

原 著

下顎前突症患者における内側翼突筋の3次元的评价 ——CT画像再構築による分析——

桃井 裕 有地 淑子* 勝又 明敏** 吉田 憲司*** 増岡 尚哉
名和 弘幸 有地 榮一郎* 後藤 滋巳

愛知学院大学歯学部歯科矯正学講座

*愛知学院大学歯学部歯科放射線学講座

**朝日大学歯学部歯科放射線学講座

***愛知学院大学歯学部口腔外科学第一講座・愛知学院大学歯学部附属病院顎変形診療部

MOMOI Yutaka, ARIJI Yoshiko*, KATSUMATA Akitoshi**, YOSHIDA Kenji***,
MASUOKA Naoya, NAWA Hiroyuki, ARIJI Eiichiro* and GOTO Shigemi

Department of Orthodontics, Aichi-Gakuin University School of Dentistry

*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Aichi-Gakuin University School of Dentistry

**Department of Oral Radiology, Asahi University School of Dentistry

***First Department of Oral and Maxillofacial Surgery・Maxillofacial Deformity clinic, Aichi-Gakuin University School of Dentistry

キーワード：3 DCT, 内側翼突筋, 下顎前突症

抄録：以前より内側翼突筋の走行方向・面積については多くの研究が行われ、その評価と顎顔面の形態との関連性が示唆されてきた。しかし、多くの研究は2次元の評価であり、コンピュータ上で3次元的な方向を考慮し評価した研究は少ない。今回われわれは、本学歯科放射線学講座に所蔵の骨格的不調和を認めず咀嚼筋に疾患を持たない82人（健常群、平均年齢25.5歳）を抽出し、これを対照として左右対称な下顎前突症患者35人（患者群、平均年齢22.5歳）の外科手術前のCT画像データを分析した。コンピュータ上で内側翼突筋のトレースを行い筋肉の中心を求め、その画像を3次元画像構築し、筋肉の走行方向と断面積を求めた。走行方向・面積について左右差の検定と健常者と下顎前突症患者の2群間の比較を行った結果、健常者群、下顎前突症患者群ともに内側翼突筋の走行方向・面積に左右差は認められなかった。

健常群と患者群の比較では、患者群が走行方向の角度・面積ともに健常群に対して有意に小さい値を示した（ $p < 0.01$ ）。

今回計測した健常群の走行方向は以前の報告と比べて前額面、矢状面ともに大きな値を示し面積に関しては今回の数値の方が小さな値を示した。

下顎前突症患者の内側翼突筋の走行方向は、健常者のそれに対し前額面から見るとより垂直に、矢状面から見

るとより前方に傾斜し走行していた。また面積も小さい値を示していた。

(Orthod Waves 61(5) : 343~349, 2002)

Three-dimensional evaluations of the medial pterygoid muscle in patients with mandibular prognathism ——Analysis through use of reconstructed CT images——

Abstract : Although many 2-dimensional studies focused on the relationship of the skeletal morphology with the orientation and area of the medial pterygoid muscle, there were very small number of reports for 3-dimensional (3D) evaluations. In this study, we compared the orientation and area of the medial pterygoid muscle of mandibular prognathism patients with those of normal subjects on 3D reconstructed CT images.

Thirty mandibular prognathism patients without asymmetry were investigate in comparison with 82 normal subjects. The outline of the muscles were traced and reconstructed 3-dimensionally on a per-

sonal computer. The angle and cross-sectional area of the muscles were determined on these 3 D images.

There were significant difference in orientation and area between normal subjects and patients with prognathism ($p < 0.01$).

The angle between the FH plane and the muscle orientation was larger in normal subjects those that in

previous reports, while the area was slightly smaller.

The medial pterygoid muscle orientations (θ_x and θ_y) in patients with mandibular prognathism were smaller than those in normal subjects on both frontal and sagittal plane.

