きさが増すほど神経伝導に与える影響は大きくなることが示唆される。術後1か月目の SEP は、術前のそれとは明らかに異なり、平坦化と不規則な波形となっている。したがって、触刺激による反応とは認められなかった。

〔症例3〕 35歳, 男性, 下顎臼歯部からの排膿を主訴

に来院。

現 症：右顎下部のびまん性腫脹が認められた。右下歯槽神経領域の感覚障害を認めなかった。X線像では8~2に骨透過像が観察された。

処置および経過：エナメル上皮腫の診断の下に8~2部下顎部分切除が実施された(写真3)。手術時に下歯槽神経は保存されたが、手術操作中に過って一部を損傷した。そのため、術直後は感覚の脱失が認められた。し

図5 症例3のSEP所見

術前の健側(a)は正常波形、術前患側(b)波形は正常であるが P_2 , N_2 の波形がやや乱れている。術後 SEP (c) は N_0 の出現と各頂点潜時の遅延を認める。

写真3 症例3(35歳, 男性, エナメル上皮腫)の術後X線像

2から8遠心部の骨欠損が認められる。

a : 術前

b : 術後

写真4 症例4(13歳, 女性, 下顎嚢胞)のX線像

ED|Eの晩期残存, |3の埋伏54|1245の先天欠損があり, 7-7にX線透過像と一部に蜂巣状を認める。左側頤孔は不明瞭, 両側下顎管は下方に圧排されている(a)。開窓療法後のX線像(b)。

図6 症例4のSEP所見

術前の左側 (a) では P_1 潜時の延長があり, それに伴って各頂点とも遅れている. 術後の右側 (b) では SEP は不規則となり, 感覚脱出の左側 (c) は SEP と認められない

図7 症例5のSEP所見

術前左側 (b) は P_1 と N_3 を認めるものの, 右側 (a) にみられる N_1 , P_2 , N_2 , P_3 がみられない. 術後のそれ (c) は不規則で誘発反応とは認められない.

a : 術後

b : 術後

写真5 症例5 (45歳, 男性, 下顎癌) のX線像

左下顎枝に単胞性, 不定形の骨透過像と埋伏歯を認める (a). 開窓療法後のX線像 (b).

かし, 術後3週目より自覚症状は徐々に改善し, 術後4週目の SEP 記録時には中等度の感覚障害にまで回復した.

SEP 所見 (図5): 術前の SEP では両側とも正常のそれであった. しかし, 患側では, P_2 , N_2 の波形に乱れがある. 術後4週目の SEP は N_0 の出現, P_1 (56 msec), N_1 (92 msec), P_2 (112 msec), N_2 (140 msec) の頂点潜時の延長が著明である.

〔症例4〕 13歳, 女性, 左下顎部の腫脹を主訴に来院.

現 症: 頰部にびまん性・無痛性・弾性硬の腫脹が認

められた. X線所見では $\overline{ED|E}$ の晩期残存と後継永久歯の欠損, $\overline{7+7}$ にX線透過像と $\overline{13}$ と思われる埋伏歯が認められ, その一部は蜂巣状を呈していた. 左側下顎管は $\overline{16}$ より前方では不明瞭である. また, 右側の頰孔は明示されている (写真4-a). 頰神経領域の感覚異常は認められなかった.

処置および経過: 濾胞性歯嚢胞の診断のもとに $\overline{7+7}$ 部の開窓療法を実施した (写真4-b). 術中に下歯槽神経は両側とも障害され, 術後1か月目の SEP 検査時点でも左側は感覚の脱失が, 右側では感覚鈍麻がみられ

写真6 症例6 (25歳, 女性, 巨顎症) のX線像
下顎枝矢状分割咬合改善術後

図8 症例6の術後SEP所見

右側(a)では基線の動揺を認めるが正常SEPに類似している。一方、左側(b)は早い成分(頂点)が明らかでなく、SEPとは言い難い。

た。

SEP 所見 (図6) : 術前の左下唇からのSEPは P_1 潜時の延長とそれに伴って各頂点潜時も遅延している。術後1か月のSEPでは、右側(鈍麻側)は波形が不規則となり、左側(感覚脱失側)のそれは平坦化しておりSEPとは認めがたい。

