顎矯正手術後の鼻部・上唇部軟組織側貌変化の 予測に関する研究

—上顎骨の移動方向別に分類した多変量解析による検討—

河内満彦 松尾健一 菅原準二
川村 仁* 三谷英夫

Prediction of Soft Tissue Profile in Nose and Upper
Lip Region following Orthognathic Surgery
—Classified by Directions of Surgical Displacement of
Maxilla and Evaluated with Multivariate Analysis—

MITSUHIKO KAWAUCHI, KENICHI MATSUO, JUNJI SUGAWARA,
HITOSHI KAWAMURA* and HIDEO MITANI

Abstract : The purpose of this study was to investigate the changes of soft tissue profile in the nose and upper lip region following orthognathic surgery.

The subjects were 114 adult females who underwent two-jaw surgery to correct anterior reversed occlusion and were classified into four groups by the directions of surgical displacement of maxilla by cluster analysis. In addition to displacement of hard tissue, some of the soft tissue measurements in the nose and upper lip region such as height and thickness were evaluated with multiple regression analysis.

The results were as follows: (1) Although the tip of the nose was displaced in the upward and forward direction, except in the group where the anterior part of the maxilla was surgically displaced downward, the displacement of the nose as a whole was minimum. (2) The displacement of the upper lip was similar to that of the front part of maxilla, except in the downward group. (3) In addition to the displacement amount of the hard tissue maxilla, thickness and height of the soft tissue in the nose and upper lip region also contributed to significant changes of the profile.

By using a multiple regression analysis, acceptable prediction of the soft tissue profile in the upper lip region would be possible, but precise prediction would be difficult, because of the nose and alar base cinch suture, etc.

Key words : Maxillary surgery (上顎骨切り術), Prediction of soft tissue profile (軟組織側貌予測), Multivariate analysis (多変量解析)

[Received Jul. 13, 1998]

東北大学歯学部歯科矯正学講座 (主任 : 三谷英夫教授)

* 東北大学歯学部第一口腔外科学講座 (主任 : 茂木克俊教授)

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tohoku University (Chief: Prof. Hideo MITANI)

* *The 1st Department of Oral Surgery, School of Dentistry, Tohoku University* (Chief: Prof. Katsutoshi MOTEGI)

緒 言

外科的矯正治療は単に咬合の改善を行うだけでなく、発音や咀嚼などの機能的改善をも目的として行われる。また、それに加え術後に良好な顔貌を獲得することも重要な治療目標となっている。このため、初診時や顎矯正手術前にあらかじめ術後の顔貌を予測することは、治療計画の立案や患者へ治療内容を説明する際に重要な事項となっている。

従来より上下顎硬組織の移動変化に伴う軟組織の変化については数々の研究報告がなされている¹⁻¹³⁾。これらの多くは、側面頭部 X 線規格写真を用いて硬組織と軟組織側貌の平均移動率を単回帰分析によって求めたもので、重回帰分析を用いた研究は少ない。また、近年では視覚的に術後の顔貌を予測するコンピュータシステムも導入されているが¹⁴⁻¹⁷⁾、顎矯正手術後の上顎骨の移動方向に関しての情報が不明確であるため、予測の精度に問題が残されている。

そこで本研究では、前歯部反対咬合を有する患者に対し上下顎移動術を施した症例を上顎骨前部移動方向別に分類して、術後における鼻部・上唇部の軟組織側貌の形態変化様相を多変量解析を用いて詳細に把握することを試みた。

対象および方法

1. 研究対象

本研究において使用した対象は東北大学歯学部附属病院矯正科が管理した反対咬合症例の内、上下顎に対し顎矯正手術を適用した成人女性（年齢 15 歳～41 歳、平均 21 歳）114 名であり、以下の基準に従って選択した。

1: 同一の術者により骨切りが行われた症例であること。

2: X 線写真資料は、ブラケットが装着されている手術直前とブラケットが撤去されている術後 6 カ月以上経過した時点の側面頭部 X 線規格写真を有すること。また、いずれも撮影時の頭位に不正が無く Relaxed lip posture で撮影した側面頭部 X 線規格写真であること。

3: 顔面骨格型に著しい非対称や先天異常が無

い症例であること。

2. 側面頭部 X 線規格写真の分析

側面頭部 X 線規格写真の透写図上に硬組織 7 点、軟組織 12 点の計測点を設定し、頭蓋冠、前脳頭蓋底で術前・術後のトレースを重ね合わせた。本研究では NEC 製コンピューター (PC9801VX) を中心とした測定システムを構築し、N 点を原点に FH 平面に平行および垂直な直線をそれぞれ X 軸、Y 軸とする座標系を設定した。各計測点をデジタイザー (グラフィテック製 KD2556 MITABLET-II) にて順次入力し、各計測点の座標データをシステム内のハードディスクに記録した。なお、20 枚の側面頭部 X 線規格写真を各 3 回トレースし、各計測点をプロットした後、距離計測および角度計測を行いトレース誤差を算出したところ、線計測では平均 0.42 mm (最大 0.71 mm, 最小 0.26 mm)、角度計測では、平均 0.45 度であった。このことからトレースについては誤差がほとんど無いものと判断した。

