Japanese Orthodontic Society

原　著

骨格性下顎前突症における外科的矯正治療後の軟組織側貌の予測

飛田康平　関谷利子　常盤　肇　中村芳樹　平下斐雄
鶴見大学歯学部歯科矯正学講座

HIDA Kohei, SEKIYA Toshiko, TOKIWA Hajime, NAKAMURA Yoshiki, HIRASHITA Ayao
Department of Orthodontics, School of Dental Medicine, Tsurumi University

キーワード：骨格性下顎前突，外科的矯正治療，軟組織側貌，重回帰分析，側面頭部X線規格写真

抄録：下顎枝矢状分割術単独による外科的矯正治療を施行した女子骨格性下顎前突症患者の術前矯正治療開始前（初診時）と術後矯正治療終了後（術後）の硬組織，軟組織形態を検討し，初診時に得られる資料から術後の軟組織側貌形態を予測するための重回帰式を求めた．結果は以下の通りであった．

1. 外科的矯正治療により，口唇部，オトガイ軟組織は後方に移動し，また口唇部は下方に移動した．
2. 重回帰分析から，術後の軟組織計測点の水平的，垂直的位置を予測する重回帰式が得られ，高い重相関係数，寄与率が得られた．
3. 重回帰式から，術後の上顎前歯の水平的，垂直的位置の設定が上下唇とオトガイ軟組織の形態に大きく関与することが示された．

以上より，初診時の資料から術後の軟組織側貌形態を予測することが可能であり，重回帰式を臨床応用することは十分可能であると考えられた．また，術前矯正治療における上顎前歯の位置決めは，術後の軟組織側貌形態に大きく影響することが示唆された．

(Orthod Waves-Jpn Ed 2007; 66(2): 72-80)

Prediction of lateral soft tissue profile following orthognathic surgery for mandibular prognathism

Abstract: The purpose of this study was to predict the posttreatment position of certain soft tissue points from the pretreatment conditions in surgical-orthodontic patients using a multiple linear regression analysis. A cephalometric analysis was made using pretreatment and posttreatment lateral cephalograms of 51 mandibular prognathic adult females treated with orthodontics combined with sagittal splitting ramus osteotomy.
The following results were obtained:

1. Posterior displacement of the chin region and postero-inferior displacement of the upper and lower lips were observed after orthognathic surgery.
2. Accompanied with high multiple correction coefficients and multiple coefficients of determination, the functions obtained from multiple linear regression analysis enabled us horizontally and vertically to predict the posttreatment position of the soft tissue points.
3. It was shown that the horizontal and vertical positions of the upper incisors posttreatment can affect the profiles of the chin region and upper and lower lips.

In conclusion, the soft tissue profile is very likely to be predicted from the pretreatment conditions using a multiple regression model.
In addition, the present study suggests that positioning the upper incisors in the presurgical orthodontic treatment plays a key role in determining the posttreatment soft tissue profile.

(Orthod Waves-Jpn Ed 2007; 66(2): 72-80)

緒　言

外科的矯正治療を必要とする多くの骨格性下顎前突症患者は，咀嚼障害，発音障害などによる機能的な問題とともに顔貌の不調和に対する審美的な問題を抱えて来院するため，顔貌の改善は外科的矯正治療の重要な治療目標になっている．治療前に治療後の顔貌の変化を正確に予測することは，治療計画の立案，手術方法の選択ばかりでなく患者への説明，インフォームドコンセントという観点からも有用な情報を与えるものと考えられる．過去，術後の軟組織予測のために，側面頭部X線規格写真[1-12]，モアレ縞[13,14]，顔面石膏模型[15]，ニシオグラフ[16]などを用いた研究が報告され

NII-Electronic Library Service

Japanese Orthodontic Society

ている．近年では三次元計測を応用した予測[17,18]も報告されているが，システムの説明と臨床応用の可能性にとどまるものが多く，また，煩雑な操作を必要とするため十分な臨床応用には至っていない．そのため，矯正医は，より簡便で汎用性に富んだ予測方法を求め，側面頭部X線規格写真による予測が多く用いられている．

側面頭部X線規格写真による軟組織側貌の形態予測では，ほとんどが手術前と術後矯正治療終了時の変化の関連性を検討したもの[1-8]や手術前に手術後の軟組織形態を予測したもの[9-12]であり，初診時すなわち術前矯正治療開始前の状態から術後の軟組織側貌を予測した報告は少ない[13]．しかし，治療計画の立案や患者への説明責任を果たすためにも，初診時において術後の側貌形態を予測する必要がある．

初診時に術後の軟組織側貌形態を予測するには，cephalometric prediction（ペーパーサージェリー）で得られる硬組織形態に対する軟組織形態を予測することが必要と考えられる．

そこで本研究では，術後硬組織形態に対する術後軟組織形態の関係を明らかにし，初診時のcephalometric predictionにおける軟組織形態を予測するために，側面頭部X線規格写真を用いて初診時の硬組織・軟組織形態および術後の硬組織形態から術後軟組織形態を予測する重回帰方程式の導出を試みた．また，得られた重回帰式から，術後軟組織形態に影響を与える要因について検討した．

資料および方法

Ⅰ．資　料

研究資料として鶴見大学歯学部附属病院矯正科に来院し，顎変形症と診断され下顎枝矢状分割術単独による外科矯正治療を施行した女性患者51名（上顎小臼歯抜歯症例：43名，非抜歯症例：8名）の術前矯正治療開始前（初診時：平均年齢　21y4m±5y5m）と術後矯正治療終了後（術後：平均年齢　25y3m±5y6m）の側面頭部X線規格写真を用いた．なお，唇顎口蓋裂などの先天異常のあるもの，著しい開咬，正中線の偏位が5 mm以上ある下顎側方偏位症例，およびオトガイ形成術を施された患者は除外した．