〔症例5〕45歳, 男性, 18部歯肉の腫脹を主訴に来院。

現 症 : X線像では、左下顎枝に埋伏歯を含んだ単胞性のX線透過性病変が認められた(写真5-a)。左下歯槽神経領域の感覚検査では異常を認めなかった。

処置および経過 : 濾胞性歯囊胞の診断のもとに開窓療法が実施された(写真5-b)。左側下歯槽神経は、手術中の操作によって障害され感覚は脱失した。

SEP 所見 (図7) : 術前の患側のSEPでは P_1 と N_2 は明瞭であるが、 N_1 、 P_2 、 N_2 、 P_3 の頂点が明らかでない。また、術後2週目のそれは平坦化し、SEPとはいえない所見を示している。

〔症例6〕25歳, 女性, 下顎前突を主訴に来院。

処置および経過 : 下顎枝矢状分割咬合改善術を施行された(写真6)が、術後に両側の頤神経領域に感覚鈍麻

写真7 症例7 (30歳, 女性, 上顎骨骨折) のX線像
右眼窩下縁(矢印)で骨折を認める。

図9 症例7のSPE所見

健側鼻翼の刺激では下唇部刺激と類似した波形(a)、患側のそれでは P_1 、 N_1 に相当する頂点が明らかでない(b)。

が発症した。自覚的応答では左側が右側よりも障害の程度は大であった。

SEP 所見 (図8) : 健常者のそれと比較すると、基線の動揺が著しい。右側では健常者のSEPとの類似性を認めるが変形したものである。さらに、左側のそれは波形の乱れは著しくSEPとはいえない。

〔症例7〕30歳, 女性, 顔面・鼻部の感覚障害を主訴に来院。

現病歴・現 症 : スキー滑走中に崖より転落した。右眼窩下縁に骨折によると思われる陥没があり、右眶窩下神経支配領域では温・冷および痛覚の脱失と触覚の鈍麻が認められた。X線所見では右眼窩下縁に骨折線が認められた(写真7)。

SEP 所見 (図9) : 本症例では左右の鼻翼部に刺激を

あたえ、反応を誘発した。健側の SEP は潜時の延長を認めるが下唇刺激のそれと同様の波形を示している。一方、患側のそれは 1/8 g、1/16 g 刺激ともに P_1 を認められない。しかし、1/2 g では N_1 以降の波形は健側のそれに類似している。

以上の結果から、本研究における疾患症例群から得られた SEP 所見として、

1) SEP 波形が明瞭で潜時に異常を認めない場合には感覚に異常がない。

2) 感覚障害のない場合においても腫瘍や嚢胞などの病変の存在によって SEP 潜時や波形の不明瞭化などの所見がみられる。

3) 感覚障害では SEP に異常所見が認められ、障害の程度が強いものほど SEP の異常はより顕著となり、感覚脱失では SEP は平坦となり誘発反応とは認められなくなるの三点に要約される。

4. 疾患群に対する考察

SEP の異常として黒岩ら¹⁶⁾は SEP 全成分の低電位あるいは欠如、高振幅、不規則な波形、各成分の部分的欠如あるいは異常をあげている。また、島田¹²⁾は末梢神経障害の SEP の特徴として潜時の延長さらに感覚障害の強い例では SEP は記録できなかったと述べている。

エナメル上皮腫や顎骨嚢胞群（症例 1～5）はいずれも、X線像では腫瘍あるいは嚢胞によって下顎管の圧迫や偏位を認めたものの、自覚的には感覚異常の訴えはみられなかった。エナメル上皮腫や嚢胞などの良性あるいは相対的に非浸潤性の病変では神経や血管組織をはじめとする病変周囲組織への直接的な破壊を起こすことが比較的少ない。そのため、たとえば症例 2 のごとく骨破壊の著しい場合でも自覚的には神経障害の所見を認めることはないと従来いわれている。しかし、本研究の結果では、感覚刺激に対してはほぼ正常な自覚的応答を示しながらも、症例 1～5 においては術前の SEP に P_1 潜時の延長が、さらに症例 3 では SEP 全体の波形の乱れがみられ、健側のそれとは異なった所見を示すなど SEP に異常所見を認めた。

また、頂点潜時の遅延例においても症例 2 のごとく骨破壊の重篤な左側の P_1 が 56 msec、軽い右側では 36 msec となり、病変の進行している側での頂点潜時の遅延が目立った。

このことから本研究の術前 SEP 群においては、神経組織に接する病変の大きさが増すほど SEP に与える影響は大きいことが示唆された。

反応時間は刺激を加えてから刺激を認知するまでに要した時間を示すものであり、神経伝導と刺激認知に関する有力な指標である。Eason ら¹⁷⁾は反応時間が長くなれば誘発反応の潜時も延長することを視覚の研究で明らかにした。Melzack & Wall¹⁸⁾は感覚の反応時間に関して、正常の求心性入力を含めるものとして、(1) 種々の太さ

