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

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

Ⅲ-2. 咬合力の大きさの変化による影響

Ⅲ-2. The Influence of Magnitude of Bite Force on The Correlation

飯沼利光, 祇園白信仁, 森谷良彦, 竹内康司

Toshimitsu Iinuma, Nobuhito Gionhaku, Yoshihiko Moriya, Kouji Takeuchi

日本大学歯学部歯科補綴学教室総義歯補綴学講座

Department of Complete Denture Prosthodontics, Nihon University School of Dentistry

I. 緒言

顎口腔領域における機能活動のメカニズムの解明は、古くから歯科医学における重要な論点の一つとされてきた。しかし、機能発現のある頭部は、体の他の部に比べ複雑に構成されるために、そのメカニズムについては不明な点が多い。とくに、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られる。

これまでにも、咀嚼筋筋放電活動や咬合力などの機能活動と顎顔面形態との関連性について報告¹⁻⁵⁾されてきたが、顎顔面の形態を明確に分類し検討したものは見当たらない。さらに、機能活動の指標として測定される咬合力については、大きさについてのみ論じられ、その方向性について検討を加えたものはわずかである^{6, 7)}。

そこで、当教室では顎口腔領域における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（以下、セファロ写真とする）を用い、形態的特徴を表す項目として選択した9項目の中より、特にその形態的特徴を顕著に示した⁸⁾角度計測項目であるSN-MPをもとに被検者を Short, NS, Normal, NLおよび Long face群の5グループに分類した。

本研究においては、正常咬合者の顎顔面形態を分類した結果、Normal face 群に分類された健常有歯顎者に垂直方向クレンチングを行わ

せ、クレンチングによる咬合力の大きさおよび方向と咀嚼筋筋放電活動を計測し、これらと顎顔面形態との関連性を検討した。

II. 材料および方法

被検者は、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個性正常咬合を有し、Normal face 群に属する21~27歳男性11名とした。

クレンチングによる咬合力の測定は、飯沼らの報告⁹⁾した咬合力三次元測定装置を用い、咬合力の大きさに加え、その方向性についても行った。口腔内における咬合力三次元測定装置の設定は、上顎用受圧部クラッチに設定した3個の圧力センサ中心点の平面が、咬合平面と一致するよう行い、下顎用荷重部クラッチからの力が、各圧力センサに対し垂直ベクトルとして入力するよう行った。また、本装置口腔内装着による上下顎第一大臼歯部における開口量は約4 mmであり、前歯部切端間においては平均7~9 mm程度であった。測定された3個の圧力センサからの出力電位は、動歪測定器(DPM-611B、共和電業社)で増幅した後、計算式⁹⁾に代入し換算を行い、咬合力の大きさと方向について分析を行った。なお、咬合力の方向の表示法は、咬合平面に対する垂直展開角(θ)と、正中矢状面に対する水平展開角(ϕ)とにわけ表示を行った。筋放電活動の測定は、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による咬合力の測定と同時記録

した。

被検筋は、右側頭筋前部、右咬筋浅部、右外側翼突筋下頭および右内側翼突筋とし、側頭筋および咬筋筋放電活動の導出は、双極表面電極を用いた。外側および内側翼突筋筋放電活動の導出は、Fine wire 電極を用い双極誘導にて行った。電極の刺入に際して、外側翼突筋には21G 38mm、内側翼突筋には27G 20mmの注射針を誘導針として用いた。刺入方法は口内法とし、刺入部位は外側翼突筋については藍ら¹⁰⁾の報告、内側翼突筋については祇園白ら¹¹⁾の報告を参考とした。目的とした筋への電極の刺入の確認はX線にて、その位置を確認すると同時に、筋放電活動波形の活動電位の様相にて確認した。

測定は、シールド室内にて被検者を治療椅子に楽な姿勢で腰掛けさせ、フランクフルト平面が床と平行になるよう頭部を安頭台に軽く固定した。そして、咬合力発現開始から指示した咬合力の大きさに達するまでの時間を200～220msと規定して1.5秒間の垂直方向クレンチングを行わせた。なお、垂直方向クレンチングとは咬みしめる方向が下顎を垂直的に上方向へ引上げるクレンチングとした。

