

顎関節症を伴う不正咬合患者の側面顎顔面形態と咬合力の関連に関する研究

山田一尋, 福井忠雄, 森田修一, 花田晃治, 河野正司*, 山田好秋**

新潟大学歯学部歯科矯正学講座 (主任: 花田 晃治教授)

*新潟大学歯学部歯科補綴学第一講座

**新潟大学歯学部口腔生理学講座

[受付: 平成9年5月15日]

Study on the relationship between lateral facial morphology and bite force in orthodontic patients with temporomandibular disorder

Kazuhiro Yamada, Tadao Fukui, Shuichi Morita, Kooji Hanada,
Shoji Kohno*, Yoshiaki Yamada**

*Department of Orthodontics, Department of Removable Prosthodontics**

*Department of Oral Physiology**, School of Dentistry, Niigata University*

(Director: Prof. Kooji Hanada)

[Received: May 15, 1997.]

Key words: Dental Prescale, bite force, orthodontic patients, craniofacial morphology, temporomandibular disorders

Abstract: The relationship between bite force and craniofacial morphology has been studied with various methods in subjects free of temporomandibular disorder (TMD) signs and symptoms; however, whether these variables have any relation in TMD patients remains unclear. The aim of this study was to determine the relation between lateral facial morphology and bite force in TMD symptomatic and asymptomatic orthodontic patients. Experimental data were obtained from 42 orthodontic female patients (TMD free group: 23 patients; TMD group: 19 patients) using the Occlusal Prescale system. The following results were obtained:

The mean total bite force was 768.8 ± 525.8 N in the TMD free group and 438.1 ± 380.1 N in the TMD group. The mean occlusal contact area was 12.9 ± 11.9 mm² in the TMD free group and 6.4 ± 2.8 mm² in the TMD group. The mean average occlusal pressure was 59.8 ± 13.4 kg/mm² in the TMD free group, and 69.9 ± 9.0 kg/mm² in the TMD group. The distribution of bite force, occlusal contact area and average occlusal pressure increased anteroposteriorly. Bite force, occlusal contact area and average occlusal pressure in the molar area of the TMD group were significantly lower than that of the TMD free group. Bite force, occlusal contact area and average occlusal pressure were significantly different between the TMD free and the TMD groups.

Total bite force and contact area of the TMD free group showed a negative correlation to mandibular plane angle, gonial angle and a positive correlation to LI to mandibular plane angle. Molar bite force and contact area in the TMD

free group showed a negative correlation to mandibular plane angle, gonial angle, occlusal plane to FH and positive correlation to L1 to mandibular plane angle and UL-SN. Premolar bite force and contact area in the TMD free group also correlated negatively to mandibular plane angle and gonial angle. However, there was no correlation between lateral cephalometric and occlusal parameters and in TMD group. These results suggest that bite force relates to lateral craniofacial morphology in orthodontic patients with TMD free patient but not with TMD populations.

抄録 顎関節症患者の側面顎顔面形態と咬合力の相関関係を調べるために咬合力感圧シート (Dental Prescale 50H R type) を用いて, 矯正女性患者42名 (顎機能正常者23名, 顎関節症患者19名) の咬合力, 側面顎顔面形態を調べ, 以下の結論を得た.

1. 側面頭部X線規格写真の計測では, 側面顎顔面形態は顎機能正常者と顎関節症患者の間に有意差は見られなかった.
2. 歯列全体の咬合力は顎機能正常者では 768.8 ± 525.8 N, 顎関節症患者では 438.1 ± 380.1 N, 咬合接触面積は顎機能正常者では 12.9 ± 11.9 mm², 顎関節症患者では 6.4 ± 2.8 mm², 平均咬合圧は顎機能正常者 59.8 ± 13.4 kg/mm², 顎関節症患者 68.9 ± 9.0 kg/mm²で両群間に有意差を示した.
3. 各歯の咬合力, 咬合接触面積, 平均咬合圧は後方歯にいくにしたがい増加した. 臼歯部では咬合力, 咬合接触面積, 平均咬合圧に顎機能正常者と顎関節症患者で有意差を示した.
4. 側面顎顔面形態と咬合力は歯列全体では Mandibular plane angle, Gonial angle と負の相関, L1 to mandibular plane angleと正の相関を示し, 臼歯部では Mandibular plane angle, Gonial angle, Occlusal plane to FHと負の相関, L1 to mandibular plane angle, U1-SN と正の相関を示し, 小臼歯部では Mandibular plane angle, Gonial angle と負の相関を示した.
5. 顎関節症患者では咬合力と側面顎顔面形態は相関を示さなかった.

