コンピューターシステムによる顎変形症の診断, 手術計画, 術後形態予測に関する研究

兵 行 忠・堤 定 美*

Computerized studies on the diagnosis and surgical plan of jaw deformities cases

Yukitada Hvo・Sadami Tsutsumi*

はじめに

顎変形症に対する外科的矯正術の治療効果は, 術前の手術計画に左右されることが大きく, 適切な手術計画の立案には顎顔面形態の詳細な分析が要求される. このために模型分析, 写真分析, エックス線写真分析などが行われており, 頭部エックス線規格写真(以下セファロと記す)はこれらの症例分析に現在欠くべからざるものとなっている. しかしこれらの分析は非常に複雑になり, 情報量も多岐にわたるために手作業で処理することは不可能に近い. そこでこれらの分析にコンピューターを利用することが試みられている^{1), 2)}.

外科的矯正術に対してコンピューターを用いて分析, 診断し, 術前と術後の形態の変化や術後の Relapse の程度の変化の報告³⁾はみられるが, 術前に顎骨の移動量の決定や手術後の形態の予測, 手術法の提案を行ったものは, 著者らによる多変量解析を用いた下顎前突症の診断, 術式選択, 予後予測を行ったものがみられるのみである⁴⁾.

そこで, 今回このコンピューターシステムを発展さ

図 1 セファロの計測点と Profilogram (…)

せ, 術前に顎骨の移動量を決定するために, 標準図形および仮想側貌図形を描出させて Hyperdivergent facial type や Hypodivergent facial type の症例に対して S-N 平面を修正して, 顔面骨相互関係を格的に把握し, 顎骨移動量を決定するための資料を描出させるシステムを試み, 外科的矯正術を行うに際して貴重な資料が得られたので, その臨床的意義を加えて, そのシステムの詳細を報告する.

システムの紹介

1. 計測点および計測項目

セファロにおける計測点は理想的には, 容易でしかも確実に設定でき, 解剖学的にも適切であり, 成長している間に変化の少ない点であることが必要である⁵⁾. 本システムでは井上ら⁵⁾による計測点を用いている(図1).

また, 計測項目は, 飯塚, 石川ら⁶⁾によるセファロ Index 19項目の計測を行い, Profilogram は図1の点線で連ねたものを用いている.

京都大学医学部口腔外科学教室(主任:小野尊睦教授)

* 京都大学医用高分子研究センター歯科材料応用研究部門(主任:井田一夫教授)

フロリダ大学歯学部歯科材料科学教室(主任:Prof. Handi Mohammed)

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University (Chief: Prof. Takatoki Ono)

* Department of Dental Materials, Research Center for Medical Polymers and Biomaterials, Kyoto University (Chief: Prof. Kazuo Ida)

Department of Dental Biomaterials, College of Dentistry, University of Florida (Chairman: Prof. Handi Mohammed)

受付日:昭和56年4月15日

図2 システムの概要を示すフローチャート

写真1 分析、計測に用いたマイクロコンピュータシステム

A) CPU, B) プリンタープロッタ, C) デジタイザ, D) グラフィックディスプレイ

2. 機器の構成

ディジタイザ (C) から入力されたデータは Basic-11/LAB (A) により演算処理を行い、カラグラフィックディスプレイ (D) に出力された後、プリンタープロッタ (B) に描画され、プロップディスクに保存される (写真1)。

3. 演算処理

システムの概要は図2のフローチャートに示すように、プリンタにより ① Case No., ② 氏名, ③ 年齢, ④ 性別を Key in する。次いでセファロをディジタイザに固定し、鉄筆型ペンにて硬組織18計測点を定められた順序によって入力する。これらのデータは DEC 社のマイコン LSI-11 をベースにし、40キロバイトの RAM メモリと256キロバイト、2ドライブのプロップディスク装置、アナログ入出力装置を有する中央演算装置 (CPU)