Ⅱ．方　法

通法に従い，中心咬合位の側面頭部X線規格写真の透写図を作成し，以下に示す硬組織および軟組織計測点[19]，計測方法を用いて計測した．なお，側面頭部X線規格写真のトレース，計測点の入力は同一術者が行った．

1．計測点

1）硬組織の計測点

S：トルコ鞍の壺状陰影像の中心点
N：鼻骨前頭縫合の最前点
Po：左右骨外耳道の上縁の中点
Or：左右の眼窩骨下縁最下点の中点
A：上顎歯槽基底の前方限界点
B：下顎歯槽基底の前方限界点
Pog：下顎骨オトガイ隆起部の最突出点
Me：下顎結合部外形線最下点
U1：上顎中切歯切縁
L1：下顎中切歯切縁

2）軟組織の計測点

A(S)：Sn（鼻下点）とLsを結ぶ直線から最も遠い点
Ls：上唇外形線上の前方最突出点（上唇点）
Sto：上下口唇接触部の最前点（上下唇接合点）
Li：下唇外形線上の前方最突出点（下唇点）
B(S)：オトガイ唇溝最深点
Pog(S)：オトガイ部外形線上で下唇点（Li）を通る直線が接する点
Me(S)：N-Meを結ぶ直線が軟組織外形線と交わる点

2．計測項目および計測方法

Sellaを通り，FH平面に平行な線分をX軸，それに直行する線分をY軸とする座標系を設定し（図1），初診時と術後の硬組織，軟組織計測点のX，Y座標値（図2，3），初診時の上下唇の厚みとオトガイ軟組織の厚みを計測した（図4）．なお，初診時の座標値はx，y，術後はx2，y2とし，X軸は右方向を，Y軸は下方を正の値とした．

計測は透写図上の点をデジタイザー（Drawing Board Ⅲ，日本オセ(株)）で入力し，側面頭部X線規格写真計測ソフト：AtoZ（安永コンピュータシステム(株)）にて行った．

3．統計処理

1）初診時および術後の硬組織，軟組織計測点のX，Y座標値の平均値，標準偏差および変化量を求め平均値の差の検定（t検定）を行った．

2）重回帰分析により，初診時の硬組織・軟組織計測点の座標値と軟組織の厚みおよび術後の硬組織計測点の座標値から，術後の軟組織計測点の座標値を予測する重回帰式を求めた．説明変数選択についてはステップワイズ法を，多重共線性の識別にはVIF（Variance Inflation Factors）と許容度を用い，VIF＞4の場合，共線性が疑われる説明変数の一方を除外した．また，得られた重回帰式から，術後軟組織形態に影響を与える要因について検討した．

