原 著 論 文

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

V-2 Long face 群の垂直方向クレンチング時の筋活動量

川村 裕

The Influence of Craniofacial Form on Bite Force and EMG Activity of Masticatory Muscles

V-2 Integrated EMG Activity in Vertical Clenching in the Long Face Group

Yutaka Kawamura

Abstract : The relationship of the craniofacial morphology with the EMG activity of the masticatory muscle and bite force in vertical clenching was examined in 11 subjects having healthy teeth and mandible classified in the long face group, moreover the EMG activities of the masticatory muscles in the normal face group and short face groups were comparatively examined, and the following conclusions were drawn.

1. Significant correlations were observed in the designated ranges in part of the increasing part and the holding part, i.e., positive correlations of the temporal muscle with CC $\perp$ AG-KR (A), CC $\perp$ F (B), θ' , and θ , positive correlations of the masseter with Ar-Go, AG-KR, CC $\perp$ F (B), and CC $\perp$ AG-KR (A), negative correlations of the masseter with θ' , and θ , and MP-OP, a negative correlation of the lateral pterygoid muscle with SN-MP, Ar-Go, and positive correlations of the medial pterygoid muscle with AG-KR, CC $\perp$ F (B), CC $\perp$ AG-KR (A), and B/A were observed negative correlations of the medial pterygoid muscle with θ' , and θ .

2. The unit of EMG activity of the temporal muscle in the long face group, except for 25% MC, was significantly smaller than that in the normal face group. In all the designated ranges, the masseter and lateral pterygoid muscle showed the same extents with those of the normal face group, but the medial pterygoid muscle showed significantly greater as compared with the normal face group. The temporal muscle in the long face group was to the same extent with the short face group in 75 and 100% MC, but was significantly smaller in 25 and 50% MC. In all the designated ranges, the masseter was significantly smaller, but the lateral pterygoid muscle was to the same extent, and the lateral pterygoid muscle was significantly greater than in the short face group.

Key words : long face group, short face group, normal face group, EMG activity, SN-MP

I. 結 言

顎口腔領域における種々の機能のメカニズム解明は、歯科医学における最も重要な課題の1つである。顎顔面形態の相違は、骨格形態あるいはそれに付着する咀嚼筋などの走行方向に影響をおよぼし、さらに咀嚼筋放電活動と顎口腔領域における機能活動発現様式に影響をおよぼすと考え、これまでに顎顔面形態と咀嚼筋放電活動や咬合力との関連性について検討されてきた¹⁻⁸⁾。

しかし、これら顎顔面形態と顎機能活動の関連性を検討した研究の多くは、顎顔面部における形態的な相違を適確に分類を行って、かつ被検者間における顎機能活動の指標を明確に規定していない。

当教室の竹内⁹⁾は、機能発現の場である顎顔面部の分析を側貌頭部X線規格写真を用い、顎顔面形態を表す9項目の中から、特にその顎顔面形態の特徴を最も有効に表す指標であり、SN平面に対する下顎下縁平面のなす角SN-MP(図1)をもとに被検者をShort(30.6°以下), Normal-Short(30.7~33.3°), Normal(33.4~40.1°), Normal-Long(40.2~42.4°), およびLong(42.5°以上) face群の5グループに分類した。飯沼¹⁰⁾は、顎機能活動の指標に咬合力を用いるために、被検者間における咬合力の大きさの規定と作用方向の三次元的分析とが同時にできる咬合力三次元測定装置(以下、クラッチとする)を開発した。そして、飯沼¹¹⁾および飯沼ら¹²⁾は、このクラッチを用いNormal face群に分類された健常有歯顎者11名の垂直方向クレンチング時の咬合力の大きさおよび作用方向と咀嚼筋放電活動を測定した結果、Normal face群の咬合力の方向は側頭筋、咬筋および外側翼突筋の単位筋活動量と関連性を認めたと報告している。さらに、坪田¹²⁾は、Short face群に分類された健常有歯顎者11名を対象にして、垂直方向クレンチング時の咀嚼筋放電活動を測定した結果、Short face群の咬合力の方向は、Normal face群に比較して、側頭筋、咬筋および内側翼突筋より単位筋活動量より大きな関連性を認めたと報告している。

しかし、Normal face群やShort face群と明確に異なる顎顔面形態であるLong face群では、垂直方向クレンチング時の咬合力の方向と顎顔面形態との関

連性について検討した間宮¹⁴⁾の報告があるのみで、咀嚼筋放電活動との関連性についてはまだ十分に加えられていない。

そこで本研究では、Long face群に分類された健常有歯顎者11名を対象にして、顎顔面形態と垂直方向クレンチング時の咀嚼筋放電活動および咬合力との関連性について検索し、さらにNormal face群やShort face群の咀嚼筋放電活動との比較検討を行った。

II. 材料および方法

1. 被検者

被検者は間宮¹⁴⁾の研究と同一なLong face群に属する被検者(表1, 図1)であり、顎口腔系に自覚的および他覚的に異常を認めない健常有歯顎者で、上下顎第1大臼歯の咬合関係がAngle I級に相当し、上下顎第2大臼歯までに欠損や失活歯のない個性正常咬合を有する20~27歳男性11名である。

