

〔原著〕 松本歯学 47 : 1~15, 2021

key words : 軟組織運動, スマイル, 外科的矯正治療, 下顎骨偏位, 下顎前突

下顎骨偏位を伴う骨格性下顎前突者の外科的矯正治療前後に おけるスマイル時の軟組織運動の予備的研究

中根 隆^{1,2}, 橋本 達也^{1,2}, 川原 良美^{1,2}, 影山 徹^{1,3}, 山田 一尋⁴

¹松本歯科大学 大学院歯学独立研究科 硬組織疾患制御再建学講座

²松本歯科大学 歯科矯正学講座

³松本歯科大学病院 矯正歯科

⁴あすなろ小児歯科医院 矯正歯科

A preliminary study of soft tissue movements during smiling in
patients with mandibular protrusion with mandibular deviation
before and after surgical orthodontic treatment

TAKASHI NAKANE^{1,2}, TATSUYA NARAMOTO^{1,2}, YOSHIMI KAWAHARA^{1,2},

TORU KAGEYAMA^{1,3} and KAZUHIRO YAMADA⁴

¹*Department of Hard Tissue Research, Graduate School of Oral Medicine,
Matsumoto Dental University*

²*Department of Orthodontics, School of Dentistry,
Matsumoto Dental University*

³*Department of Orthodontic Clinic, Matsumoto Dental University Hospital*

⁴*Asunaro Pediatric Dental Clinic Orthodontics*

Summary

We investigated the changes in lip and cheek movements involved in smiling, recorded before and after surgical orthodontic treatment for mandibular protrusion with mandibular deviation (MPD), and compared the obtained data with those of individuals with normal occlusion (NO). The study enrolled 8 individuals with NO and 8 patients with MPD who underwent surgical orthodontic treatment at the Matsumoto Dental University Hospital. The lip and cheek movements of individuals were analyzed three-dimensionally using stereo images, and their frontal and lateral craniofacial morphologies were assessed using posterior–anterior and lateral cephalograms.

Pre-treatment assessment of lip movements in MPD patients showed that the corner of mouth (CM) on the non-deviated side exhibited a significant increase in upward move-

ment and decrease in lateral movement, as compared to the deviated side. However, the comparison of these results with those of individuals with NO revealed that the lateral and posterior movement of the CM on the non-deviated and deviated sides, respectively, was significantly lesser in patients with MPD than in individuals with NO.

Post-treatment assessment of lip movements showed an increase in the lateral and the upward movement of the CM on the non-deviated and deviated side, respectively, indicating the successful correction of asymmetrical CM movement. However, the posterior movement in the CM on the deviated and non-deviated sides in the patients with MPD were significantly lesser than those in individuals with NO.

Furthermore, a comparison of the absolute values of three-dimensional movements recorded between the center of the upper and lower lips revealed no significant difference in pre- and post-treatment movements. On the contrary, post-treatment movement of the center of the lower lip in the posterior direction was significantly lesser in patients with MDP than individuals with NO.

The three-dimensional movement of the cheek did not show significant difference between the deviated and non-deviated sides before and after treatment. However, the anterior movement of the cheek on the non-deviated side in the individuals with MPD increased significantly after treatment.

There were no significant differences in the three-dimensional movement of cheek among individuals with MPD, before and after treatment, and in the individuals with NO.

In the present study, the asymmetrical three-dimensional movements of CM involved in smiling, between the deviated and non-deviated sides in the individuals with MPD, were corrected after surgical orthodontic treatment. However, the post-treatment movements in the individuals with MPD were different from those in individuals with NO.

緒 言

スマイルは社会的活動および顔の表現の重要な要素であり、また第一印象の大切な要素の1つである。スマイルの不調和は、生活の質に悪影響を及ぼし、心理的不快感、機能的および社会的不利となる¹⁾。そのため、不正咬合者のスマイル運動が検討されてきた。不正咬合者のスマイル時の口唇運動について、骨格性下顎前突患者ではスマイル時の軟組織の移動量と顎顔面形態が関連することが示されている^{2,3)}。すなわち骨格性下顎前突者では、スマイル時に下唇は下方、側方に大きく動き、後方への動きは小さく、一方、上唇、口角、頬部の動きは小さく、特に上方および側方への動きが制限され、咬合異常が、口角が上方に上がる自然なスマイルの妨げとなっていることが示されている。一方、外科的矯正治療後の骨格性下顎前突者のスマイル時の軟組織の動きについては、安静時とスマイル時の口角の位置の変化について検

討され、下顎前突者は、外科的矯正治療後に口角の外上方への移動量が増加することが報告されている³⁾。また、下顎骨偏位を伴う骨格性下顎前突者は、口唇閉鎖時とスマイル時の口唇の位置の非対称性が改善し、偏位側と偏位反対側の口唇の表面積の非対称が改善することが示されている⁴⁾。しかしながら、下顎骨偏位を伴う骨格性下顎前突者の外科的矯正治療後のスマイル時の口唇と頬部の垂直方向、水平方向、前後方向の動きの三次元的変化の詳細は明らかにされていない。そこで、本研究では、下顎骨偏位を伴う下顎前突者の外科的矯正治療前後におけるスマイル時の口唇と頬部の動きをステレオカメラで三次元的に解析し、個性正常咬合者と比較した。

対象と方法

1. 被験者

被験者は松本歯科大学病院矯正歯科を受診し、外科的矯正治療の適応と診断された下顎骨偏位を

伴う下顎前突を呈する顎変形症患者で保定が1年終了した8名（以下偏位下前群，初診時平均年齢 21.7 ± 6.6 歳，男性2名：初診時年齢17歳6か月～29歳10か月，女性6名：初診時年齢15歳5か月～25歳3か月）を対象とした。手術方法は，Le Fort I型+下顎枝矢状分割骨切り（Two jaw群）4名，下顎枝矢状分割骨切り単独（One jaw群）4名であった。本研究では，One jaw群とTwo jaw群を1つのグループとして，治療前後のスマイル運動を解析した。被検者の除外基準は，下顎骨Me偏位量4mm未満（正面セファログラムのLo（眼窩縁と斜眼窩縁）との交点を結んだ線（Lo-Lo'）の中点を通る垂線（VP）から，下顎骨Me偏位量が4mm未満（図1）），歯数の過不足（智歯を除く），前歯部開咬，先天性疾患，顎関節症状とした。すべての被験者は上顎両側第一小臼歯を抜去し術前矯正治療（平均2年3か月 ± 8.6 か月）を行った。

対象群として個性正常咬合者8名（以下正常群：平均年齢 27.0 ± 1.7 歳，平均ANB $3.0 \pm 1.2^\circ$ ，男性2名，女性6名）を対象とした。本研究は松

本歯科大学倫理委員会に認可され（No. 251），被験者に対して研究に対する趣旨を説明し，同意を得た。

2. 方法

1) ステレオカメラ撮影

本研究で使用したステレオカメラシステムの構成を示す（図2-1）。被験者は，自然なスマイルができるように頭部を固定せずに着席した。2台のカメラとプロジェクターは，被験者の顔の真正面に上からカメラ，プロジェクター，カメラの順で縦一列になるように設置し，カメラ2台，プロジェクターをそれぞれ三脚で固定した。カメラの1台は被写体の正面，もう一台は被写体を上方45度から撮影する向きで設置した。カメラから被写体までの距離は1.3mとした。カメラには一眼レフレンズ（AF NIKKOR 28mm F2.8D，ニコン（株），東京）を装着したデジタルカメラ（ニコンデジタルカメラD90，ニコン（株），東京）を2台使用した。撮影は赤外線レリーズを使用し，2台同時に撮影した。作成したステレオ写真の画像

