インプラント治療前の顎骨評価に関する臨床的研究

——DIP 法を応用した下顎骨診査——

沢木佳弘・松山 実・上田 実・金田敏郎*

Clinical study of preoperative evaluation
of jaw bone for dental implant

——Bone analysis of mandible using digital image processing method——

Yoshihiro SAWAKI・Minoru MATSUYAMA

Minoru UEDA・Toshio KANEDA*

Abstract: Preoperative evaluation of the jaw bone is one of the important factors for dental implant therapy. However, there is no conclusive indicator to assess the quality of the jaw bone. We had a trial to measure the bone density of the mandible with the Digital Image Processing method (DIP method) which had been developed for the bone measurement of osteoporosis.

Occlusal radiograms of edentulous mandibles in 10 healthy subjects (male: 3, female: 7, Age: 59-84 years old) were taken with an aluminum wedge on the same films. And the bone mineral content and three dimensional patterns of the bone density were obtained by the DIP method.

The 3-D patterns of the edentulous mandibles depended upon individuals and showed a wide variety. These could be classed into 5 groups.

These facts suggest that it is necessary to assess the bone quality of the recipient site itself, and the DIP method for the mandible is useful to preoperative evaluation for dental implant therapy.

Key words: Digital Image Processing method (DIP 法), pattern of bone density (骨密度パターン), edentulous mandible (無歯下顎)

緒 言

歯科インプラント治療に関する多くの基礎的、臨床的研究が行われている。しかしこれらの研究の多くは、イ

ンプラント材料やその術式に関するものであり、インプラントを植立する顎骨についての研究は少ない。治療の対象患者の多くが高齢者であることを考慮すると、顎骨の質的・量的評価法の確立と適応症の選択が重要な課題となってくる。

しかしながら現時点において、顎骨評価の確たる指標はなく、顎骨のエックス線像から術者が経験的に推定したり、体の他部位の骨の質的・量的測定値をもって代用しているのが現状である。

一方、無歯顎となった顎堤の形態は多様であり、きわめて個人差が大きいことは、日常臨床でしばしば感じることである。これは歯周病による骨破壊や、歯牙喪失後の生理的骨吸収、義歯の圧迫による顎堤吸収などによるものと推測され、顎骨が他部位の体幹骨とはあきらかに異なった特異な状況におかれていることを示している。

袋井市民病院歯科口腔外科
(主任：沢木佳弘部長)

* 名古屋大学医学部口腔外科学講座
(主任：金田敏郎教授)

Clinic of dental and oral surgery, Fukuroi municipal hospital (Chief: Yoshihiro Sawaki)

* Department of Oral Surgery, Nagoya University, School of Medicine (Chief: Prof. Toshio Kaneda)

受付日：平成4年2月3日

今回われわれは顎骨の質的・量的診査法の開発を目的として、DIP 法¹⁾を応用した顎骨診査法を考案し、下顎無歯顎患者10名について検討を行ったので報告する。

対象および方法

対象患者は平成3年3月から4月の2か月間に袋井市民病院歯科口腔外科を受診した下顎無歯顎患者のうち、本研究への協力を得られた10名である（男性3名、女性7名、年齢：59～84歳、平均73.1歳）。全員が全歯牙喪失後5年以上経過しており、総義歯を装着していた。当科受診時の主訴は義歯不適合（8名）、口腔乾燥（1名）、舌痛（1名）であった。基礎疾患として高血圧症、高脂血症などがある者はいたが、骨粗鬆症の診断を受けている者はいなかった。

これらの患者に対し、下顎骨の骨密度測定を行った。検査の方法は、骨粗鬆症の診断法として林らによって開発された DIP 法¹⁾を顎骨診査用に改変して行った。

まず通常の咬合法用エックス線フィルムを用いて、アルミニウムスケールとともに下顎骨正中中部を撮影した

図1 X線撮影法シエーマ
(60 kV, 10 mA, 2.0 sec.)

