原	著
---	---

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——

小 林 明 子

東京医科歯科大学歯学部口腔外科学第1講座（主任・指導：天竺光雄教授）

（1995年12月8日 受付）

Influences of Orthognathic Surgery to Facial Skin Sensation

——An Analysis with a New Testing Method——

Akiko Kobayashi

The First Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry,
Tokyo Medical and Dental University (Chief and Director: Prof. Teruo Amagasa)

This study introduces an original testing method on facial skin sensation and describes the results obtained by its application to patients after orthognathic surgery.

The alterations of skin sensation in lower lip and chin area were examined in 135 patients who had undergone orthognathic surgery, by application of electrical stimulation through an original pencil shaped probe. Detection threshold of the same area before surgery were used as control, and the location and size of the area with thresholds higher than control levels were measured. The control thresholds ranged from 0.13 mA to 0.21 mA.

The higher threshold area was found in 86.3% of all the patients in 1 month after surgery, in 27.7% after 1 year. The threshold levels declined with the time, and in none of the patients the threshold level was higher than 1.0 mA more than 2 years after surgery. The patients whose threshold level was more than 1.0 mA in 1 month postoperatively showed a tendency to have the area with a threshold higher than the control level even 1 year later ($p < 0.0001$). The threshold of the younger patients tended to improve smoothly than the older. In addition, the patients with a shorter set-back or advance distance had a slighter sensory disturbance and recovered more smoothly than those with a longer distance.

I. 緒 言

下顎枝矢状分割法をはじめとした顎矯正手術後、下唇・オトガイ部に感覚の変化がみられることがあり¹⁻⁸⁾、時にこれが長期にわたって患者の不快症状の訴えとなることがある¹⁾。特に下顎枝矢状分割法においてはいかなる報告においてもかな

らず半数以上の症例において術後に感覚の変化が生じており¹⁻¹⁸⁾、MacIntosh²⁾がその報告のなかで「下顎枝矢状分割法の特徴は術後の感覚異常である」と述べているほどである。これは下唇、オトガイ部を支配する主な知覚神経の中樞側である下歯槽神経およびその諸枝に侵襲が加えられるためであり、その防止策については種々論じられてい

るものの、未だ解決策がないのが現状である。さらにこの感覚の変化を評価するうえでは患者の年齢、表皮の状態、患部の血液循環、個人の集中力・注意力・記憶・経験などが感覚閾値に影響を及ぼすため、客観的・定量的な評価はかならずしも容易ではないとされている¹⁸⁾。これまでの報告ではこうした評価を主に定性的に行っており^{5~7,14,15)}、閾値の定量化を図った少数の報告^{4,11)}においてもさらにその領域を定量化したうえで比較検討を行った報告はみられていない。著者は各種の感覚検査法を比較検討したうえで、客観的かつ定量的に測定することのできる電気刺激による皮膚感覚検査法を用い、下顎枝切離による咬合改善手術症例の閾値およびその領域を定量化することによって感覚変化の実態を明瞭に把握することができるとは思わなかった。そこで検査時間が短時間で刺激部位が点状に明示でき、被験者の反応も明確な顔面皮膚感覚検査装置を考案試作し、術前後経時的に患者の下唇・オトガイ部の検知閾値を測定し、感覚異常の程度およびその領域の面積を測定した。さらに本検査法に基づいて感覚異常の定量化を行ったうえで感覚の回復について検討し、術前の所見、手術方法、固定法などとの関連について検討した。

II. 対 象

1. 予備的測定

1) 各種皮膚感覚検査法の比較

電気刺激による顔面皮膚感覚検査装置による検査法を含む各種皮膚感覚検査法を比較するため下顎枝矢状分割法術後症例 10 名（男 5 名，女 5 名，年齢 20～29 歳）を対象とした。

2) 顔面皮膚感覚検査装置による検知閾値の測定精度

測定機器の閾値の精度および再現性を検討するために、健常群 10 名（男 5 名，女 5 名，年齢 24～27 歳）と下顎枝矢状分割法術後症例群 10 名（男 4 名，女 6 名，20～34 歳）を対象とした。

3) 顔面皮膚感覚検査装置による検知閾値上昇領域の再現性

複数回の測定による閾値上昇領域およびその広さの再現性を検討するために下顎枝矢状分割法術後症例 6 名（男 3 名，女 3 名，21～27 歳）を対象とした。

4) 顔面皮膚感覚検査装置による検知閾値測定結果と被験者の自覚との関連

検知閾値測定結果と被験者の自覚との関連性を調査するため、下顎枝矢状分割法術後症例 20 名（男 11 名，女 9 名，年齢 20～34 歳）を対象とした。

2. 顎変形症手術症例

東京医科歯科大学歯学部第 1 口腔外科（以下当科と略す）にて下顎前突症および顎顔面非対称の骨格性顎変形症の診断に基づき咬合改善術を行った 135 名（男性 51 名，女性 84 名，年齢 17～36 歳）を対象とした。内訳は両側下顎枝矢状分割法単独 120 名（男 46 名，女 74 名），両側下顎枝矢状分割法および上顎 Le Fort I 型骨切り術併用 10 名（男 2 名，女 8 名），片側下顎枝矢状分割法および反対側下顎枝垂直骨切り術 5 名（男 3 名，女 2 名）である（表 1）。平均年齢は両側下顎枝矢状分割法（Le Fort I 型骨切り術を含む）では 22.5 歳，下顎枝矢状分割法・下顎枝垂直骨切り術併用症例では 22.2 歳で，全体の 80% が 25 歳以下であった（表 2）。下顎骨の固定法は金属線による固定（骨周囲結紮）92 名，スクリュー固定 43 名であった。なお Le Fort I 型骨切り術併用症例および下顎枝垂直骨切り術併用症例の下顎枝矢状分割術側の骨片固定はすべて骨周囲結紮を行っている（表 3）。

表 1 対象症例：術式別

	両側下顎枝矢状分割術	下顎枝矢状分割術 片側下顎枝垂直骨 切り術	計
男	48 (2)	3	51
女	82 (8)	2	84
計	130 (10)	5	135

() : Le Fort I 型骨切り術併用例数

表2 対象症例：年齢分布

	17～20	21～25	26～30	31～36	計
両側下顎枝矢状分割術	43 (6)	60 (4)	22	5	130 (10)
下顎枝矢状分割術・下顎枝垂直骨切り術	1	4	0	0	5
計	44 (6)	64 (4)	22	5	135 (10)

() : Le Fort I型骨切り術併用例数

表3 対象症例：骨片固定法

	両側下顎枝矢状分割術	下顎枝矢状分割術 下顎枝垂直骨切り術	計
金属線による骨周囲結紮	87 (10)	5*	92 (10)
スクリュー固定	43	0	43
計	130 (10)	5	135 (10)

() : Le Fort I型骨切り術併用例数

* : 下顎枝矢状分割術側の骨片固定

図1 電気刺激装置

図2 電気刺激装置に接続したペンシル型プローブ

III. 方 法

1. 測定機器および測定法

皮膚の感覚を評価するために顔面皮膚感覚検査装置を考案した。刺激装置の本体としては電気刺激装置（日本光電社製 SEM 4201）を用いた（図1）。この装置に著者が考案試作したペンシル型プローブ（先端の直径が3 mm）を接続し（図2, 3），frequency 5 Hz, duration 1.0 ms の反復シングル

図3 プローブ先端。先端より見た形態。中心電極と外側電極の間には絶縁体が埋め込まれている

パルスで、0 mA (通電なし) から 0.1 mA 単位で電流値を変化させ被験部を刺激した。プローブ先端は同心状の電極間を絶縁体で固定し外側電極を＋，中心側電極を－とした。またプローブを皮膚へ接触させたときに両極が同時に接触するように，中心側電極をわずかに外側電極より突出させた (図 4)。被験者の下唇・オトガイ部皮膚を消毒用エタノールあるいはヒビテンアルコールにて清拭し，およそ 10 分後に検査を開始した。被検者を閉眼させ，通電の有無を知らせずに，プローブを皮膚面へ 1 秒間接触させて刺激し，被験者が通電感を明らかに訴えた最小値を患部の閾値とした。

顎変形症手術症例では術前を当患者のコントロールとし，術後 1, 3, 6 ヶ月，1 年，1 年 1 ヶ月以降 2 年以内 (以下 1～2 年とする)，2 年 1 ヶ月以降 (以下 2 年以降とする) を検査時期とした。なお 2 年 1 ヶ月以降では最長 3 年 5 ヶ月のものを含む。同時に皮膚ペン先端を用いての触診による領域の測定および問診による患者の自覚症状の聴取を行い，本検査の結果と比較検討した。検定法はウィルコクソン，クラスカルワリスで有意水準は 0.05 にて行った。図 5 a～d は実際の症例の術後の検知閾値の変化を測定，図示したものである。術後 2 週 (図 5 a)，1 ヶ月 (図 5 b)，6 ヶ月 (図 5 c)，

