

下顎枝矢状分割術後におけるオトガイ領域知覚神経麻痺の発生要因に関する臨床的研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/4568

下顎枝矢状分割術後におけるオトガイ領域知覚神経 麻痺の発生要因に関する臨床的研究

金沢大学大学院医学系研究科がん医科学専攻細胞浸潤学
(旧講座名：歯科口腔外科学)
(主任：山本悦秀教授)

高 桜 大 輔

下顎枝矢状分割術 (sagittal split ramus osteotomy, SSRO) は、顎矯正手術の中で最もよく用いられている。その合併症の一つであるオトガイ領域の知覚神経麻痺について、発生原因、評価方法、回復時期、予防方法に関する臨床的検討を行った。SSRO 施行患者 42 名 84 側に対して自覚症状による麻痺の有無についての問診と三叉神経感覚誘発電位 (trigeminal somatosensory evoked potential, TSEP) 測定を術前、術後に行い得られた波形を検討した。そのなかで2点識別域 (two-point discrimination, TPD) 検査を施行した18名36側を対象に、その回復時期、TSEP 波形測定可能時期、自覚症状の回復時期の3者をそれぞれ比較検討した。また、そのなかの10名20側を対象に、術中TSEPを施行し電気生理学的検討を行った。さらに、術後のCT撮影が施行できた21名42側を対象に、下顎管周囲骨硬化部内側から下顎枝遠位骨片分割面までの距離を測定した。その距離を接近距離とし、接近距離と知覚神経麻痺との関連性を検討した。その結果、TSEP 波形測定可能時期の方が自覚症状による麻痺の回復時期より有意に早かった ($P < 0.0001$)。またTSEP 波形において、潜時N1, P1, N2, P2の延長、振幅P1-N2, N2-P2の減少、面積P1-P2の減少が有意に認められた ($P < 0.005$)。術中のTSEP 波形において、潜時の延長は骨膜剥離後より認められ、骨分割直後、骨片固定後と徐々に大きくなった。接近距離とTSEP 波形測定可能時期には負の有意な相関関係 ($P < 0.005$) が認められた。以上の結果より、SSRO 施行によるオトガイ領域の知覚神経麻痺は、術中の各段階ごとに生じており、中でも分割面と下顎管の位置に強い関連があることが示唆された。

Key words sagit split ramus osteotomy, trigeminal sensory nerve hypoesthesia, trigeminal somatosensory evoked potential, two-point discrimination, computed tomography

顎変形症とは、主として上下顎骨の骨格、歯槽骨および歯に変形をもつ病態をいう。変形は骨格性変形と歯・歯槽骨の変形による歯槽性変形に大別されるが、両者が合併する変形もあり、顎変形症ではしばしば個々の呼称のいくつかの変形を併せもつことが多い¹⁾。その症状には、咬合異常から生じる咀嚼障害、発音障害等の機能障害、顔貌の不調和から生じる審美障害、さらには患者の心理障害が挙げられる²⁾。

この顎変形症に対して障害改善の目的で行われる手術が顎矯正手術、そして歯科矯正を含む一連の治療を外科的矯正治療という。本邦において行われた顎矯正手術例を臨床診断名別に頻度の高い順でみると下顎前突症単独症例、次いで、下顎前突症に開咬症、下顎非対称を伴うものであるため、下顎に対する手術が主体となっている^{3)~5)}。

下顎骨に対する顎矯正手術は、骨の切断部位の相違によって、下顎枝部、下顎骨体部、下顎前歯部の3種類に大別されるが、中でも下顎枝部で骨切りする下顎枝矢状分割術 (sagittal split ramus osteotomy, SSRO) は他法より応用範囲が広い⁶⁾ため、顎矯正手術の中で世界的にも最も頻用されている術式である⁶⁾。

しかし、この術式に対する術後の合併症として後戻り、オト

ガイ領域の知覚神経麻痺、顎関節症状の発生などがある。このなかで、オトガイ領域の知覚神経麻痺は発生頻度が高いことと、回復までの期間が予測できないこと、さらに長期にわたり残遺する場合や、ときに回復が認められないこともあることなどから大きな問題点となっている^{7)~9)}。従って、このオトガイ領域の知覚神経麻痺を評価する各種検査方法が報告されてきた。その代表的な方法のうち、皮膚における圧受容を検査する方法として2点識別域 (two-point discrimination, TPD) 検査、Semmes-Weinstein テスト、侵害受容を検査する方法としてPinprick テスト、固有受容を検査する方法として体性感覚誘発電位検査などがある¹⁰⁾。この体性感覚誘発電位の一つである三叉神経感覚誘発電位 (trigeminal somatosensory evoked potential, TSEP) は、顔面を機械的に刺激することにより、1970年にLarssonら¹¹⁾が初めてヒトでその導出に成功して以来、今日まで導出方法についての研究が進められてきた^{12)~16)}。TSEPはオトガイ領域の知覚神経麻痺を最も客観的に評価できる検査方法であり、三叉神経感覚枝を末梢部で刺激し、頭皮上より感覚誘発電位を記録することにより、三叉神経の末梢路および中枢路の電気生理学的異常を検出し診断するものである。TSEP測定の問題点として、

平成13年3月23日受付、平成13年4月24日受理

Abbreviations : CNS, central nervous system; NW, narrowest width; SEP, somatosensory evoked potential; SSRO, sagittal split ramus osteotomy; TPD, two-point discrimination; TSEP, trigeminal somatosensory evoked potential

他の体性感覚誘発電位とやや異なり、刺激部位や刺激方法によって得られる波形に大きな差異がみられること、刺激によるアーチファクトや筋活動がその波形を強くゆがめてしまうことが挙げられる。そのため、その解釈には十分な配慮が必要で、本検査法が他の部位の誘発電位検査ほどには一般化しない理由となっている¹⁷⁾。そこで、Nakagawaら¹⁸⁾はこの問題点を解決するためには従来の皿状刺激電極を改良する必要があると考え、デザインをクリップ式とすることにより、軽量化とともに、装着時の違和感をほとんどなくすることが可能となった。この刺激電極を用いて下顎枝矢状分割術患者の術前、術後にTSEPを測定したところ、麻痺の程度、回復状況を明確に評価でき、きわめて有用であることが判明した。

TSEP波形の各頂点潜時について評価した報告は多数認められる^{19)~24)}が、各頂点振幅について評価した報告は数少く^{25)~27)}、さらに各頂点面積について評価した報告は渉猟した限り認められていない。そこで、各頂点振幅、面積を測定することでより的確に術後の神経麻痺回復を調べることができるのではないかと考え検討した。また臨床において、簡便に行える客観的検査方法の1つであるTPDと主観的検査方法である問診を行い、TSEPの結果と比較検討した。さらに、知覚神経麻痺が術中のどのような操作により発現しているかを調べるために、術中にTSEPを測定した。

SSROを行った患者のなかにはオトガイ領域知覚神経麻痺が長期にわたり残遺する場合がある。そこで、この発生原因を調べる目的で下顎枝分割面と下顎管の距離を(CT)画像上で測定し、その距離が術後のオトガイ領域知覚神経麻痺発生と回復時期におよぼす影響についてTSEPを測定することにより分析した。

対象および方法

I. 対象

TSEP測定と自覚症状による麻痺の有無についての問診を行った対象は、金沢大学医学部付属病院歯科口腔外科を受診し、下顎前突、下顎非対称および開咬症の診断のもと両側にSSROを施行した患者42名84側(男性9名、女性33名)である。手術時の年齢は16歳~47歳、平均年齢は24.0±7.5歳であった。また術後1か月以内にCT撮影を施行し、下顎管周囲骨硬化部内側から下顎枝遠位骨片分割面までの距離を測定した患者は、そのうちの21名(男性5名、女性16名)である。手術時の年齢は17歳~47歳、平均年齢は23.0±7.7歳であった。さらに、2点識別域の検査対象患者数は、そのうちの18名(男性4名、女性

14名)である。手術時の年齢は17歳~47歳、平均年齢は23.4±8.2歳であった。また術中TSEPを測定した患者数は、そのうちの10名(男性2名、女性8名)である。手術時の年齢は17歳~47歳、平均年齢は24.4±9.6歳であった(表1)。全例とも本手術および検査にあたり、事前にその主旨や内容について十分に説明を行い同意を得た。

II. 方法

1. 手術法

術中TSEPを測定した以外は止血目的に0.5%キシロカイン(エピネフリン含有)を下顎枝前縁から大白歯部歯肉頬移行部に注射した。上曲りレトラクターを筋突起前縁にあて、切開線は下顎枝前縁のやや内側、臼歯部咬合線の延長線よりやや上方から、固有歯肉の中間を通して第1大白歯近心まで延長した。頬側は骨膜剥離子で剥離した。内側は下顎孔に留意し、下顎孔上部を下顎切痕を含めて関節突起下部後縁に至るまで十分に剥離した。ついで、下顎枝前縁を上方へ剥離して下顎枝用レトラクターとプロゲニーハーケンをかけた。分割部位はObwegeser-Dal Pont法²⁸⁾に準じ、下顎孔を避け、下顎孔上部より下顎第2大白歯遠心部までとした。骨切りは、まず、ラウンドバーを用いて骨切り部に穴を開けた後、薄い縦割り用ノミを用いて矢状方向に左右に割り、最終的な分割はボーンセパレーターにて行った。十分な可動性を確認した後、術前に予想咬合位で作製したスプリントを上下歯列に介在させ、0.4mmワイヤーにて顎間固定した。近位骨片前端部のトリミングを行ったのち、直線4穴チタン製ミニプレート(Stryker Leibinger, Freiburg, Germany)1個と長さ7mm、直径2mmのチタン製スクリュー4本により固定した。その際、チタン製ミニプレートを屈曲し、近位骨片と遠位骨片の接合により下歯槽神経束を強く圧迫しないよう配慮した。顎間固定を解除した後、顎角部の骨片と粘膜間に持続吸引装置の管を挿入し、3-0バイクリルにて粘膜縫合を行った。

2. オトガイ領域の知覚神経麻痺の原因因子について

検査項目として、年齢、手術時間、出血量、左右第一大臼歯部での後方移動量の4因子とした。年齢については、対象患者の手術時の年齢とした。手術時間、出血量については、切開を開始した時点から粘膜縫合が終了した時点までとした。左右第一大臼歯部での後方移動量については、咬合模型によるモデルサージェリーを行った際に決定した後方移動量とした。

3. オトガイ領域の知覚神経麻痺についての問診

問診の時期は、術後1週間、2週間、1か月、3か月、6か月、1年とした。その際、左右のオトガイ領域の知覚神経麻痺の有

Table 1. Clinical characteristics of patients

Characteristics	Classification according to measurement methods			
	TSEP (42 persons/84 sides)	Narrowest width on CT (21 persons/42 sides)	Two-point discrimination (18 persons/36 sides)	Intraoperative TSEP (10 persons/20 sides)
Sex (Male/Female)	(9/33)	(5/16)	(4/14)	(2/8)
Age (years)	24.0±7.5	23.0±7.7	23.4±8.2	24.4±9.6
Opn time (min)	114±41	126±49	130±52	147±50
Amount of bleeding (g)	152±130	150±118	159±124	199±117
Setback (mm)	6.0±3.4	6.3±3.2	6.2±3.3	5.9±3.3

Data are showed as $\bar{x} \pm SD$.

