原著論文

ハイドロキシアパタイト顆粒を用いた下顎無歯顎
顎堤形成法に関する補綴学的検討

第1報 顎堤形態の分析と評価

田中 收 平井 敏博 村瀬 博文*

Prosthodontic Analysis in Mandibular Ridge Augmentation
with Hydroxyapatite Particle

Part I. Evaluation of Alveolar Ridge Form

Osamu Tanaka, Toshihiro Hirai and Hirofumi Murase*

Abstract: Ten patients received augmentation of the deficient mandibular alveolar ridges using particulate hydroxyapatite (HAP). Investigations were undertaken to evaluate the augmented ridge form during a postoperative period from 6 to 30 months. No serious troubles attributable to the use of the implant and the surgical procedures were observed. The mandibular complete dentures constructed on postaugmented ridges were clinically judged to be more successful with the use of the surgical stent. Measurement of vertical ridge heights with panoramic radiographs showed that the augmented portions of the alveolar ridges were on the average of 59% higher than their preoperative heights. Over a period of 30 months, beginning 1 month after augmentation, longitudinal reduction of ridge heights was approximately 6%. An average enlargement of 32% was observed in measurements of the denture-bearing area. The contour of the augmented alveolar ridges showed an increase of height at the lingual area and of breadth at the buccal area, which may provide increased retention and stability for complete dentures. The placement and ligation of the surgical stent proved beneficial to the HAP augmentation.

From these findings, the HAP augmentation appears to be effective in improving the ridge form and denture success, provided that consideration is given to prosthodontics and the surgical stent is used.

東日本学園大学歯学部歯科補綴学第1講座(主任:平井敏博教授)

* 東日本学園大学歯学部口腔外科第2講座(主任:村瀬博文教授)

The 1st Department of Prosthetic Dentistry, Faculty of Dentistry, Higashi-Nippon-Gakuen University (Chief:

Prof. Toshihiro Hirai)

* The 2nd Department of Oral Surgery, Faculty of Dentistry, Higashi-Nippon-Gakuen University (Chief: Prof. Hirofumi Murase)

昭和63年6月27日受付

Key words : alveolar ridge augmentation, denture bearing area, edentulous patient, hydroxyapatite, ridge form

I. 緒 言

無歯顎補綴における咀嚼機能の回復には、義歯の支持基盤である顎堤の形態が大きく関与しているが、たとえその吸収が高度な症例であっても、補綴学の基本的学理にのっとった適切な義歯により、患者の咬合機能の回復は十分可能である。しかし、もし顎堤を良好な形態に回復することが可能であるならば、義歯による患者の機能回復はさらに向上しうると考えられる。そのために、従前より外科的な顎堤形態の改善、すなわち顎堤(歯槽堤)形成法が種々試みられてきたが¹⁻⁹⁾、外科的侵襲の程度、移植骨の生着率、術後の骨吸収^{8,9)}などの問題が残り、必ずしも満足すべき臨床効果が得られず、一般的な処置法として広く普及するには至らなかった。

しかし、近年、骨欠損の補填材として注目されている合成ハイドロキシアパタイト (Hydroxyapatite) ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) (以下、本文中では HAP と略す) の顆粒、あるいはブロックを顎堤の骨膜下に埋入する顎堤形成法が可能となり、優れた臨床成績が報告されている¹⁰⁻⁵⁷⁾。特に、顆粒状 HAP を使用する 方法 は、1980 年、Kent ら^{10,11)}により発表されて以来、外科的術式が簡便で侵襲も少なく、安全性が高く、術後の顎堤の変化も少ないなど、その有用性を報告する論文が多い。しかし、それら論文の多くは手術術式を中心とした口腔外科学的立場からのものであり、補綴学的立場から本法に詳細な検討を加えた論文は少なく、義歯の支持基盤として形成された顎堤の評価も必ずしも十分ではないと思われる。

著者らは、顆粒状 HAP を下顎顎堤に埋入した症例に

関して、術前術後の顎堤形態、顎堤粘膜の感覚閾、義歯の機能などに関して分析検討を加えているが、今回は、その術式および顎堤形態について検討した結果を報告する。

II. 顎堤形成法

診断から外科手術、それに続く補綴処置は表 1 に示すスケジュールに従った。

1. 対象者

対象者は、咀嚼障害を主訴とし、義歯の製作を希望して本学補綴科を受診した 43~83 歳までの上下顎無歯顎患者 9 名と、上顎 7 6 3 2 1 | 1 6 7 欠損、下顎無歯顎の 1 名 (症例 4) の計 10 名である (表 2)。これらは下顎顎堤の吸収が著しく、顎堤形態を改善することによりさ

表 1 顎堤形成法のスケジュール

[術前]	
精密印象による診断用模型の製作	
・顎堤の対向関係の診査	
・HAP 埋入部位の決定	
・固定用床副子の製作	
[術後]	
10~14 日	
・固定用床副子の除去	
・旧義歯のリライニングと粘膜調整材の裏装	
1 カ月	
・新義歯の製作開始 (概形印象)	
2 カ月	
・新義歯の完成、装着	

