超音波断層法の歯周組織診査への応用

第二報 歯周外科処置後の歯周組織の変化について

大 嶋 清 秀

東京医科歯科大学歯学部第二歯科保存学教室

(主任, 指導: 石川烈教授)

(平成3年12月13日受付)

Application of Ultrasonography for the Diagnosis of Periodontal Tissues

2. Changes in Periodontal Tissues Following Surgical Procedures

Kiyohide OHSHIMA

Department of Periodontology, Faculty of Dentistry,

Tokyo Medical and Dental University

5-45, Yushima 1-chome Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

(Chief and Director: Prof. Isao Ishikawa)

In the treatment of periodontal disease, it is important to accurately assess the degree of destruction of periodontal tissue. At the facial/oral and lingual regions, it is difficult to measure the level of the alveolar bone crest from dental roentgenograms.

In a previous study using 20 MHz B-mode ultrasonic equipment, I found that a multiple reflected ultrasonic echo could become visible, when the periodontal probe was inserted into periodontal pockets. A new standardized B-mode ultrasonic method which has high reliability in diagnosis in these regions has been established.

In this study, changes in periodontal tissues following periodontal therapy were investigated using this equipment. At the facial sites of incisors, the flap surgery were performed on 14 sites in 10 patients with periodontal disease.

Ultrasonic diagnosis was performed at the first

visit, 3 months after the first visit and then every month for 6 months postoperatively.

The results were as follows:

1) The distance between the tip of the pocket probe and the alveolar bone crest increased significantly ($p < 0.01$) from 0.84 ± 0.88 mm (at the first visit) to 2.35 ± 1.10 mm (6 months postoperatively).

2) The height of alveolar bone crest significantly decreased during initial preparation ($p < 0.05$), but various types of changes were observed after surgical procedures.

3) When the thickness of the alveolar bone was diminished at the first visit, the height of the alveolar crest decreased more rapidly after the initial preparation ($p < 0.01$).

4) The thickness of the alveolar bone had decreased significantly ($p < 0.05$) 1 month post surgery.

Key words: Ultrasonography, Standardization, Alveolar bone crest, Periodontal disease, Periodontal

therapy

要旨: 歯周治療を行うに際して、組織破壊の程度を的確に把握することは非常に重要であるが、一般的に行われているX線写真では歯根に重なる唇頬側の歯槽骨辺縁の観察は困難である。

今回の実験では、歯周疾患患者10名の前歯部14部位に対して、歯周治療とくに歯周外科処置後の変化を超音波診断装置を用いて調べた。診査は、初診時、歯肉剝離搔爬手術(初診からおよそ3ヵ月)、手術後6ヵ月まで1ヵ月おきに行った。

その結果、1) ポケット探針先端と歯槽骨頂間の距離は初診時(0.84 ± 0.88 mm)と比較して手術後6ヵ月(2.35 ± 1.10 mm)では統計学的に有意に増加した。2) 初期治療後に有意な歯槽骨頂の高さの減少が認められたが、手術後の変化には多様性がみられた。3) 初診時の歯槽骨の厚さが薄いほど、初期治療中の歯槽骨頂の高さが有意に減少した。4) 手術後1ヵ月で、有意な歯槽骨厚さの減少が認められた。

索引用語: 超音波断層法, 規格化, 歯槽骨頂, 歯周疾患, 歯周治療

緒 言

歯周治療に際して、診査時にその組織の破壊程度を的確に把握することによってその予後を推測することも可能である。従来、歯槽骨の吸収の程度や形態の診査には主にX線診査が行われてきた。しかし、X線写真では歯間部歯槽骨や厚い頬舌側の歯槽骨辺縁は観察できるが、歯根に重なる薄い歯槽骨辺縁は観察できないことが多い^{1,2)}。そこで、X線不透透性のシルバーポイントやガッタパーチャポイントを歯周ポケットに挿入して、X線撮影を行い歯周疾患の状態を確認したり、浸潤麻酔下で、細いポケット探針を用いて歯肉外面を穿通して骨欠損の状態を確認する方法も有用であると報告されている³⁾。しかし、これらの方法は日常的に行うには組織を健全に保つ上で好ましいとは思えない。

近年、X線診査の種々の欠点を補うために、超音波診断装置が用いられている^{4,5)}。その中でもとりわけBモード法表示によるものを歯科領域に応用する試みがなされている。保存領域では歯根部歯周組織や根尖部歯周組織を診査したものが⁶⁻⁹⁾、補綴領域では義歯床下粘膜の厚みを計測したものが報告されている¹⁰⁻¹²⁾。しかし、超音波診査では診査部位を厳密に確定できないという欠点があり、それを解決するために著者はポケット探針を超音波診査におけるガイドとして用いることによってX線写真では診査困難な唇頬側に対して診査部位を規定し歯周組織の変化を経時的に観察できる可能性を第一報として報告した⁹⁾。歯周ポケットにポケット探針を挿入した状態で超音波診査を行うとポケット探針の挿入された部位に、超音波映像上で多重反射によるアーチファクトが生じ、これが診査部位を確定するための基準点となることを見いだした。さら