次いで上顎骨前部移動の硬組織計測点 (A point, Prosthion, U1) の移動方向を X 軸方向、Y 軸方向の座標変化量より算出し、ウォード法によるクラスター分析¹⁸⁾を行い、上顎骨の移動方向によって 4 群に分類した。その際、硬組織の移動量が 1 mm 以上となるパラメーターを採用した。なお、症例数の少ない群は除外した。

各群ごとに顎矯正手術前後の硬組織、軟組織計測点の X 軸方向、Y 軸方向の座標変化量を測定システム上から Excel ver 7.0 (Microsoft 社) 上に移植した。次いで多変量解析プログラム (エスミ社) を用いて、次に述べる硬組織計測点の変化量と術前軟組織側貌における厚さや高さを説明変数とし、軟組織計測点の変化量を目的変数としてステップワイズ法 (F=2.0) により重回帰分析¹⁸⁾を行い、術後における軟組織計測点の予測式を導出した。さらに分散分析により有効性の検定を行った。

以下に計測点の解説を記す (Fig. 1)。

①硬組織上の計測点

N, S, Po, Or, A point, Prosthion, U1

②軟組織側貌上の計測点

Gla: 眉弓, Soft N: 鼻根部, NR1・NR2・

Fig. 1 Reference coordinations, landmarks and soft tissue measurements in this study

NR3: 鼻根部から鼻尖点までの鼻梁部を4等分した点, Pn: 鼻尖点, Col: 鼻基部と鼻尖部を結んだ直線の垂直二等分線上の交点, Sn: 鼻基部, SLS (Superior Labial Sulcus): 上唇の最大湾曲点, Ls: 上唇最前点, Ls': 上唇最前点と上唇最下点を結んだ直線の垂直二等分線上の交点, Stom.s: 上唇最下点

③術前軟組織の形態に関する計測項目

Sn-Pn (x) 鼻の水平的高さ, Soft N-Sn (y): 鼻の垂直の高さ, A point-SLS (x): 上唇基部の厚さ, Pros.-Ls (x): 赤唇部の厚さ, Sn-Stom.s (y): 上唇の高さ, Nasolabial angle

3. 上顎骨切り術の術式による違いが側貌の変化に及ぼす影響についての分析

外科的矯正治療において現在行われている上顎骨切り術は Le Fort I 骨切り術であるが、これには従来より行われている Standard cut 法と、中顔面部の審美障害を改善するため骨切り線を上方の頬骨弓まで延長する High cut 法がある¹⁹⁻²⁰⁾。これらの骨切り術を行った患者群間においては、その骨片形態の違いから術後の正中矢状面にお

ける側貌の変化様相に差異が生じる可能性があるため、両群を混合して分析することの是非を確認することが必要と考えられた。

そこで両患者群間で軟組織側貌の変化様相に差異が生ずるか否かを調べるために、各上顎移動群において患者を Standard cut 施術群と High cut 施術群に分け、側面頭部 X 線規格写真上での上顎骨硬組織移動量に対する鼻部および上唇部上の軟組織計測値の変化率を算出し、両群間に術前後で有意差が認められるかを χ^2 検定によって判定した。

その結果、側面頭部 X 線規格写真上では Gla から Stom.s までの軟組織計測点において両群間に有意差は認められなかった。

以上のことから上顎骨切り術の術式の違いによる術後の軟組織側貌の形態変化には差異が無いということが示されたため Standard cut 施術群と High cut 施術群は単一の移動群にまとめて分析を行うこととした。

4. 上顎骨骨片固定用プレートの除去が軟組織側貌の変化に及ぼす影響についての分析

Fig. 2 Scheme of the profile changes classified by the directions of surgical displacement of maxilla

上顎骨切り術において術後における骨の安定性を高めるためにチタンミニプレートにより上顎骨片を移動した部位に固定する術式が選択される¹⁹⁾。このプレートは術後数年で撤去されるが、厚さ1 mm程度のプレートが皮下から取り除かれることにより軟組織側貌に違いを生ずる可能性がある。このことを検討するために、上顎移動群10名の側面頭部X線規格写真を資料として用い、プレート除去前後の各計測値の差を算出した。

その結果、プレート除去前後の側面頭部X線規格写真のトレースの重ね合わせでは変化がほとんど認められなかった。

以上の結果から術後のプレート除去は、軟組織側貌の計測に影響を及ぼしていないと判断できた。従って、術後の側面頭部X線規格写真はプレート埋設の有無により区別せずに分析を行うこととした。

結 果

以下に上顎骨前方部の移動方向別に分類した鼻部・上唇部軟組織の変化様相をまとめた (Fig 2)。

なお、硬組織の移動方向はU1で、鼻部はPn、上唇部はLsで代表した。

1) 上顎前上方移動群 (30例)

前上方 50.5 度 (X ; +2.60 mm Y ; +3.15 mm)

①鼻部：前上方に移動

(X ; +1.68 mm, 64.62 % Y ; +1.79 mm, 56.83 %)

②上唇部：前上方に移動

(X ; 2.51 mm, 96.54 % Y ; +0.60 mm, 19.05 %)

2) 上顎前方移動群 (20例)

前方 4.4 度 (X ; +4.99 mm Y ; +0.38 mm)

①鼻部：前上方に移動

(X ; +2.01 mm, 40.28 % Y ; +1.24 mm, ...)