図2 咬合法用エックス線フィルム上に設置した
アルミニウムスケール
(勾配1/4, 0～10 mm と10～20 mm)

図4 骨密度測定部位（下顎骨正中中部の左右
各10 mm の範囲に測定 window を設
定する）

図3 DIP 法のブロックダイアグラム（林¹⁾の文献より改変引用）

図 5 10例の3次元骨密度パターン

症例1のみアルミニウム厚換算値で、症例2以下は写真上の濃度で表示してある。

(図1). 使用したアルミニウムスケールは、勾配1/4のくさび状の形態をなし、高さ0~20 mm までのものを2分割して作成し、咬合法用エックス線フィルムに収まる

よう配置した(図2, 写真1). なお撮影条件は、電圧60 kV, 電流10 mA, 撮影時間2.0秒, 撮影距離15 cmに統一した. 現像, 定着は自動現像システムを用いて行っ

図6 顎骨の3次元パターンの分類

写真1 現像された無歯顎の咬合法エックス線写真

結 果

個々の測定結果は測定範囲(下顎骨正中部 20 mm)、骨幅(唇舌径)、骨密度(写真上の濃度、あるいはアルミニウム厚換算値)の3軸により3次的に表示される。

下顎無歯顎患者における下顎骨正中部の骨密度パターンは、きわめて個人差の大きいものであった(図5)。症例6、症例9は最大骨密度も皮質骨の幅も十分あるが、症例2では最大骨密度は十分であるものの、皮質骨の幅が著しく減少していた。症例1では逆に皮質骨の幅は保たれているものの最大骨密度が著しく減少しており、症例7、症例10では最大骨密度も、皮質骨幅も減少していると思われる。また症例3は、舌側の骨密度の低下が顕著であり、逆に症例4では、唇側の骨密度が減少していることがわかる。症例5、症例8では測定した正中部 20 mm 幅の中でも部位により骨密度にかなりムラがあることが認められた。

考 察

1. インプラント治療における術前顎骨診査について

歯科インプラント治療を行うにあたってその予後に影響を与えるものとしては、

- (1) 材料や術式などインプラントそのものに関する因子。
- (2) 咬合やブラークコントロールなどインプラントと周囲環境との関係に関する因子。
- (3) インプラントの母床となる顎骨に関する因子。
- (4) その他。

があげられる。(1)、(2)については従来より数多くの研究報告がなされており、臨床成績の向上に寄与してきた。しかしながら、(3)については放射線照射を受けた顎骨や、移植骨に対するインプラント治療の研究がわずかに

た。

得られた画像からの骨密度測定は、DIP法のブロックダイアグラムにしたがって行った(図3)。まずエックス線フィルムを透過照明の上に載せ、下顎骨の正中部より左右各10 mmの位置にデジタイザーを指定する(図4)。つづいてこの部位を計測用テレビカメラを用いて撮影し、取り込んだ画像を浜松ホトニクス社製高分解能画像解析装置(輝度分布 1,024×1,024画素×16ビット)により分析した。写真上での骨の輝度とアルミニウムスケールの輝度を読み取り、これを比較することにより、骨密度をアルミニウムの厚さとして換算することができる。

この方法で下顎骨正中部 20 mmの幅の骨密度パターンを3次的に表示した。

なされているものの、一般患者における顎骨の評価は、依然として術者の主観に頼っているのが現状である。インプラントの予後を予想し、適応症の選択を誤らないためには、顎骨の術前診査法とその評価法の確立が不可欠と考えられる。

インプラント手術の術前顎骨診査としては、従来より Lekholm ら²⁾の顎骨分類法が知られている。これは顔面側貌エックス線写真あるいは断層写真から顎骨正中部の断面を読影し、骨形態とともに骨質を4段階に分類したものである。この方法は簡便で顎骨の外形や骨質の概略を把握するには適しているが、撮影条件、現像条件がエックス線写真に影響を与えること、読影者の主観に左右されることなどの問題は解決されていない。

これに対しインプラントの植立部位に直接ドリルで穿孔し、内壁を触診する骨内試験穿刺法³⁾がある。この方法は顎骨それ自身から直接情報が得られるという利点はあるものの、これとて術者の主観に頼った方法に変わりはない。この問題点を克服するため、菅谷⁴⁾は顎骨穿孔時の切削トルクと切削荷重が骨塩量と相関することを実験的に証明した。しかしこの方法を臨床に用いるにしても、術前に外科的な侵襲を加えなければならないという問題が、患者にも術者にも大きな負担として残される。

