下顎枝矢状分割法へのセラミックネジ止め固定法の応用

瀬戸 皖一・岡田とし江・近藤 寿郎
太田 義隆・石井 宏昭・松浦 正朗

Ceramic Screw Fixation in Sagittal Splitting Osteotomy of the Ascending Ramus

Kanichi SETO・Toshie OKADA・Toshirou KONDOU
Yoshitaka OHTA・Hiroaki ISHII・Masarou MATSUURA

緒 言

骨格型下顎前突症に対する外科矯正については、従来より数多くの手術法が考案され実施されているが、そのなかで下顎枝矢状分割法¹⁻³⁾は他の手術法に比べて多くの利点と幅広い適応範囲を有するために、現在では最も繁用される手術法となっている。本法がすぐれていることはすでによく知られているが、一方では6～8週間の顎間固定を必要とする欠点は他の種々の手術と共通している。長期の顎間固定は患者にとって肉体的にも精神的にも大きな苦痛であり、手術の実施に踏み切るにあたってひとつの障害となっていることは事実である。

Spiessl は本法に A.O. Osteosynthese の皮質骨ネジによるネジ止め固定を導入し⁴⁾、下顎枝矢状分割法においてもほとんど顎間固定を行わない方法を考案した。われわれも4例に対して Spiessl の方法⁵⁾を応用してみたが、ステンレススチール製の皮質骨ネジを用いた場合には、半年から1年後に再度除去手術を必要とするという欠点がある。そこで京セラ株式会社に依頼し、Spiessl の金属ネジ止め固定装置をそのまま応用できる単結晶アルミナ・セラミックス製ネジを製作した⁶⁾。

今回は、本法の術式とセラミックネジ使用上の留意点を紹介するとともに、ネジ止め固定症例について、臨床的検討を加え、若干の知見を得たので報告する。

対 象 症 例

昭和56年3月から昭和58年3月までの2年1か月間に、下顎枝矢状分割法を施行しネジ止め固定を行った骨格型下顎前突症患者は13例であった(表1)。この13例中、A.O. 皮質骨ネジの応用例は4例(症例1～4)で、それ以降の9例にはすべてセラミックスを使用した。性別では、男性4例、女性9例、手術時年齢は、18歳から25歳、平均21歳であった。術前矯正を行ったものは7例で、うち3例に対しては術後矯正も行っている。症例7以降は、術前に予想した咬合位を術中に正確に再現する目的でオクルザールスプリントを使用した。

術 式

ネジ止め固定、すなわち lag screw の原理⁷⁾を図1に示す。つまり、下顎枝外側骨片はネジ山と同じ直径の drill を用いて穿孔させ、内側骨片はネジの谷径と同じ直径の drill を用い、内側骨片にのみネジ山を切る。穿孔部にネジを挿入して締めていくと、外側骨片はそのまま通過し内側骨片とのみネジが締まるために、両骨片は強固に圧迫固定される。

術式はまず通法のごとく下顎枝矢状分割を行い、オクルザールスプリントを介して顎間固定を行った後、外側骨片と内側骨片を骨鉗子にて予想位置に固定する。次に下顎角部下縁下に約5mmの皮膚切開を加え(図2)、円錐形の metal point を付けた trocar を挿入し(図3 a)、metal point を口腔内より除去する。さらに mountable ring を口腔内より取り付け、trocar を頬部軟組織に固定する(図3 b)。この trocar を通して drill guide を挿入し(図3 c)、まず直径2.7mmの drill で下顎枝外側骨片を穿孔させ(図3 d)、ついで drill guide を交換して直径2mmの drill で内側骨片に皮質骨を貫通

鶴見大学歯学部第1口腔外科学教室
(主任：瀬戸皖一教授)

The First Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Tsurumi University
(Chief: Prof. Kanichi Seto)

受付日：昭和58年5月24日

表 1 症 例

症 例	手術時年齢	性 別	手 術 日	顎間固定期間	Occlusal Splint	矯 正
No. 1	25歳	女性	56. 3.	14日	—	—
2	24歳	女性	56. 11.	7日	—	—
3	18歳	女性	56. 12.	7日	—	—
4	21歳	女性	56. 12.	8日	—	術 前
5	20歳	男性	57. 3.	7日	—	術前・術後
6	21歳	男性	57. 4.	13日	—	—
7	19歳	男性	57. 7.	7日	+	術 前
8	20歳	女性	57. 9.	7日	+	術 前
9	24歳	女性	57. 9.	10日	+	—
10	21歳	男性	58. 12.	7日	+	術 前
11	19歳	女性	58. 2.	14日	+	—
12	21歳	女性	58. 2.	7日	+	術前・術後
13	20歳	女性	58. 3.	7日	+	術前・術後

