

考 案

口腔内表面電極によるヒト外側翼突筋下頭筋活動の記録

檜山成寿 石渡靖夫 黒田敬之

東京医科歯科大学歯学部歯科矯正学第二講座

Shigetoshi HIYAMA, Yasuo ISHIWATA and Takayuki KURODA

Department of Orthodontics II, School of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University

キーワード：口腔内表面電極, 外側翼突筋下頭筋電図, Dual-Bite, 基準下顎位

顎運動や顎関節症との関連において重要視されているヒト外側翼突筋下頭筋について, 口腔内表面電極によりその筋活動記録が可能であるか否かを検討した。

顎口腔機能に異常の認められない個性正常咬合を有する成人男子5名を被験者とし, 口腔内表面電極として直径2mmの皿電極を上顎結節後方の歯肉頬移行部ヘシアノアクリレートにて固定した。また同側側頭筋, 咬筋および顎二腹筋より筋活動を同時記録した。

口腔内表面電極より噛みしめ時, 開口時, 側方滑走運動時および前方滑走運動時に筋活動が記録され, それらには一定のパターンがみられた。外側翼突筋下頭筋, 側頭筋, 咬筋, 内側翼突筋および頬筋に針電極を刺入し, 記録された各筋の単一ユニットをトリガーとして口腔内表面電極を用いて記録した電位を加算平均処理した結果, 閉口時には側頭筋, 咬筋および内側翼突筋の, 一方開口時には外側翼突筋下頭の単一ユニットに同期した電位が記録された。また飴を噛み砕かせた時に外側翼突筋下頭に生じた脱負荷反射も記録できた。さらに Dual-Bite を呈する患者において, 習慣性咬頭嵌合位および Dual-Bite 位における安静時筋活動の比較において, 両者に明かな相違が観察された。

以上のことより, 口腔内表面電極を用いて外側翼突筋下頭の開口時, 対側側方滑走運動時および前方滑走運動時の筋活動を記録しうることが明らかとなった。

(日矯歯誌 53(6): 683~695, 1994)

Recording of the inferior head of the human lateral pterygoid muscle activity with intraoral surface electrodes

The purpose of this study is to test the usefulness of

the intra-oral surface electrode (ISE) to record the lateral pterygoid (Lpt) electromyographic (EMG) activity in human without pain or interference to jaw-movements.

This study was carried out in 5 healthy adult males. The ISE was secured on the mucosa in the buccal sulcus distal to the left maxillary tuberosity with cyanoacrylate. The EMG activities of the ipsilateral masseter, temporal and digastric muscles were simultaneously recorded with surface electrodes.

During various jaw-movements, EMG activities that were obtained with the ISE showed constant patterns. Single motor unit activities recorded with needle electrodes from the ipsilateral masseter, temporal, medial pterygoid (Mpt), buccinator and Lpt muscles were used as the trigger to average the potential recorded with the ISE. The potential recorded with the ISE synchronized with the masseter, temporal and Mpt muscle activities during clenching, and with the the Lpt muscle activity during jaw-opening. Subsequently the unloading-reflex of jaw-opening muscles was recorded with the ISE. Moreover, when the ISE was applied to patients with dual-bite, apparent differences were observed between the EMG activity in the habitual intercuspal position and that of the dual-bite position.

Based on these findings, it was concluded that the Lpt EMG activity associated with jaw-opening, contralateral shift and protrusion can be recorded using the ISE.

(J. Jpn. Orthod. Soc. 53(6): 683~695, 1994)

結 言

ヒト外側翼突筋は下顎頭、関節円板に直接付着しており、下顎頭滑走運動に直接関与する筋であることから、その機能の重要性が指摘されている^{1,2)}。現在までにヒト外側翼突筋については解剖学的、組織学的、生理学的手法を用いて多くの研究が行われ、その複雑な構造の特徴および機能の詳細が解明されつつある。特に筋電図学的手法を用いた研究は、今日まで多数の報告があり^{3~19)}、最近では下顎頭運動と外側翼突筋の筋活動を同時に記録することにより本筋の機能を詳細に研究した報告もなされている^{20~25)}。

しかしこれらの外側翼突筋の筋電図学的研究においては、針電極あるいは wire 電極を直接筋肉内に刺入することにより筋活動の導出を行ったために、被験者に対して少なからず苦痛を与えてきた。さらに電極自体により物理的に下顎運動が阻害される可能性も考えられる。以上の理由により、外側翼突筋の筋活動の記録は、その機能的重要性にもかかわらず、臨床検査において、日常、患者に応用されるには至っていない。

そこでわれわれは口腔内表面電極を用いることにより、ヒト外側翼突筋、なかでも開口筋としてののはたきを有する外側翼突筋下頭の筋活動を、無痛的かつ顎運動を阻害することなく簡便に記録可能か否かを検討した。

方 法

I. 口腔内表面電極による外側翼突筋下頭筋活動記録

被験者には顎口腔機能に異常の認められない個性正常咬合を有する成人男子 5 名 (年齢: 24~31 歳) を用いた。

左側の側頭筋前部、側頭筋後部、咬筋、顎二腹筋前腹より表面電極 (電極間距離 ≈ 20 mm) を用いて筋活動を記録した。この信号は、生体電気増幅ユニット (Bioelectric amplifier AB-621G: 日本光電社製) を通して 4000 倍に増幅し、データレコーダー (SR-50: TEAC 社製) に記録した。時定数は 0.03 秒とした。

下顎切歯部における顎運動を、Mandibular Kinesio-graph (K5AR: Myo-tronics 社製: MKG) を用い、筋電図と同時に上述のデータレコーダーに記録した。

外側翼突筋の筋活動を記録するための電極として、小型銀塩化銀電極 (N-103-2, $\phi=2$ mm: 日栄計測社製) を用いた。電極は左側上顎結節後方部の歯肉頬移行部にボンドアロンアルファ (ゼリー状瞬間接着剤) にて固定した (図 1)。この電極を関電極とし、不関電極は同側の耳朶に固定した。この電極による筋活動記録の条件も上述の筋群と同様であるが、時定数は 0.003 秒とした。

被験者は歯科治療用椅子に楽な姿勢で座り、頭部を



図 1 口腔内表面電極 (ISE) の貼付部位

ベッドレストにつけた。各電極および MKG を装着した後、以下の実験を行った。

1. 各顎運動時における筋活動パターン

顎運動として、噛みしめ、開口運動、側方滑走運動、前方滑走運動、タッピングを選択した。被験者は術者の指示により各顎運動を行い、その時の各筋の活動パターンを記録した。

2. 加算平均処理

各顎運動時の口腔内表面電極からの電位がどの筋の活動を記録したものであるかを明らかにするために、各筋より単一運動単位 (以下、ユニットと略す) を針電極を用いて記録した。そのユニットをトリガーとして口腔内表面電極、他の表面電極から記録された筋活動の加算平均処理を行った。対象筋として左側の外側翼突筋下頭、側頭筋、咬筋、内側翼突筋、頬筋を選択した。外側翼突筋下頭には双極針電極 (NM-250T, 50 mm: 日本光電社製)、側頭筋、咬筋、内側翼突筋、頬筋には双極針電極 (NM-220T, 20 mm: 日本光電社製) を使用した。針電極から導出された信号は、生体電気増幅ユニットを通して 10,000 倍に増幅した後データレコーダーに記録した。この信号は AUDIO MONITOR (ME-2100: エム・イー・コマーシャル社製) を用いて実験者、被験者の両者に聴覚的にフィードバックされるようにした。