以上から, 顎機能正常者では咬合力と側面顎顔面形態が関連し, 顎機能異常者では咬合力と側面顎顔面形態が関連しないことが示された.

I. 緒 言

顎機能正常者では咬合力と顎顔面形態の関連がさまざまな方法で報告されている^{1, 2)}. 一方顎関節症患者では, 交叉咬合, 偏位などが多いことが報告されている^{3, 4)}が, 顎顔面形態と咬合力の関連については不明な点が多い. 本研究は咬合力測定用に開発された感圧フィルムを用い, 顎機能正常者と顎関節症患者の咬合力, 咬合接触面積, 平均咬合圧と顎顔面形態の関連について比較検討した.

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は新潟大学歯学部附属病院矯正科を受診した42名の女性患者で, 上下顎とも第二大臼歯まで歯に欠損がなく, 萌出した第三大臼歯ももたず, 再調整を必要とするような歯冠補綴物, 修復物を持たないものとした. これらの患者を顎関節症状を伴う TMD group 23名 (平均年齢 18.8 ± 5.8 歳, 関節雑音19名, 顎関節部の痛み8名,

開口障害5名) と顎関節症状を伴わない TMD free group 19名 (平均年齢 18.3 ± 5.2 歳) に分けた. 顎関節症状は触診による関節雑音, 圧痛の診査および上下顎前歯部で35mm以下を開口障害ありとし, これらの症状を一つ以上を含む患者を TMD group とし, これらの症状を全く認めない者を TMD free group とした.

2. 咬合力測定方法

咬合力測定方法のために用いた感圧フィルムは富士フィルム社製, Dental Prescale 50H R type (厚さ 97μ , 圧力測定範囲 $30-130$ kgf/cm²)を用いた. 測定は咬頭嵌合位でデンタルプレスケールを2秒間最大咬合力で噛みしめさせ, さらに歯牙接触部位の確認のため咬頭嵌合位でブラックシリコンを用いて印記した. 測定2日後にOccluzer FPD 703で取り込み, 下顎歯列全体および各歯の咬合力, 咬合接触面積, 平均咬合圧を解析した.

3. 顎顔面形態の解析

顎顔面形態の解析には側面頭部X線規格写真を用いて検討した. 咬合力および顎顔面形態についてそれぞれ TMD group と TMD free group の比較を行い, さらに TMD group と TMD free group の咬合力と顎顔面形態の

表1 TMD group と TMD free group の不正咬合の分布

Table 1 Distribution of malocclusion in the TMD free and the TMD groups

	TMD free (n=19)		TMD (n=23)		TMD free vs TMD Mann-Whitney test
	number	ratio(%)	number	ratio(%)	
叢生	10	52.6	15	57.8	NS
上顎前突	3	15.8	3	11.5	NS
下顎前突	8	42.1	12	46.1	NS
過蓋咬合	1	5.0	1	3.8	NS
開咬	3	15.8	3	11.5	NS
臼歯部交叉咬合	3	15.8	4	15.3	NS

表2 側面頭部X線規格写真の計測値における TMD free group と TMD group の比較

Table 2 Comparison of cephalometric characteristics in TMD free and the TMD groups