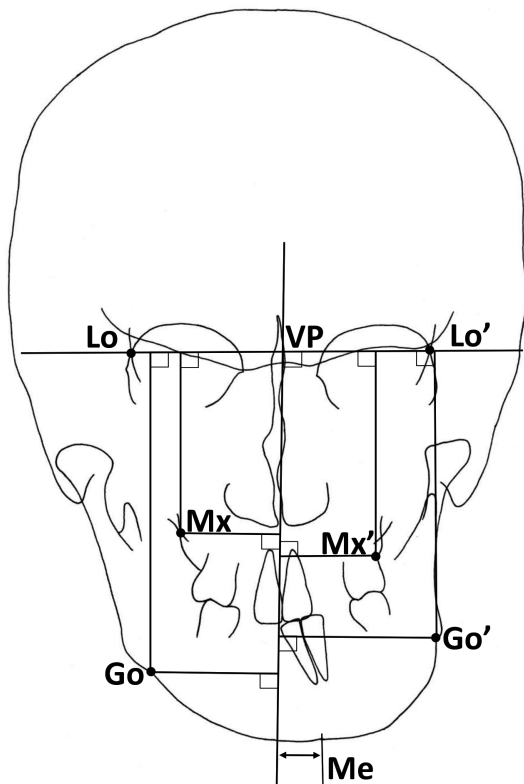


図1：正面頭部エックス線規格写真の分析

基準点

Lo: 眼窩縁と斜眼窩縁との交点

VP: 左右のLo、Lo'を結んだ
直線の中点を通る垂線

Me: オトガイ部の最下点

測定項目

1. 上顎骨高: 点Mx, Mx'と
直線Lo-Lo'の距離
2. 下顎骨高: 点Go, Go'と
直線Lo-Lo'の距離
3. 上顎骨幅: 点Mx, Mx'と
直線VPの距離
4. 下顎骨幅: 点Go, Go'と
直線VPの距離
5. 下顎骨Me偏位量: Meと
直線VPの距離



図 2-1 : ステレオカメラのシステム構成

データはSDカード (Transcend) からノートパソコン (Vostro 3500, DELL, USA) に取り込み, スマイル時の軟組織の口唇運動の三次元計測には, 三次元計測ソフト (3Dイメージメジャー-QM-3000, 株式会社トプコンテクノハウス, 東京) を使用した. カメラの主点位置, 画面 (焦点) 距離, レンズ歪みを求めるために, カメラのキャリブレーションはカメラキャリブレーションソフトウェア (QMCalib, 株式会社トプコンテクノハウス, 東京) を用いて行った.

(1) 基準点の検証

安静時とスマイル時の口唇運動の基準点には, 石川ら²⁾の研究によってスマイル時に皮膚の動きが少ない安定した点として示されている両側内眼角から40mm上方の点, 鼻尖の3点を用いることとした (図2-2). これら3点の安定性を検証するため, 被験者3名の両側内眼角から40mm上方の点, 鼻尖の3か所の皮膚上にレトロターゲットを貼付し, Posed smileを5回1セットとして日時を変えて2セットの計10回撮影した. 本研究では,

これら3点の三次元座標を算出し, Dahlberg's formula を用いて再現性を検討した.

$$D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{2N}}$$

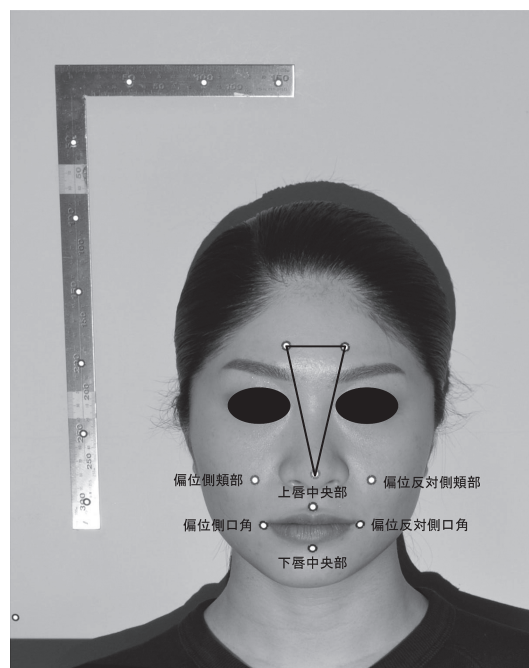


図 2-2 : レトロターゲットの貼付位置と基準点

(2) ステレオ画像計測の手順

- ①被験者にレトロターゲットを貼り付けた. 貼付位置は, 座標の基準点となる3点 (左右内眼角から40mm上方の点, 鼻尖) に加え, 上唇中央部, 下唇中央部, 左右口角, 左右頬部を, 軟組織の計測点として用いた (図2-2). 頬部の貼付位置は, 左右鼻翼下縁を結んだ線と, 瞳孔からこの線に対する垂線との交点とした.

口唇閉鎖時とスマイル時のステレオペア画像作成

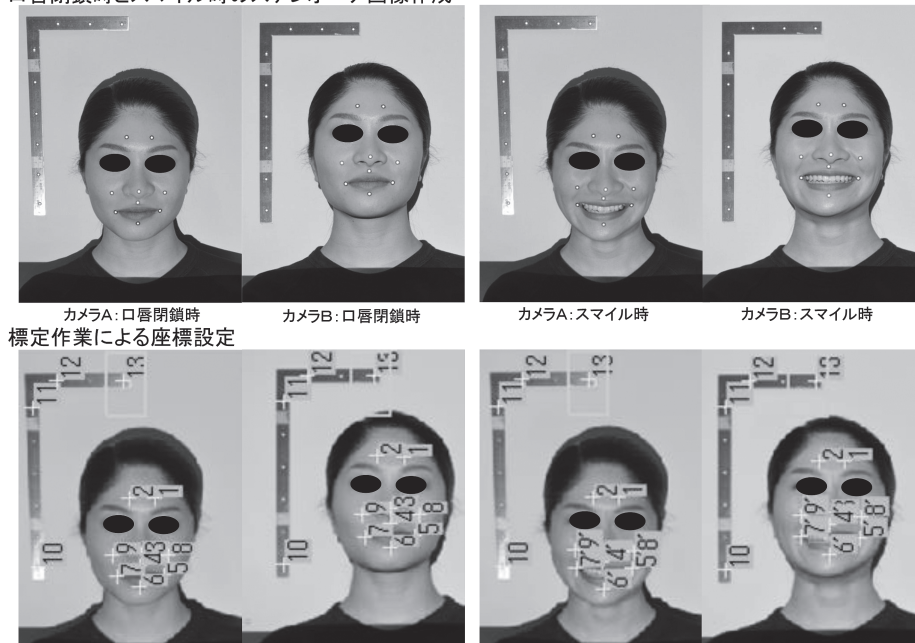


図2-3：ステレオペア画像の標定作業

- ②石川らの研究²⁾と同様に基準点として設定した左右額および鼻尖の3点を結んでできる基準三角形の重心を原点として、三次元直行座標を構築した(図2-2)。すなわち、左右額を結んだ辺に平行で基準三角形の重心を通る横方向の線をX軸とし、X軸に直交し原点を通る線で上下方向を示す直線をY軸、基準三角形に直交し、原点を通る線で前後方向を示す線をZ軸とした。被験者の正面顔面像において水平方向は偏位側を+、垂直方向では上方を+、前後方向は前方を+の座標値とした。
- ③2台のカメラのレンズの放射状の歪み(ディストーション)を補正するためのキャリブレーションをキャリブレーションソフト(カメラキャリブレーションソフトウェア QMCalib, 株式会社トプコンテクノハウス, 東京)を用いて行った。
- ④プロジェクターを用いて写真撮影の照度を一定にするためにホワイトパターンの白色光を顔の表面に映し出し、頭部固定は行わず、口唇閉鎖時とスマイル時の写真を2台のカメラで赤外線レーザーを用いて撮影した(図2-3)。この際、長さを示す基準尺も一緒に撮影した。本研究では、スマイルとして口唇運動の再現性を高くするために、自発的スマイルに類似して再現性の高いPosed smileを採用した⁴⁾。

- ⑤2台のカメラで撮影した画像をPC(Vostro 3500, DELL, USA)に取り込み、三次元解析ソフトウェア(QM-3000, 株式会社トプコンテクノハウス, 東京)でステレオペア画像を作成し、標定作業を行った(図2-3)。座標の基準となるレトロターゲットを貼り付けた2枚のステレオペア画像から、左右の共通のレトロターゲットを関連づけ、2台のカメラの位置(カメラ間距離)、カメラの回転角(カメラの向き)、ポイントの座標を測定した。