により演算処理が行われる。各計測点は S 点を原点とし、S-N 平面を X 軸とする座標に変換され、飯塚、石川ら⁶⁾による 19 の計測項目の距離および角度が計測され、グラフィックディスプレイに標準偏差図表(ポリゴン表)が描画される。次いで Profilogram が出力され、図 1 に示すように患者の N, Or, ANS, A, UIEP, LIEP, B, Pog, Me, Go, Ar, Po, S を結ぶ線と口蓋平面および M が図示されると同時に標準図形、仮想側貌図形が描画される。骨格標準図形は、正常咬合を有する者の統計⁶⁾から得られた標準位置をもとに患者の S, N, Po, Or, Ar の 5 点間の距離を固定量として得た患者倍率が計算され、その結果がプリンタ上に表示され、その倍率で拡大、縮小しもとめたものであり、各点の標準偏差も円形で図示される。一方、軟組織の仮想側貌図形は患者および計算された標準図形の N, ANS, A, UIEP, LIEP, B, Pog, Me の 8 点を Ns, Prm, Sn, Ls, St, Li, Sml, Ps, Ms, の 9 点の近傍軟組織計測点として選び、伊藤ら⁷⁾による標準距離を患者倍率で修正して得られた 9 個の各点間を三次曲線で滑らかに連らねた図形である。硬組織上に肉づけして描画され、プロッターへの出力が行われる。

Hyperdivergent facial type や Hypodivergent facial type の症例に対しては術者の判断で、S-N 平面の修正を行う。これは患者と標準図形の N と Po, Ar, Go, Me, Gn, Pog, B, LIEP, UIEP, A, ANS, Or, の各点との角度の差の平均値をラジアンで計測、標示し、それに従って時計方向か逆方向への回転処理が行われ、顔面骨相互関係が把握しやすいように描出される。

これから得られた結果をもとにして、具体的な手術計画は大矢印(⇒)の手順で行われる。すなわち下顎前突症症例では多変量解析による術式選択、予後予測により手術法の提案がプリンターに定量的に表示され、術式決定の資料を提供する。その他の変形症症例(⇒)と多変量解析により資料を得た下顎前突症例では、Profilogram をもとに顎模型による Model surgery を参考にして、顎骨の移動量の決定を術者が行い、術後の硬組織と軟組織の側貌を予測するためにトレースして硬組織 18 計測点の移動を行って、ディジタイザ上で入力する。入力されたデータは CPU にて演算され、データ保存されているその患者の術前の計測結果と移動後(手術計画)の結果をポリゴン表に重ね合わせ標示し、Profilogram も術前の患者のものと標準図形、顎骨移動後の形態がおのおのの仮想側貌図形とともに描画され、術後形態が具体的に示される。

次いで術後に撮影したセファロと術前、手術計画の結果を比較する場合には術後のセファロを細矢印(→)の手順で分析し、術前と手術計画のデータはおのおのの Case No. を Key in するとディスクに保存されたデータが出力されてポリゴン表と Profilogram の重ね合

図 3 症例 1 の術前のセファロ分析結果(ポリゴン表)

図 4 症例 1 の術前の Profilogram

わせが行われて標準図形、術前図形、手術計画、術後の硬組織の計測結果と Profilogram とおのおのの仮想側貌図形が描出されて、手術の評価がわかりやすく比較できる。

また旧症例の結果を描出するためには、プリンターで Old と Key in し、当該症例 No. を入れると点矢印

表 1 症例 1 の各手術法の Score と Mark
() 内は判別点

Case No. 1 Name: Y.T.				
Op.	Profile	Occlusion	Relapse	Mark
	(-0.02)	(0.0)	(-0.07)	
1	-0.015	0.646	-0.270	110
2	-0.147	0.686	-0.228	010
3	-0.523	0.626	-0.599	010
4	-0.188	0.544	-0.222	010
5	0.684	0.595	-0.954	110
6	0.503	0.845	-1.783	110
7	-0.487	0.541	-0.467	010
8	-0.253	0.131	0.253	011
9	0.288	0.671	-0.420	110
10	-0.237	-0.030	-0.342	000

ROENTGEN CEPHALOMETRIC ANALYSIS

CASE NO.: 1 NAME: Y.T.