図 1 lag screw の原理 (SPIESSL, B., TSCHOPP, H.M.⁷⁾ より) 図 2 皮膚切開 (SPIESSL, B., TSCHOPP, H.M.⁷⁾ より)

するまで孔を開ける (図 3 e). 次に depth guage にて両骨片の外側から内側表面までの距離を計り (図 3 f), ネジ山を内側骨片にのみ切る (図 3 g). 最後に直径 2.7 mm のセラミックスネジを挿入し, ネジを締めて両骨片を固定する (図 3 h). ネジ止めは写真 1 のごとく左右各 3 本, 計 6 本としている. ネジ止め固定終了後 (写真 2), 下顎角の皮膚切開部より低圧持続吸引を施し, 顎間固定をいったんはずして口腔内粘膜切開部を縫合し, あらためて顎間固定を行う (写真 3). 低圧持続吸引は 3, 4 日施行し, 顎間固定は原則として抜糸までの約 1 週間行い, この間は経鼻栄養としている. 写真 4 は従来の A.O. 皮質骨ネジと単結晶 アルミナ・セラミックス製ネジを示したもので, このセラミックネジ以外に, われわれはやむを得ずネジ孔に傾斜が付いてしまった場合のために頭の裏面を円錐形にして片当りしないネジを別に考案して使用している. さらに万一ネジ孔が緩くなった場合を考慮して, 径 3.5 mm のピッチを粗くしたネジも作製し, 実際に用いて目的を果たしている.

術 後 評 価

術後 6 か月以上を経過した症例 1~10 のネジ止め固定症例 10 例と, 下顎枝矢状分割後囲繞結紮にて骨片固定を行った 10 例について比較検討を行った.

1. 頭部 X 線規格側貌写真による検討

術前計測結果では表 2 のごとく, ネジ止め固定群, 囲繞結紮群いずれも骨格型下顎前突症の特徴, すなわち Facial angle, SNB は大きく, Y-axis は小さく, A-B plane angle は正の値, Convexity, SNA-SNB difference は負の値を示し, 両群間に大幅な数値の差異は認められなかった.

図 3 ネジ止め固定の手順 (SPIESSL, B.⁵⁾ より改変)

写真 1 症例 5 : 術後 2 週目の X 線写真

写真 2 ネジ止め固定終了時術中所見

写真 3 粘膜縫合，顎間固定終了時術中所見

術後2週目では両群とも Facial angle, Convexity, A-B plane angle, Y-axis, SNB SNA-SNB difference は著明に改善し，術後2か月，6か月を経過しても大きな変化を示す項目は認められず，安定した経過をたどっている(図4)。

Mandibular plane angle は術前術後ともほとんど変化がみられなかった。

2. 頭部X線規格正貌写真(P-A セファロ)による検討

下顎枝外側骨片の動きを観察する目的で，図5に示すごとく中後らの方法⁹⁾に従って正中線を設定し，以下の計測を行った。左右下顎角から正中線までの距離を左右AG幅径，さらにAGとAREを結ぶ線が両側のPorionを結ぶ線に対して成す角をAS.A (ascending angle) とした。

AG幅径は下顎角の近遠心的動きを，AS.Aは下顎枝の角度の変化を示すと考えられる。

1) AG幅径について

術前に比べて左右AG幅径が1.5mm以上増加したものを(2+)，0.7~1.5mm増加を(+)，0.7~ -0.7mmの変化を(±)，0.7~1.5mm減少したものを(-)，1.5mm以上減少したものを(2-)とした。