2. 測定装置および方法

1) 筋放電活動

咀嚼筋放電活動の測定は、飯沼¹¹⁾および飯沼ら¹²⁾の方法に従い、多用途計測記録装置(RM-6000, 日本光電社)を用いて、垂直方向クレンチング時の各指定範囲ごとに記録した。

被検筋は、右側側頭筋前部、右側咬筋浅部、右側外側翼突筋下頭および右側内側翼突筋(以下、側頭筋、咬筋、外側翼突筋および内側翼突筋とする)とし、側頭筋および咬筋放電活動の導出は、表面電極(disposable接着seal方式, 有効直径5 mm, sintered Ag/AgCl miniature skin electrode NT-611~5 U, 日本光電社)を用い双極誘導で行った。側頭筋および咬筋の表面電極貼付部位は深水の報告¹⁵⁾に従い、筋の走行と可及的に平行になるように留意した。外側および内側翼突筋筋放電活動の導出は、fine wire電極^{16,17)}(ϕ 50 μ m, エム・ティ技研社)を用い双極誘導で行った。電極の刺入に際し、外側翼突筋には21 G 38 mm, 内側翼突筋には27 G 20 mmの注射針をガイドチューブとして用いた。刺入方法は口内法¹⁶⁾とし、刺入部位は外側翼突筋については藍ら¹⁸⁾の報告、内側翼突筋は祇園白ら¹⁹⁾の報告に従った。

- 角度計測項目
- 1. Ar-Go-Me: 下顎枝後縁と下顎下縁平面のなす角度
 - 2. SN-MP: SN 平面に対する下顎下縁平面のなす角度
 - 3. MM-OP: 咬合平面に対する咬筋浅部の走行方向を示す
 - 4. θ : 咬合平面に対する咬合力ベクトルの垂直展開角
 - 5. MM-SN: SN 平面に対する咬筋浅部の走行方向を示す
 - 6. θ' : SN 平面に対する咬合力ベクトルの垂直展開角
 - 7. SN-OP: SN 平面に対する咬合平面のなす角度
 - 8. MP-OP: 下顎下縁平面に対する咬合平面のなす角度
- 距離計測項目
- 9. Ar-Go: 下顎枝の長さ
 - 10. AG-KR: 咬筋前縁線の長さ
 - 11. CC ⊥ AG-KR: Condylar center から AG-KR におろした垂線の長さ (A)
 - 12. CC ⊥ F: Condylar center から咬合力ベクトルにおろした垂線の長さ (B)
- 長さの割合
- 13. B/A: Condylar center から AG-KR におろした垂線の長さに対する咬合力ベクトルにおろした垂線の長さの割合

図 1 顎顔面形態の計測項目と咬合力の方向

表 1 顎顔面形態の計測結果

	角度計測項目 (°)						距離計測項目 (mm)				長さの割合
	Ar-Go-Me	SN-MP	MM-OP	MM-SN	SN-OP	MP-OP	Ar-Go	AG-KR	CC ⊥ AG-KR	CC ⊥ F	B/A
mean	129.2	43.7	64.2	45.4	19.2	23.8	57.0	69.9	61.0	77.4	1.3
S D	5.1	1.1	3.4	3.5	1.3	2.6	5.6	3.8	3.2	4.5	0.03
CV(%)	3.9	2.5	5.3	7.7	6.8	10.9	9.8	5.4	5.2	5.8	2.3

¹⁴⁾より引用

2) 咬合力

咬合力値とその方向の成績 (表 2) は、間宮¹⁴⁾から引用し、分析を行った。

すなわち、被検者に対する垂直方向クレンチングによる咬合力値の指定範囲の決定に際しては、被検者に垂直方向クレンチングによる最大咬みしめ (以下、最大咬合力とする) を行わせ、この時のクラッチの圧力センサ (#1) の最大出力電位を 100% MC とし、そ

表 2 各指定範囲における咬合力の方向

指定範囲	θ		θ'	
	上昇部	維持部	上昇部	維持部
100%MC	65.2(4.6)	65.9(4.8)	46.0(4.4)	46.7(4.5)
75%MC	64.8(3.7)	65.6(3.9)	45.6(3.3)	46.2(3.4)
50%MC	64.5(4.1)	65.2(4.3)	45.3(4.1)	46.0(4.2)
25%MC	64.4(3.6)	64.9(3.8)	45.2(3.5)	45.7(4.8)

unit: degree, (): SD, ¹⁴⁾より引用

図 2 分析項目

れを基準に咬合力値を 75~100% (100% MC), 50~75% (75% MC), 25~50% (50% MC), 0~25% (25% MC) の 4 段階の咬合力指定範囲に分けた。

被検者には、指示された指定範囲に従い、トリガ波形と圧力センサ (#1) からの出力電位を咬合力指示装置 (CS-8010, Kenwood 社) のオシロスコープ上で確認しながら、各指定範囲で 10 回ずつ十分な間隔を置き、垂直方向クレンチングを行わせた。