無を問診し、自覚症状において全く異常が無くなった時期を自覚症状の麻痺の回復時期とした。

4. TPDの検査方法

TPDの検査はJosephinaら¹⁰⁾とGhaliら²⁰⁾の方法に準じた。その検査時期は、術前、術後1週間、2週間、1か月、3か月、6か月、1年とし、術後に術前の識別距離まで判別できるようになった時点で触覚が回復したものと判断した。検査部位は下唇とオトガイ部の左右3か所ずつとした(図1)。検査中は患者を閉眼、安静にさせ、デバイダー(Boden Reisszeuge Bavaria GmbH, Mittelfranken, Germany)(図2)の鋭利な2本のプローブを一定の圧力で皮膚に垂直にあてた。そのプローブは1mmから初め、1mm間隔で最大25mmまで測定した。これを同一領域で5回繰り返し、患者が2点と識別できるまで行った。なお、左右側どちらかの3か所すべてが術前の識別距離まで判別できるようになった時点を回復時期とした。

5. 術前、術後のTSEP測定方法

TSEP測定時期は、術前、術後1週間、2週間、1か月、3か月、6か月、1年、1年半とした。測定は、外界から遮断された

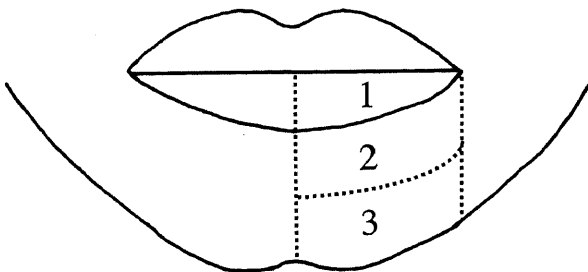


Fig. 1. Dermatome of the mental nerve. Area 1 is the lower lip. Area 2 is the upper half of the area between the vermilion border of the lower lip and the lower border of the mandible. Area 3 is the lower half of the same area.

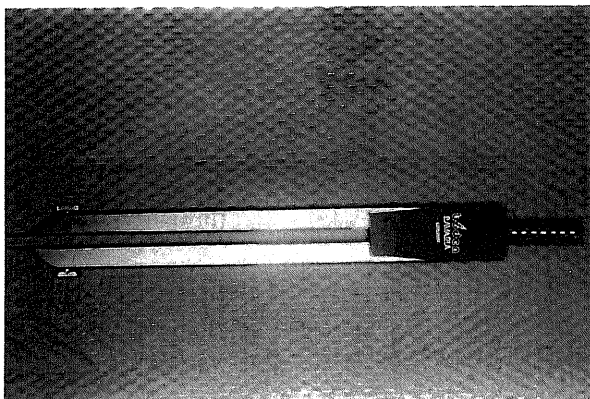


Fig. 2. Instruments for two-point discrimination test.

シールドルーム内で行い、患者は仰臥位で、閉眼、安静にさせた。使用した刺激電極は、我々が独自に小型・軽量に改良したクリップ式電極(日本光電北陸株式会社、金沢)(図3)である¹⁸⁾。電極間距離は1cm、直径2mmの銀ボール電極が各々15×5mmの基板に付着しており、把持部はエラストックワイヤー製で、バネの力で下唇をはさんで電極自身を保持し、口腔内粘膜を圧迫もする。それを下唇の左右2箇所、口唇正中線と口角のほぼ中央の口唇粘膜内外側に密着させ(図4)、電流刺激を与え、電位を対側頭皮上より導出した。導出部位は国際式脳波電極配置10-20法のCzと耳道孔を結ぶ線分の midpoint (以下C5' およびC6')とした。基準電極はFzを用い、接地電極は両耳葉に置いた(図5)。

1994年7月から1996年3月までの刺激条件は刺激時間0.2ミリ秒で、刺激の強さは感覚閾値の3~4倍(通常2mA)で、これは被験者に苦痛がなく、口輪筋収縮がわずかに肉眼的に認められる程度である。刺激頻度は3Hz、刺激によるアーチファクトを減少させるため刺激極性を100回ごとに反転し、400回加算

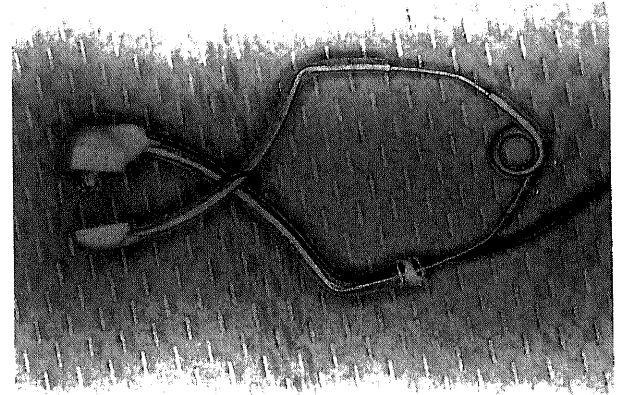


Fig. 3. The modified electrostimulus clip. The two clamping surfaces each containing an anode and a cathode and are connected by a spring.

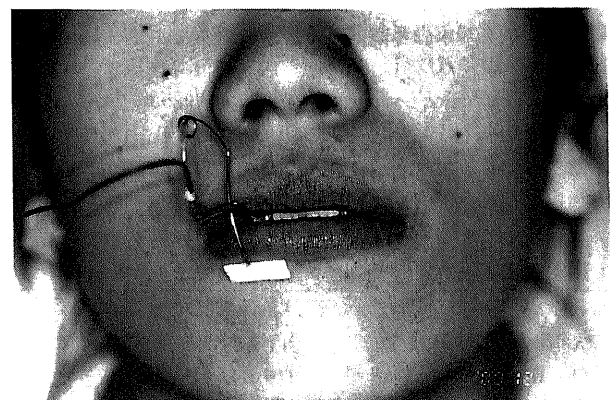


Fig. 4. The modified electrostimulus clip clamps the lip mucosa and skin surface at the midpoint between the angle and midline of the lip.

を行った。刺激ならびに加算にはEVOMATIC 8000XT (Dantec, Skovlunde, Denmark)を使用した。増幅器の入力感度は500 nV/DIV, 分析時間は6~66ミリ秒, Low filter 20 Hz, High filter 2 kHzに設定した。電極間のインピーダンスは2 kΩ以下とした。また記録は各々最低2回ずつ実施し, 誘発波形の再現性を確認した。なお1994年7月から1996年3月までTSEPを測定した13名26側は波形をパーソナルコンピュータPowerPC G3 (Apple Computer, 東京)に読み込み画像処理ソフトNIH image1.61 (<http://rsbweb.nih.gov/nih-image>, National Institutes of Health, Bethesda, USA)にて, 各時期での潜時N1, P1, N2, P2の4項目, 振幅N1-P1, P1-N2, N2-P2の3項目, 面積

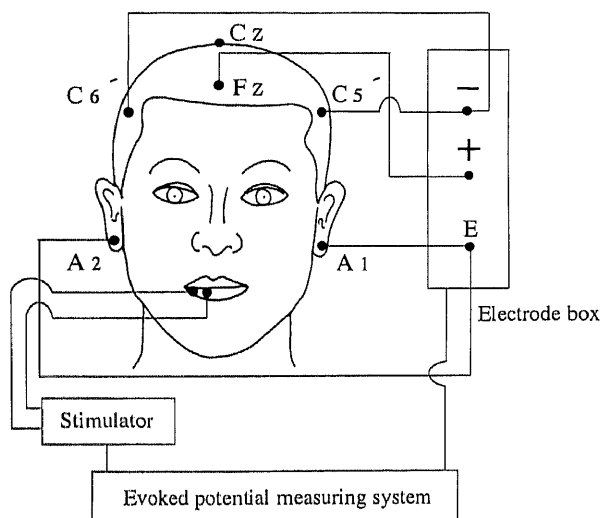


Fig. 5. Recording for examination of TSEP (trigeminal somatosensory evoked potential). C5' or C6' (at the midpoint between Cz and the external auditory meatus) is used as an exploring electrode. Fz (midline-frontal) is used as a reference electrode. A1 or A2 (earlobe) is used as a ground electrode. TSEP was recorded contralaterally by the stimulation with the stimulator. An evoked potential measuring system was used for analysis of the potentials.

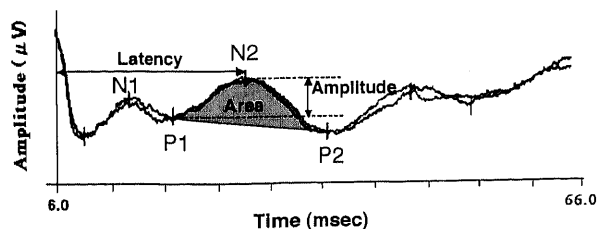


Fig. 6. Typical waveforms of preoperative TSEP after stimulation. It was decided to use the four reproducible waveforms, N1, P1, N2 and P2, for this experiment. This shows the method for measuring latency N2 and the amplitude P1-N2 and area P1-P2. The horizontal arrow shows latency N2 and the vertical arrow amplitude P1-N2. Part of the gray area represents area P1-P2.

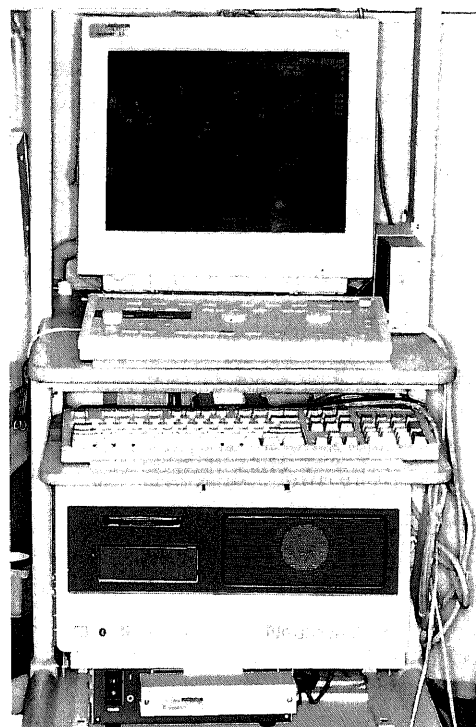


Fig. 7. Instruments for TSEP measurement. Neuropack A is an evoked potential measuring system.

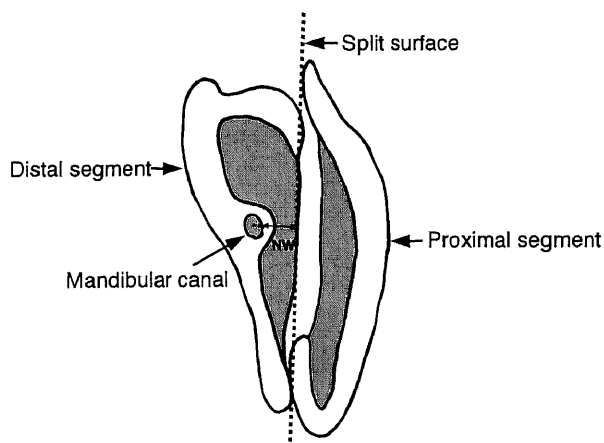


Fig. 8. This shows the method for measuring NW, which was measured as the line of intersect segment from the lateral wall of the mandibular canal to the split surface of the distal segment of the ramus mandible. This line was obtained after a perpendicular line had been drawn from the center of the mandibular canal to the split surface of the distal segment of the ramus mandible. NW, narrowest width.