表 2 対 象 者

患者	性	年齢	顎堤形成部位	床副子	術後観察期間
1	M	69	下顎臼歯部	固定用	30カ月
2	F	67	下顎臼歯部	固定用	18カ月
3	F	56	下顎前歯部、臼歯部	固定用	18カ月
4	M	63	下顎臼歯部	固定用	12カ月
5	M	68	下顎前歯部、臼歯部	固定用	6カ月
6	F	68	下顎前歯部、臼歯部	固定用	6カ月
7	F	73	下顎前歯部、臼歯部	ガイド固定兼用	30カ月
8	F	43	下顎前歯部、臼歯部	使用せず	24カ月
9	F	83	下顎臼歯部	使用せず	12カ月
10	F	71	下顎臼歯部	使用せず	6カ月

図1 骨膜下トンネル内へのHAP顆粒の注入

らに良好な義歯の作製が可能と診断され、本人からの希望があった症例である。また、いずれも特記すべき疾患はなく、全身状態も良好であった。

2. 使用材料

使用した顆粒状HAPは、Ca/Pモル比1.67で、湿式法にて900°Cで焼成された粒径約500~900μmのもの（太平化学産業）とアパセラムG（旭光学）である。前者については永井ら⁵⁸⁻⁶⁰⁾により、また後者については小木曾ら⁶¹⁻⁶³⁾により、その生体親和性と安全性に関する組織病理学的な検討結果が報告されている。

3. 外科手術

1) 埋入部位の診断と固定用床副子の製作

まず、顆粒状HAPの埋入によって形成されるべき顎堤形態を決定するために、精密印象と咬合採得の後、診断用模型を咬合器に装着し、パラフィンワックスにて顎堤の希望形態を形成した。つぎに、これを印象して得られた予測模型の顎堤上に厚さ2.5mmの透明フィルムをErkopressにより圧接し、固定用の床副子（症例1~6）またはガイド・固定兼用床副子（症例7）を作製した。なお、症例8~10は床副子を使用しなかった（表2）。

2) HAP顆粒の埋入

HAP顆粒の下顎骨骨膜下への埋入手術は本学口腔外科にて行った。術式の概要は以下の通りである。まず埋入部位の顎堤粘膜を浸潤麻酔し、片側の犬歯相当部に、口腔前庭部から歯槽頂を越えて縦切開を加えた。この切開部より、臼歯パッド前縁部まで歯槽頂部の骨膜を後方へとトンネル状に骨面から剝離した。次に、症例1~8では、HAP顆粒を骨膜と骨の間に形成されたトンネル内にシリンジにて注入した（図1）。一方、症例9、10ではシリンジを使用せず、顆粒を鋭匙にて搬入した。注入ま

図2 術後のパノラマX線写真の一例（症例5）

たは搬入後、粘膜上より術者の手指で顎堤形態を成形、圧接して整えた。

なお、症例7では埋入に先立ちガイド・固定兼用床副子をあらかじめ挿入しておき、注入路を確保してからその下部にシリンジにてHAPを注入した。

注入後は創面を緊密に縫合した。

3) HAPの固定

症例1~6では予測模型上であらかじめ作製しておいた固定用床副子を下顎骨に固着結紮して、HAP顆粒の固定を図った。症例7では、HAP注入前に挿入したガイド・固定兼用床副子をそのまま残し、顎堤の固定を図った。症例8~10では、術後の固定は行わなかった。

床副子は術後約7~10日で除去した。

図2は術後の顎堤のパノラマX線写真の一例（症例5）である。

4) 外科手術後の偶発症

外科手術後、24時間以内の術後疼痛が10例中7例に認められた。特に床副子使用例に著明であったが、鎮痛剤の投与によって軽減した。局所の炎症症状は軽度でありほぼ3日以内に消失した。床副子除去時に床副子の圧迫による褥瘡性潰瘍が3例に認められたが、床の除去後数日で消失した。また、縫合創の哆開が2例に、縫合創からのHAP顆粒の漏出が3例に認められたが、いずれも20日以内には消失した。オトガイ神経領域の軽度の麻痺が1例に認められたが、約2カ月で正常に復帰した。その他、重篤な術後の偶発症は認められず、外科的に極めて良好な経過をたどった。

4. 補綴処置

1) 旧義歯のリライニングと粘膜調整材の裏装

外科手術後、7~10日で固定用床副子を除去後、旧義歯にリライニングを行い、粘膜調整材にて裏装した。これを暫間義歯として使用させた。

図 3 パノラマX線写真による下顎骨体の高さの計測部位(a)

2) 新義歯の製作

外科手術約 1 カ月後より新義歯の製作を通法により開始した。

新義歯装着の時期は、平均的には顎堤形成術後約 2 カ月であった。装着後の調整も通常と同様であるが、調整完了後も定期的な経過観察を行った。

III. 顎堤形態の分析方法

1. パノラマX線写真による計測

術前、術直後および 0.5, 1, 3, 6, 12, 18, 24, 30 カ月後にX線パノラマ撮影を行い、Kent らの方法^{11,12)}に従い、オトガイ孔後方 15mm における下顎骨体の高さを下顎骨下縁の接線に対して垂直にノギスで計測した(図 3)。なお、正中部付近では、パノラマX線写真の鮮映度が良好でなかったため、前歯部の計測は行わなかった。

