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

田 中 貴代江 ・ 山 口 和 憲 ・ 田 村 仁 美
一 田 利 道

九州歯科大学健康促進科学専攻機能育成制御学講座顎口腔機能矯正学分野

平成 18 年 12 月 11 日受付

平成 19 年 1 月 24 日受理

Changes of Chewing Movement Before and After Orthognathic Surgical Treatment in Skeletal Class III Patients

Kiyoe Tanaka, Kazunori Yamaguchi, Hitomi Tamura
and Toshimichi Ichida

Division of Orofacial Functions and Orthodontics, Department of Growth and
Development of Function, Science of Health Improvement,
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

E-mail: kiyoe-t@kyu-dent.ac.jp

Abstract

Orthognathic surgical treatment has been provided for many patients with skeletal Class III malocclusion in order to correct deviated dentofacial morphology and to improve the impeded oro-facial function. In this study, we investigated the relationship between dentofacial morphology and mandibular movement in subjects with skeletal Class III malocclusion, while they were chewing gum.

The subjects were 16 patients with skeletal Class III malocclusion scheduled to undergo orthognathic surgical treatment (jaw deformity group) and 21 with normal occlusion (normal group). In the jaw deformity group, records taken before treatment and at 1-6 months after completion of active treatment were used for this study.

The dentofacial morphology was analyzed using lateral roentgen cephalograms. The mandibular movement was recorded by tracing the incisal point (the midpoint between mandibular central incisors) while chewing gum using the integrated jaw function testing system (gnathohexagraph system, JM-1000, Ono Sokki Tokyo, Japan). The following results were obtained.

1. The mean duration of a chewing cycle was significantly longer in the jaw deformity group than in the normal group.
2. After treatment, the mean duration got shorter and approached that in the normal group.

3. The maximal distance of mouth opening was larger in the jaw deformity group, and decreased after treatment.

4. The speed of mandibular movement showed no significant difference between the jaw deformity and normal groups, nor between before and after treatment in the jaw deformity group.

5. The variability of masticatory rhythm was significantly higher in the jaw deformity group as compared with that in the normal group. However, it got lower after treatment, and showed no significant difference in comparison with the normal group.

Based on these findings, it is suggested that orthognathic surgical treatment for skeletal Class III malocclusion corrects imbalanced dentofacial morphology and improves impeded masticatory movement.

Key words: Skeletal Class III malocclusion/Orthognathic surgical treatment/Masticatory rhythms/Variability of masticatory rhythms

抄 録

著しい顎の変形を伴う骨格性下顎前突者が有する形態的、審美的障害は矯正治療だけでは改善が困難なことが多いため、近年、外科的矯正治療が多く行われている。本研究では、外科的矯正治療が必要と診断された骨格性下顎前突症者の顎顔面形態の特徴が顎運動にどのような影響を及ぼしているのか、外科的矯正治療による歯列咬合、および顎顔面形態の変化が咀嚼運動機能へどのような影響を及ぼしているか検討した。被験者は、本大学附属病院で顎変形症（骨格性下顎前突症）と診断され外科的矯正治療を受けた16名（顎変形群）と本大学の学生、職員において正常咬合を有するもの21名（正常群）とした。顎変形群では初診時を治療前とし、動的治療終了1～6カ月後を治療後とした。顎顔面形態は側面頭部X線規格写真によって分析し、ガム咀嚼時の顎運動は、顎機能統合検査装置（ナソヘキサグラフィシステム JM-1000, 小野測器）を用いて切歯点（下顎両側中切歯間）の顎運動軌跡として記録分析し、以下の所見を得た。

1. 骨格性下顎前突者の咀嚼時間が長く、治療後には正常咬合者の咀嚼時間に近づいた。2. 骨格性下顎前者の咀嚼リズムは不安定であったが、治療後は咀嚼リズムの安定性が高まり正常咬合者との差を認めなかった。3. 骨格性下顎前突者の開口量は大きく、治療後は減少した。4. 顎変形群の咀嚼運動速度は正常咬合者と比べて差はなく、治療前後にも差がなかった。

以上のことから、骨格性下顎前突の顎顔面形態に起因する咀嚼リズムの障害は、外科的矯正治療後には改善され、治療後の顎顔面形態と同様に正常咬合者に近づくことから、外科的矯正治療の意義が示された。

キーワード: 骨格性下顎前突者/外科的矯正治療/咀嚼リズム/咀嚼リズムの安定性

緒 言

反対咬合あるいは下顎前突は日本人では発生頻度が高く、これらを主訴として来院する患者も多い¹⁾。なかでも著しい顎の変形を伴う骨格性下顎前突者が有する形態的、審美的障害は矯正治療だけでは改善が困難なことが多く^{2,3)}、このため、近年、外科手術法の進歩に伴い外科

的矯正治療が多く行われている。それらの治療結果に関して形態的のみならず機能的評価が報告されている。しかし、形態的には頭部X線規格写真や口腔内模型の分析的研究などによっていわゆる診断基準としての正常値は明示されているが、機能的診断基準は十分に確立されていないのが現状である²⁾。外科的矯正治療による歯列咬合や顎顔面形態、および軟組織などの形態的な改善に関