10 ヶ月 (図 5 d) と経時的に右側から回復していくのが観察される。術後 6 ヶ月には閾値が 1.0 mA より高い領域およびペン先での触診が認知できない領域 (触診 [－] 領域) は消失したが，術後 10 ヶ月でも術前の閾値に回復せず，被験者の主観的感覚の異常感も閾値の上昇した部位に一致していた。

2. 各種皮膚感覚閾値検査法の比較

これまでに行われてきた様々な感覚検査法と本検査法とを術後症例群 10 名について行い，検査法による精度，操作性，耐久性の違いを検討した。

①ディバイダーによる 2 点識別能，②ペン先による触診，③筆先による擦過診，④パルパー ($C_3H_8 \cdot C_4H_{10}$) による冷覚診，⑤ Semmes-Weinstein Monofilament Tester (SW 知覚テスター EP-107) による圧感受能，⑥被験者の自覚，および⑦本検査法を行った。ペン先による触診および筆先による擦過診は被験者閉眼のうえ，実際には触れない行為を無作為に加えながら，“触れているかどうか”が判らない部位を描出した。冷覚診は直径約 2 mm の小綿球にパルパーを噴霧し“冷たいこと”が判らない部位を描出した。2 点識別能は皮膚が阻血されない程度の圧でディバイダー先端を近遠心的に左右別に測定した。1 点刺激と 2 点刺激を 3 回行い，3 回とも 2 点と明らかに認めた場合の 2 点間の距離を測定値とした。SW テスターは最低値フィラメント No. 1.65 から刺激しはじめ，両頬部外側からオトガイ正中に向かってフィラメント No. 4.31 までは 3 回，フィラメント No. 4.56 以上は 1 回刺激とした。刺激のパターンを一定にしないようにするため，左右側の刺激を無作為に交えながら皮膚ペンにてマーキングした。さらに前述の方法にて本検査法による閾値の測定を行った。最後に被験者自身で自覚症状のある部位を描いてもらった。2 点識別能においては各人のオトガイ部での識別距離を示した。ペン先による触診，ふで先による擦過診，パルパーによる冷覚診，被験者の自覚については領域の描出が可能であったのでこれをトレースし，面積を測定した。SW テスターにおける数値はフィラメント

図 4 プローブ先端。側方よりみた形態。両極の同時接触を考慮し，中心電極を外側電極よりわずかに突出させた

図5 a~d 26歳, 男性。両側下顎枝矢状分割術後の下唇・オトガイ部皮膚の検知閾値図および面積。下顎骨の後方移動量は右側12 mm, 左側9 mm。図中の数字は領域内の閾値で単位はmA。"1.0 ↑"は「1.0 mAより高い」の意。斜線はペン先による触診で触れられていることがわからなかった部位

図5 a 術後2週の閾値図。閾値上昇領域: 29.0 cm², 閾値が1.0 mAより高い領域: 12.4 cm², 触診[-]の領域: 8.8 cm²

図5 b 術後1ヵ月の閾値図。閾値上昇領域: 33.6 cm², 閾値が1.0 mAより高い領域: 16.3 cm², 触診[-]の領域: 4.8 cm²

図5 c 術後6ヵ月の閾値図。閾値上昇領域: 11.5 cm², 閾値が1.0 mAより高い領域: 0 cm², 触診[-]の領域: 0 cm²

図5 d 術後10ヵ月の閾値図。閾値上昇領域: 7.2 cm², 閾値が1.0 mAより高い領域: 0 cm², 触診[-]の領域: 0 cm²

のマーキング・ナンバーを表し, 各々の領域を描出し, その面積を測定した。各検査法における領域のトレースはその都度行った。

3. 顔面皮膚感覚検査装置による検知閾値測定精度
プローブを皮膚の同一部位に接触させ通電した場合の閾値にばらつきがみられるかどうかを健常群および術後症例群において調査した。健常群では左側口角下方約1.5 cmの皮膚1点を0 mAから0.1 mA間隔で電流値を上昇させながら刺激していき, 被験者が通電感を訴えた値を閾値とした。

各刺激の間隔は5秒以上とし, 術後対象症例群については部位を特定せず, 各々の検知閾値領域内での1点を同条件にて刺激した。

4. 顔面皮膚感覚検査装置による検知閾値上昇領域の再現性

複数回の測定により, 閾値上昇領域およびその広さに違いがみられるかどうかを術後症例群について調査した。1回目を測定し, 1日あけて2回目の測定を行った。測定はプローブの皮膚面への接触を患部外側から正中側へと3~5 mm間隔で進

めていき、被験者にはその通電の有無を知らせずに通電時と非通電時との被験者の感覚を問診し、違いが明らかであった最低電流値をその部位の閾値とし、下唇・オトガイ部の閾値図を作成した。刺激は被験者が予想できないように下唇・オトガイ部の左右側を無作為に皮膚ペンにてマーキングしながら行い、通電の有無も無作為に行った。さらにこれを透明のセロファン紙にトレースし、術前の患部より閾値の上昇している領域の面積（以下閾値上昇領域とする）をマイタブレット応用プログラム AREA (GRAPHTECH 研究所製) にて計測した。検査は静かな比較的湿度の一定な室内で同一検者が行い、術前の患部の閾値をコントロールとした。また 1.0 mA にて反応のみられなかった領域はさらに電流値を上昇させても反応がみられなかったため、1.0 mA を上限とした。

5. 顔面皮膚感覚検査装置による検知閾値測定結果と被験者の自覚との関連

術後症例群 20 名において、まず本検査法による検査結果を被験者の皮膚面からトレースしたのうち、皮膚を清浄にしたうえで被験者に結果を知らせずに“患者自身の感覚が正常と異なる部位”を自らオトガイ部に描いてもらった。実際には患者自身に鏡を持たせ、感覚の異常な部位を皮膚ペンにて描かせ、これをもとに著者がトレースし、前者と比較した。

IV. 結 果

1. 各種皮膚感覚検査法の比較

顔面皮膚感覚検査法（以下本検査法とする）と他の 5 検査法による結果とを被験者自身による自覚と併せて検討した（表 4）。

SW テスターの測定結果においてフィラメント No. 6.65 [ー] は 6.65 フィラメントによる圧を感じできなかった領域（完全な知覚脱失と規定されている）を表す。

各検査法を比較すると、2 点識別法では領域としての描出ができず、知覚異常の著しい症例や知覚麻痺の高度な症例（症例 1, 3, 6, 9）ではオトガイ部を挟んだ両口角間の距離となってしまう、

知覚異常が軽度になってはじめて該当領域の測定が可能となった。触診、擦過診、冷覚診は被験者の応答も明確で領域の描出は容易であった。

触診、擦過診、冷覚診の各刺激を認知できなかった領域は、表 4 症例 2～5, 8～10 において同領域となり、症例 1 で冷覚診の面積が最大でついで擦過診、触診の順であり、症例 6, 7 では冷覚診、ついで擦過診と触診が同領域の順の広さとなった。したがって冷覚が他 2 刺激より判別しにくい傾向がみられた。しかしこれら 3 診断法は単独で異常の程度を定量的に測定することができなかった。SW テスターはフィラメントナンバーを変えることにより段階的に測定できることからおおむね客観的といえるが、フィラメントをもち替える煩雑さが残る。顔面皮膚感覚検査装置は閾値電流値を連続的に変化させることができ、客観的定量的な測定が可能である。両法による閾値の上昇した領域面積および閾値の感度を比較してみるとほぼ同等と判断されたものが 10 例中 5 例、本検査法のほうが優れていたとされるものが 4 例、SW テスターが優れていたと思われるものは 1 例であり、この結果から本検査法が最も優れており、より高感度に感覚神経あるいは神経終末器官の障害を反映できるものと判断された。

2. 顔面皮膚感覚検査装置による検知閾値の測定精度

健常群、術後対象症例群における検査結果をそれぞれ表 5, 6 に示す。健常群では 0.2 mA を中心に 0.1～0.3 mA までみられたが、多くは 0.2 mA であった。閾値となった最小電流値は全例 0.1 mA で最大値は 0.2 mA が 6 例 0.3 mA が 4 例であった。各人の平均値（標準偏差）は 0.13 mA (0.04)～0.21 mA (0.05)、全平均値（標準偏差）は 0.17 mA (0.05) で大きな変動はなく、標準誤差も 0.20～0.38 とやや値は大きいものの変動は少なかった。また男女間に明らかな差はみられなかった。術後対象症例では症例 No. 7 においては電流値を 1.5 mA まで上昇させても反応がみられず、この計測時における上限として 1.0 mA < (1.0 mA より高い閾値) とした。他 9 例は 1.0 mA 以下

