骨格性下顎前突症患者における嚥下時筋活動様式の特徴

篠倉 千恵 福井 忠雄 齋藤 功

A Feature of the Deglutition Muscle Activity Form in Patients with Mandibular Prognathism

CHIE SASAKURA, TADAO FUKUI and ISAO SAITO

Abstract

The present study investigated the pattern of muscle activity during swallowing in patients with mandibular prognathism.

The subjects comprised 12 mandibular prognathism patients (5 males, 7 females, average age of 20.8 years old), and 12 volunteers (2 males, 10 females, average age of 23.8 years old) with individual normal occlusion and no abnormalities of deglutition function as a control.

Electromyographic (EMG) activity was recorded from the masseter and suprahyoid muscles bilaterally, mentalis on the midline and orbicularis oris and infrahyoid muscles on the right side.

Each subject was asked to perform the following: (1) maximum clenching for 5 seconds at 10-second intervals, (2) maximum jaw opening for 5 seconds at 10-second intervals, and (3) swallow 4 ml of half-solid nutrient made of 0.8% agar powder. The first two tasks were repeated four times and the last one was repeated five times.

Peak amplitudes of masseter and suprahyoid EMGs during maximum clenching and jaw opening were first obtained. For analysis of swallowing, mean values of duration of EMG, mean values of amplitude, and root mean square (RMS) of EMGs of orbicularis oris, mentalis and infrahyoid muscles, and those of %peak (swallow

activity/peak activity) amplitude of masseter and suprahyoid EMGs were calculated and compared between the patient group and the normal group. Morphological characteristics of the patients were also compared between the groups using lateral cephalograms.

The duration of activity in all muscles recorded except the infrahyoid was significantly longer in the patient group than in the control. Peak amplitude and RMS of mentalis muscles were significantly larger in the control than in the patient group. % peak amplitude of masseter and suprahyoid muscles were both significantly larger in the patient group than in the control. On the contrary, there were no significant differences in all the variables of infrahyoid muscles.

The present study successfully showed the pattern of orofacial muscle activity in patients with mandibular prognathism in terms of peak amplitude and duration. Although the activities of orofacial muscles recorded in this study are reflexively controlled at the lower brainstem during swallowing, these are also known to be voluntary muscles and therefore they are likely to adapt the activity patterns to their morphologic characteristics.

Key words: mandibular prognathism (下顎前突症), swallowing (嚥下), muscle activity patterns (筋活動パターン)

[Received Aug. 3, 2010]

緒 言

嚥下反射は口腔、咽頭、喉頭、食道にいたるさまざまな器官が機能することで遂行される最も複雑な身体の反射の

ひとつといわれている¹⁾。その主たる目的は、口腔内に取り込まれた食物や水分を咽頭・食道を経て胃に送り込むことである。嚥下時に働く咀嚼筋、舌骨筋、表情筋、頸筋など多くの筋は、咀嚼、呼吸、発話などの他の顎口腔顔面領

域のさまざまな機能に対しても重要な役割をもつ²⁾。咀嚼筋や舌骨上筋群は下顎骨に直接付着していること、表情筋は顔面の骨形態に影響を受けることなどを考え合わせると、顎口腔系の形態的要素の相違は嚥下を含めた関連する機能発現に大きく関わることが予想される。

骨格性下顎前突症は、下顎骨の前方への発育異常により、オトガイ部の前方突出、下顎下縁平面の急傾斜、gonial angleの開大³⁻⁶⁾などとともに、著しい不正咬合による構音障害や咀嚼障害が認められる。骨格性下顎前突症患者と個性正常咬合者の最大咬みしめ時の積分値を比較した報告によれば、咬筋、側頭筋の積分値は、正常咬合者に比べて有意に低く⁷⁾、その際の側頭筋と咬筋を比較すると、正常咬合者では咬筋が優位であるのに対し、下顎前突群では側頭筋の活動が優位であるとされている⁸⁻¹⁰⁾。また、下顎前突症患者の閉口筋活動は正常咬合者よりも小さく、咀嚼時には下顎骨が前方に位置するほど閉口筋の活動量が増加する傾向があるとされ¹¹⁾、咀嚼効率も低いと報告されている¹²⁾。さらに、咀嚼のサイクルに関しても、最大開口距離は、下顎前突症群で正常咬合群より明らかに大きく、1サイクルの周期時間、咬合相時間、開口相時間、閉口相時間の比較でも各相の時間の延長が報告されており、その咀嚼リズムも乱れている¹³⁻¹⁵⁾。