	TMD free(n=19)		TMD (n=23)		TMD free vs TMD Mann-Whitney test
	Average	SD	Average	SD	
SNA	81.7	2.4	81.3	2.9	NS
SNB	79.6	4.5	80.4	4.0	NS
ANB	2.3	3.1	1.2	3.6	NS
Mp	29.4	5.4	30.4	5.3	NS
Go	127.0	9.1	127.3	7.7	NS
L1-Mp	90.3	13.2	86.3	8.5	NS
FMIA	59.8	10.8	63.0	9.6	NS
OpFH	11.3	3.2	11.7	4.3	NS
U1-SN	108.4	7.2	110.2	8.0	NS
I-I	126.5	11.9	125.6	9.7	NS

相関についても検討した。統計処理は差の検定に Nonparametric test (Mann-Whitney test), 相関関係は Pearson correlation coefficient を用いて検討した。

Ⅲ. 結 果

1. 被験者の咬合

TMD free group, TMD group とともに叢生, 下顎前突が多く, 両群間で有意差はみられなかった(表1)。

2. 顎顔面形態

TMD free group と TMD group の側面頭部X線規格写真の測定結果を表2に示した。側面顎顔面形態には TMD group と TMD free group の間に有意差は見られなかった。

3. 咬合力データ解析

歯列全体の歯列全体の咬合力は TMD free group で $768.8 \pm 525.8N$, TMD group で $438.1 \pm 380.1N$ で, TMD group は TMD free group に比べ5%以下の危険率で有意に小さい値を示した。咬合接触面積は TMD free group で $12.9 \pm 11.9 \text{ mm}^2$, TMD group で $6.4 \pm 2.8 \text{ mm}^2$ で,

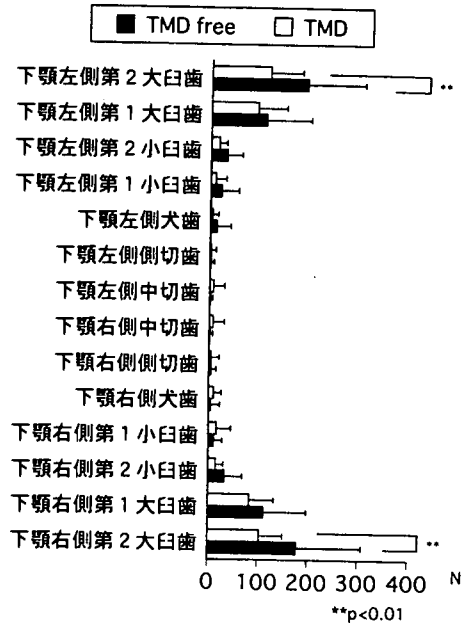


図1 咬合力の分布

Fig. 1 Distribution of bite force

TMD group は TMD free group に比べ5%以下の危険率で有意に小さい値を示した。平均咬合圧は TMD free group で $59.8 \pm 13.4 \text{ kg/mm}^2$, TMD group で $68.9 \pm 9.0 \text{ kg/mm}^2$ で, TMD group は TMD free group に比べ5%以下の危険率で有意に大きい値を示した。また, 咬合接触面積と咬合力は TMD free ($r=0.96$), TMD group ($r=0.94$) とともに正の相関を示した。

各歯別の咬合力, 咬合接触面積, 平均咬合圧の分布を図1-3に示す。各歯の咬合力, 咬合接触面積, 平均咬合圧分布は後方歯にいくにしたがい増加する傾向を示した。各歯の TMD free group と TMD group の比較では, 咬合力は第二大臼歯で, 咬合接触面積は第一, 第二大臼歯, 第二小臼歯で TMD group で有意に小さい値を示し, 平均咬合圧は第一, 第二大臼歯で TMD group が有意に大きい値を示した。

大臼歯部と小臼歯部の咬合力の占める割合と全体の咬合力の相関は, TMD free group では大臼歯部の咬合力と全体の咬合力が負の相関を示し, 小臼歯部の咬合力と全体の咬合力が正の相関を示したが, TMD group では相関を示さなかった(表3)。

表4に顎関節症状による TMD group における咬合力の比較を示した。顎関節部の痛み, 関節雑音, 開口障害ともに TMD group では咬合力の有意差を示さなかった。