表 4 各種皮膚感覚検査法による比較

No.	性	年齢	2点識別能 (mm)	触診 (cm ²)	擦過診 (cm ²)	冷覚診 (cm ²)	SWテスター (フィラメントNo.; cm ²)	顔面皮膚感覚検査法 (mA; cm ²)	自覚 (cm ²)
1	男	22	60	20.4	23.0	32.8	6.65[-]; 23.0* ¹ 6.65 ; 8.0 計 ; 31.0 2.83(コントロール) 3.84 ; 13.7	1.0<; 30.3* ² 0.4 ; 5.0 計 ; 35.3 0.2(コントロール) 1.0<; 11.7 1.0 ; 2.0	29.8
2	男	20	32	0	0	0	計 ; 13.7 2.83(コントロール)	計 ; 13.7 0.2(コントロール)	18.8
3	男	25	65	29.6	29.6	29.6	6.65[-]; 35.2 計 ; 35.2 2.83(コントロール)	1.0<; 34.1 1.0 ; 2.6 0.3 ; 3.5 計 ; 40.2 0.2(コントロール)	40.9
4	男	21	20	0	0	0	4.31 ; 19.8 3.61 ; 2.7 計 ; 22.5 1.65(コントロール) 6.65[-]; 17.7	0.5 ; 21.5 計 ; 21.5 0.2(コントロール)	17.7
5	男	20	10	17.7	17.7	17.7	計 ; 17.7 1.65~2.83 (コントロール)	0.2~ 0.4 ; 8.3 1.0<; 17.7 計 ; 26.0 0.2(コントロール)	16.0
6	女	27	46	19.6	19.6	24.7	6.65[-]; 19.6 4.56 ; 5.1 計 ; 24.7 1.65(コントロール) 6.65[-]; 1.7 4.56 ; 14.7	1.0<; 22.7 0.4 ; 2.1 計 ; 24.8 0.1(コントロール) 1.0<; 8.9 0.3 ; 7.3	25.8
7	女	29	7	0	0	8.9	計 ; 16.4 1.65(コントロール) 3.84 ; 5.4 計 ; 5.4 2.83(コントロール) 6.65[-]; 31.0	計 ; 16.2 0.2(コントロール) 0.3 ; 1.0 計 ; 31.0 0.2(コントロール) 1.0<; 31.0	14.4
8	女	22	15	0	0	0	計 ; 31.0 1.65(コントロール) 4.31~ 5.07 ; 15.8 計 ; 15.8 1.65(コントロール)	0.3 ; 1.0 0.2(コントロール) 1.0<; 10.8 0.3 ; 3.1 計 ; 13.9 0.2(コントロール)	3.4
9	女	24	60	31.0	31.0	31.0			28.5
10	女	21	30	0	0	0			9.3

SWテスターにおけるコントロールはフィラメントナンバーを、本検査法におけるコントロールは電流値を表す。2点識別能における数値は識別できる2点間の距離。触診、擦過診、冷覚診における数値は識別できなかった領域面積を表す。SWテスターおよび顔面皮膚感覚検査法では閾値上昇領域の面積を示す。自覚における数値は患者自身が感覚異常領域として描いた部位の面積を表す。

*¹6.65[-]; 23.0はフィラメントナンバー6.65による触診で認識できなかった領域が23.0 cm²であることを示す。また6.65; 8.0は6.65のフィラメントによる触診では認識できたが6.65未満では認識できなかった領域が8.0 cm²であることを示す。計; 31.0はコントロールフィラメント2.83で認識できなかった領域が31.0 cm²であることを示す。

*²1.0<; 30.3は閾値が1.0 mAより高い領域が30.3 cm²であることを示す。0.4; 5.0は閾値が0.4 mAの領域が5.0 cm²であることを示す。計; 35.3は35.3 cm²がコントロール値0.2 mAより検知閾値が高い領域であることを示す。

表 5 対象症例（健常群）

単位 mA

No.	性	年齢	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	平均値	標本標準偏差	標本標準誤差率*
1	女	25	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.18	0.04	0.22
2	女	27	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.20	0.04	0.20
3	女	27	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.21	0.05	0.24
4	女	25	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.13	0.05	0.38
5	女	24	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.16	0.05	0.31
6	男	25	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.14	0.05	0.35
7	男	25	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.13	0.05	0.38
8	男	24	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.15	0.05	0.33
9	男	25	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.20	0.04	0.20
10	男	26	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.20	0.04	0.20

*標本標準誤差率＝標本標準偏差／平均値

表 6 対象症例（術後症例群）

単位 mA

No.	性	年齢	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	平均値	標本標準偏差	標本標準誤差率*
1	女	20	0.5	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.7	0.59	0.13	0.22
2	女	29	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.6	0.71	0.07	0.10
3	女	21	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.6	0.7	0.5	0.55	0.08	0.15
4	女	27	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.32	0.06	0.19
5	女	29	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.30	0.00	0.00
6	女	21	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.30	0.04	0.13
7	男	26	1.0<	1.0<	1.0<	1.0<	1.0<	1.0<	1.0<	1.0<	1.0<	1.0<	1.0<	—	—
8	男	34	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.50	0.06	0.12
9	男	20	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.28	0.04	0.14
10	男	21	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6	0.4	0.48	0.06	0.13

*標本標準誤差率＝標本標準偏差／平均値

での測定が可能であった。1～10回の測定で症例5, 7では変動がなく、最も変動が大きかったのは症例1で平均値から0.21 mA 変動範囲, 標準誤差は0.22であった。以上より本測定精度は優れており、測定値のばらつきも少なかった。

3. 顔面皮膚感覚検査装置による検知閾値上昇領域の再現性

検査対象となった6例全例において電流値1.0 mAにて反応のなかった領域は1.5 mAまで上昇させても反応がなかったため、ここでも1.0 mAを上限とした。検知閾値がコントロールより高い

領域と、1.0 mAより高い領域との両者について面積を測定した。翌日2回目の測定を行った。その結果を表7, 図6に示す。

$$\text{差指数(\%)} = \frac{|1 \text{ 回目測定値} - 2 \text{ 回目測定値}|}{1 \text{ 回目測定値} + 2 \text{ 回目測定値} / 2} \times 100$$

2回の測定値の差はコントロールより閾値の上昇した全領域において0.2～4.0 cm²、閾値が1.0 mAより高い領域において0.1～4.5 cm²であった。またそれぞれの差指数は0.6～18.2%, 0.6～14.1%でいずれも低値であった。またトレースにおける2回の結果(図6)からも1回目と2回

表7 2回測定による比較

No.	性	年齢	1st (cm ²)	2nd (cm ²)	差	差指数 (%)
			閾値上昇領域/1.0mA より高い領域	閾値上昇領域/1.0mA より高い領域		
1	男	21	13.2 / 3.8	11.0 / 3.9	2.2/0.1	18.2/ 2.6
2	男	25	35.0 / 29.6	39.0 / 34.1	4.0/4.5	10.8/14.1
3	男	22	32.8 / 30.0	35.3 / 30.3	2.5/0.3	7.3/ 1.0
4	女	21	12.3 / 12.3	14.2 / 11.0	1.9/1.3	14.3/11.2
5	女	27	24.8 / 24.8	26.0 / 26.0	1.2/1.2	4.7/ 4.8
6	女	24	31.0 / 31.0	30.8 / 30.8	0.2/0.2	0.6/ 0.6

図7 患者自身による感覚異常領域と検知閾値上昇領域の重ね合わせ (L: 赤唇の略)

.....患者自身による感覚異常領域

——検知閾値上昇領域

検知閾値上昇領域のほうが患者自身による感覚異常領域より広い症例では各領域とその閾値を表示する

降: $0.9 (3.8) \text{ cm}^2$ と経時的に減じており、2年以降では検知閾値が 1.0 mA より高い領域およびペン先での触診が認知できない領域(触診[-]の領域)は0になっている。術後期間が短いと各測定値においてばらつきが大きくなっている。また、触診[-]の領域より、閾値が 1.0 mA より高い領域のほうが広く観察されることから、触診による刺激がわかっていてもその閾値は 1.0 mA より高いと評価されることがわかった。

閾値上昇領域を有する患者数および被験者数に対する比を表10に示す。術後1ヵ月の検査では86.3%の患者が検知閾値上昇領域を有していた。1年で27.7%, 2年以内に20.0%と経時的に減じている。2年以降検査可能であった症例においては閾値が 1.0 mA より高い領域および触診[-]の領域を有する患者はなかった。

(2) 年齢別検知閾値上昇領域の面積測定結果
閾値上昇領域の年齢別面積測定結果を表11、閾

値上昇領域を有する患者数および被験者数に対する比を年齢別に表12に示す。各年齢層において経時的に各領域面積および各領域残存率とも減っている。特に閾値上昇領域のみに注目すると21~25歳で6ヵ月以降に減少傾向が顕著となっている。術後6ヵ月における閾値上昇領域面積は21~25歳が26~30歳より有意な差をもって小さかった。また有意差検定は行えなかったが21~25歳は術後1年、1~2年でも26~30歳より小さかった。さらに17~20歳は術後1ヵ月、6ヵ月~2年において26~30歳より閾値上昇領域面積が小さく、閾値が 1.0 mA より高い領域も術後1ヵ月時に26~30歳より小さかった。