一方、口輪筋の評価を目的とした最大口唇圧に関する研究では、骨格的な異常を伴う不正咬合患者と正常咬合群の上下の最大口唇圧を比較し、測定した上下口唇圧の比率(上唇圧/下唇圧)は、骨格性の異常を伴う不正咬合者の多くの症例で正常咬合者に比べて低い値を示した^{16,17)}と報告されているが、外科的矯正治療を行った症例数が2例と少なく、術後の変化についても定まった結果を得ていない。

以上のように骨格性下顎前突症の治療に際して主訴を改善していく上では、形態のみならず、機能的特徴を把握し改善していくことも重要である。しかし、下顎前突症患者の顎口腔機能については、各筋ごとの要素的運動や咀嚼運動に関するものがほとんどで、摂食機能としての嚥下運動に対する形態の影響を調べた報告は少なく、嚥下時の舌骨の運動経路に関する報告にとどまる¹⁸⁾。

そこで今回、骨格性下顎前突症患者を対象として、嚥下時における顎口腔顔面筋群の筋電図記録、術前の側面頭部X線規格写真を用いて、健常者と比較検討した。

対象と研究方法

1. 対象者

対象者は、新潟大学医歯学総合病院矯正歯科診療室を受診し、外科的矯正治療の適用と診断され術前矯正治療を終了した骨格性下顎前突症患者のうち12名(男性5名、女性7名、平均年齢20.8歳)を選択した(患者群)。症例を

選択するにあたっては、口唇裂口蓋裂をはじめとする先天異常がなく、初診時の正面頭部X線規格写真において、左右眼窩内縁とOblique lineとの交点(Lo, Lo')を結んだ線を水平基準線とし、水平基準線から篩骨鶏冠を通る垂線を正中基準線として計測した、オトガイ正中(Me)の偏位量が5mm以内のものを対象とした。対照として、矯正治療の既往がなく、顎口腔顔面領域に臨床的な形態異常、機能異常を認めない12名のボランティア(男性2名、女性10名、平均年齢23.8歳)を選択した(健常群)。

研究を開始するにあたり、新潟大学歯学部倫理委員会による承認を受け、被験者には研究の目的、方法を十分に説明し、同意の得られた後に測定を実施した(承認番号20-R4-08-01)。

2. 記録内容

(1) 筋電図記録

対象者をシールドルーム内のデンタルチェア上に座らせ、被検動作を妨げないように頸部は固定しない状態で食品摂取時の筋電図記録を行った。

記録の対象は、両側咬筋、右側口輪筋、オトガイ筋正中部、両側舌骨上筋群、右側舌骨下筋群とした。咬筋については左右咬筋浅層筋腹中央部、口輪筋については右側の上下口唇、オトガイ筋についてはオトガイ正中部、舌骨上筋群については下顎下縁と正中の二等分線上、舌骨下筋群については甲状軟骨の右側約1cmの胸骨舌骨筋相当部に、それぞれ電極間距離20mmとなるように塩化銀皿電極(NT-611T, 日本光電社製)を貼付した。

被検食品として、0.8%食用寒天(ゼラチンRR, 新田ゼラチン株式会社)ゼリー4mlを使用した。被検食品は測定直前まで保冷库内(12℃)に保存した。

はじめに、咬筋、舌骨上筋群の最大活動量を測定するため、最大咬みしめ、最大開口位の状態をそれぞれ約5秒間とらせた時の記録を10秒間の間隔をおいて2回行った。次に、被検食品の嚥下時の記録を行った。検者が被検食品を被験者の口腔内に挿入し、5秒間安静に保持させた後、これを一度で嚥下するよう指示した。同一被験者における試行回数は5回とし、いずれの試行間にも十分な時間をおいた。最後に最大咬みしめおよび最大開口を再度2回ずつ記録した。解析時、1口につき2回以上の嚥下を要した試行については、1回目の嚥下動作を解析対象とした。