図6に両群の左右AG幅径の経時的变化を示す。囲繞結紮群の術後2週目ではAG幅径がいったん大きく

写真 4 A.O. 皮質骨ネジと単結晶アルミナ・セラミックス製ネジ

なる例が多く，すなわち外側骨片がわずかに外側に拡がり，6か月後にはこれが復帰する傾向がみられた。

ネジ止め固定群では，術後2週目では術前に比べ変化のないものが多かったが，6か月後には(2+)，(2-)の例数がやや減少する傾向が認められた。

2) AS.Aについて

術前に比べて，AS.Aが1.2°以上増加したものを(2+)，0.6~1.2°増加したものを(+)，0.6~ -0.6°の変化を示したものを(±)，0.6~1.2°減少したものを(-)，1.2°以上減少したものを(2-)とした。

図7は両群のAS.Aの経時的变化を示したもので，術後の値には各群ともバラツキがあり，とくに一定の傾向は認められなかった。

3. 術後の開口域の経時的变化について

開口域は医歯大型開口測定器を用いて，上下中切歯切端間距離を測定した。ネジ止め固定群のうち，経時的に6か月以上開口域を測定した10例について，図8のごとく経時的变化を描記した。2か月から立ち上がった破線で示した2例は囲繞結紮例で，この2例を対照として示した。

ネジ止め固定群では顎間固定除去後すみやかに開口域が拡大している症例もあったが，開口域の拡大の仕方が緩徐な症例も認められた。症例3で2か月後に開口域が減少しているが，これは咬合に若干のズレを生じたので短期間ゴム牽引を行ったためである。最終的には10例いずれも35mm以上開口可能となっている。

4. 顎関節頭の位置の変化について

ネジ止め固定において最も懸念されることは，顎関節に対する影響であるので，全例経時的に顎関節のX線写真を撮影して観察している。このうち側斜方向X線規格写真^{9,10)}により，術前術後の関節窩と内耳道の像がほぼ一致する症例8~10の3例について，中心咬合位における顎関節頭を図9のごとくトレースし，その位置の変化を検討した。実線は術前，破線は術後を示している。その結果，3例いずれも左側の関節頭がわずかながら前方

表 2 セファログラム計測結果

	ネジ止め固定群 (10例)							
	術 前		術後 2 週間		術後 2 か月		術後 6 か月	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
Facial angle	91.47	2.90	87.45	2.88	87.08	3.24	88.02	2.88
Convexity	-12.89	4.16	-2.06	6.19	-4.86	5.51	-4.59	6.62
A-B plane	6.54	2.36	-0.14	2.45	1.08	2.28	-0.04	2.39
Mandibular plane	28.7	3.34	28.64	4.57	28.54	4.27	28.63	5.00
Y-axis	61.46	2.94	64.98	3.27	63.86	2.47	63.81	2.85
SNB	85.51	2.14	81.05	2.86	81.08	3.10	81.52	3.07
SNA-SNB diff	-5.42	2.48	-0.28	2.15	-2.21	1.06	-1.12	2.06

	囲繞結紮群 (10例)							
	術 前		術後 2 週間		術後 2 か月		術後 6 か月	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
Facial angle	92.75	3.29	88.94	2.71	89.09	2.64	89.29	2.88
Convexity	-8.32	9.75	-1.08	8.29	-0.37	8.45	-1.3	8.09
A-B plane	5.88	4.12	-0.30	3.81	-0.41	4.32	0.77	4.14
Mandibular plane	30.14	4.57	30.97	5.43	32.87	4.98	32.48	4.57
Y-axis	60.50	3.62	63.35	2.57	63.31	3.07	63.35	2.77
SNB	85.29	3.11	80.38	2.76	80.99	2.58	81.33	2.92
SNA-SNB diff	-4.6	4.24	0.03	3.36	-0.09	3.45	-0.78	3.43

図 4 セファログラム各項目の経時的変化 (平均値・標準偏差)

図 5 AG 幅径と AS.A および各計測点

図 6 AG 幅径の経時的変化

図 7 AS.Aの経時的変化

図 8 開口域の経時的変化

に移動しているように思われた。

考 察

下顎前突症に対する外科的矯正法のみならず、骨折あるいは腫瘍等に対する下顎の手術においては、従来顎間

症例 8

症例 9

症例 10

図 9 関節頭の偏位

固定はほとんど避けられないものと考えられていた。すなわち骨の正常癒合を図るためには、一定期間咬合を確保しつつ下顎を安静にすることが必須条件であり、この目的のためには顎間固定が最も簡便かつ適切な方法であると確信されていたからと思われる。しかしながら顎間固定は、その実施期間中下顎の生理的運動が全く阻害されるため、患者は流動食に頼らざるを得ず、社会生活は大幅に制限され、精神的にも肉体的にも大きな負担となっていた。それゆえ機能を営ませかつ骨の癒合を促進せしめるような固定法の確立が希求されてきた。