有意差はなかったが、閾値上昇領域が残存する者の割合は術後2年までは26歳以上のほうが25歳以下より高かった。

以上より低年齢群よりも高年齢群のほうが閾値上昇領域の残存した者が多く、閾値もやや高い傾

表8 本検査法による調査結果と自覚症状との比較

No.	性	年齢	本検査法による閾値上昇領域 (cm ²) : A	自覚症状のある領域 (cm ²) : B	A - B
1	男	26	33.3	33.0	0.3
2	男	34	13.1	29.1	-16.0
3	男	20	12.9	20.9	- 8.0
4	男	21	13.5	8.8	4.7
5	男	25	0	特定できず	—
6	男	25	39.8	38.4	1.4
7	男	22	35.3	29.7	5.6
8	男	23	25.6	13.3	12.3
9	男	26	0	18.2	-18.2
10	男	20	13.7	18.8	- 5.1
11	男	21	14.7	18.9	- 4.2
12	女	20	24.0	34.7	-10.7
13	女	29	13.0	10.6	2.4
14	女	21	26.6	25.9	0.7
15	女	27	15.8	15.3	0.5
16	女	29	13.8	30.4	-16.6
17	女	23	20.2	17.4	2.8
18	女	22	1.4	3.4	-2.0
19	女	24	30.6	29.7	0.9
20	女	21	14.3	10.0	4.3

表9 検知閾値上昇領域の経時的面積測定結果—下顎枝矢状分割骨切り術—

術後経過期間	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	1年	1~2年	2年以降
知覚閾値	平均値(SD)	平均値(SD)	平均値(SD)	平均値(SD)	平均値(SD)	平均値(SD)
上昇領域	21.6 (13.3)	15.4 (15.2)	8.5 (10.9)	5.4 (9.7)	2.5 (6.4)	0.9 (3.8)
1.0 mA より高い領域	13.0 (12.5)	7.6 (10.7)	3.0 (7.0)	1.2 (4.1)	0.5 (2.8)	0 (0)
触診 [-] 領域	8.6 (10.5)	4.0 (8.3)	1.9 (5.9)	0.1 (1.0)	0.1 (1.1)	0 (0)

単位: cm²

SD: 標準偏差

触診 [-] 領域: ペン先の触診が認知できない領域

向があった。

(3) 骨片固定法別検知閾値上昇領域の面積測定結果

閾値上昇領域の骨片固定法別面積測定結果を表

13, 閾値上昇領域を有する患者数および被験者数に対する比を骨片固定法別に表14に示す。1年以降, スクリュー固定法のものでは骨周囲結紮法のものより閾値上昇領域がやや大きく残存している

表 10 検知閾値上昇領域を有する患者数の経時的変化—下顎枝矢状分割骨切り術—

術後経過期間	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	1 年	1～2 年	2 年以降
検知閾値上昇領域を有する患者数 (%)	63 / 73 (86.3)	50 / 73 (68.5)	33 / 65 (50.8)	18 / 65 (27.7)	13 / 65 (20.0)	5 / 65 (7.7)
検知閾値が 1.0mA より高い領域を有する患者数 (%)	47 / 73 (64.4)	39 / 73 (53.4)	16 / 65 (24.6)	8 / 65 (12.3)	4 / 65 (6.2)	0 / 65 (0)
触診 [－] 領域を有する患者数 (%)	47 / 73 (64.4)	27 / 73 (37.0)	12 / 65 (18.5)	3 / 65 (4.6)	1 / 65 (1.5)	0 / 65 (0)

該当患者数／全被験者数

触診 [－] 領域：ペン先の触診が認知できない領域

表 11 検知閾値上昇領域の年齢別経時的面積測定結果—下顎枝矢状分割骨切り術—

		1 ヲ 月	3 ヲ 月	6 ヲ 月	1 年	1～2 年	2 年以降
年 齢		平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)
17～20	A	19.0 (13.1)	17.1 (17.6)	9.6 (12.9)	6.7 (11.3)	2.4 (5.8)	0.5 (2.6)
	B	11.0 (12.1)	8.8 (12.2)	4.0 (8.5)	1.3 (3.9)	1.0 (4.5)	0 (0)
	C	8.4 (10.6)	6.9 (11.8)	3.2 (8.3)	0.5 (1.8)	0.3 (1.9)	0 (0)
21～25	A	23.7 (12.9)	13.5 (13.8)	4.7 (7.2)*	3.5 (8.3)	1.3 (4.0)	1.1 (4.7)
	B	12.7 (11.6)	6.0 (8.7)	1.7 (4.4)	1.0 (3.5)	0.2 (1.3)	0 (0)
	C	9.1 (10.8)	1.6 (3.8)	0.7 (2.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
26～30	A	19.6 (15.4)	14.8 (15.4)	15.6 (11.7)*	6.9 (9.7)	3.9 (9.9)	1.0 (2.5)
	B	13.8 (15.3)	8.4 (12.0)	3.5 (7.6)	1.8 (6.5)	0.5 (2.1)	0 (0)
	C	7.4 (8.6)	5.4 (9.6)	3.9 (8.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
31～36	A	30.4 (6.7)	27.9 (13.2)	17.6 (12.2)	12.6 (11.1)	10.8 (11.1)	0 (0)
	B	27.9 (4.6)	14.8 (17.9)	6.7 (13.3)	0.4 (1.0)	0 (0)	0 (0)
	C	10.9 (18.4)	4.4 (5.2)	0.0 (0.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

A：検知閾値上昇領域，B：検知閾値が 1.0mA より高い領域，C：触診 [－] 領域(ペン先の触診が認知できない領域)，単位：cm²，SD：標準偏差，*：P<0.01

が，固定法による各領域の面積に有意な差はみられなかった。

(4) 下顎骨の移動量別検知閾値上昇領域の面積測定結果

下顎のねじれ，前後方向の牽引の度合によって違いがどうかを移動量の左右差および大きさをを用いて比較した。対象症例の後方移動量は 3～15 mm，左右差は 0～10.5 mm で，片側のみ前

方移動のものが 2 例あった。閾値上昇領域の移動量別面積測定結果を表 15，検知閾値上昇領域を有する患者数および被験者数に対する比を表 16 に示す。

i) 下顎骨移動量の左右差が 5 mm 未満の症例について

左右とも移動量が 10 mm 未満のものを第 1 群，片側のみ 10 mm 未満のものを第 2 群，左右と

表 12 検知閾値上昇領域を有する患者数の年齢別経時的変化—下顎枝矢状分割骨切り術—

年 齢		1 ヲ 月	3 ヲ 月	6 ヲ 月	1 年	1~2 年	2 年以降
17~20	A	21/25(84.0)	15/22(68.2)	9/20(45.0)	5/19(26.3)	3/18(16.7)	1/18(5.6)
	B	14/25(56.0)	13/22(59.1)	6/20(30.0)	3/19(15.8)	2/18(11.1)	0/18(0)
	C	15/25(60.0)	9/22(40.9)	4/20(20.0)	3/19(15.8)	1/18(5.6)	0/18(0)
21~25	A	28/32(87.5)	18/32(56.3)	13/32(40.6)	5/32(15.6)	5/32(15.6)	3/32(9.4)
	B	22/32(68.8)	15/32(46.9)	5/32(15.6)	2/32(6.3)	1/32(3.1)	0/32(0)
	C	20/32(62.5)	10/32(31.3)	4/32(12.5)	0/32(0)	0/32(0)	0/32(0)
26~30	A	11/13(84.6)	9/11(81.8)	8/10(80.0)	5/8(62.5)	2/8(25.0)	2/8(25.0)
	B	8/13(61.5)	6/11(54.5)	4/10(40.0)	2/8(25.0)	1/8(12.5)	0/8(0)
	C	9/13(69.2)	4/11(36.4)	3/10(30.0)	0/8(0)	0/8(0)	0/8(0)
31~36	A	3/3(100)	3/3(100)	3/3(100)	2/3(66.7)	2/3(66.7)	0/2(0)
	B	3/3(100)	2/3(66.7)	1/3(33.3)	1/3(33.3)	0/3(0)	0/2(0)
	C	3/3(100)	3/3(100)	1/3(33.3)	0/3(0)	0/3(0)	0/2(0)

A：検知閾値上昇領域を有する患者数(%), B：検知閾値が1.0 mA より高い領域を有する患者数(%), C：触診[-]領域(ペン先の触診が認知できない領域)を有する患者数(%), 該当患者数/全被験者数