この測定を初診時と保定開始1年後に、安静時とスマイル時で行い、レトロターゲットを貼付した上唇中央部、下唇中央部、左右口角、左右頬部の口唇閉鎖時からスマイル時の三次元的移動を解析した。

2) 側面セファログラムと正面セファログラムの計測

閉唇、咬頭嵌合位で撮影した側面セファログラムおよび正面セファログラムをトレースした。側面セファログラムでは、SNA, SNB, ANB, U1-SN, IMPA, FMA, 下顔面高を計測した(図3)。正面セファログラムでは、Sassouniによる分析⁶⁾に順じ、lateroorbitale to lateroorbitale line(眼窩縁と斜眼窩縁との交点を結んだ線Lo-Lo')を水平基準線Lo-Lo'とし、Lo-Lo'の垂直二等分線をVPとした。これを基準線として、上

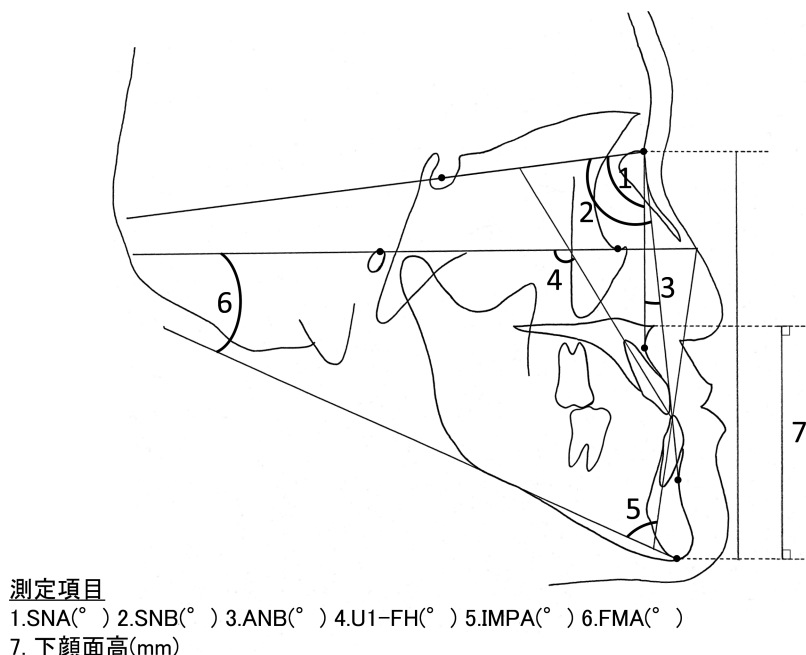


図3: 側面頭部エックス線規格写真の分析

顎骨高, 上顎骨幅, 下顎骨高, 下顎骨幅, 下顎骨 Me 偏位量を計測し(図1), 上顎骨高, 上顎骨幅, 下顎骨高, 下顎骨幅については, 偏位側から偏位反対側を引いた値の絶対値を上顎骨高差, 上顎骨幅差, 下顎骨高差, 下顎骨幅差として治療前後で比較した.

3) 統計解析

初診時と保定開始1年後の口唇と頬部のスマイル時の運動量と初診時と保定開始時の正面セファログラムの計測項目の下顎骨の偏位側と偏位反対側の値を Wilcoxon 検定で比較した. また, 初診時と保定開始時の側面と正面セファログラムの計測値および口唇と頬部のスマイル時の運動量について Wilcoxon 検定を用いて比較した. 偏位下前群の治療前と正常群, 偏位下前群の治療後と正常群の口唇と頬部のスマイル時の運動量について Mann-Whitney U 検定を用いて比較した.

結 果

1. ステレオカメラの基準点の再現性

左側内眼角から40mm上方の点, 右側内眼角から40mm上方の点, 鼻尖の三次元座標の Dahlberg's formula の結果を表1に示す. 測定誤差は0.019~0.557mmを示し, 誤差は小さく, 基準点3点の位置の再現性は高いことが示された.

2. 側面セファログラムおよび正面セファログラムの治療前後の比較(表2, 表3)

One jaw 群と Two jaw 群の治療前後の側面および正面セファログラムの変化を表2に示す. One jaw 群の治療前後の変化は, SNA は77.1°から77.9°と変化量(0.8°)は少なく, SNB が80.1°から78.0°に改善した結果, ANB は-3.0°から-0.1°と2.9°改善し, 下顔面高は81.0mmから76.1mmと4.9mm改善し, 下顎骨 Me 偏位量は3.3mmから0.5mmと2.8mm改善した. Two jaw 群では, SNA は82.6°から83.4°と改善(0.8°)は少なく, SNB が88.8°から83.4°に改善し, ANB は-5.4°から0.0°と5.4°改善した. 下顔面高は77.5mmから73.6mmと3.9mm改善し, 下顎骨 Me 偏位量は5.3 mmから2.1mmと3.2mm改善した.

以上より, One jaw 群と Two jaw 群の外科的矯正治療後の前後的变化量は, SNA の増加量(One jaw 群0.8°, Two jaw 群0.8°)は両群ともに少なく, 下顎骨の後退で前後的位置異常が改善し(SNB 改善量: One jaw 群2.1°, Two jaw 群5.4°), 下顎骨 Me 偏位量の改善量もほぼ同量(One jaw 群2.8mm, Two jaw 群3.2mm)で, 垂直的な計測項目の下顔面高の変化量(One jaw 群4.9mm, Two jaw 群3.9mm)も大きな差はみられなかったことから, 本研究では One jaw 群 4

表1：ステレオカメラの基準点の再現性

座標軸	X：水平方向	Y：垂直方向	Z：前後方向
左内眼角から40mm 上方の点	0.219	0.457	0.065
右内眼角から40mm 上方の点	0.433	0.170	0.046
鼻尖	0.301	0.557	0.019

単位：mm

表2：One jaw 群と Two jaw 群の治療前後における側面および正面セファログラムの計測値の変化

	One jaw 群				Two jaw 群			
	治療前		治療後		治療前		治療後	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
SNA (°)	77.1	4.9	77.9	5.1	82.6	2.3	83.4	1.9
SNB (°)	80.1	4.8	78.0	4.8	88.8	1.7	83.4	0.9
ANB (°)	-3.0	2.3	-0.1	2.2	-5.4	1.9	0.0	1.8
FMA (°)	31.4	3.5	30.0	4.6	25.0	2.9	28.0	2.9
U1-FH (°)	114.0	9.5	116.5	8.6	124.8	8.2	122.0	7.3
IMPA (°)	76.1	7.7	86.0	2.6	80.9	9.6	85.8	11.1
FMIA (°)	72.4	5.7	64.0	6.2	74.1	7.2	66.3	13.4
上顎骨幅差 (mm)	0.4	0.8	-0.8	1.2	0.4	2.4	-0.5	0.6
下顎骨幅差 (mm)	2.4	0.9	2.0	1.4	3.8	4.2	0.0	1.4
上顎骨高差 (mm)	-1.0	1.7	0.9	2.3	-1.3	1.3	0.6	1.1
下顎骨高差 (mm)	1.0	2.2	1.5	3.3	1.0	3.5	2.0	2.5
下顎骨 Me 偏位量 (mm)	3.3	1.9	0.5	0.6	5.3	1.9	2.1	2.0
下顔面高 (mm)	81.0	8.8	76.1	6.5	77.5	7.9	73.6	6.4