統計解析にはSPSS 11.0（エス・ピー・エス・エス

NII-Electronic Library Service

Japanese Orthodontic Society

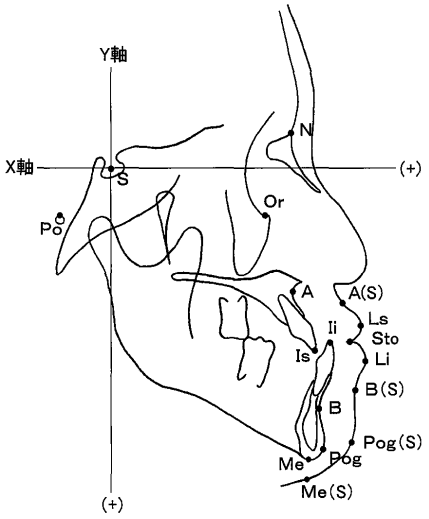

図1 基準線および計測点

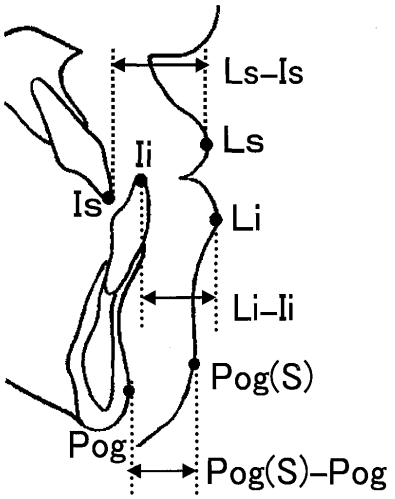

図4 上下唇，オトガイ軟組織の厚み

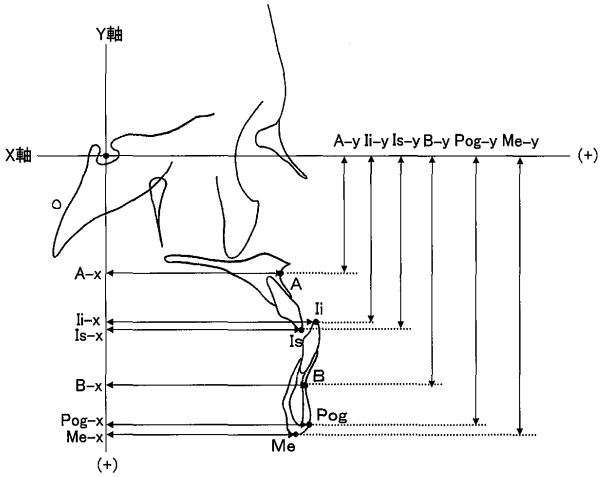

図2 硬組織のX・Y座標値

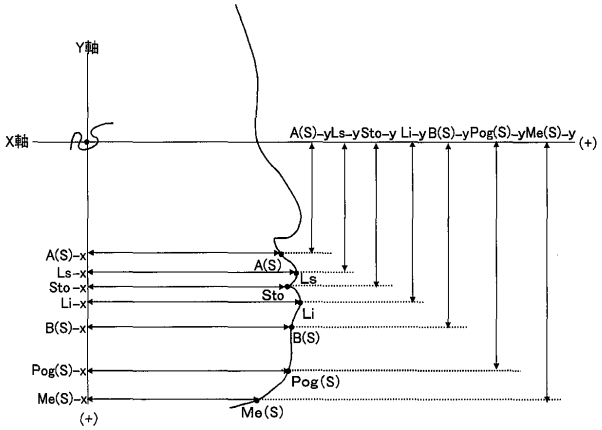

図3 軟組織のX・Y座標値

(株)) を用いた.

4. 重回帰式の External check

得られた重回帰式の臨床応用を検討するために，重回帰式作成対象外の2症例に重回帰式を適用し，術後軟組織計測点座標値の予測値と実測値を比較した.

5. 測定誤差

側面頭部X線規格写真から無作為に20症例を抽出し，1か月の間隔を空けて2度の計測を行い，計測者内での軟組織計測点設定誤差を検討した. Dahlbergの式[20]から算出された誤差は，X座標値では0.14 mm [B(S)]～0.58 mm (Sto)，Y座標値では0.12 mm (Sto)～0.87 mm [Pog(S)]の範囲であった.

結　果

Ⅰ. 初診時から術後の硬組織，軟組織の変化について

表1に初診時と術後の硬組織および軟組織のX，Y座標値の平均値，標準偏差，変化量を示す. 初診時から術後の変化量において，X座標値では，Aを除くすべての計測点で有意な減少 ($p<0.01$) が認められた. Y座標値では，Ii，B，Meは有意な減少 ($p<0.01$)，A(S)，Ls，Sto，Liは有意な増加 ($p<0.01$) を示したが，A，Is，Pog，B(S)，Pog(S)，Me(S)では有意な変化はみられなかった.

Ⅱ. 術後軟組織位置の予測について

表2に，術後軟組織計測点の水平的位置（X座標），垂直的位置（Y座標値）を目的変数，初診時の硬組織，軟組織計測点の座標値と軟組織の厚みおよび術後硬組織計測点の座標値を説明変数とした重回帰分析（ステップワイズ法）により得られた重回帰式と重相関係数および決定係数を示す. また，表3に選択された説明変数の標準偏回帰係数を示す. なお，重回帰式に選択された説明変数間の相関係数は±0.113～0.868の範囲であった.

1. 水平的位置の予測（X座標値）

術後軟組織計測点のX座標値は，重相関係数R＝0.97～0.99，自由度調整済み決定係数R^2＝0.93～

NII-Electronic Library Service

Japanese Orthodontic Society

表1　初診時と術後矯正終了時の硬組織，軟組織計測点の座標値と変化量

	X座標値						Y座標値					
	初診時		術後矯正治療終了時		変化量	有意確率	初診時		術後矯正治療終了時		変化量	有意確率
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
A	65.2	4.4	65.1	4.4	−0.1	n.s.	54.3	3.9	54.5	4.0	0.1	n.s.
Is	72.0	5.9	70.2	5.4	−1.8	**	79.1	5.1	79.3	5.0	0.2	n.s.
Ii	75.6	5.8	67.3	5.1	−8.3	**	78.3	5.8	76.9	5.1	−1.4	**
B	71.3	6.9	61.3	6.5	−10.0	**	101.2	6.2	98.9	6.1	−2.3	**
Pog	72.2	8.0	62.8	7.6	−9.4	**	115.7	6.8	115.3	6.5	−0.4	n.s.
Me	64.2	8.4	54.7	7.9	−9.5	**	122.7	6.8	122.1	6.7	−0.6	**
A(S)	79.8	4.8	79.4	4.6	−0.4	**	54.8	5.1	56.6	5.3	1.8	**
Ls	86.7	5.9	84.3	5.5	−2.4	**	68.1	4.8	70.7	4.9	2.6	**
Sto	81.7	6.2	77.3	5.8	−4.4	**	74.9	4.9	78.2	5.1	3.3	**
Li	89.6	6.5	82.0	6.1	−7.6	**	84.2	5.7	86.2	5.7	2.0	**
B(S)	84.2	7.1	74.2	6.9	−10.0	**	97.7	8.5	97.3	7.5	−0.4	n.s.
Pog(S)	84.6	8.1	75.4	7.8	−9.2	**	112.7	7.1	112.9	7.3	0.2	n.s.
Me(S)	64.4	8.3	54.8	7.9	−9.6	**	130.3	6.5	130.3	6.8	0.0	n.s.

