



Title	下顎無歯顎に対するインプラント補綴において安定した咬合支持を得るために必要な条件に関する生体力学的検討
Author(s)	山本, 英貴
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/47599">https://hdl.handle.net/11094/47599</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;大阪大学の博士論文について</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	山本英貴
博士の専攻分野の名称	博士(歯学)
学位記番号	第21086号
学位授与年月日	平成19年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 歯学研究科分子病態口腔科学専攻
学位論文名	下顎無歯顎に対するインプラント補綴において安定した咬合支持を得るために必要な条件に関する生体力学的検討
論文審査委員	(主査) 教授 前田 芳信 (副査) 教授 荘村 泰治    講師 石垣 尚一    講師 豊田 博紀

## 論文内容の要旨

### 〈目的および意義〉

1960年代に Brånemark によって提唱されたオッセオインテグレーションの概念は、材料ならびに術式の改良を経て、現在ではインプラントを欠損補綴の1選択肢として広く受け入れられるまでに至っている。当初は解剖学的に許容される前歯部に限定された部位にインプラントを埋入することを前提した補綴処置が主になされてきたが、次第により多くのインプラントを埋入した処置が増加している。また最近では少数のインプラントで即時負荷を行う All-on-4 のような術式も多用されている。

しかしながら、インプラント補綴において長期的に安定した機能を維持するために必要と考えられる咬合支持を確立する条件に関しては未だ不明な点が多い。

そこで本研究では、下顎無歯顎症例に対するインプラント補綴において安定した咬合支持を確立するための条件を明らかにすることを目的として、下顎骨の三次元有限要素モデルを構築し生体力学的な観点から検討を行った。

### 〈実験方法〉

#### 1. 三次元有限要素解析ソフト「MECHANICAL FINDER」の検証

CTデータから有限要素モデルを作成し解析できる(MECHANICAL FINDER 以下MF; 計算力学社製)を下顎骨に適応することの妥当性について以下の検証をした。

##### I. ヒト下顎無歯顎乾燥骨をCT撮影し、得られたDICOMデータを用いてMFにより、

外面・内面に対してメッシュ生成を行うとともにCT値を割り当て、以下の2つのモデルを作成した。

①: モデルの歯槽頂上で下顎14歯の位置に相当する14点を拘束したモデル

②: モデルの歯槽頂上でオトガイ孔間に、下顎6前歯の位置に相当する6点を拘束したモデル

これらのモデルでは下顎頭を拘束部位とし、50Nの静荷重を加え、骨表面に生じる応力を測定した。

##### II. CT撮影を行ったものと同じヒト下顎乾燥骨にひずみゲージを貼付し、同様に各筋力に対して合計50Nの静荷重を加え、その際の骨表面のひずみ値を測定した。その両者の比較により骨のひずみ方向、応力分布を比較検討することによりMFの有効性を検証した。

## 2. インプラント埋入位置と本数

骨吸収程度の低い顎骨と、骨吸収程度の高い顎骨を CT 撮影し、MF に取り込んでモデルを作成した。各モデルに対し、以下の条件におけるインプラント埋入を想定したモデルに咬筋、側頭筋、内側翼突筋のそれぞれの閉口筋群のベクトルにより合計 200N を荷重部位として加えて、変位ならびに相当応力の状態について分析した。

A : 14 本埋入モデル	(低度吸収モデル : A.-L 高度吸収モデル : A.-H)
B : 8 本埋入モデル (前歯部 4 本、臼歯部 4 本)	(低度吸収モデル : B.-L 高度吸収モデル : B.-H)
C : 6 本埋入モデル (前歯部 4 本、臼歯部 2 本)	(低度吸収モデル : C.-L 高度吸収モデル : C.-H)
D : 4 本埋入モデル (前歯部 2 本、臼歯部 2 本)	(低度吸収モデル : D.-L 高度吸収モデル : D.-H)
E : 4 本埋入モデル (オトガイ孔間に 4 本)	(低度吸収モデル : E.-L 高度吸収モデル : E.-H)