1950年代スイスの整形外科医、工学、理学および基礎医学者の共同チームである A.O. グループ (Arbeitsgemeinschaft für die Osteosynthesefragen) により開発された圧迫骨接合術のシステムは、強靱な内副子の応用により従来の骨折治療に対し大きな変革をもたらした¹¹⁾。これは口腔外科領域の下顎の手術にも大きな影響を与え、下顎骨骨折^{12,13)}、下顎骨再建手術¹⁴⁾等においてもほとんど術後の顎間固定が必要でなくなるまでに至った。A.O. Osteosynthese を顎骨手術に応用した Spiessl はこのシステムを改良し、1974年下顎枝矢状分割法での骨片の固定に A.O. 皮質骨ネジを応用する方法を開発し、外科矯正手術においても顎間固定からの解放に成功した^{4,5)}。1980年より当科においても Spiessl の方法に従って、下顎枝矢状分割後ネジ止め固定を試みてきたが⁶⁾、A.O. 皮質骨ネジはステンレススチールすなわち不銹鋼製ではあるが長期間生体内に留置しておくこと

図 10 各種生体用材料の強度比較 (金属は0.2%降伏点強度を示す)

*Mears, D.C.: Materials and Orthopaedic Surgery. The Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1979.

**加藤一男, 青木秀希: 生体とセラミックス, セラミックス, 15(6): 418-426, 1980. (敷田, 藤沢¹⁶⁾より)

talosis の発現が懸念され、6か月から1年の間にネジの除去手術が必要となる。そこでわれわれは A.O. 皮質骨ネジに代る、除去を前提としない埋入材が開発されれば、患者にとっても術者にとっても負担が軽減されるものと考え、セラミックネジを本法に応用することにした。

われわれの使用したセラミックネジは1975年川原らが京セラ株式会社と協同で開発した単結晶アルミナ・セラミックス¹⁵⁾を形成して製作したものである。アルミナ・セラミックスには単結晶アルミナ・セラミックスと多結晶アルミナ・セラミックスとがあり、前者は人工歯根として、あるいは整形外科領域では骨接合用ネジとして、後者は口腔領域では顎骨の、整形外科領域では大腿骨頭の代用人工骨としてすでに臨床応用されている。単結晶のものは、多結晶のものと比較して機械的強度にすぐれているので、ネジあるいは人工歯根のように、小さなものでかつ大きな力のかかる生体用材料として適している。また、単結晶アルミナ・セラミックスは化学的に安定で強酸、強アルカリに対しても強い耐蝕性を示し、生体内でもきわめて安定で埋入材として全く問題がないとされている。その物性について、各種生体用材料と比較してみると図10のごとく、圧縮強度と曲げ強度の比は単結晶体ではほぼ3:1の値を示し、曲げあるいは引張り強度と比較して圧縮強度は特異的に高い。またヤング率はステンレススチールに比べ約2倍の値を示し、硬度もモース硬度9できわめて硬い。ただし弾力性がほとんどないため脆く、脆さの指標である耐衝撃強度は7.6 kgcm/cm² (シャルピー衝撃試験)と低い値を示している¹⁶⁾。このため単結晶体で危惧すべき点は操作中に破折を起こ

す可能性があることである。先にネジあるいは人工歯根に適すると述べたが、金属に比較すると、ネジとしての性能は数段劣る。これは弾性に乏しく、硬いために表面の凹凸のある一点が強く当たると、この部分に応力が集中し、破折しやすいという性質による。

そこで単結晶アルミナ・セラミックス製ネジを設計する際に次の点を工夫した。

1) A.O. 皮質骨ネジよりもネジ山を鈍角にし、さらに谷と山を曲面で移行するように丸味をつけた。

2) A.O. 皮質骨ネジよりもネジ山を若干低くした。

3) ネジの頭には溝を作らず、円柱状の頭の稜角を平行に切り取り、この部分に適合したドライバーで把持して回転させ、破折の防止に努めた。

本法の応用に際しては、ドライバーのみ専用のものを別に製作を依頼し、その他はすべて Spiessl のネジ止め用セットを使用した。

ネジ止め固定が円滑にでき、術後の障害を軽減するためには、外側骨片と内側骨片が1平面で均等に接触するように分割しなければならない。これは接触面のある部分に突出したところがあると、ネジ止めの際に同部を支点として外側骨片と内側骨片とが離開してしまうため、ときにネジ止め固定が不可能になることがある。また、仮にネジ止め固定ができて、顎関節に回転が加わり、術後の顎運動障害の原因となる可能性がある。そこで、両骨片が可及的に緊密に面で接触するように、矢状分割の術式に以下のように若干の改良を加えて実施し好結果を得ている。