被検者に対する垂直方向クレンチングによる咬合力の大きさの指定範囲は、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、この時の圧力センサ（#1）の出力ベクトルである最大出力電位を100%とし、咬合力の大きさを75～100%（指定範囲1）、50～75%（指定範囲2）、25～50%（指定範囲3）および0～25%（指定範囲4、以下、100%MC、75%MC、50%MCおよび25%MCとする）の4段階の範囲とした。

被検者はこの指示に従い、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⁹⁾（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6回ずつ十分な間隔を置き、垂直方向クレンチングを行った。

分析は、パーソナルコンピュータの波形解析プログラムを用い、咬合力の大きさは、圧力センサ出力電位曲線上の咬合力発現開始時（ M_1 ）から直線的な上昇傾向を示している200ms後（ M_2 、以下上昇点とする）における

出力電位（ D_J ）および圧力センサ出力電位の大きさが一定に持続されている部分の中央200ms間（ T_1 、以下維持部とする）の出力電位を換算式に代入し行った。

筋活動量の分析は、咬合力発現開始時から上昇点までの間（ T_J 、以下上昇部とする）および維持部（ T_1 ）の筋放電活動（ E_J および E_1 ）を分析時間（200ms）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（図1）。そして、各被検者の4段階における側頭筋、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。

図1 分析方法

これらの結果をもとに、以下の項目にて検討を行った。

1. 咬合力の大きさの変化による顎顔面形態計測11項目と咬合力の方向との相関性。すなわち、セファロ写真を用いた顎顔面形態の計測項目から、Witt¹⁾、Møller²⁾および田部⁴⁾らにより筋放電活動に影響を与えると報告されている4項目（Ar-Go-Me、SN-MP、Ar-Go および AG-KR）と、咬筋浅部の走行方向を示すMM-OP およびMM-SN、咬合平面と各計測平面との関係を示すSN-OP およびMP-OP、さらに下顎頭から咬筋浅部までの垂直的な距離（A）、下顎頭から咬合力ベクトルまでの垂直的な距離（B）および両者の割合（B/A）の7項目の計11項目と、各指定範囲における咬合力ベクトルの平均垂直展開角との相関性について検討を行った（図2）。

2. 咬合力の大きさの変化による顎顔面形態計測項目に咬合力の方向を加えた13項目と咀嚼筋

単位筋活動量との相関性。すなわち、上記の11項目に咬合力ベクトルの垂直展開角 θ および θ' を加えた13項目と、各指定範囲における4咀嚼筋単位筋活動量との相関性の検討を行った。

なお、相関係数に対し危険率5%にて有意性の検定を行い、その結果相関係数0.553以上を有意な相関の認められたものとした。

- 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後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平面に対する咬筋後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 $\perp$ AG-KR: Condylar center からAG-KRにおろした垂線の長さ (A)
 12. CC $\perp$ 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2 顎顔面計測項目と咬合力の方向

Ⅲ. 成績

1. 咬合力の大きさの変化による顎顔面形態計測11項目と咬合力の方向との相関性。

顎顔面形態計測11項目の計測結果を表1に示す。角度計測項目のSN-OPおよびMP-OP以外の項目では、そのCVは10%以内と小であった。上昇点および維持部における θ 、 ϕ および θ' の各指定範囲における計測結果を表2に示す。咬合力の垂直展開角である θ および θ' は、25%MCから100%MCと咬合力の大きさが大となるに従い、大となった。

表1 顎顔面形態計測結果 (N = 11)

