骨格性下顎前突症患者における咬筋 および側頭筋の筋活動分析

松 久 淳 子 山 田 一 尋 福 井 忠 雄
新 部 洋 史 齋 藤 功 河 野 正 司*

EMG Analysis of Masseter and Temporal Muscles in Patients with skeletal Class III

JUNKO MATSUHISA, KAZUHIRO YAMADA, TADAO FUKUI,
HIROSHI NIBE, ISAO SAITO and SHOJI KOHNO *

Abstract

The aim of this study was to elucidate the relationship between the craniofacial morphology and the activity of the masticatory muscles.

The samples for this study consisted of 5 patients with mandibular protrusion (skeletal Class III group) and 5 control subjects with normal occlusion (normal group).

Electromyographic activities in the masseter and anterior part of temporal muscles were recorded using bi-polar surface electrodes when subjects were instructed to bite in the intercuspal position (ICP) at several levels of bite force.

We evaluated the relationship between total amount of activity on bilateral masseter and temporal muscles and the activity of each muscle, using normalized value relative to maximum voluntary clenching (MVC).

Simple linear regression analysis was performed in each subject. The results were as follows:

In normal group, slopes of regression line of the masseter muscle were gentler than those of the temporal muscle, while in skeletal Class III group, slopes of regression line of the masseter muscle were steeper than those of the temporal muscle.

Therefore, in normal occlusion, the masseter muscle might predominantly be working as a major power generator at any clenching level.

In contrast, in skeletal Class III group, the temporal muscle appeared to be predominant compared with the masseter muscle in its activity at any clenching level. Further, at high clenching level, the temporal muscle is possibly working as a major power generator, and working as a power generator as well as a jaw positioner at low clenching level.

Key words: EMG (筋電図), skeletal Class III, mandibular protrusion (骨格性下顎前突症), masseter and temporal muscles (咬筋と側頭筋)

[Received Mar. 3, 2006]

緒 言

顎口腔系の形態的要素の相違は、骨格形態のみならずそれに付着する咀嚼筋群の走行に関連し、さらに咀嚼筋活動と顎口腔領域における機能活動発現様式にも関連すると報告されている^{1,2)}。

骨格性下顎前突症患者は、顎骨や歯列の形態異常を示すだけではなく顎口腔機能の低下を示すことが多い³⁾。過去の研究から、骨格性下顎前突症患者の顎機能の特徴は、低い咀嚼能率¹⁾、咀嚼筋の協調不全⁴⁾、咀嚼リズムの乱れ⁴⁾、チョッピング型の咀嚼運動路⁵⁾、活動電位の積分値の低下^{6,7)}、パワースペクトラムの異常⁷⁾であることが報告さ

新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学専攻摂食環境制御学講座歯科矯正学分野 (主任: 齋藤 功教授)

* 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学専攻顎顔面再建学講座摂食機能再建学分野 (主任: 河野正司教授)

Division of Orthodontics, Department of Oral Biological Science, Course for Oral Life Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences (Chief: Prof. Isao SAITO)

* Division of Removable Prosthodontics, Department of Tissue Regeneration and Reconstruction, Course for Oral Life Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences (Chief: Prof. Shoji KOHNO)

Fig. 1 The method for EMG analysis

れている。一方、咬みしめ時の筋活動については、最大咬みしめ時に正常者は咀嚼筋の中で咬筋が優位であるのに対し、下顎前突者では側頭筋筋活動に比べて咬筋筋活動が弱く機能的な不調和があると報告されている⁷⁻¹⁰⁾が、その全容は明らかにされていない。

そこで本研究では、骨格性下顎前突症患者と正常咬合者について、さまざまな咬みしめ強さにおける咬筋および側頭筋前部の筋活動について調べ、骨格的不調和と筋活動との関連性について比較検討した。