表3：偏位下前群の側面セファログラムと正面セファログラムの計測値による治療前後の変化

計測値	治療前		治療後		p
	Mean	SD	Mean	SD	
SNA (°)	80.3	4.9	80.5	4.6	NS
SNB (°)	84.4	5.7	80.6	4.3	**
ANB (°)	-4.2	2.3	-0.1	1.8	**
FMA (°)	28.2	4.5	29.0	3.7	NS
U1-FH (°)	119.4	10.0	119.3	7.9	NS
IMPA (°)	78.5	8.5	85.9	7.5	NS
FMIA (°)	73.3	6.1	65.1	9.8	NS
上顎骨幅差 (mm)	1.6	1.1	0.9	0.6	NS
下顎骨幅差 (mm)	3.6	2.8	1.5	1.2	NS
上顎骨高差 (mm)	1.3	1.3	1.4	1.1	NS
下顎骨高差 (mm)	2.8	2.8	2.6	1.8	NS
下顎骨 Me 偏位量 (mm)	4.3	2.0	1.3	1.6	**
下顔面高 (mm)	79.3	8.0	74.9	6.1	*

**：p<0.01, *：p<0.05, NS：Not significant

名と Two jaw 群 4 名の合計 8 名を 1 つのグループの偏位下前群として解析した。

偏位下前群 8 人の治療前後の側面セファログラムと正面セファログラムの比較 (表 3) では、前後方向では SNB が有意に改善、ANB が有意に改善し、水平方向では下顎骨 Me 偏位量が有意に改善し、垂直方向では下顔面高が有意に改善した。すなわち、下顎骨が有意に後退し、下顎偏位量の有意な改善、下顔面高の有意な減少がみられ

た。

3. 治療前後における口唇と頬部のスマイル時の軟組織運動の対称性

偏位下前群の治療前と治療後におけるスマイル時の口角と頬部の三次元方向の移動量の偏位側と偏位反対側の比較を表 4 と図 4 に示す。

治療前の口角部では、偏位側口角は上方に 7.8mm、後方に 5.1mm、外方に 5.5mm、偏位反

表4: 治療前後におけるスマイル時の口角, 頬部の偏位側と非偏位側の移動量の比較

	治療前				p	治療後				p
	偏位側		偏位反対側			偏位側		偏位反対側		
	平均値	SD	平均値	SD		平均値	SD	平均値	SD	
口角水平距離	5.5	2.5	3.5	2.0	*	5.7	1.8	5.4	2.2	NS
口角垂直距離	7.8	2.9	8.7	4.0	*	9.1	1.9	9.4	2.9	NS
口角前後距離	-5.1	2.4	-8.6	3.3	NS	-5.3	1.7	-4.4	1.8	NS
頬部水平距離	3.4	2.1	2.1	1.0	NS	3.4	1.4	2.9	1.6	NS
頬部垂直距離	3.7	1.7	4.2	2.1	NS	3.6	1.3	3.8	1.8	NS
頬部前後距離	2.8	1.9	2.1	1.7	NS	3.3	1.2	3.5	1.0	NS

単位: mm, *: p<0.05, NS: Not significant

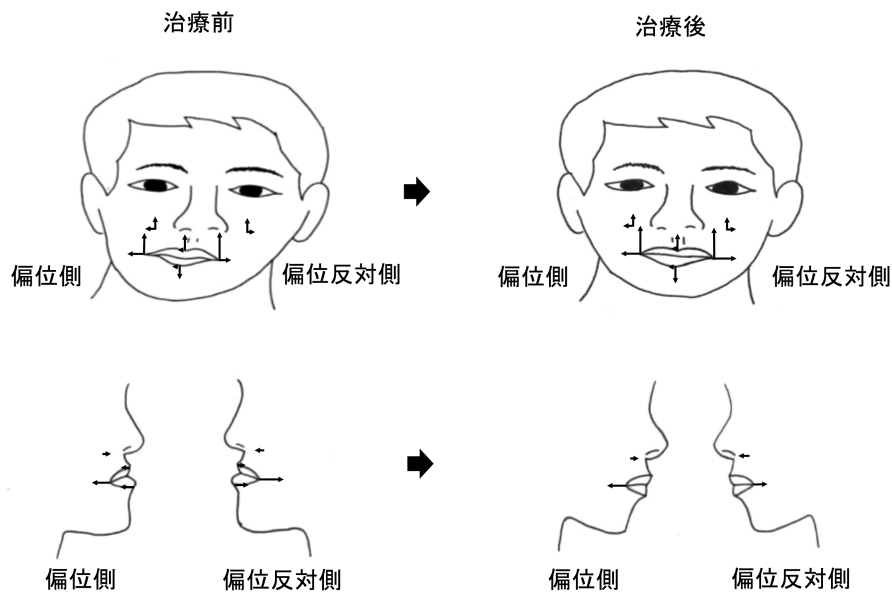


図4: スマイル時の口唇と頬部の移動量の治療前後の比較

対側口角は上方に8.7mm, 後方に8.6mm, 外方に3.5mm 移動し, 口角部水平距離は偏位側が偏位反対側に対して有意に大きい移動量を示し, 垂直距離は偏位側が偏位反対側に比べ有意に大きい移動量を示した. すなわち, 治療前の口角はスマイル時に偏位側が偏位反対側に比べ大きく外側へ移動し, 偏位反対側が偏位側に比べ大きく上方へ移動した.

治療後の口角では, 偏位側口角は上方に9.1mm, 後方に5.3mm, 外方に5.7mm, 偏位反対側口角は上方に9.4mm, 後方に4.4mm, 外方に5.4mm 移動し, 偏位側口角と偏位反対側口角の三次元方向の移動量に有意差は見られなかった.

治療前の頬部では, 偏位側頬部は上方に3.7mm, 前方に2.8mm, 外方に3.4mm, 偏位反対側頬部は上方に4.2mm, 前方に2.1mm, 外方

に2.1mm 移動し, 三次元方向ともに偏位側と偏位反対側で有意差を示さなかった. すなわち, 治療前はスマイル時に偏位側と偏位反対側の頬部は外上前方へ移動した. 治療後も, 偏位側と偏位反対側の頬部は, 治療前と同様にスマイル時に外上前方へ移動し, 偏位側と偏位反対側の間で有意差を示さなかった.

上唇中央と下唇中央の治療前と治療後におけるスマイル時の三次元方向の移動量の比較を表5に示す. 治療前, 上唇中央は上後方, 下唇中央は下後方へ移動し, 上唇中央と下唇中央の三次元方向の移動量の絶対値に有意差は見られなかった. 治療後も, 上唇中央は上後方, 下唇中央は下後方へ移動し, 上唇中央と下唇中央の三次元方向の移動量の絶対値に有意差は見られなかった.

偏位下前群の口角, 頬部, 上唇中央および下唇中央の治療前後におけるスマイル時の三次元方向

表5：治療前後におけるスマイル時の上唇中央と下唇中央の移動量の比較

	治療前				p	治療後				p
	上唇中央		下唇中央			上唇中央		下唇中央		
	mean	SD	mean	SD		mean	SD	mean	SD	
水平方向	0.7	0.4	1.1	1.0	NS	1.0	0.7	1.2	0.6	NS
垂直方向	5.1	1.9	-4.0	3.7	NS	5.1	2.2	-4.6	3.8	NS
前後方向	-3.3	2.0	-4.6	1.8	NS	-1.5	1.2	-2.9	2.5	NS

単位：mm, NS：Not significant

表6：口唇と頬部におけるスマイル時の三次元移動量の治療前後の比較

	治療前		治療後		p
	mean	SD	mean	SD	
上唇中央部水平距離	0.7	0.4	1.0	0.7	NS
上唇中央部垂直距離	5.1	1.9	5.1	2.2	NS
上唇中央部前後距離	-3.3	2.0	-1.5	1.2	NS
下唇中央部水平距離	1.1	1.0	1.2	0.6	NS
下唇中央部垂直距離	4.0	3.7	4.6	3.8	NS
下唇中央部前後距離	-4.6	1.8	-2.9	2.5	NS
偏位側口角水平距離	5.5	2.5	5.7	1.8	NS
偏位側口角垂直距離	7.8	2.9	9.1	1.9	NS
偏位側口角前後距離	-5.1	2.4	-5.3	1.7	NS
偏位反対側口角水平距離	3.5	2.0	5.4	2.2	NS
偏位反対側口角垂直距離	8.7	4.0	9.4	2.9	NS
偏位反対側口角前後距離	-8.6	3.3	-4.4	1.8	*
偏位側頬部水平距離	3.4	2.1	3.4	1.4	NS
偏位側頬部垂直距離	3.7	1.7	3.6	1.3	NS
偏位側頬部前後距離	2.8	1.9	3.3	1.2	NS
偏位反対側頬部水平距離	2.1	1.0	2.9	1.6	NS
非偏位側頬部垂直距離	4.2	2.1	3.8	1.8	NS
偏位反対側頬部前後距離	2.1	1.7	3.5	1.0	*