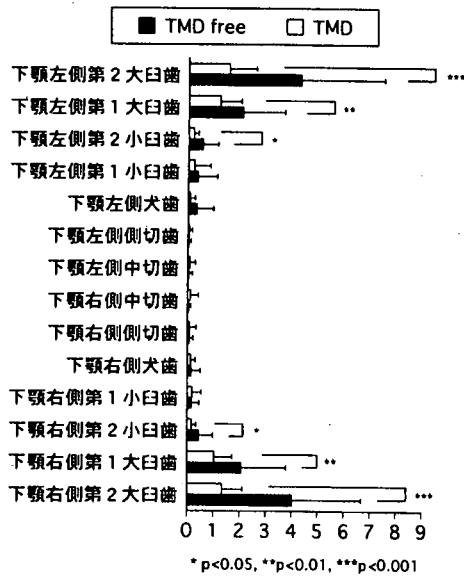


図2 咬合接触面積の分布
Fig. 2 Distribution of occlusal contact area

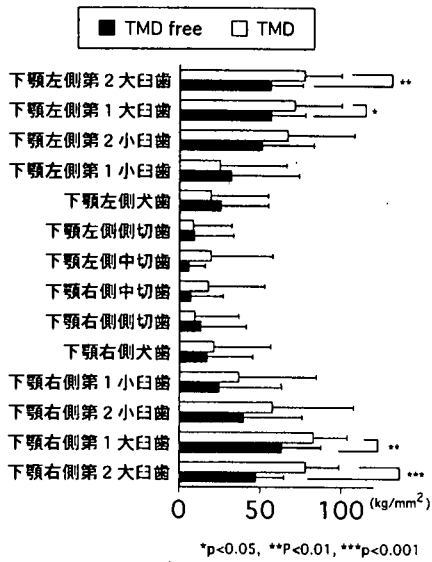


図3 平均咬合圧の分布
Fig. 3 Distribution of average occlusal pressure

4. 側面顎顔面形態と咬合力の相関

側面顎顔面形態と歯列全体の咬合力の相関を表5に示す。歯列全体の咬合力解析データでは、TMD free groupでは咬合力と咬合接触面積が mandibular plane angle (図4), gonial angle と負の相関, L1-mandibular plane と正

表3 歯列全体と大臼歯小臼歯部の咬合力分布の相関

Table 3 Relation of bite force in the molar and premolar regions to the total arch bite force in both groups

	歯列全体の咬合力			
	TMD free (n=19)		TMD (n=23)	
	r	p	r	p
大臼歯部の咬合力の割合	-0.71	***	-0.23	NS
小臼歯部の咬合力の割合	0.59	*	0.31	NS

p<0.05, *p<0.001
大臼歯部の咬合力の割合=大臼歯部の咬合力 / 歯列全体の咬合力
小臼歯部の咬合力の割合=小臼歯部の咬合力 / 歯列全体の咬合力

表4 TMD group における症状別の咬合力の比較

Table 4 Occlusal force exerted by each subgroup in the TMD group

	TMD with pain (n=8)	TMD without pain (n=15)	Mann-Whitney test
平均咬合力 (N)	446.63 ± 132.47	480.0 ± 192.27	NS
	TMD with clicking (n=19)	TMD without pain (n=4)	
平均咬合力 (N)	486.393 ± 174.052	425.833 ± 190.966	NS
	TMD with difficulty opening (n=8)	TMD without difficulty opening (n=15)	
平均咬合力 (N)	460.8 ± 132.47	446.05 ± 184.8	NS

表5 側面頭部X線規格写真と歯列全体の咬合力の相関

Table 5 Relation between occlusal data in total arch and lateral cephalometric measurements