P1-P2の1項目を測定し検討した。以下に潜時、振幅、面積の求め方について記す(図6)。

潜時の求め方(N2)は、N2からY軸に対して垂線を引き、その線分から潜時を求めた。振幅の求め方(P1-N2)は、P1からX軸と平行に引いた線分に対してN2から垂線をおろし、その線分から振幅を求めた。面積の求め方(P1-P2)は、P1からP2に引いた線分とP1からP2までの波形により囲まれた部分から面積を求めた。

さらに、1998年3月から2000年8月までの刺激条件は刺激時間0.2ミリ秒で、刺激の強さは感覚閾値の3~4倍(通常2 mA)とし、刺激頻度は2 Hz、刺激によるアーチファクトを減少させるため刺激極性を1回ごとに反転し、800回加算を行った。刺激ならびに加算にはEVOMATIC 8000XTよりアーチファクトに強いNeuropack A(日本光電社、東京)(図7)を使用した。増幅器の入力感度は1 μ V/DIV、分析時間は6~66ミリ秒、Low filter 5 Hz、High filter 3 kHzに設定した。電極間のインピーダンスは2k Ω 以下とした。また記録は各々最低2回ずつ実施し、誘発波形の再現性を確認した。読み取れた各頂点をNeuropack Aに設定後、潜時、振幅、面積が導き出されるようあらかじめ誘発電位装置を設定した。各時期の潜時N1、P1、N2、P2の4項目、振幅N1-P1、P1-N2、N2-P2の3項目、面積P1-P2の1項目について検討した。

6. 術中TSEP測定方法

麻酔法は全身麻酔導入30分前に前投薬として、硫酸アトロピン(アトロピン注、田辺製薬、大阪)0.5 mg、ミダゾラム(ドルミカム注、山之内製薬、東京)2~3 mgを筋肉内注射した。その後、チオペンタール(ラボナール注、田辺製薬)3~5 mg/kg、臭化ベクロニウム(マスキュラックス、三共製薬、東京)0.10~0.15 mg/Kgを静脈内注射し、笑気4 l/分、酸素2 l/分、イソフルラン(フォーレン液、ダイナボット、東京)により気管内挿管で全身麻酔を施行した。また、十分な鎮痛作用を得るために、クエン酸フェンタニル(フェンタネスト注、三共製薬)を適時使用した。同時に、マルチガスモニター(Datex Corp. Helsinki, Finland)によって呼気炭酸ガス濃度と呼吸中の麻酔ガス濃度を測定した。呼気炭酸ガス濃度は35~40 mgの範囲内に、また、イソフルレンは1 MAC (minimum alveolar concentration) から1.15 MACに調節した。TSEPの波形は、Neuropack 8(日本光電社、東京)によって測定した。測定条件に関しては、増幅器の入力感度5 μ V/DIV、分析時間は5~55 ms、Low filter 5 Hz、High filter 3 kHzに設定した。測定の際は、手術室の照明と様々な手術用電動器具からのアーチファクトの混入を避けるために、TSEP測定は麻酔器具を除いたすべての電気器具の電源を消して施行した。TSEP測定の時期は切開施行前(麻酔導入後)、骨膜剥離後、骨分割直後(移動前)、骨片固

Table 2. Correlation between each factors and measurable periods of TSEP wave by simple regression

Factors	No. of cases and sides	Correlation coefficient (R)	Adjusted R Squared	Intercept	Coefficient	P-Value*
Age (years)	42	0.053	.	5.565	0.081	0.633 ^{nl}
Ope time (min)	42	0.067	.	9.584	-0.018	0.544 ^{nl}
Amount of bleeding (g)	42	0.125	0.004	9.194	-0.011	0.259 ^{nl}
Setback (mm)	84	0.001	.	7.49	0.004	0.992 ^{nl}

*P<0.05 by Simple regression. ^{nl} NS, not significant.

Table 3. TSEP recordings of pre-SSRO and post-SSRO patients

Components of TSEP wave	Preoperative (Control) (n=84)	Postoperative (Measurable periods of TSEP wave) (n=84)
Latency (msec)		
N1	13.7 \pm 1.5	14.4 \pm 1.8**
P1	17.4 \pm 1.8	18.5 \pm 2.0***
N2	27.0 \pm 1.6	28.4 \pm 2.1***
P2	36.3 \pm 2.1	37.7 \pm 2.5***
Amplitude (μ V)		
N1-P1	0.46 \pm 0.44	0.38 \pm 0.36
P1-N2	1.65 \pm 0.56	1.08 \pm 0.58***
N2-P2	1.25 \pm 0.63	1.09 \pm 0.93*
Area (μ Vmsec)		
P1-P2	13.7 \pm 5.3	10.4 \pm 5.8***

Data are expressed as $\bar{x} \pm SD$. *P<0.005, **P<0.001, ***P<0.0001, compared to the value of pre-operation by Wilcoxon signed-ranks test.

定後とした。この際のTSEP波形上では、潜時P1, N2が正確性と再現性に優れていることから³⁰⁾、この2項目について検討した

7. 下顎管周囲骨硬化部内側から下顎枝遠位骨片分割面までの距離の測定

術後1か月以内に金沢大学医学部付属病院放射線部のCT装置 CT Hispeed Advantage RP (GE Medical Systems, Milwaukee, USA) を使用し、撮影条件は管電圧120kV、管電流は平均170mAで撮影した。スキャン時間は約40秒、スライス厚3mm、スライス間隔1.5mm、マトリックスは512×512、有効径は200mm、1ピクセル(画素)の大きさは約0.4×0.4mmの軸位断撮影画像を用いた。そのCT画像を画像処理装置 Advantage Workstation 3.1 (GE Medical Systems, Milwaukee, USA) へ入力し、表示条件は、ウインドウ幅1500、ウインドウレベル250の設定で、下顎神経が下顎孔から入り、下顎管として明示できた部位から下方15mmまで10スライスの下顎枝下部領域の下顎枝遠位骨片分割面から下顎管周囲骨硬化部内側までの距離を接近距離 (narrowest width, NW) とし、それを測定した。距離の測定の際は、下顎管の中心から下顎枝遠位骨片分割面に対して垂線を引き、下顎管周囲骨硬化部内側と下顎枝遠位骨片分割面とが交わる部分の線分を測定した (図8)。

8. 統計学的処理

結果は記述のない限り平均値±標準偏差で示し、計測項目結果は統計処理ソフト (Stat View4.5, ABACUS Concepts, Berkeley, USA) を用いて比較検討した。TSEPの潜時、振幅、面積について、術前、術中、術後値、TSEP波形測定可能時の値、左右第1大臼歯部での後方移動量、TPDの術前値、TSEP波形測定可能時期、TPDの回復時期、自覚症状による麻痺の回復時期、10スライスのNWの最小値に関して左右側を比較した場合、有意差は認められなかったため、あえて今回は左右差を抽出しなかった。

TSEP波形測定可能時期、TPDの回復時期、自覚症状による麻痺の回復時期、各々の相関とTSEP波形測定可能時期と年齢、手術時間、出血量、左右第1大臼歯部での後方移動量、10スライスのNWの最小値の5因子との相関を単回帰分析 (Simple regression) を用いて検討し、危険率5%以下を有意差ありと判定した。

TSEPの潜時、振幅、面積について、術前と術後TSEP波形測定可能時、2群間の比較をWilcoxon符号付順位和検定を用い、危険率5%以下を有意差ありと判定した。

TSEP波形測定可能時期、TPDの回復時期、自覚症状による麻痺の回復時期、各々の比較と術中TSEP測定の結果について、

Table 4. The number of sides with the value within preoperative data ±20% of latency N1, P1, N2, P2; amplitude N1-P1, P1-N2, N2-P2; area P1-P2

Components of TSEP wave	Post-operation ^{a)} (%)					
	1 week	2 weeks	1 month	3 months	6 months	1 year
Latency (msec) (n=84)						
N1	37 (44.0)	45 (53.6)	57 (67.9)	66 (78.6)	75 (89.3)	78 (92.9)
P1	37 (44.0)	44 (52.4)	56 (67.9)	65 (77.4)	76 (90.5)	78 (92.9)
N2	39 (46.4)	47 (56.0)	57 (67.9)	70 (83.3)	81 (96.4)	83 (98.8)
P2	40 (47.6)	48 (57.1)	60 (71.4)	71 (84.5)	81 (96.4)	83 (98.8)
Amplitude (µV) (n=84)						
N1-P1	10 (11.9)	12 (14.3)	13 (15.5)	20 (23.8)	27 (32.1)	28 (33.3)
P1-N2	12 (14.3)	16 (19.0)	27 (32.1)	37 (44.0)	42 (50.0)	45 (53.6)
N2-P2	13 (15.5)	16 (19.0)	24 (28.6)	32 (38.1)	39 (46.4)	41 (48.8)
Area (µVmsec) (n=84)						
P1-P2	15 (17.9)	22 (26.2)	27 (32.1)	35 (41.7)	43 (51.2)	44 (52.4)

a) Values represents accumulative numbers (%) of sides with the value within preoperative data ±20%.

Table 5. Measurable periods of TSEP wave and recovery periods of TPD, subjective symptom by interview

Methods of examination	Average periods ^{a)} x̄ ± SD, weeks	Post-operation ^{b)} (%)					
		1 week	2 weeks	1 month	3 months	6 months	1 year
TSEP (n=84)	6.7 ± 9.2 (n=83)	39 (46.4)	47 (56.0)	59 (70.2)	71 (84.5)	82 (97.6)	83 (98.8)
TPD (n=36)	7.9 ± 10.0 (n=36)	10 (27.8)	14 (38.9)	24 (66.7)	31 (86.1)	35 (97.2)	36 (100)
Subjective symptom by interview (n=84)	13.1 ± 12.7 (n=75)	6 (7.1)	13 (15.5)	57 (36.9)	57 (67.9)	69 (82.1)	75 (89.3)

a) Measurable periods of TSEP wave and recovery periods of TPD, subjective symptom by interview.

b) Values represents accumulative numbers of sides (%) when measurable periods of TSEP wave and recovery periods of TPD, subjective symptom by interview.

*p < 0.0001 by Mann-Whitney's U test.

潜時P1, N2の術前と術中, 術前と術後, それぞれの2群間の比較にはMann-Whitney's U検定を用い, 危険率5%以下を有意差ありと判定した。

成 績

I. TSEP波形測定可能時期と各因子との相関

1. 年齢

年齢は, 16~47歳で平均 24.0 ± 7.5 歳であった(表1)。TSEP波形測定可能時期と年齢には有意な相関関係が認められなかった(表2)。

2. 手術時間

手術時間は, 70~245分で平均 114 ± 41 分であった(表1)。TSEP波形測定可能時期と手術時間には有意な相関関係が認められなかった(表2)。

3. 出血量

出血量は, 30~710gで平均 152 ± 130 gであった(表1)。TSEP波形測定可能時期と出血量には有意な相関関係が認められなかった(表2)。

4. 左右第1大臼歯部での後方移動量

左右第1大臼歯部での後方移動量は, $-3 \sim 14$ mmで平均 6.0 ± 3.4 mmであった(表1)。TSEP波形測定可能時期と左右第1大臼歯部での後方移動量には有意な相関関係が認められなかった(表2)。

II. 術前と術後のTSEP波形分析

TSEPを施行した42名84側について, 術前と術後TSEP波形測

定可能時潜時のTSEPを比較した場合, 潜時N1, P1, N2, P2の延長, 振幅P1-N2, N2-P2の減少, 面積P1-P2の減少が有意に認められた($P < 0.005$) (表3)。

次に, この7項目で, 各手術側の術前の値の $\pm 20\%$ 以内に回復するまでの期間を検索した。術後1週間目では潜時N1, P1は37側(44.0%), 潜時N2は39側(46.4%), 潜時P2は40側(47.6%)と潜時の4項目は約半数であったのに対し, 振幅P1-N2は12側(14.3%), 振幅N2-P2は13側(15.5%), 面積P1-P2は15側(17.9%)であった。その後, 7項目とも術後2週間目, 1か月目, 3か月目, 6か月目, 1年目と回復傾向にあった。しかし, 1年経過後において術前値の 20% 以内になっていなかったのは潜時N1, P1は6側(7.1%), 潜時N2, P2は1側(0.2%)であったのに対し, 振幅P1-N2は39側(46.4%), 振幅N2-P2は43側(51.2%), 面積P1-P2は40側(47.6%)と約半数が術前の値 $\pm 20\%$ 以内になっていなかった(表4)。すなわち, 潜時, 振幅, 面積の値の中では潜時の値が最も早期に術前の値 $\pm 20\%$ 以内になる側数が多いという結果であった。