外側翼突筋下頭への針電極刺入については、日比野²⁰⁾の方法に準じ、口外法にて下顎切痕から約 40 mm 刺入した。外側翼突筋下頭のユニットを記録するために、被験者にわずかな開口を指示した。そして AUDIO MONITOR より発せられる音をフィードバックして、同一音が一定のリズムで続くように開口を維持させた。側頭筋、咬筋についてはそれぞれ前部および中央部へ針電極を刺入し、被験者に軽い噛みしめを行わせユニットを記録した。内側翼突筋への針電極の刺入は、下顎角部下縁より下顎角内面の内側翼突筋停止部へ向けて行った。被験者に軽い噛みしめを指示し、ユニットを記録した。頬筋については、被験者に開口させ、口内法にて小臼歯相当部頬粘膜に針電極を刺入し、

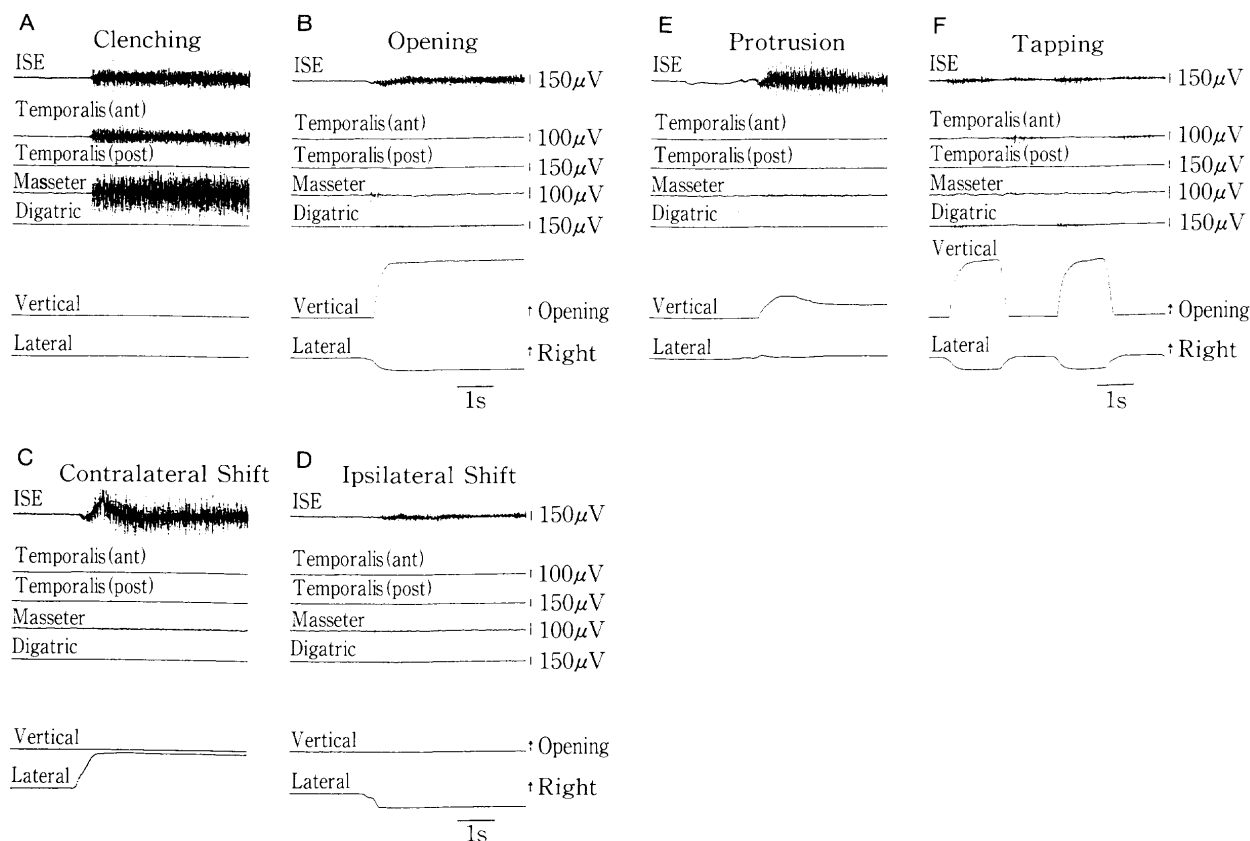


図 2 各顎運動時の筋活動パターン

A: 噛みしめ, B: 開口, C: 対側側方滑走運動, D: 同側側方滑走運動, E: 前方滑走運動, F: タッピング
 ISE: 口腔内表面電極, Temporalis (ant): 側頭筋前部, Temporalis (post): 側頭筋後部, Masseter: 咬筋,
 Digastric: 顎二腹筋前腹, Vertical: 垂直的顎運動, Lateral: 側方的顎運動

開口時に活動する頬筋ユニットを記録した。次いで軽い噛みしめをおこなわせ、この時活動している頬筋ユニットを記録した。実験終了後、口腔内表面電極およびその他の表面電極から同時記録した筋活動を、記録した各筋ユニットをトリガーとしてシグナルプロセッサ (7T18: 日本電気三栄社製) を用いて加算処理した。

3. Unloading Reflex

外側翼突筋下頭に誘発される Unloading Reflex (脱負荷反射²⁶⁾) が口腔内表面電極を用いて記録できるかどうかを検討した。被験者に同側臼歯部にて飴 (ノンシュガーのど飴: カンロ株式会社製) を保持させ、実験者の合図とともに一気に噛み砕かせ、このとき生じる Unloading Reflex の記録を試みた。

II. 口腔内表面電極の臨床応用

本学矯正科に来院した Class II Div. 1 不正咬合を有する女性患者 3 名 (年齢はそれぞれ 10 歳, 13 歳, 15 歳) を被験者として選択した。この 3 名は臼歯部の咬頭嵌合の得られる習慣性咬頭嵌合位に対し、無意識のうちに下顎を前方に位置づけるという習癖を有する、いわゆる Dual-Bite 患者である。以下この無意識的下顎前方位を Dual-Bite 位と呼ぶこととする。口腔内表面電極を用いて習慣性咬頭嵌合位, Dual-Bite 位にお

いて両側の外側翼突筋下頭筋活動を記録し、両顎位において筋活動にいかなる相違があるか観察した。

結 果

I. 口腔内表面電極による外側翼突筋下頭筋活動記録

1. 各顎運動時における筋活動パターン

図 2 に同一被験者から記録された噛みしめ時 (図 2 A), 開口時 (図 2 B), 右側側方滑走運動時 (図 2 C), 左側側方滑走運動時 (図 2 D), 前方滑走運動時 (図 2 E), タッピング時 (図 2 F) の筋活動パターンの典型例を示す。