2. 義歯負担域面積の計測

全部床義歯臨床経験 10 年以上の同一術者が同一術式にて精密印象を採得し、得られた術前・術後の顎堤模型の面積を、顎堤頂で頬舌的に 2 分して計測、比較した。なお、術後の顎堤には術前の顎堤頂と思われる索状の組織が残存しており、ここを顎堤頂とした。

計測は、個人トレーとシリコン印象材を用いて顎堤模型を印象し、得られた印象材の薄膜をデジタイザー(OSCON 社製 OSCON SQ-3100)上でトレースし、パーソナルコンピュータ(日本電気社製 PC-9801)にて行った。

3. 顎堤断面形態の比較

顎堤断面形態の比較は、前項と同様にして得られた模型を切断することにより行った。切断部位は臼後パッド前縁と正中部、およびその両者間を 4 等分した部位の計

図 4 顎堤の切断部位

9 カ所とし(図 4)、仮想咬合平面に垂直に切断した。得られた断面図を口腔底の高さで重ね合せ、トレースした。

IV. 分析結果

1. パノラマX線写真による計測

術前・後の下顎骨体の高さ、およびその経時的変化を図 5 に示した。また、術直後および術後 1 カ月を基準とした高さの変化を表 3 に示した。顎堤形成術後の下顎骨体の高さは、術前に比べていずれの症例においても著明に増加しており、最大で 92% (症例 9), 全症例の平均で約 59% の増加が認められた。

経時的な高さの減少に関しては、術直後を基準として算出すると、術後 6 カ月での平均は約 7% であり、12 カ月後で約 8%, 24 カ月後で約 9%, 30 カ月後では約 10% (症例 1, 7 のみ) であった。また、この減少率を、義歯製作開始時期となる手術後 1 カ月目を基準として計算すると、術後 6 カ月では平均約 3%, 12 カ月後で約 4%, 24 カ月後で 5%, 30 カ月後では約 6% であった。

また、床副子の使用症例(症例 1~7)では、非使用症例(症例 8~10)に比べて顎堤の経時的変化が少なかった。

2. 義歯負担域面積

術後の顎堤における義歯負担(支持)域面積は術前に比べ著しく増加しており、最大で約 40% (症例 2), 全 10 症例平均では約 32% の増加が認められた(図 6-a, b, 表 4)。頬舌側別に増加率をみると、頬側が平均 27%, 舌側が 39% であり、ほとんどの症例において舌側の方が著明であり、次項の顎堤断面形態からも明らかなように、顎堤の高さの増加が大きいのを示していた。ただし、症例 7, 8 においては頬側の増加率の方が大きく、高さよりも頬側への広がりを示していた。なお、床副子

図 5 下顎骨体部の高さの経時的変化

表 3 術直後および術後1カ月を基準とした下顎骨体部の高さの経時的変化

症 例	術後増加率	術直後を基準とした骨体部の高さの変化					術後1カ月を基準とした変化			
		1 M後	6 M後	12M後	24M後	30M後	6 M後	12M後	24M後	30M後
1	1.366	0.973	0.955	0.929	0.920	0.911	0.982	0.954	0.945	0.936
2	1.461	0.991	0.973	0.964			0.982	0.973		
3	1.457	0.961	0.941	0.922			0.980	0.959		
4	1.464	0.984	0.959	0.951			0.975	0.967		
5	1.506	0.976	0.968				0.992			
6	1.875	0.967	0.944				0.977			
7	1.800	0.956	0.933	0.922	0.900	0.900	0.977	0.965	0.942	0.942
8	1.378	0.944	0.919	0.919	0.911		0.974	0.974	0.966	
9	1.917	0.913	0.859	0.859			0.940	0.940		
10	1.638	0.926	0.874				0.943			
全症例平均値	1.586	0.959	0.933	0.924	0.910	0.905	0.972	0.962	0.951	0.939
(症例1～6)	1.521	0.975	0.957	0.941			0.981	0.963		
(症例9, 10)	1.777	0.920	0.866	0.859			0.942	0.940

図 6-a 術前・後の義歯負担域面積の比較（症例1～5）

図 6-b 術前・後の義歯負担域面積の比較（症例6～10）

表 4 術後の義歯負担域面積の増加率

No.	増 加 率		
	LINGUAL	BUCCAL	TOTAL
1	1.389	1.201	1.292
2	1.548	1.287	1.397
3	1.485	1.305	1.386
4	1.366	1.216	1.291
5	1.515	1.277	1.387
6	1.424	1.307	1.363
7	1.129	1.359	1.251
8	1.192	1.324	1.259
9	1.483	1.119	1.283
10	1.358	1.133	1.242
全症例平均値	1.392	1.266	1.323
症例 1 ~ 6	1.454	1.266	1.353
症例 8 ~ 10	1.345	1.192	1.261