する報告は多く見られ⁵⁻¹²⁾、また、それらが長期的に安定していることが確認されている¹³⁻¹⁶⁾。しかし、硬・軟組織の変化に伴う顎口腔系の機能の変化(回復)に関する報告は少ない。骨格性下顎前突者における咀嚼運動についての報告は多くみられるが^{4,17-20)}、骨格的な形態不正を外科的矯正治療によって改善した後の咀嚼運動の変化を比較検討した報告²¹⁻²³⁾、特に形態変化と咀嚼運動の変化を両面から検討した報告は少ない。また、様々な下顎運動の変化について報告されているが、どのような機序でそれらの変化が生じるかについては、十分に解明されているとは言えない。さらに、矯正治療の意義を治療効果の面から客観的に評価することが重要と思われるが確実な方法が確立されているとは言えない。

そこで本研究では、外科的矯正治療が必要と診断された骨格性下顎前突症者の形態の特徴とガム咀嚼時における咀嚼運動の特徴、および外科的矯正治療による形態と機能との変化から外科的矯正治療が咀嚼運動機能へどのような影響を及ぼしているかを検討した。

方 法

I. 被験者

被験者は、九州歯科大学附属病院矯正歯科に来院した患者で骨格性下顎前突症と診断され外科的矯正治療を受けた16名(顎変形群)と九州歯科大学の学生、職員において正常咬合を有する21名(正常群)とした。顎変形群の選択条件は顎変形症として外科的矯正治療(下顎骨の後退術のみ)を行い、術前においてはoverjetとANBが負の値を示し、口唇裂口蓋裂をはじめとする先天異常や第三大臼歯を除く先天的欠如歯がないものとした。また、著明な顔面の非対称性を認めず、上下顎歯列の正中線の偏位が5 mm以内で、咬頭嵌合位において上下顎第一大臼歯の咬合関係がⅢ級を有するものとした。さらに、術後は動的治療終了後1か月から6か月を経過したもので、上下顎第一大臼歯の咬合関係がⅠ級あるいはⅡ級であり、上下歯列に叢生を認めず、overjetとoverbiteがそれぞれ2 mm以上4 mm以下であるものとした。顎変形群の初診時の平均年齢は20.5歳(16～29歳)、動的治療終了時の平均年齢は23.4歳(19～32歳)(男性:7人、女性:9人)であり、手術後から計測までの平均期間は1.1年(8か月～1年11か月)であった。一方、正常群の選択条件は矯正治療の既往がなく、上下顎大臼歯の近遠心関係がⅠ級であり、上下歯列に重篤な叢生を認めないものとした。overjetは2 mm以上、overbiteは4 mm以下であった。平均年齢25.4歳(23

～30歳)(男性:11人、女性:10人)であった。

なお、いずれの群においても顎関節、あるいは咀嚼筋に関連した顎関節の雑音、下顎運動の違和感、顎関節部と咀嚼筋の疼痛などの自覚症状を有するものは被験者から除外した。本研究の目的と方法は九州歯科大学倫理委員会の承認を受け、被験者には目的と方法を説明し、同意を得た。

II. 顎顔面形態分析

形態分析には側面頭部X線規格写真(透写図)を用い、図1に示す計測項目を設定して角度計測と距離計測を行った。角度計測は通法(Downs and Northwestern法およびTweed法)に従い、距離計測は各計測点間の実長値およびフランクフルト平面(FH平面)を基準として計測を行った。実長値では、Cd-Gnaは総下顎長、Cd-L1は下顎前歯の位置、Pog-Goは下顎骨体長を示す。FH平面を基準とした計測では、垂直的距離と水平的距離の項目を設定した。垂直的距離の項目はFH-Me、FH-L1とし、FH平面からの各計測点への垂直距離であり、それぞれ、前顔面高の高さ、下顎切歯の垂直的位置を示す。水平的距離の項目はFH-NB、FH-NL1とし、FH平面に各計測点を投影し、FH平面をN点を原点とした数直線と仮定した。FH-NBは下顎骨の前後的位置を表し、FH-NL1は下顎前歯の前後的位置を表す。これらは値が大きいほど前方に位置することを示す。

III. 顎口腔機能の評価

A. 顎運動軌跡の記録

咀嚼運動の記録に先立って、あらかじめガム咀嚼を行い習慣性咀嚼側を確認した。ガム咀嚼時の顎運動は、顎機能統合検査装置(ナソヘキサグラフシステムJM-1000、小野測器)を用いて切歯点(下顎両側中切歯間)の顎運動軌跡として記録した。ナソヘキサグラフのヘッドフレームとフェイスボウ装着方法は通法に従い²⁴⁾、自然頭位で座位にて計測を行った。咀嚼試料はガム1粒(Xylitol, LOTTE)とし、記録開始前の咀嚼でガムの硬さが一様になった後に記録を開始した。まず、顎運動の基準点の設定のためにガムを介在しない咬頭嵌合位を5秒間記録し、その後ガムの習慣性咀嚼を20秒間行った¹⁸⁾。

FH平面を基準に咬頭嵌合位の切歯点を原点として、前後方向軸をX軸とし原点から前方を正、後方を負とした。側方方向軸をY軸とし、作業側を正、平衡側を負とした。垂直方向軸をZ軸とし、上方を正、下方を負とした(図2)。咀嚼運動の分析は、比較的安定している咀嚼開始5番目から14番目²⁵⁾の10サイクルをナソヘキサグラフに付属する運動解析ソフトを用いて行った。分析の