	咬合力		咬合接触面積		平均咬合圧							
	TMD free		TMD		TMD free				TMD			
	r	p	r	p	r	p			r	p		
SNA	0.07	NS	0.11	NS	0.12	NS	0.10	NS	-0.27	NS	-0.23	NS
SNB	0.15	NS	0.05	NS	0.18	NS	0.06	NS	-0.15	NS	0.04	NS
ANB	-0.13	NS	0.01	NS	-0.11	NS	0.01	NS	-0.09	NS	-0.20	NS
Mp	-0.64	**	-0.32	NS	-0.71	***	-0.30	NS	0.36	NS	-0.34	NS
Go	-0.62	**	-0.21	NS	-0.71	***	-0.22	NS	0.36	NS	-0.06	NS
L1-Mp	0.52	*	0.21	NS	0.56	*	0.19	NS	-0.31	NS	0.21	NS
FMIA	-0.12	NS	-0.06	NS	-0.11	NS	-0.06	NS	0.06	NS	-0.14	NS
OpFH	-0.30	NS	-0.16	NS	-0.38	NS	-0.14	NS	0.08	NS	0.28	NS
U1-SN	0.39	NS	-0.15	NS	-0.38	NS	-0.17	NS	-0.30	NS	-0.21	NS
FI	-0.05	NS	-0.03	NS	-0.08	NS	-0.04	NS	0.21	NS	0.15	NS

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

の相関を示し、TMD group ではいずれの測定値も相関を示さなかった (図5)。また、平均咬合圧は TMD free group, TMD group とともに側面顎顔面形態と相関を示さなかった。大臼歯では TMD free group の咬合力、咬合接触面積が mandibular plane angle, gonial angle, Occlusal plane-FH と負の相関, L1-mandibular plane angle, U1-SN と正の相関を示し、小臼歯部では咬合力、咬合接触面積が mandibular plane angle, gonial angle と負の相関を示し

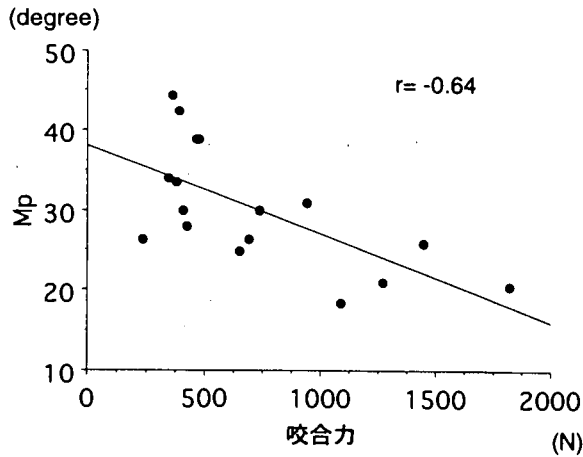


図4 TMD free group の咬合力と Mandibular plane angle の散布図

Fig. 4 Scattergram for Occlusal force and Mandibular plane angle in TMD free group

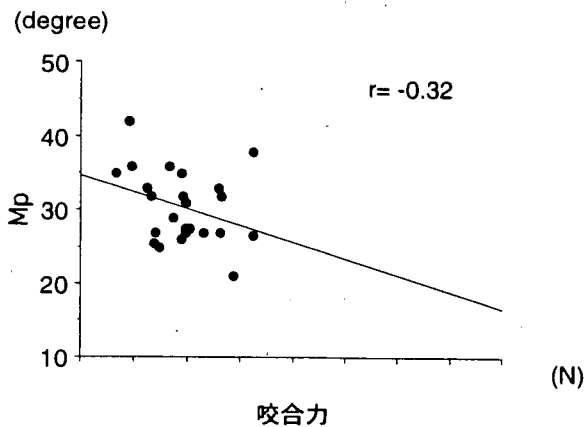


図5 TMD group の咬合力と Mandibular plane angle の散布図

Fig. 5 Scattergram for Occlusal force and Mandibular plane angle in TMD group

た(表6, 7). TMD group ではいずれの部位も相関を示さなかった(表5-7, 図5).