(Orthod Waves 61(5) : 343~349, 2002)

緒 言

成人患者においては、矯正治療のみで不正咬合の改善が困難である骨格的な不調和を持つ者が少なくない。このような症例においては外科手術を併用した矯正治療を選択する場合が多いが、外科的矯正治療は顎骨の位置を直接変化させるため、顎骨のみでなく咀嚼筋を含む軟組織に急激な変化が起きているものと予想される^{1,2)}。そして、われわれは外科的矯正治療を行った下顎前突症患者において問題の一つである後戻りが起こる機序に、咀嚼筋が何らかの関与をしていると考える。Weijers ら³⁾は軟組織と顎骨の関係について、咀嚼筋は顎骨の成長発育に密接に関係すると報告しており、また、咀嚼筋と顎骨の形態的な関連についての報告は多い^{4~9)}。しかし、咀嚼筋の特徴を面積において顎骨と関連づける報告は多いが、筋肉の走行方向についてのものは少なく、計測方法もさまざまに非常に複雑であるという問題点がある。

近年、コンピュータ断層法 (CT) や磁気共鳴画像検査法 (MRI) の出現によって咀嚼筋を直接観察することが可能となり、これらを用いた研究もなされるようになった。咬筋や内側翼突筋の断面積については多くの報告があるが、これは健常者についてのものであり、顎骨変形との関連はわずかに van Spronsen ら^{10,11)}によって長顔面の正常咬合者における咬筋、内側翼突筋の分析が報告されているにすぎない。われわれも下顎前突症患者の咀嚼筋を CT 3 次元再構築画像によって解析することにより、咬筋についての報告をすでに行った¹²⁾。

しかし、CT や MRI 画像上の筋肉の断面積の大小はスキャン方向に左右されるため、従来の撮影方法では同一被験者の同一部位でも撮影状態によっては面積が異なる。このため Koolstra ら¹³⁾は各咀嚼筋の走行に極力直角となるような断面積を得るために、CT や MRI のスキャン方向を FH 平面に対して一定の角度を保って撮影することを提唱した。しかし、この方法においても被験者間の誤差が生じるため、筋肉の走行方向を求めた上でそれに直角となるように画像上の断面積を補正する方法が合理的である。そこで、本研究では補正法を用い、健常者と下顎前突症患者の内側翼突

筋の走行方向や面積の違いの特徴を明確にすることを目的とし、今回はまず左右対称と思われる症例について分析し検討することとした。

対象と方法

I. 対象

下顎前突症患者 (以下患者群) は、愛知学院大学歯学部附属病院において下顎骨後退術を施行した症例のうち、先天性疾患に起因せず、ANB が 0° 以下で術前の CT 検査において内側翼突筋が十分にスキャン範囲内に含まれており、矯正診断において左右の対称性に問題がないとされた成人患者 39 例 (男性 14 例、女性 25 例) である。今回、骨格的に左右対称な症例の筋肉の走行方向・面積を分析することとしたので、正面頭部エックス線規格写真 (P-A) の計測において ± 1 SD を外れた左右差の著しいサンプルは除外することとした。その結果、対象例数は健常群では変化なかったが、患者群では 9 例が除外され対象は 30 例 (平均年齢 22.6 ± 5.1 歳、男性 10 例、女性 20 例) となった。

健常者 (以下健常群) は、愛知学院大学歯学部附属病院および朝日大学歯学部附属病院に蓄積された CT 画像ファイルから、患者群と年齢差が生じないように抽出された 82 例 (平均年齢 22.5 ± 5.1 歳、男性 40 例、女性 42 例) を用いた。これらはすべて上顎洞炎や埋伏下顎智歯などの診断の目的で CT 検査を行った症例で、内側翼突筋が十分にスキャン範囲内に含まれており、咀嚼筋に異常がなく、喪失歯のない大臼歯の対咬関係が Angle I 級正常咬合 (叢生は含む) で骨格的な II 級、III 級症例や overjet, overbite に問題のある症例は対象から除外した。

II. CT 検査法

撮影に用いた装置は Somatom art (SiemensAG, Erlangen, ドイツ) と X-Vision (Toshiba Co., 東京) でスライス厚は 2 mm あるいは 3 mm で、Window 幅は 300, Window 値は 30 とし、スライス方向は FH 平面あるいは咬合平面と平行にスキャンされていた。