**：$p < 0.01$　(mm)

表2　術後矯正治療終了時の軟組織座標値予測のための重回帰式

	従属変数	重回帰式	R	R^2
X座標値	A(S)-x2	0.73[A(S)-x]+0.22(Is-x2)+5.29	0.98	0.96
	Ls-x2	0.49(Ls-x)+0.52(Is-x2)+5.81	0.98	0.96
	Sto-x2	0.8(Is-x2)+0.16[Pog(S)-x]+0.41(Li-Ii)+1.81	0.97	0.93
	Li-x2	1.04(Is-x2)+0.68(Li-Ii)−0.12	0.98	0.95
	B(S)-x2	1.04(B-x2)+0.34[Pog(S)-Pog]+6.32	0.98	0.97
	Pog(S)-x2	0.84(Pog-x2)+0.66[Pog(S)-Pog]+0.27(Is-x)−4.74	0.99	0.98
	Me(S)-x2	0.97(Me-x2)+0.15(Li-Ii)−0.23	0.99	0.99
Y座標値	A(S)-y2	0.79[A(S)-y]+0.26(A-y2)−1.04	0.94	0.89
	Ls-y2	0.53(Is-y2)+0.39[A(S)-y]+7.16	0.92	0.84
	Sto-y2	0.52(Ls-y)+0.48(Is-y2)+0.23(Ls-Is)+1.37	0.97	0.94
	Li-y2	0.72(Is-y2)+0.31(Li-y)+0.24(Ls-Is)−0.90	0.94	0.89
	B(S)-y2	0.90(Is-y2)+0.26(Li-y)−0.15(Pog-x2)+0.27(Ls-Is)+10.18	0.93	0.86
	Pog(S)-y2	0.74(Is-y2)+0.36[Pog(S)-y]+0.45(Ls-Is)−0.17(Is-x2)+18.90	0.93	0.85
	Me(S)-y2	1.00(Me-y2)+0.41[Pog(S)-Pog]+3.72	0.96	0.93

0.99と非常に高い値が得られた．特に，Pog(S)-x2とMe(S)-x2はR=0.99，R^2=0.98，0.99と高い値を示した．

標準偏回帰係数はA(S)-x2ではA(S)-xが0.76，Ls-x2ではLs-xが0.52，Is-x2が0.50，Sto-x2ではIs-x2が0.74，Li-x2ではIs-x2が0.92，B(S)-x2ではB-x2が0.98，Pog(S)-x2ではPog-x2が0.82，Me(S)-x2ではMe-x2が0.98と大きい値を示した．

2．垂直的位置の予測（Y座標値）

術後軟組織計測点のY座標値においては，重相関係数R=0.93～0.97，自由度調整済み決定係数R^2=0.84～0.94と高い値が得られた．Sto-y2とMe(S)-y2はそれぞれR=0.97, 0.96，R^2=0.93と高い値を示したが，他はR=0.92～0.94，R^2=0.84～0.89とX座標値に比べやや低い値であった．

標準偏回帰係数はA(S)-y2ではA(S)-yが0.77，Ls-y2ではIs-y2が0.54，Sto-y2ではLs-yが0.49，

NII-Electronic Library Service

Japanese Orthodontic Society

表3 重回帰分析より選択された説明変数と標準偏回帰係数

	従属変数	説明変数			
X座標値	A(S)-x2	A(S)-x	Is-x2		
	標準偏回帰係数	0.76	0.26		
	Ls-x2	Ls-x	Is-x2		
	標準偏回帰係数	0.52	0.50		
	Sto-x2	Is-x2	Pog(S)-x	Li-Ii	
	標準偏回帰係数	0.74	0.22	0.14	
	Li-x2	Is-x2	Li-Ii		
	標準偏回帰係数	0.92	0.22		
	B(S)-x2	B-x2	Pog(S)-Pog		
	標準偏回帰係数	0.98	0.11		
	Pog(S)-x2	Pog-x2	Pog(S)-Pog	Is-x2	
	標準偏回帰係数	0.82	0.19	0.19	
	Me(S)-x2	Me-x2	Li-Ii		
	標準偏回帰係数	0.98	0.04		
Y座標値	A(S)-y2	A(S)-y	A-y2		
	標準偏回帰係数	0.77	0.20		
	Ls-y2	Is-y2	A(S)-y		
	標準偏回帰係数	0.54	0.42		
	Sto-y2	Ls-y	Is-y2	Ls-Is	
	標準偏回帰係数	0.49	0.46	0.13	
	Li-y2	Is-y2	Li-y	Ls-Is	
	標準偏回帰係数	0.64	0.32	0.12	
	B(S)-y2	Is-y2	Li-y	Pog-x2	Ls-Is
	標準偏回帰係数	0.64	0.21	−0.17	0.11
	Pog(S)-y2	Is-y2	Pog(S)-y	Ls-Is	Is-x2
	標準偏回帰係数	0.50	0.35	0.18	−0.13
	Me(S)-y2	Me-y2	Pog(S)-Pog		
	標準偏回帰係数	0.97	0.13		

表4 重回帰式より得られる予測座標値と術後矯正治療終了時軟組織の実測座標値

		Case 1			Case 2		
		実測値	予測値	残差	実測値	予測値	残差
X座標値	A(S)-x2	83.0	83.5	−0.5	82.0	81.8	0.2
	Ls-x2	86.5	86.0	0.5	86.3	87.1	−0.8
	Sto-x2	76.9	76.1	0.8	78.2	78.8	−0.6
	Li-x2	81.3	81.0	0.3	83.3	84.4	−1.1
	B(S)-x2	71.0	72.6	−1.6	77.5	76.4	1.1
	Pog(S)-x2	70.5	71.6	−1.1	78.8	79.4	−0.6
	Me(S)-x2	49.6	48.1	1.5	57.2	58.1	−0.9
Y座標値	A(S)-y2	71.1	70.0	1.1	59.1	57.6	1.5
	Ls-y2	79.1	80.8	−1.7	67.8	68.1	−0.3
	Sto-y2	86.8	87.2	−0.4	74.1	74.4	−0.3
	Li-y2	97.1	95.1	2.0	82.2	82.1	0.1
	B(S)-y2	109.8	109.0	0.8	91.7	92.7	−1.6
	Pog(S)-y2	122.5	122.1	0.4	103.3	104.4	−1.1
	Me(S)-y2	143.8	145.7	−1.9	124.2	123.1	1.1