②上唇部：前方に移動

(X ; +3.92 mm, 78.56 % Y ; -0.29 mm, ...)

3) 上顎前下方移動群 (22例)

前下方 23.2 度 (X ; +3.81 mm Y ; -1.63 mm)

①鼻部：前上方に移動

(X ; +1.66 mm, 43.57 % Y ; +1.06 mm, -65.03 %)

②上唇部：前下方に移動

(X ; +2.74 mm, 71.92 % Y ; -0.84 mm, 51.53 %)

4) 上顎下方移動群 (23 例)

下方 86.9 度 (X ; +0.20 mm Y ; -3.67 mm)

①鼻部：わずかに前方に移動

(X ; +0.66 mm, … Y ; -0.26 mm, 7.08 %)

②上唇部：後下方に移動

(X ; -0.77 mm, … Y ; -2.86 mm, 77.93 %)

1. 側面頭部 X 線規格写真上での硬組織および軟組織計測点の重回帰分析

表 1~4 (p. 178~185 参照) に各上顎移動群ごとの各軟組織計測点の予測式 (重回帰式) の偏重回帰係数, 重相関係数を算出した結果を示した。上顎骨前方部の移動が X 軸, Y 軸に対し各々平行に行われた群の移動比率に関しては, それと垂直的な成分を算出した際に誤差が大きくなるため, ここでは移動距離についてのみ表示した。

(1) 鼻部の変化と重回帰分析による予測式

鼻部の移動は, NR3, Pn, Col, Sn 点の座標変化様相で判定した。NR2 より上方の計測点は, 移動が少ないためここでは重回帰式を示さないことにした。

顎矯正手術前後における鼻部の変化は, 上顎骨前方部の下方移動群以外は鼻尖部が前上方へ移動していた。下方移動群は, わずかな前方への移動が認められた。硬組織移動量に対する軟組織の変化率は垂直方向で差異が認められる群があった。重回帰分析による予測式のパラメータとして U1 が多く選択された。また, Sn-Pn (x), Soft N-Sn (y) といった術前における鼻部の軟組織計測項目や, A Point -SLS (x) や Pros. -Ls (x) 等の上唇部計測項目もパラメータとして認められたが, 硬組織の移動性に関係の無いパラメータが存在する予測式もあった。概して鼻部における相関係数は低かった。

(2) 上唇部の変化と重回帰分析による予測式

上唇部の変化は SLS, Ls, Ls', Stom.s 点における座標の変化様相で判定した。上顎骨前方部の前上方移動群では上唇部の前上方への移動, 前方

移動群では前方へ, 前下方移動群では前下方へと移動し, おおむね移動方向に一致した変化を示していた。ただし, 下方移動群では後下方への移動と骨の移動方向とは異なった変化が認められた。硬組織移動量に対する軟組織の変化率は垂直的に各群間で差異が認められた。重回帰分析による予測式では, 硬組織計測点についてみると U1, 次いで A point がパラメータとして多く認められ, 軟組織では Pros. -Ls (x) や A point -SLS (x) といった上唇部の計測項目だけでなく Nasolabial angle, Sn-Pn (x) といった計測項目もパラメータとして認められた。相関係数は, 鼻部よりも高かった ($r=0.5\sim0.9$) が, 移動方向や部位による違いが大きく認められた。一般に垂直成分が水平成分よりも相関係数の低い傾向を示し, 有意性の無い計測部位も認められた。

考 察

1. 被験者について

本研究は反対咬合を有する上下顎移動術を含む外科的矯正治療を受けた成人女性を対象として行われた。これは吉野⁴⁾と同様, 性差により軟組織の反応性が異なる可能性が存在することを考慮したためである。対象は出来るだけ均質なものとするため, 前述したような基準を満たすもののみを選択した。特にブラケットの有無による軟組織側貌上の変化が可能性として考えられるため, ブラケットが装着されている顎矯正手術直前と手術後少なくとも 6 カ月以上経過してブラケットが撤去された側面頭部 X 線規格写真を用いた。

上顎骨切り術の術式が異なることによる顔面形態の変化を定量的に分析している研究報告は無く, Le Fort I の Standard cut と High cut 間で術後における軟組織側貌への影響を考慮する必要があったが, 今回の研究結果では両者を区別して分析する必要のないことが証明された。このことは, 側貌の正中矢状面上には骨切り術の違いによる影響が及ばないことを示していると考えられるが, 正中矢状面を離れた中顔面部の軟組織にどの程度の影響を及ぼしているかに関しては今後解明されるべき課題である。