研究方法

1. 被験者

対象は、新潟大学医歯学総合病院矯正歯科診療室（旧歯学部附属病院矯正科）に来院し、骨格性下顎前突症と診断された患者5名（女性4名、男性1名 平均年齢 19.2 ± 2.2 歳）（以下、下突群）、および顎口腔系に異常を認めない個性正常咬合を有するボランティア5名（女性4名、男性1名 平均年齢 23.0 ± 6.0 歳）（以下、正常群）で、本研究の目的を十分説明し、同意の得られた10名を被検者とした。

2. 測定方法

1) 顎顔面の形態計測

顎顔面形態については、側面セファログラムを用いて、距離計測3項目（Overbite, Overjet, Ar-Pog）、角度計測6項目（SNA, SNB, ANB, FMA, Go., L1 to MP）を設定し2

群間で比較した。

2) 表面筋電図計測

筋電図の測定は、両側咬筋および側頭筋前部の合計4筋について行った。表面電極（直径4.5mm）を咬筋では咬筋筋束中央部に、側頭筋前部では筋束前縁のそれぞれ内側10mmの中央部に筋線維の走行とほぼ平行に電極間距離15mmで貼付し、双極誘導した。導出された筋活動は筋電アンプ（Multichannel Amplifier MEG-600 日本光電社製）を用いてサンプリング周波数2000Hzにてデータレコーダー（TEAC社製RD-200T）に記録した。

3. 被験運動

被験者の頭位は、フランクフルト平面と床面とが平行になるように位置づけ、ある一定の咬みしめ強さにて中心咬合位で2秒間咬みしめ、2秒間休みを10回繰り返した。咬みしめ強さは強度、中等度、軽度の3種類についてそれぞれ2回の測定を行った。筋活動測定は、あらかじめ術者が筋電図モニターにて最大咬みしめ（Maximum Voluntary Clenching；以下MVC）時の筋活動量を基準に強度（MVCの70%以上）、中等度（MVCの50～70%）、軽度（MVCの50%以下）として視覚的に確認してから行った。

4. 筋電図解析

筋電図の解析は、データレコーダーに保存された原筋電位信号を、A/Dコンバーターにより周波数400Hzにて量子化後、整流し、時定数0.1secにて積分波形として表し、その積分波形より各咬みしめ2秒間の積分値の平均を求め

Fig. 2 Regression line showing alterations in activity of masseter and temporal muscles with change in strength of bite force

Table 1 Cephalometric measurements in normal and skeletal CI III groups

	skeletal CI III group	Normal group	p
Linear measurements (mm)			
Overjet	-5.3 ± 0.5	+3.0 ± 0.7	***
Overbite	+3.0 ± 0.7	+3.1 ± 0.6	n.s.
Ar-pog	113.0 ± 3.3	105.8 ± 3.4	***
Angular measurements (degree)			
SNA	80.6 ± 3.1	80.9 ± 3.4	n.s.
SNB	85.3 ± 2.0	78.1 ± 3.2	***
ANB	-4.6 ± 2.1	2.9 ± 0.9	***
FMA	26.0 ± 3.3	27.9 ± 2.5	n.s.
Go.	127.6 ± 4.5	118.7 ± 7.4	**
L1 to Mp	77.8 ± 6.6	102.0 ± 6.8	***

*** p < 0.001 ** p < 0.01 n.s.: not significant

た (Fig. 1)。

5. 解析, 統計処理

咬筋, 側頭筋前部の筋活動の解析については, MVC 時の両側咬筋, 側頭筋前部の合計 4 筋総和の活動量の最大値を 1 として規準化した。また, その時点での両側咬筋および側頭筋前部の筋活動量をそれぞれ 1 として規準化し, 様々な咬みしめ強さによる左右 4 筋の筋活動量の総和 (横軸) に対する咬筋および側頭筋前部の筋活動量 (縦軸) の変化を示す散布図を作成後, 回帰直線を求め, さまざま咬みしめ強さにおける咬筋, 側頭筋前部の筋活動割合を検討した (Fig. 2)。