図1 側面頭部X線規格写真の計測点と計測項目。

指標として用いた計測項目を以下に示す。

1. 咀嚼時間

1 サイクルの周期時間と1 サイクル中の開口相時間、閉口相時間および咬合相時間の平均時間を求めた。

2. 咀嚼リズムの時間変動係数

分析区間について周期、開口相、閉口相、咬合相のそれぞれの時間変動係数(変動係数〔%〕= 10 サイクル標準偏差/10 サイクル平均時間×100)をそれぞれ求め、これを咀嚼リズムの安定性を表すパラメーターとした。

3. 咀嚼サイクルにおける最大開口位の3次元座標値

咀嚼サイクル毎に切歯点が最下方値を示す時のXYZ座標を開口の大きさとして評価した。座標は咬頭嵌合位

を原点とし、X、YならびにZ座標の計測値が小さいほど、それぞれ開口位は後方に、平衡側に、下方にあることを示す。

4. 咀嚼サイクルにおける開口量

咬頭嵌合位である原点から開口位までの直線距離を開口量とした。

5. 切歯点の運動速度

咀嚼サイクル毎に開口相および閉口相における切歯点の最大運動速度を求めた。

B. 評価方法

治療前後の側面頭部X線規格写真の分析項目および治療前後の咀嚼運動計測項目の比較は、正規性が認められ

図2 咀嚼経路 (側方面観)。

咬頭嵌合位の切歯点を原点として前後方向軸をX軸とし原点から前方を正、後方を負とした。側方方向軸をY軸とし作業側を正、平衡側を負とした。垂直方向軸をZ軸とし、上方を正、下方を負とした。

た項目はStudentのt-testを、正規性が認められなかった項目では、Wilcoxonの符号付順位検定を行った。正常群と顎変形群の治療前後の側面頭部X線規格写真の分析項目および咀嚼運動計測項目の比較は、Friedman検定の後、有意差のあった項目についてScheffeの多重比較検定を行った。さらに、顎顔面形態と咀嚼運動の関連性については、正常群および顎変形群の治療前の計測値を使用し、咀嚼運動計測項目の計測値と側面頭部X線規格写真の分析項目の計測値との相関関係はFisher (r) のz変換を用いて検定した。

結 果

顎顔面形態の計測結果は表1に、咀嚼運動の計測結果は表2、図3、4、5に示す。また、顎顔面形態と咀嚼運動との相関関係は表3に示す。

I. 顎顔面形態の特徴 (表1)

A. 治療前と正常群との比較

顎変形群の治療前の下顎骨の前後的位置を示すSNBは平均 $84.0 \pm 2.9^\circ$ 、FH-NBは平均 -0.6 ± 5.4 mm、Facial angleは平均 $89.5 \pm 4.0^\circ$ 、下顎前歯の前後的位置を示すFH-NL1は平均 5.4 ± 5.3 mm、総下顎長を示すCd-Gnaは平均 $126.4 \text{ mm} \pm 8.9 \text{ mm}$ であった。また、正常群のSNBは平均 $78.9 \pm 3.2^\circ$ 、FH-NBは平均 -7.1 ± 4.0 mm、Facial angleは平均 $85.7 \pm 3.0^\circ$ 、FH-NL1は平均 $1.0 \pm$

3.8 mm、Cd-Gnaは平均 $120.5 \pm 5.2 \text{ mm}$ であった。治療前の計測項目は正常群比べて有意 ($p < 0.05$) に大きく下顎骨の前方位、あるいは過成長による骨格性下顎前突であることが分かった。垂直的な大きさについては有意差を認めなかった。

B. 治療前後の比較

治療後のSNBは平均 $80.2 \pm 3.5^\circ$ 、FH-NBは平均 -7.2 ± 5.3 mmとなり、Cd-Gnaは平均 121.4 ± 8.8 mm、Pog-Goは平均 74.6 ± 5.8 mmとなり治療前と比較して有意 ($p < 0.05$) に小さな値を示した。また、下顎の回転や垂直的位置を示すFMAは平均 $32.4 \pm 5.1^\circ$ となり有意に大きくなった。FH-Meは平均 99.1 ± 10.3 mm、FH-NL1は平均 -0.5 ± 4.7 mm、Cd-L1は平均 98.9 ± 6.4 mmとなり有意に小さく、顔面高は短くなっているが、下顎角部の変化により下顎下縁平面は開大したことが分かった。

C. 正常群と顎変形群の治療後との比較について

治療前には正常群と比較して有意に大きな値を示したSNB、FH-NB、Facial angle、Cd-Gna、FH-NL1は治療後には、正常群と比べて有意差を示さなかった。しかし、顎変形群の治療後のFMAは正常群と比べて依然として有意に大きな値を示した。

II. 咀嚼運動の特徴について (表2)

A. 咀嚼時間について (図3)

表1 正常群および術前後の顎顔面形態の比較

			平均値			P 値		
			正常群 n=21	顎変形群 n=16		正常群 vs 治療前	正常群 vs 治療前	正常群 vs 治療前
				治療前	治療後			
角度計測 (度)	前後的	SNA	82.2± 2.8	81.6±3.2	81.7± 3.4	—	—	—
		SNB	78.9± 3.2	84.0±2.9	80.2± 3.5	**	**	—
		ANB	3.3± 1.3	−2.4±1.6	1.5± 1.3	**	**	**
		Facial angle	85.7± 3.0	89.5±4.0	85.8± 3.8	**	**	—
距離計測 (mm)	垂直的	FMA	28± 4.8	29.9±3.6	32.4± 5.1	—	**	**
		FH-Me	97.6± 5.9	101.5±8.4	99.1±10.3	—	*	—
		FH-L1	55.6± 4.1	57.6±7.2	55.3± 6.0	—	—	—
		overbite	2.6± 0.9	−0.6±4.4	2.3± 0.6	**	*	—
	前後的	FH-NB	−7.1± 4.0	−0.6±5.4	−7.2± 5.3	**	**	—
		FH-NL1	1.0± 3.8	5.4±5.3	−0.5± 4.7	**	**	—
		overjet	3.1± 0.8	−2.3±2.1	2.6± 0.7	**	**	—
	実長値	Pog-Go	73.0±14.5	79.1±7.0	74.6± 5.8	—	**	—
		Cd-Gna	120.5± 5.2	126.4±8.9	121.4± 8.8	*	**	—
		Cd-L1	102.2± 5.3	104.6±8.9	98.9± 6.4	—	**	—