噛みしめ時 (図 2 A) には、他の閉口筋活動と同期して、口腔内表面電極からも著明な筋活動が記録された。

開口時 (図 2 B) には、開口相に同期して、口腔内表面電極から筋活動が記録された。

右側への側方滑走運動時 (図 2 C) には、他の筋には明かな筋活動は認められなかったが、口腔内表面電極からは著明な筋活動が記録された。

左側への側方滑走運動時 (図 2 D) には、口腔内表面電極からわずかな筋活動が記録された。

前方滑走運動時 (図 2 E) には (図 2 C) と同様に

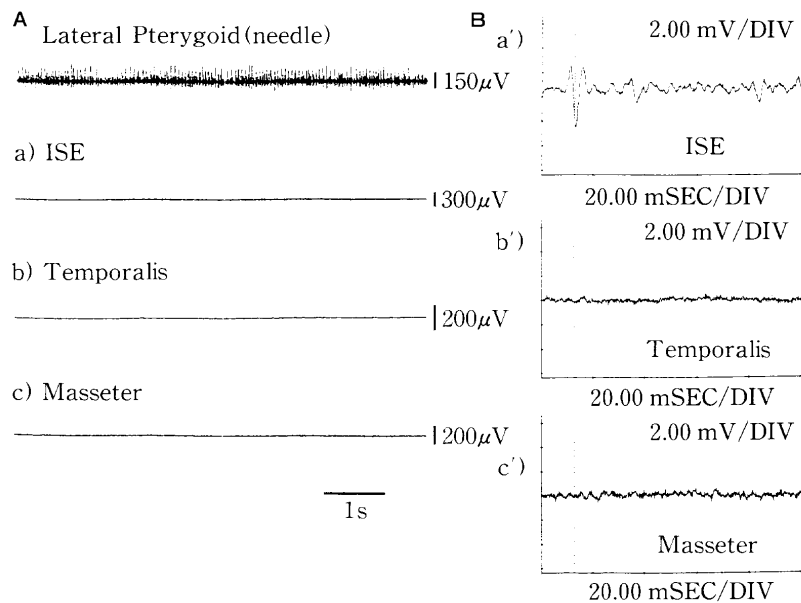


図 3 外側翼突筋ユニットによる加算平均処理の 1 例

A: わずかな開口時に記録された筋活動

Lateral Pterygoid (needle): 針電極より記録された外側翼突筋下頭ユニット, **a) ISE:** 口腔内表面電極, **b) Temporalis:** 側頭筋前部, **c) Masseter:** 咬筋

B: 外側翼突筋ユニットをトリガーとした加算平均処理 (100 回) の結果, 図中縦の点線のところでトリガーがかかっている, 縦軸: 2.00 mV/DIV, 横軸: 20.00 ms/DIV

a') 口腔内表面電極, b') 側頭筋前部, c') 咬筋

他の筋には明かな筋活動が認められないにもかかわらず, 口腔内表面電極からは著明な筋活動が記録された。

タッピング時 (図 2 F) には, 側頭筋, 咬筋は閉口相に, 顎二腹筋は開口相にのみ活動を示すのに対し, 口腔内表面電極からは開口相, 閉口相いずれにおいても筋活動が記録された。

他の 4 名の被験者においても, これと同様の筋活動パターンが記録された。

2. 加算平均処理による検討

外側翼突筋下頭のユニットから得られた結果の 1 例を図 3 に示す。A の上段にわずかに開口させた時に針電極から記録された持続的に活動する外側翼突筋下頭のユニットを示す。このユニットをトリガーとして口腔内表面電極の電位, 側頭筋前部, 咬筋の表面筋電図を 100 回加算平均処理した (図 3 B)。図中の縦の点線のところでトリガーがかかっており, 口腔内表面電極からのみトリガーに同期した電位が認められる。

側頭筋のユニットから得られた結果の 1 例を図 4 に示す。A の上段に針電極から記録された持続的に活動する側頭筋ユニットを示す。このユニットをトリガーとして口腔内表面電極の電位, 側頭筋前部, 咬筋の表面筋電図を 500 回加算平均処理した (図 4 B)。口腔内表面電極および側頭筋前部から, トリガーに同期した電位が認められる。

咬筋のユニットから得られた結果の 1 例を図 5 に示す。A の上段に針電極から記録された持続的に活動するユニットを示す。このユニットをトリガーとして口腔内表面電極の電位, 側頭筋前部, 咬筋の表面筋電図を 500 回加算平均処理した (図 5 B)。口腔内表面電極および咬筋から, トリガーに同期した電位が認められる。

内側翼突筋のユニットから得られた結果の 1 例を図 6 に示す。A の上段に針電極からの記録された持続的に活動する内側翼突筋ユニットを示す。このユニットをトリガーとして口腔内表面電極の電位, 側頭筋前部, 咬筋の表面筋電図を 500 回加算平均処理した (図 6 B)。口腔内表面電極からのみトリガーに同期した電位が認められる。

頬筋のユニットから得られた結果の 1 例を図 7, 8 に示す。図 7 は軽い噛みしめ時に活動を示す頬筋ユニットについて, 図 8 は開口時に活動を示す頬筋ユニットについてのそれぞれの 1 例である。軽い噛みしめ時に持続的に活動する頬筋ユニットをトリガーとして口腔内表面電極からの電位を 70 回加算平均処理した (図 7 右)。このときトリガーに同期した電位は認められなかった。同様に, 開口時に持続的に活動をする頬筋ユニットをトリガーとして口腔内表面電極からの電位を 200 回加算平均処理した (図 8 右)。このときも

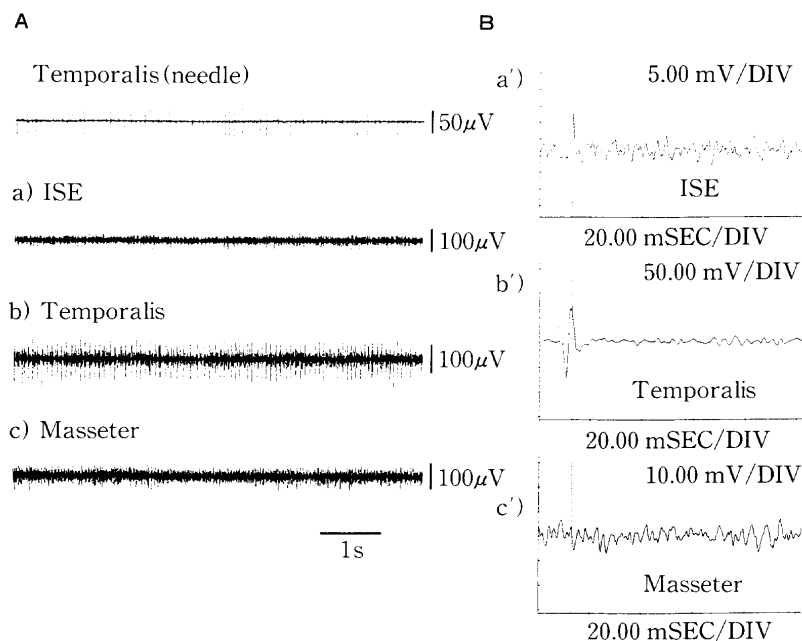


図 4 側頭筋ユニットによる加算平均処理の 1 例

A: わずかな噛みしめ時に記録された筋活動

Temporalis (needle): 針電極より記録された側頭筋ユニット,
a) ISE: 口腔内表面電極, b) Temporalis: 側頭筋前部, c)
Masseter: 咬筋

B: 側頭筋ユニットをトリガーとした加算平均処理 (500 回) の結果,
図中縦の点線のところでトリガーがかかっている, 横軸: 20.00
ms/DIV

a') 口腔内表面電極, 縦軸: 5.00 mV/DIV

b') 側頭筋前部, 縦軸: 50.00 mV/DIV

c') 咬筋, 縦軸: 10.00 mV/DIV

トリガーに同期した電位は認められなかった。

3. Unloading Reflex

図 9 にその 1 例を示す。上段下線部が、口腔内表面電極から記録された外側翼突筋下頭のものと思われる一過性の反射性興奮活動である。その際閉口筋である側頭筋および咬筋の筋活動は抑制され、ほとんど筋活動がみられない。さらに開口筋である顎二腹筋からも一過性の反射性興奮活動が記録された。