3. 分析

筋活動量の分析 (図 2) は、飯沼¹¹⁾および飯沼ら¹²⁾の報告に従って、パーソナルコンピュータ (PC-9801) の CRT ディスプレイ上に再現された筋放電活動および咬合力の出力電位の波形を基に、パーソナルコンピュータの波形解析プログラム (ウェーブマスター II, カノーブス電子社) を用いた。筋活動量の分析は、咬合力発現開始時 (M₁) から 200 ms 後の上昇点 (M₂) までの間 (T₁, 以下上昇部とする) および圧力センサの出力電位の大きさが一定に維持される部分の中央 200 ms 間 (T₂, 以下維持部とする) の筋放電活動 (E₁ および E₂) を分析時間 (200 ms) で

積分し、上昇部筋活動量と維持部筋活動量として求めた。そして、各被検者の 4 指定範囲の側頭筋、咬筋、外側翼突筋および内側翼突筋筋活動量をそれぞれの咬合力値で除し求めた筋活動量 (以下、単位筋活動量とする) を求め、各指定範囲における単位筋活動量の平均値および標準偏差を求めた。

1) 咀嚼筋筋活動量と顎顔面形態の計測項目に咬合力の方向を加えた 13 項目との相関性

Long face 群の単位筋活動量と、顎顔面形態の計測 11 項目 (表 1) に咬合力ベクトルの垂直展開角 θ および θ' (表 2) を加えた 13 項目¹⁴⁾との相関性を求めた。

なお、相関性の検討では、相関係数 $|0.553|$ 以上を有意な相関の認められたものとした。

2) 各指定範囲における咀嚼筋筋活動量と Normal face 群および Short face 群のそれらとの比較

各指定範囲において、Long face 群の咀嚼筋単位筋活動量を Normal face 群^{11,12)}および Short face 群¹³⁾のそれらと t-検定を行った。

III. 成 績

1. 咀嚼筋筋活動量と顎顔面形態の計測項目に咬合力の方向を加えた 13 項目との相関性

各指定範囲における単位筋活動量を表 3 に示す。そして、各指定範囲における単位筋活動量と顎顔面形態の計測 11 項目および咬合力の方向を加えた 13 項目¹⁴⁾との相関性の結果を表 4 に示す。

単位筋活動量 (表 3) では、すべての指定範囲の上昇部および維持部を通して、側頭筋が $0.21 \sim 0.33 \mu\text{V} \cdot \text{ms/kgf}$, 咬筋が $0.28 \sim 0.49 \mu\text{V} \cdot \text{ms/kgf}$, 外側翼突筋が $0.16 \sim 0.35 \mu\text{V} \cdot \text{ms/kgf}$, 内側翼突筋が $0.85 \sim 1.13 \mu\text{V} \cdot \text{ms/kgf}$ であった。

単位筋活動量と顎顔面形態の計測項目および咬合力の方向との相関性を検討した結果 (表 4) では、有意な相関 ($\alpha=0.05$) は各筋の上昇部または維持部の指定範囲の一部で認められた。側頭筋では CC $\perp$ AG-KR (A), CC $\perp$ F (B), θ' および θ に正の相関を、咬筋では Ar-Go, AG-KR, CC $\perp$ F (B) および CC $\perp$ AG-KR (A) に正の相関を、 θ' , θ および MP-OP に負の相関を、外側翼突筋では SN-MP に負の相関を、内側翼突筋では AG-KR, CC $\perp$ F (B), CC $\perp$ AG-KR (A) および B/A に正の相関を、 θ , θ' および Ar-Go に負の相関をそれぞれ認めた。

表 3 各指定範囲における咀嚼筋単位筋活動量

指定範囲	側頭筋		咬 筋		外側翼突筋		内側翼突筋	
	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部
100%MC	0.31(0.1)	0.29(0.1)	0.45(0.2)	0.28(0.1)	0.17(0.1)	0.16(0.1)	1.02(0.5)	0.91(0.2)
75%MC	0.33(0.2)	0.33(0.2)	0.42(0.1)	0.36(0.1)	0.20(0.1)	0.21(0.1)	0.90(0.5)	0.87(0.4)
50%MC	0.28(0.1)	0.26(0.1)	0.38(0.2)	0.35(0.2)	0.20(0.1)	0.19(0.1)	0.90(0.5)	0.85(0.4)
25%MC	0.21(0.1)	0.21(0.1)	0.49(0.2)	0.45(0.1)	0.35(0.2)	0.33(0.3)	1.13(0.6)	1.03(0.5)

unit: $\mu\text{V} \cdot \text{ms}/\text{kgf}$

() : SD

2. 各指定範囲における単位筋活動量と Normal face 群および Short face 群のそれらとの比較

各指定範囲における単位筋活動量について, Long face 群と Normal face 群^{11,12)}との t-検定結果を表 5 に, Long face 群と Short face 群¹³⁾との t-検定結果を表 6 に示す。

Normal face 群^{11,12)}の単位筋活動量と比較すると, Long face 群の側頭筋で, 25% MC を除いて有意に小さかった。すべての指定範囲で, 咬筋や外側翼突筋では同程度であったが, 内側翼突筋では有意に大きかった。

Short face 群¹³⁾の単位筋活動量と比較すると, Long face 群の側頭筋では 75 および 100% MC で同程度であったが, 25 および 50% MC で有意に小さかった。すべての指定範囲で, 咬筋では有意に小さく, 外側翼突筋では同程度であったが, 内側翼突筋では有意に大きかった。