AGE: 28 SEX: F

--- Pre op.
--- Op. plan 1

図 5 症例 1 の手術計画(1)の分析結果

(---) の手順で保存されたデータの表示が行われ、他症例との比較や術後長期間の変化もグラフィックディスプレイやプロッター上で行うことができる。

以下、具体例 3 例を用いて手術計画の作成と術後評価を得る方法の詳細を示す。

症 例

症例 1

患 者: 28歳 女。

主 訴: 咬合不全およびオトガイ部突出感。

本例ではセファロより得られた術前の分析では著明な下顎前突を示しており(図3)、Profilogramでも標準図形に比して下顎前突とオトガイ部突出がみられた(図4)。標準図形の拡大率は1.03であった。多変量解析を使ったコンピューターからの手術法の提案は表1のごとくであった。Profileでは、5) Obwegeser氏法+歯槽骨切り術および6) Obwegeser氏法+Le Fort I以外の手術法では術後満足すべきProfileが得られないことが予想された。Occlusionに関する結果では、10) Obwegeser氏法+Le Fort I+Genioplastyを除く他のすべての手術法で咬合関係の改善が得られることが判明した。また、Relapseに関しては、8) Obwegeser氏法+Genioplasty以外であればRelapseの可能性が大きいことが示唆された。以上の提案からはProfile、OcclusionおよびRelapseに関してすべてを満足させる手術法は存在しないことになる。そこでProfilogramを用いて、顎骨の移動量および術後の形態予想を行った。

まず、下顎骨全体を6mm後方へ咬合平面に平行に移動することにより、前歯部の良好な被蓋が得られるので、下顎骨の6mm後方移動した場合の分析結果(図5)とProfilogramを作成した。著明なSkeletal patternおよびDenture patternの改善が認められるが、Profilogramで明らかなようにいまだオトガイ部の突出感

ROENTGEN CEPHALOMETRIC ANALYSIS

CASE NO.: 1 NAME: Y. T.

AGE: 20 SEX: F

---- Pre op.
..... Op plan 2
..... OP. plan 1

図 6 症例 1 の手術計画(2)の分析結果

図 7 症例 1 の手術計画を示す Profilogram

が残存することが予想されたので, 5mm の Genioplasty を施行する必要があると思われ, Genioplasty を施行した結果を描出させてみた(図 6, 7). この結果からオトガイ部の突出感が減少することが判明し, 満足すべき側

写真 2 症例 1 の術前の側貌

写真 3 症例 1 の術後 3 か月の側貌

貌が得られることを確認した. このことを多変量解析による手術法の提案の結果と再度照合すると Occlusion, Relapse で良好であり, Profile でも予後良好な値に比較的近い値を示している 8) Obwegeser 氏法+Genioplasty の手術法を採用したことと一致する. 以上から主訴の咬合不全とオトガイ部突出感の改善をはかることができると思われた.

手術は, 全麻下に Obwegeser 氏下顎枝矢状分割法により下顎骨全体を 6mm 後退させ, 5mm の Horizontal geniectomy を施行した.