III. 画像解析方法

CT 画像データをパーソナルコンピュータ

(Macintosh Power Book G 3/500, Apple computer inc, Cupertino, CA., U. S. A.) に転送し以下の手順で解析を行った。

まず、画像編集ソフトウェア (Adobe Photoshop, Adobe Systems Incorporated., U. S. A.) を用い、軸位断 CT 画像上で内側翼突筋の外形線をトレースし、内側翼突筋断面の長軸を決定した。長軸の midpoint を求め、構築された 3 次元画像上で midpoint が明示されるように軸位断面上にプロットした (図 1)。プロットは 2 スライス毎に行い、3 次元画像構築ソフトウェア (Voxblast, VeyTek Inc., U. S. A.) を用いてボリュームレンダリング法による 3 次元画像を作製した。作製した 3 次元画像は、前額面および矢状面から内側翼突筋を観察するよう画像を調節した。画像観察は両側の外耳孔と左側の眼点を含む平面 (FH 平面) が水平となるようにして行った。両側の外耳孔が重なる画像を矢状面観とし、正中で左右に分けて構築したものをそれぞれ内側から観察するようにした (図 2-A)。この画像を 90° 回転して後方から観察するようにした画像を前額面観とした (図 2-B)。それぞれの 3 次元画像上に明示された各スライス midpoint を結ぶ直線を、最小二乗法で求め筋肉の中心軸とした (図 3)。前額面観および矢状面観における筋肉の中心軸が FH 平面に対し垂直な直線とのなす角度を、それぞれ θ_x , θ_y とした。 θ_x , θ_y の決定にあたっては画像編集ソフトウェア上で各 midpoint の座標を読み取り、これを最小二乗法計算用のソフトウェア (最小二乗法計算機) に入力し、直線を求めた。この直線の傾きは $\tan \alpha$ となり、 $\alpha = \tan^{-1}(\tan \alpha)$ であることより α を求め FH 平面に垂直な直線とのなす角度 (θ_x , θ_y) を算出した。そして、 θ_x の場合、FH 平面に対し垂直な直線に対して起始からより頬側に走行しているものは (+)、より内側に走行しているものは (-) とした。 θ_y も同様の直線を基準とし、起始からより後方に走行しているものは (+)、より前方に走行しているものは (-) とした (図 4)。

内側翼突筋の面積は軸位断像上で画像編集ソフトウェアを用いて計測した。計測に用いた軸位断像は、過去の報告¹⁴⁾を参考とし、内側翼突筋が最大断面積を示すとされる下顎孔レベルより上方 8 mm の位置に相当するスライスを採用した。この面積を、筋肉の走行方向 (中心軸) に対して 3 次元的に垂直となるように補正した。補正には先に求めた角度 (θ_x , θ_y) を用いて次式によった (図 5)。

$$A = A_0 \cdot \cos \theta$$

$$\left(\begin{array}{l} A: \text{補正後の面積, } A_0: \text{補正前の面積,} \\ \theta = \tan^{-1} \sqrt{\{\tan \theta_x\}^2 + \{\tan \theta_y\}^2} \end{array} \right)$$

IV. 再現性の検証

対象の計測に先立って 3 つの計測値 (θ_x , θ_y , A)

について測定精度を検証した。無作為に抽出した患者群 5 例と健常群 5 例においてそれぞれ 2 回計測を行い、次式 (Dahlberg's formula) によって測定誤差 (Se) を求めた。

$$Se = \sqrt{(\sum (d_1 - d_2)^2) / 2n}$$

(d_1 , d_2 : 2 回の計測値, n : 計測対象数)

V. 統計分析

各計測値の左右差については Willcoxon の符号付順位検定を、健常群と患者群との差の検定には一元配置分散分析法 (one-factor ANOVA) および Mann-Whitney 検定を用いた。相関の検定および相関係数の決定は Spearman の順位相関を用いた。

結 果

I. 誤差の検定

誤差の検証を行った結果、 θ_x , θ_y , 面積の測定誤差 (Se) はそれぞれ 0.233°, 0.005°, 0.084 mm² となり、計測値に比較して十分に小さかった。