(2) 側面頭部X線規格写真による顎顔面形態の分析

顎矯正手術直前に撮影した患者群の側面頭部X線規格写真から透写図を作成し、角度計測項目として、SNA, SNB, ANB, facial angle, Y-axis, gonial angle, ramus inclinationの7項目、距離計測項目として、前顔面高(N-Me), 前上顔面高(N-ANS), 前下顔面高(ANS-Me)(N, ANS, Me, をFH平面に垂直な平面に投影した点), 下顎骨体長(Pog'-Go)(Pog'はPogから下顎下縁平面へ下ろ

Fig. 1 Reference points and planes for cephalometric measurements

①, ②: SNA, SNB, ③: ANB, ④: Facial angle, ⑤: Y-axis, ⑥: Gonial angle, ⑦: Ramus inclination, ⑧: N-Me, ⑨: N-ANS, ⑩: ANS-Me, ⑪: Pog'-Go, ⑫: Cd-Gn

Means and standard deviations for seven angular and five linear measurements were obtained.

Fig. 2 An example of EMG recordings at maximum jaw opening, maximum clenching and jelly swallowing

Mass: Masseter, SHy: Suprahyoid muscle

Means of the peak value for the masseter at maximum clenching and for the suprahyoid muscle at maximum jaw opening were used for a subsequent analysis.

した垂線の足) 下顎骨長 (Cd-Gn) (Cd は下顎頭頂の最後上方点) の 5 項目を計測し, その平均値と標準偏差を算出した (Fig. 1)。

3. 解析

(1) 筋電図記録

導出された各筋電図記録をサンプリング速度 1 kHz にてコンバータ (PowerLab 16/30, ADInstruments, USA) を介して A/D 変換した後にパーソナルコンピュータに取

り込み, 解析ソフト (LabChart, ADInstruments, USA) を用いて波形解析を行った。

得られた波形について, はじめに 50Hz にてローカット処理・全波整流・9 ポイント幅にて平滑化処理を行った。最大咬みしめ時では咬筋のピーク値, 最大開口位では舌骨上筋群のピーク値を解析対象とした (Fig. 2)。嚥下時の記録については, いずれの筋においても嚥下動作に伴う一過性のバーストが観察されたため, 各筋のバーストについて

Fig. 3 An example of EMG recordings on respective muscles at a swallow of 0.8% agar powder
 Lt-Mass: Masseter on the left side, rt-Mass: Masseter on the right side, Orb: Orbicularis oris, Ment: Mentalis muscle, Lt-SHy: Suprahyoid muscle on the left side, rt-SHy: Suprahyoid muscle on the right side, IHy: Infrahyoid muscle

Transient EMG activities for all muscles were observed at a swallow of 0.8% agar powder. EMG activities for the suprahyoid muscle and the infrahyoid muscle displayed stable pattern, while those for voluntary muscles such as the masseter, the orbicularis oris and the mentalis muscle varied in their pattern during five trials.

筋活動持続時間を求めた。さらに、咬筋、舌骨上筋群では、嚥下時の筋活動を被検筋の随意性最大筋活動時の最大振幅に対する比率として相対値を求めた。すなわち、咬筋については、嚥下時のピーク値を最大咬みしめ時に得られたピーク値で除した値、舌骨上筋群については、嚥下時のピーク値を最大開口時のピーク値で除した値とし、それぞれを%ピーク値とした¹⁹⁾。随意性最大筋活動時の最大振幅については、嚥下時記録の前後で2回ずつ測定を行ったが、前後での差がないことから計4回の平均値を用いた。咬筋や舌骨上筋群のように比較的大きな筋では、表面電極の貼付位置は、偏位の無い健常群であっても左右を対称的に貼付するのは困難なため、ピーク値には差が出やすいと考えられる²⁰⁾。したがって今回は左右差を比較する際、貼付位置に左右されない%ピーク値を指標として選択した。

続いて、口輪筋、オトガイ筋、舌骨下筋群では、ピーク値に加え嚥下中の総筋活動量である二乗平均平方根(Root Mean Square: RMS 値)を求めた。

以上の求められた値について、両側の記録を行った咬筋と舌骨上筋群については、嚥下時の活動持続時間、%ピーク値を健常群は左右、患者群では偏位側・非偏位側間で比較し、偏位が無い場合は、便宜的に左を偏位側とした。さらに、健常群と患者群間を口輪筋、オトガイ筋、舌骨下筋群では嚥下時の筋活動持続時間、ピーク値、RMS 値を比