II. Dual-Bite 患者における記録

図 10~12 に 15 歳の患者の例を示す。図 10 は習慣性咬頭嵌合位および Dual-Bite 位の口腔内写真である。この患者の場合、約 2 mm 下顎を前方移動した位置が Dual-Bite 位となっている。図 11 に習慣性咬頭嵌合位にて安静にしているときの両側の外側翼突筋下頭および左側の側頭筋前部および後部、咬筋、顎二腹筋筋活動を示す。いずれの筋にもほとんど活動はみられなかった。図 12 には Dual-Bite 位にて安静にしているときのそれぞれの筋活動を示す。両側の口腔内表面電極から明かな筋活動が記録された。

考 察

I. 口腔内表面電極の貼付部位について

口腔内表面電極の貼付部位は図 1 に示すように上顎結節後方部歯肉頬移行部とした。藍²⁷⁾によれば、この部位の圧迫により外側翼突筋下頭の触診が可能であり、また実際この触診法が臨床の場で、顎機能異常患者の筋触診法として取り入れられている²⁸⁾。一方、この部位の圧迫では外側翼突筋下頭に触れることは不可能であるとする解剖学的報告^{29,30)}もみられる。しかし、上顎結節後方部歯肉頬移行部にて外側翼突筋下頭の触診ができるか否かにかかわらず、筋電図記録法によって、貼付した電極周辺の筋活動を電気的現象として捉えることができるという特徴を利用すれば、触れることはできなくとも比較的近接して存在する外側翼突筋下頭の筋活動をこの部位で記録できる可能性は十分考えられる。

耳下腺開口部歯肉頬移行部にワッヂを置き、上顎結節後方部歯肉頬移行部を気銃にて十分乾燥させることで、ゼリー状アロンアルファを用いて容易かつ強固に小型表面電極を固定することが可能であった。今回の

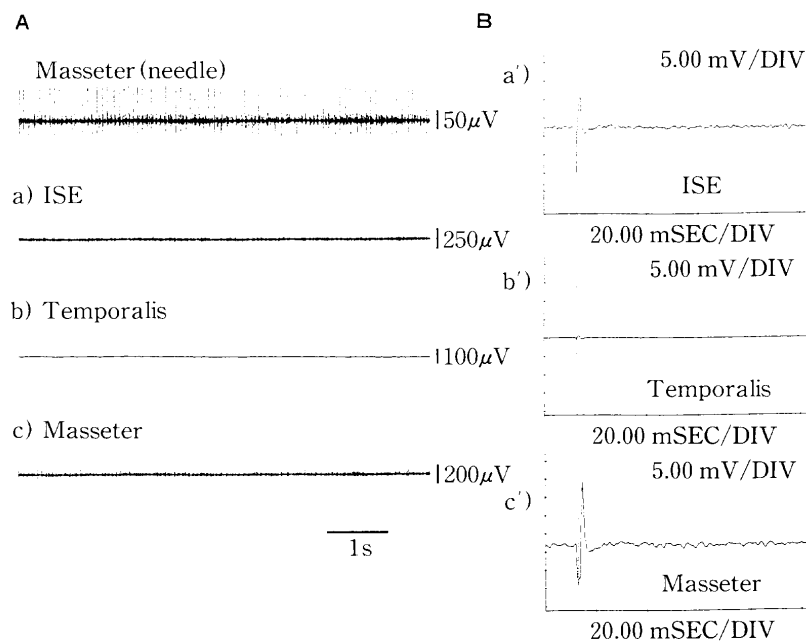


図 5 咬筋ユニットによる加算平均処理の 1 例

A: わずかな噛みしめ時に記録された筋活動

Masseter (needle): 針電極より記録された咬筋ユニット

a) ISE: 口腔内表面電極, b) Temporalis: 側頭筋前部, c)

Masseter: 咬筋

B: 咬筋ユニットをトリガーとした加算平均処理 (500 回) の結果, 図中縦の点線のところでトリガーがかかっている, 縦軸: 5.00 mV/DIV, 横軸: 20.00 ms/DIV

a') 口腔内表面電極, b') 側頭筋前部, c') 咬筋

実験を通して口腔内表面電極が実験中に脱落した例は皆無であった。また実験終了後に電極の位置を確認したが、つねに最初に固定した位置に保持されていた。以上のことから、口腔内表面電極をシアノアクリレートを用いて上顎結節後方部歯肉頬移行部に固定する方法は、十分な安定性を有すると考えられる。電極はピンセットで引っ張ることにより撤去したが、この操作は容易にかつ被験者の頬粘膜を傷つけることなく行うことが可能であった。さらに、被験者の問診によれば、本法により顎運動の障害は感じられないということであった。

II. 各顎運動時における筋活動について

ヒト外側翼突筋を対象とした筋電図学的研究は、1950 年の Moyers³⁾ までさかのぼることができる。彼は口腔内から外側翼突筋に針電極を刺入し、本筋が開口時、下顎の前方滑走運動時および対側側方滑走運動時に活動することを報告した。河村⁴⁾も同様の報告をしているが、三浦⁵⁾はこれらとは異なり、噛みしめ時および同側側方滑走運動時に活動することを示した。他方、Carlsoo⁶⁾は外側翼突筋が上述した相反するいずれの機能をも有することを報告し、神山⁷⁾はこの筋について初めて上頭・下頭に分けてそれぞれの筋活動を別々に導出した。以来、Lehr and Owens⁸⁾のように

上頭と下頭が機能的に同一の役割を果たしていると報告したものもあるが⁸⁾, Mahan *et al.*⁹⁾, Gibbs *et al.*¹⁰⁾, Juniper¹¹⁾, および Widmalm *et al.*¹⁵⁾ らの報告では一様に、上頭は噛みしめ時および同側側方滑走運動時に活動し、下頭は開口時、対側側方滑走運動時および前方滑走運動時に活動するとの結論に達している。近年、高野¹²⁾, Widmalm *et al.*¹⁵⁾ および尚原³¹⁾らのヒト外側翼突筋の解剖学的・組織学的研究により、その形態の複雑さが明らかになるとともに、筋電図学的研究においても、切歯点部・顎頭点部における顎運動との同時記録を行ったより詳細な研究が日比野²⁰⁾, 高橋²¹⁾, 上田²²⁾, 日比野, 他²³⁾, 平場, 他²⁴⁾および吉田²⁵⁾らによって行われてきた。これらの報告においても、ヒト外側翼突筋の活動に関して、上頭は噛みしめ時および同側側方滑走運動時に活動し、下頭は開口時、対側側方滑走運動時および前方滑走運動時に活動することが報告されている。そこで今回、咀嚼筋のなかで唯一開口時に活動を示す外側翼突筋下頭に注目し、顎運動を規定することにより、本筋筋活動を口腔内表面電極にて特異的に記録することを試みた。