有意性の検討は, 正常群, 下突群の各被験者について咬筋, 側頭筋前部の回帰直線を求め, 両者の回帰係数の差の検定により行った。

結 果

1. 側面セファログラムの計測結果

Overjet, Ar-Pog, SNB, ANB, Go, L1 to Mp は, 正常群, 下突群の間で有意差を認めた (Table 1)。

2. 咬みしめ強さの変化に伴う咬筋および側頭筋前部の筋活動割合の変化

正常群 5 名についてみると, 5 名中 3 名で咬筋の回帰直線の傾きが側頭筋前部の回帰直線に比較して有意に小さい値を示した (Fig. 3)。一方, 下突群では, 5 名中 4 名で咬筋の回帰直線の傾きが側頭筋前部の回帰直線に比較して有意に大きい値を示した (Fig. 4)。また, 正常群, 下突群について回帰直線の傾きに関してみると, ほぼ同等が 3 例 (正常群 2 例, 下突群 1 例), 咬筋が側頭筋よりも大きい

Fig. 3 Masseter and temporal muscle activity at different strength of bite force in normal group

Fig. 4 Masseter and temporal muscle activity at different strength of bite force in skeletal CI III group

Table 2 Distribution concerning inclination of regression lines of normal group and skeletal CI III groups

	Inclination of regression line			Total
	Masseter muscle > Temporal muscle	Masseter muscle = Temporal muscle	Masseter muscle < Temporal muscle	
Normal group	0	2	3	5
Skeletal CI III group	4	1	0	5
total	4	3	3	10

4 例（下突群 4 例）、咬筋が側頭筋よりも小さいが 3 例（正常群 3 例）となり、分布の偏りが観察できた（Table 2）。

考 察

1. 研究方法について

筋電図導出部位は、咬みしめに関与していると考えられる咬筋中央部、側頭筋前部とし、測定には表面電極を用いた。電極貼付部位に関して岡根ら¹¹⁾は、咬筋の中央に近い部位では電極の位置が多少ずれても導出される筋活動量には差がないと述べている。また、正常者では、咬合力が強くなると側頭筋前部に比較して咬筋の筋活動量が相対的に高くなると報告¹²⁾されており、負荷した咬合力の強い時と弱い時で咀嚼筋の活動様相が異なる可能性が示唆されている。

一方、骨格性下顎前突症患者では、正常者に比べて咬筋、側頭筋の積分値が低値であると報告されているが⁷⁻¹⁰⁾、さまざまな強度の咬みしめを負荷して正常咬合者、骨格性下顎前突症患者の咬筋、側頭筋筋活動を比較、検討した報告は見られない。そこで本研究では、強度、中等度、軽度のさまざまな咬みしめ強さにおける咬筋および側頭筋前部の筋活動について、骨格性下顎前突症患者と正常者を比較、検討した。咬みしめ強さは、MVC 時の筋活動量を基準として、およそ 3 種類の強度の咬みしめを負荷して測定を行い、各筋の機能的差異について検討した。

筋活動量の測定にあたっては、咬合力と咬筋、側頭筋、内側翼突筋の筋活動量が、ほぼ比例的に増加することが報告されている^{11, 13, 15)}ことから、今回、咬筋、側頭筋合計の筋活動量を術者がモニターにて確認しながら行った。したがって、今回の研究では、被験者に咬みしめ強さを感覚的に変えてもらうのではなく、術者がモニターにて視覚的に確認しながら測定を行ったため、強度、中等度、軽度のさまざまな咬みしめ強さでの測定を確実に行う事が可能であったと考えられる。

測定時の頭位については、頭位変化が咀嚼筋筋活動に影響を及ぼすという土田らの報告¹⁴⁾に基づき、フランクフルト平面が床面と可及的に平行になるように被検者を位置づけ、測定中の頭位変化が筋活動に及ぼす影響を極力少なくなるよう配慮した。

2. 解析方法について

本実験では、MVC 時を想定して 4 筋総和の筋活動量の最大値を 1 とし、さらにその時の左右咬筋、左右側頭筋それぞれの筋活動量を 1 として規準化した。筋活動量の規準化により、咬みしめ時の咬合力の大きさ、表面電極の状態、皮膚あるいは皮下脂肪の厚みの違いに伴って、積分値が異なる各被検者間での筋活動量の比較が可能となった。