に、この超音波画像によってポケット探針先端と歯槽骨頂との間の距離、歯槽骨頂部の歯槽骨の厚さや歯肉の厚さなどの変化を経時的に知ることができた。

すでに医学臨床の分野では臓器に対するドレナージ時に超音波映像下で細い金属製穿刺針を確認しながら確実に目的の臓器に誘導するなど金属に対するアーチファクトを利用することが行われている¹³⁾。

そこで今回の実験は、この方法を臨床的に応用して口腔内用超音波診断装置を用いてヒトの前歯部について初期治療や歯周外科処置に対する歯周組織、とくに歯槽骨頂および歯槽骨厚さの変化と周囲軟組織の変化を経時的に調べることを目的として行った。

材料と方法

1) 超音波診断装置について

今回の実験に用いた超音波診断装置(図1)は松下技研株式会社(東京)で試作されたもので、口腔内用超音波探触子、通信回路、受信回路、画像記録回路、テレビモニター、付属回路、および画像を記録しておくためのテレビプリンターによって構成されている。テレビモニター上には2画像まで表示可能で静止画像上で、生体内伝播時間に相当する距離目盛りによって任意の2点間の距離を0.1 mm単位で測定可能である。

本機の口腔内用小型超音波探触子は図2に示すように、その先端部には周波数20 MHzのチタン酸塩セラミック振動子と超音波を集束させるための凹型音響レンズが内蔵されており、焦点距離はレンズから10 mmのところに設定されている。そして、駆動用モーターにて毎秒3回のメカニカルセクター走査によって画像を得る構造となっている。

図 1 今回の実験に用いた歯科用超音波診断装置の外観

2) 被 験 者

本学歯学部付属病院に来院し、成人性歯周炎と診断された患者で通常の初期治療終了後、上下顎前歯部唇側に 4 mm 以上のプロービング深さを有し歯周外科処置が必要と診断された患者 10 名(男性 5 名, 女性 5 名)で、平均年齢は 46 歳であった。

被験部位は上顎 8 部位(中切歯 2 部位, 側切歯 4 部位, 犬歯 2 部位) 下顎 6 部位(中切歯 4 部位, 側切歯 1 部位, 犬歯 1 部位)の計 14 部位を用いた。

被験歯には図 3 のようにレジンス TENT を作製しグループを形成して同一場所での診査を可能にした。

ポケット探針にはステント計測用探針(15 mm 目盛り, 直径 0.6 mm, (株)ワイデム・ヤマウラ製, 東京)を使用した。

3) 超音波診査

ポケット探針を歯周ポケットに挿入した状態で超音波診査を行うと、限定された 1 点において図 4 のようなポケット探針の部分に超音波の多重反射によるアーチファクトを生じた超音波診断像があらわれる。この画像上でポケット探針先端と歯槽骨頂間の距離、および歯根面と歯槽骨頂間および骨頂から 1 mm 根尖側において歯根面との垂直距離をそれぞれ測定し、その平均値を歯槽骨厚とした。

さらに、臨床的付着位置とポケット探針先端と歯槽

図 2 口腔内用小型超音波探触子

図 3 レジンス TENT を下顎前歯部に装着しステント計測用探針を歯周ポケットに挿入したところ

骨頂間の距離を加えることにより歯槽骨頂の位置を決定した。なお、超音波診査は 1 部位につき 3 回ずつ行いその平均値を測定値とした。

4) 一般臨床診査

(1) 臨床的付着位置(AL) 各被験歯ごとにレジンス TENT を作製し、1 mm 以下の測定にはノギスを用いて測定した。また、プロービング圧を 25~30 g に再現できるようによく訓練したひとりの計測者によって行った。

(2) 歯肉炎指数 (GI, Löe & Silness 1963)

(3) ブラーク指数 (PII, Silness & Löe 1964)

(4) プロービング深さ (PD)

について各被験者に対して行った。

5) 超音波診査, 一般臨床診査の時期および治療方法

診査時期は初診時, 初期治療終了後歯肉剝離搔爬手術直前(初診から約 3 ヶ月)と術後 6 ヶ月まで 1 ヶ月おきとした。

図4 図3の状態超音波診査を行うと上のような超音波断層像が得られる。左に超音波断層像から得られる唇側歯周組織の解剖学的説明を示す。右に今回の実験で測定した部位を示す。