IV. 考 察

1. 被験者の基準

本研究では触診による関節雑音, 関節部の痛み, 開口量の測定から顎関節症状を判定し, 関節円板の確定診断

表6 側面頭部X線規格写真と大臼歯部咬合力データの相関

Table 6 Relation between occlusal data in molar region and lateral cephalometric measurements

	咬合力		咬合接触面積				平均咬合圧			
	TMD free	TMD	TMD free	TMD	TMD free	TMD	TMD free	TMD		
SNA	0.06 NS	0.02 NS	0.18 NS	0.01 NS	-0.11 NS	0.11 NS	0.06 NS	0.09 NS		
SNB	0.22 NS	0.00 NS	0.33 NS	-0.05 NS	0.00 NS	0.09 NS	-0.02 NS	-0.02 NS		
ANB	-0.21 NS	0.02 NS	-0.17 NS	0.07 NS	-0.09 NS	-0.09 NS	-0.02 NS	-0.02 NS		
Mp	-0.61 **	-0.40 NS	-0.69 **	-0.40 NS	-0.04 NS	-0.29 NS	-0.04 NS	-0.29 NS		
Go	-0.60 **	-0.30 NS	-0.69 **	-0.23 NS	-0.14 NS	-0.31 NS	-0.14 NS	-0.31 NS		
L1-Mp	0.51 *	0.19 NS	0.56 *	0.19 NS	-0.36 NS	0.34 NS	-0.36 NS	0.34 NS		
FMIA	-0.07 NS	0.00 NS	-0.04 NS	-0.05 NS	0.40 NS	-0.17 NS	0.40 NS	-0.17 NS		
OpFH	-0.47 *	-0.22 NS	-0.60 *	-0.18 NS	-0.02 NS	-0.09 NS	-0.02 NS	-0.09 NS		
U1-SN	0.47 *	-0.25 NS	0.50 *	-0.28 NS	-0.39 NS	-0.06 NS	-0.39 NS	-0.06 NS		
HI	-0.03 NS	0.02 NS	-0.02 NS	-0.02 NS	0.41 NS	-0.08 NS	0.41 NS	-0.08 NS		

*p<0.05, **p<0.01

表7 側面頭部X線規格写真と小臼歯部の咬合力データの相関

Table 6 Relation between occlusal data in premolar region and lateral cephalometric measurements

	咬合力		咬合接触面積				平均咬合圧			
	TMD free	TMD	TMD free	TMD	TMD free	TMD	TMD free	TMD		
SNA	0.16 NS	-0.02 NS	0.27 NS	-0.15 NS	0.04 NS	-0.12 NS	0.04 NS	-0.12 NS		
SNB	0.39 NS	-0.08 NS	0.44 NS	-0.07 NS	0.32 NS	-0.29 NS	0.32 NS	-0.29 NS		
ANB	-0.23 NS	0.09 NS	-0.15 NS	-0.05 NS	-0.17 NS	0.26 NS	-0.17 NS	0.26 NS		
Mp	-0.71 ***	-0.35 NS	-0.73 ***	-0.34 NS	-0.41 NS	-0.31 NS	-0.41 NS	-0.31 NS		
Go	-0.70 ***	-0.08 NS	-0.75 ***	-0.18 NS	-0.23 NS	-0.24 NS	-0.23 NS	-0.24 NS		
L1-Mp	0.34 NS	0.19 NS	0.36 NS	0.06 NS	0.09 NS	0.29 NS	0.09 NS	0.29 NS		
FMIA	0.12 NS	-0.08 NS	0.12 NS	0.07 NS	0.17 NS	-0.40 NS	0.17 NS	-0.40 NS		
OpFH	-0.35 NS	-0.14 NS	-0.35 NS	0.01 NS	-0.38 NS	0.18 NS	-0.38 NS	0.18 NS		
U1-SN	0.36 NS	0.10 NS	0.27 NS	-0.05 NS	0.39 NS	-0.14 NS	0.39 NS	-0.14 NS		
HI	-0.11 NS	-0.11 NS	-0.09 NS	-0.21 NS	-0.24 NS	-0.11 NS	-0.24 NS	-0.11 NS		