使用症例では非使用症例に比べて面積の増加率が大きかった。

3. 顎堤断面形態

図 7 は、全 10 症例それぞれの術前・後の顎堤形態をトレースし、重ね合せたものである。いずれの症例においても、舌側部は垂直面が増加してより高く形成されていた。頰側では口腔前庭も同時に挙上され、必ずしも十分な高さが獲得されていたわけではないが、術後に床副子を使用した症例 1~6 においては、口腔前庭が広く拡張されて平坦化し、大臼歯部では広い頬棚が獲得されていた。

前歯部では高さの改善はほとんど認められなかったが、口腔前庭の拡張が認められ、唇側に拡大していた。

V. 考 察

1. HAP 顆粒と組織学的反応についての文献的考察

生体の硬組織の構成主成分であるハイドロキシアパタイト (HAP) が生体親和性に優れており、生体補填材料として安全で有効であることは、多くの病理組織学的報告および臨床症例報告により確認されている⁵⁸⁻⁷⁴⁾。その応用は人工歯根^{63,71,75-77)}や、種々の原因による骨欠損、たとえば嚢胞、腫瘍、歯周炎、口蓋裂などの骨補填材として多岐にわたっており^{20-22,36,68)}、良好な結果が報告されている。

今回、著者らが使用した HAP 顆粒についても、永井ら⁵⁸⁻⁶⁰⁾、小木曾⁶¹⁻⁶³⁾の研究により、顎骨・骨髄欠損部また

は抜歯窩に填入された場合、その周囲に新生骨が添加され完全に骨に埋入されることが確められている。

しかし、本法のように、顆粒状 HAP が骨膜下に埋入された場合に組織学的にどのような経過をたどるのかについては、必ずしも明確でない。Chang ら⁷⁸⁾のイヌを用いた実験によれば、埋入 1 カ月後には顆粒間隙にまだ空隙が認められるものの疎性結合組織が観察され、3 カ月後には多量の疎性結合組織で満たされて、骨面上に新生骨の形成が認められる。6 カ月後には底部のインプラント界面にはさらに新生骨の形成がみられ、9 カ月後にはハーバース管を有する新生骨の形成がさらに進行して HAP の間隙を満たすようになる。また、魚島ら⁷⁹⁾、益田ら⁸⁰⁾もイヌを用いた実験で 4 カ月後に骨の形成を認めており、Frame ら⁸¹⁾も 6 カ月後に骨形成を認め、その速度は緻密体よりも多孔体の方が速かったと報告している。さらに、Block ら^{82,83)}は、同じくイヌを用いて、HAP のみの埋入では 52 週後もほとんど骨の形成は認められなかったが、自家骨または脱灰骨を混入すると 12~26 週で HAP 顆粒間に骨の新生が認められたことを報告している。

これらの動物実験の結果に対し、実際に顎堤形成を行った患者の組織を観察した報告もみられる。Beirne ら⁸⁴⁾は、顎堤形成術後 12 カ月においても HAP 粒子塊全体が骨で満たされることはなく、HAP 粒子間は結合組織で満たされ骨面に線維性付着をして、骨形成は認められなかったと報告している。また、Donath ら⁸⁵⁾は 12 カ月後に骨面付近にのみ骨の新生を認めている。一方、Page⁸⁶⁾は、術後 10 カ月の組織を観察し顆粒間に新生骨の形成を認めており、Chao⁸⁷⁾も 2 症例で術後 5 カ月あるいは 12 カ月で顆粒間に新生骨の形成を認めている。

このように、埋入された顆粒状 HAP 間隙組織には新生骨が形成されるとの報告が多いが、その形成の速度や様相には若干の差が認められる。それは、実験動物の骨膜の骨形成能や、HAP の骨膜下埋入位置などの生体側の因子と HAP 側の因子、すなわち使用した顆粒の焼成法、特に温度や、粒径、形態、表面性状の差異などにより影響を受けたものと推測される。しかし、いずれの報告でも、術後まもなく顆粒状 HAP は線維性組織により被包化されるという点では一致しており、臨床的にも早期に周囲組織と一体化して不動性を示し、義歯の支持基盤として機能しうることが推測される。

なお、HAP が埋入された顎堤の硬度は、サルの実験では、6 カ月後で海綿骨よりも硬く、緻密骨と海綿骨の中間の値を示したとの報告がある¹⁹⁾。

図 7 術前・後の顎堤形態の比較

2. 顎堤形成法について

顎堤形成法は、口腔前庭を拡張して顎堤形態を改善する相対的顎堤形成法と、下顎骨自体の高さを増加させようとする絶対的顎堤形成に分類される¹⁾。HAP を使用す

る顎堤形成法は、後者に分類されるものであるが、これまで本法以外にもいくつかの絶対的顎堤形成が試みられてきた。たとえば、吸収した顎堤上に他の部位より採取した自家骨を移植する Onlay Graft³⁻⁵⁾、下顎骨体を矢状分