図5 治療にともなう臨床的付着量，歯肉退縮量，プロービング深さの変化

治療は通法どおり初期治療としてプラークコントロール，スケーリング，ルートプレーニングを行い，外傷性因子の認められた部位には速やかに咬合調整を行った。初期治療終了後再評価を行い，外科処置が必要と診断された部位に対して歯肉剝離搔爬手術を行った。

手術法は，Full Thickness Flap とし，骨整形は一切行わなかった。なお，被験部位の骨欠損形態はすべて水平性骨吸収であることを術中に確認した。

6) 臨床例について

今回の実験の中から最も特徴的な変化を示した症例2例について経時的な変化を臨床的指数と共に超音波診断像およびその測定値をまとめた。

結 果

成人性歯周炎患者において現在行われている最も基本的な治療方法に従い治療を進めた結果，被験部位は

図6 歯肉炎指数 (GI) とプラーク指数 (PII) の変化

いずれも臨床的に改善がみられた。とりわけプロービング深さの改善が著しく (初診時平均 4.8 mm が術後 6 ヶ月では 1.5 mm), 次いで初期治療や歯周外科による歯肉の退縮がめだった変化であった。(初期治療終了までに 0.87 mm, 手術後 6 ヶ月で 2.20 mm) また軟組織に関して臨床的付着の獲得 (手術後 6 ヶ月で平均 1.14 mm) が認められた (図 5)。

歯肉炎指数 (GI) とプラーク指数 (PII) はそれぞれ初診時平均 2.2 と 2.1 であった。初期治療終了時 1.5 と 0.3 に手術後 6 ヶ月で 0.2 と 0.1 にそれぞれ変化し、口腔内は清潔に保たれ、歯肉の炎症もほとんど消失した (図 6)。

ポケット探針先端と歯槽骨頂間の距離の変化についてみると、初診時平均 0.84 ± 0.88 mm (MEAN $\pm$ SD) であったが、初期治療終了時 1.36 ± 0.40 mm に、手術後 6 ヶ月では 2.35 ± 1.10 mm に変化したのが観察され、paired t-test で統計学的に検定した結果、初診時および初期治療終了時と手術後とでは $p < 0.01$ で統計学的有意差が認められた (図 7)。さらに、この変化の意味を捉えるためにポケット探針先端と歯槽骨頂間の距離と歯肉炎指数 (GI) を χ^2 乗検定で統計処理したところ歯肉の炎症が強いほどこの距離が短く、逆に炎症が少なくなるにつれてこの距離が長くなり $p < 0.01$ で有意差が認められた (図 8)。臨床的付着位置とポケット探針と歯槽骨頂間の距離を加算して、歯槽骨頂の位置を定め、その経時的な変化を調べると、初期治療後に 0.39 ± 0.42 mm (MEAN $\pm$ SD) と歯槽骨頂

図7 ポケット探針先端と歯槽骨頂間距離の経時的変化

* と初診時で $p < 0.01$

の高さの減少が認められた。手術時から術後 6 ヶ月までは 0.04 ± 0.52 mm であり、平均ではあまり変わらないが歯槽骨頂の高さが増加するものや減少するものなど様々の歯槽骨頂の高さの変化が認められた。その結果、初診時と初期治療終了後では $p < 0.05$ で統計学的有意差が認められた。しかし、手術後の歯槽骨頂の高さの変化に統計学的な有意差は認められなかった (図 9)。

初診時における歯槽骨の厚さの平均は 0.74 ± 0.36 mm (0.40-1.44 mm) で、上顎 8 部位 (中切歯 1 部位, 側切歯 3 部位, 犬歯 4 部位) の平均が 0.73 ± 0.28 mm (0.40-1.33 mm), 下顎 6 部位 (中切歯 4 部位, 側切歯

図 8 ポケット探針先端と歯槽骨頂間の距離と
歯肉炎指数とのカイ 2 乗検定
 $p < 0.01$ で有意差あり

図 9 歯槽骨頂高さの経時的変化
**間で $p < 0.05$

1 部位、犬歯 1 部位)の平均が 0.75 ± 0.44 mm と症例数が少ないとはいえ上下顎で差は認められなかった。手術後には上下顎ともに歯槽骨の厚さの減少が観察されたが減少量は上下顎とも同様であった (表 1)。

さらに初診時と手術後の歯槽骨の厚さの変化を paired t-test で検定した結果、初診時の歯槽骨の厚さと手術後 1 ヶ月のそれとは $p < 0.05$ で、手術後 2 ヶ月以降では $p < 0.01$ で統計学的有意差が認められ、歯周外科手術によって、唇側歯槽骨の厚さが減少することが示された (図 10)。

歯槽骨の厚さと歯槽骨頂の高さの変化量との相関を

表 1 初診時と手術後の歯槽骨の厚さの変化
上下顎間で歯槽骨厚さの変化に有意差なし (t 検定)