以上のごとく現在までに報告されている顎骨診査法にはそれぞれ一長一短があり、適切な方法はいまだ確立されていない。

われわれはインプラント治療を目的とした顎骨診査法について、X線学的手法を用いて一連の研究を行ってきた^{5,6)}。特に再現性のある客観的なデータが得られ、なおかつ歯科診療の場への導入が簡便な方法として DIP 法の顎骨への応用を考案した。

2. DIP 法による顎骨診査法について

非侵襲的な骨質診査法として一般的な方法は、エックス線写真検査である。しかし先に述べたごとくこの方法の最大の欠点は撮影条件が規格化しにくく、読影に主観が入りやすいことである。さらにエックス線フィルム上の濃淡や骨梁形態が内部の骨密度を反映しておらず、骨塩量の30%の減少はエックス線フィルム上では画像上の変化を生じないという報告⁷⁾もある。

これに対し、より精度の高い骨質診査法として、ラジオアイソトープを用いて骨塩量を測定する方法 (Single photon 法⁸⁾および Dual photon 法⁹⁾) や定量的 CT 写真の CT 値から骨塩量を測定しようとする方法¹⁰⁾なども開発されている。しかしこれらの方法は、放射線被曝の問題や大がかりな装置を必要とする点から、日常の歯科臨床への応用は困難と考えられる。

一方日常の臨床で用いるエックス線写真の限界を少しでも乗り越えるため、アルミニウムのような均質な対照体を用いてフィルム上のばらつきを補正する方法として MD 法¹¹⁾と DIP 法が開発されてきた。具体的にはエッ

クス線フィルム上での濃淡を計測するために前者は microdensitometer を用い、後者は画像解析装置を用いる。今回筆者らが試行した DIP 法は従来より骨粗鬆症患者のエックス線の診断に用いられてきた方法である。本法は骨量、骨質の診査法としては簡便で、通常の歯科医院でも日常臨床の中で採用しやすい方法と考えられる。

3. 下顎骨の骨密度パターンについて

今回の測定結果から、無歯顎下顎骨の骨密度パターンはきわめて多様で個人差の大きなものであることが判明した。10例の中には DIP 法や MD 法で最もよく用いる中手骨の骨密度パターンとはあきらかに異なる形態を示すものもあった。また同一患者の下顎骨においても、正中部約 20 mm の間においてすら変化に富んだ骨密度パターンが観察された。

今回の結果から下顎骨正中部の骨密度パターンは大きく5種類のタイプに分類することができる(図6)。タイプⅠは骨密度も皮質骨の幅もよく保たれているものであり、タイプⅡは骨皮質幅は保たれているが、骨密度の低下がみられるものをさす。タイプⅢは逆に最大骨密度は保たれているものの、骨皮質幅は減少しているものを、タイプⅣは骨密度の低下も骨皮質幅の減少も顕著なものをさす。さらにこれらのどれにも属さないものをタイプⅤとした。今回の10例ではタイプⅠが2名、タイプⅡが1名、タイプⅢが1名、タイプⅣが3名、タイプⅤが3名であった。特にこのタイプⅤは通常の円柱状形態の体幹骨にはみられない骨密度パターンである。

4. 顎骨への DIP 法の応用の可能性と問題点

顎骨へ応用した DIP 法の特徴としては、

- (1) 非侵襲的で簡便である。
- (2) 植立母床の顎骨そのものの骨質を視覚的に把握できる。
- (3) エックス線写真の撮影条件や現像条件に影響を受けにくく、再現性のある客観的な情報が得られる。
- (4) 治療室に特殊な機械を必要としない。

などの利点があげられる。一方改善を要する点としては、

- (1) データがその場ですぐに得られない。
- (2) 骨密度パターンはわかっていても骨の生体としての活性まではわからない。
- (3) 咬合法写真を用いるため、顎骨の撮影方向が限られる。

などがあげられる。

今回行った高齢無歯顎患者の10例の結果からは、同一の骨でも部位により、骨密度にムラがあること、個人差が大きいことが特徴としてみられた。このことは顎骨の場合には、他部位の骨とは異なり、顎骨特有の条件、すなわち歯牙の喪失時期やその原因、義歯の適合度などに強く影響されることを示唆しているといえよう。著者ら