	角度計測項目 (°)							距離計測項目 (mm)				長さの割合 B/A
	Ar-Go-Me	SN-MP	MM-OP	MM-SN	SN-OP	MP-OP	Ar-Go	AG-KR	CC $\perp$ AG-KR	CC $\perp$ F		
mean	125.2	37.4	64.6	45.9	18.8	19.0	54.9	66.8	64.4	78.7		1.23
S.D	8.4	2.6	4.6	3.0	4.8	5.5	3.9	6.0	2.2	2.1		0.03
CV (%)	6.7	7.0	7.1	6.5	25.5	29.1	7.1	9.0	3.4	2.7		2.40

表2 各指定範囲における咬合力の方向 (N = 11)

指定範囲 (%MC)	θ		θ'		ϕ	
	上昇点	維持部	上昇点	維持部	上昇点	維持部
25	63.3 (5.1)	64.9 (4.5)	44.5 (7.9)	46.1 (7.5)	-1.5 (10.1)	0.7 (9.5)
50	64.6 (7.2)	65.8 (7.7)	46.6 (9.4)	47.1 (9.5)	-3.6 (9.2)	-1.8 (9.0)
75	67.4 (7.0)	68.2 (7.0)	48.6 (8.8)	49.5 (8.1)	-2.6 (8.5)	-1.5 (6.6)
100	68.4 (6.6)	68.7 (6.2)	49.6 (9.0)	49.9 (8.4)	-3.1 (7.3)	0.3 (6.2)

unit: degree
(): SD

各指定範囲における顎顔面形態計測11項目と咬合力の咬合平面に対する垂直展開角 θ さらにSN平面に対する θ' との相関係数を表3に示す。25%MCにおいては13項目で有意な相関が認められ、特に θ' とに数多く認められた。50%MCにおいては7項目、75%MCでは上昇部における4項目のみであった。また、100%MCでは8項目と、25%MCおよび100%MCにおいて有意な相関が認められた。上昇点および維持部の θ と θ' について、咬合力の大きさによる相関係数の変化を図3に示す。咬合力の垂直展開角(θ および θ')とに有意な相関を認めたのは7項目であったが、7項目中AG-KRを除き、いずれの項目においても θ に比較し θ' とにおいて多く認められた。

2. 咬合力の大きさの変化による顎顔面形態計測項目に咬合力の方向を加えた13項目と咀嚼筋単位筋活動量との相関性。

被検者11人の単位筋活動量の各指定範囲における大きさの変化を図4に示す。咬筋、外側および内側翼突筋に比べ側頭筋では上昇部および維持部ともに、咬合力の大きさが100%MCに近づくにつれ、単位筋活動量の上昇が認められた。また、咬筋および内側翼突筋の一部の被検者において、側頭筋と同様な上昇傾向が認められた。

顎顔面形態計測項目に θ および θ' を加えた13項目と各筋単位筋活動量との相関係数を表4に示す。有意な相関を25%MCおよび50%MCでは、ほとんど認めず、75%MCにおいて10項目に有意な相関を認めた。さらに100%MCにおいても75%MCと同一の被検筋において計11項目に有意な相関を認めた。

4段階の指定範囲のいずれかに有意な相関を認めた項目の相関係数の推移を図5に示す。側頭筋の5項目では25%MCにおいて、0に近かつ

表3 顎顔面形態計測項目と咬合力の方向との相関性 (N = 11)

25 % MC					50 % MC				
	上昇部		維持部			上昇部		維持部	
	θ	θ'	θ	θ'		θ	θ'	θ	θ'
Ar-Go-Me	0.330	0.486	0.582*	0.643*	0.190	0.384	0.433	0.580*	
SN-MP	0.136	-0.057	0.351	0.061	0.196	0.030	0.336	0.153	
MM-OP	-0.431	-0.760*	-0.337	-0.715*	-0.349	-0.688*	-0.125	-0.504	
MM-SN	-0.214	0.091	-0.072	0.196	-0.309	0.046	-0.031	0.164	
SN-OP	-0.280	-0.789*	-0.279	-0.813*	-0.141	-0.633*	-0.101	-0.588*	
MP-OP	0.516	0.673*	0.371	0.755*	0.176	0.568*	0.220	0.596*	
Ar-Go	0.262	0.288	-0.037	0.104	0.213	0.270	-0.065	0.047	
AG-KR	-0.061	-0.018	-0.246	-0.127	-0.283	-0.203	-0.554*	-0.433	
CC⊥AG-KR(A)	0.526	0.620*	0.464	0.580*	0.016	0.255	0.076	0.297	
CC⊥F(B)	-0.574*	0.777*	0.357	0.738*	0.051	0.465	-0.026	0.389	
B/A	-0.388	-0.243	-0.389	-0.231	-0.039	-0.026	-0.223	-0.178	