較した。咬筋、舌骨上筋群では筋活動持続時間、%ピーク値を比較した。活動持続時間、ピーク値、RMS 値を比較にあたって、両側間の比較には対応のあるt検定、健常群と患者群間の比較には、対応のないt検定、%ピーク値の比較には Mann-Whitney U test を用いた。

(2) 側面頭部 X 線規格写真による評価

本研究では、健常群の側面頭部 X 線規格写真撮影を行わなかったため、健常群と患者群の直接の比較はできなかった。そのため、患者群の側面頭部 X 線規格写真透写図から得られた角度、距離の計測値と長岡らにより報告されている日本人正常咬合者の数値²¹⁾を対応のないt検定を用いて統計学的に検討した。

なお、すべての統計学的検定において、有意水準を5%に設定した。

結 果

1. 筋電図

健常群、患者群いずれの筋電図においても、ゼリー嚥下時に一過性の活動が観察された(Fig. 3)。記録された筋の中で、舌骨挙上、甲状軟骨挙上に関わる舌骨上筋群、舌骨下筋群については、健常群、患者群ともに試行間のばらつきがなく安定した活動パターンを示した。これに対して、随意性の高い咬筋、口輪筋、オトガイ筋については、

健常群, 患者群ともに5回の試行間でのばらつきが観察された。女性では, 嚥下前より活動のあった人が, 口輪筋で健常群1名, 患者群2名, オトガイ筋で健常群3名, 患者群4名認められた。これらの対象者における嚥下時の一過性の筋活動パターンには大きな違いが認められなかったため, 以下の解析については両者を区別せずに行った。

健常者では口腔内のゼリーをほぼ1回で嚥下できたのに対して, 患者群では嚥下動作を2回以上要する場合があった。

(1) 咬筋と舌骨上筋群活動の左右差の検討

左右側を測定した咬筋, 舌骨上筋群について, 健常群では左右側, 患者群では偏位側と非偏位側に分けて, 嚥下時の筋活動持続時間, %ピーク値を比較した。

その結果, 咬筋の活動持続時間は健常群の左右でそれぞれ 1.13 ± 0.51 秒と 0.99 ± 0.41 秒, 患者群の偏位側・非偏位側でそれぞれ 1.76 ± 0.77 秒と 1.85 ± 0.73 秒, 舌骨上筋群の活動持続時間は健常群の左右でそれぞれ 1.26 ± 0.49 秒と 1.28 ± 0.53 秒, 患者群の偏位側・非偏位側でそれぞれ 1.67 ± 0.62 秒と 1.58 ± 0.56 秒であり, いずれも両側間での有意差は認められなかった。咬筋の%ピーク値は健常群の左右でそれぞれ $10.99 \pm 7.23\%$ と $9.60 \pm 6.49\%$, 患者群の偏位側・非偏位側でそれぞれ $20.91 \pm 27.42\%$ と $19.14 \pm 21.74\%$, 舌骨上筋群の%ピーク値は健常群の左右でそれぞれ $10.02 \pm 3.82\%$ と $10.38 \pm 5.12\%$, 患者群の偏位側・非偏位側でそれぞれ $54.82 \pm 27.70\%$ と $55.63 \pm 38.24\%$ であり, いずれも両側間での有意差は認められなかった (Fig. 4)。以上のことから, いずれの群においても左右の違いはないと判断し, 咬筋, 舌骨上筋群については左右の平均値を1試行における各筋の値とすることにした。

(2) 嚥下時における健常群と患者群間の筋活動パターンの違い

筋活動持続時間を健常群と患者群の平均値で比較したところ, 咬筋でそれぞれ 1.08 ± 0.07 秒と 1.81 ± 0.07 秒, 口輪筋で 1.41 ± 0.09 秒と 1.81 ± 0.15 秒, オトガイ筋で 1.37 ± 0.10 秒と 1.89 ± 0.16 秒, 舌骨上筋群で 1.36 ± 0.06 秒と 1.62 ± 0.06 秒, 舌骨下筋群で 1.24 ± 0.09 秒と 1.27 ± 0.08 秒であり, 咬筋, 口輪筋, オトガイ筋, 舌骨上筋群の4つの被検筋については, 患者群において有意な延長が認められた。一方, 舌骨下筋群では, 両群間の有意差は認められなかった (Fig. 5)。嚥下時筋活動のピーク値を両群間で比較したところ, 口輪筋でそれぞれ 0.12 ± 0.02 mV と 0.14 ± 0.02 mV, オトガイ筋でそれぞれ 0.18 ± 0.02 mV と 0.11 ± 0.01 mV, 舌骨下筋群でそれぞれ 0.09 ± 0.02 mV と 0.06 ± 0.01 mV であり, オトガイ筋において健常群の方が有意に大きな値を示した (Fig. 6)。また, 嚥下時のRMS値を比較したところ, 口輪筋でそれぞれ 0.029 ± 0.022 mV と 0.039 ± 0.031 mV, オトガイ筋で 0.044 ± 0.024 mV と