***p <0.001

に用いられているMRIを使用しなかった。顎関節症は関節に起因する顎関節内障と筋肉に起因するものに分けられ、顎関節内障は復位性関節円板前方転位, 非復位性関節円板前方転位, さらに病態の進行した変形性関節症とさまざまな病態を呈する疾患で, 変形性関節症では偏位症例や下顎骨後退が多いことが報告されている^{5, 6)}。本研究ではTMD group と TMD free group の比較で咬合力に有意差が見られたが不正咬合の分布に差はなく, 顎関節の雑音, 痛み, 開口障害の症状別では咬合力に差を示さなかった。これは本研究では顎関節症を病態による分類ではなく, 顎関節の関節雑音, 痛み, 開口障害による分類を用いたために, さまざまな病態の顎関節症がTMD group の1つのグループとして含まれ, 不正咬合の分布や顎関節症状別で咬合力の差が認められなかった可能性が考えられる。今後画像診断による顎関節症の病態に基づいた顎関節症患者と正常者の顎顔面形態と咬合

力および不正咬合の比較による詳細な検討が必要と思われる。

2. 側面顎顔面形態と咬合力の関係

今回の研究結果から、TMD free group は咬合力が側面顎顔面形態と相関を示し、TMD group は相関を示さなかった。すなわち TMD free group では咬合力が大きいものは下顎角が発達し、下顎骨が閉口方向に回転し、下顎前歯の歯軸が下顎下縁に対して唇側傾斜を示し、これは従来の報告^{1, 2, 7)}と一致した。特に臼歯部での咬合力、咬合接触面積が歯列全体の咬合力と咬合接触面積に関連していることが明らかになった。

また、TMD free group では大白歯部の咬合力と歯列全体の咬合力が負の相関、小白歯部の咬合力と全体の咬合力が正の相関を示し、全体の咬合力が増加するにしたがい大白歯部の割合が減少し、小白歯部での咬合力負担が増加していた。これは咬合力が増加するにしたがい咀嚼筋から骨に加わる力を大白歯部と小白歯部の両者でサポートするように変化を示しており、全体の咬合力と Mandibular plane angle が負の相関を示すことを考え合わせると、咀嚼筋の走行、付着に対応した咬合力の分布状況を反映しているものと考えられた。

一方、顎関節症患者は咬合力が小さいことが報告されている⁸⁻¹⁰⁾。今回の研究結果でも咬合力、咬合接触面積は TMD group で小さく、平均咬合圧は TMD group で大きく、特に臼歯部の咬合力、咬合接触面積、平均咬合圧の差が影響していることが示された。

また、TMD group では咬合力と側面顎顔面形態と相関を示さなかった。咬合力は筋によって生じ、それが骨格を通じて顎関節と歯根膜の受容器に伝達され、この情報がフィードバックされることにより咬合力が調整されていると考えられる。側面顎顔面形態の骨格は今回の研究では TMD group と TMD free group の間に有意差は見られなかった。筋力については顎関節症患者の咬合力は治療前顎機能正常者に比べ小さく、治療後増加すること⁸⁾、関節原性の顎関節症患者では筋活動量が小さいこと¹¹⁾が報告されている。また、歯根膜からのフィードバック機構については、今回の研究では TMD group で咬合接触面積が少なかったことから歯根膜からの情報が咬合力の大きさに関連している可能性が考えられるが、歯根膜から筋へのフィードバック機構については促進¹²⁻¹⁴⁾、抑制性¹⁴⁾の反射効果が報告され、歯根膜からの反射と咬合力の調整機構の関連については今後さらに検討が必要と思われる。一方、顎関節からのフィードバック機構については関節支配神経の場合、その刺激により閉口筋に主として抑制効果が生じることが報告されている¹⁵⁻¹⁷⁾。本

研究の TMD group はクリッキング症例が19名 (82.6%) と関節原性の顎関節症患者の割合が高いことから、顎関節内障に起因して咀嚼筋活動が抑制されて咬合力が減少し、その結果本来 TMD free group に認められたような咬合力と側面顎顔面形態の相関を示さなかったのではないかと推察された。