*: p<0.05, **: p<0.01

表2 正常群および術前後の咀嚼運動の比較

			平均値			P 値		
			正常群 n=21	顎変形群 n=16		正常群 vs 治療前	正常群 vs 治療前	正常群 vs 治療前
				治療前	治療後			
咀嚼サイクル	周期平均	(s)	0.61± 0.07	0.78± 0.11	0.68± 0.11	*	*	—
	咬合相平均	(s)	0.20± 0.03	0.24± 0.05	0.23± 0.04	*	—	—
	開口相平均	(s)	0.22± 0.04	0.30± 0.10	0.25± 0.05	*	*	—
	閉口相平均	(s)	0.19± 0.05	0.24± 0.06	0.21± 0.06	*	—	—
	周期変動係数	(%)	11.71± 4.80	17.02± 7.81	11.02± 4.06	*	**	—
	咬合相変動係数	(%)	25.07± 8.96	31.7±13.71	24.02± 6.18	—	*	—
	開口相変動係数	(%)	17.19±13.77	24.46± 7.87	18.43± 5.49	*	**	—
	閉口相変動係数	(%)	12.63± 5.17	23.88±14.74	16.67± 5.89	*	—	—
開口量		(mm)	13.69± 3.22	15.2± 4.71	12.83± 3.26	—	*	—
開口位	X座標	(mm)	−3.66± 1.19	−6.64± 3.09	−5.01± 2.11	**	*	—
	Y座標	(mm)	1.94± 1.72	2.38± 1.76	2.15± 1.60	—	—	—
	Z座標	(mm)	−12.87± 3.26	−13.18± 4.21	−11.43± 2.84	—	—	—
速度	開口時最大速度	(mm/s)	101.05±24.33	90.29±23.30	102.01±21.62	—	—	—
	閉口時最大速度	(mm/s)	109.95±24.81	96.39±38.15	93.26±28.90	—	—	—

*: p<0.05, **: p<0.01

図3 咀嚼運動における周期と各相の平均時間.
 正常群: 斜線, 治療前: 黒, 治療後: 白
 *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

図5 咀嚼運動における開口位と開口量の座標.
 正常群: 斜線, 治療前: 黒, 治療後: 白
 *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

図4 咀嚼運動における周期と各相の変動係数.
 正常群: 斜線, 治療前: 黒, 治療後: 白
 *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

図6 咀嚼運動における開口, 閉口最大速度.
 正常群: 斜線, 治療前: 黒, 治療後: 白
 *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

表3 正常群および治療前の顎顔面形態と咀嚼運動の相関関係

	咀嚼時間 n=37							
	周期平均	p 値	咬合相平均	p 値	開口相平均	p 値	閉口相平均	p 値
SNA	-0.13	—	-0.22	—	-0.01	—	-0.11	—
SNB	0.41	*	0.10	—	0.46	**	0.30	—
ANB	-0.62	**	-0.33	*	-0.58	**	-0.47	**
Facial angle	0.20	—	0.14	—	0.12	—	0.21	—
FMA	0.41	*	0.16	—	0.37	*	0.36	*
FH-Me	0.13	—	0.04	—	0.18	—	0.05	—
Pog-Go	0.06	—	0.13	—	0.10	—	-0.09	—
Cd-Gna	0.19	—	0.12	—	0.25	—	0.04	—
FH-NB	0.54	**	0.24	—	0.48	**	0.44	**
FH-L1	0.003	—	0.10	—	0.10	—	-0.18	—
FH-NL1	0.41	*	0.21	—	0.43	**	0.25	—
Cd-L1	0.04	—	0.11	—	0.12	—	-0.13	—
	咀嚼リズムの安定性 n=37							
	周期変動係数	p 値	咬合相変動係数	p 値	開口相変動係数	p 値	閉口相変動係数	p 値
SNA	0.12	—	-0.06	—	-0.05	—	0.27	—
SNB	0.36	*	0.09	—	0.17	—	0.50	**
ANB	-0.34	*	-0.16	—	-0.25	—	-0.37	*
Facial angle	0.38	*	0.35	*	0.10	—	0.27	—
FMA	0.10	—	-0.11	—	0.03	—	0.13	—
FH-Me	0.24	—	0.33	*	-0.16	—	0.25	—
Pog-Go	0.27	—	0.25	—	0.18	—	0.18	—
Cd-Gna	0.26	—	0.44	**	-0.14	—	0.34	*
FH-NB	0.38	*	0.35	*	0.12	—	0.36	*
FH-L1	0.15	—	0.30	—	-0.19	—	0.29	—
FH-NL1	0.28	—	0.41	*	-0.09	—	0.30	—
Cd-L1	0.19	—	0.39	*	-0.25	—	0.27	—
	開口位 n=37							
	開口量	p 値	X座標	p 値	Y座標	p 値	Z座標	p 値
SNA	0.10	—	-0.08	—	-0.15	—	-0.08	—
SNB	0.23	—	-0.45	**	-0.06	—	-0.13	—
ANB	-0.20	—	0.49	**	-0.07	—	0.09	—
Facial angle	0.02	—	-0.31	—	-0.06	—	0.08	—
FMA	0.20	—	-0.24	—	0.13	—	-0.14	—
FH-Me	0.47	**	-0.46	**	-0.24	—	-0.42	**
Pog-Go	0.15	—	-0.18	—	0.04	—	-0.11	—
Cd-Gna	0.45	**	-0.47	**	-0.19	—	-0.39	*
FH-NB	0.21	—	-0.51	**	0.07	—	-0.08	—
FH-L1	0.37	*	-0.37	*	-0.14	—	-0.32	—
FH-NL1	0.37	*	-0.55	**	-0.03	—	-0.27	—
Cd-L1	0.32	—	-0.31	—	-0.22	—	-0.29	—