3. 筋電図の測定結果について

咬みしめ時における咬筋と側頭筋の活動割合は、正常者では咬筋、側頭筋および内側翼突筋の筋活動量が咬合力値の増加に伴いほぼ比例的に増加すると報告されている^{14, 15)}。また、山鹿らの報告¹⁷⁾では、正常咬合者の場合、咬筋の筋活動量の方が側頭筋よりも多く咬筋優勢型であるとしている。一方山片ら¹²⁾は、骨格性下顎前突症患者では、咬みしめ時には側頭筋に比べて咬筋の働きが弱いと報告し、また、骨格性下顎前突症患者の顎矯正手術時に咬筋生検を行った北川らの報告¹⁸⁾によれば、下突群では正常群に比較してタイプ I 線維が優位で、タイプ II 線維の選択的萎縮、比率の減少がみられ、この現象は顎機能の障害により、最大咬合力が弱いことに起因している可能性を示している。

正常者のさまざまな咬みしめ強さについては、佐藤ら¹³⁾が筋電図を用いて咬筋、側頭筋の筋活動割合の検討を行っている。この報告では、咬筋は側頭筋に比較して咬合力を発揮する役割（power generator）が主体で、咬みしめ強さが増すと咬筋が優位に活動するが、側頭筋は下顎位が不安定な状況下での咬みしめ時に下顎位を保持する役割（positioner）が主体で、MVC 時のような強い咬みしめ時には、側頭筋が咬筋を助けて咬合力を発揮する（power generator）様に働くと考えられている。

今回の実験結果でも、骨格性下顎前突症患者では、咬筋、側頭筋合計の筋活動量の減少に対して各筋活動量の減少の割合が、咬筋に比べ側頭筋前部で少ないことが示され、弱い咬みしめ時にも側頭筋の活動割合が高い値を示した。

一方、咬筋、側頭筋の活動に関して筋電図とバイトブロックを用いて研究を行った原¹⁹⁾、小杉ら²⁰⁾、上下顎に着脱式のシーネを用いて研究を行った佐藤ら¹³⁾によれば、

咬筋, 側頭筋の活動比率は切端咬合では咬筋の活動が, 臼歯咬合では側頭筋の活動が大きいとし, その原因は, 歯根膜顎筋反射の出現パターンが刺激される歯種によって変化する, すなわち切歯刺激は咬筋へ, 臼歯刺激は側頭筋へ強い興奮刺激を生じさせているためであると考察している。したがって, 今回の研究で下突群にみられた筋活動の様相は, 下突群では咬みしめ時に前歯部での接触を伴わず主に臼歯部での咬合接触が見られたことから, 臼歯からの反射によって側頭筋の筋活動割合が高くなっていた可能性が考えられる。また, 咬みしめ強さが弱い場合にみられた側頭筋前部の活動は, 本来咬筋が発揮すべき power generator としての機能を代償している可能性も考えられる。

下顎前突症患者的顎位については, 筋電図とブラックシリコーンを用いて骨格性下顎前突症患者と正常者の咬合接触を調べた高瀬ら²¹⁾が, 骨格性下顎前突症患者では小臼歯部の咬合接触が少なく顎位が不安定だと報告し, 吉村²²⁾は骨格性下顎前突症患者は, 上下顎前歯が接触していないため咬合接触が緊密でなく咬合接触に由来する顎位が不安定であると報告している。また高橋ら¹⁾は, 骨格性下顎前突症患者は咬合が不安定で力強く咬むことができないと述べている。したがって, 骨格性下顎前突症患者は, 正常者に比較して顎位が不安定なことから, 顎位の保持にはより多くの筋の作用が必要である可能性が高く, また, 大臼歯のごく少数歯しか咬合していないことから, 力強く咬むことができないため, 正常者に比較して側頭筋が positioner としてより強力に活動していると推察される。