単位：mm, *：p<0.05, NS：Not significant

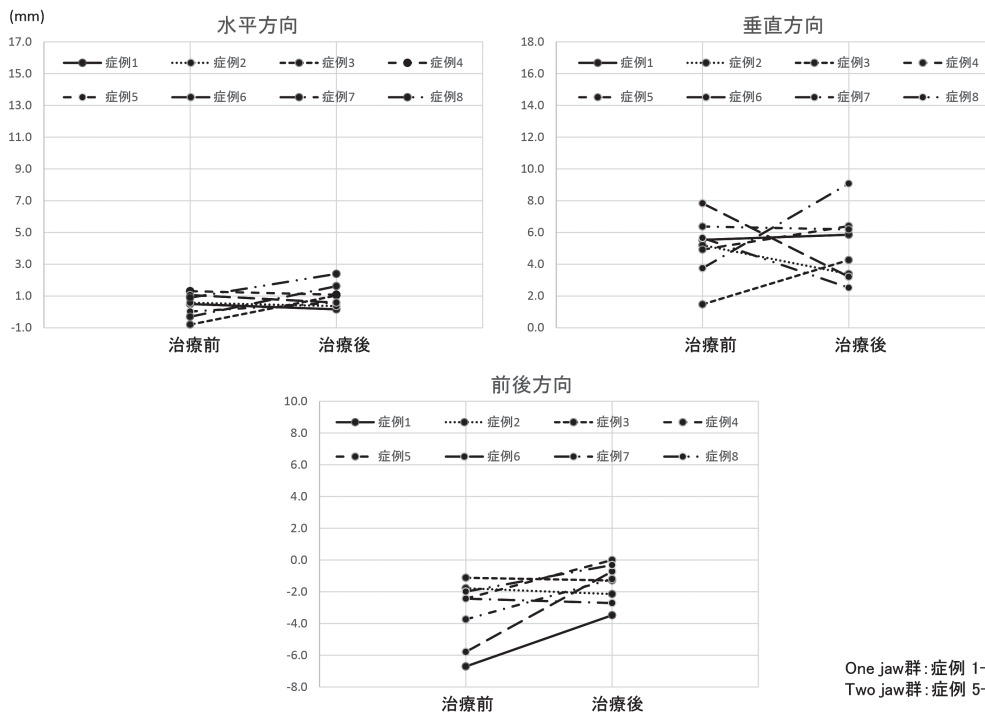


図5-1：上唇中央部の治療前後における移動量の変化

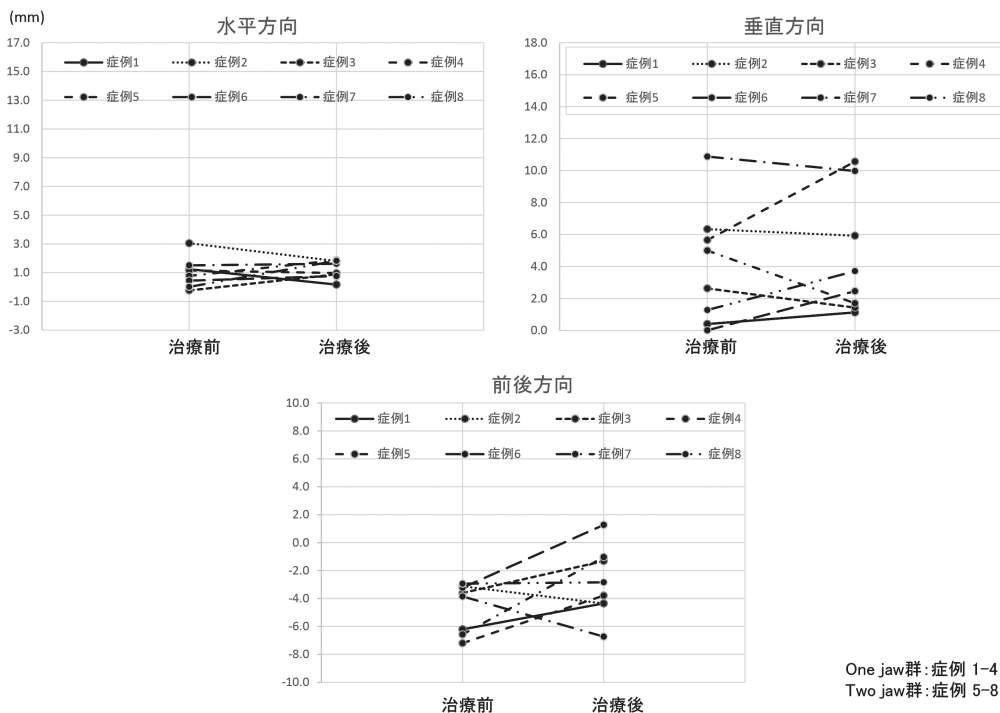


図 5-2 : 下唇中央部の治療前後における移動量の変化

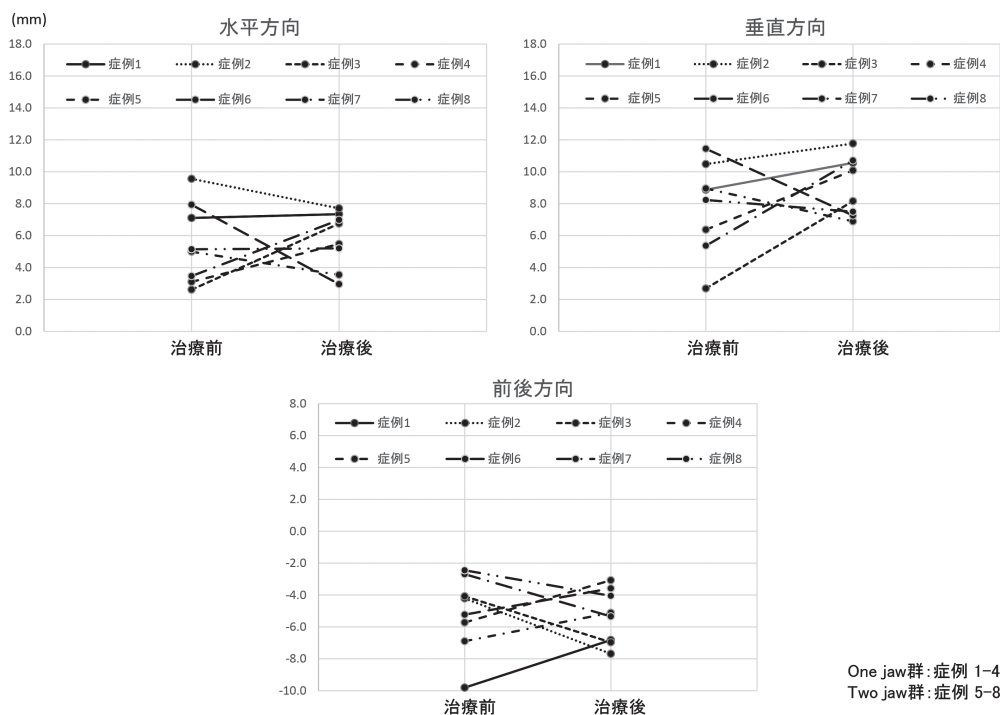


図 5-3 : 偏位側口角における治療前後の移動量の変化

の移動量の比較を表 6 と図 4, 5-1 ~ 6 に示す。偏位反対側口角前後距離が治療後有意に減少し, 偏位反対側頬部前後距離が治療後有意に増加した。また, 治療前に偏位側口角に比べ有意に小さ

い値を示した偏位反対側口角水平位距離と, 偏位反対側口角に比べ有意に小さい値を示した偏位側口角垂直距離は, それぞれ3.5mm から5.4mm, 7.8mm から9.1mm に増加した。