## 3. インプラント上部構造における連結材質の違い

2. の D モデルに対して、以下の上部構造を設定したモデルを作成し同様の荷重ならびに拘束条件で相当応力の発生状態ならびに変位について分析した。

- ① : レジンによる上部結合モデル
- ② : 金属による上部結合モデル

〈結果およびまとめ〉

### 1. MF の検証について

ひずみ方向の検証では、骨表面のひずみの方向性について検討した。ひずみゲージによる測定結果と MF によるモデルで各部位の圧縮および引張りの方向について比較検討したところ、同様の傾向が見られた。それぞれのモデルにおける応力値に関する比較からも下顎骨にかかる応力分布傾向が同様であり、MF の有効性が検証された。

### 2. 埋入位置と本数

#### ・変位 :

高度吸収モデルにおいて大きな違いが見られた。A.-H と比較して、B.-H では 1.7 倍、C.-H では 1.9 倍、D.-H では 2.2 倍であるのに対し、E.-H では 5.5 倍の変位が見られた。低度吸収モデルにおいては A.-L と比較して、B.-L では 1.2 倍、C.-L では 1.3 倍、D.-L では 1.7 倍、E.-L では 3.5 倍の変位が見られた。

#### ・応力による比較 :

下顎骨応力の平均値を比較すると、高度吸収モデルにおいて A.-H : 11.7 MPa、B.-H : 12.8 MPa、C.-H : 12.2 MPa、D.-H : 13.2 MPa、E.-H : 17.6 MPa となり A.~D. は E. に対して有意差が見られた。(P<0.05)。低度吸収モデルでも同様に A.-L : 7.1 MPa、B.-L : 7.7 MPa、C.-L : 8.0 MPa、D.-L : 8.1 MPa、E.-L : 9.9 MPa となり A.~D. は E. に対して有意差が見られた。(P<0.05)。

以上より、最低、前歯部 2 本、臼歯部 2 本の 4 本のインプラントで下顎骨に対して安定した応力分布を与えられることが示唆された。

### 3. 上部構造における連結材質の違いによる比較検討

#### ・応力による比較 :

下顎骨の応力値については差が見られなかったが、後方部インプラントにおいて応力集中が見られた。その値は高度顎堤吸収モデルでは、レジン連結モデルにおいて 88.2 MPa、メタル連結モデルでは 109.1 MPa であり有意に差がみられた (P<0.05)。しかし低度顎堤吸収モデルでは、レジン連結モデルにおいて 19.3 MPa、メタル連結モデルでは 26.2 MPa であり差はみられなかった。

以上より、顎堤の残存量が大きい症例に対しメタルによる完全に連結した補綴物とすることは後方部インプラント周囲の骨吸収を引き起こす可能性が示唆された。

〈結論〉

### 1. インプラント埋入シミュレーションに三次元有限要素解析ソフトである MECHANICAL FINDER が有効である

ことが検証された。

2. 骨の吸収程度の違いは骨の応力分布に大きく影響し、そのことはインプラント埋入位置、本数の決定、上部構造の材質の違いについて大きく影響を与えることが示唆された。
  - ① 吸収程度が比較的軽度の場合には、最低、前歯部2本、臼歯部2本の4本の埋入で、下顎骨に対する応力分布の観点からは比較的安定した咬合支持を得られることが示唆された。
  - ② 高度に顎提が吸収している場合には、骨の変形量が増え、下顎角付近に高い応力集中が見られるため、インプラント埋入位置は4本でも可能であるが、その際、上部構造をメタルで連結する際には、後方部インプラントに応力集中が起こる可能性があるため、注意する必要があることが示唆された。

### 論文審査の結果の要旨

本研究は、下顎無歯顎症例に対するインプラント補綴において長期的に安定した咬合支持を得る上で必要なインプラントの埋入本数、位置、上部構造の材質などの条件を明らかにする目的で、生体力学的な観点から三次元有限要素モデルを用いて検討したものである。

その結果、インプラントを前歯部ならびに臼歯部に各2本埋入することで安定した咬合支持が得られるものの、後方のインプラントへの応力集中を避ける上部構造の設計が必要であることが示唆された。

以上のことから、本研究はインプラント補綴における治療指針に対して重要な示唆を与えるものであり、博士（歯学）の学位授与に値するものと認める。