歯槽骨厚さ (mm)	上顎 (MEAN $\pm$ SD) n=8	下顎 (MEAN $\pm$ SD) n=6
初診時	0.73 ± 0.28	0.75 ± 0.44
手術後 6 M	0.58 ± 0.27	0.59 ± 0.32

図 10 歯槽骨厚さの経時的変化 (初診時との比較)
* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

図 11 初期治療における歯槽骨頂の高さの変化
と初診時の歯槽骨の厚さとの相関

調べた結果、初期治療後における歯槽骨頂の高さは初診時の歯槽骨の厚さが薄いほど、歯槽骨の高さの減少量が多く、両者は相関係数 0.81 で正の相関が認められた (図 11)。それに対して、手術後の歯槽骨頂の高さの変化量と初診時の歯槽骨の厚さとは有意な統計学的相関は認められなかった。

ここで、特徴的な歯槽骨の経時的変化を示した 2 つ

図 12 被験者Aの経時的超音波断層像

図 14 被験者Bの経時的超音波断層像

図 13 被験者 A の歯槽骨頂高さの経時変化

の症例を示す。

図 12 に示す経時的超音波断層像は、初期治療および術直後に歯槽骨頂の減少の認められた症例で、被験者は 42 歳の女性、被験部位は下顎左側中切歯である。初診時のプロービング深さは 5 mm、プラーク指数、歯肉炎指数はともに 2 で、初診時の歯槽骨の厚さは 0.55 mm であったが、手術後でも 0.53 mm とほとんど変化がみられなかった。また図 13 に示すように初診時と比較して、手術後 1 ヶ月で 1.20 mm の歯槽骨頂の減少が認められた。そして、手術後 2～3 ヶ月にかけて 1.40 mm 減少し、その後は手術後 6 ヶ月まで 1.20 mm の歯槽骨頂の高さの減少が観察された。

図 14 に示す超音波断層像は初期治療中から歯槽骨頂の高さの増加が認められた症例で、被験者は 38 歳の男性、被験部位は同じく下顎左側中切歯である。初診時のプロービング深さは 5 mm、歯肉炎指数、プラーク指数はともに 2、初診時の歯槽骨の厚さは 1.44 mm であった。経時的超音波断層像で、初診時唇側歯槽骨の形態が棚状であることが推測され、手術時にこのことは確認できた。手術後 2 ヶ月において歯槽骨頂付近の骨の形態が変化していくのが観察され、手術後 6 ヶ月で歯槽骨の厚さは 0.74 mm に減少したのが認められた。また、歯槽骨頂の高さは初診時から手術後 1 ヶ月まで 0.6 mm の高さの増加がみとめられ、手術後 2 ヶ月で 0.30 mm 減少し、3 ヶ月以降は 0.40 mm 増加したまま変化はみられなかった (図 15)。

考 察

X線写真では歯間部歯槽骨や比較的厚い頬舌側の歯

図 15 被験者 B の歯槽骨頂高さの経時的変化

槽骨縁は観察できるが、歯根に重なる薄い歯槽骨縁は、頬舌側の間で吸収される X 線量全体に対して歯槽骨に吸収される X 線量が非常に小さいため、歯槽骨のある部分とない部分の透過 X 線量の差が少なく、コントラストがつかないために観察できないことが多い^{1,2)}。触診や麻酔下で探針を用いて歯槽骨の外形を探ることがあるが^{3,14)}、このようにして得られた情報も確実なものではなく、生体に加わる侵襲に関しても考慮しなければならない。超音波診断装置の利点はまさにこの X 線写真の欠点を補うものであり、さらに放射線の被曝という X 線診査では避けて通れない問題も超音波診断では為害性がなく安全性が確認されている¹⁰⁾。

超音波診断装置による計測値の信頼性に関して、著者は以前の報告⁹⁾でプタを用いて実験的にポケット探針を歯肉溝内に固定しその測定値を実測値と比較したところ誤差の割合は平均 2% であったこと、および本機と同じ超音波診断装置を用いた実験で分解能、すなわち近接する 2 ヶ所の反射波を分離して表示することのできる能力に関して超音波の進行方向に存在する 2 点を識別する距離分解能は 0.15 mm、それに直交する 2 点を識別する方位分解能は 0.27 mm であった¹⁰⁾ので、本実験のように歯周治療後の歯周組織の経時的な変化を観察するには十分な分解能を有していると思われる。

本実験においてポケット探針の位置を確認するために用いた超音波映像上のエコーは多重反射と呼ばれ、これは超音波振動子から放射された超音波パルスが、反射体すなわちポケット探針と振動子との間を何回も往復して反射される現象で、画像上で観察される帯状のものはポケット探針目盛りの刻み目が映ったもので