75 % MC					100 % MC				
	上昇部		維持部			上昇部		維持部	
	θ	θ'	θ	θ'		θ	θ'	θ	θ'
Ar-Go-Me	0.407	0.573*	0.172	0.416	0.447	0.566*	0.524	0.645*	
SN-MP	0.258	0.076	0.227	0.055	0.073	0.073	0.263	0.059	
MM-OP	0.022	-0.418	-0.034	-0.502	-0.141	-0.525	-0.048	-0.491	
MM-SN	0.143	0.319	0.201	0.048	-0.157	0.313	0.163	0.334	
SN-OP	-0.069	-0.604*	0.094	-0.514	-0.235	-0.704*	-0.149	-0.684*	
MP-OP	0.231	0.637*	0.060	0.542	0.269	0.635*	0.311	0.702*	
Ar-Go	-0.114	0.017	0.043	0.154	0.020	-0.175	-0.016		
AG-KR	-0.698*	-0.539	-0.474	-0.388	-0.609*	-0.426	-0.613*	-0.470	
CC⊥AG-KR(A)	0.064	0.306	0.067	0.334	0.377	0.522	0.262	0.459	
CC⊥F(B)	-0.097	0.368	-0.150	0.354	0.156	0.546	-0.035	0.440	
B/A	-0.278	-0.217	-0.234	-0.197	-0.428	-0.308	-0.445	-0.324	

* : 有意な相関あり ($\alpha=0.05$)
 θ : 平均垂直展開角
 θ' : SN平面に対する平均垂直展開角

図3 咬合力の大きさの変化による顎顔面形態計測項目と咬合力の方向との相関性 (N = 11)

図4 咬合力の大きさの変化による咀嚼筋単位筋活動量 (N = 11)

表4 顎顔面形態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 (N = 11)

25 % MC									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	
	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									角度計測項目								
Ar-Go-Me	-0.046	0.055	0.443	0.438	-0.427	-0.387	0.495	0.133	Ar-Go-Me	0.619*	0.583*	0.267	0.034	-0.318	-0.305	-0.023	0.221
SN-MP	0.020	0.427	0.218	0.099	-0.307	-0.265	0.240	0.012	SN-MP	0.501	0.503	0.226	0.085	0.025	-0.101	-0.210	0.123
MM-OP	0.039	0.287	0.186	-0.235	0.034	-0.003	0.139	-0.400	MM-OP	0.236	-0.256	0.474	0.631*	0.463	0.451	-0.225	0.213
θ	0.120	-0.191	-0.346	-0.049	-0.098	-0.232	-0.046	0.312	θ	-0.242	0.200	-0.008	0.106	0.084	0.039	-0.233	-0.115
MM-SN	-0.028	-0.001	0.357	0.127	-0.308	-0.224	0.189	-0.355	MM-SN	0.550	0.108	0.158	-0.158	-0.259	-0.140	-0.239	0.131
θ*	0.052	-0.303	-0.208	0.151	-0.207	-0.248	0.151	0.430	θ*	-0.100	0.332	-0.221	-0.353	-0.309	-0.288	-0.126	-0.156
SN-OP	0.056	0.277	-0.046	0.306	0.227	0.138	-0.304	-0.341	SN-OP	-0.120	-0.315	0.357	0.707*	0.610*	0.522	-0.066	0.122
MP-OP	0.046	-0.029	0.131	-0.133	-0.401	-0.319	0.286	0.242	MP-OP	0.431	0.501	-0.243	-0.434	-0.572*	-0.580*	-0.165	-0.107
距離計測項目									距離計測項目								
Ar-Go	0.070	-0.311	-0.573*	-0.223	0.208	0.206	-0.362	0.343	Ar-Go	-0.666*	-0.342	-0.312	-0.408	-0.110	-0.006	0.226	-0.074
AG-KR	-0.082	-0.073	-0.107	0.059	0.145	0.217	-0.083	0.297	AG-KR	-0.245	-0.157	-0.119	-0.256	-0.206	-0.154	0.545	0.149
CC⊥AG-KR (A)	0.338	0.428	0.327	-0.021	0.061	0.108	0.433	0.484	CC⊥AG-KR (A)	0.351	0.567*	0.289	0.166	-0.003	0.010	0.432	0.187
CC⊥F (B)	-0.014	-0.085	0.213	0.447	-0.283	-0.194	0.362	0.394	CC⊥F (B)	0.042	0.187	0.104	-0.404	-0.553*	-0.457	0.532	0.178
B/A	-0.329	-0.467	-0.207	-0.383	-0.180	-0.183	-0.246	-0.245	B/A	-0.458	-0.532	-0.352	-0.451	-0.326	-0.327	-0.122	-0.224