また, 顔面軟組織下に埋設される上顎骨の骨片

間を固定するチタンミニプレートの存在の有無により正中矢状面側貌に影響を及ぼす可能性が考えられたが、プレート除去前後では側貌に大きな差異の存在しないことがわかった。これは厚さ 1 mm 程度のプレートが軟組織下に存在していたとしても、プレート埋設部および周囲の軟組織の厚さや張力などの様々な影響を受けるため、直接的に軟組織形態の変化に影響を与えにくいものと考えられた。

2. 上顎骨の移動方向別による症例のグループ分けについて

外科的矯正治療後の軟組織側貌の変化については、Radney ら⁹⁾や Bundgaard ら⁷⁾の報告のように、上顎骨の移動方向が混在している研究が主である。本研究では上顎骨の移動方向により術後軟組織側貌の変化様相に差異が生ずるという仮説に基づき、ウォード法によるクラスター分析を行って客観的に上顎骨前方部の移動方向を分類し、各群ごとに術後軟組織側貌の形態変化について分析した。その結果、移動方向別の群ごとに軟組織側貌の変化様相に違いが認められた。このことは臨床的判断ではなくクラスター分析を用いることにより客観的な移動方向の分類が可能となり、均質化された各移動群における軟組織側貌の変化をより明瞭なものとして表現できたためであると考えられた。

3. 重回帰分析を用いた顎矯正手術後の軟組織側貌の予測について

土屋ら²⁾は外科的矯正治療後の軟組織側貌変化は個体間の変動が大きく、かつ、上下唇の形態変化も大きく複雑なため、ある程度の予測は可能であるが十分な検討が必要であることを指摘している。一方、吉野ら⁴⁾は重回帰分析を用いて下顎後方移動術による下顎骨後方移動量と軟組織の移動様相の間には高い相関性が認められることを報告している。上顎骨の移動量に対する軟組織の変化を予測するために重回帰分析を用いる研究もなされているが、Sakima ら¹⁰⁾は、重回帰分析が単回帰に比べ有効でないとしている。その一方、Radney ら⁹⁾は、重回帰分析による予測の正確性について報告している。この違いは、説明変数の設定により結果が変わることによるものと思われる。Freihofer⁵⁾は、上唇の水平方向の移動では軟組織

と硬組織の移動比率が各々 5 : 9 となるが、薄い口唇においては 7 : 9 になり、軟組織厚の違いが及ぼす反応性の差異について述べている。今回の研究では、術後軟組織の変化様相には上顎骨前方部の硬組織だけでなく、軟組織の厚さや高さなどが関与していることが判明したが、得られた相関係数は必ずしも高いものであるとはいえず、今後予測精度を向上させるため、更なる検討が必要であると思われる。

4. 軟組織側貌各部位の術前後における変化様相について

①鼻部

Bundgaard ら⁷⁾は、鼻部の変化を予測することは難しいと報告している。本研究でも一般的に予測に対する信頼性が低くなっていたが、これは鼻部軟組織が上顎骨だけでなく術前後で動きの小さい鼻骨や前頭骨にも付着するため周辺軟組織の可動性が低く、上顎骨の移動様相が軟組織の反応性として反映されにくいことが理由であると思われる。一方、鼻尖部付近は鼻骨や鼻軟骨との付着がなくなるため、上顎骨の移動に対して比較的反応しやすくなると考えられた。

②上唇部

Radney ら⁹⁾は、上顎骨が前上方に移動する群では上唇が上顎前歯切縁の移動量の 50 %、垂直的に 40 % 反応すると報告したが、本研究では水平的に 75-100 % と大きく、一方、垂直的には 10-30 % と小さい割合を示した。上顎前方移動群における硬組織に対する軟組織の反応比率については、Mansour ら¹²⁾は、水平的には連続的な変化を示すとし、垂直的な変化を予測することは難しいが上方に移動すると述べている。本研究では、Dann⁶⁾らが報告した割合である水平的に 50 % よりやや大きく 75 % を示したが、Carlotti ら⁸⁾の報告 (80-90 %) よりはやや小さい値であった。上唇部の移動は上顎骨の移動方向とほぼ一致していたが、下方移動群では上唇部は前方ではなく逆に後方へ移動していた。これは Over closure の傾向にあった下唇によって圧平されていた上唇が、上顎骨の下方移動に伴って伸展され、それによって上唇が薄くなった結果、上唇部計測点が後退したためと考えられる。また、一般に U1 to Stomion が過