II. 各計測値の測定結果

計測結果を表 1 に示す。すべての計測値において左右の値は高い相関を示した (表 2)。筋肉の走行方向 (θ_x , θ_y) 面積について、健常群、患者群ともに左右差は $p < 0.01$ では認められなかったが、 $p < 0.05$ においては健常群の“男女全体の θ_x ”, “男女全体の面積”, “女性の面積”, 患者群では“男性の θ_y ”, “男性の面積”において有意差が認められた。

走行方向においては、健常群と患者群に $p < 0.0001$ で有意差を認めた。 θ_x は患者群で小さく、前額面観でより垂直に近い走行を示す傾向にあった。 θ_y も患者群で小さく走行は矢状面観で前方に傾斜する傾向にあった。

断面積に関しては性差を考慮し、健常群と患者群を性別に分けた結果、“健常群の面積と患者群の面積”についてはすべて健常群の面積が有意に大きいことが示された ($p < 0.05$) (表 3)。“健常群と患者群それぞれの群における男女差”については、健常群においては男性の面積が有意に大きいことが示された ($p < 0.05$) が、患者群では有意差が認められなかった (表 4-1, 2)。

考 察

I. 分析方法について

咀嚼筋の走行方向は顎骨の発育や形態と関連するとされ、さまざまな予測方法がある。咬筋の走行方向を頭部 X 線規格写真上で筋肉の起始と停止を結ぶ直線によって代表させる方法は従来から行われていた^{9,13)}。このように多くの咀嚼筋の走行方向の計測法が

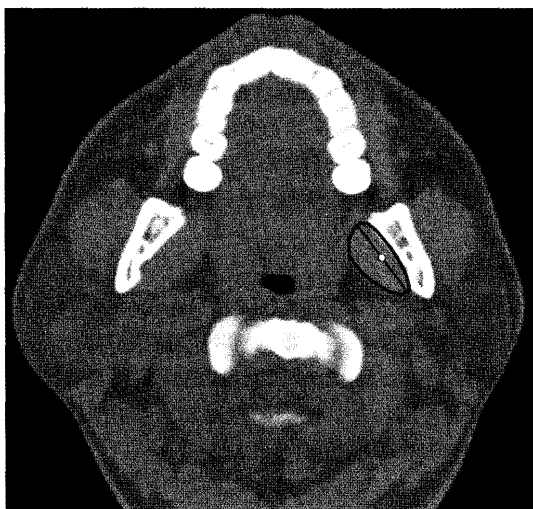


図 1 内側翼突筋のトレースと長軸の midpoint のプロット

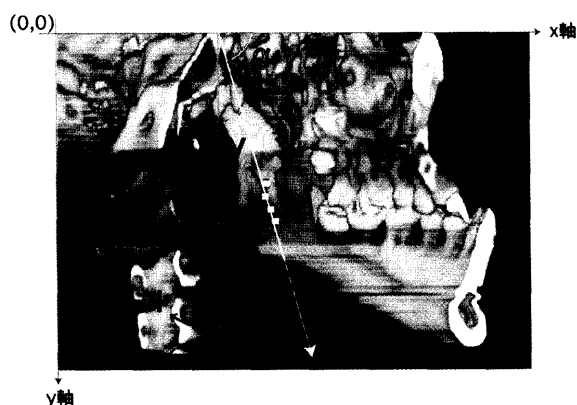
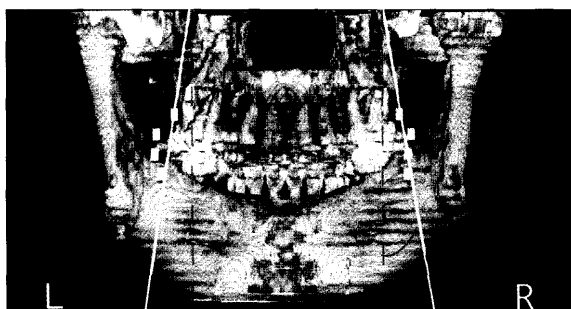
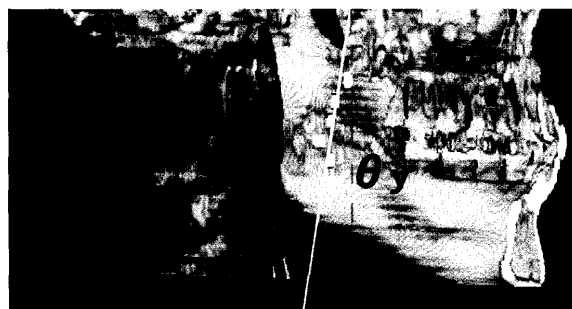