ある。これに関しても著者はほとんど1点でのみ起こる現象であることを報告している⁹⁾。

本研究で測定したポケット探針先端と歯槽骨頂までの距離の変化は歯肉の炎症の消退後に組織の緊密性が増加したことで、歯周治療にともなう歯槽骨頂の高さの変化の二つの因子によるものと考えられる。

すなわち、現在までの多数の研究によって¹⁸⁻²²⁾プロービングに関する解釈は歯周組織に炎症が存在している状態では、通常のプロービング圧(25~30 g)でもポケット探針の先端は上皮付着を穿通し結合組織に達しており、逆に組織に炎症が無い状態では上皮付着の最根尖側まですなわちポケット底までポケット探針の先端は達していないことが知られている。このことから、プロービングの操作は単に歯周組織の緊密さの強弱を調べていることになる。しかし、日常の臨床においてプロービングによって得られる情報は非常に大きく、X線写真よりもプロービングにより得られるアタッチメントレベルの方が骨欠損の状態を正確に表しているとの報告³³⁾もある。それをふまえた上で、ポケット探針先端と歯槽骨頂の位置関係を客観的に距離表示することは、歯周組織の炎症の程度を表す一つの指標となり得ると考えられる。

Ingber ら²³⁾は、歯肉溝底部から歯槽骨頂までの距離を Biologic Width という概念で提唱し、臨床的には最低2 mm 必要であると述べている。また、Gargiulo ら²⁴⁾は歯周組織の加齢に伴う変化を組織学的に検索して、上皮性付着と結合組織性付着を合わせて平均2.04 mm であったと報告し、この距離は生体の恒常性によって維持されていることを示唆した。しかし、歯周疾患や齲蝕でこの Biological Width が維持できない場合には歯周組織に対して損傷が起こると考えられている³⁷⁾。

本実験の結果からもポケット探針先端と歯槽骨頂間の距離が組織の炎症の程度を如実に表していると考えられ、初診時の平均0.84 mm のときの歯肉炎指数の平均が2.2であったこと、初期治療終了時では平均1.36 mm であり、そのときの歯肉炎指数が平均1.5であったこと、および外科処置6ヵ月後では平均2.35 mm に、歯肉炎指数は平均0.2にそれぞれ変化したことから臨床的には2 mm を基準として歯周組織の炎症の程度を判断してもよいと思われる。しかし、ポケット探針が歯石や歯の解剖学的な形態によって歯周ポケットに対して常に的確に挿入できないこともあるのでその点には注意を払わなければならない。その点を除けば

超音波診断装置を用いることによって歯周組織の唇側もしくは舌口蓋側に限定はされるがこの距離を為害作用なしに簡便に調べられることは臨床的に有用と思われる。

歯肉剥離掻爬手術後の歯槽骨の変化に関しては、過去に多数報告されている。そのほとんどはX線を用いたものか、もしくは術後にリエントリー手術を行い実測したものである。そのなかで本実験と同様に唇側および頬側の歯槽骨に関するものでは、Kohler ら²⁵⁾は full thickness flap 後に平均0.23 mm の歯槽骨頂の吸収が認められたと報告している。Donnenfeld ら²⁶⁾は apically repositioned flap をおこなって、術後4ヵ月でリエントリー手術を行ったところ平均0.63 mm の歯槽骨頂の吸収が認められたと報告している。Tavtigian²⁷⁾は apically repositioned flap を行い術後4ヵ月でリエントリー手術を行い計測したところ平均0.47 mm の唇側および頬側の歯槽骨頂の吸収が認められたと報告している。また、Wood ら²⁸⁾は full thickness flap と partial thickness flap を比較する実験で full thickness flap では平均0.62 mm の歯槽骨頂の吸収が認められ、歯槽骨と結合組織の薄い部位で、歯槽骨の吸収が大きいと述べている。以上の報告はフラップ手術時と手術数ヵ月後のリエントリー手術時との比較であり、本実験のごとく術後1ヵ月おきの経時的な観察は為されていない。また、歯間部歯槽骨に関する報告では、川崎²⁹⁾は規格X線写真を用いて歯間部歯槽骨の手術後10ヵ月の変化を観察し水平性吸収の部位が最も骨の新生が少ないながら、平均1.09 mm の骨の高さの増加がみられたと報告している。また、石原³⁰⁾は川崎の方法の規格X線写真により歯間部歯槽骨の面積の経時的変化を観察し、水平性吸収では手術後3ヵ月までは骨が減少し、それ以降は増加の傾向を示したとしている。折笠³¹⁾は基準化したX線写真で歯間部歯槽骨の高さと面積の経時的変化を調べ、石原³⁰⁾の結果と同様に、高さは手術後増加する傾向を示し、面積は3ヵ月後まで減少し、その後は増加する傾向を示したと報告している。また、Dubrez ら³⁸⁾は歯間部歯槽骨の変化を規格レントゲン写真の濃度変化で調べ、手術後2ヵ月まで歯槽骨表層の濃度が減少し、その後手術後6ヵ月までその濃度は増加することを報告している。本実験の結果からは手術後1~2ヵ月で最も骨頂の高さが減少したのが9症例、術後3~4ヵ月で最も骨頂の高さが減少したのが2症例、術後1ヵ月以降骨頂の高さの増加が認められたのが2症例と症例間にばらつ