少で上顎前歯切縁の上唇最下点に対する露出度が不足していたり, 逆に Vertical Maxillary Excess など上顎前歯の露出度が多過ぎ Gummy smile を示すような症例では, 上顎骨前方部を上下的な成分を含む方向に移動させて U1 to Stomion の改善を図る必要がある。この際, 上顎骨前方部の移動に伴い上唇最下点も同様な上下的成分を持つ方向に移動することが, 本研究の結果より明らかになった。このことから, 望ましい両者の関係を獲得するためには, 軟組織の移動分を加味して上顎骨の移動量を多めに設定する必要があるものと考えられた。一方, 上唇部計測点における相関係数は 0.5-0.9 と鼻部に比べれば高い値を示してはいるものの, 下顎骨後方移動術における下顎骨に対する下唇やオトガイ部の相関性よりも低い値であり, 上唇部の術後軟組織側貌を予測することは容易ではないと考えられた。上唇部は前述した鼻部と連続しているために鼻部の比較的小さな移動の影響を受け, 上顎骨の移動が直接反映されにくく, Lines¹⁰⁾らが述べるような下顎骨と同様の反応を示さないためと考えられる。また, Carlotti ら⁸⁾が述べるように, 上顎骨の手術時に行われる Alar base cinch suture により硬軟両組織の移動比率の予測精度が低いものとなっている点も重要であると考えられる。すなわち, これにより鼻翼部の幅径を維持するため鼻基底部軟組織が上顎骨の移動方向に関係なく前方に押し出されしまい, その量をコントロールすることが難しいためである。また, 上顎骨の前方移動術の際に前鼻棘が張り出さないように行われる Reduction of ANS の影響が大きいことも軟組織側貌の予測精度を低くしている原因の一つとして考えられる。

結 論

上下顎移動術を適用した成人女性をクラスター分析を用いて上顎骨前方部の移動方向別に分類し, 鼻部や上唇部について上顎骨の硬組織だけでなく軟組織の厚さや高さを説明変数として重回帰分析を行った。

1. 鼻部の偏位は小さかったが, 鼻尖部は上顎骨前方部が下方に移動する群以外, 前上方へ移動していた。

2. 上唇部は上顎骨前方部が下方に移動する群以外は, 移動方向に一致した軟組織の偏位を示した。また, 軟組織の偏位に関しては硬組織の変位量に加え軟組織の厚さや高さに関与していることが明らかになった。しかし, 上唇部の変化については鼻部や Alar base cinch suture 等の影響もあり重回帰式を用いたとしても正確な予測は困難であることが示された。

本研究の一部は, 第 5 回顎変形症学会 (平成 7 年, 浜松市) ならびに第 6 回顎変形症学会 (平成 8 年, 仙台市) において発表した。

参 考 文 献

- 1) Hershey, H. G., et al.: Soft-tissue profile change associated with surgical correction of the prognathic mandible, *Am J Orthod* 65: 483-502, 1974.
- 2) 土屋雅文, 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*, 42: 168-177, 1983.
- 3) 吉田憲司: 下顎前突症患者術後の予想顔貌に関する研究, *日口外誌*, 34: 1237-1254, 1988.
- 4) 吉野清吉, 他: 下顎前突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*, 5: 16-30, 1995.
- 5) Freihofer, H. P. M.: The lip profile after correction of retromaxillism in cleft and non-cleft patients, *J. Maxillofac Surg* 4: 136-141, 1976.
- 6) Dann, J. J., et al.: Soft tissue changes associated with total maxillary advancement: a preliminary study, *J Oral Surg* 34: 19-23, 1976.
- 7) Bundgaard, M., et al.: Changes during and following total maxillary osteotomy (Le Fort I procedure): a cephalometric study, *Euro J Orthod* 8: 21-29, 1986.
- 8) Carlotti, A. E., et al.: Facial Changes Associated with Surgical Advancement of the Lip and Maxilla, *J Oral Maxillofac Surg* 44: 593-596, 1986.
- 9) Radney, L. J., et al.: Soft-tissue changes associated with surgical total maxillary intrusion, *Am J Orthod* 80: 191-212, 1981.
- 10) Lines, P. A., et al.: Soft-tissue changes in relationship to movement of hard structures in orthognathic surgery: A preliminary report, *J Oral Surg* 32: 891-896, 1974.
- 11) Sakima, T., et al.: Soft tissue response to Le Fort I maxillary impaction surgery, *Int*

- J Adult Orthod and Orthog Surg 4 : 221-231, 1987.
- 12) Mansour, S., et al. : An evaluation of soft-tissue changes resulting from Le Fort I maxillary surgery, Am J Orthod 84 : 37-47, 1983.
 - 13) Schendel, S. A., et al. : Superior repositioning of the maxilla : Stability and soft tissue osseous relations, Am J Orthod 70 : 663-674, 1976.
 - 14) 高橋一朗, 他 : ビデオ画像を用いた術後顔貌予測システムの予測信頼性について, 日顎変形誌, 1 : 128-133, 1991.
 - 15) Sarver, D. M. : Video imaging-a computer facilitated approach to communication and planning in orthognathic surgery, British J Orthod 20 : 187-191, 1993.
 - 16) Sameshima, G. T., et al. : Predicting soft tissue changes in maxillary impaction surgery:a comparison of two video imaging systems, Angle Orthod 67 : 347-354, 1997.
 - 17) Upton, P. M., et al. : Evaluation of video imaging prediction in combined maxillary and mandibular orthognathic surgery, Am J Orthod Dentfac Orthop 112 : 656-665, 1997.
 - 18) 奥野忠一, 他 : 多変量解析法, 改訂版, 日科技連出版社, 東京, 1981, 25-157, 391-411 頁.
 - 19) Abubaker, A. O., et al. : Modified Le Fort I (Maxillary-Zygomatic) Osteotomy: Rationale,Basis, and Surgical Technique, J Oral Maxillofac Surg 49 : 1089-1097, 1991.
 - 20) Bell, W. H., et al. : Art and science of the Le Fort I downfracture, Int J Adult Orthod and Orthog Surg 3 : 23-52, 1988.