IV. 総括および検討

顎顔面形態の相違が, 咬合力などの顎機能活動に対して及ぼす影響について解明することを目的として, 間宮¹⁴⁾は Long face 群の健常有歯顎者に垂直方向クレンジングを行わせ, その時の咬合力の方向と顎顔面形態との関連性について検討を行った。

本研究は, これに引き続き Long face 群に属する健常有歯顎者である男性 11 名を対象として, 顎顔面形態と垂直方向クレンジング時の咀嚼筋筋放電活動と顎顔面形態との関連性について検討し, さらに Long face 群の咀嚼筋筋放電活動を Normal face 群および Short face 群のそれらと比較検討した。

1. 咀嚼筋筋放電活動と顎顔面形態の計測項目に咬合力の方向を加えた 13 項目との相関性

今までにも, 筋放電活動などの顎機能活動について

の報告¹⁻⁸⁾はあるが, これらの多くは, 顎顔面形態の分類および被検者間における顎機能の指標などの明確な規定を行っていない。当教室の飯沼¹¹⁾, 飯沼ら¹²⁾および坪田¹³⁾は, 顎顔面形態を SN-MP を基に分類し, 咬合力を三次元的に分析し, 形態と顎機能との関連性について検討を行ってきた。

咬合力値と筋活動量は, 被検者間における顎機能活動の指標とするには, 個人差があり, 被検者間において比較することは困難である。そこで, 本研究においては, 飯沼¹¹⁾, 飯沼ら¹²⁾および坪田¹³⁾と同様に, 咀嚼筋活動量を咬合力値で除し求めた単位筋活動量を指標とし, 全被検者における各指定範囲ごとの単位筋活動量の平均値で検討を行った。

各指定範囲における単位筋活動量 (表 3) では, 上昇部および維持部を通して, 側頭筋が $0.21 \sim 0.33 \mu\text{V} \cdot \text{ms}/\text{kgf}$, 咬筋が $0.28 \sim 0.49 \mu\text{V} \cdot \text{ms}/\text{kgf}$, 外側翼突筋が $0.16 \sim 0.35 \mu\text{V} \cdot \text{ms}/\text{kgf}$, 内側翼突筋が $0.85 \sim 1.13 \mu\text{V} \cdot \text{ms}/\text{kgf}$ であった。このように, 内側翼突筋は, ほかの咀嚼筋と比較して, その単位筋活動量が最も大であった。この結果, Long face 群では, 垂直方向クレンジング時の顎機能活動の主導的な働きは内側翼突筋であることを示唆している。

単位筋活動量と顎顔面形態の計測項目および咬合力の方向との相関性を検討した結果 (表 4) では, 有意な相関 ($\alpha=0.05$) は上昇部および維持部の一部の指定範囲で認められた。側頭筋では, 75 および 100% MC と強い咬合力において CC $\perp$ AG-KR (A) および CC $\perp$ F (B) との間に, すなわち Condylar center から咬筋前縁線への長さや咬合力ベクトルへの長さにと正の相関を認めた。この結果は, 上顎骨に対する下顎骨の平行性が低い Long face 群では, 垂直方向クレンジング時の強い咬合力発現において, 咬筋以外に側頭筋の働きの関与を示唆している。さらに, Long face 群における側頭筋の筋活動量が, 垂直方向クレンジング時の強い咬合力発現において, Condylar