図 2 において示したように、噛みしめ時には閉口筋である側頭筋・咬筋と同期して口腔内表面電極から著明な筋活動が記録された。また開口時には開口相に同

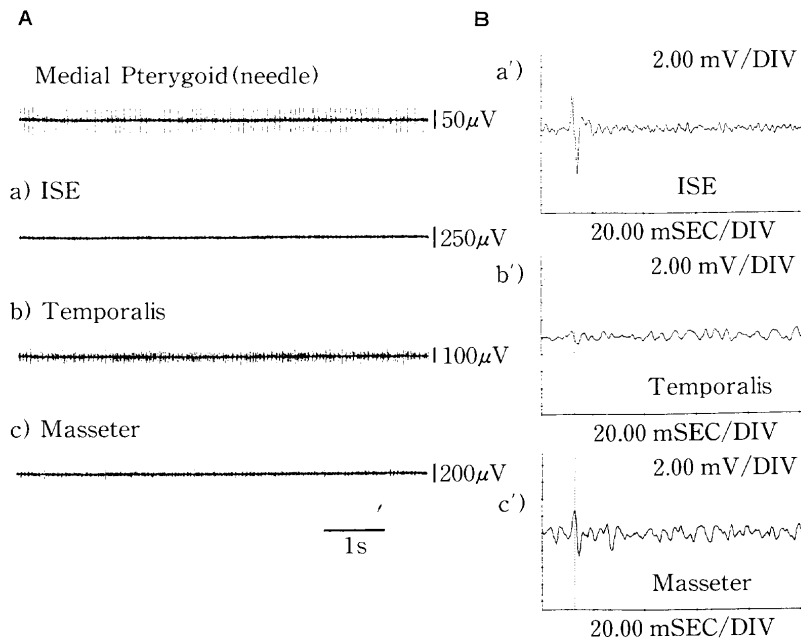


図 6 内側翼突筋ユニットによる加算平均処理の 1 例

A : わずかな噛みしめ時に記録された筋活動

Medial Pterygoid (needle) : 針電極より記録された内側翼突筋ユニット, a) ISE : 口腔内表面電極, b) Temporalis : 側頭筋前部, c) Masseter : 咬筋

B : 内側翼突筋ユニットをトリガーとした加算平均処理 (500 回) の結果, 図中縦の点数のところでトリガーがかかっている, 縦軸 : 2.00 mV/DIV, 横軸 : 20.00 ms/DIV

a') 口腔内表面電極, b') 側頭筋前部, c') 咬筋

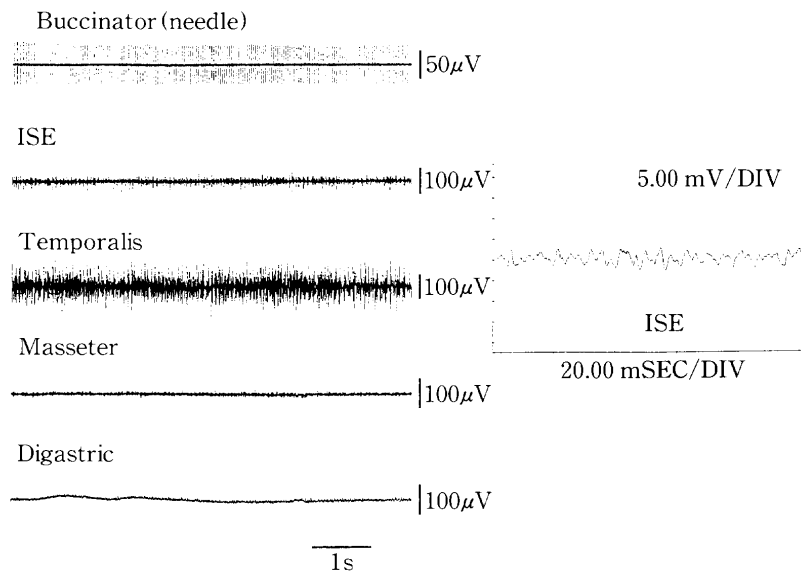


図 7 軽い噛みしめ時に活動を示す頬筋ユニットおよびそれによる ISE の加算平均処理の 1 例

左上段に針電極から記録された頬筋ユニットを示す, 以下 ISE : 口腔内表面電極, Temporalis : 側頭筋前部, Masseter : 咬筋, Digastric : 顎二腹筋前復

右には左上段に示す頬筋ユニットをトリガーとした加算平均処理 (70 回) の結果を示す, 図中縦の点線のところでトリガーがかかっている, 縦軸 : 5.00 mV/DIV, 横軸 : 20.00 ms/DIV

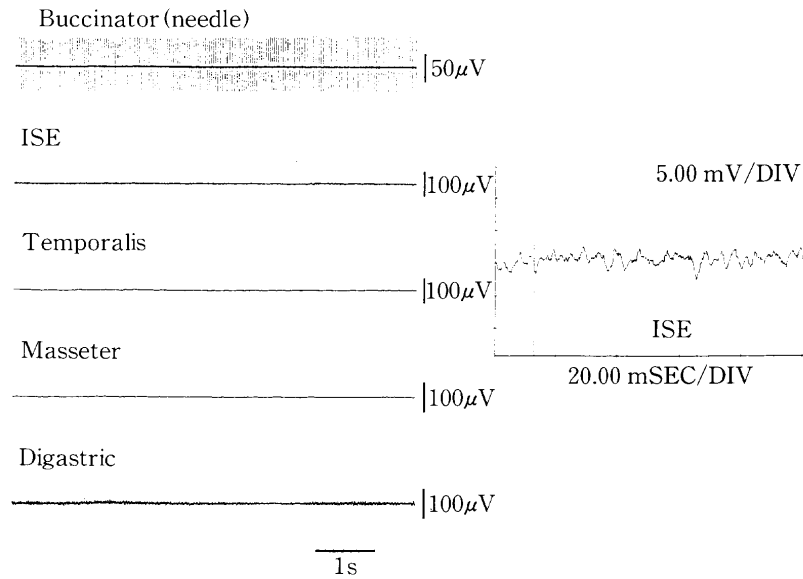


図 8 開口時に活動を示す頬筋ユニットおよびそれによる ISE の加算平均処理の 1 例

左上段に針電極から記録された頬筋ユニットを示す，以下 ISE：口腔内表面電極，Temporalis：側頭筋前部，Masseter：咬筋，Digastric：顎二腹筋前腹

右には左上段に示す頬筋ユニットをトリガーとした加算平均処理 (200 回) の結果を示す，図中縦の点線のところでトリガーがかかっている，縦軸：5.00 mV/DIV，横軸：20.00 ms/DIV

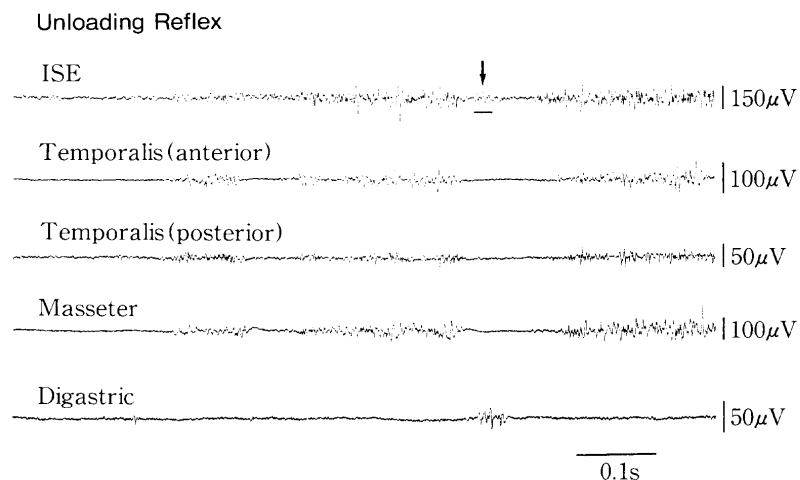


図 9 口腔内表面電極より記録された Unloading Reflex の 1 例

ISE：口腔内表面電極，Temporalis (anterior)：側頭筋前部

Temporalis (posterior)：側頭筋後部，Masseter：咬筋，Digastric：顎二腹筋前腹

↓：閉口筋抑制相に記録された一過性の興奮性筋活動

期して，口腔内表面電極から明かな筋活動が認められた。さらに右側側方滑走運動時および前方滑走運動時には，他の筋群からは明かな筋活動が認められないにもかかわらず，口腔内表面電極からは顕著な筋活動が記録された。以上の結果と外側翼突筋の各顎運動時の活動様式より，口腔内表面電極は噛みしめ時には周囲