Fig. 4 The mean value and standard deviation. No significant differences were found between the left (or deviated) side and the right (or non-deviated) side.

Fig. 5 Mean value of duration of EMG for respective muscles during swallowing

Mass: Masseter, Orb: Orbicularis oris, Ment: Mentalis muscle, SHy: Suprahyoid muscle, IHy: Infrahyoid muscle
*: $p < 0.05$.

Mean value of duration of EMG for the masseter, the orbicularis oris, the mentalis muscles and the suprahyoid muscle significantly extended in the patient group.

Fig. 6 Mean value of peak of EMG for respective muscles during swallowing

Orb: Orbicularis oris, Ment: Mentalis muscle, IHy: Infrahyoid muscle
*: $p < 0.05$.

Mean values of peak of EMG for the mentalis muscle were significantly larger in the control group than in the patient group.

Fig. 7 Mean value of RMS of EMG for respective muscles during swallowing

RMS: Root Mean Square

Orb: Orbicularis oris, Ment: Mentalis muscle, IHy: Infrahyoid muscle *: $p < 0.05$.

Mean values of RMS of EMG for the mentalis muscles exhibited significantly large in the control group compared with those in the patient group.

Fig. 8 Mean value of %peak of EMG for masseter and suprahyoid muscles during swallowing

Mass: Masseter, SHy: Suprahyoid muscle. *: $p < 0.05$.

The group of the patients showed a large value in the masseter and the suprahyoid muscles.

Table 1 Mean values of cephalometric analysis in the control and the patients with mandibular prognathism

	The patients		Control (Nagaoka ²⁰⁾)		
	Mean	SD	Mean	SD	Significance
Male					
SNA	79.75	1.99	81.42	3.63	
SNB	84.25	2.04	79.61	3.93	*
ANB	− 3.86	2.41	1.80	1.60	*
Facial Angle	85.58	2.54	87.37	2.81	
Y-axis	59.17	3.08	63.28	2.81	*
Gonial Angle	128.42	7.21	112.36	6.01	*
Ramus inclination	12.08	4.57	5.35	4.33	*
N-Me (mm)	142.83	10.59	136.04	5.16	
N-ANS (mm)	62.33	3.01	62.01	3.00	
ANS-Me (mm)	69.00	31.60	75.54	4.46	
Pog'-Go (mm)	89.83	4.40	84.32	4.64	*
Cd-Gn (mm)	142.67	7.09	129.19	4.55	*
Female					
SNA	81.33	4.18	81.35	2.95	
SNB	83.33	3.71	79.24	2.98	*
ANB	− 2.00	1.22	2.10	2.10	*
Facial Angle	84.33	3.76	87.28	3.09	
Y-axis	62.25	4.93	62.87	3.40	
Gonial Angle	133.00	7.56	121.62	5.96	*
Ramus inclination	10.75	5.71	4.54	5.18	*
N-Me (mm)	131.50	4.76	125.99	4.67	*
N-ANS (mm)	54.50	2.35	57.33	3.04	*
ANS-Me (mm)	77.00	4.90	70.08	4.38	*
Pog'-Go (mm)	77.58	6.12	79.99	4.66	
Cd-Gn (mm)	131.17	2.23	120.83	5.21	*

*: $p < 0.05$

0.030 ± 0.021mV, 舌骨下筋群で 0.022 ± 0.021mV と 0.017 ± 0.025mV となり, オトガイ筋において健常群の方が有意に大きな値を示した (Fig. 7)。咬筋ならびに舌骨上筋群の % ピーク値を両群間で比較したところ, 10.30 ± 6.90 % と 20.02 ± 24.83 %, 舌骨上筋群の % ピーク値は 10.20 ± 4.52 % と 55.23 ± 33.60 % であり, 最大咬みしめ時の咬筋, 最大開口位での舌骨上筋群の % ピーク値ではいずれも患者群の方が有意に大きな値を示した (Fig. 8)。