表 4 各指定範囲における顎顔面形態の計測項目および咬合力の方向と単位筋活動量との相関性

100%MC										50%MC									
側頭筋		咬筋		外側翼突筋		内側翼突筋		側頭筋		咬筋		外側翼突筋		内側翼突筋		側頭筋		咬筋	
上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部
角度計測項目																			
Ar-Go-Me		0.326	0.264	-0.368	0.011	0.025	-0.108	-0.240	-0.216	-0.301	-0.322	-0.138	-0.214	-0.286	-0.331	-0.146	-0.154	-0.197	-0.191
SN-MP		0.098	0.028	-0.207	-0.045	-0.332	-0.280	0.005	0.001	-0.137	-0.191	-0.371	-0.360	-0.493	-0.477	0.010	-0.070	-0.347	-0.265
MM-OP		0.190	0.103	-0.489	-0.506	-0.004	-0.139	-0.095	-0.109	-0.347	-0.265	0.129	0.023	-0.162	-0.211	-0.050	-0.084	-0.347	0.609*
θ		-0.149	-0.251	0.323	0.198	0.261	0.348	-0.819*	-0.838*	0.347	0.609*	-0.570*	-0.618*	0.241	0.328	-0.729*	-0.694*	-0.264	0.152
MM-SN		-0.065	-0.185	-0.331	0.361	0.092	0.198	0.256	0.184	-0.364	0.609*	-0.570*	-0.618*	0.241	0.328	-0.729*	-0.694*	-0.389	0.634*
θ'		-0.293	-0.441	0.452	-0.281	0.275	0.311	-0.844*	-0.942*	0.389	0.634*	-0.563*	-0.591*	0.137	0.176	-0.748*	-0.680*	-0.054	0.005
SN-OP		0.372	0.438	-0.335	0.357	-0.048	0.124	-0.001	0.092	-0.054	0.005	0.325	0.113	-0.031	-0.189	0.329	0.418	-0.191	-0.344
MP-OP		-0.108	-0.123	-0.086	0.111	0.248	-0.056	0.082	0.032	-0.191	-0.344	-0.440	-0.627*	0.045	0.018	-0.082	-0.244	-0.232	-0.024
距離計測項目																			
Ar-Go		0.117	0.066	0.241	0.027	0.279	0.141	-0.664*	-0.588*	-0.072	0.215	0.712*	0.638*	0.226	-0.171	0.625*	0.526	-0.072	0.215
AG-KR		0.107	0.082	0.517	0.439	-0.089	-0.394	0.651*	0.689*	-0.311	-0.215	0.664*	0.549*	-0.068	0.212	0.467	0.453	-0.154	-0.068
CC┘AG-KR(A)		0.713*	0.669*	0.290	0.182	-0.430	0.257	0.322	0.353	-0.311	-0.215	0.664*	0.549*	-0.068	0.212	0.467	0.453	-0.154	-0.068
CC┘F(B)		0.653*	0.651*	0.463	0.328	0.422	0.313	0.450	0.493	-0.154	-0.068	0.674*	0.584*	0.189	0.292	0.606*	0.604*	0.330	0.341
B/A		0.057	0.114	0.486	0.433	0.033	0.185	0.354	0.393	0.330	0.341	0.167	0.216	0.145	0.208	0.426	0.475	0.330	0.341
75%MC																			
側頭筋		咬筋		外側翼突筋		内側翼突筋		側頭筋		咬筋		外側翼突筋		内側翼突筋		側頭筋		咬筋	
上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部	上昇部	維持部
角度計測項目																			
Ar-Go-Me		0.332	0.287	-0.240	-0.039	-0.046	-0.081	-0.192	-0.005	-0.247	-0.270	-0.209	-0.264	-0.504	-0.454	-0.436	-0.198	-0.199	-0.162
SN-MP		0.222	0.178	-0.226	-0.061	-0.299	-0.256	0.433	0.101	-0.199	-0.162	-0.393	-0.412	-0.569*	-0.503	-0.264	-0.167	-0.261	-0.249
MM-OP		0.115	0.112	-0.368	-0.296	-0.162	-0.139	-0.207	0.016	-0.261	-0.249	0.107	-0.009	-0.326	-0.413	-0.313	-0.211	-0.139	-0.207
θ		-0.296	-0.191	0.293	-0.106	0.126	0.036	-0.809*	-0.732*	-0.139	-0.207	-0.037	-0.109	0.139	0.051	-0.810*	-0.822*	0.082	0.152
MM-SN		-0.016	-0.046	-0.314	-0.252	-0.073	-0.216	0.236	0.193	0.082	0.152	0.338	0.281	-0.207	-0.148	-0.049	-0.155	-0.013	-0.061
θ'		-0.386	-0.378	0.363	-0.117	0.118	-0.072	-0.896*	-0.807*	-0.013	-0.061	-0.065	-0.085	0.107	-0.080	-0.700*	-0.698*	-0.369	0.441
SN-OP		0.190	0.266	-0.172	-0.129	0.130	0.191	0.038	0.252	-0.369	0.441	0.091	-0.104	-0.417	-0.382	0.113	0.297	0.196	0.219
MP-OP		0.118	0.036	0.032	0.092	-0.018	-0.134	0.139	0.103	0.196	0.219	-0.151	-0.081	-0.027	0.059	-0.203	-0.248	0.094	0.241
距離計測項目																			
Ar-Go		0.126	0.174	0.261	0.239	0.250	0.188	-0.641*	-0.572*	0.094	0.241	0.739*	0.666*	0.191	0.199	-0.622*	-0.594*	0.024	0.035
AG-KR		0.095	0.096	0.566*	0.568*	-0.222	-0.334	0.620*	0.562*	0.024	0.035	0.414	0.288	-0.448	-0.460	0.484	0.372	-0.079	-0.217
CC┘AG-KR(A)		0.713*	0.697*	0.514	0.740*	0.412	0.364	0.382	0.609*	-0.079	-0.217	0.500	0.435	-0.068	-0.061	0.341	0.582*	0.038	0.109
CC┘F(B)		0.690*	0.682*	0.644*	0.848*	0.422	0.425	0.512	0.704*	0.038	0.109	0.516	0.475	0.071	0.051	0.566*	0.760*	0.250	0.243
B/A		0.113	0.133	0.431	0.467	0.093	0.232	0.365	0.340	0.250	0.243	0.114	0.164	0.309	0.240	0.614*	0.577*	0.250	0.243

表 5 各指定範囲における各咀嚼筋単位筋活動量について Long face 群と Normal face 群との t-検定結果

上昇部					維持部				
	側頭筋	咬筋	外側翼突筋	内側翼突筋		側頭筋	咬筋	外側翼突筋	内側翼突筋
100%MC	++	-	-	*	100%MC	++	-	-	*
75%MC	++	-	-	*	75%MC	++	-	-	*
50%MC	++	-	-	*	50%MC	+	-	-	*
25%MC	-	-	-	**	25%MC	-	-	-	**