V. 結 論

1. 側面顎顔面形態は TMD free group と TMD group の間に有意差は認めなかった。
2. TMD group は TMD free group に比べ、歯列全体の咬合力、咬合接触面積が有意に小さく、平均咬合圧が大きい値を示し、各歯別では大白歯部で有意差を示した。
3. TMD free group では側面顎顔面形態と咬合力が相関を示し、咬合力、咬合接触面積が大きいものは下顎角が発達し、上下顎前歯の歯軸が唇側傾斜を示し、いわゆる Short face の顔貌を示したが、TMD group では相関を示さなかった。

本研究の一部は第12回日本顎口腔機能学会学術大会(新潟, 平成9年3月29日)において発表した。また、本研究の一部は平成6年度文部省科学研究費補助金基礎研究(C)(課題番号:06672044)によって行われた。

文 献

- 1) Proffit, W.R., Fields, H.W., Nixon, W.L.: Occlusal forces in normal and long face adults, J Dent Res, 62: 566-571, 1983.
- 2) Ringqvist, M.: Isometric bite force and its relation to dimensions of the facial skeleton, Acta Odont. Scand, 31: 35-42, 1973.
- 3) 川端真一, 山田一尋, 町田直樹ほか: 矯正患者における顎関節症(顎機能異常)に関するアンケート調査, 日顎誌, 8: 56-68, 1996.
- 4) 不島健持, 秋元 進, 高木建雄ほか: 不正咬合者における顎関節症状の発現, 日顎誌, 1: 40-50, 1989.
- 5) Schellhas K.P., Pollei, S.R., Wilkes, C.H. et al.: Pediatric internal derangements of the temporomandibular joint: Effect on facial development, Am J Orthod Dnetfac Orthop, 104: 51-59, 1993.
- 6) 小澤 奏, 京面何吾, 小田義仁ほか: 顎関節円板の非復位性前方転位を有する患者の顎顔面形態, 日顎

- 誌, 6: 300-314, 1994.
- 7) 久保寺篤: 咬合力および咬合接触面積と顎顔面形態との関係について, 日大歯学, 69: 98-103, 1995.
 - 8) Helkimo, E., Carlsson, G.E. and Carmeli, Y.: Bite force in patients with functional disturbances of the masticatory system, J Oral Rehabil, 2: 397-406, 1975.
 - 9) Molin, C.: Vertical isometric muscle forces of the mandible. A comparative study of subjects with and without manifest mandibular pain dysfunction syndrome, Acta Odontol Scand, 30: 485-499, 1972.
 - 10) Sheikholeslam, A., Moller, E. and Lous, I.: Pain, tenderness and strength of human mandibular elevators, Scand J Dent Res, 88: 60-66, 1980.
 - 11) Naeije, M. and Hansson, T.L.: Electromyographic screening of myogenous and arthrogenous TMJ dysfunction patients, J Oral Rehabil, 13: 433-441, 1986.
 - 12) Goldberg, L.J.: Masseter muscle excitation induced by stimulation of periodontal and gingival receptors in man, Brain Res, 32: 396-381, 1971.
 - 13) Funakoshi, M. and Amano, N.: Periodontal jaw muscle reflexes in the albino rat, J Dent Res, 53: 598-605, 1974.
 - 14) 田口 洋: ラット切歯の機械的刺激により誘発される閉口筋の興奮および抑制反射, 歯科基礎誌, 26: 1228-1244, 1984.
 - 15) Kineberg, I.J., Greenfield, B.E. and Wyke, B.D.: Contribution the reflex control of mastication from mechanoreceptors in the temporomandibular joint capsule, Dent Pract, 21: 73-83, 1970.
 - 16) 阿部勝也: 顎関節よりの求心性神経情報に関する研究, 歯科基礎誌, 16: 117-128, 1974.
 - 17) 関 康弘 鳥田久八郎: 咬筋 γ 運動神経系に対する切歯および顎関節からの反射制御, 日矯歯誌, 51: 142-152, 1992.