結 語

本研究の結果から, 骨格性下顎前突症患者における咬筋と側頭筋の筋活動様式は, 機能的な特徴や咬合接触などと深く関連しており, さまざまな咬みしめ強さにおいて正常者とは異なっていることが示された。

参考文献

- 1) 高橋善男, 他: 下顎枝矢状分割法を適用した骨格性下顎前突症の筋電図学的研究, 日口外誌, 31: 2101-2112, 1985.
- 2) 間宮和男, 他: 顎顔面形態が咬合力と咀嚼筋筋放電活動におよぼす影響について, 補綴誌, 36: 1210-1217, 1992.
- 3) 羽田 勝, 他: 咬合力発現機構に関する研究, 補綴誌, 24: 44-53, 1980.
- 4) 小坂 肇, 他: 下顎前突症患者における手術前後の筋

- 電図学的研究, 歯科学報, 73: 715-748, 1973.
- 5) Ahlgren, J., et al.: Pattern of chewing and malocclusion of teeth. A clinical study, Acta Odontol Scand, 25: 3-13, 1967.
- 6) 岩片信吾, 他: 骨格性下顎前突症患者の咬合に関する研究 第二報 側方滑走運動時の大臼歯部の対合関係と咀嚼運動パターンとの関係について, 補綴誌, 34: 1211-1221, 1990.
- 7) 小笠原利行, 他: 骨格性下顎前突症患者の閉口筋における等張性および等尺性収縮時筋活動について, 口科誌, 48: 54-59, 1999.
- 8) 長濱加奈, 他: 顎変形症患者における顎矯正手術前後の筋機能の変化の検討, 日顎変形誌, 12: 61-68, 2002.
- 9) Macdougall, J.D.B., et al.: An electromyographic study of the temporalis and masseter muscles, J Anat, 87: 37-45, 1953.
- 10) 中村康宏, 他: 顎顔面変形症患者における咀嚼筋 EMG パワースペクトラム分析 特に筋疲労について, 日顎変形誌, 3: 53-62, 1993.
- 11) 岡根秀明, 他: 電極の位置と極間抵抗が咬筋筋電図におよぼす影響について, 補綴誌, 23: 164-167, 1979.
- 12) 山片重徳, 他: 骨格性下顎前突症患者の顎顔面形態と咀嚼筋筋活動に関する研究, 日顎変形誌, 7: 10-17, 1997.
- 13) 佐藤 斉, 他: 咬みしめ負荷における下顎位の安定状態の違いが咀嚼筋活動におよぼす影響, 補綴誌, 36: 1210-1217, 1992.
- 14) 土田幸弘, 他: 頭位の変化が咀嚼筋の随意収縮活動に及ぼす影響について, 補綴誌, 38: 788-798, 1994.
- 15) 飯沼利光, 他: 顎顔面形態が咬合力と咀嚼筋筋放電活動に及ぼす影響について, 補綴誌, 35: 527-541, 1991.
- 16) 鹿嶋光治, 他: 筋疲労を伴わない持続噛みしめ時におけるヒト咬筋の表面筋電図分析, 口科誌, 46: 386-392, 1997.
- 17) 山鹿卓郎, 他: 咀嚼筋筋電図分析による顎口腔系機能異常診断とその臨床応用に関する研究, 補綴誌, 27: 50-73, 1983.
- 18) 北川善政, 他: 顎顔面変形症における咬筋の組織学的研究 第一報, 女性例について, 日顎変形誌, 1: 72-79, 1991.
- 19) 原 省司: 咬合接触部位の相違による咀嚼筋活動の変化, 日矯歯誌, 47: 175-185, 1988.
- 20) 小杉誠司, 他: 咀嚼運動と歯根膜反射 小児と成人の比較, 小児歯誌, 36: 101-110, 1998.
- 21) 高瀬哲也, 他: 骨格性下顎前突症患者の咬合接触状態および咬筋, 側頭筋の非対称性に関する研究, 日顎変形誌, 6: 41-50, 1996.
- 22) 吉村 弘: 骨格性下顎前突症患者の咀嚼運動に関する筋電図学的研究, 歯科医学, 45: 337-356, 1982.