表 13 検知閾値上昇領域の固定法別経時的面積測定結果—下顎枝矢状分割骨切り術—

		1 ヲ 月	3 ヲ 月	6 ヲ 月	1 年	1~2 年	2 年以降
		平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)
金属線による骨周囲 結 紮	A	22.3 (13.9)	16.4 (15.0)	8.8 (10.7)	5.0 (10.0)	2.0 (5.9)	0.7 (3.1)
	B	12.5 (13.0)	7.9 (10.9)	2.4 (5.8)	1.2 (4.5)	0.2 (1.5)	0 (0)
	C	8.5 (10.9)	4.0 (8.1)	1.6 (5.1)	0.1 (1.0)	0 (0)	0 (0)
ス ク リ ュ ー 固 定	A	20.1 (11.9)	12.6 (16.0)	7.9 (11.5)	6.2 (9.3)	3.5 (7.4)	1.3 (4.9)
	B	14.0 (11.6)	6.9 (10.5)	4.5 (9.4)	1.2 (3.2)	1.0 (4.4)	0 (0)
	C	9.1 (9.7)	3.8 (8.9)	2.7 (7.7)	0.2 (1.0)	0.3 (1.8)	0 (0)

A：検知閾値上昇領域, B：検知閾値が1.0 mA より高い領域, C：触診[-]領域(ペン先の触診が認知できない領域), 単位: cm², S D：標準偏差

も10 mm以上のものを第3群とし, 検知閾値が上昇した全領域, 閾値が1.0 mA より高い領域および触診[-]の領域の3領域に分け, 検討した。術後1ヵ月では移動量の大きいほうが各領域の面積も大きくなっており, 第3群は第1群より検知

閾値が上昇した全領域および1.0 mA より高い領域の各面積が有意に大きかった。この傾向は経時的に減少していくが術後6ヵ月以降でも第1群は第2, 3群に比べ閾値上昇領域面積が小さかった。また, 第1群および第2群では2年以降閾値上昇

表 14 検知閾値上昇領域を有する患者数の固定法別経時的变化—下顎枝矢状分割骨切り術—

		1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	1 年	1～2 年	2 年以降
金属線による骨周囲紫結	A	43/51(84.3)	37/51(72.5)	24/44(54.5)	12/44(27.3)	7/42(16.7)	3/42(7.1)
	B	31/51(60.8)	30/51(58.8)	11/44(25.0)	4/44(9.1)	2/42(4.8)	0/42(0)
	C	31/51(60.8)	21/51(41.2)	8/44(18.2)	2/44(4.5)	0/42(0)	0/42(0)
スクリュー固定	A	20/22(90.9)	11/20(55.0)	9/20(45.0)	6/20(30.0)	6/20(30.0)	2/20(10.0)
	B	16/22(72.7)	9/20(45.0)	5/20(25.0)	4/20(20.0)	2/20(10.0)	0/20(0)
	C	16/22(72.7)	6/20(30.0)	4/20(20.0)	1/20(5.0)	1/20(5.0)	0/20(0)

A：検知閾値上昇領域を有する患者数(%), B：検知閾値が1.0 mA より高い領域を有する患者数(%), C：触診「－」領域（ペン先の触診が認知できない領域）を有する患者数(%), 該当患者数/全被験者数

表 15 検知閾値上昇領域の移動量別面積測定結果—下顎枝矢状分割骨切り術—

左右差	移動量	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	1 年	1～2 年	2 年以降
		平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)	平均値 (SD)
5 mm 未満	両側とも 10mm未満	A 19.0 (13.3)* ^a	12.8 (15.1)	5.2 (8.1)	2.8 (5.5)	1.7 (5.3)	0 (0)* ^c
		B 11.0 (11.1)* ^b	5.9 (9.6)	2.2 (6.8)	0.2 (1.2)	0.9 (4.2)	0 (0)
		C 7.5 (10.1)	3.7 (8.1)	1.9 (6.3)	0.2 (1.0)	0.3 (1.7)	0 (0)
	片側のみ 10mm未満	A 20.9 (13.9)	12.8 (10.3)	15.4 (11.6)	6.1 (11.3)	3.4 (8.5)	0 (0)
		B 15.3 (11.6)	7.2 (9.3)	4.7 (10.0)	1.5 (4.8)	0 (0)	0 (0)
		C 9.6 (10.2)	6.1 (8.9)	2.6 (7.2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
5 mm 以上	両側とも 10mm以上	A 28.3 (12.6)* ^a	16.5 (15.0)	8.5 (10.9)	7.8 (11.7)	2.6 (5.3)	3.6 (7.3)* ^c
		B 19.1 (12.8)* ^b	9.4 (12.8)	1.6 (4.2)	2.2 (5.0)	0.5 (2.1)	0 (0)
		C 9.3 (12.7)	3.1 (8.2)	0.3 (1.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	両側とも 10mm未満	A 12.2 (15.6)	14.9 (17.4)	8.0 (12.5)	4.8 (12.2)	2.7 (4.7)	0 (0)
		B 6.6 (9.1)	4.4 (10.4)	2.5 (3.8)	0 (0)	0.8 (2.6)	0 (0)
		C 6.5 (8.9)	0.3 (0.9)	1.3 (2.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
5 mm 以上	片側のみ 10mm未満	A 24.4 (12.8)	18.5 (16.0)	12.4 (13.8)	7.1 (11.5)	4.0 (10.8)	0 (0)
		B 12.6 (15.3)	8.8 (11.8)	5.8 (9.9)	2.4 (7.2)	0 (0)	0 (0)
		C 10.8 (11.7)	6.0 (10.8)	5.2 (9.3)	0.1 (0.2)	0 (0)	0 (0)

A：検知閾値上昇領域, B：検知閾値が1.0 mA より高い領域, C：触診「－」領域（ペン先の触診が認知できない領域）, 単位：cm², SD：標準偏差, *^{a,b}：p<0.05, *^c：p<0.01

表 16 検知閾値上昇領域を有する患者数の移動量別経時的変化—下顎枝矢状分割骨切り術—

左右差	移動量	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	1 年	1~2 年	2 年以降
5 mm 未満	両側とも 10mm 未満	A 23/29 (79.3)	16/26 (61.5)	9/23 (39.1)	4/23 (17.4)	3/23 (13.0)	0/23 (0)
		B 17/29 (58.6)	11/26 (42.3)	3/23 (13.0)	1/23 (4.3)	1/23 (4.3)	0/23 (0)
		C 16/29 (55.2)	8/26 (30.8)	3/23 (13.0)	1/23 (4.3)	0/23 (0)	0/23 (0)
	片側のみ 10mm 未満	A 8/9 (88.9)	7/8 (87.5)	6/7 (85.7)	2/6 (33.3)	2/6 (33.3)	0/6 (0)
		B 7/9 (77.8)	5/8 (62.5)	2/7 (28.6)	1/6 (16.7)	0/6 (0)	0/6 (0)
		C 8/9 (88.9)	4/8 (50.0)	2/7 (28.6)	0/6 (0)	0/6 (0)	0/6 (0)
	両側とも 10mm 以上	A 10/11 (90.9)	7/11 (63.6)	5/11 (45.5)	3/11 (27.3)	2/11 (18.2)	2/11 (18.2)
		B 9/11 (81.8)	6/11 (54.5)	3/11 (27.3)	2/11 (18.2)	1/11 (9.1)	0/11 (0)
		C 7/11 (63.6)	4/11 (36.4)	1/11 (9.1)	0/11 (0)	0/11 (0)	0/11 (0)
5 mm 以上	両側とも 10mm 未満	A 3/5 (60.0)	2/5 (40.0)	2/5 (40.0)	2/5 (40.0)	2/5 (40.0)	0/5 (0)
		B 2/5 (40.0)	2/5 (40.0)	2/5 (40.0)	0/5 (0)	0/5 (0)	0/5 (0)
		C 2/5 (40.0)	1/5 (20.0)	1/5 (20.0)	0/5 (0)	0/5 (0)	0/5 (0)
	片側のみ 10mm 未満	A 12/13 (92.3)	9/11 (81.8)	6/10 (60.0)	4/10 (40.0)	2/10 (20.0)	0/9 (0)
		B 7/13 (53.8)	7/11 (63.6)	4/10 (40.0)	2/10 (20.0)	0/10 (0)	0/9 (0)
		C 9/13 (69.2)	6/11 (54.5)	4/10 (40.0)	1/10 (10.0)	0/10 (0)	0/9 (0)

A：検知閾値上昇領域を有する患者数(%)，B：検知閾値が1.0 mA より高い領域を有する患者数(%)，C：触診〔－〕領域（ペン先の触診が認知できない領域）を有する患者数(%) 該当患者数／全被験者数