*: p<0.05, **: p<0.01

1. 正常群と顎変形群の治療前との比較について

咀嚼時間を示す四つの計測項目である周期時間, 咬合相時間, 開口相時間, 閉口相時間の平均値は, 正常群では, それぞれ 0.61 ± 0.07 秒, 0.20 ± 0.03 秒, 0.22 ± 0.04 秒, 0.19 ± 0.05 秒であった. 顎変形群の治療前では 0.78 ± 0.11 秒, 0.24 ± 0.05 秒, 0.30 ± 0.10 秒, 0.24 ± 0.06 秒であり, 正常群と比較して治療前の顎変形群の四つの計測項目が有意に長くなっていた.

2. 正常群と顎変形群の治療後との比較について

咀嚼時間を示す四つの計測項目について, 2群間に有意差は認められなかった.

3. 顎変形群の治療前と治療後との比較について

治療後の開口相時間 (平均 0.25 ± 0.05 秒) は治療前と比べて有意に短く, 咬合相時間と閉口相時間は有意差を示さないものの短い傾向にあった. 治療後の周期時間 (平均 0.68 ± 0.11 秒) は治療前の周期時間よりも有意に短かった.

B. 咀嚼リズムの安定性について (図4)

1. 正常群と顎変形群の治療前との比較について

正常群の周期時間, 開口相時間, 閉口相時間, および咬合相時間の変動係数は平均 $11.71 \pm 4.80\%$, $17.19 \pm 13.77\%$, $12.63 \pm 5.17\%$, $25.07 \pm 8.96\%$ であった. 一方, 顎変形群の治療前の周期時間, 開口相時間, 閉口相時間, および咬合相時間の変動係数は平均 $17.02 \pm 7.81\%$, $24.46 \pm 7.87\%$, $23.88 \pm 14.74\%$, $31.70 \pm 13.71\%$ であり, 治療前の周期時間, 開口相時間, および閉口相時間の変動係数が有意に大きく, 咬合相時間の変動係数は大きい傾向があった.

2. 正常群と顎変形群の治療後との比較について

2群間に有意差は認められなかった.

3. 治療前後の比較について

治療後の周期時間, 開口相時間, 閉口相時間, および咬合相時間の変動係数は平均 $11.02 \pm 4.06\%$, $18.43 \pm 5.49\%$, $16.67 \pm 5.89\%$, $24.02 \pm 6.18\%$ であり, 治療前に比べ周期時間と咬合相時間, および開口相時間の変動係数が有意に小さく, 閉口相時間の変動係数は小さい傾向にあった.

C. 開口位および開口量について (図5)

顎変形群の治療前では, ガム咀嚼運動中の最大の開口位のX座標は -6.64 ± 3.09 mm であり, 正常群の -3.66 ± 1.19 mm と比較して有意に小さい値を示したがY軸, Z軸は有意差を示さなかった. 治療後のX座標 (-5.01 ± 2.11 mm) は治療前と比べ有意に大きな値を示した. しかし, 直線的開口量をみると, 治療前は正常咬合者と

比べて大きな値を示したが, 治療後 (12.83 ± 3.26 mm) には治療前 (15.20 ± 4.71 mm) と比較して有意に小さい値を示し, 正常群 (13.69 ± 3.22 mm) と比べても有意差は認めなかった.

D. 開閉口時最大速度について (図6)

顎変形群の治療前後, および治療前後と正常群を比較しても有意差は認められなかった.

III. 顎顔面形態と咀嚼運動との相関関係について (表3)

顎変形群の治療前の周期時間は正常咬合者と比べて長く, 下顎が後退した治療後では短くなっていた. 顎顔面形態, 特に下顎骨に関する計測項目と咀嚼時間との相関を見たものが表3である. 下顎骨の前後的位置を示すSNB, ANBの大きさが咀嚼時間SNBには正, ANBには負の有意な相関関係を示した. 一方, ガム咀嚼時の開口量の大きさは, Cd-Gna, FH-L1, FH-Me, およびFH-NL1との間にそれぞれ正の相関関係が認められた. しかし, 開口量と咀嚼時間との間には有意な相関が見られなかった.