III. TSEP測定, TPD, 自覚症状における麻痺の残存

TSEP測定では施行した42名84側について, 波形測定可能となった時期を検索した。TPDについては18名36側において, 回復時期を調べ, 術後, 麻痺の有無を問診した42名84側において, 自覚症状の回復時期を調査した。術後1週間目にはTSEP測定において39側(46.4%)と約半数が波形測定可能となったが, TPDでは10側(27.8%)が回復しており, 自覚症状においては6側(7.1%)しか回復していなかった。その後, 3検査

Table 6. Changes in pre-, intra- and post-operative latencies of the TSEP

Case No.	Side	Post-operation																
		Pre-operation		After medial dissection		After osteotomy		After fixation		2 weeks		1 month		3 months		6 months		
		P1	N2	P1	N2	P1	N2	P1	N2	P1	N2	P1	N2	P1	N2	P1	N2	
1	Left	14.6	20.2	18.6	28.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.6	27.1
	Right	14.0	18.0	16.6	22.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15.5	25.4
2	Left	19.5	27.4	19.7	28.1	20.3	28.9	—	—	17.3	30.7	18.7	29.2	19.3	27.5	18.0	26.8	
	Right	16.7	20.9	18.0	26.1	22.4	31.9	—	—	17.9	31.0	19.0	29.8	16.3	28.0	18.4	25.9	
3	Left	15.0	20.3	22.1	40.9	—	—	—	—	16.8	27.5	16.7	24.7	16.8	26.3	16.8	26.3	
	Right	18.5	27.6	25.8	33.6	—	—	—	—	18.0	28.4	16.8	27.0	17.6	27.0	17.6	26.2	
4	Left	14.5	31.3	21.9	38.6	30.2	44.3	—	—	16.9	27.6	16.4	27.5	17.0	28.4	16.4	24.4	
	Right	13.3	23.3	21.5	36.8	39.8	56.7	53.9	71.8	16.3	26.2	19.1	24.4	18.7	26.2	19.3	26.6	
5	Left	13.7	20.0	18.4	30.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.6	26.5	18.0	27.7
	Right	13.8	20.0	22.5	34.8	30.3	50.1	—	—	17.5	27.7	15.0	27.1	16.1	27.0	15.6	25.0	
6	Left	15.6	20.1	22.8	36.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17.0	26.6
	Right	20.1	24.8	22.6	35.0	23.1	41.3	28.2	46.6	17.6	28.2	17.2	27.8	17.6	28.3	16.4	27.4	
7	Left	20.5	26.1	22.6	20.4	29.1	43.0	28.3	51.9	—	—	20.3	28.9	16.8	30.2	18.4	29.0	
	Right	15.3	24.1	16.2	23.5	16.0	27.5	17.2	30.3	—	—	19.6	31.0	19.1	28.2	19.1	28.4	
8	Left	14.4	20.2	22.2	37.4	34.2	48.8	—	—	18.4	29.4	17.6	29.2	17.9	26.9	17.4	27.5	
	Right	13.2	18.6	14.7	20.0	—	—	—	—	17.6	27.5	17.6	27.4	18.3	28.3	18.0	27.9	
9	Left	16.6	25.1	23.9	36.1	29.6	48.6	—	—	17.5	30.2	18.7	27.6	18.2	27.2	17.9	26.9	
	Right	19.2	25.3	23.6	33.6	35.8	50.7	—	—	18.6	30.1	17.0	26.3	18.8	26.8	18.9	26.6	
10	Left	17.3	23.5	28.9	44.3	—	—	—	—	—	—	14.8	28.6	15.0	28.4	14.8	27.4	
	Right	13.9	17.3	28.9	38.9	—	—	—	—	—	—	18.6	34.4	19.0	26.2	20.6	25.5	
\bar{x}		16.0	22.7	21.6*	32.3*	28.3*	42.9*	31.9*	50.2*	17.5*	28.7*	17.7*	28.2*	17.6*	27.5*	17.7*	26.7*	
\pm SD		± 2.4	± 3.7	± 3.8	± 7.0	± 7.1	± 9.6	± 15.6	± 17.1	± 0.7	± 1.5	± 1.6	± 2.4	± 1.2	± 1.1	± 1.6	± 1.1	

—, No significant waves were detected. * $p < 0.05$, compared to the value of pre-operation of P1, N2 by Mann-Whitney U-test.

とも術後2週間目, 1か月目, 3か月目, 6か月目, 1年目と回復傾向にあった。1年経過後, TSEP波形測定不可能であったのは84側中1側(0.2%)であり, TPDにおいて麻痺が残存していたのは36側中0側(0%)であり, 自覚症状による麻痺が残存していたのは84側中9側(10.7%)であった。また, TSEP波形測定可能時期, TPDの回復時期, 自覚症状による麻痺の回復時期, 各々を比較した場合, TSEP波形測定可能時期が有意に自覚症状による麻痺の回復時期より早いことが認められた($P < 0.0001$) (表5)。つまり, 自覚症状において麻痺が残存していても電気生理学的回復が得られる場合があることが明らかになった。

Ⅳ. TSEP波形測定可能時期, TPDの回復時期, 自覚症状による麻痺の回復時期, 各々の相関

TSEP波形測定可能時期の平均値は 6.7 ± 9.2 週間, TPDの回

復時期の平均値は 7.9 ± 10.0 週間, 自覚症状による麻痺の回復時期の平均値は 13.1 ± 12.7 週間であった(表5)。TSEP波形測定可能時期とTPDの回復時期とは有意な正の相関関係($r = 0.71, p < 0.0001, n = 36$)を示し(図9A), TSEP波形測定可能時期と自覚症状による麻痺の回復時期も有意な正の相関関係($r = 0.20, p < 0.0001, n = 75$)を示した(図9B)。また, TPDの回復時期と自覚症状による麻痺の回復時期も有意な正の相関関係($r = 0.76, p < 0.0001, n = 34$)を示した(図9C)。すなわち, TSEP波形測定可能時期, TPDの回復時期, 自覚症状による麻痺の回復時期の3項目ともそれぞれ有意な正の相関関係にあった。

Ⅴ. 術中のTSEP測定

術前のTSEP波形潜時の平均は, P1 16.0 ± 2.4 ミリ秒, N2 22.7 ± 3.7 ミリ秒であった。骨膜剥離後, 潜時は, 20側全て計

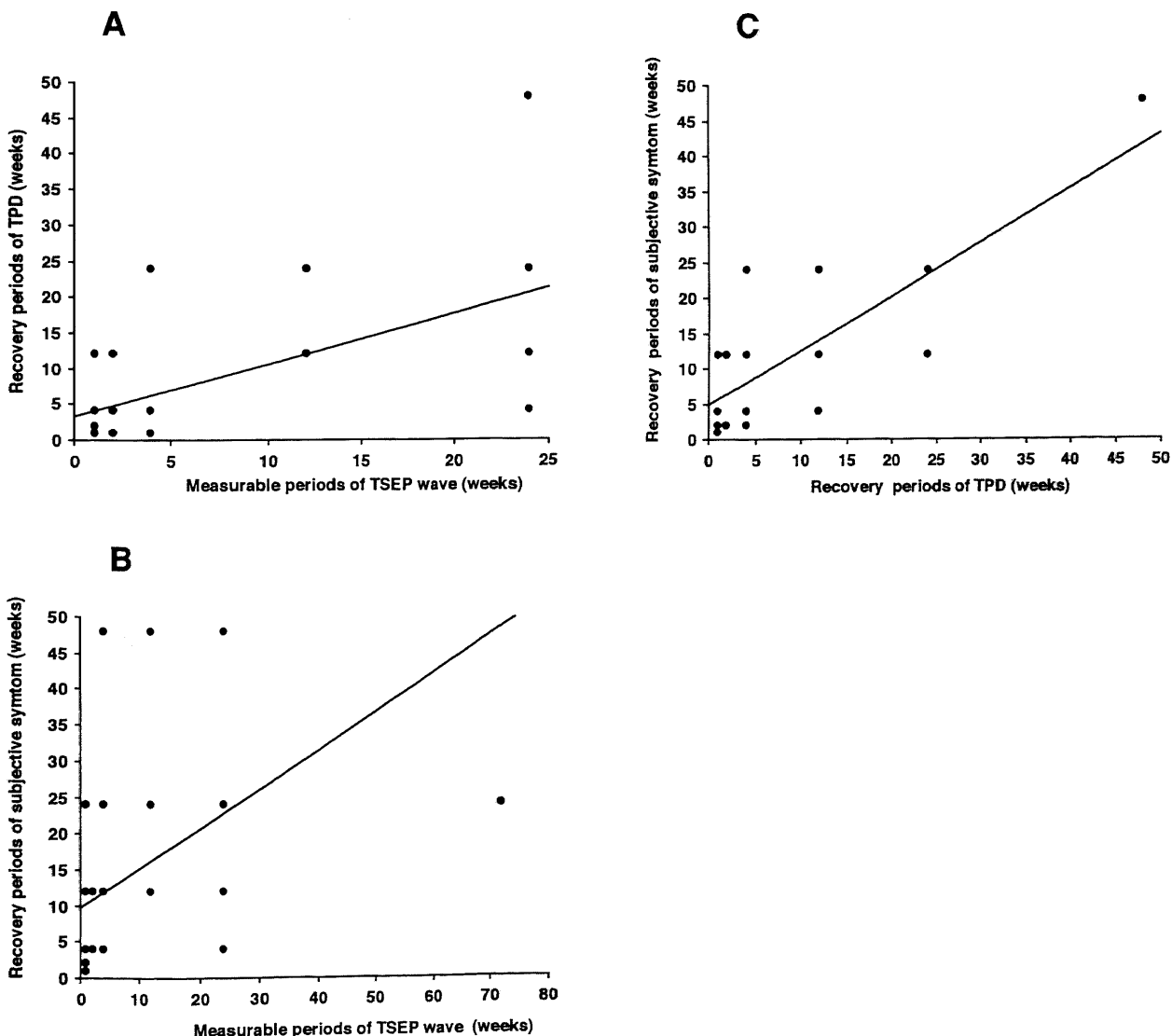


Fig. 9. The results of single regression. Correlations between measurable periods of TSEP wave and recovery periods of TPD (A), measurable periods of TSEP wave and recovery periods of subjective symptoms (B), recovery periods of TPD and recovery periods of subjective symptoms (C).

mm, そのTSEP波形測定可能時期は1週間であった。

考 察

近年、患者自身の歯列不正や顎変形に対する意識が向上してきており、外科的矯正治療が社会的に一層認知され普及するようになってきた。当科においても、顎矯正手術は口腔外科手術のなかでも重要な位置を占めるようになってきており、1988年10月に下顎前突症患者に下顎前歯部歯槽骨切り術を行ってから、2000年12月までの約13年間に外科的顎変形症279例に対して顎矯正手術を行っている。このうちSSROは全症例のうち74.2%に用いられており、もっとも多い術式であった。男女比は、高橋ら³⁾ 1:1.8、武藤ら⁴⁾ 1:1.73、柚木ら⁵⁾ 1:2.4と諸施設とも女性に多い傾向にあるが、これは審美的改善も目的とする外科的矯正治療の特徴があらわれており、当科でも1:2.8と女性が多かった。手術時年齢は、顎骨の成長が終了してから行われる手術のため、平均で高橋ら³⁾ 22.6歳、柚木ら⁵⁾ 22.4歳と20歳代前半の報告が多くみられ、当科でも22.5歳と他施設とほぼ同値であった³¹⁾。本邦では臨床診断における特徴として下顎前突症が多数を占めている³²⁾が、これは東洋人の人種の骨格の特徴によるものである。このため、選択されている手術法はそのほとんどがSSROである。SSROは、1957年にTraunerら³³⁾がObwegeser's osteotomyとして報告し、1961年にDal Pont²⁹⁾、1964年にObwegeser³⁴⁾がその改良法を報告している顎変形症に対する骨切り術の一法である。本法は応用範囲が広い一方で、術後の合併症の一つであるオトガイ領域の知覚神経麻痺は、発生頻度が高いことと、回復までの期間が予測できないこと、さらに長期にわたり残遺する場合や、ときに回復が認められないこともあることなどから大きな問題点となっている。そのため、オトガイ領域の知覚神経麻痺の発生原因^{35)~43)}、評価方法、回復時期、予防方法について現在まで多くの研究がなされてきている。しかし、術前の診査方法、術者の技量、骨片の分割方法、固定方法などが施設により差があることと、対象となる患者の顎態、骨質、下歯槽神経の走行状態も変異に富んでいること、さらにはその評価方法も各種あることから、オトガイ領域の知覚神経麻痺の回復時期は報告により差異が認められる。したがって、直接これらを比較することは必ずしも適切ではないと考えられる。しかし、外科的矯正治療に対する社会的要求が、近年非常に高まってきていることから、その発生原因、評価方法、回復時期、予防方法に対する研究はきわめて重要と考えられた。