1) 下顎枝内側、下顎枝前縁、下顎骨体頰側に設定する3つの骨切り線に角度をつけず、できるだけ移行的に、かつ正面からみてこの3つの部分の骨切り線が一直線に近くなるように設計する。この3つの骨切り線に明瞭な角をつけると、この部分が突出して均一な接触を妨げるおそれがあるためである。

2) 下顎骨体頰側の骨切りは第2大臼歯中央に設け、骨体の一部を含めて矢状分割することにより、ネジ止めのスペースを確保する。

3) 下顎下縁および下顎枝後縁まで骨切り線を入れ、正確に頰舌側に矢状分割する。とくに分割面が舌側に入ると外側骨片の未分割面が内側骨片と当たって、外側骨片の離開の原因となる。

次に、ネジ止めの際の注意として、(1) 骨穿孔は drill を骨面に対して正確に垂直に立てて行う、その他ネジの破折を防ぐためには(2) ネジ山切りを十分行う、(3) ネジ込みの最後にあまり強圧をかけないことが重要である。これらの点を十分注意しながら慎重にネジ止めを行えば、ネジが破折することはほとんどない。また、ネジ孔が骨面に垂直に設けられなかったり、緩んだ場合には、前に述べた特殊なネジを使用している。

ネジ止め固定に用いるネジの本数について、Spiessl ら

は1本の lag screw により compression が骨片間に得られるが、矢状面での回転を防止するためには2本目のネジが必要となり、さらに3本目のネジにより骨の接触面を線から面に変えることによって骨片間の安定が得られると述べている。また、臨床例75例に対し、固定法の違いによる術後経過を評価した結果、ネジ1本では15%、2本では12.5%、3本では0%に後戻りが生じたと報告している¹⁷⁾。この結果に基づき、われわれも当初よりネジ止め固定の際には、片側3本、両側で計6本のネジを使用している。

下顎枝矢状分割法にネジ止めを併用した場合に最も懸念されるのは、顎関節への影響である。下顎骨体全体を後退させた場合、残った外側骨片の位置の指標が失われ、外側骨片をどの位置に設定すればよいかは不明となる。この点については囲繞結紮を使った場合でも全く同様であるが、ネジ止めの場合には固定が rigid であるため一層不安である。そこで現在までにネジ止め固定を行った症例については、慎重に経過観察を行うとともに、経時的に頭部X線規格写真、オルソパントモグラム、側斜方向X線規格写真および眼窩関節法撮影を行い、術後の変化を分析し、囲繞結紮群との間の差を検討している。現在までのところ症例ごとの variation が大きく、症例数自体もそれほど多くないので、明らかな違いは認められないが、囲繞結紮法では術後外側骨片は頰舌的には頰側に、前後的には前方に移動するものが多いのに対し、ネジ止め固定法では頰舌的には一定の傾向がなく、前後的には後方に移動するものが多い傾向にあった。開口域の拡大の様相についてみると、術後1~2週間で開口させているネジ止め固定例では、速やかに開口域が拡大するものと、やや遅延するものがあった。囲繞結紮例では全例速やかに開口域が拡大した。ネジ止め固定を行った症例においても6か月以内に全例35mm以上の開口が可能となっており、現在までに顎関節に起因すると思われる不快症状を訴えている症例はない。さらに術式を改良し、慣れるに従い出血量は減少し、外側骨片の離開や偏位も少なくなり、開口域も急速に拡大するようになった。

ネジ止め固定法の欠点として、囲繞結紮法よりも約1時間手術時間が延長するため、それによって出血量が増加する、手術操作が複雑になるなどがあげられる。しかしながら、症例の選択と的確な術式を踏まえて行えば、術後に障害を後遺することはほとんどなく、本法はきわめて有用な手術法であると考えている。