(mm)

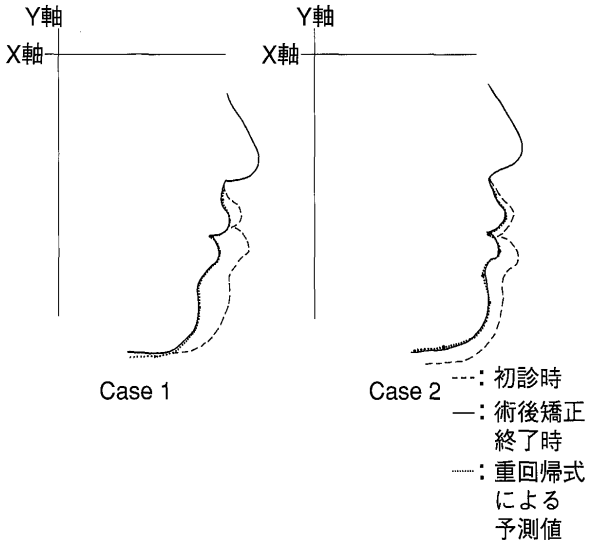

図5 External check における予測術後軟組織形態

Is-y2 が 0.46，Li-y2 では Is-y2 が 0.64，B(S)-y2 では Is-y2 が 0.64，Pog(S)-y2 では Is-y2 が 0.50，Me(S)-y2 では Me-y2 が 0.97 と大きい値を示した．

Ⅲ. 重回帰式の臨床応用

External check として，重回帰式作成対象外の2症例（Case 1, Case 2）に本研究で得られた重回帰式を適用し，術後の軟組織形態予測における臨床応用を検証した．表4に，Case 1, Case 2 の術後軟組織計測点座標値の予測値と実測値を示す．また，図5に実測値から得られた各症例の初診時（破線）および術後（実線）の軟組織側貌形態と予測値から得られた術後の軟組織側貌形態（点線）を作成し比較検討した．

実測値と予測値の残差は，Case 1 の Li-y2, Me(S)-y2 で±1.9～2.0 mm とやや大きい値を示したが，他はすべて±0.1～1.7 mm の範囲内であった．また，各症例の予測値から得られた軟組織側貌形態は実際の軟組織側貌形態と適合していた．

NII-Electronic Library Service

Japanese Orthodontic Society

考　察

Ⅰ．研究資料について

本研究は，骨格性下顎前突症患者における外科的矯正治療後の軟組織側貌形態を予測する重回帰式を導出することを目的としている．そのため，鶴見大学歯学部附属病院矯正科において骨格性下顎前突症と診断され外科的矯正治療が施行された女子骨格性下顎前突症例を研究対象とした．なお，下顎に著しい側方偏位が認められる症例や唇顎口蓋裂を伴う症例は除外した．これは，下顎の側方偏位症例では手術による硬軟組織の変化を側面形態だけでは把握できないこと，唇顎口蓋裂症例ではしばしば鼻翼・口唇などの軟組織に瘢痕や変形が認められ軟組織の変化が制限されること，など硬組織の変化に伴う軟組織の変化を的確に捉えることが困難なためである．また，本研究では手術様式による軟組織側貌変化の差異を排除するために，下顎枝矢状分割術を単独で適用した症例を対象とした．

過去，重回帰分析を用いて外科的矯正治療後の軟組織側貌形態を予測した報告はいくつかみられる．升井[9]は説明変数として硬組織座標値と術後の軟組織座標値を，百木田[10]は硬組織の変化量を用いて手術前に手術後の軟組織座標値を予測している．しかし，両者とも手術前に手術後の軟組織側貌形態を予測しており，初診時資料から術後の軟組織形態の予測は行っていない．本研究は，矯正医が術前矯正治療を開始する前に術後の軟組織形態を予測するための重回帰式の導出を目的としているので，初診時と術後矯正治療終了後の資料を用いることにした．

資料には，顎矯正手術後6か月以上経過すると，手術による浮腫，腫脹が消失し安定した顔面形態が得られる[9,19]ことから，初診時および，手術後6か月以上経過し，かつ術後矯正治療が終了している側面頭部X線規格写真を用いた．

Ⅱ．研究方法について

計測点は，通常用いる硬組織・軟組織計測点を用いた．しかし，骨格性下顎前突症例に下顎枝矢状分割術を適用した場合，鼻下点（Sn）は下顎後退時の影響をあまり受けず位置的変化がみられなかったと報告されていることから[7,8,19,21]，本研究では鼻下点（Sn）を予測項目から除外することにした．

過去の多くの研究は，手術前後における硬組織の変化に対する軟組織側貌形態の予測を行っており，下顎骨単独の手術では大きい変化が期待されない上顎前歯に関する項目を計測項目から除外していることが多い．本研究は，術前矯正治療で変化すると考えられる上顎前歯も計測点に加えたことが他の研究と異なった特記すべき点である．