TSEPとは、末梢部における体性感覚誘発電位(somatosensory evoked potential, SEP)の一つであり、いくつかの施設でSSRO施行後のオトガイ領域知覚神経麻痺を調べるために利用されている¹⁸⁾²³⁾²⁴⁾。また三叉神経痛や、多発性硬化症、脳幹部の血管障害、後頭蓋窩腫瘍などの病変の診断においても、TSEPが活用され、研究されてきている^{12)19)~21)25)44)45)}。TSEPによる電気刺激はオトガイ神経から下歯槽神経、下顎神経、三叉神経節を伝導し、橋に入り、三叉神経感覚核を介し中核に入り、視床から大脳皮質に伝達される⁴⁶⁾。

SSRO施行後のオトガイ領域の知覚神経麻痺を評価するために、TSEPが臨床で活用されるまでは、おもに冷温覚の区別、筆、綿棒、簡易痛覚計、ピンブリックなどを用いた簡易検査、あるいは、TPDなどが行われてきた。これらは、臨床上、簡易に行えるという利点があるが、患者の健康状態、精神状態、検

査を行う環境に左右されることや正確性、再現性に問題がある。しかし、この簡易検査のなかで、TPDは最もオトガイ領域の知覚神経麻痺を評価する方法として良く用いられていること^{29)35)36)47)~49)}と数値によって皮膚感覚を定量化できることなどから、主観の評価である問診や精密検査であるTSEPと比較するために、本研究において用いることとした。TPDの正常値は、過去の報告により下唇では、2~4 mm、オトガイ部では、8~10 mmとなっている¹⁰⁾⁵⁰⁾⁵¹⁾。本研究において、下唇である領域1の術前の平均値は、2.97±0.95 mm、オトガイ部の上半分である領域2の術前の平均値は、4.33±1.39 mm、オトガイ部の下半分である領域3の術前の平均値は、5.92±3.00 mmであった。下唇においては、他の報告と類似した値となったが、オトガイ部においては、小さい値となった。しかし、他の報告のように、領域1~領域3へと高い値を示す傾向、つまり、下唇、オトガイ部の領域でみた場合、下方へいくほど、感覚の減少傾向が認められた。一方、TPDには疑問もあり、Josephinaら¹⁰⁾は、この検査を数回実施すると被験者がこの検査に対して慣れが生じてくるのではないかということと、反応が曖昧であり、被験者がどのように反応しているか理解できないことがあったと報告している。本研究においても、そのような傾向が認められ、正確性、再現性には問題があると言えるであろう。

精密検査であるTSEPは、最も客観性に優れていると考えられる。最初のTSEP記録は、1970年Larssonら¹¹⁾によるものであり、刺激法としては手で叩打刺激を顔面に与える方法をとっている。わが国においても岡ら³⁹⁾がやはり叩打刺激を与えてTSEPを得ている。他の機械的刺激法としては、空気噴流による方法⁵²⁾などもみられるが、その後は定量的に優れた電気刺激による記録法が主流になっている。最初に刺激電極が応用されたのは、脳神経外科領域であり、血状刺激電極であった⁵³⁾。しかし、それによって得られたTSEP波形はアーチファクトが混入し、再現性に富んだ安定したものが得にくい状態であった。そのため、Findlerら⁵⁴⁾は、電極を板状表面電極(接触面3 mm幅)とし、電極間距離10 mmで上唇または下唇に軽く接着し、被験者の筋活動を避けるため、これを伸縮自在のアームで支えることとして電極を改良している。Nakagawaら¹⁸⁾は電気刺激が被験者に不快感を与えないこと、不要な筋電図と刺激電流によるアーチファクトが記録に混入するのをできるだけ防ぐことを目的に、白井ら⁵⁵⁾のクリップ式電極を参考に電極を小型・軽量に改良した。この改良したクリップ式電極を用いることにより、SSRO施行後のオトガイ領域知覚神経麻痺の回復状況を明確に把握することが可能であった¹⁸⁾。

現在、TSEPの波形の起源について多くの意見が出されているが、波形変化を時間により短潜時成分(5ミリ秒前後)、早期成分(10~20ミリ秒前後)、後期成分(50ミリ秒以降)の3つの区分に分けた場合、まず、短潜時成分は刺激後3~5ミリ秒の潜時に波形が出現し、三叉神経や三叉神経節由来の電位であるとされており、次に早期成分は10~20ミリ秒前後の潜時に出現し、N13は三叉神経第一次感覚皮質由来の電位であり、最後の後期成分は50ミリ秒以降に出現し、第二次感覚皮質領野や連合領野由来の電位であると考えられている¹⁷⁾。さらに、関ら⁵⁶⁾は、10ミリ秒以内の短潜時成分については、口輪筋活動電位であろうと報告している。以上より、TSEPとして臨床例を検討する場合、頂点の出現率とその起源を考慮し、Stöhrら⁵⁹⁾は3波(N13, P19, N26)に着目したように、関ら⁵⁶⁾も4~5波

(N13), P20, N25, P35, N45)に着目するのが適当であると報告している。本研究においては、N2 (N27)を基準とすれば、P1 (P17), P2 (P36)は双極子性が認められ、P2 (P36)以降の波形は、明瞭でないものが認められたことと、振幅が小さいため、対象外とした。よって本研究において、早期成分である4波N1 (N14), P1 (P17), N2 (N27), P2 (P36)に着目することとした。ただし、TSEP測定の際注意しなければならないことは、この早期成分、後期成分は、意識レベル、眠気や薬物の影響を受けやすく、また波形に左右差が認められる例が存在する。そこで、臨床応用の際には検査を反復して、経時的に波形を観察することが望ましいとされている。

本研究において、問診による自覚症状の有無とTPDの検査とTSEP測定による検査を施行した。問診は主観的評価に基づいており、TPDは圧受容を検査するもので客観的評価に基づいている。また、TSEP測定は固有受容を検査するもので客観的評価に基づいている。回復時期について、TSEP波形測定可能時期、TPDの回復時期、自覚症状による麻痺の回復時期、各々を比較した場合、有意にTSEP波形測定可能時期の方が自覚症状による麻痺の回復時期より早いことが認められた ($P < 0.0001$)。すなわち、電気生理学的回復の方が主観的な回復より早いということが判明した。このことから、TSEPは術後のオトガイ領域の知覚麻痺回復の予知に極めて有用であるということが明らかとなった。しかし、一方では自覚症状による麻痺が残存しているも、電気生理学的回復が得られている場合があることを示唆しているともいえる。Jonesら²³⁾は、TSEPの回復時期はTPDの回復時期より有意に遅い ($P < 0.05$)と報告している。本研究において、TSEP波形測定可能時期とTPDの回復時期とは有意差が認められなかったが、TSEP波形測定可能時期の方がTPDの回復時期より早い傾向は認められた。Jonesら²³⁾は、TSEPの回復時期を、術前の潜時の値±10%以内になった時期を回復時期としていることとTSEPの刺激電極とその設定部位、設定条件とTPDの測定部位が異なっていることなどから、本研究の結果と異なると考えられる。

Nakagawaら¹⁸⁾は、SSRO施行の術前、術後1週間、3か月、6か月、1年にTSEPを測定し、早期成分である3波N1 (N13), P1 (P17), N2 (N25)に着目し、その潜時N1, P1, N2を比較検討している。その結果、術後有意に潜時は延長し術後3か月が最も大きな値となり、その後次第に減少する傾向がみられ1年経過後の値は術前の値と近い値となったが、完全な回復は認められなかったと報告している。またVriensら²⁴⁾は、SSROを含めた顎矯正手術施行後に時期は一定していないが、TSEPを測定し、早期成分である5波N1 (N10), P1 (P13), N2 (N20), P2 (P30), N3 (N42)と後期成分である2波P3 (P57), N4 (N72)に着目し、その潜時N1, P1, N2, P2, N3, P3, N4に関して健常側と非健常側とを比較検討している。その結果、非健常側に健常側と比較し潜時P1, N2, P2, N3, P3の延長が認められたと報告している。このように、SSRO施行後、TSEPの潜時を術前と比較した場合に延長するという報告やSSRO施行後、非健常側のTSEPの潜時を健常側と比較した場合に延長しているという報告は認められるが、SSRO施行後のTSEPの振幅、面積について検討した報告は見当たらない。Stöhrら²⁵⁾は三叉神経痛について、早期成分である2波N1, P1に着目し、その潜時P1と振幅N1-P1に関して健常側と非健常側とを比較検討している。その結果、非健常側に健常側と比較し潜時P1の延長が有意に認められたが、

振幅N1-P1に関しては小さい値となったが有意差は認められなかったと報告している。

そこで、TSEPの潜時、振幅、面積についてSSRO施行前と施行後とを比較検討し、振幅、面積について知覚神経麻痺を潜時のように的確に把握することができるか検索した。その結果、TSEPの術前と術後波形測定可能時の値の間に潜時N1, P1, N2, P2の延長が有意に認められ、振幅P1-N2, N2-P2の減少や面積P1-P2の減少も有意に認められた ($P < 0.005$)。すなわち、電気生理学的な術後のオトガイ領域知覚神経麻痺回復の過程では、神経麻痺の基準となる潜時とともに、振幅、面積も同様にその対象となりうるということが示唆された。TSEPにおいて、術前の値±20%以内になった時期でこの7項目について比較検討することとした。手術1年経過後でみた場合、術前の値±20%以内になっていないのは潜時N1, P1は6側 (7.1%)、潜時N2, P2は1側 (0.2%)であったのに対し、振幅P1-N2は39側 (46.4%)、振幅N2-P2は43側 (51.2%)、面積P1-P2は40側 (47.6%)と約半数が術前の値±20%以内になっていなかった。すなわち、術前と術後のTSEP波形を比較した場合、潜時、振幅、面積の値の中では潜時が最も早期に術前値に近くなるという結果であった。

下顎枝矢状分割術によるオトガイ領域の知覚神経麻痺の発生原因については、従来よりさまざまな検討がおこなわれてきた。すなわち骨片による神経血管束の圧迫^{57)~59)}、手術時の器具による直接的刺激、神経血管束の浮腫、手術部周辺の出血または遠位骨片 (下顎歯列を含んだ分割側)の移動による神経血管束の牽引などである^{60)~62)}。そこで、術中の操作が術後の知覚神経麻痺におよぼす影響を検索するため術中TSEPを測定した。その結果、軟組織を剥離した時点から潜時の延長が認められ、その後の操作によりさらに進行した。しかし、術後のTSEP測定では多くがすみやかな回復をみた。これはSeddonの分類⁶³⁾による一過性局在性伝導障害の状態を引き起こしたと考えられる。一過性局在性伝導障害は、末梢神経の変性を起こさない神経麻痺、すなわち軸索、基底膜の損傷はなく、髄鞘の部分的脱髄が存在する程度で損傷部分末梢側の伝導性は保たれているものと定義されている。Sunderland⁶⁴⁾は、この一過性局在性伝導障害をさらに3つの型に分けており、I型は24時間以内に知覚神経麻痺が回復し、II型は数週間以内に回復し、III型は1~2か月以内に回復すると定義している。