図 3 内側翼突筋の走行方向の求め方



A



B

図 4 前額面観・矢状面観における内側翼突筋の走行方向

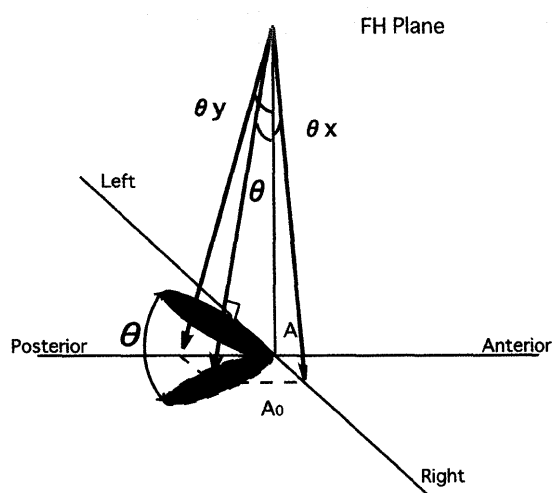


図 5 筋肉の走行方向に対して垂直な面積 (模式図)

考案される中, Koolstra ら¹⁵⁾は centroid method と呼ばれる方法を提唱した. この方法ではまず断層画像の各スライスにおいて筋肉の断面の形態をトレースして, その重心を求める. 次に最小二乗法によってこれらの重心を通る直線を決定し, これを筋肉の走行方向とするものである. van Spronsen ら¹¹⁾はこの方法によって, 健常者の咬筋や内側翼突筋の走行方向を求めているが, 計算が複雑であり, CT 画像のフィルムをそれぞれトレーシングペーパーにトレースし, それを画像構築する手法を採用しているため日常の臨床に応用して各症例の検討を行うには不便である. 一方, 先にわれわれは咬筋について CT 3 次元再構築画像による解析結果を報告したが¹²⁾, 走行方向は側方からみた画像で咬筋前縁を通る直線によって代表させた. 咬筋の場合は前縁が明瞭であり, 走行方向の決定は容易であった. しかし, この方法では筋肉の 3 次元的な走行方向の決定はもとより正面から見た場合の走行方向も決定できない.