領域は消失したが、第3群では11例中2例に閾値上昇領域が残存しており閾値上昇領域面積も有意に大きかった。

ii) 下顎骨移動量の左右差が5 mm 以上の症例について

第3群に相当する症例がなかったため、第1群と第2群とにおいて閾値の異なる3領域について検討したが、移動量の大きさによる相関性はなかった。

iii) 下顎骨移動量の左右差が5 mm 未満の症例と5 mm 以上の症例との比較について

下顎骨移動量の左右差の大小（5 mm 未満と5

mm 以上）により第1群間および第2群間に差があるかどうか検討したが、有意な差はみられなかった。また下顎骨移動量の左右差の大きさと閾値の異なる3領域の面積との間に相関性はなかった。

下顎骨移動量の左右差が5 mm 以上であるか5 mm 未満であるかを考慮せずに、第1~3群の3領域について検討したところ、術後1ヵ月で閾値上昇領域および1.0 mA より高い領域において、第1群は第3群より面積が有意に小さく、術後2年以降でも第1群は閾値が1.0 mA より高い領域が第3群より有意に小さかった。術後6ヵ月では

オトガイ部に何らかの異常感を訴えていた。術後1~2年では65人中20人(30.8%)であった。

術後1年以降に閾値上昇領域が0となったにもかかわらず自覚症状が残存していた症例は、術後1ヵ月において閾値が1.0 mA より高い領域が高率に出現していた。言い換えると術後1年で自覚症状のみ訴える者の87.5%, 術後1~2年の100%には術後1ヵ月において1.0 mA より高い閾値が存在した。一方検査でコントロールより閾値が上昇していたのにもかかわらず異常感の訴えのなかった者が術後1年で1人, 2年以降で1人いた。

下唇・オトガイ部以外の神経症状として舌の半側のみの感覚異常を1年以上訴えたものが2例あった。

V. 考 察

下顎枝矢状分割法による咬合改善術後に感覚の変化が生じる頻度については様々な報告があり、報告によって大きな幅がみられる。また感覚の変化を評価する方法も一律ではない。

1990年にJonesらはスクリュー固定をした症例について体性知覚誘発電位による知覚の調査を行っており、この際に2点識別能検査および電気刺激による検査をあわせて行っている。この中で電気刺激では術後2週間で13%, 2点識別能では20%が術前のレベルになり、術後3ヵ月では2点識別能および電気刺激ともに100%が術前のレベルになったと報告している¹¹⁾。しかしこの場合の電気刺激では電極をオトガイの一定部位に固定して刺激しており、閾値による領域の描出は行っていない。実際に感覚を評価するうえでは異常である領域およびその程度を正確に、またできるだけ簡便に知る必要がある。

1. 顔面皮膚感覚検査装置による測定の評価

各種皮膚感覚検査法の比較では、今回著者が行った“領域を描出する”ことに関しては2点識別能による検査法では困難であった。特にオトガイ全体がいわゆる知覚麻痺の症例においてその程度を2点識別能で知ることは不可能であった。しかし知覚異常が軽度になってくると、特に全領域

において触診での反応がみられる程度の症例においては数値化によって皮膚感覚を定量化することができるという点において2点識別能検査は有用と考えられた。触診、擦過診、冷覚診は高度の知覚異常でも領域を描出できるが、各診断法単独では異常の程度を評価することができなかった。SWテスターによる圧感受能検査では1例を除いてこれら3検査法(触診、擦過診、冷覚診)と同程度またはこれら3検査法より広い領域を描出していた。SWテスターと本検査法とを比較すると、感覚閾値上昇領域面積の描出はほぼ同程度であったが、その感度において本検査法が10例中9例SWテスターと同等あるいはそれ以上であり、SWテスターでは操作性においてフィラメントを持ち替えなければならないという煩雑さがあり、耐用性において頻用する細いフィラメントがしなったままになってしまうという欠点がみられた。特に本検査法では通電の有無および電流値の変換がスイッチの手元操作でできるためいわゆるブラシーボ効果を容易に排除できることはSWテスターにない長所であり本検査法の有用性は高いと判断された。

本検査法による検知閾値とその精度、再現性について調査したところ、まず検知閾値については、健常群において各人で変動がみられることから、コントロールを規定する際には複数回の刺激を試る必要があるものと思われた。したがって実際の手術症例の測定においては1部位において電流値を前後させながら各3回刺激した場合全回とも通電感を感じる最小電流値を閾値とした。健常群の検知閾値の平均値は0.13~0.21 mA であり、実際の術後症例の術前測定では前述の方法により全員が0.2 mA であった。

閾値の上限を1.0 mA と規定したがこの理由としてはそれ以上電流値を上昇させても通常反応がみられず、1.0 mA 以上電流値を上げると歯肉、頬部などの他部位に刺激を感じることが生じたため、皮膚感覚調査のうえでの必要性を認めず、1.0 mA を越えるもの(1.0 mA <)を本検査法における感覚麻痺とした。また皮膚への一瞬の接触にお

いて周波数が低いと瞬間の刺激が得られにくいこと、高いと通電感が明確でなくなることから刺激周波数は 5 Hz 前後が妥当と考えた。

なお 2 回測定による結果からも再現性は良好であった。検知閾値上昇領域測定結果と被験者の自覚との関連については 20 例中 5 例 (25%) は領域がほぼ完全に一致し、それ以外では面積の大きさおよび領域に多少のずれが生じていた。自覚のほうが広域となったものでは、1) 被験者が異常を感じる側の下唇・オトガイの一侧全体を領域として描出している場合と、2) 本検査で検知閾値の上昇がないとみなした側を描出している場合とがあった。また自覚のほうが狭くなったのは検知閾値が相対的に低い領域を被験者が自覚から除外していることによると考えられた。したがって被験者の記載法の問題点として自覚症状の描出は一侧にあれば一侧全体になる傾向、相対的に閾値が低い部位は除外する傾向があるものと推測される。本検査法で閾値の上昇を認めなかった側に「術前とは異なる症状」を有していたのは 3 例 (15%) でその症状はビリビリ感とも異なっており、日常生活における同部への諸刺激もよく認知できた。

下顎枝矢状分割術を行った後の下唇・オトガイ部・歯肉以外の部位の知覚異常では舌^{9,10)}、頬粘膜⁹⁾、耳¹⁰⁾の報告があり、顔面神経の障害^{3,20,21)}も報告されている。本調査では術後 1 年以上にわたる半側舌の主観的感覚異常が 2 例にみられた。

2. 下顎枝矢状分割術後の本検査法による経時的経過観察

術後に下唇・オトガイ部に感覚の変化が生じる原因としては、1) 手術中の器具・操作による下歯槽神経の直接的損傷および過伸展あるいは内外側骨片による圧迫変性 2) 術後の組織の腫脹、循環障害による神経の間接的損傷が考えられ^{3,4,11)}、前者では特に分割時に損傷を起こすことが多いため、Paulus ら⁵⁾は術中の器具操作に注意を払うことによってこうした障害を減らすことができると強調している。さらに内外側骨片の分割にはチゼル^{3,13,15,16)}あるいは歯科用スパチュラ^{3,5,17)}の使用が神経の損傷を減らすうえで効果的であるとの報告

もある。また損傷を起こしやすい下顎骨形態という個人差も損傷の有無に関与しているという⁴⁾。したがっていかに外側骨片が薄くなるように分割しても神経束の露出をさけられないこともある^{15,16)}。当科での内外側骨片の分割は、エンジンバーにて皮質骨を切離した後チゼルや骨ノミを用いて分割を行っている。

術後の組織の腫脹、循環障害による神経の間接的損傷による神経症状は術後比較的早期に消失すると報告されている^{3,11,15)}。下顎枝矢状分割法症例における術後早期にみられる神経症状の発生頻度は、触診(tactile)、2 点識別能等 6 種の検査を行った Walter らの 13 人中 100%¹⁾を最高として、MacIntosh²⁾の触診(prick)による 155 人中 85%、Martis ら³⁾の触診(pin-prick)による 258 人中 86.8%、Yoshida ら⁴⁾の触診(light touch)、圧感受能、2 点識別能による検査を主観的症状と併せて行った 23 人中 67%となっている。また Paulus ら⁵⁾の擦過診(scratch)、触診(prick)、温冷覚診(temperature)を行った、内外側骨片の固定法別にみたワイヤー固定 87%、スクリュー固定 90%、さらに Coghlan ら⁶⁾の主観的評価のみを行った 19 人では 100%、などさまざまな報告がある。本検査では術後 1 ヶ月に調査した 73 例中閾値上昇領域が存在したのは 63 例 (86.3%) であり、領域が消失あるいは存在しなかったのは 10 例 (13.7%) であった。これら 10 人の自覚症状は全員が「異常を感じない」であった。また術後 1 ヶ月以内では、こうした早期に閾値上昇領域の消失する者と同領域が広範に出現する者がいるため、検知上昇領域面積のばらつきも大きくなっている。