割あるいは、水平分割し移動固定する Visor Osteotomy^{6,7)}などやそれらの改良術式である^{1,2)}。しかし、それらの方法では患者の年齢を考慮すると、骨採取のための手術侵襲が大きいことや、移植部位の経時的な骨吸収による顎堤形態の変化が著しい^{8,9)}ことなど、未解決の問題点が残されたため、広く臨床応用されるには至らなかった。

顆粒状 HAP による無歯顎顎堤形成は 1980 年、Kent¹⁰⁾により発表されて以後、多数の報告例がみられ、最近では顎堤形態の改善効果を高めるために、外科手術術式の改良や異種材料の混入^{39~46)}、さらに床副子の改良^{47~54)}について述べた論文も多い。

この他、HAP 顆粒以外を使用する無歯顎顎堤形成法として、ブロック状の HAP を一塊として骨膜下に埋入する方法^{31, 38, 39, 55, 56)}や、緻密体の HAP 塊を正中部で水平断した下顎骨内に埋め込む方法^{21, 57)}なども報告されている。

さらに、無歯顎顎堤のみならず、特に前歯部ブリッジのポンティック基底部顎堤形態を HAP 埋入によって改善し、ポンティック部の審美性を向上させる方法も行われている^{88~91)}。

3. 顎堤形態の分析結果について

1) パノラマ X 線写真による計測結果

下顎骨体部の高さの増加は、必ずしも義歯の支持基盤として機能しうる顎堤の良否を評価する基準とはいえないが、これまでにいくつかの論文で報告されている結果と著者らの結果とを比較するために、同様な方法で骨体部の高さを計測した。

著者らによる計測では下顎骨体部の高さの増加は 37~92% に及び、これまでの報告^{11~14, 36)}とほぼ同様な結果であり、著明な高さの増加が認められた。

形成部位における高さの経時的な減少に関して、Block¹⁴⁾は、術直後を基準とした観察によって、48 カ月の吸収が平均約 4% であったとし、また Cranin³⁷⁾は 6~9 カ月の吸収が 10% 以下であったと報告している。今回の著者らの計測においては、最長 30 カ月経過後の 2 症例の平均で約 10% の減少が認められ、それらの報告より若干大きかった。しかし、実際に義歯を製作開始する術後 1 カ月を基準とすると約 6% の減少であり、本法により形成された顎堤が義歯装着後も長期にわたり、その形態の保持が可能であることが推測された。

なお、従来の自家骨移植による方法では、術後の吸収量が大きく、Baker⁸⁾は術後 1~2 年間で少なくとも 40~60%、3~5 年では 60~100%、Curtis⁹⁾は 92 カ月

で平均約 60% にも及ぶ吸収量を報告しており、顎堤の長期にわたる安定性に関しても本法は優れた顎堤形成法であるといえる。

2) 義歯負担域面積

義歯床外形の設計は術者により異なり、術前・後の負担域面積を客観的な基準を設けて正確に比較することは困難である。ここでは臨床経験 10 年以上の同一術者が同一の精密印象術式によって得られた模型により、これを義歯負担域として面積を測定した。

顎堤形成術後の面積は術前と比較して、全症例の平均で約 31% の増加を示していた。このことは、本法が義歯の支持および維持安定の向上に大きく寄与していることを示唆している。この義歯負担域面積の増加は、術後の顎堤断面形態からも示されるように、舌側での顎堤の高さの増加と、頬側への拡大による増加が複合された結果によりもたらされたものと理解され、本法が口腔前庭拡張術と同様な効果を有することが示唆された。なお、頬側の面積の増加率が少ない症例 9, 10 は、トンネル形成時の頬側の骨膜剝離が不十分で、さらに術後に固定用床副子を使用しなかったものである。このことから、骨膜の剝離部位および量、HAP の注入部位、床副子使用の有無などが、頬側の義歯負担域の拡張に影響を及ぼす因子であることが推測された。

3) 顎堤断面形態

いずれの症例においても、頬舌的な顎堤断面形態には著明な変化が認められた。すなわち、舌側は顎堤の高さが増加して解剖学的維持力⁹²⁾の向上に寄与していると考えられ、一方、頬側は義歯負担域面積の計測から明らかのように、口腔前庭が拡張されることが示された。これは、HAP 顆粒が外斜線に起始する頬筋の下部に侵入することによって、頬筋が挙上されて弛緩したためであり²⁰⁾、さらに大きく義歯床縁の延長が可能となるものと推測される。また、頬側の拡大があまり認められなかった症例 9, 10 は、顆粒の頬側への migration を回避するため、頬側骨膜の剝離を意識的に小範囲にとどめたものであるが、この顎堤形態の分析から、義歯負担域の拡大にとっては、むしろ少量の顆粒が頬側に埋入されることが必要と考えられる。