が21名の下顎無歯顎患者において下顎骨と中手骨のDIP値を比較検討したところ、両者の間に相関が認められなかった¹²⁾ことでも顎骨の特異性がうかがわれる。

したがって、インプラント治療において、顎骨の術前評価を行う場合、他部位の骨や顎骨の一部分を代表値として用いることより、植立を行う部位そのものの骨質を検査することが肝要と考えられた。その結果をもとに植立部位や植立方向および初期固定のための治療期間などを決定すべきであろう。

以上のことより、顎骨へのDIP法の応用は簡便であるとともに、利用価値が高いと考えられた。今後はインプラント治療予定患者に本法を用いた診査を行い、検討を深めていきたいと考える。

結 語

1. 下顎無歯顎患者10名にDIP法を応用した下顎骨の骨質診査を試みた。
2. 下顎骨の骨密度パターンは多様であり、インプラント植立予定部位そのものの術前骨質診査が重要と考えられた。
3. 顎骨の骨密度の多様さは、年齢、性差だけでなく、歯牙喪失時期、義歯の適合度などに影響を受けた結果と考えられた。
4. 下顎骨のDIP法は簡便で、非侵襲的であり、インプラントの術前診査に利用価値が高いと考えられた。

稿を終えるにあたり、エックス線写真撮影にご協力をいただいた袋井市民病院放射線部の諸兄に心より感謝の意を表します。またDIP値の測定にご協力をいただいた中外製薬試験研究センター高橋吉也氏に心より感謝の意を表します。

本論文の要旨は第16回日本口腔外科学会中部地方会(1991年6月、名古屋市)において発表した。

引 用 文 献

- 1) 林 泰史, 山本吉蔵: DIP法. 森田陸司編集; 骨ミネラル測定と骨粗鬆症. 第1版, メディカルレビュー社, 大阪, 1989, 43-47頁.
- 2) Lekholm, U. and Zarb, G.A.: Patient selection and preoperation. Brånemark, P.I., Zarb, G.A.: Tissue Integrated Prostheses. 1st Ed, Quintessence Co., Chicago, 1985, p 199-209.
- 3) 山内壽夫, 山根稔夫: インプラント臨床における診断の重要性. 補綴臨床 7: 135-142 1974.
- 4) 菅谷公一: 歯科インプラント治療のための骨質診査法に関する研究—特に切削抵抗と骨塩量との関係について—. 歯科学報 90: 607-633 1990.
- 5) Ueda, M., Sawaki, Y., et al.: Three-dimensional computer tomographic analysis for placement of maxillary implant after maxillectomy. Int J Artif Organs (1991, accepted).
- 6) 上田 実, 沢木佳弘, 他: インプラント治療における術前顎骨評価法に関する研究. 補綴誌 35: 381-389 1991.
- 7) 古本啓一: 歯科インプラントのための放射線診査と基礎研究. セラミックインプラントの実践. 第1版, クインテッセンス出版, 東京, 1983, 33-46頁.
- 8) 山本逸雄: Single Photon Absorptiometry. 森田陸司編集; 骨ミネラル測定と骨粗鬆症. 第1版, メディカルレビュー社, 大阪, 1989, 49-54頁.
- 9) 岸本英彰, 山本吉蔵: Dual Photon Absorptiometry. 森田陸司編集; 骨ミネラル測定と骨粗鬆症. 第1版, メディカルレビュー社, 大阪, 1989, 127-131頁.
- 10) 藤井芳夫, 筒泉正春, 他: 定量的X線CT. 森田陸司編集; 骨ミネラル測定と骨粗鬆症. 第1版, メディカルレビュー社, 大阪, 1989, 63-68頁.
- 11) 串田一博, 井上哲郎, 他: 手部X線によるmicrodensitometry法. 森田陸司編集; 骨ミネラル測定と骨粗鬆症. 第1版, メディカルレビュー社, 大阪, 1989, 33-41頁.
- 12) Sawaki, Y., Ueda, M., et al.: Preoperative analysis of jaw bone quality for dental implant therapy. —A new trial with Digital Image Processing method—. Tsuru, H., Preiskel, H.W., et al.: Advanced Prosthodontics World-wide. WCP HIROSHIMA. '91 Publications Committee, Hiroshima, 1991, p446-447.