Table 1-1 Results of multiple regression analysis
Maxillary Advancement and Impaction group

Horizontal dimension		Displacement	Variances for prediction					Con- stant	R	F- Value	Signifi- cance
Hard Tissues and references	A point(x)	1.30	1	2	3	4	5				
	Pros.(x)	2.18									
	U1(x)	2.60									
	Nasolabial angle	101.26(deg)									
	Sn-Pn(x)	13.91									
	A point-SLS(x)	14.11									
	Pros.-Ls(x)	15.15									
Soft Tissues	Gla(x)	0.06									
	Soft N(x)	0.13									
	NR1(x)	-0.11									
	NR2(x)	0.30	1	2	3	4	5				
	NR3(x)	0.93 35.77%	Sn-Pn(x) -0.11						0.29	2.55	
	Pn(x)	1.68 64.62%	A point(x) 0.21	Sn-Pn(x) -0.19				2.52	0.61	8.09	**
	Col(x)	2.37 91.15%	A point-SLS(x) 0.25					4.12	0.29	2.59	
	Sn(x)	2.56 98.46%	U1(x) 0.20	Nasolabial angle -0.47	Pros.-Ls(x) 0.10	Sn-Pn(x) -0.20		-1.22	0.62	3.98	*
	SLS(x)	2.70 103.85%	U1(x) 0.36					8.12	0.49	8.81	**
	Ls(x)	2.51 96.54%	U1(x) 0.67					1.76	0.70	27.08	**
	Ls'(x)	2.32 89.23%	U1(x) 0.63	Sn-Pn(x) -0.26				0.77	0.77	19.19	**
	Stom. s(x)	1.98 76.15%	U1(x) 0.60	Sn-Pn(x) -0.32				4.27	0.65	10.09	**
	N=30							4.87			

* : Significant at the 5% level
 ** : Significant at the 1% level
 R : Multiple correlation coefficient

(mm)

Table 1-2 Results of multiple regression analysis
Maxillary Advancement and Impaction group

Vertical dimension

		Displacement	Variances for prediction						Con- stant	R	F- Value	Signifi- cance
Hard Tissues and references	A point(y)	3.73	1	2	3	4	5					
	Pros.(y)	3.32	U1(y)	Soft N-Sn(y)	A point(y)					0.57	4.20	*
	U1(y)	3.15	0.40	-0.05	-0.20				3.39			
	Nasolabial angle	101.26(deg)										
	Soft N-Sn(y)	55.19	U1(y)	Soft N-Sn(y)						0.62	8.25	**
Soft Tissues	Sn-Stom. s(y)	23.75	0.54	-0.04					2.07			
	Gla(y)	0.07	U1(y)						0.65			
	Soft N(y)	-0.21	0.36							0.67	22.82	**
	NR1(y)	0.06	Pros.(y)							0.43	6.47	*
	NR2(y)	0.46	0.26						0.43			
	NR3(y)	1.35								0.54	11.79	**
	Pn(y)	1.79							-0.47			
	Col(y)	56.83%								0.61	7.88	**
	Sn(y)	57.14%							2.01			
	SLS(y)	1.01							-7.68			
	Ls(y)	0.60	U1(y)	Soft N-Sn(y)						0.65	10.09	**
		19.05%	0.40	-0.05								
	Ls'(y)	0.37	U1(y)	Sn-Stom. s(y)						0.69	7.82	**
		11.75%	0.52	0.27								
	Stom. s(y)	0.52	U1(y)	Sn-Stom. s(y)	A point(y)				-7.03			
		16.51%	0.67	0.27	-0.23							
N=30		(mm)										

* : Significant at the 5% level
** : Significant at the 1% level
R : Multiple correlation coefficient