の閉口筋の活動を記録し，開口時，対側側方滑走運動時および前方滑走運動時には外側翼突筋下頭の筋活動を記録していることが示唆される。また，各顎運動時に咀嚼筋以外では頬筋の筋活動を記録している可能性も考えられる。

左側への側方滑走運動時に口腔内表面電極より記録

図 10 Dual-Bite を呈する 15 歳の患者の口腔内写真
左の列：習慣性咬頭嵌合位，右の列：Dual-Bite 位，上顎左右 6 番には EOA のためのチューブ
付きバンドが装着されている。

された筋活動（図 2 D）は，全く記録されない被験者もあったが，図 2 のように比較的是っきりと記録できる被験者もあった。同側側方滑走運動時に活動する筋

として，側頭筋後部，外側翼突筋上頭などが考えられ，この顎運動時において口腔内表面電極によって記録された電位は，これらの筋の活動を反映したものである

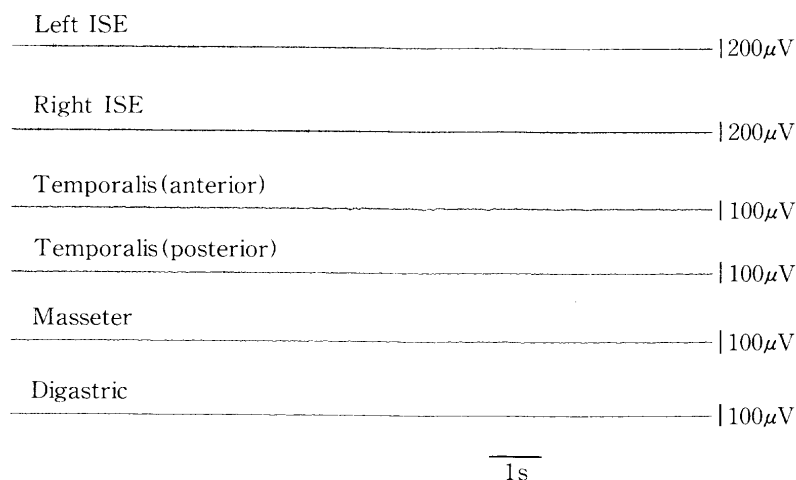


図 11 Dual-Bite 患者における記録

習慣性咬頭嵌合位にて楽にしている条件下にて記録している。

Left-ISE : 左側口腔内表面電極, Right-ISE : 右側口腔内表面電極, Temporalis (anterior) : 側頭筋前部, Temporalis (posterior) : 側頭筋後部, Masseter : 咬筋, Digastric : 顎二腹筋前腹
いずれの筋にもほとんど筋活動がみられないことに注意

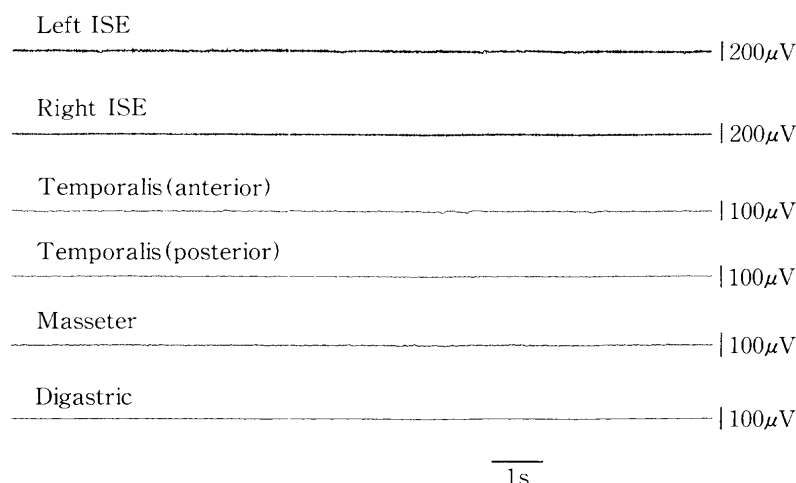


図 12 Dual-Bite 患者における記録

Dual-Bite 位にて楽にしている条件下にて記録している。

Left-ISE : 左側口腔内表面電極, Right-ISE : 右側口腔内表面電極, Temporalis (anterior) : 側頭筋前部, Temporalis (posterior) : 側頭筋後部, Masseter : 咬筋, Digastric : 顎二腹筋前腹

(図 11) と比較して両側口腔内表面電極において明かな筋活動の増大が認められる。

と考えられる。

タッピング運動時には(図 2 F)に示すように開口相, 閉口相いずれにおいても口腔内表面電極から明かな筋活動が記録された。他の運動時の記録を参照して考えると, 開口相に記録された電位は外側翼突筋下頭の筋活動を記録したものであり, 閉口相に記録された電位は側頭筋, 咬筋, 内側翼突筋の筋活動を記録したものと考えられる。また頬筋の筋活動が記録されている可能性も考えられる。

III. 加算平均処理の結果

各顎運動時の口腔内表面電極からの電位がどの筋の活動を記録したものであるかを明確にするために, 外側翼突筋下頭, 側頭筋, 咬筋, 内側翼突筋, 頬筋からユニットを記録し, それをトリガーとして口腔内表面電極からの記録の加算平均処理を行った。

針電極が外側翼突筋下頭へ刺入されたかどうかは, 刺入された針電極の長さとは被験者に各顎運動を行わせることで生じる筋活動パターンから判断した。すなわ

ち、刺入距離としては 40 mm を 1 つの目安とし²⁰⁾、筋活動パターンについては開口時、対側側方滑走運動時および前方滑走運動時に顕著な筋活動が認められ、噛みしめ時および同側側方滑走運動時には筋活動が認められないというパターンを指標とした。ただし外側翼突筋上頭との解剖学的な位置関係から、噛みしめ時および対側側方滑走運動時にも筋活動の記録されることもあったが²³⁾、この場合の筋活動がユニットとして記録されるのであれば針電極は下頭に刺入されているものと判断した。

種々の筋のユニットをトリガーとした口腔内表面電極および表面筋電図の加算平均処理により以下のことが明かとなった。すなわち、開口時には口腔内表面電極より外側翼突筋下頭の筋活動が記録され、噛みしめ時には側頭筋、咬筋、内側翼突筋の筋活動が記録された。今回の実験においては外側翼突筋下頭のユニットとして開口時に活動するものを対象としており、対側側方滑走運動時および前方滑走運動時の記録についての加算平均処理は行っていない。しかし、開口時に活動するユニットが対側側方滑走運動時および前方滑走運動時にも持続的活動を示すことが確認されたことから、このユニットが対側側方滑走運動時および前方滑走運動時においても口腔内表面電極から記録されていると考えられる。