写真 4 症例 1 の術前の咬合状態

写真 5 症例 1 の術後 3 か月の咬合状態

術前の著明な下顎前突の側貌は改善し、患者の満足を得ている(写真 2, 3)。

反対咬合は消失し、咬合不全は解消されている(写真 4, 5)。

術前、手術計画、術後 3 か月のセファロ分析の結果と Profilogram の重ね合わせでも、手術計画どおりの結果が得られ、術前に比して明らかな改善が得られている(図 8, 9)。

また、Relapse も認められず、良好な経過をたどっている。

症例 2

患者： 18歳 男。

主 訴：下顎前突および咀嚼障害。

本例では顔貌所見、セファロ分析の結果から明らかに下顎前突の所見が得られ(図 10)、Profilogram では上下顎ともに前突を示す、いわゆる Skeletal class III malocclusion group E に属する症例であることが判明したが、顔貌から得られる大きな下顎前突に上顎骨の後退を伴う印象とはやや異なる所見をセファロから得られた(図 11)。S-N 平面の修正の回転角は 0.186 となり 0.15 以上の値を示し、Hyperdivergent facial type と診断し、

図 8 症例 1 の術前、手術計画、術後のセファロ分析結果

図 9 症例 1 の術後の Profilogram

ROENTGEN CEPHALOMETRIC ANALYSIS

CASE NO.: 2 NAME: H. K. AGE: 18 SEX: M Pre op.

図 10 症例 2 の術前のセファロ分析結果

図 11 症例 2 の術前の Profilogram

N点を中心として Profilogram を時計方向に回転させた。その所見からは上顎骨の軽度な後退と下顎骨の大きな前突が標準図形との比較から得られた(図 12)。

多変量解析を用いた手術法の提案からは, Profile は 5) Obwegeser 氏法+歯槽骨切り術, 6) Obwegeser 氏

図 12 症例 2 の S-N 平面修正後の Profilogram

ROENTGEN CEPHALOMETRIC ANALYSIS

CASE NO.: 2 NAME: H. K. AGE: 18 SEX: M Pre op. Op. plan

図 13 症例 2 の手術計画を示す分析結果

法+Le Fort I, 9) Kôle 氏を除く, 7 種の手術法で良好な結果が得られないと予想された。また, Occlusion

表 2 症例 2 の各手術法の Score と Mark
() 内は判別点

Case No. 2 Name: H.K.				
Ope.	Profile	Occlusion	Relapse	Mark
	(-0.02)	(0.0)	(-0.07)	
1	-0.110	-0.745	0.582	001
2	-0.241	-0.706	0.623	001
3	-0.617	-0.765	0.253	001
4	-0.283	-0.847	0.630	001
5	0.590	-0.796	-0.102	100
6	0.409	-0.546	-0.886	100
7	-0.581	-0.850	0.384	001
8	-0.347	-1.260	1.105	001
9	0.194	-0.720	0.431	101
10	-0.332	-1.421	0.509	001

図 14 症例 2 の手術計画を示す Profilogram

に関してはすべての手術法で改善困難と予測され、Relapse の項目でも、5)、6) の手術法で Relapse の発生の可能性が大きいことが示された (表 2)。この結果 3 項目をすべて満足させる手術法は存在しないことになり、Profilogram による顎骨の移動法と移動量の検討を行った。下顎骨のみでは大きな移動を必要とし、平面的な顔貌を呈することが予想されたために、上下顎に骨切りを施行して移動すれば良好な結果が得られることが予

図 15 症例 2 の術前、手術計画、術後の分析結果

測された。そこで Profilogram 上で上顎骨 7 mm の前方移動と下顎骨 12 mm の後方への移動をはかることで術後の顔面形態の予測を行った (図 13, 14)。Profile は著明な改善が得られると予想されたが、顎模型による Model surgery でも小臼歯部での Open bite がみられ、

図 16 症例 2 の術後の Profilogram

写真 6 症例 2 の術前の側貌

Occlusion に関しても多変量解析の結果と同様な所見が得られた。

手術は全麻下に下顎骨全体を Obwegeser 氏下顎枝矢状分割法により 12 mm の後方移動と 7 mm の上顎骨の前方移動を Le fort I 型骨切り術で行った。術前と術後, 手術計画とのセファロ分析結果の重ね合わせでも手術計画とはほぼ同様で満足すべき結果が術後に得られた(図15)。Profilogram でも上下顎間の相互関係も良好で

写真 7 症例 2 の術後 4 か月の側貌

写真 8 症例 2 の術前の咬合状態

写真 9 症例 2 の術後 4 か月の咬合状態

ある(図16)。

術前の著しい下顎前突の側貌は消失し, 良好な顔面形

ROENTGEN CEPHALOMETRIC ANALYSIS

CASE NO.: 3 NAME: T.M.