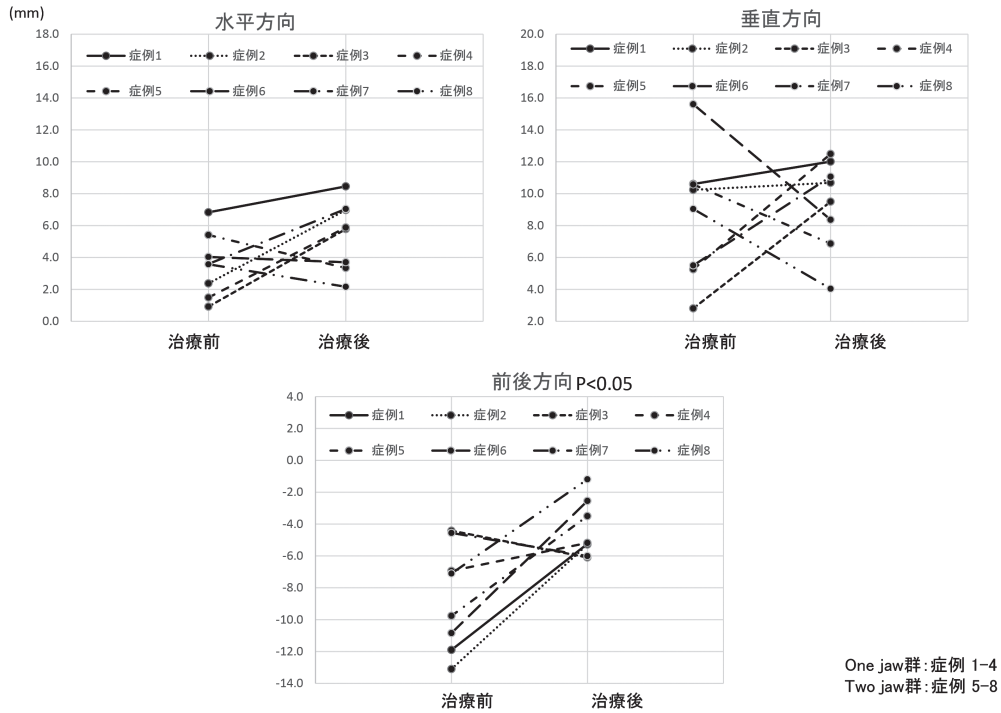


図 5-4 : 偏位反対側口角における治療前後の移動量の変化

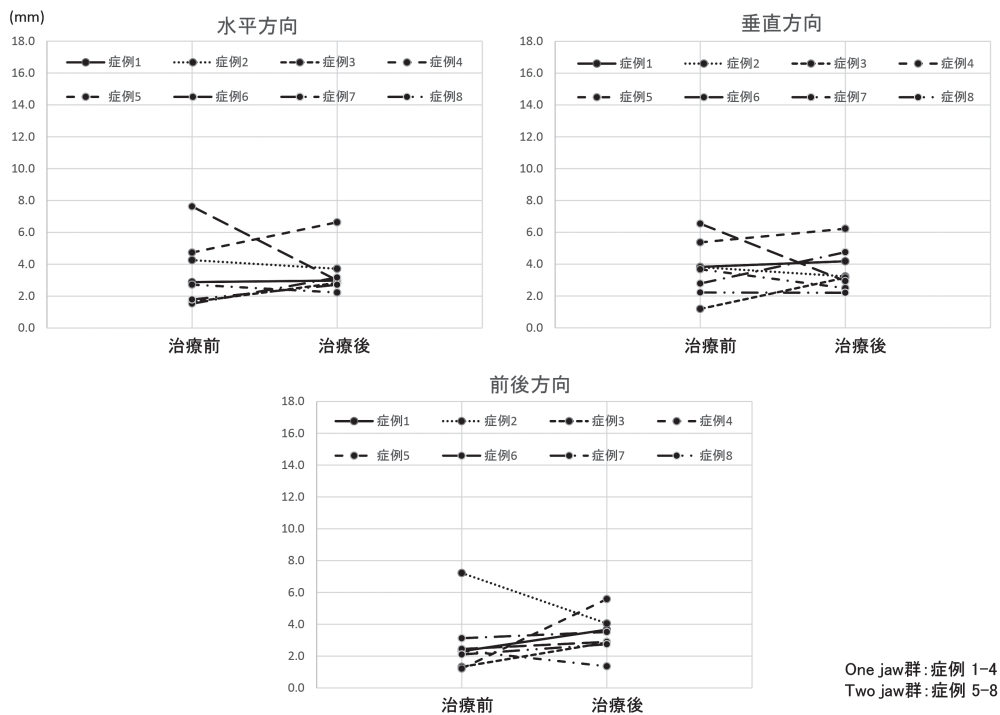


図 5-5 : 偏位側頬部における治療前後の移動量の変化

4. 偏位下前群と正常群によるスマイル時の軟組織運動の比較

正常群と偏位下前群の治療前と治療後における安静時からスマイル時の口角と頬部 (表 7), 上下口唇中央部 (表 8) の三次元方向の移動量の偏

位側と偏位反対側の比較を図 4 に示す. 治療前は, 偏位下前群の偏位側口角前後距離と偏位反対側口角水平距離が正常群に比べ有意に小さい移動量を示した. 治療後の偏位下前群の偏位側と偏位反対側の口角前後距離は, とともに正常群に比べ有

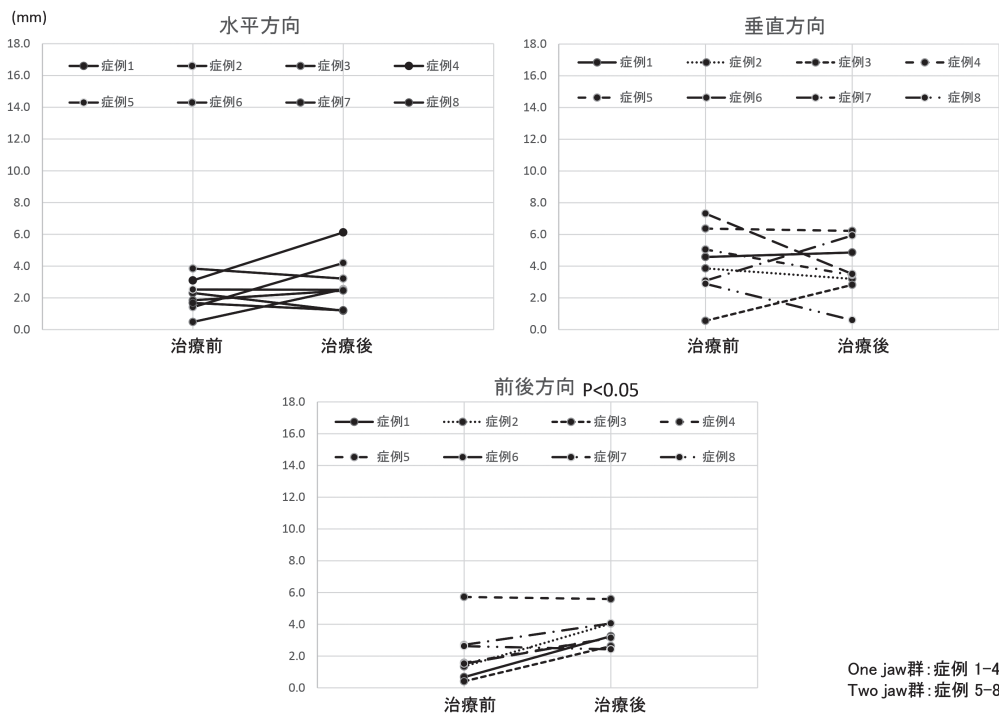


図 5-6 : 偏位反対側頬部における治療前後の移動量の変化

表 7-1 : 正常群と偏位下前群によるスマイル時の口角と頬部の偏位側と非偏位側の治療前における三次元移動量の比較

治療前	偏位側					偏位反対側				
	下顎前突者		正常咬合者		p	下顎前突者		正常咬合者		p
	mean	SD	mean	SD		mean	SD	mean	SD	
口角水平距離	5.5	2.5	7.2	2.0	NS	3.4	2.1	6.0	1.6	*
口角垂直距離	7.8	2.9	9.8	1.1	NS	8.7	1.7	9.5	1.2	NS
口角前後距離	-5.1	2.4	-7.7	2.2	*	-8.6	1.9	-7.7	2.9	NS
頬部水平距離	3.4	2.1	2.9	1.4	NS	2.1	1.0	2.7	1.0	NS
頬部垂直距離	3.7	1.7	3.2	1.0	NS	4.2	2.1	3.5	1.0	NS
頬部前後距離	2.8	1.9	2.8	1.4	NS	2.1	1.7	2.6	1.2	NS