考 察

I. 研究方法について

A. 被験者について

顎変形症として外科的矯正治療を受ける患者は様々な骨格的不調和を有している. 骨格性下顎前突は下顎骨の過成長に起因するものと上顎骨の劣成長に起因するものがあり, それぞれに対して下顎骨の後退術, あるいは上顎骨の前方移動術が行われる. 外科手術の併用を必要とする症例は, 上下顎顎関係の不調和が著しいことが考えられ, 過去に多くの研究者が独自に外科手術の適応基準を報告してきた²⁶⁻³⁰⁾. 本研究では特に下顎骨の前方へのズレが顎運動様式に与えている影響を知るために, 下顎骨の過成長に起因した骨格性下顎前突者で下顎骨後退術を行った顎変形症患者の咀嚼運動を正常咬合者と比較した. さらに外科矯正治療による顎顔面形態および歯列咬合の変化が咀嚼運動に及ぼす影響を検討した. したがって, 今回の被験者となった骨格性下顎前突者の形態的特徴は中顔面部ではなく下顎骨の前後の寸法が大きく, 外科処置は下顎骨に限られており, 治療方針も下顎骨の後方移動を主体とした治療であった. また, 同じ目的のために術前には顎関節, あるいは咀嚼筋に関連した顎関節の雑音, 下顎運動の違和感, 顎関節部, あるいは咀嚼筋の疼痛などの自覚的な顎運動障害を有する被験者を除外し, 術後には外科的侵襲によって惹起された可能性のある機能障害も含めて自覚的な顎運動障害を有する被験者

を除外した。

B. 顎顔面形態分析について

本研究に用いた顎運動記録装置（ナソヘキサグラフ）における顎運動の計測はFH平面を基準としているため、頭部X線規格写真を用いた顎顔面形態の分析においては通常のDowns and Northwestern法の計測項目に加えて、FH平面を基準とする距離計測を行った。その結果、顎変形群の治療前の特徴は正常群と比べて下顎骨が前方位を示す骨格性下顎前突であった。

C. 習慣性咀嚼側について

咀嚼側について仁村ら（1990）³¹⁾は習慣性咀嚼側の方が運動経路において非習慣性咀嚼側よりも安定していたと報告している。したがって、咀嚼運動の計測において日常の咀嚼運動を反映し、かつ安定した結果を得るために、本研究では習慣性咀嚼側におけるガム咀嚼運動を選択した。また、初診時と術後の習慣性咀嚼側が一致しない場合は、初診時の習慣性咀嚼側に統一した。

II. 研究結果について

A. 顎顔面形態について

術前後の変化において下顎骨の後退が前後の変化の特徴であった。また、FMAが術後に増加する傾向は下顎骨後退術後の近遠位骨片のズレに由来する下顎角部周囲の骨改造により、下顎下縁平面および下顎枝後縁接線の設定が変化したことによると考えられる。また、下顎骨矢状分割術では内側の下顎骨体部に付着する内側翼突筋の影響で、切断された下顎骨が時計廻りに回転することが指摘されている³²⁾。

B. 咀嚼運動について

1. 咀嚼時間の長さ

骨格性下顎前突者の治療前のすべての咀嚼運動相は正常咬合者と比較して有意な延長を認めた。したがって、各相の和である周期時間の平均時間も長くなった。この理由を考察すると、骨格性下顎前突者の術前の下顎骨の大きさ、あるいは長さが正常者よりも長く、開口相と閉口相は運動距離や開口量が大きい傾向にあることが挙げられる。開口相と閉口相の最大運動速度が正常者と比較してやや遅い傾向にあることが挙げられる。また、骨格性下顎前突者の下顎骨の大きさ、あるいは長さは治療後に小さく、また短くなっており、術後の周期時間や開口相、閉口相、咬合相時間も短縮が認められ、正常咬合者と比べて有意差を認めなくなっていた。これは過去の報告と一致した結果であり^{5, 6, 21)}、このことから下顎骨の前後の大きさあるいは長さが咀嚼時間の長さに影響を与えていると推察される。これは、咀嚼時間と下顎骨の前後

的位置（SNB, FH-NB）との間に有意な正の相関関係があったことから分かる。

さらに、骨格性下顎前突者の咬合相時間が延長している理由として、咬合に干渉を認めることや不安定な咬合接触等によって運動速度が低下していることが考えられる³³⁾。さらに、骨格性下顎前突者の部分的、全体的交叉咬合などの上下の咬合関係が咀嚼能率の観点から不利であると報告されている³¹⁾。そのため食物の揃断、圧断や切断を円滑に行えないために咬合相時間の延長を認められる。咀嚼は咬合、開口、閉口と一連した動きであり、咬合相で円滑な動きが阻害されると、続く開口、閉口相の咀嚼運動速度の低下を引き起こすのではないかと推測される。

咀嚼運動のリズムは基本的には脳幹網様体に存在するリズムジェネレータと称される一群の神経回路網により形成され、リズムジェネレータの賦活には大脳皮質など上位中枢からの持続的興奮性入力が必要である。しかし、リズムジェネレータで形成されたリズムは、中枢性にも末梢性にも大きく変化させられるといわれている³⁴⁾。今回、下顎骨の過成長が主因の骨格性下顎前突症に対して、下顎骨を中心に外科的矯正治療によって咬合を改善した結果、末梢性の変化により、咀嚼リズムに変化がもたらされたと考えられた。