2. 側面頭部 X 線規格写真

本研究の患者群における結果と長岡ら²¹⁾の結果を比較したところ, 角度計測においては患者群では, 男女ともに SNB が有意に大きく, ANB が有意に小さく, Gonial Angle, Ramus inclination が有意に大きかった (Table 1)。距離計測項目において, 男性においては Pog'-Go, Cd-Gn が有意に大きく, 女性においては, N-Me, N-ANS, ANS-Me, Cd-Gn が有意に大きかった。

考 察

本研究の目的は, 咀嚼機能に特異的な活動が見られる下顎前突症患者は嚥下時においても特異的な活動をしていると予想されることから, その活動パターンを定量的に評価することであった。その結果, 舌骨下筋群を除く筋では, 健常群との間で嚥下時の筋活動持続時間やピーク値, % ピーク値に有意な相違を認め, (1) 舌骨下筋群を除く被検筋で筋活動持続時間は有意に長く, (2) オトガイ筋ではピーク値, RMS 値ともに有意に大きかった。さらに (3) 最大筋活動量に対する相対値 (% ピーク値) を用いて, 嚥下時の咬筋ならびに舌骨上筋群の活動量を比較したところ, いずれの値も患者群で有意に大きかった。

1. 研究方法について

1) 対象者

骨格性下顎前突症の定義は, 咬合時に上下顎前歯が反対咬合を示し, 側貌においては顔面下方部の前方への突出感を認めるものとあり²²⁾, その形態的特徴は, 上下顎の前後的位置関係では ANB が負の値を示し, 下顎骨長, Gonial angle が大きいといった特異的な形態を有するとされている³⁻⁶⁾。また, 側方偏位の大きい症例では, 咬筋の volume の違いだけではなく, 咬みしめ時の活動量も違うとの報告がある^{23, 24)}。今回対象とした患者群における側面頭部 X 線規格写真の計測値をみると, 下顎骨の位置が頭蓋に対して前方にあり, 下顎骨全体が正常咬合者と比べ大きいことが示された。また, 今回の対象者の性差についてみると, 患者群では, 男性は下顎骨長も有意に大きい傾向を示したのに対し, 女性は垂直的な距離が有意に大きかったことから, 今回選択した患者群は骨格性下顎前突症患者の中でも男性は下顎骨の前方成長が過大で, 女性は長顔傾向を持つことが示唆された。

開咬患者を対象として嚥下時における口腔周囲筋の筋活動を調べた報告¹⁹⁾で, 垂直的な骨格の不調和による軟組織の不足から口唇閉鎖時に口輪筋, オトガイ筋を緊張させることが示されている。今回, 選択した女性の患者群は, 側面頭部 X 線規格写真の計測の結果から骨格性下顎前突症であると同時に, 長顔傾向にあり開咬の傾向があるものを多く含んでいたと考えられたことから, 被検食を保持する際の口輪筋, オトガイ筋の活動様相に影響を与えたものと推察された。また, 全ての被験者で嚥下時における一過性の活動が見られたが, 開咬傾向が嚥下にも影響を及ぼしている可能性も考えられた。

以上のことから, 性別や形態的特徴により細分化し評価を加えることが望ましいと考えられたが, 今回の研究では症例数が 12 名と少なく, 細分化しての機能的評価は行わなかった。今後は, 症例数を増やし, 下顎前突症患者の嚥下時筋活動パターンの性差や形態的特徴との関連性を検討する必要性が考えられた。

2) 被検食

本研究では, 咀嚼の必要がない被検食として 0.8 % の食用寒天入りゼリーを使用した。濃度の決定に際しては, 健常者がその一口を咀嚼せずに嚥下できることを条件として, Sugita ら, Taniguchi らが行った方法を参考にして 0.8 % 寒天 4 ml と決定した^{25, 26)}。しかしながら, 患者群の中で被検食を一口で飲み切ることが困難であった者もいた。VF (嚥下造影) を用いた検査など行っていないことから, 2 回の嚥下がどのように行われているのか詳細は不明だが, 健常群では, 一口で嚥下可能な量であったことから, 骨格性下顎前突症患者においては, 嚥下口腔期における食塊移送が健常群と比較して低下しているか, 嚥下困難感を呈している。嚥下困難感は, 関連する一連の筋活動のタイミングやその大きさに変調を与える可能性がある²⁶⁾ことから, 以下に示すように嚥下時の各筋活動パターンを比較した。