オトガイ領域の知覚神経麻痺が3か月以上残存していた被験者はTSEPにおいて84側中13側 (15.5%)であり、TPDにおいて36側中5側 (13.9%)であり、自覚症状において84側中27側 (32.1%)であった。すなわち、TSEPやTPDにおいて多くが3か月以内に知覚神経麻痺は回復しているといえるが、自覚症状において約3分の1の割合でなんらかの知覚神経麻痺を自覚しているという結果となった。オトガイ領域の知覚神経麻痺が3か月以上残存している場合は、Seddonの分類⁶³⁾による軸索断裂または神経断裂の状態にあったと考えられる。軸索断裂は、軸索の連続性がなく、軸索と髄鞘は損傷され変性に陥るが、Schwann鞘や神経鞘は連続性を保ち、なんら変化を生じていない。しかし、末梢部は変性を生じる。生体の再生現象により、再生軸索の伸びとともに神経機能は回復し治癒するものと定義されている。このオトガイ領域の知覚神経麻痺が3か月以上残存する状態を防止するためには、骨膜剥離と骨切りを注意深く行う必要があるであろう。最近の神経生理学の分野における進

歩により、中枢神経系 (central nervous system, CNS) の外傷後の変化が明らかになっている。末梢神経損傷後の CNS における機能的な障害は、中枢性の感作 (central sensitization) として報告されている。これらの状態の一つとして、緩やかな活動電位の延長により、電位依存性のカルシウムイオンチャンネルを介してカルシウムイオンの流入が増える。この刺激によって L-グルタミンと L-アスパルテートのような興奮性アミノ酸を分泌する N-メチル-D-アスパルテート受容体の興奮を引き起こす。最近の研究により、この神経障害に対するケタミンと臭化水素酸デキストロメトルファン⁶⁵⁾の有用性が報告されている⁶⁶⁾。このような薬理学的機序がさらに解明されれば、オトガイ領域の知覚神経麻痺の治療の一助になりうると思われる。

本研究における TSEP 測定した 84 例のうち、TSEP 波形測定可能時期が一番遅れたもので 1 年半の 1 例であり、84 例すべて TSEP は波形測定可能となったため、Seddon の分類⁶⁷⁾による神経断裂の状態にあった対象は無かったと考えられる。神経断裂は、神経を構成する全組織が損傷し、組織学的に連続性を断たれ、神経が完全に断裂され、または連続性を保っているも神経自体は完全に断裂されており、両断端は瘢痕で連続しているのみであるものと定義され、その治療は神経内の瘢痕組織を切除し、神経縫合や神経移植が必要となる。

骨切り後の固定方法により知覚神経麻痺の程度が異なってくる場合があるという報告がある。Pratt⁶⁸⁾はワイヤーにて顎間固定と骨片固定を施行したグループの方が、ミニプレートにて骨片固定を施行したグループより術後知覚神経麻痺が残遺している期間が長くなると報告している。一方、Paulus³⁵⁾はスクリューを用いて強固に骨片固定を行うことにより圧迫が生じ、これが術後知覚神経麻痺の原因となる報告している。このことは、ミニプレートにて骨片固定を行えば、神経血管束へ伝わる圧迫力が最小に抑えられる可能性があることを示している。当科では近位骨片 (下顎頭を含んだ分割側) と遠位骨片の軸位方向の角度を一致させるためにミニプレートを屈曲させることにより、骨片固定を半強固に行っている。このため、プレート固定による圧迫を減じることにもつながっている。しかし、術中 TSEP において、骨切り後より骨片固定後の方が潜時は延長していた。その理由として考えられることは、骨片固定を行う際に顎間関係が変化し、神経血管束の位置もそれに伴い多少変化するためではないかと考えられる。また、骨膜剥離後より骨切り後の方が潜時は延長していた。この理由として考えられることは、手術時の器具による直接的刺激、下歯槽神経の分枝が切断されているということ、骨切りにより何らかの電気生理学的変化が生じている可能性があるということなどが挙げられる。今回の結果では、骨膜剥離後にまず潜時の延長が認められた。Westermarck⁶²⁾は下顎枝内側中央部の骨膜剥離中に、下顎神経を損傷することが知覚神経麻痺の原因となっているのではないかと報告している。今回の結果から骨膜剥離を行うだけで、あきらかに一過性局在性伝導障害の状態になると考えられる。

岡ら³⁰⁾は機械的刺激を与えて TSEP を得ている。正常群 35 回の記録の頂点潜時の平均、標準偏差及び出現率を求めたところ、出現率 100% であったのが、潜時 P1、18.5 ± 4.6 ミリ秒であり、次に出現率が高かったのは、潜時 N2、28.6 ± 4.6 ミリ秒で、出現率 94% であった。すなわち、潜時 N1、P1、N2、P2、N3、P3、N4 の中で最も出現率の高かったのは、P1、N2 であると報告してい

る。また、このうち、N1 はしばしばアーチファクトと重なり、その存在は認められても頂点潜時は決められない例が多いとも報告している。本研究の術中 TSEP においても潜時 P1、N2 が正確性と再現性に優れていたため、この 2 項目について検討した。青木ら⁶⁹⁾は SSRO 施行中に TSEP を測定し、麻酔導入後の TSEP の波形はすべてに共通して 5 ミリ秒以内の短潜時に現れたが、5 ミリ秒以降では明らかな波形は記録されなかったことより、短潜時成分にて検討を行っている。その結果、TSEP の波形消失は分割直後に観察されたことより、SSRO 後の神経障害は分割直後に生じていると報告している。Jones⁶⁰⁾は SSRO 施行中に TSEP を測定し、早期成分である N13、P20、N27 の記録を行って成分を検討している。その結果、軟組織剥離から下顎枝内面の水平骨切り時に潜時 P20 の延長、振幅 P20 の減少を認めているので、下歯槽神経の一過性局在性伝導障害の原因は神経血管束の牽引であると報告している。本研究において術中の TSEP を測定したところ、潜時 P1、N2 の延長は Jones⁶⁰⁾ の軟組織剥離から下顎枝内面の水平骨切り時より以前の処置である骨膜剥離後より認められた。また、骨分割直後、骨片固定後と徐々に潜時は延長したことより、知覚神経麻痺の原因は手術の各段階にあるということが示唆された。さらに、術中の TSEP 波形において、波形消失は短潜時成分を分析した青木ら⁶⁸⁾と同様に分割直後に観察され、骨接合終了後ではより顕著に観察されたことより、知覚神経麻痺の原因は特に骨分割、骨片固定時にあることが示唆された。術中、術後の TSEP 波形において、術後早期の潜時の回復は、P1、N2 ともみられたが、術前値と術後値に有意差が認められた ($p < 0.05$) ので、術前値より高値を示したままであったといえる。

今回、知覚神経麻痺の原因因子を選択するにあたって、神経損傷の回復能に関わる因子として患者の年齢³⁶⁾、神経の露出時間に関わる因子として手術時間⁴²⁾、浮腫や血腫に関わる因子として出血量⁴⁹⁾、神経の牽引に関わる因子として左右第 1 大臼歯部での後方移動量³⁷⁾、術中操作中、直接機械的神経損傷に関わる因子として下顎管の位置³⁹⁾を精査するために 10 スライスの NW の最小値を選択し、これら 5 因子各々と TSEP 波形測定可能時期との相関を単回帰分析 (Simple regression) を用いて検討したところ、相関関係が認められたのは 10 スライスの NW の最小値のみであった。Westermarck⁶²⁾は、簡易検査しか施行していないが、年齢、術者の技量、神経露出と知覚神経麻痺とは有意な相関関係が認められたが、性別、左右差、分割方法、後方移動量、骨の固定方法とは有意な相関関係が認められなかったと報告している。August⁷⁰⁾は、SSRO 施行 2 年以上経過した患者を対象に、アンケート調査を行い、知覚神経麻痺、機能障害の 2 項目各々と年齢、不適切な骨切り、出血量、術中の神経操作、下顎智歯部の前方移動量、骨の固定方法、オトガイ形成術が併用されているかということ、全身疾患の有無の 8 項目について統計学的に分析を行っている。その結果、知覚神経麻痺と 8 項目との相関は認められなかったが、機能障害と年齢、不適切な骨切りとは、それぞれ有意な相関関係が認められたと報告している。Brusati⁴¹⁾も、いわゆる不適切な骨切りが骨切り中の知覚神経麻痺の原因となると報告している。骨切りの際、分割面が下歯槽管と接していたならば、直接、下歯槽神経が損傷されることになり、これを避けるためには、CT または矢状断層 X 線規格写真にて精査を行い、分割面を皮質骨の範囲内でとどめる必要があるであろう。また、手術時の年齢が知

覚神経麻痺の発生率に関連性があることは、いくつかの報告で明らかにされており³⁶⁾⁴⁰⁾⁶²⁾⁷⁰⁾、特に40歳以上の症例では若年者と比較して覚神経麻痺の発生率が著しく高くなると報告されている³⁶⁾⁴⁰⁾。このことからMacIntosh⁴⁰⁾は、40歳以上の顎変形症の患者にはSSROを施行すべきではないとさえ報告している。当科で40歳以上で手術を施行した患者の年齢は45歳と47歳であったが、2名のみであったため、関連性の評価は不可能であった。

オトガイ領域の覚神経麻痺の推測される発生原因を検証して、神経障害を防止するための手術法の改良⁵⁷⁾⁷¹⁾や術前CTによる下顎管の精査⁴²⁾が有効であると報告されている。下顎管は下歯槽神経を囲む骨硬化部、即ち薄い骨板より形成されている⁷²⁾。この神経周囲の骨板が存在することより、骨切り、分割、固定などの手術操作による影響が直接、神経に及ぶのを保護している点で重要と考えられる。頰側皮質骨と下顎管周囲の骨板とに十分な距離があるならば、安全な骨切りが可能となり、その距離が短いものであれば、セメントスパチュラを併用した骨切り、分割法⁴¹⁾⁴³⁾を慎重に行うことにより、神経周囲の骨板が損傷することは極めて少ないと考えられる。しかし、鍛冶ら⁷³⁾が述べている両者の距離がない症例では必然的に分割後は下顎管の骨板を欠いた神経の露出した状態とならざるを得なくなると考えられる。神経露出による影響について松田⁷⁴⁾は動物実験において下歯槽神経を露出ただけでも、Seddonの分類⁶³⁾による一過性局在性伝導障害と軸索断裂の中間型損傷を引き起こすと述べている。さらに、術中に神経露出があった場合、浮腫や固定による圧迫などの影響を受け、覚神経麻痺の回復が遅れると考えられる。Yoshidaら⁴²⁾は知覚計を用いた圧力域の検査を施行し、重度な覚神経麻痺の91%は、術前CTにおいて下顎管の側壁から頰側皮質骨の中間までの距離を測定したところ、1.2 mm以下であったと報告している。Tamas³⁹⁾は、乾燥下顎骨を用い、単純X線により下顎管と下顎枝外側皮質骨との位置関係を調べているが、下顎管と下顎枝外側皮質骨との間に海綿骨を欠くものが19.51%認められ、下顎管と皮質骨間に海綿骨が認められなければ、覚神経麻痺の危険性があるため下顎枝矢状分割術を施行することは禁忌であるとさえ報告している。また下顎枝の厚径が大きい症例では、下顎管と外側皮質骨が接近していたものは6.09%であったのに対し、厚径が小さい症例ではその多くに下顎管と外側皮質骨が近接していたと報告している。このことから、下顎管が外側皮質骨に近接している症例の多くが下顎枝が薄い症例であることより、分割、骨切り手技が難しくなり、より覚神経麻痺が出現する確率が高くなると考えられる。また鍛冶ら⁷³⁾は、術前のCTを用い、下顎枝頰側皮質骨内側と下顎管周囲骨硬化部との間の接触状態により、両者が離れている遊離型、接触している接触型、頰側皮質骨に下顎管周囲骨硬化部が融合した融合型の3型に分類し覚神経麻痺との関連を検討している。その結果、術後1年の覚神経麻痺残存率を接触形態の型分類別にみると遊離型では19%に過ぎないが、接触型では64%、融合型症例では84%となったと報告している。また、1年以上覚神経麻痺残存症例については、融合型でより長期で程度も強く覚神経麻痺が残存している傾向がみられたと報告している。