計測項目は，術前硬組織，軟組織と術後硬組織計測点の座標値を用いることにした．また，初診時における上下唇とオトガイ軟組織の厚みを計測項目に加えた．Burstone[22]は，硬組織を覆う軟組織の厚みはさまざまであるため，硬組織と軟組織間の関係は一定ではないと述べており，また，多くの研究[8,9,21]においても軟組織予測が困難な要因として軟組織の厚みの関与を示唆している．そこで，本研究では軟組織予測を困難にしていると考えられる軟組織の厚みの情報を組み込むことで，より精度の高い重回帰式の導出を試みた．

Ⅲ．外科的矯正治療前後の変化について

1．硬組織の変化

初診時から術後における硬組織の変化は，Aを除くすべての計測点で有意な後方移動と，Ii，B，Meにおいて有意な上方移動が認められた．これらの変化から，下顎骨は顎矯正手術により後上方に移動したことが示された．また，本研究では，初診時に唇側傾斜していた上顎前歯を術前矯正治療により積極的に舌側移動させた症例が多いため，上顎前歯の有意な後方移動が認められたものと考えられる．

2．軟組織の変化

初診時から術後における軟組織の変化では，水平的にすべての軟組織計測点で下部構造である硬組織に伴った有意な後方移動が認められた．垂直的変化では，硬組織のわずかな上方移動とは逆に上下唇は下方へ移動した．すなわち，外科的矯正治療後，上唇は長くなり下唇は短くなったことになる．この変化は，顎矯正手術前，下顎前歯に押し上げられていた上唇が前歯被蓋改善に伴って本来の長さを取り戻しながら下方に移動して下唇を覆うため起こると推察される．

一方，オトガイ軟組織においては有意な変化は認められず，過去の報告[10,21]と同様に外科的矯正治療により顔面高に大きい変化はみられなかった．硬組織において顔面高の減少が認められたにもかかわらず軟組織では変化がみられなかったのは，下顎の後方移動で余剰となった軟組織の重積により軟組織Meが下方に位置したためと推察される．

本研究の結果では外科的矯正治療で顔面高の大きい減少は認められなかったが，日常臨床では，手術後，オトガイの短小化などの審美的改善が得られることが多い．前述のように外科的矯正治療後に上唇の伸展と下唇の短縮がみられたことから，下顎骨の後退に伴うオトガイの突出感の解消と下顔面における上下唇長の比率の変化が関与しているといえる．このように，外科的矯正治療による上下唇の垂直的位置の変化は顔貌の調和と密接にかかわり，その位置の予測は術後の顔貌の改善を予測する上で重要な情報をもたらすものと

NII-Electronic Library Service

Japanese Orthodontic Society

考えられる.

Ⅳ. 術後軟組織側貌の予測精度

重回帰分析により，初診時の硬組織，軟組織計測点と軟組織の厚み，および術後硬組織計測点の座標値から術後軟組織計測点の座標値を求める重回帰式を導出し，重相関係数と決定係数を算出したところ，術後軟組織計測点のX，Y座標値は，重相関係数R＝0.92～0.99，決定係数R^2＝0.84～0.99と高い値が得られた．予測式の有効性は決定係数（R^2：寄与率）を用いて評価できるが，一般に0.7以上を有効としており[23]，本研究で得られた予測式の精度は十分高いものと考えられる．したがって，術後の硬組織計測点の位置が把握できれば，初診時に術後の軟組織計測点の位置を予測できることが示唆された．

本研究では，Y座標値はX座標値に比べやや低い予測精度を示し，軟組織計測点の垂直的な位置の予測は水平的な位置の予測より精度が低くなるというこれまでの報告[1,3,9,10]と同様の結果となった．軟組織計測点において垂直的な位置の予測精度が低くなる理由として，以下の3つの要因が関与していると考えられる．第一に，硬組織と軟組織の垂直的変化の関連性が低く，軟組織計測点では硬組織計測点から独立した垂直方向の変化が起こり，水平方向ほど硬組織の移動が反映されないこと[1,3]，第二に硬組織の変化に対する軟組織変化の垂直的変動が大きいこと[10]，第三に軟組織計測点の垂直的な設定変動が大きいこと[9,24-26]があげられよう．本研究においても，オトガイ部の軟組織計測点における設定変動が大きく，また，下顎骨の後退移動に回転が加えられ，硬組織の形態変化に対する軟組織形態の垂直的変動が増大したことが軟組織計測点の垂直的な位置の予測を困難にしていると考えられる．今後，軟組織計測点の垂直的位置の予測精度を高めることが必要であるが，これらの要因において具体的な方策をとれるのは第三の要因だけである．すなわち，軟組織計測点の垂直的設定変動をできるだけ小さくする必要があると考えられる．これに対しては，簡便で再現性の高い軟組織計測点の設定法を検討する必要があると考えられる．

Ⅴ. 軟組織座標値の予測における説明変数の影響について

重回帰分析では，目的変数の予測とともに，標準偏回帰係数からその予測に対する説明変数の重要度を判定することができる．そこで，選択された説明変数を用いて予測される術後軟組織計測点座標値に影響を与える要因について検討を加えた．

1. 口唇部軟組織

1）水平的位置

重回帰分析から，術後の軟組織A点と上唇点の水平的位置には，初診時の軟組織A点と上唇点の水平的位置および術後の上顎前歯の水平的位置が選択されたが，下顎の位置を表す項目は選択されなかった．このことから，術後の上唇の位置は下顎骨の位置と大きい関連性は認められず，術後の上顎前歯の影響を受けやすい[11,27]ことが示された．これは，Robinsonら[3]，土屋ら[8]が指摘しているように，手術前の上唇は下顎前歯や下唇に影響されるが，下顎骨の後退と前歯部被蓋の改善に伴い上唇部の形態は変化し，最終的な上唇形態はその下部構造である上顎前歯の影響が強く現れるためと考えられる．