Moses⁹³⁾は、顎堤頂が幅広く、頬舌側ともに高い顎堤形態を最も良好な義歯支持基盤であるとしているが、本法によって形成された顎堤は、舌側では高さが獲得されるものの、頬側については高さよりも広さが獲得され比較的平坦な形態となった。しかし、頬側に認められる口腔前庭拡張の効果は頬棚付近で著明であり、この形態は

図 8 本顎堤形成法によって獲得されるべき望ましい顎堤形態（太線部）

図 9 頬側が過度に挙上され、義歯の支持基盤としては望ましくない顎堤形態（太線部）

義歯の支持および維持安定の観点からも有利であると考えられる。

これらのことから、本法によって獲得される良好な顎堤とは図 8 に示す形態であり、術前のワックスでの予測模型はこのような形態に設計すべきであると考えられる。

症例 7 の左側臼歯部では頬側のみが過度に挙上され、顎堤は頬側から舌側に傾斜する単斜面を形成しており、義歯の支持基盤として不適当な形態となった（図 9）。これは手術時にトンネル形成が頬側に向かったため HAP 顆粒が頬側寄りに埋入されたことと、固定用として骨膜下に残した床副子の位置が舌圧などにより頬側に移動してしまったためと推測される。このことから、頬側への過度の埋入や migration は回避すべきであり、外科手術時のトンネル形成と、ガイド固定兼用床副子の使用には十分な注意が必要と考えられた。

4. 床副子の有効性について

術後の固定用の床副子に関しては、その効果を疑問視する報告もみられる²⁶⁾。しかし、本研究においては、適切な固定用床副子を下顎骨に囲繞結紮することにより、顎堤面積の増加率が大きく（症例 2, 3, 5, 6）、形態的にも望ましい顎堤が得られたと判断された。さらに、装着後の経過観察においても、床副子使用例と非使用例との間には明らかな差が認められ、前者（症例 1~6）では咬合調整と粘膜面の適合調整に要した回数は少なく、長期的にみてもリライニングなどの大幅な改善は必要とされなかった。これに対し、後者（症例 8~10）では術後の顎堤の変化が大きいため、しばしば粘膜の疼痛や義歯の維持力不足がおこり、義歯の調整回数も多く、いずれも 6 カ月以内にリライニングが必要となった。

床副子の有用性については、近年、床副子の設計に関する論文^{47~54)}が多く発表されていることから明らかであり、埋入された顆粒が線維性組織に被包されて安定するまでの期間、形態保持のために床副子の使用が必要と考えられる。

すなわち、術直後の床副子の使用は本法においては必須のものと考えられるが、付与すべき床副子の形態に関しては、さきに考察したように補綴学的見地からの慎重な検討が必要であると思われた。

5. 補綴処置との関連について

1) 診査

診査に際し、患者の全身状態の把握は外科処置を行うためにも必須なことである。さらにまた、患者の義歯に対する理解も必要であり、症例の選択には十分の注意が払われるべきである。

補綴学的見地からの診査において、義歯支持基盤として望ましい顎堤形態を、対向関係とともに十分検討することが重要と考えられる。すなわち、HAP 埋入部位および形態の決定に関しては、上下顎の垂直的および水平的位置関係をも十分に診査すべきであり、咬合平面や歯槽頂間線、顎堤間距離、顎堤の対向関係など義歯の維持安定や審美性に関与する因子を考慮すべきである^{26, 29, 30, 32)}。

2) 義歯の製作開始時期

HAP 埋入部への機能圧付加の開始時期に関していくつかの報告がある。

Chang ら⁷⁸⁾は、骨膜下に埋入された顆粒状 HAP に対する組織反応所見から、新義歯の製作開始、すなわち印象採得は外科手術後 1 カ月以降とすることを推奨してお

り、さらに術後 3~6 カ月までは粘膜に加わる咬合力を制限し、機能的な咬合力負担は 6 カ月以降にすべきであるとしている。また、Kent ら^{11,12,34,35)}は義歯作製開始を、顆粒状 HAP のみを用いた顎堤形成の場合 2~3 週後、海綿骨髄と混合して用いた場合 4~6 週後と述べ、骨のアンダーカット部のみを形成するような部分的手術ではさらに早期に義歯を作製できると報告している。Larsen ら¹³⁾は義歯装着時期を、部分的手術では 4~6 週後、顎堤全体に及ぶ場合は 8~12 週後と報告しており、また Block ら¹⁴⁾も 74 症例で平均 2.1 カ月後には義歯を装着し、その後の顎堤にはほとんど変化を認めなかったと報告している。

著者らも、術後 4 週目以降を新義歯の製作開始時期とした。この時期には、触診による顎堤の固さが通常とほぼ同程度までに回復しており、義歯装着後の粘膜や顎堤にも顎堤形成に起因すると思われる障害は認められなかった。また X 線観察による外科手術 1 カ月以降の吸収変化も僅少であったことから、この製作開始時期は適切なものであると考えられた。

3) 義歯の製作・装着に関しての術式

印象採得：本法では顎堤形態および面積の分析によっても明かなように、頬側部での拡張が認められており、この部の印象採得が義歯の支持・維持にとって重要であると考えられる。