さらに経過を追うと Walter ら¹⁾は 6 ヶ月後でも主観的には 100%が異常感を訴えたと報告している。客観的な検査では 1 年後で 4.3%³⁾、9%¹⁾、15%⁴⁾の残存がみられるとの報告があるが、検査法を併用すると、知覚異常の残存の割合は増加し、1 年でワイヤー固定においては 57%、スクリュー固定においては 60%⁵⁾、あるいは 2 年で 65.8% (左右側別において)⁶⁾、という報告もある。

本検査においては術後1ヵ月で86.3%であり、この数字は診断法を併用した場合とほとんど同様で、本検査法の精度は高いと考えられた。また1年では27.7%と減少し、これまでの結果と併せると、他のいかなる単一診断法よりも精度が優れていると判断された。

術後、感覚の回復が期待できる期間について Martis⁹⁾は術中に著しい神経損傷を起こさなければ多くは術後4~8ヵ月で回復すると述べており、術後1年のうちには95~98%が回復すると報告している。Yoshida ら⁴⁾も多くは術後1年で回復したと述べている。本検査でも術後1年までの閾値の下降は明らかであるが、1~2年および2年以上においてもさらに下降しており、統計的には明らかでなかったが、術後2年以上に感覚の回復がみられたものもあった。

Coghlan ら⁶⁾の報告によると術後2年で客観的な調査結果で異常なしと認められたのは34.2%であったが、主観的には左右側別で73.7%が異常はないと訴えており、3種の検査を併用したためか、その数値に大きな開きがある。Nishioka ら⁷⁾の報告においても主観的評価の後に触診(light touch)、擦過診(scratch)、2点識別能など行っているが主観的には異常なしであるのに客観的には異常があるという症例が21例中3例あり、その逆が1例あった。Peppersack ら¹⁰⁾による術後5年以上におよぶ長期経過観察の報告では下顎枝矢状分割法を行った67人中39人が異常感を訴えていないにもかかわらず擦過診(scratch)、触診(prick, light touch)、温冷覚診による臨床検査で15人に異常が認められ、下唇・オトガイ部になんらかの異常感を訴えている28人中臨床検査で異常と認められたのは26人であったと報告している。つまり臨床検査結果と患者の自覚は一致していない。本検査でも術後1年で65人中検知閾値に異常がみられたのは18人(27.7%)であったが異常感を訴えたのは28人(43.1%)であった。この自覚症状の訴えのみであった10人について綿花先端での触診を試みたが、全員これを知覚することができ、位置覚も正確であった。このことは患者自身によ

る自覚症状は、回復した部位の感覚の質を患者がどのように受け取るかによるためと考えられ、この感覚の異なりを検出することが今後の研究課題ともいえよう。

感覚の評価において Peppersack ら¹⁰⁾は擦過診(scratching)が、Jones ら¹¹⁾は体性知覚誘発電位(SEP)が最も感度がよいと報告している。本研究ではペン先による触診の評価を行ったが、触診を認知できない領域が、1.0 mA より高い閾値の領域に包括されるかあるいは両領域が同一になるかのどちらかであったことから、触診で認知できない領域は閾値が1.0 mA より高い領域に比較的近いものと考えられた。

下顎枝矢状分割術後の本検査法による年齢別経時的経過観察については、これまでの報告においても感覚異常の残存した患者の平均年齢は残存しなかった患者の平均年齢に比べて高い^{2,9)}、あるいは感覚の回復には年齢が関与する¹⁴⁾とされているが、自検例においても手術時の年齢が高いほうが閾値上昇領域が残存する傾向にあった。

下顎枝矢状分割術後の本検査法による骨片固定法別経時的経過観察について、Paulus ら⁵⁾が下顎枝矢状分割法83例(ワイヤー固定40例、スクリュー固定43例)について検査しており、術直後ではワイヤー固定で87%、スクリュー固定で90%に異常がみられたが、12ヵ月後ではワイヤー固定で57%、スクリュー固定で60%であり、スクリュー固定のほうが術後の知覚異常を起こしやすいと結論づけている。スクリュー固定ではスクリューによる直接の神経損傷と固定が強固となることによる神経の圧迫損傷の可能性が考えられる。Reveh ら¹⁵⁾はスクリューの回転による圧搾も神経障害の一因になりうるとして内外側骨片の上下に海綿骨を挿入するなどして神経の圧迫を回避しつつオッセオインテグレイティド・ラグスクリュー(osseointegrated lag screw)による固定を行い、術後1日では97%に術前と比較して感覚の変化がみられたが、1年では12.6%になり、完全な麻痺は1%のみであったと報告している。こうした意見が多いなか、ラグスクリュー固定を

行った 57 人 (114 側) について調査した Leonard ら¹⁰⁾は、術後 3 日から 18 ヶ月の間に 91 側に触診 (pin prick) への反応および“正常な感覚”がみられており、スクリュー固定のほうが術後の感覚異常を起こす可能性が高いとはいえないと結論づけている。本調査の術後 1 年の検査ではスクリュー固定の 30.0%, ワイヤ固定の 27.3% に閾値上昇領域が残存していたが、統計学的に有意な差を認めるにはいたっていない。

下顎骨移動量の大きさや左右差による術後の感覚変化および回復については、これまでに詳細な報告がみられていない。自験例から下顎骨移動量の左右差とその患者の検知閾値上昇領域面積の数値との間には相関性がなかった。そこで傾向をみるべく、対象症例の左右差が 0~10.5 mm であったため、これを 5 mm で 2 分した。さらに下顎骨移動量は患者 1 人につき左右の値があるため、その大きさによって 3 群に分けて検討した。左右差 5 mm 未満では術後 1 ヶ月で両側とも移動量の大きい症例のほうが両側とも小さい症例より閾値上昇領域および 1.0 mA より高い領域の面積も有意に大きく、術後 6 ヶ月以降でも移動量の大きい症例は移動量の小さい症例より閾値上昇領域面積が大きかった。両側とも移動量の大きい 11 例中 2 例は術後 2 年以降でも閾値上昇領域が残存していた。さらに左右差に関係なく全症例を通して、術後 1 ヶ月において閾値の上昇した領域は両側とも移動量の小さい症例より大きい症例のほうが有意に残存していた。以上より術後 1 ヶ月では移動量の大きさが手術侵襲の大きさとしても影響することから一過性に面積の拡がりがみられると判断されるものの、長期的にみてもやはり移動量の大きさが感覚の変化に影響を及ぼす可能性があるといえる。

Pepersack ら¹⁰⁾は術後早期の感覚変化所見と長期予後所見とを関連づけることは不可能であり回復過程は予測できないと述べており、術直後の感覚変化の程度とその予後を関連づけた報告は他にみられない。しかし本研究においては、術後早期の検知閾値の程度と術後 1 年の閾値上昇領域の残

存との関係は明らかで、術後 1 ヶ月の検査で閾値の高い領域がみられた症例は有意な差をもって術後 1 年間閾値上昇領域が残存していた。術後 1, 2 年での閾値上昇領域の残存には術直後の閾値が関連していると同時に、自覚症状の残存においても術後の閾値の強度が関連しているものと考えられた。したがって本検査による術後の調査から長期予後を推測することも可能であると考えられる。

以上、本検査法は皮膚の感覚の変化を正確にしかも簡便に測定でき、その有用性は極めて高いと考えられる。

3. 下顎枝矢状分割術と下顎枝垂直骨切り術後の比較

本研究では 5 例の片側下顎枝垂直骨切り術症例において全例術後 1 ヶ月以内に垂直骨切り術側の閾値上昇領域の消失がみられている。これは Paulus ら⁵⁾のいう垂直骨切りの術式では神経損傷の可能性が低いために知覚の変化が起こりにくいことと、術式上移動量が小さい (自験例では 0~3.5 mm) ことが検知閾値上昇領域の早期消失の要因と考えられる。

VI. 結 語

顎矯正手術後にみられる下唇・オトガイ部の感覚の変化を正確かつ簡便に測定、記録することができるよう、新たな顔面皮膚感覚閾値測定法を考案し、種々の感覚検査法と比較検討した。さらに顎矯正手術症例の術後の感覚の変化を経時的に測定し、検知閾値および検知閾値上昇領域の測定を行い、以下の結果を得た。

1. 顔面皮膚感覚検査装置および検知閾値検査法について

電気刺激装置に著者が考案、試作した先端の直径が 3 mm のペンシル型のプローブを接続し、顔面皮膚感覚検査装置とした。測定方法としてはプローブ先端を被験部皮膚に接触させ、5 Hz, 1 ms の反復シングルパルスにて 0 mA から 0.1 mA 単位で刺激電流値を変化させながら 1 刺激値につき 3 回通電したとき、全回とも被験者の反応がみられた最小電流値をその部位の閾値として下唇・オ

トガイ部の感覚異常の程度を判定した。また閾値のレベルにより検知閾値図を作製し、術後の経過を観察比較した。なお閾値の高い部位を高電流で刺激すると他部位に刺激を感じることがあり、閾値として不適当と考え、1.1 mA 以上の部位を1領域として1.0 mA を刺激の上限とした。