2. 咀嚼リズムの安定性

治療前の骨格性下顎前突者の咀嚼リズムの安定性は正常咬合者と比較して周期、開口相、閉口相は有意に悪く、咬合相も不安定な傾向を示した。治療前の骨格性下顎前突者では咬合が不安定なために、食物の揃断、圧断や切断が円滑に出来ず、その後に続く開口、閉口相の運動にも影響を与えるのではないかと考えられる。治療後には周期、開口相、閉口相、咬合相のリズムは安定し、正常咬合者と治療後の骨格性下顎前突者との比較では有意差は認めなかった。従って、骨格性下顎前突者の咀嚼リズムが不安定であるのは、咬合の不安定さが原因と考えられ、外科矯正治療により、良好な咬頭嵌合を与えることで咀嚼リズムの安定性が向上したと思われる。

3. 開口位および開口量と顎顔面形態および咀嚼運動との関連性

骨格性下顎前突者の開口量は正常咬合者と比較して大きい傾向にあり骨体が大きいために見かけ上、正常咬合者よりも最大開口距離や咀嚼時の開口量が大きくなると報告されている²²⁾。本研究の被験者となった顎変形群の治療前の咀嚼運動時の開口量は正常群と比較して有意ではないが大きい傾向があり、治療後には減少して正常群

に近づく傾向を認めた。このことは、開口量と下顎骨の大きさとの間に相関性が認められたこと、また、術前の顎変形群の下顎骨は正常群よりも大きく、術後には小さくなり正常群に近づいたことから理解できる。

このように形態的特徴を有する骨格性下顎前突者は、咀嚼時間は延長し、咀嚼リズムは不安定となって、咀嚼機能が低下しているといえる。外科的矯正治療後には改善され、正常機能に近づき、また骨格性下顎前突者の咀嚼リズムの安定性は、正常咬合者よりも不安定であるが、外科的矯正治療後には改善され、正常機能へと向上していく傾向があるといえる。

咀嚼機能の評価は多数あるが、咀嚼能率を考えれば、咀嚼時間の平均値は有効な咀嚼機能の指標となり得る。しかし、咀嚼時間は形態の大きさに影響を受けることが考えられ、咀嚼時間の平均値には明らかに個人差が存在し、結果が不明瞭になる。したがって、術前後の咀嚼機能の評価は咀嚼運動リズムの安定性の指標を用いる方が、より有用であるといえる。

本研究での術後の咀嚼運動の記録は動的治療終了から1か月以上6か月以内に行った。動的治療終了直後の記録は、装置撤去直後という口腔内環境の著しい変化を与えた中での記録となるため動的治療終了から1か月以上経過後に計測を行った。本研究では動的治療終了1か月以上から6か月間に若干の経過的变化が生じていることも考えられるが、外科的矯正治療後の6か月以内における形態改善に伴う短期間における咀嚼運動リズムの変化として捉えた。今後は、保定後、咬合調整などの長期経過の評価も加えていく必要があるものと考ええる。また咬合接触の確認や咬合干渉の有無等の咬合診断を行う必要があると考える。

結 論

顎変形症（骨格性下顎前突）の外科的矯正治療の術前後の顎顔面形態および咀嚼運動の変化を正常者と比較し検討を行ったところ、以下のような特徴が見られた。

1. 骨格性下顎前突者の咀嚼時間は長く、治療後には咀嚼時間は短くなり正常咬合者との差が認められなくなっていた。

2. 骨格性下顎前者の咀嚼リズムは不安定であったが、治療後には正常咬合者の咀嚼リズムに近づき安定した。

3. 骨格性下顎前突者の咀嚼時の開口量は大きい傾向にあったが、治療後には減少し正常咬合者に近づいた。

低下していた骨格性下顎前突者の咀嚼機能が外科的矯

正治療後には改善され、正常機能へと向上していく傾向があることが示された。

引用文献

- 1) 入江通暢, 中村進治: 反対咬合の矯正診断と治療 第1版. 書林, 東京, 1975, 10-12.
- 2) 菅原準二, 川村 仁: 現代外科矯正治療の理論と実際-3 外科的矯正治療の位置付け. 矯正臨床ジャーナル 4: 51-65, 1996.
- 3) 花田晃治: 開咬または顔面非対称を伴う下顎前突の外科的矯正治療について. 日矯歯誌 51: 1-24, 1992.
- 4) 新井一仁, 石川晴夫: 骨格性反対咬合者の咀嚼運動経路. 日矯歯誌 53: 154-168, 1994.
- 5) 日下部豊寿, 佐藤嘉晃, 岡本 亨, 山本隆昭, 大畑 昇, 井上農夫男, 飯田順一郎: 骨格性下顎前突症患者の側貌の変化-下顎枝矢状分割術と矯正治療との比較-. 日顎変形誌 16: 1-7, 2006.
- 6) 松浦ひろ, 宮園久信, 森下 格, 名方俊介, 中島昭彦: 骨格性下顎前突症例における外科的矯正治療症例と矯正単独治療症例の顎顔面形態の比較. 西日矯歯誌 45: 143-149, 2001.
- 7) 神田尚治, 川元龍夫, 濱田 俊, 伊藤公一, 原田 清, 本橋信義, 小村 健, 大山紀美栄: 開咬を伴う骨格性下顎前突症患者の顎矯正手術後の硬軟組織変化-上下顎移動術と下顎枝矢状分割術との比較. 日顎変形誌 15: 105-113, 2005.
- 8) 本元 満: 外科的矯正治療に伴う顔面軟組織の三次元的変化-側貌頭部X線規格写真上の硬組織移動量との関係について-. 日矯歯誌 50: 271-281, 1991.
- 9) 土屋雅文, 吉田建美, 足立 敏: 骨格性下顎前突症に対する外科的矯正治療前後の軟組織側貌の変化について-手術前後の変化を中心として-. 日矯歯誌 42: 168-177, 1983.
- 10) 秋山順史, 水野明夫, 茂木克俊: 当科における顎骨矯正手術症例の臨床的検討-とくに側貌軟組織形態の変化について-. 日矯歯誌 42: 69-84, 1983.
- 11) 伊東隆三, 浦野和雄, 市川和弘: 骨格型下顎前突に対する外科矯正治療前後の軟組織側貌の変化-水平距離計測による検討-. 日矯歯誌 2: 178-185, 1983.
- 12) 岡村正彦, 松井成幸, 龍田恒康, 福永秀一, 永峰浩一郎, 山崎康之, 中西 徹, 竹島 浩, 嶋田 淳, 清村寛他: 骨格性下顎前突症に対する両側下顎枝矢状分割術後の正貌形態変化の検討. 日顎変形誌 8: 151-156, 1983.
- 13) 曾矢猛美, 神田典生, 菅原準二: 下顎枝矢状分割法を適応した skeletal Class III の術後の安定性の検討. 日矯歯誌 42: 288-296, 1983.
- 14) 大森勇市郎, 菅原準二, 曾矢猛美: 上下顎同時移動術 (Two-jaw surgery) を適応した骨格型下顎前突症の術後顎態変化について. 日矯歯誌 47: 720-733, 1988.
- 15) 寶 広道, 菅原準二, 大森勇一郎: 上・下顎骨移動術 (Two-jaw surgery) 適応例の顎骨および咬合の長期安定性に関する研究. 日顎変形誌 4: 15-25, 1994.
- 16) 藤井智巳, 菅原準二, 桑原 聡, 萬代弘毅, 三谷英夫, 川