また, 内側翼突筋では側面像においても前縁を決定するのは困難であり, 簡単に走行方向を代表させるパ

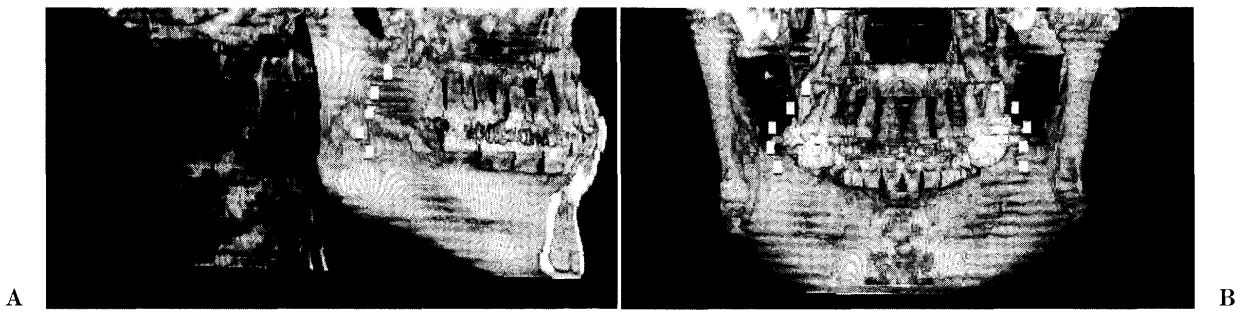


図 2 画像構築後の矢状面観と前額面観

表 1-1 健常者と下顎前突症患者的の θ_x の計測結果

		θ_x (°)		
		right	left	
健常者群	male	18.21±10.20	17.50±10.23	N. S.
	female	11.39±8.24	11.21±8.38	N. S.
	total	14.72±9.81	14.28±9.79	*
下顎前突症群	male	2.00±2.24	1.95±3.06	N. S.
	female	1.15±7.03	0.75±7.19	N. S.
	total	1.43±5.84	1.15±6.09	N. S.

*: $p < 0.05$ N. S.: 有意差なし表 1-2 健常者と下顎前突症患者的の θ_y の計測結果

		θ_y (°)		
		right	left	
健常者群	male	10.21±6.19	9.47±6.18	N. S.
	female	9.58±5.98	9.98±6.05	N. S.
	total	9.89±6.05	9.73±6.08	N. S.
下顎前突症群	male	-8.30±8.26	-9.35±8.58	*
	female	-8.73±8.28	-8.85±8.20	N. S.
	total	-8.58±8.13	-9.01±8.18	N. S.

*: $p < 0.05$ N. S.: 有意差なし

表 1-3 健常者と下顎前突症患者的の面積の計測結果

		area (mm ²)		
		right	left	
健常者群	male	237.99±46.99	236.00±47.42	N. S.
	female	207.39±33.61	203.51±32.53	*
	total	222.32±43.42	219.36±43.42	*
下顎前突症群	male	183.46±15.19	180.62±16.22	*
	female	176.89±10.85	179.02±14.38	N. S.
	total	179.08±12.60	179.55±14.75	N. S.

*: $p < 0.05$ N. S.: 有意差なし

ラメータは設定できなかった。この問題を解決し3次元的な走行方向を決定するには、Koolstra ら¹⁵⁾の方法

表 2 左右の相関

		相関係数	
健常者群	θ_x	0.968	
	θ_y	0.907	
	area	0.967	
下顎前突症群	θ_x	0.978	
	θ_y	0.987	
	area	0.978	

表 3 健常者と下顎前突症患者における男女別面積の比較

		健常者群	下顎前突症群	
male	right	237.99±46.99	183.46±15.19	*
	left	236.00±47.42	180.62±16.22	*
female	right	207.39±33.61	176.89±10.85	*
	left	203.51±32.53	179.02±14.38	*

*: $p < 0.05$ (mm²)

表 4-1 健常者男女間の面積の比較

	male	female	
Area R	237.99±46.99	176.89±10.85	*
Area L	236.00±47.42	179.02±14.38	*

*: $p < 0.05$ (mm²)

表 4-2 下顎前突症患者男女間の面積の比較

	male	female	
Area R	183.46±15.19	176.89±10.85	N. S.
Area L	180.62±16.22	179.02±14.38	N. S.

N. S.: 有意差なし (mm²)

を採用するのが適切と考えられた。しかし、前述のように、非常に煩雑な操作を必要とするので、これを簡略化する必要があった。またわれわれは最終的には症例個々の解析を目指しているので、それを可能とする

ためにも独自のシステムを開発する必要に迫られた。本研究ではほとんどの作業をパーソナルコンピュータ上で行うシステムを構築したが、その計測の再現性は十分に満足できるものであった。本システムは他の咀嚼筋への応用が容易であり、さらに改良を重ね、高性能のコンピュータを導入し、画像構築時間を短くすることにより、臨床使用も可能になると考える。

II. 健常者の計測結果について

走行方向については、過去に Koolstra ら¹⁵⁾および van Spronsen ら⁴⁾の報告がある。これらは今回の健常者の結果よりも大きい値ではあるが、左右の対称性については彼らも前額面・矢状面ともに左右対称としており、今回の結果と同様の傾向を示していた。計測結果の差は計測方法の違いやサンプルの違いなどによるものが考えられ、他にも人種、年齢分布の違いに起因したものも関与するのではないかと推察された。