2. 各種皮膚感覚検査法の比較

2点識別能、触診、擦過診、冷覚診、SWテスターによる圧感受能による各検査法および著者考案の本検査法を比較したところ、精度、再現性および定量的測定に関してはSWテスターと本検査法が優れていたが、客観性、簡便性、操作性、耐久性では本検査法がSWテスターより優れていた。

3. 本検査法の測定精度、再現性および患者の自覚との関連

健常者10人の検知閾値の平均値および標準偏差は 0.13 ± 0.05 mA $\sim 0.21 \pm 0.05$ mAで、術後症例10例では 0.28 ± 0.04 mA $\sim 0.71 \pm 0.07$ mA (1例は知覚脱失例で1.0 mA を越え測定不能)であり、皮膚感覚の閾値検査法としては測定精度は満足すべきものと考えられた。

再現性については、6人の患者について1回測定後翌日に2回目を測定し、両閾値上昇領域面積の差指数を計算したところ、コントロール値より上昇した領域は0.6 $\sim$ 18.2%、1.0 mA より上昇した領域は0.6 $\sim$ 14.1%で両者とも低値であり、再現性は優れていた。

患者の自覚と閾値上昇領域について比較したところ、両者が一致あるいはおおむね一致したものが多く、本検査が顔面皮膚感覚検査測定法として十分適していると判断された。

4. 健常者の検知閾値

健常者10人の検知閾値の平均値および標準偏差は 0.13 ± 0.05 mA $\sim 0.21 \pm 0.05$ mAであった。また術後症例のコントロール値は健常者の測定値と近似していた。

5. 顎変形症手術症例の経過観察について

1) 両側下顎枝矢状分割法症例

検知閾値上昇領域、検知閾値が1.0 mA より高い領域、および触診が認知できない領域のいずれ

も経時的に減じていくのが観察され、検知閾値上昇領域を有する症例は術後1ヵ月では86.3%、1年:27.7%、1 $\sim$ 2年:20.0%、2年以降:7.7%であった。

年齢群別比較では若年者のほうが感覚の回復が早い傾向にあった。

骨片固定法別の比較ではワイヤー固定法およびスクリュー固定法の間で感覚閾値測定結果に明らかな差はみられなかった。

下顎骨の移動量による比較では、両側10 mm以上の群は両側10 mm未満の群に比べ閾値上昇領域面積および閾値が1.0 mA より高い領域面積は大きく、特に術後1ヵ月では有意差が認められた。術後2年以降で閾値上昇領域が存在したのは両側10 mm以上の群のみであった。

左右側別の移動量によって検知閾値上昇領域を比較すると、移動量10 mm以上の側は10 mm未満の側に比べ閾値上昇領域が残存する傾向にあった。

術後1ヵ月に閾値が1.0 mA より高い領域が存在した症例は存在しなかった症例に比べ有意に術後1年以上検知閾値上昇領域が残存していた。

2) 下顎枝矢状分割法と下顎枝垂直骨切り術を行った症例

垂直骨切り術側は全例術後1ヵ月には検知閾値はコントロール値となった。これは術式および移動量が小さいためと考えられた。

3) 自覚症状と検知閾値測定結果との比較

両側下顎枝矢状分割術症例で下唇・オトガイ部になんらかの自覚症状があったのは、術後1年で43.1%、1 $\sim$ 2年で30.8%であった。術後1ヵ月の検査時に検知閾値が1.0 mA より高い領域があると、術後1年および1 $\sim$ 2年まで閾値上昇領域が残存するかあるいは閾値上昇領域が消失してもなんらかの自覚症状が残ることが明らかとなった。

謝 辞

稿を終えるに臨み、終始ご懇篤なるご指導とご校閲を賜りました本学口腔外科学第1講座天笠光雄教授に深甚なる感謝を捧げます。またご教示とご校閲を賜

りました本学口腔生理学講座中村嘉男教授に深甚なる感謝を捧げます。さらに種々ご教示、ご鞭撻下さいました吉増秀實助教授、塩入重彰講師、木野孔司博士および当教室員各位に厚くお礼申し上げます。

なお、本研究の要旨の一部は第 33 回大韓口腔顎顔面外科学会(1992 年 4 月 3 日, ソウル), 第 2 回アジア口腔顎顔面外科学会(1993 年 3 月 26 日, 台北), 第 3 回日本顎変形症学会総会(1993 年 6 月 2 日, 大阪)において発表した。

文 献

- 1) Walter Jr, J. M. and Gregg, J. M. : Analysis of postsurgical neurologic alteration in the trigeminal nerve. *J. Oral. Surg.* 37 : 410-414, 1979.
- 2) MacIntosh, R. B. : Experience with the sagittal osteotomy of the mandibular ramus. : A 13-year review. *J. max.-fac. Surg.* 9 : 151-164, 1981.
- 3) Martis, C. S. : Complications after mandibular sagittal split osteotomy. *J. Oral Maxillofac Surg* 42 : 101-107, 1984.
- 4) Yoshida, T., Nagamine, T., Kobayashi, T., Michimi, N., Nakajima, T., Sakakura, H. and Hanada, K. : Impairment of the inferior alveolar nerve after sagittal split osteotomy. *J. Cranio-Max.-Fac. Surg.* 17 : 271-278, 1989.
- 5) Paulus, G. W. and Steinhauser, E. W. : A comparative study of wire osteosynthesis versus bone screws in the treatment of mandibular prognathism. *Oral Surg.* 54 : 2-6, 1982.
- 6) Coghlan, K. M. and Irvine, G. H. : Neurological damage after sagittal split osteotomy. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 15 : 369-371, 1986.
- 7) Nishioka, G. J., Zysset, M. K. and Sickels, J. E. V. : Neurosensory disturbance with rigid fixation of the bilateral sagittal split osteotomy. *J. Oral Maxillofac Surg* 45 : 20-26, 1987.
- 8) Freihofer jr., H. P. M. and Petrešević, D. : Late results after advancing the mandible by sagittal splitting of the rami. *J. max.-fac. Surg.* 3 : 250-257, 1975.
- 9) Svartz, K., Ahlborg, G., Finne, K. and Nethander, G. : Nerve disturbances after sagittal split osteotomy. *Int. J. Oral Surg.* 12 : 279-280, 1983.
- 10) Pepersack, W. J. and Chausse, J. M. : Long term follow-up of the sagittal splitting technique for correction of mandibular prognathism. *J. max.-fac. Surg.* 6 : 117-140, 1978.
- 11) Jones, D. L., Wolford, L. M. and Hartog, J. M. : Comparison of methods to assess neurosensory alterations following orthognathic surgery. *Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.* 5 : 35-42, 1990.
- 12) Hegtvedt, A. K. and Zuniga, J. R. : Lingial nerve injury as a complication of rigid fixation of the sagittal ramus osteotomy. : Report of a case. *J Oral Maxillofac Surg* 48 : 647-650, 1990.
- 13) Wang, J. H. and Waite, D. E. : Evaluation of the surgical procedure of sagittal split osteotomy of the mandibular ramus. *Oral Surg.* 38 : 167-180, 1974.
- 14) Upton L. G., Rajvanakarn, M. and Hayward, J. R. : Evaluation of the regenerative capacity of the inferior alveolar nerve following surgical trauma. *J Oral Maxillofac Surg* 45 : 212-216, 1987.
- 15) Raveh, J., Vuillemin, T., Lädach, K. and Sutter, F. : New techniques for reproduction of the condyle relation and reduction of complications after sagittal ramus split osteotomy of the mandible. *J Oral Maxillofac Surg* 46 : 751-757, 1988.
- 16) Leonard, M. S., Ziman, P., Bevis, R., Cavanaugh, G., Speidel, M. T. and Worms, F. : The sagittal split osteotomy of the mandible. *Oral Surg.* 60 : 459-466, 1985.
- 17) Brusati, R., Fiamminghi, L., Sesenna, E. and Gazzotti, A. : Functional disturbances of the inferior alveolar nerve after sagittal osteotomy of the mandibular ramus. : Operating technique for prevention. *J. max.-fac. Surg.* 9 : 123-125, 1981.
- 18) 梁瀬義章, 上羽康夫 : 知覚障害の診断と術後の評価について. 整形外科 MOOK 19 巻, 第 1 版, 東京, 1981, 金原出版, 61-74, 1981.
- 19) Behrman, S. J. : Complications of sagittal osteotomy of the mandibular ramus. *J. Oral Surg.* 30 : 554-561, 1972.
- 20) Zafarulla, M. Y. M. : Iatrogenic facial nerve injury. *Int. J. Oral Surg.* 14 : 544-546, 1985.
- 21) 早川明宏 : 下顎枝矢状分割術後に発現した末梢性顔面神経麻痺の 1 例. 日顎変形誌. 3 : 47-51, 1993.