2. 研究結果について

1) 筋活動持続時間

今回, 患者群において延長が認められた咬筋, 口輪筋, オトガイ筋, 舌骨上筋群はいずれも脳幹の嚥下中枢の制御を受けることが知られているが, 同時に随意筋でもある²⁷⁾。これらの筋は, 嚥下口腔期および咽頭期において働くことが知られている。嚥下時には咬筋をはじめとする咀嚼筋で下顎を固定させ, 口輪筋, オトガイ筋, 頬筋で口唇を閉鎖し, 舌骨上筋群が下顎の固定時に働くことにより, 舌骨を挙上し, 頬と舌で食塊をシールしながら食塊を後方に送り込む²⁸⁾。今回の結果は骨格性下顎前突症患者がその形態的特徴を持ちながらも, 嚥下時の筋活動パターンを学習によって特異的に獲得していることを示唆している。

一方, 舌骨下筋群は嚥下咽頭期に甲状軟骨の挙上に関与

る筋で、嚥下時の活動はほぼ脳幹の嚥下中枢によって制御を受けているとされる¹⁾。本研究においては、患者群の頸部や咽頭部の形態的特徴や健常群との違いについては検討していないため、有意差がないことが機能を反映しているものか否かについては断定できないものの、両群間で観察された咀嚼筋、顔面筋、舌骨上筋群などの顎口腔顔面系の機能における相違のパターンが舌骨下筋群には当てはまらないことが示唆された。

2) ピーク値, RMS 値

オトガイ筋においてピーク値, RMS 値ともに健常群の方が有意に大きい値を示し、さらに、咬筋、舌骨上筋群については患者群の最大筋活動時の%ピーク値が大きかった。このことは、健常群を基準にした患者群の予備能力を反映していること、すなわち、患者群ではより小さいピーク値を活動時間を延長することにより、努力性に働くことで嚥下時に必要な筋活動を発現していることを示唆している。山本ら¹¹⁾、中村ら⁷⁾らが示すように、最大咬みしめ時の咬筋活動量は健常群でより小さく、咀嚼時と同様に効率的な筋活動の発現が難しいこと^{12,13)}が予想された。また、%ピーク値が高いことは、嚥下時の運動により困難感を与えている可能性があると思われた。今後、課題運動に対する困難感などの官能評価、透視検査などの食塊動態の動的評価などを加えることにより、詳細な嚥下動態と筋活動の関係を調べる必要があると思われた。

他の随意筋が有意差を認めた一方で、口輪筋については両群間で違いは認められず、ピーク値, RMS 値ともに他の被検筋の傾向と違い、患者群の方が健常群より大きな値を示した。この理由として、今回選択した患者群は、骨格的に前後的な不正があり、それに加えて女性の被験者には垂直的不正の要素も見られる。嚥下の際には、口唇閉鎖が必ず必要であり、この形態的不正が、嚥下時の口唇閉鎖を困難にし、口輪筋の活動を変化させたと考えられた。

結 語

今回、外科的矯正治療の適用と診断され、術前矯正治療を終了した骨格性下顎前突症患者の嚥下時筋電図活動を記録し、筋活動持続時間、ピーク値, RMS 値, %ピーク値を健常群と比較することでその特徴を検索した。その結果、骨格性下顎前突症患者は、食塊の送り込みに際し、形態的な不調和が筋活動の大きさに影響を与え、これを筋活動持続時間の延長で補っていることが示唆された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究計画の立案、実験手技、筋電図記録および、解析に至るまで終始懇切なる御指導と御校閲を賜りました新潟大学大学院医歯学総合研究科 摂食・嚥下リハビリテーション学分野 井上 誠教授に謹んで感謝いたします。