きが認められた。さらに、すべての症例を平均すると初期治療後に認められた歯槽骨頂の高さの減少の方が外科手術6ヵ月後までに観察されたそれよりも大きかった。この原因としては炎症の程度、外科的侵襲、歯槽骨厚さなどの解剖学的特徴、骨欠損形態などが考えられる。本実験の被験部位の骨欠損形態はすべて水平性骨吸収であったこと、炎症の程度に大きな差が認められなかったことから、歯槽骨の薄い部位でのスケリング時には、器具操作による外科的侵襲が骨頂の減少を引き起こし易いことが示唆された。

今回の実験では外科手術後6ヵ月までの観察としたのは組織の再生が最初の6ヵ月以内に完結するとの報告による¹⁵⁻¹⁷⁾。さらに長期間の観察が必要とも思われるが、ブラークコントロールの良否によって歯槽骨の変化が起ころうと推察できる。そして、手術後の歯槽骨頂の高さの経時的変化は増加した症例、減少した症例とほとんど変化しなかった症例の3パターンに分かれたことの原因として1) 歯槽骨の形態2) 超音波診査の一断面性3) 手術時の歯槽骨頂上線維の除去の程度の差、外科手術部の歯肉弁の歯根および歯槽骨面への密着度の差、骨の露出されていた手術時間の差などが考えられる。2) に関して、今回の実験では歯の長軸に沿って超音波診査したため、観察された歯槽骨頂の変化が唇側歯槽骨全体の変化を示しているか、その診査部位だけにみられたものかは不明である。今後は、1歯における超音波診査の走査の本数を増やすことによってこのことは解決されると思われる。3) に関して、歯周治療が組織の炎症を除去することを目的にしているにもかかわらず、その反面では人為的な侵襲が組織に加わるという側面を考慮し、健全な歯槽骨頂上線維を可及的に残存させるべく努力し、手術の基本的な原則を守らなければならない。

本実験では歯槽骨の厚みを骨頂部における歯根面からの垂直距離と歯槽骨頂から1mm根尖側における歯根面との垂直距離との平均値で表したが、この値が唇側歯槽骨の厚さをどの程度的確に表わしているのかは今後さらに検討が必要である。しかし、そのとき得られる超音波画像によって歯槽骨の厚さを数値ではなく形態としてある程度推測できると考えられる。またこの数値には歯根膜の厚さも含まれる。20MHzの超音波は1mmの厚さの骨組織を透過することが報告されており、歯槽骨の厚さだけでなく、歯根膜の厚さ(歯根膜腔)を調べられる可能性が示唆されている³⁴⁻³⁶⁾。

歯槽骨の厚さの変化に関して、手術後1ヵ月から初

診時と比較して有意に減少し、統計学的危険率は術後1ヵ月で5%未満、2ヵ月以降は1%未満であったことから手術後1~2ヵ月にかけて歯槽骨のリモデリングが活発に行っていることが推測できる。加えて、初診時には歯槽骨頂部において不規則な骨吸収形態が観察されたが炎症の消退にともなって、除々に平坦な形態に変化し、結果的には歯槽骨の厚さが減少したのは組織の治癒過程にともなうものと思われる。

これに関して小林³²⁾はサルを用いた実験的骨欠損部の治癒を組織学的に観察し、歯間部歯槽骨に形成した水平性骨欠損部では術後1~2週では破骨細胞の出現と骨吸収がみとめられ、術後3週以降では骨芽細胞の数が増加し骨の新生がみとめられたと報告しており本実験の結果からもこのことが裏付けられていると思われる。

一般的に外科処置による歯槽骨の露出によって骨表面の吸収がおこることはよく知られている。海綿骨で裏打ちされた皮質骨と皮質骨を補強する海綿骨がない場合とでは皮質骨の吸収量に差が認められるとされている³⁹⁾が、今回の結果からは歯槽骨の薄い部位において顕著な吸収は認められなかった。しかし、外科処置前に、超音波診断装置によりこの情報を簡便に得ることによって、処置法を決定し、予後を推測することも可能といえよう。