50 % MC									100 % 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	
	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									角度計測項目								
Ar-Go-Me	0.324	0.204	0.396	0.544	-0.381	-0.327	0.215	0.294	Ar-Go-Me	0.784*	0.395	0.214	-0.047	-0.259	-0.267	-0.082	0.169
SN-MP	0.501	0.359	0.272	0.363	-0.154	-0.247	0.108	0.090	SN-MP	0.351	0.299	0.138	0.405	-0.181	0.008	-0.261	0.121
MM-OP	0.424	0.088	0.395	0.380	0.212	0.086	-0.319	-0.020	MM-OP	-0.019	-0.351	0.370	0.629*	0.399	0.634*	-0.048	0.351
θ	-0.187	-0.152	-0.252	-0.029	0.068	-0.024	-0.243	-0.008	θ	0.087	0.354	0.114	0.248	0.544	0.170	-0.178	-0.201
MM-SN	0.078	-0.169	0.295	0.413	-0.299	-0.186	-0.089	0.148	MM-SN	0.671*	0.256	0.069	-0.217	-0.172	-0.134	-0.191	0.179
θ*	-0.350	-0.224	-0.296	-0.084	-0.203	-0.138	-0.021	0.062	θ*	0.298	0.547	-0.083	-0.243	0.135	-0.273	-0.170	0.277
SN-OP	0.359	0.191	0.194	0.105	0.393	0.200	-0.251	-0.113	SN-OP	-0.442	-0.499	0.312	0.743*	0.494	0.695*	0.075	0.225
MP-OP	-0.101	-0.075	-0.116	0.127	-0.473	-0.372	0.122	0.106	MP-OP	0.806*	0.627*	-0.230	-0.457	-0.576*	-0.670*	-0.286	-0.196
距離計測項目									距離計測項目								
Ar-Go	-0.558*	-0.325	-0.503	-0.600*	0.099	0.197	-0.042	0.046	Ar-Go	-0.589*	-0.085	-0.155	-0.292	0.074	-0.118	0.264	-0.139
AG-KR	-0.092	0.127	-0.074	-0.388	-0.038	0.056	0.366	0.175	AG-KR	-0.460	-0.221	-0.084	-0.244	-0.335	-0.276	0.457	0.113
CC⊥AG-KR (A)	0.376	0.493	0.372	0.682*	0.057	0.130	0.609*	0.308	CC⊥AG-KR (A)	0.493	0.144	0.294	0.069	-0.091	-0.042	0.391	0.091
CC⊥F (B)	-0.143	0.032	0.136	0.174	-0.396	-0.221	0.536	0.309	CC⊥F (B)	0.274	0.019	0.160	-0.506	-0.388	-0.544	0.462	0.079
B/A	-0.515	-0.501	-0.421	-0.716*	-0.271	-0.282	-0.286	-0.274	B/A	-0.455	-0.015	-0.315	-0.417	-0.204	-0.357	-0.169	-0.187