咬合採得：顎堤形成が施された場合、上下顎間距離が減少し、上下歯槽頂の前後の平行関係も変化しているため、顎堤間の平均的計測値を利用する咬合採得法⁹²⁾は、不適当な咬合高径や誤った咬合平面を設定する危険性が生じやすい。なお、臼後パッドは術後も位置的变化が少ないため、咬合採得の基準点として有効であると考えられる。

人工歯の選択、排列：義歯により顎堤に加えられる機械的刺激は可及的に小さいことが望ましく、人工歯の選択と排列および咬合様式などに関しては考慮すべきである。著者らは、人工歯はレジン歯を選択し、ニュートラルゾーン⁹⁴⁾を参考に排列位置を決定した。また、ワイド(ロング)セントリック咬合⁹⁵⁾を付与した。

義歯の装着と調整：新義歯の装着は、まだ組織の安静が要求される時期に行われることになる。したがって、十分な咬合調整と粘膜面適合検査を行い、義歯による粘膜および HAP への過度の機械的刺激を避ける必要がある。特に、術後の顎堤粘膜には感覚閾の上昇が認められているため⁹⁶⁾、定期的なリコールを行い、調整、観察を続ける必要があると考えられる。

VI. 結 論

ハイドロキシアパタイト顆粒を下顎骨骨膜下に埋入する無歯顎顎堤形成法を施行した 10 症例について、術後最長 30 カ月にわたる経過観察と顎堤形態の分析を行った。その結果、

1. 外科手術による重篤な偶発症は認められなかった。
 2. 装着された全部床義歯の経過は手術術式と固定用床副子の使用の有無によって差が認められ、固定用床副子を使用した症例では、その経過はとくに良好であった。
 3. パノラマ X 線による下顎骨体の観察では、術後に高さは平均約 59% の増加が認められ、1 カ月以後の経時的な減少も最長 30 カ月で約 6% であった。
 4. 術後の義歯負担域面積は、平均約 32% の増加が認められた。また、固定用床副子の使用症例では非使用症例に比べ面積の増加が大きかった。
 5. 術後の顎堤の頬舌の断面形態は、舌側では高く、頬側では広く平坦に形成されていることが観察され、義歯の維持および支持に有利であることが示唆された。
- 以上のことから、十分な補綴学的検討を行ったうえで、固定用床副子を併用する HAP 顎堤形成法が、全部床義歯の良好な支持基盤を確保するために有効であることが明らかとなった。

文 献

- 1) 金沢正昭：萎縮顎堤に対する補綴前外科手術、東日本歯誌、1：19~38, 1982.
- 2) Sickels, J.E. and Montgomery, M.T. : Review of surgical ridge augmentation procedures for the atrophied mandible, J Prosthet Dent, 51 : 5~10, 1984.
- 3) Davis, W.H., Delo, R.I., Weiner, J.R. and Terry, R. : Transitional bone graft for atrophy of the mandible, J Oral Surg, 28 : 760~765, 1970.
- 4) Curtis, T.A. and Ware, W.H. : Autogeneous bone graft procedures for atrophic edentulous mandibles, J Prosthet Dent, 38 : 366~379, 1977.
- 5) Wang, J.H., Waite, D.E. and Steinhäuser, E. : Ridge augmentation : An evaluation and follow-up report, J Oral Surg, 34 : 600~602, 1976.
- 6) Härle, F. : Visor osteotomy to increase the absolute height of the atrophic mandible. A preliminary report,