CT あるいは MRI を用いた内側翼突筋の断面積に関しては比較的多くの報告がされている^{5,6,10,16,17)}。健常者について多くは 300~400 mm²の値を報告している。断面のスキャンの方向は FH 平面に平行としたもののや、FH 平面に 30°の角度をもっているものなどがあり一定ではない。このことが各報告の値に差がみられる原因の一つと考えられる。しかし、面積計測に使用した断面の頭尾側的な位置は表現の違いはあるものの、ほぼ断面積が最大となるレベルであり、各報告でおおむね一致していると考えられた。われわれの今回の結果をこれらの報告と比較すると、明らかに小さな値となっていた。今回の研究では走行方向に直角な面積になるように 3 次元的に補正を行った。その結果、筋肉の面積はスライス画像上の計測値よりも小さい値になったと考えられる。van Spronsen⁴⁾や Koolstra¹⁵⁾らは走行方向は算出しているものの、それによって面積の 3 次元的な補正は行っていない。下顎前突症のように走行方向が大きく変化する症例では、健常例などと断面積の比較を適正に行うには、この 3 次元的な補正は不可欠であると考える。また今回、面積については左右差がみられ、右側の方が大きな値をとった。しかし、過去の報告では右側が大きいものや左側が大きいものなど結果はさまざまであり、今後の検討課題と考える。

III. 健常者と顎変形症患者的比較について

顎変形症患者的の咀嚼筋の走行方向・面積について解析を行うことは、外科的治療における顎骨の適切な移動量の決定や術後の後戻り量の推測を可能とし、臨床、有用であると考えられるにもかかわらず、過去の研究の多くは健常者に限られ下顎前突症患者については資料がほとんどない。特に内側翼突筋に関しては皆

無である。わずかに van Spronsen ら⁴⁾がセファログラム上の anterior nasal spine to menton と nasal to menton の比に着目し、咬合はともに正常であるが対象を“Normal”と“Long-face”とに分類して比較している。これによると“Normal”と“Long-face”で走行方向 ($\theta x \cdot \theta y$) に差は認められなかったが、内側翼突筋の面積は“Long-face”群で咬筋と同様に有意に小さくなるとしている。また Gionhaku ら⁵⁾は咬筋および内側翼突筋の面積と gonial angle の関係を分析し、断面積の大きい被験者では gonial angle が小さくなる傾向にあることを報告している。Ariji ら¹²⁾は咬筋の計測において、下顎前突症患者の面積は健常者の面積よりも小さな値をとるとしており、男女差についても男性に比べて女性の面積の方が小さいとしている。今回のわれわれの結果は、下顎前突症患者の内側翼突筋の面積は健常者よりも小さな値を示していた。男女差についても健常群では男性が有意に大きい値を示した。患者群においても有意差こそ認められなかったものの、男性の方が女性よりもわずかに大きな値を示した。これは、咬筋と内側翼突筋の関連性を示唆するものであると考えられる。

また、Ahlgren¹⁷⁾らは咬筋の筋電図測定において gonial angle の大きさと咬筋活動の逆相関関係を報告し、小坂¹⁸⁾は下顎前突症患者では中心咬合位、臼歯部咀嚼時に咬筋は低電位であったとしている。これらの報告は咬筋についてであり内側翼突筋は顔面深部に位置するため、同様に筋電図にてその活動を測定することは困難である。しかし、機能的、解剖学的に咬筋と内側翼突筋が類似した咀嚼筋であることを考慮すると、健常者より下顎前突症患者の筋肉の走行方向が前額面観においてより垂直に近く、矢状面観においてより前方に走行しているということは、下顎前突症患者では健常者よりも筋肉の停止部位が前方に位置しているためと考えられる。そして、下顎骨が前方により成長し、前方に伸張されるように細長い形態を取り、それに付随する筋肉も細長い形態となり、その結果、活動度の低下や咬合力の低下などを引き起こすのではないかと考えられる。