- 村 仁: 外科的矯正治療前後に長期経過した反対咬合者の咀嚼リズムの評価. 日矯歯誌 54: 227-233, 1995.
- 17) 仲谷 豊, 中村俊弘, 石川晴夫: 骨格性反対咬合者の咀嚼運動リズム. 日矯歯誌 56: 170-179, 1997.
 - 18) 田村仁美, 一田利道, 山口和憲: Class III不正咬合者の咀嚼運動—正常咬合者とClass III不正咬合の咀嚼運動の比較—. 九州歯会誌 57: 153-162, 2003.
 - 19) 柴田孝典: 下顎前突症における顎運動機能に関する研究. 歯科学報 81: 241-265, 1981.
 - 20) 萬 健一, 大道貞祥, 犬束信一, 井植 温, 岸本正雄, 日置茂弘, 丹波金一郎: 骨格性下顎前突症患者における咀嚼時下顎頭運動の解析. 日顎変形誌 10: 6-10, 2000.
 - 21) 中篠雅之, 菅原準二, 友寄裕子, 川村 仁, 三谷英夫: 外科的矯正治療後のガム咀嚼訓練が顎変形症患者の咀嚼機能に及ぼす効果. 日顎変形誌 14: 170-179, 2004.
 - 22) 韭澤 敏: 骨格性下顎前突症患者的外科的矯正治療前後における下顎運動の分析. 補綴誌 39: 47-57, 1995.
 - 23) P. A. Proschel, Rer. Nat., H. Hümmer and Med. Dent.: Reaction of mastication to occlusal changes induced by correction of mandibular prognathism. J. Prosthet. Dent. 64: 211-210, 1990.
 - 24) 常盤 肇: 光学式顎運動測定装置 (JM-1000) の臨床的測定精度に関する研究. 顎機能誌 7: 13-25, 2001.
 - 25) 志賀 博, 小林義典: 咀嚼運動の分析による咀嚼機能の客観的評価に関する研究. 補綴誌 34: 1112-1126, 1990.
 - 26) Valko, R. M., Sather, A. H. and Turlington, E. G.: Indications for selecting surgical or orthodontic correction of mandibular protrusion. J. Oral Surg. 26: 230-238, 1968.
 - 27) 松村祐之: 骨格性下顎前突者の形態学的研究—矯正治療患者と外科矯正治療患者の顎顔面頭蓋の形態学的相違および外科的矯正適応基準に関する一考察—. 日矯歯誌 46: 646-675, 1986.
 - 28) Kerr, W. J. S.: Class III malocclusion: surgery or orthodontics? Br. J. Orthod. 19: 21-24, 1992.
 - 29) Sperry, T. P., Speidel, T. M., Isaacson, R. J. and Worms, F. W.: Differential treatment planning for mandibular prognathism. Am. J. Orthod. 71: 531-541, 1977.
 - 30) Enlow, D. H., Kuroda, T. and Lewis, A. B.: Intrinsic craniofacial compensations. Angle Orthod. 41: 271-285, 1971.
 - 31) 仁村秀由喜, 小林義典: 咀嚼運動における主咀嚼側咀嚼時と非咀嚼側咀嚼時との差異. 補綴誌 34: 1127-1139, 1990.
 - 32) 山田建二郎, 三原理功, 米田尚登: 下顎下矢状分割法を施した骨格性下顎前突者の手術後短期間における下顎骨の位置変化. 日矯歯誌 45: 667-673, 1986.
 - 33) Owen, S., Buschang, P. H., Throckmorton, G. S., Palmer, L. and English, J.: Masticatory performance adareas of occlusal contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 121: 602-609, 2002.
 - 34) 長谷川成男, 坂東永一: 臨床咬合学事典. 医歯薬出版, 東京, 1997, 104-105.