の神経線維群間にみられる相対的活動度、(2) 伝導断帯を伝達されるインパルスの最大頻度、(3) 活動線維の数、(4) 自発的に進行している活動、(5) 末梢終末器におけるエネルギー変換性の 5 因子をあげている。さらに、Giblin ら¹⁹⁾は末梢神経障害による感覚神経伝導速度の遅延が SEP の頂点潜時に反映するとしている。この点に関して、反応時間が SEP の潜時と同質のものと考えることはできないが、Melzack & Wall の仮説によって SEP 異常発現のメカニズムは理解されよう。すなわち、腫瘍や嚢胞による神経線維の圧迫あるいは腫瘍細胞から産生される化学物質が神経活動——インパルスの頻度、強さ、時間的・空間的パターン——に歪みを生じさせ、各神経線維間に伝導時間の不均一と反応の非同期化が生ずる。そしてその影響は病変と神経組織との係わりが大きくなるほど強くなるものであろう。その結果として SEP は波形の異常や頂点潜時（特に P_1 ）に遅延をきたすものと推察される。

以上、SEP は、自覚的には感覚異常が表出されない時期においてすでに、神経伝導の異常を明らかにしうることを示し、本法の臨床応用上の重要な点である。

術後神経伝導障害例の SEP では前述した異常所見のいずれかが認められた。すなわち感覚脱失の症例 1, 2, 4（左側）、5、ではいずれもが平坦化し、刺激に応答する反応とは認められず、一方、感覚鈍麻の症例 3, 4（右側）、6, 7 の SEP では頂点潜時の遅れ、波形の乱れ、頂点の不明瞭などの所見がみられた。しかし、鈍麻症例の SEP は基本的には健常者の SEP とよく類似したものであった。

感覚脱失例はいずれも手術時に下歯槽神経を切断した症例あるいは手術操作中搔爬によって強く神経を損傷したものであり、誘発反応が得られないのは当然と思われる。

皮膚の感覚は重なりあった神経線維網による多重神経支配を受けており、刺激によって発生したインパルスはべつべつの神経伝導路を脳に向かって上行する。そのため、本研究の感覚障害群のごとく伝導路（神経束である下歯槽神経）に損傷が起こった場合、終末部では正常のインパルスが発生したとしても、障害された神経線維の支配する領域とその数によって中枢神経に送られるインパルスはその影響を受ける。さらに、このインパルスは神経伝導路にあるニューロンやシナプスなどの神経細胞あるいは大脳皮質で時間的に加重される。そのため反応を導出した場合には、感覚鈍麻症例のような一定程度の伝導障害でも非同期化した信号が神経細胞の働きによって正常の SEP に近い波形を生み出し、また重症な伝導障害においても SEP を記録できたものと考えられる。なお、その際の SEP の潜時は Giblin の指摘のごとく神経伝導障害によって明らかに延長するものであろう。

ここで問題となるのは、感覚鈍麻症例では潜時の遅延

や波形の乱れが認められたが、この所見は必ずしも感覚障害のみにみられるものではなく、すでに術前 SEP で述べたごとく自覚的には感覚障害がなくても腫瘍や嚢胞の存在によって誘発反応上に潜時の延長や波形の乱れなどが観察されていることである。本研究では SEP の異常が感覚異常を起こしているか否かを明らかにすることはできず、感覚障害の程度を SEP によって数量化することと共に今後の課題として残された。

IV. ま と め

健常者群と顎骨病変患者群に対して三叉神経領域（下歯槽神経）を主とする機械的刺激による体性感覚誘発反応（SEP）を記録・分析し、以下の結果を得た。

1. 健常者の 1/2 g 刺激時の SEP では初めの小さな陽性頂点 P_1 (18 ± 8.4 msec) これに続く陰性頂点 N_1 (56.2 ± 7.4 msec) 以下 P_2 (80 ± 14 msec), N_2 (112.2 ± 16.5 msec), P_3 (135.2 ± 20.6 msec), N_3 (174.4 ± 21 msec), P_4 (242.6 ± 21.6 msec), N_4 (285.3 ± 23.2 msec), P_5 (333.6 ± 19.8 msec), N_5 (398.9 ± 32.1 msec) が交互に認められた。

2. P_1 では 1/8 g, 1/2 g, 2 g と刺激を強くするに従って頂点の潜時が短くなる傾向を示した。

3. SEP 波形が明瞭で潜時に異常を認めない場合には感覚に異常を訴えていない。

4. 感覚障害のない場合においても腫瘍や嚢胞などの病変の存在によって SEP 潜時の遅延（特に P_1 ）や波形の不規則などの所見がみられる。この場合、病変は神経伝導に影響を及ぼしているものと考えられる。