結 論

下顎枝矢状分割法にセラミックネジ止め固定法を応用し、囲繞結紮法との比較検討を行い以下の結果を得た。

1. 頭部X線規格側貌写真と正貌写真における術後経

過はネジ止め固定群と囲繞結紮群とはとくに差が認められなかった。

2. ネジ止め固定群の術後の開口域の変化については、症例により異なり一定の傾向は認められなかったが、いずれも35 mm 以上開口可能となった。

3. ネジ止めの際の骨の分割については、(1) 下顎枝内側、下顎枝前縁、下顎骨体頰側に設定する骨切り線をできるだけ移行的に、かつ正面からみて一直線に左右平行になるよう設定する、(2) 下顎骨体頰側の骨切りは、骨体の一部を含めて行う、(3) 下顎下縁および下顎枝後縁まで骨切り線を入れ、正確に頰舌側に矢状分割する、ことが要点と考えられた。

4. セラミックネジ使用上の注意として、(1) 骨穿孔は drill を骨面に対して正確に垂直に立てて行う、(2) ネジ山切りを十分行う、(3) ネジ込みの最後の強圧をかけない、ことが重要と考えられた。

5. セラミックネジ止め固定法の利点として、(1) 確実な固定と広範囲の骨の接触面積が得られる、(2) 術後短期間で開口できるため、早期に社会復帰可能である、(3) ネジを除去する必要がない、などが考えられた。

引用文献

- 1) Trauner, R., Obwegeser, H.: The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. *Oral Surg* 10: 677 1957.
- 2) Dal Pont, G.: Retromolar osteotomy for the correction of prognathism. *J Oral Surg* 19: 42 1961.
- 3) Obwegeser, H.: The indications for surgical correction of mandibular deformity by the sagittal splitting technique. *Brit J Oral Surg* 1: 157 1964.
- 4) Spiessl, B.: Osteosynthese bei sagittaler Osteotomie nach Obwegeser-Dal Pont. In K Schuchardt, R Stellmach (eds), *Fortschritte der Kiefer-und Gesichtschirurgie XVIII*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1974, p145.
- 5) Spiessl, B.: Rigid internal fixation after sagittal split osteotomy of the ascending ramus. In B Spiessl (eds), *New concept in maxillo-facial bone surgery*. Springer-Verlag, Berlin, 1976, p 115.
- 6) 稲村とし江, 他: 下顎枝矢状分割ネジ止め固定法について. 顎変形症研究会誌 1: 59 1982.
- 7) Spiessl, B., Tschopp, H.M.: *Chirurgie der Kiefer*. In HH Naumann (eds), *Kopf-und Hals-Chirurgie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1974, p 737.
- 8) 中後忠男, 他: 頭部X線規格正貌写真分析法に関する正中線の決定について. 日矯歯誌 20: 151 1961.
- 9) Sairengi E., Yanagisawa, S.: Roentgenological study on temporomandibular articulation. *Dent J Nihon Univ* 1: 124 1958.
- 10) 柳沢定勝: 顎関節のレントゲン学的研究(その2) 健康人顎関節のレントゲン側方像および体軸方向規格撮影法について二三の考案. 歯月報 34: 490 1960.
- 11) Müller, M.E., et al.: *Manual der Osteosynthese, A-O Technik*. Springer-Verlag, Berlin, 1969, p 1.
- 12) 重松知寛, 他: 下顎骨における圧迫骨接合術について. 日口外誌 23: 250 1977.
- 13) 瀬戸統一, 他: 下顎骨粉碎骨折に対する A.O. Osteosynthese の応用. 日口外誌 23:842 1977.
- 14) 元村太郎, 他: A.O.Osteosynthese を用いた下顎骨再建術の1考案. 日口外誌 26: 1521 1980.
- 15) Kawahara, H., et al.: "Bioceram" a new type of ceramic implant. The first proceedings of the Japan Society of Implant Dentistry: 187 1975.
- 16) 敷田卓治, 藤沢 章: セラミック・インプラントの実際. 第1版, 金原出版, 東京, 1981, 34 頁.
- 17) Schmoker, R., et al.: Results of rigid internal fixation and simulography in sagittal split osteotomy of the ascending ramus. In B Spiessl (eds), *New concept in maxillofacial bone surgery*. Springer-Verlag, Berlin, 1976, p 103.