AGE: 20 SEX: M

--- Pre op.

図 17 症例 3 の術前セファロ分析結果

ROENTGEN CEPHALOMETRIC ANALYSIS

CASE NO.: 3 NAME: T.M.

AGE: 20 SEX: M

--- Pre op.
--- Op. plan

図 19 症例 3 の手術計画の分析結果

図 18 症例 3 の術前の Profilogram

図 20 症例 3 の手術計画の Profilogram

態を示している(写真6, 7). 咬合関係も改善され, 上顎歯により下顎歯が被蓋されているが, 手術計画の予想どおり小臼歯部での Open bite がみられた(写真8, 9).

術後2か月後半より Relapse がみられたが, 咬合調整によりそれ以上の大きな Relapse はみられていない.

症例3

患者: 20歳 男.

主訴: 口唇部突出.

術前のセファロ分析では Interincisal angle 2 SD 以上と歯軸傾斜が著明であり, また上下顎歯槽前突が認められた(図17, 18).

40

ROENTGEN CEPHALOMETRIC ANALYSIS

CASE NO.: 3 NAME: T.M.

AGE: 20 SEX: M

図 21 症例 3 の術前, 手術計画, 術後の分析結果

図 22 症例 3 の術後の Profilogram

手術計画の作成にあたり太矢印(→)の手順で手術法の決定と顎骨の移動量の検討を行った。一顎のみの骨切りでは十分な改善が得られないことが予想されたために上下顎の歯槽骨切りにて上顎前歯部 3mm, 下顎前歯部 5mm の後退を行った場合の Profil の変化を検討し, 満足すべき形態が得られ, 口唇突出感も改善されること

写真 10 症例 3 の術前の側貌

写真 11 症例 3 の術後 3 か月の側貌

写真 12 症例 3 の術前の咬合状態

が予想された(図19, 20).

手術は全麻下に上顎に Wassmund-Wunderer 法, 下顎

写真 13 症例 3 の術後 3 か月の咬合状態

には前歯部歯槽骨切り術を One stage に行った。術後セファロ分析で満足すべき形態を得られた(図 21, 22)。口唇部の突出感も改善され、良好な側貌を示している(写真 10, 11)。

また、咬合関係も良好で上顎前歯で下顎前歯で被蓋されている(写真 12, 13)。

考 察

顎変形症症例に対する診断は、病因を究明し、その本態を決定し、他疾患と鑑別するという一般的な診断とは若干異なり、疾病というより顎顔面異常や不正咬合といった形態異常を対象にし、これらの形態異常に関係する顔面構造の形態と機能の異常を的確に把握することである⁸⁾とされている。

したがってこれらの異常を表すために種々なる計量的な分析が行われている^{9,10)}。この分析結果から顎顔面のどの部位がどの程度の形態的、機能的な異常を有しているかを明らかにし、おのおの症例に適した治療方針の決定を行う必要がある。そのために Broadbent¹¹⁾、Hofrath¹²⁾ により開発されたセファロは現在これらの分析に欠くことのできないものになってきている。セファロ分析は近年非常に複雑になり、情報量も多岐にわたるために、従来のように手作業で処理することは困難になってきている。分析にコンピューターシステムを用いることが一般化し、さまざまな応用が試みられている^{13,14)}。

顎変形症症例に対する手術は、従来術者の経験にもとづいて顔貌所見、顔面写真、上下顎歯列模型、エックス線写真などの資料をもとに、手術法の選択や術後の形態的、機能的な予想を行っていた¹⁵⁾。しかしながら外科的矯正術を施行する場合に、具体的に術後の形態を短時間に能率よく標示する方法はほとんどみられず、手術に対する患者の不安を解消することは困難であった。