しかし、以前に報告されている報告はいずれも術前CTを用いた研究であり、実際に術後CTを用い、骨切りした際の分割面から下顎管までの距離を計測し、それと術後のオトガイ部領

域の覚神経麻痺を的確に反映しているTSEPとの相関関係を調べた報告は著者の渉猟した限りにおいて認められていない。そこで、今回、術後1か月以内のCTを用い、下顎枝遠位骨片分割面から下顎管周囲骨硬化部内側までの距離NWを測定し、その最小値とTSEP波形測定可能時期との相関関係を分析した。解剖学的に下顎孔周囲では、下顎枝が薄くなっているため下顎管と頰側皮質骨は接近している場合が多いが、下顎枝を下方に行くに従い下顎管は徐々に頰側皮質骨から離開し、臼歯部よりオトガイ孔に至るまではほとんど舌側よりに位置すると言われている⁷¹⁾。このことから10スライスの範囲による検討で最も接近した位置での分割面から下顎管までの距離を評価できると考えた。

NWの最小値とTSEP波形測定可能時期との相関関係を調べた結果、NWの最小値が小さいほどTSEP波形測定可能時期が延長するという負の有意な相関関係 ($p < 0.005$) が得られた。このことより、実際に骨切りした際の分割面から下顎管までの距離が接近している場合、術後長期にわたる覚神経麻痺の発現する確率が高くなっていることが示唆された。

以上より、術後長期にわたる覚神経麻痺の発現を避けるために、術前CTにより下顎枝頰側皮質骨と下顎管との位置を精査し、手術方法を検討することは極めて重要であると考えられた。

覚神経麻痺の発現は下顎枝頰側皮質骨と下顎管との距離という解剖学的要因に大いに関係しており、SSROを施行する際は術者の経験と手技によるところが大きいと考えられる。よって、術前CTにより下顎枝頰側皮質骨と下顎管との位置を精査し、SSROの適応と考えられた症例においては、手術の際、下顎管内の神経束の走行を充分考慮し、損傷しないよう愛護的に分割操作を行うことは重要な点である。

結 論

当科外来において、顎変形症(下顎前突症、下顎非対称症、開咬症)と診断されSSROを施行された患者42名84側(男性9名、女性33名、16歳～47歳、平均年齢24.0±7.5歳)についてオトガイ領域の覚神経麻痺の自覚症状を問診し、また、術前、術後にTSEP測定を行い電気生理学的検討を行った。その中で術後にCT撮影を施行できた21名42側について下顎管周囲骨硬化部内側から下顎枝遠位骨片分割面までの距離を測定し、オトガイ領域の覚神経麻痺との関連性を検討した。また、その中で2点識別域検査を施行できた18名36側について生理学的検討を行った。さらに、その中で術中TSEPを施行できた10名20側について電気生理学的検討を行い、以下の結果を得た。

1. 改良したクリップ式刺激電極を用いることにより、再現性の良いTSEP波形が得られた。
2. TSEP波形測定可能時期と年齢、手術時間、出血量、左右一大臼歯部での後方移動量には有意な相関関係が認められなかった。
3. TSEP波形測定可能時期の方が、自覚症状による麻痺の回復時期より有意に早いということが認められた ($P < 0.0001$)。
4. TSEP波形測定可能時期、TPDの回復時期、自覚症状による麻痺の回復時期の3項目ともそれぞれ有意な相関関係 ($P < 0.0001$) にあった。
5. TSEP波形において、術後のオトガイ領域覚神経麻痺回復の過程では、覚神経麻痺回復の基準となる潜時とともに、

振幅、面積もその対象となりうる事が判明した。

6. 術中のTSEP波形において、潜時の延長は骨膜剥離後より認められ、骨分割直後、骨片固定後と徐々に潜時は延長した。

7. 術中のTSEP波形において、波形消失は骨分割直後に観察され、骨片固定後ではより顕著に観察された。

8. 術前、術中、術後のTSEP波形において、術後早期の潜時P1, N2の回復がみられたが、術前値と術後値に有意差が認められた ($p < 0.05$) ので、術前値より高値を示したままであった。

9. 下顎枝下部領域の下顎管周囲骨硬化部内側から下顎枝遠位骨片分割面までの距離とTSEP波形測定可能時期は負の有意な相関関係 ($P < 0.005$) が認められた。

以上より、TSEP波形はオトガイ領域の知覚神経麻痺症状をより客観的に反映しており、波形分析により詳細なオトガイ領域の知覚神経麻痺回復状況を把握する一手段として有益であることとSSRO施行によるオトガイ領域の知覚神経麻痺は骨膜剥離後より生じ、骨分割直後、骨片固定後と各段階ごとにも生じていることが示唆された。また、術前CTにより下顎管の精査を行い、手術方法を検討することはきわめて重要であることが示唆された。

本論文の要旨の一部は、第10回日本顎変形症学会総会(平成12年4月21日 大津)において発表した。

謝 辞

稿を終えるにあたり、御指導と御校閲を賜りました恩師金沢大学医学部歯科口腔外科学講座山本悦秀教授に深甚なる謝意を表します。また、終止直接の御指導を賜りました同講座の中川清昌助教授に心から感謝致します。さらに、本研究の遂行に際し多大な協力を頂きました上木耕一郎博士、島田真弓、丸川浩平、久藤徳倫の各院生を始め歯科口腔外科学講座の諸先生方に感謝いたします。また、三叉神経感覚誘発電位測定および解析、CT画像上での計測に関して、多大なる御協力を頂きました金沢大学医学部中央診療施設検査部大江宏康、南部裕子両技官、放射線部河原和博技官に深甚なる感謝の意を表します。

文 献

- 1) 和田 健. 顎変形症. 口腔外科学(宮崎 正, 松矢篤三, 白砂兼光編), 第2版, 62-67頁, 医歯薬出版, 東京, 2000
- 2) 古田治彦. 下顎前突症患者に対する下顎枝矢状分割術施行時の軟組織変化に関する臨床的研究. 九州歯会誌 50: 154-172, 1996
- 3) 高橋 克, 陳 亮宏, 宮木克明, 西田光男, 村上賢一郎, 兵行忠, 飯塚忠彦. 当科における過去13年間の顎変形症に対する外科的矯正術570例の臨床的検討. 日顎変形誌 1: 92-98, 1991
- 4) 武藤祐一, 大橋 靖, 鍛冶昌孝, 内山奈津子, 福田純一, 服部幸男, 島貫久美子, 河田 匠, 高木律男, 花田晃治. 最近10年間に施行した顎矯正手術223名(231例)の臨床統計的検討. 日顎変形誌 6: 115-121, 1996
- 5) 柚木大和, 中嶋正博, 林 秀一, 窪 寛仁, 大西祐一, 野坂康弘, 角熊雅彦, 森田章介, 覚道健治, 橋本 登, 川本達雄. 大阪歯科大学口腔外科学第2講座における11年間の顎矯正手術の臨床統計的観察. 日顎変形誌 9: 51-56, 1999
- 6) 飯塚忠彦. 下顎枝矢状分割法. 日口外誌 31: 1295-1298, 1985
- 7) White RP, Peters PB, Costich ER, Page HL. Evaluation of sagittal split-ramus osteotomy in 17 patients. J Oral Surg 27: 851-855, 1969
- 8) Wang JH, Waite DE. Evaluation of the surgical procedure of sagittal split osteotomy of the mandibular ramus. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 38: 167-180, 1974
- 9) Compbell RL, Shamaskin RG, Harkins SW. Assessment of recovery from injury to inferior alveolar and mental nerves. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 64: 519-526, 1987
- 10) Josephina GP, Ludwig ES, Floris C. Is short-term neurosensory testing after removal of mandibular third molars efficacious? Oral Surg Oral Med Oral Pathol 85: 366-370, 1998
- 11) Larsson LE, Prevec TS. Somato-sensory response to mechanical stimulation as recorded in the human EEG. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 28: 162-172, 1970
- 12) Soustiel JF, Hafner H, Chistyakov AV, Guilburd JN, Zaaroor M, Yussim E, Feinsod M. Monitoring of brain-stem trigeminal evoked potentials. Clinical application in posterior fossa surgery. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 88: 255-260, 1993
- 13) Godfrey RM, Mitchell KW. Somatosensory evoked potentials to electrical stimulation of the mental nerve. Br J Oral Maxillofac Surg 25: 300-307, 1987
- 14) Barker GR, Bennet AJ, Wastell DG. Applications of trigeminal somatosensory evoked potentials (TSEPs) in oral and maxillofacial surgery. Br J Oral Surg 25: 308-313, 1987
- 15) Fagade OO, Wastell DG. Trigeminal somatosensory evoked potentials: Technical paramiters, reliability and potential in clinical dentistry. J Dent 18: 137-141, 1990
- 16) Pogrel MA, Mouhabaty D, Dodson T, Rampil I, Grecco M. Trigeminal somatosensory evoked potentials: a normal value study. J Dent 20: 298-301, 1992
- 17) 藤原哲司. 三叉神経刺激による体性感覚誘発電位. (中西孝雄, 吉江信夫編). 臨床誘発電位診断学: 第1版, 216-234頁, 南江堂出版, 東京, 1989
- 18) Nakagawa K, Ueki K, Matsumoto N, Takatsuka S, Yamamoto E, Ooe H. The assessment of trigeminal sensory nerve paraesthesia after bilateral sagittal split osteotomy: modified somatosensory evoked potentials recording method. J Craniomaxillofac Surg 25: 97-101, 1997
- 19) Eisen A, Paty D, Purves S, Hoirsch M. Occult fifth nerve dysfunction in multiple sclerosis. Can J Neurol Sci 8: 221-225, 1981
- 20) Buettner UW, Petruich F, Scheglmann K, Stöhr M. Diagnostic significance of cortical somatosensory evoked potentials following trigeminal nerve stimulation. In Courjon J, Mauguere F, Revol M, Clinical applications of evoked potentials in neurology, 32nd ed, p339-345, Raven Press, New York, 1982
- 21) Bennett MH, Jannetta PJ. Evoked potentials in trigeminal neuralgia. Neurosurgery 13: 242-247, 1983
- 22) Bennett AJ, Wastell DG, Barker GR, Blackburn CW, Rood JP. Trigeminal somatosensory evoked potentials. A review of the literature as applicable to oral dysaesthesias. Int J Oral Maxillofac Surg 16: 408-415, 1987
- 23) Jones DL, Wolford LM, Hartog JM. Comparison of