今後は部位特異性に関しても考慮して症例数を増やし様々な様相を示す術後の変化を更に細部にわたって追求する必要性が認められた。

結 論

X線写真では診査の困難な唇側の歯周組織をBモード法表示による超音波診断装置を用いて歯周治療、とくに歯周外科手術後の変化を診査部位を規格化し、経時的に調べた。診査部位の規格化するために、通常の歯周治療で使用される金属製のポケット探針と診査対象の歯ごとに作製したレジンス Tent を用い、超音波画像上で出現するポケット探針に対する超音波の多重反射によるアーチファクトを利用した。その結果、以下の結論を得た。

1) ポケット探針先端と歯槽骨頂間の距離は、初診時平均 0.84 ± 0.88 mm (MEAN $\pm$ SD) が、手術後6ヵ月では 2.35 ± 1.10 mm と有意に増加し、歯肉炎指数 (GI) との関連からこの距離が歯周組織の炎症の程度を表す指標となりえることが示唆された。

2) 歯槽骨頂の高さは初期治療中に統計学的に有意に減少したが手術後の変化には症例間でばらつきがみられた。

3) 初期治療における歯槽骨頂の高さは初診時の歯槽骨の厚さが薄いほど減少量が多く、統計学的な相関が認められた。

4) 初診時の歯槽骨の厚さは手術後1ヵ月以降に有意に減少し、歯周外科手術が行われ治癒が得られると、唇側歯槽骨の厚さが減少することが示された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始御懇篤な御指導と御校閲を賜った石川烈教授に謹んで感謝の意を表します。さらに、実験に際し、懇切丁寧な御指導御協力いただきました小田茂講師をはじめ、第2歯科保存学教室員各位に深く感謝の意を表します。

文 献

- Goldman, H.M. and Stallard, R.E. : Limitations of the radiograph in the diagnosis of osseous defect in periodontal disease. *J. Periodontol.*, 44 : 626-628, 1973.
- 井田瑞江, 佐々木武仁, 萩原さつき, 石川 烈 : 歯周疾患におけるデンタルX線写真の読影 その有用性と限界, *the Quintessence*. 10 : 471-481, 1991.
- Tibbetts, L.S. : Use of diagnostic probes for detection of periodontal disease. *J. Am. Dent. Assoc.*, 78 : 549-555, 1969.
- 村岡宣明, 末田 武, 木下四郎 : 超音波装置による歯周組織診査——歯肉, 歯槽粘膜, 歯槽骨の厚さについて——, *日歯周誌*, 24 : 601-606, 1982.
- 村岡宣明 : 超音波装置による歯周組織診査——特に歯槽骨辺縁形態について——, *日歯周誌*, 24 : 40-53, 1982.
- 沢田健次, 藤正敬夫, 砂田今男 : 超音波断層法による歯周組織の映像について. *日歯周誌*, 26(1) : 88-93, 1984.
- 沢田健次, 砂田今男 : 超音波断層像による歯科診断. *日本歯科評論*, 516 : 14-19, 1985.
- 沢田健次, 藤正敬夫, 砂田今男, 福喜多博, 屋野勉, 福本 晃 : 超音波映像技術の歯科応用について. *日超医講演文集*, Oct : 725, 1984.
- 大嶋清秀 : 超音波断層像の歯周組織診査への応用第一報 診査方法の規格化について. *日歯周誌*, 31 : 235-240, 1989.
- 小林賢一, 鈴木哲也, 木村益巳, 田中慎二, 内田博之, 長尾正憲 : 補綴領域における超音波パルス反射法の応用. *日補綴誌*, 30 : 684-690, 1986.
- 内田博之, 小林賢一, 長尾正憲, 大槻茂雄, 屋野勉, 福喜多博 : 超音波による義歯床支持粘膜の診断——その基礎的研究——. *日超医講演文集*, July : 585-586, 1987.
- H. Uchida, K. Kobayashi, and M. Nagao : Measurement in vivo of masticatory mucosal thickness with 20MHz B-Mode ultrasonic diagnostic Equipment. *J. Dent. Res.*, 68 : 95-100, 1988.
- 辻本文雄, 多田信平 : 超音波診断用語事典——仕組みと診断のポイント——. ベクトル・コア, 東京, 1987, 114.
- Greenberg, J., Laster, L. and Listgarten, M.A. : Transgingival probing as a potential estimator of alveolar bone level. *J. Periodontol.*, 47 : 514-517, 1976.
- Rosling, B., Nyman, S. and Lindhe, J. : The effect of systematic plaque control on bone regeneration in infrabony pockets. *J. Clin. Periodontol.*, 3 : 38-53, 1976.
- Lindhe, J., Westfelt, E., Nyman, S., Socransky, S. S., Heijl, L. and Bratthall, G. : Healing following surgical/non-surgical treatment of periodontal disease. *J. Clin. Periodontol.*, 9 : 115-128, 1982.
- Pihlstrom, B.L., Ortiz-Campos, C. and McHugh, R. B. : A randomized four-year study of periodontal therapy. *J. Periodontol.*, 52 : 227-242, 1981.
- Armitage, G.C., Svanberg, G.K. and Löe, H. : Microscopic evaluation of clinical measurements of connective tissue attachment levels. *J. Clin. Periodontol.*, 4 : 173-190, 1977.
- Polson, A.M., Caton, J.G., Yeaple, R.N. and Zander, H.A. : Histological determination of probe tip penetration into gingival sulcus of humans using an electronic pressure-sensitive probe. *J. Clin. Periodontol.*, 479-488, 1980.
- Robinson, P.J. and Vitek, R.M. : The relationship between gingival inflammation and resistance to probe penetration. *J. Periodont. Res.*, 14 : 239-243, 1979.
- Nyman, S., Lindhe, J. and Karring, T. : Reattachment-new attachment. Text book of Clinical Periodontology, 2ed. J. Lindhe, Munksgaard, Copenhagen, 1989.
- Listgarten, M.A., Mao, R. and Robinson, P.J. : Periodontal probing and the relationship of the probe tip to periodontal tissues. *J. Periodontol.*, 47 : 511-513, 1976.
- Ingber, J.S., Rose, J.F., and Coslet, G.J. : The "biologic width" a concept in periodontics and restorative dentistry. *Alpha Omegan* pp. 62-65, Dec. 1977.
- Gargiulo, A.W., Wentz, F.M. and Orban, B. : Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J. Periodontol.*, 32 : 261-267, 1961.
- Kohler, C.A. and Ramfjord, S.P. : Healing of gingival mucoperiosteal flaps. *Oral Surg* 13 : 89-103, 1960.