次に，上下唇接合点および下唇点の水平的位置には，術後の上顎前歯の位置と初診時の下唇の厚みが選択された．下唇と上顎前歯の関係について，Bloom[28]は，上顎中切歯切縁と下唇点は相関があると述べており，また，石沢ら[29]は上顎中切歯切端は下唇に覆われており二者の間に密接な関係があると報告している．本研究においても，上下唇接合点および下唇点と上顎前歯の水平的な位置には術後の上顎前歯の位置が大きく関与していることが示され，上顎前歯の位置が下唇の水平的位置を決定する要因の1つであることが示唆された．

2）垂直的位置

口唇部の垂直的位置について，上唇点，上下唇接合点，下唇点すべてにおいて初診時の上顎前歯の垂直的位置が選択された．

Class Ⅲ症例では口唇閉鎖時，上唇は下顎前歯に押し上げられて短くなり，下唇は上方に伸展する[30]が，被蓋の改善により上唇は上顎前歯唇面と密接にかかわり，その本来の長さを取り戻すと考えられる．また，上唇は上顎中切歯歯冠の61～67％を覆う[31]と報告されており，上顎中切歯切縁の垂直的位置は上唇の垂直的位置と密接に関係していると推察される．また，石沢[29]は，上顎中切歯切縁は下唇に覆われ，上下唇接合点は上顎中切歯切縁より約3 mm上位にあるとし，Subtelnyら[31]は咬合時，下唇は上顎中切歯歯冠の33～39％を覆うと述べており，下唇と上顎中切歯の垂直的位置の関連性を示唆している．本研究においても，術後の下唇の位置が上顎前歯の垂直的位置に影響されることが示され，術後の下唇点や上下唇接合点の垂直的位置に術後の上顎中切歯の垂直的位置が大きく関与していると考えられる．

外科的矯正治療において，上顎前歯は手術から顎間固定期間中に舌側傾斜するが，術後矯正治療では唇側傾斜し，術前矯正治療で設定した歯軸に近づくと報告されている[19]．すなわち，術後の上顎前歯の位置は術

NII-Electronic Library Service

Japanese Orthodontic Society

前矯正治療終了時における上顎前歯の位置と捉えることができる．したがって，術前矯正治療における上顎前歯の位置の設定が，術後の上下唇の形態に大きく関与すると考えられる．

2．オトガイ軟組織

1）水平的位置

軟組織B点，Pog，Meの術後の水平的位置は，各点に対応する術後の硬組織の水平的位置と軟組織Pogの厚さが影響し，特に術後硬組織の水平的位置が関与していた．過去の報告でも，オトガイ軟組織は対応する硬組織の変化量と強い相関関係がみられ，オトガイ硬組織に対する軟組織の移動について，Robinsonら[3]は1：1，Suckielら[5]は1：0.96，Hersheyら[4]は1：0.9であったと述べている．本研究でも，オトガイ硬組織と軟組織の移動は1：0.97～1であり，術後軟組織の位置は，手術による硬組織の変化に最も影響を受けやすいと思われる．

2）垂直的位置

垂直的位置においては，Me(S)には術後の硬組織Meの垂直的位置が関与していることが示されたが，B(S)点，Pog(S)は術後の上顎前歯の垂直的位置が選択され，術後の前歯の垂直的位置がオトガイ軟組織の垂直的位置を決定する大きい要因であることが示された．下顎のみの顎矯正手術では，上顎前歯の位置を基準にして下顎前歯や下顎骨の位置を決定するため，上顎前歯の垂直的位置は下顎後退時の下顎骨の回転にも関与し，オトガイ軟組織の垂直的位置に影響を与えるものと考えられる．

本研究では，術後の上顎前歯の位置が，術後の軟組織形態に大きく関与することが示された．術前矯正治療において上顎前歯の位置は，手術時の下顎後退量および回転量，軟組織との関係，など，硬組織および口腔機能の改善と術後の咬合の安定を考慮して決定されるが，本研究の結果から，術後の軟組織形態にも影響を及ぼすものと考えられた．

今回得られた重回帰式は，吉野ら[12]の報告と異なるものであった．この違いは重回帰分析に用いた説明変数の違いによるものと考えられる．しかし，本研究において選択された説明変数は2～4個であるにもかかわらず高い予測精度が得られており，術後軟組織形態の予測式として応用できるものと思われる．

External checkとして，重回帰式作成対象外の2症例に本研究で得られた重回帰式を適用したところ十分な適合性が得られ，術後軟組織側貌形態予測の回帰モデルとして臨床応用が可能であると考えられた（図5，表4）．

本研究より，初診時の硬組織形態および軟組織側貌形態と術後の硬組織形態から，術後軟組織側貌形態を予測する重回帰式が得られ，初診時において術後の軟組織側貌形態予測が可能であること，得られた重回帰式は臨床応用できることが示された．また，術後の軟組織側貌形態に術後矯正治療終了時の上顎前歯の位置が重要な因子として関連づけられた．したがって，術前矯正治療における上顎前歯の位置決めは，術後の軟組織側貌形態に大きく影響することが示唆された．

文　献

1) Kajikawa Y. Changes in soft tissue profile after surgical correction of skeletal Class Ⅲ malocclusion. J Oral Surg 1979; 37: 167–174.