単位 : mm, * : p<0.05, NS : Not significant

表 7-2 : 正常群と偏位下前群によるスマイル時の口角と頬部の偏位側と非偏位側の治療後における三次元移動量の比較

治療後	偏位側					偏位反対側				
	下顎前突者		正常咬合者		p	下顎前突者		正常咬合者		p
	mean	SD	mean	SD		mean	SD	mean	SD	
口角水平距離	5.7	1.8	7.2	2.0	NS	5.4	2.2	6.0	1.6	NS
口角垂直距離	9.1	1.9	9.8	1.1	NS	9.4	2.9	9.5	1.2	NS
口角前後距離	-5.3	1.7	-7.7	2.2	*	-4.4	1.8	-7.7	2.9	*
頬部水平距離	3.4	1.4	2.9	1.4	NS	2.9	1.6	2.7	1.0	NS
頬部垂直距離	3.6	1.3	3.2	1.0	NS	3.8	1.8	3.5	1.0	NS
頬部前後距離	3.3	1.2	2.8	1.4	NS	3.5	1.0	2.6	1.2	NS

単位 : mm, * : p<0.05, NS : Not significant

意に小さい移動量を示した。また、治療後の偏位下前群の下唇中央部前後距離は正常群に比べ有意に小さい移動量を示した。

考 察

1. スマイルの定義について

本研究では、スマイル運動の再現性を高くする

表8：正常群と偏位下前群によるスマイル時の上唇中央と下唇中央の三次元移動量の比較

	治療前下顎前突群		治療後下顎前突群		正常咬合群		治療前 vs 正常咬合群	治療後 vs 正常咬合群
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	p	p
上唇中央部水平距離	0.7	0.4	1.0	0.7	0.6	0.5	NS	NS
上唇中央部垂直距離	5.1	1.9	5.1	2.2	4.5	0.8	NS	NS
上唇中央部前後距離	-3.3	2.0	-1.5	1.2	-2.4	1.4	NS	NS
下唇中央部水平距離	1.1	1.0	1.2	0.6	1.1	0.7	NS	NS
下唇中央部垂直距離	4.0	3.7	4.6	3.8	4.2	1.9	NS	NS
下唇中央部前後距離	-4.6	1.8	-2.9	2.5	-6.7	4.0	NS	*

単位：mm, *：p<0.05, NS：Not significant

ために、Posed smileを適用した。Posed smileの定義は、感情に左右されない自発的な笑顔で、学習された挨拶で、持続可能と定義されている⁵⁾。このPosed smileの再現性については、Houstisら⁷⁾は、Posed smileは再現性が高く自然な笑顔と口唇形態が類似していることを示している。また、Rashedら⁸⁾、Havensら⁹⁾もPosed smileの高い再現性を報告している。これらのことから、本研究も、自発的な笑顔に類似して再現性の高いPosed smileを用いて、スマイル運動の検討を行った。

2. 被験者と方法

スマイル運動の解析には、自然なスマイルとPosed smileが解析されてきた^{5,10,11)}。Posed smileは再現性が高く¹²⁻¹⁴⁾、自然なスマイルに類似している⁹⁾ことから、本研究ではPosed smileを解析対象とした。スマイル時の口唇の動きの男女差については、自然な笑顔では、有意差はないことが報告されている¹⁵⁾が、Posed smileでは、男女差があることが示されている¹⁶⁾。本来であれば、男性あるいは女性に分けて、解析検討すべきであるが、本研究で調査できた偏位下前群は男性2名と女性6名と少なかった。そこで、本研究では偏位下前群と正常群の男女数を同数の男性2名と女性6名として、1つのグループとして解析した。また、本研究では、下顎前突群のOne jaw群とTwo jaw群の上顎の手術による移動が少なく、2群ともに下顎骨の後方移動により下顎前突を改善していたことから、One jaw群4名とTwo jaw群4名を1つのグループとして検討した。また、IMPAとFMIAは変化量が大きいものの有意差を示さなかった。今後は人数を増やし、性差と手術法を考慮した検討が必要と考えている。す

なわち、上顎骨の移動量が大きく、咬合平面の左右差が大きい症例でTwo jaw症例の手術後のスマイル運動の変化も研究したいと考えている。また、男性と女性で、Posed smileに違いがあることも報告されている¹⁵⁾ことから、今後は、被験者を増やし、性差による分類も検討すべきと考えている。

3. スマイル時の口唇と頬部の運動

スマイル時の口唇運動について、正常咬合者では口角は後上方に左右対称に移動し、口角の方が上唇中央よりも三次元移動量が多いことが示されている¹⁵⁾。すなわち、口角の移動距離は上唇中央部の移動距離に対して垂直方向には2倍、水平方向には7.6倍、前後方向には1.7倍と示されている¹⁵⁾。一方、不正咬合者のスマイルについては、上顎前突ではAngleⅡ級1類で、正常咬合者よりも上下口唇中央部に対してスマイル時に口角が下方に位置することが示されている¹⁷⁾。また、反対咬合者でも、骨格性下顎前突で正常咬合者よりもスマイル時に口角は上下口唇中央部に対して口角は下方に位置することが示されている³⁾。下顎骨偏位を伴う骨格性下顎前突症のスマイル時の口唇の運動については、偏位反対側口角が偏位側よりも有意に大きく上方に移動し、下唇中央部の後方移動量が上唇中央部よりも有意に大きいことが示されている¹⁸⁾。本研究の偏位下前群の治療前でも、偏位反対側口角の上方移動量が偏位側に比べ有意に大きい値を示し、過去の報告¹⁸⁾と同様な結果が得られた。これは、偏位症例の口角は偏位側が偏位反対側より上方にある¹⁹⁾ため、本藤ら¹⁸⁾が考察しているように偏位反対側口角が偏位側口角よりも上方へ移動することで、スマイル時に軟組織の非対称を補償していることによると考えられ

た. 一方, 本研究では下唇中央部と上唇中央部の後方移動量は有意差を示さなかった. 本藤らは, 下唇中央部の後方移動量が上唇中央部よりも有意に大きい理由として, 前後方向では下顎骨の突出にあわせて下唇の方が上唇よりも前方へ突出しているため, 口唇をラバーバンド状に被う口輪筋がスマイル時に下唇を後方へ牽引していると考察している. 本研究の被験者は ANB 4.2°, 本藤らは ANB 4.9° であった. すなわち, 本研究の上下顎骨の前後差が本藤らの被験者よりも少ないことから, 本研究では下唇中央部と上唇中央部の後方移動量に有意差が見られなかったと推察された.

治療後の Posed smile については, Islam ら³⁾ は写真を用いた二次元解析の研究で, 骨格性下顎前突者では, 外科的矯正治療後にスマイル時の口角の外上方への移動量が増加して, 正常咬合者と類似することを示している. Mishima ら¹⁶⁾ は, 三次元的成分分析により上唇の側方と後方へのシフトが増加することを示している. 本研究では, 偏位反対側と偏位側の口角は外方と上方への移動量に有意差は見られなかった. 今後, 症例数を増やし, 検討が必要と考えている.