Table 2-1 Results of multiple regression analysis
Maxillary Advancement group

Horizontal dimension		Displacement	Variances for prediction							Con- stant	R	F- Value	Signifi- cance
Hard Tissues and references	A point(x)	4.47	1	2	3	4	5			2.91	0.28	0.74	
	Pros.(x)	4.56	A point-SLS(x)	Pros.-Ls(x)									
	U1(x)	4.99	-0.26	0.13									
	Nasolabial angle	100.43(deg)											
	Sn-Pn(x)	13.97	Sn-Pn(x)	A point-SLS(x)									
	A point-SLS(x)	14.88	-0.35	-0.28									
	Pros.-Ls(x)	17.16											
Soft Tissues	Gla(x)	-0.05								11.07	0.51	2.96	
	Soft N(x)	0.19											
	NR1(x)	0.06											
	NR2(x)	0.30											
	NR3(x)	1.27 25.45%	A point-SLS(x)	Pros.-Ls(x)									
	Pn(x)	2.01 40.28%	Sn-Pn(x)	A point-SLS(x)									
	Col(x)	2.97 59.52%	A point-SLS(x)	Pros.(x)	Sn-Pn(x)	U1(x)					0.80	6.80	**
	Sn(x)	3.77 75.55%	A point-SLS(x)	Pros.(x)	Sn-Pn(x)	-0.20				10.87	0.80	9.55	**
	SLS(x)	4.69 93.99%	Pros.(x)	0.61	-0.28					12.63	0.63	11.74	**
	Ls(x)	3.92 78.56%	Pros.-Ls(x)	U1(x)	A point-SLS(x)					-0.01	0.84	12.61	**
	Ls'(x)	3.79 75.95%	A point-SLS(x)	U1(x)						14.63	0.80	14.78	**
	Stom. s(x)	3.61 72.34%	Pros.-Ls(x)	U1(x)	A point-SLS(x)					12.21	0.72	5.58	**
	N=20			0.53	-0.42					12.06			

(mm)

* : Significant at the 5% level
 ** : Significant at the 1% level
 R : Multiple correlation coefficient

Table 2-2 Results of multiple regression analysis
Maxillary Advancement group

Displacement	
A point(y)	0.78
Pros.(y)	0.79
U1(y)	0.38
Nasolabial angle	100.43(deg)
Soft N-Sn(y)	53.36
Sn-Stom. s(y)	22.10
Gla(y)	-0.05
Soft N(y)	0.07
NR1(y)	0.04
NR2(y)	0.16
NR3(y)	0.91
Pn(y)	1.24
Col(y)	1.28
Sn(y)	0.69
SLS(y)	-0.74
Ls(y)	-0.29
Ls'(y)	-0.65
Stom. s(y)	-0.51

Variances for prediction										Con- stant	R	F- Value	Signifi- cance
		1	2	3	4	5							
		Pros.(y) 0.51	Sn-Stom.s(y) 0.13							-2.34	0.65	6.12	**
		Soft N-Sn(y) -0.14	A point(y) 0.27							8.24	0.58	4.24	*
		Sn-Stom.s(y) 0.16	U1(y) 0.34							-2.46	0.62	5.20	*
		U1(y) 0.64	Nasolabial angle 0.50							-4.59	0.60	4.82	*
		Nasolabial angle 0.95	U1(y) 0.47							-10.44	0.57	4.02	*
		U1(y) 0.78	A point(y) -0.48	Nasolabial angle 0.62	Sn-Stom.s(y) 0.15					-9.73	0.57	1.79	
		U1(y) 0.65	A point(y) -0.41	Nasolabial angle 0.41	Sn-Stom.s(y) 0.11					-7.15	0.56	1.68	
		Sn-Stom.s(y) 0.25	A point(y) -0.51	Pros.(y) 0.43	Nasolabial angle 0.59	U1(y) 0.38				-12.01	0.83	6.18	**

* : Significant at the 5% level

** : Significant at the 1% level

R : Multiple correlation coefficient

* : Significant at the 5% level
** : Significant at the 1% level
R : Multiple correlation coefficient

Table 3-1 Results of multiple regression analysis
Maxillary Advancement and Downgraft group

		Displacement
Hard Tissues and references	A point(x)	3.62
	Pros.(x)	3.87
	U1(x)	3.81
	Nasolabial angle	104.45(deg)
	Sn-Pn(x)	13.41
	A point-SLS(x)	15.60
	Pros.-Ls(x)	17.63
Soft Tissues	Gla(x)	0.16
	Soft N(x)	0.16
	NR1(x)	-0.05
	NR2(x)	0.14
	NR3(x)	0.72 18.90%
	Pn(x)	1.66 43.57%
	Col(x)	2.28 59.84%
	Sn(x)	2.72 71.39%
	SLS(x)	3.00 78.75%
	Ls(x)	2.74 71.92%
	Ls'(x)	2.43 63.78%
	Stom. s(x)	1.93 50.66%
	N=22 (mm)	