注) - : 有意差なし
+ : Long face 群が有意に小である ($\alpha=0.05$)
++ : Long face 群が有意に小である ($\alpha=0.01$)
* : Long face 群が有意に大である ($\alpha=0.05$)
** : Long face 群が有意に大である ($\alpha=0.01$)

Normal face 群は、^{11,12)}より引用

表 6 各指定範囲における各咀嚼筋単位筋活動量について Long face 群と Short face 群との t-検定結果

上昇部					維持部				
	側頭筋	咬筋	外側翼突筋	内側翼突筋		側頭筋	咬筋	外側翼突筋	内側翼突筋
100%MC	-	++	-	**	100%MC	-	++	-	**
75%MC	-	++	-	**	75%MC	-	++	-	**
50%MC	+	++	-	**	50%MC	+	+	-	**
25%MC	+	+	-	**	25%MC	+	+	-	**

注) - : 有意差なし
+ : Long face 群が有意に小である ($\alpha=0.05$)
++ : Long face 群が有意に小である ($\alpha=0.01$)
** : Long face 群が有意に大である ($\alpha=0.01$)

Short face 群は、¹³⁾より引用

center から咬筋前縁線および咬合力ベクトルまでの距離に何らかの関連性があることを示している。

咬筋および内側翼突筋(表 4)では上昇部および維持部ともに θ および θ' で、特に内側翼突筋は Ar-Go でも負の相関を認めた。この結果、Long face 群では、垂直方向クレンチング時の咬合力の方向決定に際しては、咬筋および内側翼突筋の活動の協調が示唆される。このような咬筋と内側翼突筋の協調的働きを示す成績は、ヒトの内側翼突筋が咬筋と筋線維数や筋線維の太さにおいて最も近似した値を示し、両筋の走行方向が類似していたと述べている Baron ら²⁰⁾と萩野ら²¹⁾の所見と一致している。 θ および θ' に負の相関を示したのは、上顎骨に対する下顎骨の平行性の高い Short face 群では、咬合力の方向(θ と θ')は、咬筋の筋線維走行方向を示す MM-OP および MM-SN に近似した値を示した¹³⁾。しかし、上顎骨に対する下顎骨の平行性が低くなるほど咬合力の方向は小さくなり、咬筋の走行方向との角度差が大となる。その結果、Long face 群の咬合力発現時の咬筋および内側翼突筋の筋放電活動が低下したためではないかと推察される。内側翼突筋では有意な相関性を示した計測項目

がすべての指定範囲を通し最も多く認めた結果から、Long face 群においては、内側翼突筋の筋活動量は顎顔面形態と関連性が最も大きいといえる。また、内側翼突筋では、Ar-Go にすべての指定範囲を通して負の相関を認めた。下顎枝の長さである Ar-Go すなわち下顎枝高径が、顎顔面形態の計測項目の中で咬筋を含む咀嚼筋全体の活動と最も密接な関係があるといわれている²⁾。Ar-Go で有意な相関を認めた本研究の結果は、この報告と一致している。また、負の相関を認めたことは、下顎枝の長さが大きくなるほど内側翼突筋の筋活動が小さくなることを示している。

外側翼突筋(表 4)では、有意($\alpha=0.05$)な相関が上昇部の SN-MP のみに認められ、他の計測項目では認められなかった。高野²²⁾は、最大咬みしめにおいて、外側翼突筋下頭は全く活動電位を示さないものの、小さな活動電位を示すものおよび中程度の活動電位を示すものと 3 タイプがあったと報告している。このことを考慮すると、Long face 群の外側翼突筋では、Normal^{11,12)} および Short face 群¹³⁾と同様に、垂直方向クレンチング時に多くの筋線維がその活動性を示さなかったのではないかと推測される。

2. 各指定範囲における単位筋活動量と Normal face 群および Short face 群のそれらとの比較

各指定範囲における単位筋活動量について Long face 群と Normal face 群との t-検定結果を表 5 に、Long face 群と Short face 群との t-検定結果を表 6 に示した。Long face 群の側頭筋 (表 5 と 6) の単位筋活動量は、Normal face 群^{11,12)}のそれと比較して 25% MC を除いて有意に小さく、Short face 群のそれと比較して 75 および 100% MC で同程度であったが、25 および 50% MC で有意に小さかった。本研究で Long face 群の側頭筋単位筋活動量が、Normal face 群^{11,12)}の 50~100% MC、Short face 群の 25 および 50% MC において、Normal および Short face 群のそれらより小さい結果は、上顎基底面すなわち下顎咬合平面と下顎下縁平面とが平行な被検者では、最大咬みしめと咀嚼時において、側頭筋の筋電図の振幅が大きかったと述べている Bengtingervall ら¹⁾の報告と一致している。また、一方、Long face 群の側頭筋単位筋活動量が Normal face 群^{11,12)}の 25% MC、Short face 群¹³⁾の 75 および 100% MC において、Normal および Short face 群のそれらと同程度であった成績は、Short face syndrome と Long face syndrome の 2 つのタイプのモデル上で側頭筋と咬筋の力学的な点について検討した結果、側頭筋では、2 つのタイプおよびその両タイプの中間的な Bolton's standard タイプにおいて、それぞれ力学的に有意な相違が認められなかったと述べている Throckmorton ら²³⁾の報告と一致する結果となった。