しかし、今回は大きな母集団として下顎骨後退術が必要な骨格的Ⅲ級症例を被験者としたため、今後さらに骨格的Ⅲ級を細分化し詳細な検討が必要と考えられる。

下顎前突症患者の咬筋について共同研究者である Ariji ら¹²⁾は、矢状面観の走行方向は健常者に比較して前方に傾斜することを示している。また面積についても下顎前突症患者では小さくなると報告しており、今回の内側翼突筋でも同様の結果であった。これらは内側翼突筋の走行は咬筋の走行におおむね従う⁶⁾という解剖学的知見を裏付けるものであったと考える。

本研究の一部は、平成 13-14 年度 文部科学省科学研究費（若手研究 B，課題番号 13771295）の補助を受けた。

文 献

- 1) Suckiel, J. M. and Kohn, M. W. : Soft-tissue changes related to the surgical management of mandibular prongathism, Am J Orthod 73 : 676-680, 1978.
 - 2) Kawamata, A., Fujishita, M., Ariji, Y. and Ariji, E. : Three-dimensional computed tomographic evaluation of morphologic airway changes after mandibular setback osteotomy for prongathism, Oral Surg Oral Med Oral pathol Oral Radiol Endod 89 : 278-287, 2000.
 - 3) Weijs, W. A. and Hillen, B. : Relationship between Masticary Muscle Cross-section and Skull shape, J Dent Res 63 : 1154-1157, 1984.
 - 4) van Spronsen, P. H., Koolstra, J. H., van Ginkel, F. C., et al. : Relationship between the orientation and moment arms of human jaw muscles and normal craniofacial morphology, Eur J Orthod 19 : 313-328, 1997.
 - 5) Gionhaku, N. and Lowe, A. A. : Relationship between jaw muscle volume and craniofacial form, J Dent Res 68 : 805-809, 1989.
 - 6) Hannam, A. G. and Wood, W. W. : Relationship 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.
 - 7) Raadsheer, M. C., Kiliaridis, S., van Eijden, T. M. G., et al. : Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology, Arch Oral Biol 41 : 323-332, 1996.
 - 8) Kiliaridis, S. and Kälebo, P. : Masseter muscle thickness measured by Ultra sonography and its relation to facial morphology, J Dent Res
- F. C. and prahl-Andersen, B. : Jaw Muscle Orientation Moment Arm of Long-face and Normal Adults, J Dent Res 75 : 1372-1380, 1996.
 - 12) Ariji, Y., Kawamata, A., Yoshida, K., et al. : Three-dimensinal morphology of the masseter muscle in patients with mandibular prongathism, Dentomaxillo fac Radiol 29 : 113-118, 2000.
 - 13) Koolstra, J. H., van Eijden, T. M. G. and Weijs, W. A. : An Iterative procedure to estimate mascle lines of action *in vivo*, J Biomech 22 (8/9) : 911-920, 1989.
 - 14) Xu, J. A., Yoshiura, K. and Kanda, S. : Quantitative analysis of masticatory muscles using computed tomography, Dentomaxiilo fac Radiol 23 : 154-158, 1994.
 - 15) Koolstra, J. H., van Eijden, T. M. G., van Spronsen, P. H., et al. : Computer-Assisted estimation of lines of action of human masticatory muscles reconstructed *in vivo* by means of magnetic resonance imaging of parallel sections, Arch Oral Biol 35 : 549-556, 1990.
 - 16) Weijs, W. A. and Hillen, B. : Physiological Cross-Section of the Human Jaw Muscles, Acta anat 121 : 31-35, 1985.
 - 17) Ahlgren, J. : Mechanism of mastication, Acta Odontol Scand 24 : 5-109, 1966.
 - 18) 小坂 肇：下顎前突症患者における手術前後の筋電図学的研究，歯科学報 73 : 715-748, 1973.
-
- 主 任：後藤滋巳教授 2002年1月18日受付
 2002年5月24日受理

連絡先：桃井 裕
愛知学院大学歯学部歯科矯正学講座
〒464-8651 名古屋市千種区末盛通2-11

主 任：後藤滋巳教授 2002年1月18日受付
2002年5月24日受理

連絡先：桃 井 裕
愛知学院大学歯学部歯科矯正学講座
〒464-8651 名古屋市中千種区末盛通 2-11