注) *: 有意な相関あり (α = 0.05)

図5 咬合力の大きさの変化による顎顔面形態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 (N = 11)

た相関係数が咬合力の大きさの増加にともない相関性が高くなる傾向であった。Ar-Go-Meは、上昇部および維持部とも75%MC以上において有意な正の相関を認めた。咬筋では、Ar-Goと上昇部および維持部単位筋活動量とに、25%MCおよび50%MCにおいて有意な負の相関を認め、咬合力の増加にともないその相関係数は減少し、正の方向へ変化した。外側翼突筋においては、4項目において75%MC以上の咬合力で有意な相関を認め、一方内側翼突筋では、上昇部CC⊥AG-KRの50%MCにおいて有意な相関を認めたのみであり、75%MC、100%MCと咬合力が大きくなるにつれその相関係数は減少した。

III. 総括および考察

1. 咬合力の大きさの変化による顎顔面形態計測11項目と咬合力の方向との相関性。

θ および θ' が、25%MCから100%MCと咬合力が大きくなるに従い大となったことは、咬合力の大きさの増加に従い、咬合力に占める前方方向へのベクトル成分の割合が減少し、垂直方向への成分の増加による結果と考えられる。Hosmanら¹²⁾は、咬筋の咬合力が最大咬みしめの80%以上において、咬筋筋活動量の急激な上昇傾向を認めたと報告しており、これら咬筋を

はじめとする咀嚼筋の咬合力の変化による筋放電活動様相の変化が、咬合力の方向の変化をもたらしたものと推察される。すなわち、咬合力の増加にともない活動する筋線維束の数的な変化、筋線維束の力の方向に対するあるいは力の発現に対する役割の変化によるものと考えられる。咬合力の水平成分 ϕ の結果については今回詳細な検討は加えていないが、正中($\phi = 0^\circ$)に一致しなかったことは、習慣性咀嚼側の存在、あるいは顎口腔機能の左右不均衡¹³⁾などの存在を示唆する結果であった。

顎顔面形態の各計測値と咬合力の方向との相関性を検討した結果、垂直方向クレンチングにおける咬合平面に対する咬合力の垂直展開角である θ に比べ、SN平面に対する垂直展開角である θ' とに多くの有意な相関を認めた。このことは、SN平面が、咬合平面に比べ顎機能活動において重要な意味を持っていることを意味し、顎顔面形態と咬合力の方向が深く関りあっていることの証であると考えられる。なぜなら、顎機能発現の場である顔面頭蓋は、脳-頭蓋底-顔面の相互関係に基づいて構造上の特徴や大きさが決定されており、SN平面は頭蓋底を表現しているからである。そのため、遺伝的あるいは系統発生および形態学的、すなわち先天的な影響を反映しやすいものと推察される。一方、咬

合平面は、成長発育にともなう形成過程において、歯の萌出あるいは生理機能遂行にともなう筋緊張の骨改造反応への伝達などの後天的な影響を受ける。そのため、咬合平面に対する垂直展開角 θ は顎顔面形態よりもむしろ、顎顔面部の筋、すなわち顎顔面部における筋機能活動により影響を受けているものと考えられる。従って、歯科診療においては、補綴治療あるいは矯正治療に際し、歯科医師が咬合平面を決定する場合もあり、その際には、顎顔面形態、咬合力ベクトルおよび筋放電活動とを同時にとらえ、三次元的に分析を行った上で設定する必要がある。

また、咬合力の大きさによる相関性の変化については、25%MCと100%MCにおいて相関係数が高い傾向であった。これより、咬合力の方向は、咬む力が最大咬合力あるいはその4分の1以下と小さいときに顎顔面形態による影響を受け、それ以外では、顎顔面形態よりも筋などの顎口腔領域における機能的な影響を受けていることが推察される。