側頭筋、咬筋および内側翼突筋については、すべての被験者から得られたすべてのユニットについて、加算平均処理の結果、トリガーに同期した電位が記録された。

頬筋は最も深層に位置する表情筋であり、上下顎大臼歯部の歯槽部外面と下顎大臼歯後方にある頬筋稜ならびに翼突下顎縫線からおこり口唇に向かって前走し、口唇へ入り口輪筋の大部分をつくる、といわれている³²⁾。したがって、その解剖学的走行からすれば、その筋活動が口腔内表面電極に反映される可能性も考えられる。そこで今回 4 つの咀嚼筋の他に、表情筋の 1 つである頬筋についても検討を加えた。加算平均処理の結果からは、頬筋の筋活動は口腔内表面電極に反映されていなかった。しかし開口時および閉口時に活動している頬筋のユニットをみつけることは大変難しく、結果で示した 1 例を含む 5 つのユニットしか記録することはできなかった。この筋の活動様式について詳細に調べた報告はみられず、頬筋が咀嚼時にどのような活動パターンを示すのかについての情報もない³³⁻³⁷⁾。表面電極を用いて頬筋筋活動を記録しようとしても、周囲の筋活動が混入してくる可能性が高く、頬筋のみの筋活動を表面電極にて単離して記録することは困難であろう。このことは唯一、針電極を用い、頬筋ユニットを記録するという手段によってのみ可能となるであろう。その意味では、今回中程度の開口時、軽い噛みしめ時に活動する頬筋ユニットを 5 例記録できたということは重要であると思われた。ただし、5

つの頬筋ユニットの加算平均処理の結果のみから、口腔内表面電極に本筋の筋活動が混入していないと断言することはできない。開口時および閉口時に活動する頬筋ユニットが記録される以上、頬筋筋活動が口腔内表面電極に反映されているという可能性は否定できない。

IV. Unloading Reflex

口腔内表面電極にて外側翼突筋下頭の筋活動が記録できることが明かとなったので、この口腔内表面電極を用いてヒト外側翼突筋下頭に生じる反射性活動の記録を試みた。

飴を噛み砕かせたときに、咬筋、側頭筋といった閉口筋には脱負荷反射による抑制が生じ、それと同期して外側翼突筋下頭に反射性興奮が生じることは、吉田³⁸⁾がすでに針電極を用いた実験において報告している。その簡便さから、今回この方法を用いて、外側翼突筋下頭に生じる反射性応答の記録を行った。その結果、図 9 下線で示すように、閉口筋の抑制相に同期して、外側翼突筋下頭の成分と思われる一過性の反射性興奮活動が記録された。このことは、口腔内表面電極によって外側翼突筋下頭に生じる反射性活動も捉えることができるということを示唆するものである。

V. 口腔内表面電極の臨床検査への応用

—Dual-Bite 患者における記録—

今回対象とした Dual-Bite (二態咬合) は、臼歯部の咬頭嵌合の得られる習慣性咬頭嵌合位に対して、無意識的あるいは意識的に下顎を前方に位置づけるというものである。勿論、このような前後の顎位の変化のみならず、側方への顎位の変化が認められる Dual-Bite もある。矯正科医がこのような Dual-Bite 患者を治療する際、しばしばその顎位の不安定さに悩まされる。そのような時、目標とすべき顎位の決定にはこれまで、術者の経験による主観的判断、あるいは関節窩と関節頭の位置関係を把握するための顎関節 X 線撮影法が用いられてきた。しかしこのようにして決定された顎位は形態的には望ましいものであっても、機能的に望ましい顎位であるかについては、これまでその客観的指標となり得るものはなかった。顎位の決定に筋電図を利用しようとする報告はこれまでにあった³⁹⁻⁴³⁾。しかし、顎位を変化させることによって咀嚼筋活動の変化を調べた研究のほとんどは、垂直的、前後のおよび側方的に顎位を変化させることによって筋活動の変化を調べており、咀嚼筋活動を指標として臨床的に、習慣性咬頭嵌合位、下顎安静位等の基準下顎位、あるいは治療目標とすべき顎位の決定を行うには至っていない。河野ら⁴³⁾は咬筋、側頭筋前部および側頭筋後部の噛みしめ時における筋活動を指標として、前後のおよび側方的下顎位の決定を試みたが、噛みしめという不確定要素の多い task を介する必要があるため、その実際の利用を考えた場合、難しい面が多々あると思われる。さらに、これまでの研究において下顎

位の決定に外側翼突筋活動を利用しようとしたものはほとんどなく^{17,44)}、前後のおよび側方的顎位の決定に際して最も大きく機能すると思われる外側翼突筋を考慮していないことには大きな問題があると思われる。河野⁴³⁾も、咬合位の左右方向の変化をさらに詳細に知るためには、内側翼突筋あるいは外側翼突筋といった筋を測定の対象としなくてはならないだろうと述べている。そこで口腔内表面電極によって記録された外側翼突筋下頭筋活動が下顎の前後の顎位の決定に利用できる可能性を調べるために本実験を行った。

Dual-Bite 患者に両側口腔内表面電極を固定し、習慣性咬頭嵌合位にて採得した wax-bite を口腔内へ挿入した後、顎位を安静に保つよう指示すると、口腔内表面電極からはほとんど筋活動は記録されなかった。ところが Dual-Bite 位にて採得した wax-bite を口腔内へ挿入した後、顎位を安静に保つよう指示すると、側頭筋、咬筋および顎二腹筋においてはその筋活動にほとんど変化がみられないのに対し、外側翼突筋下頭は明かな筋活動の増大を示した。小野¹⁷⁾はヒト外側翼突筋に針電極を刺入し、垂直的、前後のおよび側方的に顎位を変化させたときの、筋活動の変化を詳細に検討している。そこでは、針電極を用いたヒト外側翼突筋下頭の筋活動を指標として、前後的には 1.0 mm をこえる顎位を、側方的には 1.5 mm をこえる顎位を診査できる可能性が示唆された。一方開口運動に関しては、開口量 2.0 mm 程度では外側翼突筋下頭の筋活動が大きく増大するという事はなかったと述べている。これは 2.0 mm 程度の開口運動は顎頭の回転運動によって行われ、顎頭の滑走運動はほとんどないためであると考察している。このことは、前後的に 2 mm 程度の顎位の変化を伴う Dual-Bite 患者の基準となる顎位の決定に口腔内表面電極を応用する試みの妥当性を支持するとともに、わずかな前後のおよび側方的顎位の変化も外側翼突筋下頭の筋活動を指標にすれば明確に捉えることができることを示唆するものである。

本研究結果から口腔内表面電極により外側翼突筋下頭の筋活動を記録し、矯正臨床上、機能検査の一環として応用しうることが明らかになったと考えられる。しかし、各種顎運動時に口腔内表面電極から導出されている筋活動については、それが必ずしも外側翼突筋下頭のみ活動を反映させているのではないので、結果を解釈する上では、各種顎運動にともなう筋活動の記録を参照することが必須となろう。筋機能の調和という観点からの下顎位の評価等、今後も応用範囲の検討を重ねていきたい。