Variances for prediction							Con- stant	R	F- Value	Signifi- cance
	1	2	3	4	5					
	U1(x)							0.49	6.49	*
	A point(x)		Pros.-Ls(x) -0.14				-0.42	0.73	10.62	**
	A point(x)		Pros.-Ls(x) -0.25				2.63	0.82	18.98	**
	U1(x)		Sn-Pn(x) 0.29	Pros.-Ls(x) -0.12			4.91	0.88	21.64	**
	U1(x)		Pros.-Ls(x) -0.51	Sn-Pn(x) 0.16	A point(x) 0.28		-0.64	0.87	13.07	**
	U1(x)		Pros.-Ls(x) -0.28				7.72	0.82	19.04	**
	U1(x)		Pros.-Ls(x) -0.32				5.17	0.82	19.56	**
	U1(x)		Pros.-Ls(x) -0.42				5.56	0.82	19.56	**
	U1(x)						6.75	0.81	18.14	**

* : Significant at the 5% level

** : Significant at the 1% level

R : Multiple correlation coefficient

* : Significant at the 5% level
** : Significant at the 1% level
R : Multiple correlation coefficient

Table 3-2 Results of multiple regression analysis
Maxillary Advancement and Downgraft group

		Displacement	Variances for prediction					Con- stant	R	F- Value	Signifi- cance
			1	2	3	4	5				
Hard Tissues and references	A point(y)	-0.83									
	Pros.(y)	-1.37									
	U1(y)	-1.63									
	Nasolabial angle	104.45(deg)									
	Soft N-Sn(y)	53.58									
	Sn-Stom. s(y)	21.68									
	Gla(y)	-0.25									
	Soft N(y)	0.22									
	NR1(y)	0.13									
	NR2(y)	0.12									
	NR3(y)	0.65 -39.88%	U1(y) -0.51	Sn-Stom.s(y) 0.11	Soft N-Sn(y) -0.06			0.47	0.65	4.48	*
	Pn(y)	1.06 -65.03%	U1(y) -0.31	Sn-Stom.s(y) 0.13				-2.34	0.37	1.51	
	Col(y)	0.75 -46.01%	U1(y) -0.21					0.39	0.22	0.97	
Soft Tissues	Sn(y)	0.35 -21.47%	Nasolabial angle 0.27	A point(y) -0.18				-2.66	0.54	3.91	*
	SLS(y)	-0.67 41.10%	Nasolabial angle 0.39	Soft N-Sn(y) -0.10				0.81	0.40	1.80	
	Ls(y)	-0.84 51.53%	Nasolabial angle 0.62	U1(y) 0.48				-6.48	0.56	4.39	*
	Ls'(y)	-1.65 101.23%	A point(y) 0.32	Sn-Stom.s(y) 0.14				-4.30	0.48	2.81	
	Stom. s(y)	-1.74 106.75%	Nasolabial angle -0.54	Sn-Stom.s(y) 0.20	A point(y) 0.34			0.02	0.72	6.48	**
N=22		(mm)									

Table 4-1 Results of multiple regression analysis
Maxillary Downgraft group

		Displacement
Hard Tissues and references	A point(x)	1.32
	Pros.(x)	0.83
	U1(x)	0.20
	Nasolabial angle	102.15(deg)
	Sn-Pn(x)	13.60
	A point-SLS(x)	15.32
	Pros.-Ls(x)	17.74
Soft Tissues	Gla(x)	0.01
	Soft N(x)	0.23
	NR1(x)	-0.07
	NR2(x)	0.14
	NR3(x)	0.24
	Pn(x)	0.66
	Col(x)	0.70
	Sn(x)	0.79
	SLS(x)	0.32
	Ls(x)	-0.77
	Ls'(x)	-0.91
	Stom. s(x)	-1.37
	N=23 (mm)	

* : Significant at the 5% level
 ** : Significant at the 1% level
 R : Multiple correlation coefficient

Table 4-2 Results of multiple regression analysis
Maxillary Downgraft group

Vertical dimension		Displacement	Variances for prediction					Con- stant	R	F- Value	Signifi- cance
Hard Tissues and references	A point(y)	-3.24	1	2	3	4	5				
	Pros.(y)	-3.33	U1(y) 0.28					0.94	0.45	4.66	*
	U1(y)	-3.67	U1(y) 0.42						0.46	4.10	
	Nasolabial angle	102.15(deg)	U1(y) 0.51						0.68	5.30	**
	Soft N-Sn(y)	52.29	U1(y) 0.93						0.85	14.90	**
	Sn-Stom. s(y)	22.02	U1(y) 0.70						0.66	4.67	*
Soft Tissues	Gla(y)	-0.45	U1(y) 0.54						0.59	5.06	*
	Soft N(y)	-0.28	U1(y) 0.78						0.66	13.94	**
	NR1(y)	-0.24	U1(y) 0.74						0.70	16.63	**
	NR2(y)	-0.26						-0.46			
	NR3(y)	-0.10 2.72%									
	Pn(y)	-0.26 7.08%									
	Col(y)	-0.21 5.72%									
	Sn(y)	-0.70 19.07%									
	SLS(y)	-2.09 56.95%									
	Ls(y)	-2.86 77.93%									
	Ls'(y)	-3.22 87.74%									
	Stom. s(y)	-3.20 87.19%									
N=23		(mm)									

* : Significant at the 5% level
 ** : Significant at the 1% level
 R : Multiple correlation coefficient