- 26) Donnenfeld, O.W., Marks, R.M. and Glickman, I. : The apically repositioned flap-a clinical study. *J. Periodontol.*, 41 : 381-387, 1964.
- 27) Tavtigian, R. : The height of the facial radicular alveolar crest following apically positioned flap operations. *J. Periodontol.*, 41 : 412-418, 1970.
- 28) Wood, D.L., Hoag, P.M., Donnenfeld, O.W. and Rosenfeld, L.D. : Alveolar crest reduction following full and partial thickness flaps. *J. Periodontol.*, 43 : 141-144, 1972.
- 29) 川崎仁 : 口内法による個体X線規格撮影とその歯周疾患治療への応用. *口病誌*, 34 : 164-180, 1967.
- 30) 石原彰恭, 松尾良平, 大杉光修, 芳賀健輔, 石川烈, 木下四郎 : 歯周外科処置後の経過の臨床的研究. *日歯周誌*, 21 : 85-92 1979.
- 31) 折笠広樹 : 歯周処置後の経過観察に関する研究. *日歯周誌*, 22 : 216-230, 1980.
- 32) 小林英和 : サルの歯槽骨にいろいろな欠損を与えた場合の修復過程について. *日歯周誌*, 38 : 404-423, 1971.
- 33) Hämmerle, C.H.F., Ingold, H-P. and Lang, N.P. : Evaluation of clinical and radiographic scoring methods before and after initial periodontal therapy. *J. Clin. Periodontol.*, 17 : 255-263, 1990.
- 34) Löst, C., Irion, K.-M. and Nussle, W. : Periodontal ultrasonic diagnosis : experiments on thin bony platelets and on a simulated periodontal ligament space. *J. Periodont. Res.*, 23 : 347-351, 1988.
- 35) Löst, C., Irion, K.-M. and Nussle, W. : Determination of the facial/oral alveolar crest using RF-echograms. An in vitro study on the periodontium of pigs. *J. Clin. Periodontol.*, 16 : 539-544, 1989.
- 36) Löst, C., Irion, K.-M. and Nussle, W. : Ultrasonic B-scans of the facial/oral periodontium in pigs. *J. Clin. Periodontol.*, 16 : 534-538, 1989.
- 37) 飯島国好 : Biologic Width-歯と歯肉と歯槽骨の相対的関連性, 現代の歯科臨床 8, 61-74, 医歯薬出版, 1985.
- 38) Dubrez, B., Graf, J.M., Vuagnat, P. and Cimasoni, G. : Increase of interproximal bone density after subgingival instrumentation : a quantitative radiographical study. *J. Periodontol.*, 61 : 725-731, 1990.
- 39) Schluger, R.C. : 青野正男 (監訳) : シュルルーガー最新歯周治療学, 医歯薬出版, 東京, 1981, 503-504.

連絡先 :

東京医科歯科大学歯学部第二歯科保存学教室

〒113 東京都文京区湯島 1-5-45