本論文の要旨は、第 41 回国際歯科研究学会日本部会 (JADR) 総会 (1993, 岡山) において発表した。

文 献

- 1) 井上 宏：外側翼突筋の形態、機能と病態、歯界展望 (別冊) 顎関節症の臨床：25-32, 1989.
- 2) 藍 稔：顎機能異常—咬合からのアプローチ、東京、1985、医歯薬出版、149.
- 3) Moyers, R. E. : An electromyographic analysis of certain muscles involved in temporomandibular movement, *Am J Orthod* 36 : 481-515, 1950.
- 4) 河村洋二郎：歯科領域における筋電図の応用、歯界展望 37 : 225-230, 259-264, 1954.
- 5) 三浦不二夫：筋電図法による咀嚼筋の活動様式に関する研究 (特に咬筋、側頭筋、顎二腹筋について)、口病誌 23 : 291-321, 1956.
- 6) Carlsoo, S. : An electromyographic study of the activity, and an anatomic analysis of the mechanics of the lateral pterygoid muscle, *Acta Anatomica* 26 : 339-351, 1956.
- 7) 神山光男：外側翼突筋の活動様式に関する研究、口病誌 25 : 576-595, 1958.
- 8) Lehr, R. P. and Owens, S. E. : An electromyographic study of the human lateral pterygoid muscles, *Anat Rec* 196 : 441-448, 1980.
- 9) Mahan, P. E., Wilkinson, T. M., Gibbs, C. H., *et al.* : Superior and inferior bellies of the lateral pterygoid muscle EMG activity at basic jaw positions, *J Prosth Dent* 50 : 710-718, 1983.
- 10) Gibbs, C. H., Mahan, P. E., Wilkinson, T. M. and Mauderli, A. : EMG activity of the superior belly of the lateral pterygoid muscle in relation to other jaw muscles, *J Prosth Dent* 51 : 691-702, 1984.
- 11) Juniper, R. P. : Temporomandibular joint dysfunction : A theory based upon electromyographic studies of the lateral pterygoid muscle, *Brit J Oral Maxillofac Surg* 22 : 1-8, 1984.
- 12) 高野直久：外側翼突筋に関する臨床解剖学的ならびに生理学的研究、歯科学報 86 : 933-969, 1986.
- 13) Wood, W. W., Takada, K. and Hannam, A. G. : The electromyographic activity of the inferior part of the human lateral pterygoid muscle during clenching and chewing, *Archs oral Biol* 31 : 245-253, 1986.
- 14) Harper, R. P., de Bruin, H. and Burcea, I. : Lateral pterygoid muscle activity in mandibular retrognathism and response to mandibular advancement surgery, *Am J Orthod* 91 : 70-76, 1987.
- 15) Widmalm, S. E., Lillie, J. H. and Ash, M. M. : Anatomical and electromyographic studies of

- tie lateral pterygoid muscle, J Oral Rehabil 14: 429-446, 1987.
- 16) Zijun, L., Huiyun, W. and Weiya, P.: A comparative electromyographic study of the lateral pterygoid muscle and arthrography in patients with temporomandibular joint disturbance syndrome sounds, J Prosth Dent 62: 229-233, 1989.
 - 17) 小野圭昭：下顎位の変化に伴う外側翼突筋下頭の筋活動について，補綴誌 33: 639-653, 1989.
 - 18) 福田順直：ヒト外側翼突筋下頭の反射性制御に関する筋電図学的研究，補綴誌 36: 351-360, 1992.
 - 19) 吉田和也，井上 宏：顎関節内障患者の咀嚼時における外側翼突筋に関する筋電図学的研究，補綴誌 36: 1261-1272, 1992.
 - 20) 日比野和人：外側翼突筋上頭の基本特性ならびに開口量・咬合力との関係，補綴誌 34: 545-558, 1990.
 - 21) 高橋一也：開口運動における外側翼突筋下頭・顎二腹筋前腹の筋電図学的研究，補綴誌 34: 559-572, 1990.
 - 22) 上田龍太郎：外側翼突筋下頭の活動様式，補綴誌 36: 94-107, 1992.
 - 23) 日比野和人，平場勝成，平沼謙二：ヒト外側翼突筋上頭・下頭の機能的相違について－1. 各種基本運動時の活動様式ならびに解剖学的考察－，補綴誌 36: 314-327, 1992.
 - 24) 平場勝成，日比野和人，平沼謙二：ヒト外側翼突筋上頭・下頭の機能的相違について－2. 関節頭運動要素と筋活動量－，補綴誌 36: 328-339, 1992.
 - 25) 吉田和也：顎頭運動からみた咀嚼時の外側翼突筋上頭の筋電図学的研究，補綴誌 36: 340-350, 1992.
 - 26) 中村嘉男：咀嚼運動のしくみ；東京医科歯科大学歯学部付属顎口腔総合研究施設編 咀嚼のしくみ，東京，1983，日本歯科評論社，275.
 - 27) 藍 稔：顎機能異常－咬合からのアプローチ，東京，1985，医歯薬出版，205-213.
 - 28) 小林義典：咀嚼系の各部の疼痛との関連でみた顎関節領域の疼痛，歯界展望 82: 1321-1329, 1993.
 - 29) Friedman, M. H. and Weisberg, J.: Pitfalls of muscle palpation in TMJ diagnosis, J Prosth Dent 48: 331, 1982.
 - 30) Johnstone, D. R. and Templeton, M.: The feasibility of palpating the lateral pterygoid muscle, J Prosth Dent 44: 318-323, 1980.
 - 31) 尚原弘明：ヒト外側翼突筋の形態に関する肉眼的ならびに顕微解剖学的研究，鶴見歯学 15: 1-26, 1989.
 - 32) 上條雍彦：口腔解剖学－2 筋学－，東京，1984，アナトーム社，233.
 - 33) Lundquist, D. O.: An electromyographic analysis of the function of the buccinator muscle as an aid to denture retention and stabilization, J Prosth Dent 9: 44-52, 1959.
 - 34) Baril, C. and Moyers, R. E.: An electromyographic analysis of the temporalis muscles and certain facial muscles in thumb-and finger-sucking patients, J Dent Res 39: 536-553, 1960.
 - 35) 黒田敬之：吸啜運動時の口腔内圧の研究，口病誌 31: 276-300, 1964.
 - 36) Blanton, P. L., Biggs, N. L. and Perkins, R. C.: Electromyographic analysis of the buccinator muscle, J Dent Res 49: 389-393, 1970.
 - 37) Isley, C. L. and Basmajian, J. V.: Electromyography of the human cheeks and lips, Anat Rec 176: 143-148, 1973.
 - 38) 吉田和也：咀嚼筋の脱負荷反射に関する研究，補綴誌 37: 227-235, 1993.
 - 39) 六車寿男：咀嚼筋筋電図の補綴学的分析に関する研究，歯科医学 28: 615-650, 1965.
 - 40) 坂本正朔：補綴学領域における下顎の垂直的ならびに水平的変位に関する筋電図学的研究，九州歯会誌 23: 544-572, 1969.
 - 41) 深水皓三，児玉 実，森谷良彦，他：各種の有歯下顎位の咬合力および咬筋側頭筋の筋電図所見，補綴誌 16: 46-53, 1972.
 - 42) 平尾文昭：下顎の位置変化が咀嚼筋活動に及ぼす影響に関する研究，歯科学報 77: 1167-1204, 1977.
 - 43) 河野正司，坂東永一，田中伐平，他：咀嚼筋の筋活動を指標とした咬合位の推定，補綴誌 26: 1271-1286, 1982.
 - 44) 足立 敏：開口筋の機能と顔面頭蓋の形態との相互関係，阪大歯学雑誌 29 (1): 101-128, 1984.

主 任：黒田敬之 教授 1994年5月24日受付

連絡先：檜山成寿

東京医科歯科大学歯学部歯科矯正学第二講座
〒113 東京都文京区湯島 1-5-45