2) Fromm B, Lundberg M. The soft–tissue facial profile before and after surgical correction of mandibular protrusion. Acta Odontol Scand 1970; 28: 157–177.

3) Robinson SW, Speidel TM, Isaacson RJ, Worms FW. Soft–tissue profile change produced by reduction of mandibular prognathism. Angle Orthod 1972; 42: 227–235.

4) Hershey HG, Smith LH. Soft–tissue profile change associated with surgical correction of the prognathic mandible. Am J Orthod 1974; 65: 483–502.

5) Suckiel JM, Kohn MW. Soft–tissue changes related to the surgical management of mandibular orognathism. Am J Orthod 1978; 73: 676–680.

6) Björk N, Eliasson S, Wictorin L. Changes of facial profile after surgical treatment of mandibular protrusion: a cephalometric study, 1 and 11 years after treatment. Scand J Plast Reconstr Surg 1971; 5: 41–46.

7) 伊東隆三, 浦野和雄, 市川和弘, 他. 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 1983; 42: 178–185.

8) 土屋雅文, 吉田建美, 足立　敏, 他. 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変化について：手術前後の変化を中心として. 日矯歯誌 1983; 42: 168–177.

9) 升井一朗. 下顎前突症に対する顎矯正手術後の軟組織側貌の予測に関する研究. 九州歯会誌 1986; 40: 604–632.

10) 百木田　等, 葛西一貴. 外科矯正治療後の軟組織側貌変化の予測について. 日大口腔科学 1992; 18: 547–561.

11) 吉田憲司. 下顎前突症患者の予測顔貌に関する研究. 日口外誌 1988; 34: 1237–1254.

12) 吉野清吉, 木村浩司, 香川国和, 他. 下顎前突患者における下顎枝矢状分割術後の軟組織側貌の予測とその説明変数の検討. 日顎変形誌 1995; 5: 16–30.

NII-Electronic Library Service

Japanese Orthodontic Society

13) 山部芳雄, 浦野和雄, 江口敬一, 他. モアレトポグラフィによる矯正学的考察 : 1. 下顎前突の逆被蓋改善前後の顔面の変化について. 日矯歯誌 1980; 39: 330-342.
14) 伊東隆三, 広田恭彦, 薦田 茂. 骨格性下顎前突に対する外科矯正治療前後の顔面軟組織形態の変化 : モアレトポグラフィーの応用. 日矯歯誌 1985; 44: 497-507.
15) 寺野敏之, 久保誼修, 覚道健治, 他. 顎顔面・歯列模型による顎変形症の術後予測と評価. 日口外誌 1987; 33: 2530-2536.
16) 高森 等, 冨田 滋, 葛井 正, 他. ニシオグラフによる下顎前突症患者における術前・術後の顔貌変化について (第5報). 顎変形誌 1985; 4: 53-55.
17) 初川貴司, 左藤亨至, 菅原準二, 他. 成人女子骨格型反対咬合症に適用された上下顎移動術による三次元的顔貌変化の予測シミュレーション. Orthod Waves 2002; 61: 40-51.
18) 寺嶋雅彦, 大関加奈子, 青木義満, 他. 顎変形症患者における顎顔面形態の三次元統合システムの開発. Orthod Waves-Jpn Ed 2005; 64: 114-124.
19) 曽矢猛美. 下顎枝矢状分割法を適用した骨格型下顎前突症の硬・軟両組織の形態変化に関する研究: 図形処理システムを利用した平均顔面頭蓋図形 (CDS) による評価. 日矯歯誌 1986; 45: 1-27.
20) Houston WJB. The analysis of errors in orthodontic measurements. Am J Orthod 1983; 83: 382-390.
21) 東海林貴大, 吉田育永, 藤原由香, 他. 骨格型下顎前突症の形態的特徴と外科的矯正治療に伴う変化. 東日本歯誌 2001; 20: 179-191.
22) Burstone CJ. Integumental contour and extension patterns. Angle Orthod 1959; 29: 93-104.
23) 菅 民朗. 手計算でできる時系列分析・予測. 初版. 東京 : 社会情報サービス, 1985: 95.
24) Hillesund E, Fjeld D, Zachrisson BU. Reliability of soft-tissue profile in cephalometrics. Am J Orthod 1978; 74: 537-550.
25) Wisth PJ, Böe OE. The reliability of soft tissue measurements. Arch Oral Biol 1975; 20: 595-599.
26) Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurement. Am J Orthd 1971; 60: 111-127.
27) 与五沢文夫. 頭部X線規格写真による側貌における硬組織と軟組織との関連性について. 日矯歯誌 1969; 28: 33-60.
28) Bloom LA. Perioral profile changes in orthodontic treatment. Am J Orthod 1961; 47: 371-379.
29) 石沢命久, 高田富三男. 口唇形態と前歯並びに前歯歯槽傾斜度間に存在する相互関係に関する研究. 日矯歯誌 1963; 22: 1-6.
30) Burstone CJ. Lip posture and its significance in treatment planning. Am J Orthod 1967; 53: 262-284.
31) Subtelny JD, Rochester NY. A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures. Am J Orthod 1959; 45: 481-507.

主 任 : 平下斐雄 教授

2006年12月8日受付
2007年1月17日受理

連絡先 : 飛田康平
鶴見大学歯学部歯科矯正学講座
〒230-8501 横浜市鶴見区鶴見2-1-3
E-mail : hida-kohei@tsurumi-u.ac.jp

NII-Electronic Library Service