Long face 群の咬筋 (表 5 と 6) の単位筋活動量は、Normal face 群^{11,12)}のそれと比較して同程度であり、Short face 群¹³⁾のそれと比較して有意に小さかった。この本研究の成績は、Throckmorton ら²³⁾がモデル上の検討で Long face group の咬筋の筋力が Normal face 群^{11,12)}に相当する Bolton's standard と同程度であるが、Short face group とは有意な差を認めたという報告と一致する。一方、Weijs ら²⁴⁾は、CT-scan 上の筋断面積について、Short face は、Long face と比較して咬筋の断面積が大であったと報告している。このことが原因となって、Long face の咬筋の単位筋活動量は、Short face 群¹³⁾のそれを比較して有意に小になったと推察される。また、Long face 群の咬筋の単位筋活動量が、Normal face 群^{11,12)}のそれと比較して同程度であったことは、竹内ら⁹⁾の顎顔面形態の相違によって咬筋の断面積²⁴⁾およ

び附着部位²⁵⁾などの明確な差異が現れなかったという報告と一致する。

Long face 群の外側翼突筋 (表 5 と 6) の単位筋活動量は、Normal face 群^{11,12)}のそれと同程度であった。前述のごとく外側翼突筋は垂直方向クレンチング時に、筋活動を示すものと示さないものがある²²⁾。したがって、本研究においても、すべての被検者で、外側翼突筋には筋活動を示さなかった筋線維が多く含まれているのではないかと推測されている。そのために、Long face 群では、Short¹³⁾ および Normal face 群^{11,12)}と比較して明確な単位筋活動量の相違が認められなかったのであろう。

Long face 群の内側翼突筋 (表 5 と 6) の単位筋活動量は、Short¹³⁾ および Normal face 群^{11,12)}のそれらと比較して、すべての指定範囲で有意に大きかった。坪田¹³⁾は、上顎骨に対して下顎骨の平行性の高い Short face 群の内側翼突筋の単位筋活動量が、より平行性の低い Normal face 群と比較して有意に小であったと報告している。この報告を考慮すると、Short¹³⁾ および Normal face 群^{11,12)}と比較して上顎骨に対する下顎骨の平行性が最も低い Long face 群では、内側翼突筋の単位筋活動量が Short¹³⁾ および Normal face 群^{11,12)}のそれらと比較して大となったのであろう。また、Hannam ら²⁶⁾は、計算上のモデルから上顎骨に対する下顎骨の平行性が高い例では咬筋は、内側翼突筋より効果的に垂直方向への力を生じたと報告している。上下的な下顎骨の回転方向の影響を受ける SN-MP で顎顔面形態の分類を行っている本研究においては、前述のごとく Long face 群のほう Short および Normal face 群よりも上顎骨に対する下顎骨の平行性がより低いことが分っている。このことと Hannam ら²⁶⁾の報告を考慮すると、Long face 群では、Short および Normal face 群と比較して、垂直方向クレンチングにおける咬合力発現時に咬筋が垂直方向への力を発現し難いのではないかと推測される。そのために、Long face 群では、垂直方向クレンチング時に筋走行方向が咬筋と似ている内側翼突筋が主体となり、咬筋の筋活動が補助的となり、かえって逆に抑制されたのではないかと推察される。そのため Long face 群の咬筋では、単位筋活動量と咬合力の方向 (θ と θ') とが負の相関を示したのである。

V. 結 論

Long face 群に分類された健常有歯顎者 11 名を対象にして、垂直方向クレンチング時に顎顔面形態の相違による顎機能活動への影響を検討し、さらに Normal face 群および Short face 群のそれらと比較検討し、以下の結論に達した。

1. 咀嚼筋筋活動量と顎顔面形態の計測項目に咬合力の方向を加えた 13 項目との相関性

各指定範囲における単位筋活動量と顎顔面形態の計測 11 項目に咬合力の方向を加えた 13 項目との相関性の検討結果では、有意な相関は各筋の上昇部または維持部の指定範囲の一部で認められた。側頭筋では $CC \perp AG-KR$ (A), $CC \perp F$ (B), θ' および θ に正の相関を、咬筋では $Ar-Go$, $AG-KR$, $CC \perp F$ (B) および $CC \perp AG-KR$ (A) に正の相関を、 θ' , θ および $MP-OP$ に負の相関を、外側翼突筋では $SN-MP$ に負の相関を、内側翼突筋では $AG-KR$, $CC \perp F$ (B), $CC \perp AG-KR$ (A) および B/A に正の相関を、 θ' , θ および $Ar-Go$ に負の相関をそれぞれ認めた。

2. Normal face 群および Short face 群の各指定範囲における単位筋活動量との比較

Long face 群の側頭筋の単位筋活動量は、Normal face 群のそれと比べて 25% MC を除いて有意に小さかった。すべての指定範囲で、咬筋や外側翼突筋では同程度であったが、内側翼突筋では有意に大きかった。