そこで著者らは術前のセファロを用いて顎変形症症例

の診断や手術法の選択、術後の形態予測や Relapse の発生する可能性を数量化表示する試みを行った⁴⁾。さらにこれらの症例の顎骨の移動を行った際の術後の顎顔面形態の予測および顎骨移動量を決定するための骨格の Profilogram の描画を小下顎症症例を用いて検索した¹⁶⁾が、さらに標準図形、仮想側貌図形を描画させ、これらのすべてを含むコンピューターシステムの開発を今回試みた。

標準図形の描出は既に行われているが¹⁴⁾、各症例の形態に対して拡大、縮小して表示する方法を用いると標準形に対する本症患者の形態異常が容易に判読でき、軟組織形態の移動後の変化も仮想側貌図形を用いることによって肉眼的に明らかになるため術後の軟組織を含む Profile の問題点を術前に十分把握でき、それらに対する対策をあらかじめ講じることが可能と思われた。

一般にセファロでは基準平面として、F-H 平面や S-N 平面が用いられているが、個々の症例において解剖学的な位置に差があり、標準的な位置とくらべると、顔貌所見や顔面写真で得られる所見とは異なった印象をセファロ分析の結果からうけることがある。Jacobson¹⁷⁾は基準平面によって分析の結果が異なると報告しており、また真性下顎前突症症例においては頭蓋底の彎曲があるために S-N 平面は不安定であるという報告¹⁸⁾もある。したがって、いわゆる Hyperdivergent facial type や Hypodivergent facial type に属する症例においては、基準平面の検討を行う必要があると思われる。そこで S-N 平面の修正を武内¹⁴⁾は、<SN-NF 値を基準にして判定しているが、今回は N と 12 計測点との角度の平均値が 0.15 以上のものを Hyperdivergent facial type として N を中心に時計方向に回転し、負の値を示す症例を Hypodivergent facial type として逆時計方向に回転することによって S-N 平面を修正し、顔面骨相互関係を容易に知ることができ、顔貌所見と一致した結果が得られた。

このように分析し、診断した結果をもとにして手術計画を作成し手術を施行する。手術は現在、口腔内よりの Approach^{19,20)} により行われることが多く、手術法や手術器具の進歩につれて、手術計画の立案も具体的、客観的な方法で行われる必要がある。このような点で今回、試みた分析システムは、術前に術後形態の予測や Relapse 発生の可能性および顎骨移動量の決定や移動後の具体的な形態が標示され、顎変形症症例に対して外科的矯正術を行う際の検討が客観的かつ総合的に短時間に能率的に行えるシステムである。

本システムを用いて手術法の提案、顎骨の移動量の決定を行い、手術を施行した症例からは満足すべき結果が得られており、それらの症例のうち Obwegeser 氏下顎枝矢状分割法と Horizontal genioectomy を併用した症例と Hyperdivergent facial type に属する症例、上下

顎歯槽前突の症例の3例を用いてその分析法を具体的に紹介した。

む す び

顎変形症症例に対する分析, 診断のためのコンピューターシステムを開発し, これを用いて手術法の提案, 顎骨移動量の決定を行った。

1. 術前セファロより得られた計測点を入力し, 計測結果, 標準偏差表, Profilogram と標準図形および仮想側貌図形の描出がなされた。

2. 得られた資料により, 顔貌所見と一致した所見の得られない症例には S-N 平面の修正を行い, 顔面骨相互の関係を明確にした。

3. 下顎前突症例に対しては多変量解析による手術法の提案を行い, これらの症例と他の顎変形症症例に外科的矯正術施行の際の顎骨移動量の決定を行い, 手術前に術後の顔面形態の図示ができた。