2. 咬合力の大きさの変化による顎顔面形態計測項目に咬合力の方向を加えた13項目と咀嚼筋単位筋活動量との相関性。

側頭筋の単位筋活動量は他の3筋に比べ、上昇部、維持部ともに、咬合力の大きさが100%MCに近づくにつれ上昇した。この傾向は、咬筋および内側翼突筋においても一部の被検者で認められた。Hosmanら¹²⁾は、最大咬合力とその80%、50%および20%の咬合力を発揮させ、咬合力と咬筋筋活動量との関係を検討した結果、80%までは直線関係であったが、それ以上では二次曲線となり、しかも咬合力の増加に比べ筋活動量の増加量は大きかったと述べている。Pruimら¹⁴⁾も、側頭筋および咬筋について同様の様相を報告している。本研究における結果は、これらの報告とも一致するものであり、咬合力の大きさの変化にともない稼動する筋線維束の違い、発火時期の違いなどによる筋放電活動様相の変化が推察される。

顎顔面形態計測値および咬合力の方向と各筋単位筋活動量との相関性は、75%MCで10項目、100%MCで11項目に有意な相関を認め、咬合力の大きさが大となるに従い、有意な相関を認める項目は増加した。そこで、これらの項目の各

指定範囲における単位筋活動量との相関性の変化様相を検討した。その結果、側頭筋、咬筋および外側翼突筋では、25%MCから咬合力の増加にともない相関性が高くなるのが認められた。著者の知るかぎりでは、顎顔面形態と筋放電活動との相関性についての検討は、最大放電積分量を用いたもの^{2, 4)}、側頭筋と咬筋の筋活動量の合計である総活動量⁵⁾を用いたものが報告されている。しかし、咬合力の大きさの変化が相関係数に与える影響を報告したものは認められない。上記の報告において、なぜ最大放電積分量を用いたかの記述は認められないが、本研究の結果より、75%MCおよび100%MCにおいて高い相関性が認められたことは、これらの報告の正当性を証明していると考えられる。

側頭筋単位筋活動量とに有意な相関の認められた5項目のうち、Ar-Go-Meは75%MC以上において有意な正の相関を認めた。Møller²⁾は、最大咬みしめにおける側頭筋前部筋放電とGonial Angleとに有意な負の相関があると報告しており、有意な相関を認めた点においては一致しているが、相関は正と負で逆であった。

咬筋単位筋活動量とに認めた3項目のうち、下顎枝高径に相当するAr-Goは25%MC、50%MCとに有意な負の相関を認めた。この結果は、咬筋の最大放電積分量と下顎枝高径とに有意な相関を認めた田部⁴⁾の報告と異なる。

このように側頭筋あるいは咬筋において、Ahlgren³⁾、田部⁴⁾の結果に比較し、異なる傾向が認められた原因としては、本研究では顎顔面を形態的特徴より分類を行ない、その結果Normal face群に属する被検者を対象としているためとも考えられ、顎口腔領域の機能分析において顎顔面の形態分類の必要性を示唆するものである。とくに、本被検者は顎運動を3級のテコと考えた場合の、下顎頭から咬筋および第一大臼歯までの長さの比であるB/Aの値が近似していたこともこれを裏付けている。また、本研究においては被検者間の最大咬合力の相違を補正するため、単位筋活動量を用いていることも原因の一つと考えられる。

外側翼突筋では、4項目において75%MC、100%MCで高い相関を認めた。垂直方向クレンジングであるにもかかわらず、高い相関を認めた原因としては、 $\theta < 90^\circ$ であり、咬合力ベク

トルに前方成分が存在し筋放電活動が認められ、しかも顎顔面形態から多大な影響を受けているためと推察される。足立¹⁵⁾は、下顎安静位およびその付近における外側翼突筋下頭の活動は、顔面頭蓋の形態とに強く関連していると報告しており、本研究の結果からもこれが明らかとなった。