5. 感覚障害では SEP に異常所見が認められ、障害の程度が強いものでは SEP の異常は顕著となり、感覚脱失では平坦となり誘発反応とは認められなくなる。

これらの結果をまとめると、SEP の波形、特に P_1 頂点の波形と潜時は感覚の有無あるいは病変の神経線維への影響についての指標となる。また、神経伝導障害の存在を SEP によって明瞭に示すことができたが、障害の量的そして質的变化としての感覚異常を必ずしも明らかに表示するとは限らず、今後の課題として残されている。しかし、これは SEP の有用性を否定するものではなく、全体を総括すれば本検査法が三叉神経領域の他覚的検査法の 1 つとして臨床的意義を見出すものである。

本研究は東京医科歯科大学第 1 口腔外科学教室において行ったものであり、塩田重利教授、浜松医大茂木克俊教授ならびに被験者としてご協力いただいた東京医科歯科大学第 1 口腔外科学教室の先生方に感謝いたします。

なお、本研究の一部は第 32 回口腔科学会総会(1978 年)にて講演した。

本研究は文部省科学研究費の援助によるものである。

引用文献

- 1) Spreng, M. and Ichioka, M.: Langsame Rindenpotentiale bei Schmerzreizung der Menschen. Pflügers. Arch Ges Physiol 279: 121-132 1964.
- 2) Chatrian, G.E., Canfield, R.C., et al.: Cerebral responses to electrical tooth stimulation in man. Neurology 25: 745-757 1975.
- 3) 藤本 洋, 堀田文雄, 他: 歯の電気刺激による頭皮上誘発電位とバリ麻酔. 臨床脳波 18: 399-407 1976.
- 4) 佐野晴雄: 歯牙電気刺激による体性感覚誘発電位におよぼす刺激強度と 30% 笑気吸入との影響について. 日歯麻誌 5: 9-21 1977.
- 5) 柳澤孝孝: 味覚誘発反応の臨床応用に関する研究. 口病誌 47: 526-540 1980.
- 6) 花森隆吉, 村山伸樹, 他: ヒトの指と舌の触誘発反応. 日生理誌 39: 92 1977.
- 7) 岡 信男, 末吉貫爾, 他: 三叉神経領域の機械的刺激による体性感覚誘発電位について. 臨床脳波 21: 751-757 1979.
- 8) 藤森聞一, 佐藤時治郎, 他: 脳の電気現象の分析法とその応用. 医学書院, 東京, 1979, 271-282 頁.
- 9) 大西信治郎, 真鍋敏毅: ERA—他覚的聴覚検査の手引き. 金芳堂, 京都, 1976, 13 頁.
- 10) Goff, W.R., Matsumiya, T., et al.: Cross-modality comparisons of averaged evoked potentials. NASA sp 191: 95-141 1969.
- 11) Nakanishi, T., Takita, K., et al.: Somatosensory evoked responses to tactile tap in man. Electroenceph. clin Neurophysiol 34: 1-6 1973.
- 12) 島田康夫: 機械的刺激による体性感覚誘発電位. 臨床神経 14: 728-737 1974.
- 13) 橘 直矢, 豊岡秀訓, 他: 体性感覚誘発反応と針麻酔. 臨床脳波 16: 432-437 1974.
- 14) Franzen, O. and Offenloch, K.: Evoked response correlates of psychophysical magnitude estimates for tactile stimulation in man. Exp Brain Res 8: 1-18 1969.
- 15) 田村 潔: 刺激と同側の大脳皮質における体性感覚誘発反応に関する研究. 臨床神経学 12: 553-561 1972.
- 16) 黒岩義五郎, 加藤元博: 大脳誘発電位とその臨床的応用. 神経進歩 12: 437-447 1968.
- 17) Eason, R.G., Oden, D., et al.: Visually evoked cortical potentials and reaction time in relation to site of retinal stimulation. Electroenceph. clin. Neurophysiol 22: 313-324 1967.
- 18) Melzack, R. and Wall, P.D.: On the nature of cutaneous sensory mechanisms, Brain 85: 331-356 1962. 市岡正道訳: 皮膚感覚. 東京,

医歯薬出版, 1969, 289頁. (Sinclair, D.: Cutaneous Sensation. London, Oxford Univ Press, 1967.) より引用.

19) Giblin, D.R.: Somatosensory evoked potentials

in healthy subjects and in patients with lesions of the nervous system. Ann NY Acad Sci 12: 93-141 1964.