偏位下前群では, 治療前に口角の水平距離と垂直距離で偏位側と偏位反対側で有意差を示した. 口角水平距離は偏位反対側の移動距離の増加で有意差が消失し, 口角垂直距離は偏位側の増加量が偏位反対側よりも大きく有意差が消失した. また, 偏位反対側口角前後方向の移動距離が有意に減少し, 偏位側口角前後方向とはほぼ同様な移動量となった. その結果, 治療前にみられた偏位側と偏位反対側口角の3方向の非対称性は改善した. 同じように下顎骨偏位を伴う骨格性下顎前突者のスマイル運動を検討した藤澤ら⁴⁾ は, 治療前後の口唇の位置の変化について検討し, 偏位側口角の変化が偏位反対側口角に比べて小さく, 口角の対称性は主に偏位反対側の口角の位置が変化することにより改善を示したと報告している. 本研究でも藤澤ら⁴⁾ の報告と同様に偏位反対側口角の前後方向と水平方向の移動量の変化量が大きかったが, 偏位側口角の上方移動量も増加した. この違いは, 本研究では口角を上方に移動する Posed smile を検討し, 藤澤ら⁴⁾ は「イー」と発音する運動を検討した違いによると考えられた.

本研究の治療前に見られた非対称なスマイル時

の水平方向と垂直方向の口角の移動は, 術後の偏位反対側口角の水平距離と偏位側の垂直方向がともに増加して治療前の非対称性が改善した. このスマイル運動の対称性の改善は, 手術による上下顎骨の水平的非対称性の改善によるスマイル運動に関与する筋肉の付着部の非対称性の改善に伴うものと考えられた. 偏位側口角垂直方向と偏位反対側口角水平方向の移動量の増加の要因は, 治療後の下顎骨の後方移動と垂直的下顔面高の減少により, 口唇のまわりの軟組織に余裕が生じ, スマイル時にラバーバンド状の口輪筋を牽引する大頬骨筋が牽引しやすくなり, 偏位側口角の垂直方向と偏位反対側口角の水平方向の移動量が増加したことによると推察された.

偏位下前群の頬部では, 治療前後ともに偏位側と偏位反対側で非対称はみられず, 治療前は正常群との差はみられなかったが, 治療後, 偏位反対側頬部の前方移動量が有意に増加し, 偏位側頬部も有意差は無いが増加した. これは, 本研究で下顎骨が後退した結果, 硬組織に対する顔面軟組織の量が増えたため, スマイル時に偏位側と偏位反対側の頬部が, より前方に移動した可能性が考えられた.

偏位下前群と正常群の Posed smile との比較では, 偏位下前群の治療前の偏位反対側口角の外方移動量と偏位側口角の後方移動量が正常群に比べ有意に小さい値を示した. 治療後は, 偏位反対側口角の外方移動量は増加して, 正常咬合者と差は無くなったが, 偏位側と偏位反対側の口角の後方移動量は, ともに有意に小さい値を示した. また, 下唇中央部の後方移動量も治療後, 正常咬合者に比べ有意に小さい値を示した. これは, 下顎骨の後退により, 下顎骨の前後の奥行きが減少したのに対し軟組織の容量は変化しないことから, 偏位側と偏位反対側の口角および下唇中央部の後方移動量が減少した可能性が考えられた.

術後の軟組織運動の改善のためには, 運動療法が必要となるが, ほとんど報告されていない. スマイルトレーニングについては, PC で表情筋のパラメータを設定して, トレーニングする方法が用いられている^{20,21)}. さらに, 他者の特定の印象を高めるために, 他者視点を重視したトレーニングの必要性が指摘されている²¹⁾. 今後, 顎変形症患者の術後のスマイルをさらに改善するための軟

組織トレーニングとして、PCを用いたトレーニングを取り入れることが重要と考えられた。以上、本研究から、外科的矯正治療により正常者とは異なるものの下顎骨偏位を伴う骨格性下顎前突者の非対称なスマイルの改善が示された。

本論文に関する著者の利益相反 (COI) なし。

文 献

- 1) Tjan AH, Miller GD and The JG (1984) Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent* **51** : 24-8.
- 2) 石川貴子, 齊藤陽子, 村岡史麻, 北原 亨, 五百井秀樹, 中島明彦 (2007) 正常咬合者および顎変形症患者のスマイル動作の三次元解析. *Orthod Waves-Jpn Ed* **66** : 92-105.
- 3) Islam R, Kitahara T, Naher L, Hara A and Nakata S (2010) Lip morphology changes following orthognathic surgery for Class III malocclusion. *Angle Orthod* **80** : 344-53.
- 4) 藤澤靖子, 赤池 駿, 関屋利子, 城所明光, 中岡一敏, 濱田良樹, 中村芳樹 (2018) 両側下顎枝矢状分割法を適用した下顎側方偏移を伴う骨格性下顎前突患者の治療前後のスマイルの三次元的変化. *日顎変形誌* **27** : 175-82.
- 5) Ackerman JL, Ackerman MB, Brensinger CM and Landis JR (1998) A morphometric analysis of the posed smile. *Clin Orth* **1** : 2-11.
- 6) Sassouni V and Edward JF (1971) *Orthodontics in dental practice* The C. V. Mosby Company Saint Louis : 332-7.
- 7) Houstis O, Dudic A and Kiliaridis S (2010) Intraobserver reliability of the 2-dimensional analysis of facial expressions. *J Oral Maxillofac Surg* **68** : 1498-503.
- 8) Rashed R and Heravi F (2010) Lip-tooth relationships during smiling and speech: an evaluation of different malocclusion types. *Aust Orthod J* **26** : 153-9.
- 9) Havens DC, McNamara Jr JA, Sigler LM and Baccetti T (2010) The role of the posed smile in overall facial esthetics. *Angle Orthod* **80** : 322-8.
- 10) Van der Geld PA, Oosterveld P, van Waas MAJ and Kuijpers-Jagtman AM (2007) Digital videographic measurement of tooth display and lip position in smiling and speech: reliability and clinical application. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **131** : 301.e1-8.
- 11) Mishima K, Umeda H, Nakano A, Shiraishi R, Hori S and Ueyama Y (2014) Three-dimensional intra-rater and inter-rater reliability during a posed smile using a video-based motion analyzing system. *J Craniomaxillofac Surg* **42** : 428-31.
- 12) Hulsey CM (1970) An esthetic evaluation of lip-teeth relationships present in the smile. *Am J Orthod* **57** : 132-44.
- 13) Odysia H, Alexander D and Stavros K (2010) Intraobserver reliability of the 2-Dimensional analysis of facial expressions. *J Oral Maxillofac Surg* **68** : 1498-503.
- 14) Ackerman MB and Ackerman JL (2002) Smile analysis and design in the digital era. *J Clin Orthod* **36** : 221-36.
- 15) Sawyer AR, See M and Nduka C (2010) Quantitative analysis of normal smile with 3D stereophotogrammetry—an aid to facial reanimation. *J Past Reconstr Aesthet Surg* **63** : 65-72.
- 16) Mishima K, Nakano A, Umeda H, Shiraishi R and Ueyama Y (2015) Gender differences in posed smiles using principal component analysis. *J Craniomaxillofac Surg* **43** : 144-8.
- 17) Islam R, Kitahara T, Naher L, Hara A and Nakashima A (2009) Lip morphological changes in orthodontic treatment Class II division 1 malocclusion and normal occlusion at rest and on smiling. *Angle Orthod* **79** : 256-64.
- 18) 本藤景子, 山田一尋 (2016) 下顎骨側方偏位量と骨格性下顎前突者のスマイル時の口唇運動と正面顎顔面骨格形態の関連. *Orthod Waves-Jpn Ed* **75** : 89-96.
- 19) Yamashita Y, Nakamura Y, Shimada T, Nomura Y and Hirashita A (2007) Asymmetry of the lips of orthognathic surgery patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **136** : 559-63.
- 20) 高見 愛, 伊藤京子, 西田正吾 (2007) 表情トレーニングのための笑顔の定量的評価方法の検討. *電子情報通信学会技術研究報告* **107** : 25-30.
- 21) 埴淵俊平, 伊藤京子, 西田正吾 (2009) 表出時の変化に伴う笑顔の印象変化の分析: 表情表出過程トレーニング支援に向けて. *電子情報通信学会技術研究報告* **109** : 35-40.