Long face 群の側頭筋の単位筋活動量は、Short face 群のそれと比べて 75 および 100% MC で同程度であったが、25 および 50% MC で有意に小さかった。すべての指定範囲で、咬筋では有意に小さく、外側翼突筋では同程度であったが、内側翼突筋では有意に大きかった。

稿を終わるにあたり、本研究に際し、終始ご懇篤なるご指導およびご校閲を賜りました日本大学歯学部森谷良彦教授、またご専攻の立場からご指導を賜りました日本大学歯学部角野隆二教授、北川 正教授、大木一三教授、五十嵐孝義教授に深く感謝の意を表します。

あわせて、日頃ご助言ご鞭撻を頂きました総義歯補綴学講座竹内康司助手、医局員各位、大学院生各位ならびに本研究にご協力を頂きました被検者各位に感謝の意を表します。

文 献

- 1) Bengtingervall and Birgit, T.: Relation between facial morphology and activity of the masticatory muscles, J Oral Rehabil, 1: 131~147, 1974.
- 2) 田部孝治: 咀嚼筋筋活動と顎・顔面形態に関する研究 II. 咬筋の活動および閉顎力と顎・顔面形態との関係について, 日矯歯誌, 35: 255~265, 1976.
- 3) Ingervall, B.: Facial morphology and activity of temporal and lip muscles during swallowing and chewing, Angle Orthod, 46: 372~380, 1976.
- 4) Lowe, A.A.: Correlations between orofacial muscle activity and craniofacial morphology in a sample of control and anterior open-bite subjects, Am J Orthod, 78: 89~98, 1980.
- 5) Peterson, T.M. and McIver, J.E.: Mandibular rest position in subjects with high and low mandibular plane angles, Am J Orthod, 83: 318~320, 1983.
- 6) 八木 孝, 渡辺義宏, 水室利彦ほか: 咀嚼筋活動様相に関する研究—顎顔面骨格形態と機能との相関性について—, 東北歯大誌, 12: 26~38, 1985.
- 7) 奥田眞夫: 顎顔面形態と顎口腔機能との関連性に関する臨床的研究—特に咬合平面を中心に—, 阪大歯学誌, 35: 369~399, 1990.
- 8) 石井弘二: 顎口腔機能の左右不均衡と顎顔面形態および身体の重心との関連性に関する研究, 阪大歯学誌, 35: 517~566, 1986.
- 9) 竹内康司, 飯沼利光, 森谷良彦ほか: 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 I. 顎顔面形態の分析, 補綴誌, 35: 281~289, 1991.
- 10) 飯沼利光, 祇園白信仁, 森谷良彦ほか: 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 II. 咬合力三次元測定装置, 補綴誌, 35: 366~380, 1991.
- 11) 飯沼利光: 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 III-1. Normal face 群の垂直方向クレンチング, 補綴誌, 35: 527~541, 1991.
- 12) 飯沼利光, 祇園白信仁, 森谷良彦ほか: 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 III-2. 咬合力の大きさの変化による影響, 顎機能, 9: 157~164, 1991.
- 13) 坪田健嗣: 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 IV-2. Short face 群の垂直方向クレンチング時の筋活動量, 補綴誌, 36: 908~916, 1992.
- 14) 間宮和男: 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 V-1. Long face 群の垂直方向クレンチング時の咬合力の方向, 補綴誌, 36: 掲載予定.
- 15) 深水皓三: 総義歯の第一大臼歯における咀嚼力および咬合力に関する研究, 補綴誌, 17: 491~516, 1974.

- 16) Juniper, R.P. : Electromyography of the two heads of external pterygoid muscle via the intra-oral route, *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 23 : 21~33, 1983.
- 17) 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.
- 18) 藍 稔, 中村和男, 松浦貴一ほか : 外側翼突筋下頭起始部の位置に関する解剖学的検討, *補綴誌*, 25 : 288~294, 1981.
- 19) 祇園白信仁, 飯沼利光, 和泉憲一ほか : 顎顔面形態の相違による顎筋筋活動と咬合力発現様式の相関性について, *補綴誌*, 32 : 1378~1385, 1988.
- 20) Baron, P. and Debussy, T. : A biomechanical analysis of the masticatory muscles in man, *Arch Oral Biol*, 24 : 547~553, 1979.
- 21) 萩野邦洋, 佐藤 亨 : ヒトの内側翼突筋の筋線維構成について, *歯学*, 76 : 1041~1058, 1988.
- 22) 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.
- 23) Throckmorton, G.S. and William, H.B. : Biomechanics of differences in lower facial height, *Am J Orthod*, 77 : 410~420, 1980.
- 24) Weijs, W.A. and Hillen, B. : Relationships between muscle cross-section and skull shape, *J Dent Res*, 63 : 1154~1157, 1984.
- 25) 鈴木弘之, 井口修一郎, 宮川 修ほか : 咬筋の付着部位および走行が下顎骨の応力分布および咬合力に与える影響, *日矯歯誌*, 43 : 497~506, 1984.
- 26) Hannam, A.G. and Wood, W.W. : Relationships between the size and spatial morphology of human masseter and medial pterygoid muscles, the craniofacial skeleton, and jaw biomechanics, *Am J Phys Anthropol*, 80 : 429~445, 1989.