- methods to assess neurosensory alterations following orthognathic surgery. *Int J Adult Orthod Orthognathic Surg* 5: 35-42, 1990
- 24) Vriens JPM, Pasman JW. Assessment of trigeminal nerve function by means of short-latency somatosensory evoked potentials after microneurosurgical repair. *J Craniomaxillofac Surg* 22: 156-162, 1994
- 25) Stöhr M, Petruch F, Scheglmann K. Somatosensory evoked potentials following trigeminal nerve stimulation in trigeminal neuralgia. *Ann Neurol* 9: 63-66, 1981
- 26) Barker GR, Bennett AJ, Wastell DG. Normative studies of the TSEP. The basis of an objective sensory testing procedure in oral and maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 16: 586-592, 1987
- 27) Narita Y, Nagai M, Kuzuhara S. Trigeminal somatosensory evoked potentials before, during and after an inferior alveolar nerve block in normal subjects. *Psychiatry Clin Neurosci* 51: 241-247, 1997
- 28) Dal Pont G. Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg* 19: 42-47, 1961
- 29) Ghali GE, Epker BN. Clinical neurosensory testing: Practical applications. *J Oral Maxillofac Surg* 47: 1074-1078, 1989
- 30) 岡 信男, 末吉貫爾, 牡野博安. 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
- 31) 結城由夫, 上木耕一郎, 中川清昌, 高桜大輔, 山本悦秀. 当科における顎矯正手術の臨床統計的検討. *日口診誌* 12: 33-37, 1999
- 32) 福田廣志, 橋本賢二, 式守道夫, 上田吉生, 松下文彦, 山口万枝. 日本における下顎に対する顎変形症手術の実態調査, 1. 手術術式, 骨片固定法および顎間固定について. *日顎変形誌* 5: 76-83, 1995
- 33) Trauner R, Austria G, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 10: 677-689, 1957
- 34) Obwegeser H. The indications for surgical correction of mandibular deformity by sagittal splitting technique. *Br J Oral Surg* 1: 157-171, 1964
- 35) Paulus GW, Steinhauser EW. A comparative study of wire osteosynthesis versus bone screw in the treatment of mandibular prognathism. *Oral Surg* 54: 2-6, 1982
- 36) Nishioka GJ, Zysset M, Sickels JV. Neurosensory disturbance with rigid fixation of the bilateral sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 45: 20-26, 1987
- 37) 中川清昌, 松本成雄, 上木耕一郎, 山本悦秀. 下顎枝矢状分割術の術式および術中・術後管理の改良による術後継発症の検討. *日顎変形誌* 4: 108-114, 1994
- 38) 小林明子. 顔面皮膚感覚に及ぼす顎矯正手術の影響—新検査法による解析—. *口病誌* 63: 131-152, 1996
- 39) Tamas F. Position of the mandibular canal. *Int. J Oral Maxillofac Surg* 16: 65-69, 1987
- 40) MacIntosh, RB. Experience with the sagittal osteotomy of the mandibular ramus: a 13-year review. *J Maxillofac Surg* 8: 151-165, 1981
- 41) Brusati R, Fiamminghi L, Sesenna E, Gazzotti A. Functional disturbances of the inferior alveolar nerve after sagittal splittal osteotomy of the mandibular ramus: operating technique for prevention. *J Maxillofac Surg* 9: 123-125, 1981
- 42) Yoshida T, Nagamine T, Kobayashi T, Michimi N, Nakajima T, Sasakura H, Hanada K. Impairment of the inferior alveolar nerve after sagittal split osteotomy. *J Craniomaxillofac Surg* 17: 271-278, 1989
- 43) Fiamminghi L, Aversa C. Lesions of the Inferior alveolar nerve in sagittal osteotomy of the ramus -Experimental-study. *J Maxillofac Surg* 7: 125-128, 1979
- 44) Kountouris D, Fritze J, Blümm W, Greulich W, Gehlen W. Blink reflex and trigeminal nerve somatosensory evoked potentials: essentials in vascular brainstem diseases. *Monogr Neural Sci* 11: 222-228, 1984
- 45) Badr GG, Hanner P, Edström S. Cortical evoked potentials in response to trigeminal nerve stimulation in humans. *Clin Electroencephalogr* 14: 61-66, 1983
- 46) 山本長三郎, 岩間吉也. 標準生理学 I, 改訂第3版, 204-206頁, 金原出版, 東京, 1997
- 47) Karas ND, Boyd SB, Sinn DP. Recovery of neurosensory function following orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 48: 123-134, 1990
- 48) Ylikontiola L, Kinnunen J, Oikarinen K. Comparison of different tests assessing neurosensory disturbances after bilateral sagittal split osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 27: 417-421, 1998
- 49) 佐々木研一, 正木日立, 三宅 晋, 山 満, 亀田恭子, 久木元義昭, 山口雅康, 柿沢 卓, 野間弘康. 下顎骨変形症手術後における下歯槽神経麻痺の回復過程に関する臨床的研究. *日口外誌* 32: 1139-1149, 1986
- 50) Robinson PP. Observations on the recovery of sensation following inferior alveolar nerve injuries. *Br J Oral Maxillofac Surg* 26: 177-189, 1988
- 51) Robinson PP, Smith KG, Johnson FP, Coppins DA. Equipment and methods for simple sensory testing. *Br J Oral Maxillofac Surg* 30: 387-389, 1992
- 52) Matsumiya Y, Mostofsky DI. Somatosensory evoked response elicited by corneal and nostril air puff stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 33: 225-227, 1972
- 53) Stöhr M, Petruch F. Somatosensory evoked potentials following stimulation of the trigeminal nerve in man. *J Neurol* 220: 95-98, 1979
- 54) Findler G, Feinsod M. Sensory evoked response to electrical stimulation of the trigeminal nerve in humans. *J Neurosurg* 56: 545-549, 1982
- 55) 白井康之, 石山陽事, 中西成元, 関要次郎, 相羽 正. 三叉神経刺激による体性感覚誘発電位の検査法の検討. *臨床脳波* 28: 554-560, 1986
- 56) 関要次郎, 相羽 正, 白井康之, 石山陽事. 三叉神経刺激による体性感覚誘発電位 (TSEP) について—その1: 記録法ならびに正常波形—. *脳神経* 39: 105-112, 1987
- 57) Martis CS. Complications after mandibular sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 42: 101-107, 1984

- 58) Broadbent TR, Woolf RM. Our experience with sagittal split osteotomy for retrognathia. *Plast Reconstr Surg* 60: 860-867, 1977
- 59) 三村 保, 大枝直樹, 他. 下顎骨における骨接合ねじによる固定法について. *日口外誌* 28: 849-857, 1982
- 60) Takeuchi T, Furusawa K, Hirose I. Mechanism of transient mental nerve paraesthesia in sagittal split mandibular ramus ostotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 32: 105-108, 1994
- 61) Frehofer HPM, Petresevic D. Late results after advancing the mandible the mandible by sagittal splitting of the rami. *J Maxillofac Surg* 3: 250-257, 1975
- 62) Westermarck A, Bystedt H, von Konow L. Inferior alveolar nerve function after sagittal split osteotomy of the mandible: correlation with degree of intraoperative nerve encounter and other variables in 496 operations. *Br J Oral Maxillofac Surg* 36: 429-433, 1998
- 63) Seddon HJ. Three types of nerve Injury. *Brain* 66: 237-288, 1943
- 64) Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain* 74: 491-516, 1951
- 65) Coderre TJ, Katz J, Vaccarino AL, Melzack R. Contribution of central neuroplasticity to pathological pain: review of clinical and experimental evidence. *Pain* 52: 259-285, 1993
- 66) Mcquay HJ, Carroll D, Jadad AR, Glynn CJ, Jack T, Morre RA, Wiffen PJ. Dextromethorphan for the treatment of neuropathic pain: a double-blind randomised controlled crossover trial with integral n-of-1 design. *Pain* 59: 127-133, 1994
- 67) Pratt CA, Tippett H, Barnard JDW, Birnie DJ. Labial sensory function following sagittal split osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 34: 75-81, 1996
- 68) 青木伸二郎, 堀本 進, 齊藤友克, 水木伸之, 藤田浄秀. 下顎枝矢状分割術による神経障害の予防に関する臨床的研究 第1報: 術中の三叉神経感覚誘発電位測定. *口科誌* 47: 397-402, 1998
- 69) Jones DL, Wolford LM. Intraoperative recording of trigeminal evoked potentials during orthognatic surgery. *Int J Adult Orthod Orthognathic Surg* 5: 167-174, 1990
- 70) August M, Marchena J, Donady J, Kaban L. Neurosensory deficit and functional impairment after sagittal ramus osteotomy: a long-term follow-up study. *J Oral Maxillofac Surg* 56: 1231-1235, 1998
- 71) Epker BN. Modification in the sagittal osteotomy of the mandibule. *J Oral Surg* 35: 157-159, 1977
- 72) Gowgiel JM. The Position and course of the mandibular canal. *J Oral Implantol* 18: 383-385, 1992
- 73) 鍛冶昌孝, 大橋 靖, 武藤祐一. 下顎枝矢状分割術後の長期下唇知覚麻痺に関する研究—第2報: CTによる下顎管の位置の検討—. *新潟歯学会誌* 28: 7-13, 1998
- 74) 松田康男. 下歯槽神経活動電位に対する神経損傷の影響 第1編 家兎に於ける実験的研究. *歯科学報* 80: 1267-1281, 1980

Clinical Study on Factors affecting Trigeminal Sensory Nerve Hypoesthesia After Sagittal Splitting Ramus Osteotomy Daisuke Takazakura, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Graduate School of Medical Science, Kanazawa University, Kanazawa 920-8640 — J. Juzen Med Soc., **110**, 210 — 226 (2001)

Key words sagittal split ramus osteotomy, trigeminal sensory nerve hypoesthesia, trigeminal somatosensory evoked potential, two-point discrimination, computed tomography

Abstract

Sagittal split ramus osteotomy (SSRO) is a procedure frequently applied in orthognathic surgery. Trigeminal sensory nerve hypoesthesia is one of the complications of SSRO. We performed a clinical study to identify the causal factors, methods of assessment, recovery periods, and methods of prevention of trigeminal sensory nerve hypoesthesia. Medical examination by interview was performed regarding the existence of hypoesthesia as a subjective symptoms, and the trigeminal somatosensory evoked potentials (TSEPs) on both sides were measured before and after SSRO in 42 patients. An electrophysiological study was performed as follows: For 18 of these patients, two-point discrimination (TPD) tests were used to determine the period taken to recover from hypoesthesia (recovery periods of TPD). I also compared the measurable period of TSEP wave, recovery period of TPD and recovery period of subjective symptom. For ten of these patients, TSEPs were also recorded during surgery, and these patients were subjected to an additional electrophysiological study. For the 21 patients on whom I was able to conduct CT scans, the distance between the lateral wall of the mandibular canal and the split surface of the distal segment of the ramus mandible was determined on each side. The correlation between this measurement (the narrowest width) and the degree of trigeminal sensory nerve hypoesthesia was analyzed. The measurable period of TSEP wave was significantly faster ($P < 0.0001$) than the recovery period of subjective symptom. Significant differences were found between the preoperative and postoperative latency of the N1, P1, N2, P2 values (a prolongation in the latency of the N1, P1, N2, P2 values), the amplitude of P1-N2, N2-P2 values (a decrease in the amplitude of P1-N2, N2-P2 values), and the area of P1-P2 values (a decrease in the area of P1-P2 values) ($P < 0.005$). When the TSEPs taken during surgery were analyzed, the latency prolongation began to appear after dissection of the medial periosteal dissection, and became further prolonged immediately after the bone split and again after the bone fixation. A significant negative correlation was found between the narrowest width and the measurable period of TSEP wave ($P < 0.005$). These results suggest that trigeminal sensory nerve hypoesthesia associated with SSRO occurs cumulatively with each intraoperative steps (after the medial periosteal dissection, after the bone split and after the bone fixation). We conclude that the trigeminal sensory nerve hypoesthesia is strongly associated with the positioning of the mandibular canal and the surgical method used.