4. Type の異なる3例を例にして, 術前セファロから手術法決定と顎骨移動量の決定, 術前に術後形態予測および手術評価までの手順について紹介した。

5. 顎変形症症例に対して, 外科的矯正術を施行するに際して, 総合的な資料による手術計画立案のための貴重なデータを短時間に能率的に得るコンピューターシステムを開発した。

稿を終えるにあたり, ご指導, ご校閲を賜った小野尊睦教授, 井田一夫教授に深謝致します。また, 本研究遂行にあたり有益なるご教示, ご助言を戴いた口腔外科学教室, 石井保雄助教授, 飯塚忠彦講師に感謝するとともに, 種々ご便宜を与えられた京都大学医用高分子研究センター歯科材料応用研究部門ならびに京都大学医学部口腔外科学教室の諸先生方に厚くお礼申し上げます。

本論文の要旨は, 第24回日本口腔外科学会総会(昭和54年10月)および第34回日本口腔科学会総会(昭和55年5月)において発表した。

引用文献

- 1) Walker, G.F.: Summary of a research report on the analysis of cranio-facial growth. N.Z. Dent J 63: 31 1967.
- 2) 和田義彦, 他: 電子計算機システムの矯正診断への応用. 日矯歯誌 31: 462 1972.

- 3) Wolford, L.M., et al.: Mandibular deficiency syndrome. Oral Surg 45: 329 1978.
- 4) 兵 行忠, 他: 多変量解析による顎変形症の診断, 術式選択, 予後予測に関する計量的アプローチ. 日口外誌 27: 1 1981.
- 5) 井上直彦, 他: 最新歯科矯正アトラス. 第1版, 医歯薬出版, 東京都, 1975, 285頁.
- 6) 飯塚哲夫, 他: 頭部X線規格写真法による症例分析法の基準値について—日本成人男女正常咬合群. 日矯歯誌 16: 4 1957.
- 7) 伊藤学而, 他: 側位頭部X線規格写真像による顔面図形分析: 成人骨格型下顎前突における適用. 日矯歯誌 36: 205 1977.
- 8) 押鐘 篤編: 歯科ハンドブック 理論編. 第1版, 文京書院, 東京都, 1973, 375頁.
- 9) Downs, W.: Variation in facial relationship: their significance in treatment and prognosis. Amer J Orthodont 34: 812 1948.
- 10) Tweed, C.H.: The Frankfort-mandibular plane angle in orthodontic diagnosis. Amer J Orthodont 32: 175 1946.
- 11) Broadbent, B.H.: A new X-Ray technique and its application of orthodontia. Angle Orthodont 1: 45 1931.
- 12) Hofrath, H.: Die bedeutung der Roentgenfernand Abstandsaufnahme fur die Diagnostik der Kieferanomalim. Fortschr Orthodont 1: 232 1931.
- 13) 篠田忠司: 電子計算機システムによるセファロメトリー. 日大歯学 43: 572 1966.
- 14) 武内 豊, 他: 基準平面修正機能をもつ頭部X線規格写真分析システム—6年間の臨床経験にもとづいた反省と改良. 日矯歯誌 37: 353 1978.
- 15) 花田晃治, 他: 下顎前突の外科的矯正. 第1版, 書林, 東京都, 1977, 65頁.
- 16) 兵 行忠, 他: コンピューターによる手術計画のもとに施行した顎形成術の経験—小下顎症症例一. 日口外誌 27: 646 1981.
- 17) Jacobson, A.: Application of the "wits" appraised. Amer J Orthodont 70: 179 1976.
- 18) Schulhof, R.J.: When S-N is abnormal. J Clinic Orthodont 11: 343 1977.
- 19) Obwegeser, H.L.: The indication for surgical correction of mandibular deformity by sagittal splitting technique. Brit J Oral Surg 1: 157 1964.
- 20) Converse, J.M.: Reconstructive plastic surgery. ed 2, W.B. Saunders Co, Philadelphia, 1977, p 1303.