文 献

- 1) Jean, A.: Brain stem control of swallowing: neuronal network and cellular mechanisms, *Physiol Rev*, 81 : 929-969, 2001.
- 2) 井上 誠, 他: よくわかる顎口腔機能, 第1版, 医歯薬出版, 東京, 2005, 155-160 頁.
- 3) Chang, H.P., et al.: Craniofacial morphometric analysis of mandibular prognathism, *J Oral Rehabil*, 33 : 183-193, 2006.
- 4) Jacobson, A., et al.: Mandibular prognathism, *Am J Orthod*, 66 : 140-171, 1974.
- 5) Sanborn, R.T.: Differences between the facial skeletal patterns of Class III malocclusion and normal occlusion, *Angle Orthod*, 25 : 208-222, 1955.
- 6) 黒江和斗, 他: 外科的矯正を行った骨格型下顎前突患者の下顎骨の形態, *日顎変形誌*, 5 : 31-36, 1995.
- 7) 中村康宏, 他: 骨格性下顎前突症患者における閉口筋 EMG パワースペクトラム分析 顎矯正手術前・後の比較, *日顎変形誌*, 7 : 24-30, 1997.
- 8) 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及び等尺性収縮時筋活動について, *口腔科誌*, 48 : 54-59, 1999.
- 9) 松久淳子, 他: 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, *日顎変形誌*, 16 : 147-152, 2006.
- 10) 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.
- 11) 山本悦子, 他: 下顎前突症患者の咀嚼筋活動に関する研究 最大かみしめ, ガム咀嚼時の評価, *Orthod Waves Jpn Edit*, 67 : 108-117, 2008.
- 12) 笹岡邦典, 他: 下顎前突症手術患者の臨床的検討 特に咀嚼能力について, *Kitakanto Med J*, 54 : 97-104, 2004.
- 13) 石川晴夫, 他: 骨格性反対咬合における咀嚼運動と EMG リズムについて, 下顎運動機能と EMG 論文集, 8 : 177-182, 1989.
- 14) 仲谷 豊, 他: 骨格性反対咬合者の咀嚼運動リズム, *日矯歯誌*, 56 : 170-179, 1997.
- 15) 田中貴代江, 他: 骨格性下顎前突者の外科的矯正治療前後の咀嚼運動の変化, *九州歯会誌*, 60 : 179-190, 2007.
- 16) 中尾 誠: 唇圧と治療後の安定性について (第一報) 唇圧測定器の開発と正常咬合者の最大唇圧の測定, *日顎変形誌*, 17 : 254-258, 2007.
- 17) 中尾 誠: 唇圧と治療後の安定性について (第二報) 歯科矯正治療と外科的矯正治療における治療前後の唇圧変化, *日顎変形誌*, 18 : 19-30, 2008.
- 18) 鶴田仁史, 他: 骨格性下顎前突者の外科的矯正治療による嚥下動態変化について—X 線映画法を利用して—, *日矯歯誌*, 47 : 105-114, 1988.
- 19) 倉島茂樹, 他: 成人開咬者と個性正常咬合者の咀嚼・嚥下時における口腔周囲筋筋活動の比較, *Orthodontic Waves*, 59 : 352-363, 2000.
- 20) 木塚朝博, 他: 表面筋電図, 第1版, 東京電機大学出版局, 東京, 2006, 13-20 頁.
- 21) 長岡一美, 他: 現代日本人成人正常咬合者の頭部 X 線規格写真および模型計測による基準値について (第1報), *日矯歯誌*, 52 : 467-480, 1993.

- 22) 飯塚忠彦, 他: 下顎前突症の手術, 高橋庄二郎, 他: 顎変形症治療アトラス, 第1版, 医歯薬出版, 東京, 2001, 145頁.
- 23) 若松孝典, 他: Volume rendering 法を用いた偏位を伴う顎変形症患者における咬筋の体積計測, 新潟歯学誌, 36: 233-238, 2006.
- 24) Machida, N., et al.: Relationship between facial asymmetry and masseter reflex activity, J Oral Maxillofac Surg, 61: 298-303, 2003.
- 25) Sugita, K., et al.: Effects of food consistency on tongue pressure during swallowing, J Oral Biosci, 48: 278-285, 2006.
- 26) Taniguchi, H., et al.: Correspondence between food consistency and suprahyoid muscle activity, tongue pressure, and bolus transit times during the oropharyngeal phase of swallowing, J Appl Physiol, 105: 791-799, 2008.
- 27) 北村清一郎, 他: 口腔顔面領域と前頸部の局所解剖学, 北村清一郎: 臨床家のための口腔顎顔面解剖アトラス, 第1版, 医歯薬出版, 東京, 2009, 1-17頁.
- 28) 井上 誠: 摂食・嚥下機能の解剖と生理, 歯科臨床研究, 3: 40-51, 2006.