一方、内側翼突筋の働きについては、その解剖学的所見より、咬筋に近似したものであると考えられるが、Normal face 群においては、咬筋と異なり顎顔面形態とに有意な相関性を見出しにくかった。

IV. 結論

顎顔面形態を形態の特徴より分類し、Normal face群に属する被検者に大きさの異なる垂直方向クレンチングを行わせ、咬合力の大きさの変化による顎顔面形態と咬合力の方向、顎顔面形態と咀嚼筋筋放電活動との相関性の検討を行い以下の所見を得た。

1. 顎顔面形態と咬合力の方向との相関性は、25% MCあるいは100 % MCにおいて有意な相関を認めるものが多く50% MCあるいは75% MCでは相関係数は減少傾向を示した。
2. 顎顔面形態と単位筋活動量の相関性については、側頭筋、咬筋および外側翼突筋とも、いくつかの項目において有意な正あるいは負の相関を認め、75% MCおよび100 % MCと比較的大きな咬合力発現時に高い相関係数を認めた。内側翼突筋においては有意な相関は認めにくかった。

以上のように、Normal face 群において顎顔面形態と咬合力の方向あるいは咀嚼筋放電活動とは有意な相関性があり、機能と形態とに密接な関係があり、しかもそれらの相関性は咬合力の大きさにより変化を生じることが明らかになった。

V. 文献

- 1) Witt, E.: Kieferwinkel und kaumuskular Fotschr, Kieferorthop, 24: 295 ~ 300, 1963.
- 2) Møller, E.: The chewing apparatus, 151 ~ 189, agustus stiftsbagtrykkfrie, Copenhagen, 1966.
- 3) Ahlgren, J.: Mechanism of mastication, A quantitative cinematographic and electromyographic study of masticatory movements in children, with special reference to occlusion of the teeth, Acta Odont Scand, 24: Suppl 44, 1966.
- 4) 田部孝治: 咀嚼筋活動と顎・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.
- 5) 守光 隆, 野首孝祠, 長島 正ほか: 顎顔面頭蓋の形態的要素と開口筋活動との関係, 日顎誌, 1: 162 ~ 171, 1989.
- 6) 菊地雅彦, 服部佳功, 渡辺 誠: 三次元咬合力と咀嚼筋 EMG の動態, 顎機能, 8: 111 ~ 118, 1990.
- 7) 飯沼利光: 顎顔面形態と咬合力と咀嚼筋筋放電活動におよぼす影響について, III - 1. Normal face 群の垂直方向クレンチング, 補綴誌, 35: 掲載予定.
- 8) 竹内康司, 飯沼利光, 森谷良彦ほか: 顎顔面形態の相違が咬合力と咀嚼筋筋放電活動におよぼす影響について, I. 顎顔面形態の分析, 補綴誌, 35: 281 ~ 289, 1991.
- 9) 飯沼利光, 祇園白信仁, 森谷良彦ほか: 顎顔面形態の相違が咬合力と咀嚼筋筋放電活動におよぼす影響について, II. 咬合力三次元測定装置, 補綴誌, 35: 366 ~ 380, 1991.
- 10) 藍 稔, 中村和夫, 松浦基一ほか: 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.
- 11) 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活動と咬合力発現様式の相関性について, 第1報 顎顔面形態の相違とその影響について, 補綴誌, 32: 1378 ~ 1385, 1988.
- 12) Hosman, H. & Naeiji, M.: Reproducibility of the normalized electromyographic recordings of the masseter muscle by using the EMG recording during maximal clenching as a standard, J Oral Rehabi, 6: 49 ~ 54, 1979.
- 13) 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, 阪大歯誌, 35: 517 ~ 556, 1990.
- 14) Pruim, G. J., Ten Bosch, J. J. & De Jongh, H. J.: Jaw muscle EMG-activity and static loading of the mandible, J Biomechanics, 11: 389 ~ 395, 1978.
- 15) 足立 敏: 開口筋の機能と顔面頭蓋の形態との相互関係, 阪大歯誌, 29: 101 ~ 128, 1984.