- J Oral Maxillofac Surg, 3 : 257~260, 1975.
- 7) Peterson, L.J. and Slade, E.W. : Mandibular ridge augmentation by a modified visor osteotomy : Preliminary report, J Oral Surg, 35 : 999~1004, 1977.
- 8) Baker, R.D., Terry, B.C., et al. : Longterm results of alveolar ridge augmentation, J Oral Surg, 37 : 486~489, 1979.
- 9) Curtis, T.A., Ware, W.H., Beirne, O.R. and Frankel, M.E. : Autogenous bone grafts for atrophic edentulous mandibles : A final report, J Prosthet Dent, 57 : 73~77, 1987.
- 10) Kent, J.N., James, R., Finger, I., et al. : Augmentation of deficient edentulous alveolar ridges with dense polycrystalline hydroxylapatite, 8~12, First World Biomaterials Congress, Baden, 1980.
- 11) Kent, J.N., Quinn, J.H., Zide, M.F., et al. : Correction of deficient alveolar ridge with nonresorbable hydroxylapatite alone or with autogenous cancellous bone, J Am Dent Assoc, 105 : 993~1001, 1982.
- 12) Kent, J.N., Quinn, J.H., Zide, M.F., et al. : Alveolar ridge augmentation using nonresorbable hydroxylapatite with or without autogenous cancellous bone, J Oral Maxillofac Surg, 41 : 629~642, 1983.
- 13) Larsen, H.D., Finger, I.M., et al. : Prosthodontic management of the hydroxylapatite denture patient : A preliminary report, J Prosthet Dent, 49 : 461~470, 1983.
- 14) Block, M.S. and Kent, J. N. : Long-term radiographic evaluation of hydroxylapatite-augmented mandibular alveolar ridges, J Oral Maxillofac Surg, 42 : 793~796, 1984.
- 15) Alling, C.C. : Hydroxyapatite augmentation of edentulous ridges, J Prosthet Dent, 52 : 828~831, 1984.
- 16) Rothstein, S.S., Paris, D.A. and Zacek, M.P. : Use of Hydroxylapatite for the augmentation of Deficient Alveolar Ridges, J Oral Maxillofac Surg, 44 : 224~230, 1984.
- 17) Rothstein, S.S., Paris, D.A. and Sage, B. : Use of Durapatite for the rehabilitation of resorbed Alveolar Ridges, J Am Dent Assoc, 109 : 571~574, 1984.
- 18) Waite, D.E. : Alveolar ridge augmentation and the edentulous patient —Current clinical consideration, New Dimensional Oral Surg, 1 : 2~13, 1984.
- 19) 柳沢定勝, 吉峰一夫, 高田尚美, 小澤俊文, 他 : 合成ヒドロキシアパタイトによる歯槽堤造成法 1. 基礎的背景(上)(下), 日本歯科評論, 502 : 99~109, 503 : 83~94, 1984.
- 20) 柳沢定勝, 吉峰一夫, 高橋英司, 高田尚美, 他 : 合成ヒドロキシアパタイトによる歯槽堤造成法 2. 臨床応用(上)(下), 日本歯科評論, 504 : 69~79, 505 : 74~89, 1984.
- 21) 倉科憲治, 矢島幹人, 武田 進, 山崎 正, 峯村俊一, 他 : Ceramic 材料の臨床応用に関する研究 第5報 口腔外科領域での hydroxyapatite ceramics の使用経験, 日口外誌, 31 : 2169~2178, 1985.
- 22) 久野吉雄, 宮下幸久, 野村 篤, 道 健一, 長谷川幸司, 他 : ハイドロキシアパタイト (calcite) の臨床使用経験, 日口外誌, 31 : 1602~1611, 1985.
- 23) Mercier, P. : Ridge form in preprosthetic surgery, Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 60 : 235~243, 1985.
- 24) Griffiths, G.R. : New hydroxyapatite ceramic materials : Potential use for bone induction and alveolar ridge augmentation, J Prosthet Dent, 53 (1) : 109~114, 1985.
- 25) Beirne, O.R. and Curtis, T.A. : Patient satisfaction with dentures following alveolar ridge augmentation with hydroxyapatite, Can Dent Assoc, 13 : 45, 1985.
- 26) Desjardins, R.P. : Hydroxyapatite for alveolar ridge augmentation : Indications and problems, J Prosthet Dent, 54 : 374~383, 1985.
- 27) White, E. and Short, E.C. : Biomaterial Aspects Of Interpore-200 Porous Hydroxyapatite, Dent Clin North Am, 30 : 49~67, 1986.
- 28) 田中 收, 村瀬博文, 永井敦之 : 顆粒状ハイドロキシアパタイトによる無歯顎顎堤形成法と補綴処置(上) 文献の展望による評価, 歯界展望, 68 (3) : 601~615, 1986.
- 29) 田中 收, 村瀬博文, 他 : 顆粒状ハイドロキシアパタイトによる無歯顎顎堤形成法と補綴処置(下) 臨床例による評価, 歯界展望, 68 (4) : 827~839, 1986.
- 30) 田中 收, 村瀬博文 : 合成ハイドロキシアパタイト顆粒を用いた無歯顎顎堤形成法, 東日本デンタルトピックス, 1 : 5~12, 1986.
- 31) 村瀬博文, 平 博彦, 麻生智義, 田中 收, 他 : ハイドロキシアパタイトによる無歯顎顎堤形成法 第1報 口腔外科的アプローチ, 北海道歯科医師会誌, 42 : 153~159, 1987.
- 32) 田中 收, 越智守生, 白井伸一, 紀田樹介, 他 : ハイドロキシアパタイトによる無歯顎顎堤形成法 第2報 補綴学的アプローチ, 北海道歯科医師会誌, 42 : 160~167, 1987.
- 33) 村瀬博文, 平 博彦, 麻生智義, 北村完二, 田中 收, 他 : 補綴前処置としてのハイドロキシアパタイトによる無歯顎顎堤形成法, 日口外誌, 33 (12) : 2408~2418, 1987.
- 34) Kent, J.N. : Reconstruction of the Alveolar Ridge with Hydroxyapatite, Dent Clin North Am, 30 (2) : 231~257, 1986.
- 35) Kent, J.N., Finger, I.M., Quinn, J.H. and Guerra, L. R. : Hydroxylapatite alveolar ridge reconstruction, J Oral Maxillofac Surg, 44 : 37~49, 1986.
- 36) 高橋庄二郎, 斎藤 力, 大島 仁, 園山 昇, 高森 等, 他 : 口腔外科領域におけるハイドロキシアパタイト・セラ