



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 上顎臼歯欠損部顎堤に埋入したショートインプラントが周囲骨に及ぼす力学的影響                                       |
| Author(s)    | 森脇, 大善  |
| Citation     | 大阪大学, 2015, 博士論文  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.18910/52357">https://doi.org/10.18910/52357</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏名 ( 森脇大善 )

論文題名 上顎臼歯欠損部顎堤に埋入したショートインプラントが周囲骨に及ぼす力学的影響

## 【目的】

現在、歯科インプラント治療はその良好な臨床成績から、補綴歯科治療の選択肢のひとつとして様々な症例に応用されている。近年、特に高度な顎堤吸収により骨量が不足した部位においても使用可能であるとして、長さ8.0 mm以下のショートインプラントが注目されている。ショートインプラントに関する研究報告も少しずつ現れてきており、簡略化されたモデルを用いた応力解析実験では、インプラント体の長さを変化させてもインプラント体頸部における応力分布に差が生じないことが報告されている。また、ショートインプラントの臨床成績は一般的な長さのインプラントと遜色ないとする報告もみられる。しかしながら、骨量が不足した症例においては、一般的な長さのインプラント体を埋入するため、上顎では上顎洞底挙手術などの外科的骨造成が第一選択となることが多い。下顎では埋入を断念し、ショートインプラントの使用を回避することが多いのが現状である。さらに、ショートインプラントの使用に関しては、臼歯単独歯欠損での使用は回避する、インプラント幅径を増加させる、埋入本数を増加して上部構造を連結冠にて補綴する、といった一般的な長さのインプラントには必ずしも要求されない制約条件を設けるべきであるとする意見がみられる。これらはすべてショートインプラントを力学的観点から独自に評価した上での見解であり、ショートインプラントが有用であるとする前述の報告と見解が一致していない。

この見解の不一致を解決し、ショートインプラントが力学的に有用であることが明らかとなれば、ショートインプラントを用いることで外科的骨造成を回避することができ、低侵襲かつ安全なインプラント治療が可能となるものと考えられる。これまでも三次元有限要素解析にて、ショートインプラントにおける応力解析実験が多く行われてきたが、従来の解析実験では、インプラントの構造を反映していない非常に簡略化された解析モデルによるもので、臨床との等価性がほとんどなかった。また、市販されているインプラントをCTデータ化して設計した解析モデルでは、インプラントメーカーによって形状が異なるため、インプラントのデザインの違いがインプラント体周囲骨にどのように力学的影響を与えているのかを明確に比較できず、さらには計算コストが増大することから、複雑な解析になると思われる複数歯欠損を対象とした解析は困難であった。解析結果の評価方法に関しても、応力分布の一断面での二次元的な定性評価では、インプラント体周囲骨への三次元的な応力分布が正確に評価されているとは言い難かった。

本研究では、解析モデルの設計から解析までを一つのCADソフトウェアで行うことで、検討したいデザインのみだけに違いを限定し、それ以外のすべてのデザインを統一したインプラントの解析モデルを独自に設計した。また、単独歯欠損のみならず複数歯欠損をも対象とした精密な解析モデルを用いて解析を行うため、解析モデルを独自に設計することで、データ量を削減した。解析結果の評価方法は、インプラント体頸部皮質骨への三次元的な応力分布を明確に評価するため、三次元有限要素解析で得られた結果から、インプラント体頸部皮質骨での最大主応力が分布した領域を抽出し、その体積を計測した。対象部位は、ショートインプラント以外にも上顎洞底挙手術という選択肢があるという点で上顎臼歯欠損部とし、まず単独歯欠損においてインプラント体の長さやショートインプラントの幅径の違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響を検証した。次に、複数歯欠損におけるインプラント体の長さやショートインプラントの幅径、埋入本数と補綴設計の違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響を検証した。

以上のように、ショートインプラントの有用性とその使用における制約条件の必要性について検討することを目的として、上顎臼歯欠損部顎堤に埋入されたショートインプラントがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響について三次元的な定量評価を行った。

## 【方法】

1-1. 上顎臼歯単独歯欠損部顎堤におけるインプラント体の長さの違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響の検討

SolidWorks2011 (Dassault Systèmes SolidWorks Corporation)を用いて、長さ6.0 mm 幅径4.0 mmのショートインプラント (6R) と、長さ13.0 mm 幅径4.0 mmのインプラント (13R) の三次元有限要素解析モデルを設計した。上顎臼歯欠損部顎堤を想定した骨モデルを対象として、骨量が十分にあるモデルと骨量が不足したモデルに分け、後者に

において長さ**6.0 mm**のショートインプラントはバイコルチカルを獲得しているものとし（**6R B**），長さ**13.0 mm**のインプラントは上顎洞底挙上術後に埋入されているものとした（**13R S**）。三次元有限要素解析により得られた最大主応力をもとに、インプラント体頸部皮質骨での任意の値以上の応力が分布した領域を抽出し、その分布体積を計測することにより、インプラント体の長さの違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響について各埋入モデル間で比較した。

**1-2. 上顎臼歯単独歯欠損部顎堤におけるショートインプラントのインプラント幅径の違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響の検討**

**SolidWorks 2011**を用いて、長さ**6.0 mm** 幅径**5.0 mm**のショートインプラントの三次元有限要素解析モデルを設計した。実験**1-1**よりショートインプラント使用時はバイコルチカル獲得が望ましいことが明らかとなったことから、骨量が不足した上顎臼歯単独歯欠損部顎堤を想定した骨モデルに対し、**6R B**と**13R S**に加えて、長さ**6.0 mm** 幅径**5.0 mm**のショートインプラントをバイコルチカルを獲得して埋入したモデル（**6WB**）を設計した。同様に三次元有限要素解析を用いて、インプラント幅径の違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響について各埋入モデル間で比較した。

**2-1. 上顎臼歯複数歯欠損部顎堤におけるインプラント体の長さとの違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響の検討**

実験**1-2**と同様に、骨量が不足した上顎臼歯単独歯欠損部顎堤を想定した骨モデルに対し、**6R B**を3本埋入して連結冠にて補綴したモデル（**6R B C**），**13R S**を3本埋入して連結冠にて補綴したモデル（**13R S C**），**6WB**を3本埋入して連結冠にて補綴したモデル（**6WB C**），の3モデルを設計した。同様に三次元有限要素解析を用いて、インプラント体の長さおよび幅径の違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響について各埋入モデル間で比較した。

**2-2. 上顎臼歯複数歯欠損部顎堤におけるショートインプラントの埋入本数と補綴設計の違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響の検討**

実験**1-2**と同様に、骨量が不足した上顎臼歯単独歯欠損部顎堤を想定した骨モデルに対し、**6R B C**と**6WB C**に加えて、**6R B**を2本埋入してブリッジにて補綴したモデル（**6R B B**），**6WB**を2本埋入してブリッジにて補綴したモデル（**6WB B**），を設計した。同様に三次元有限要素解析を用いて、ショートインプラントの埋入本数と補綴設計の違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響について各埋入モデル間で比較した。

#### 【結果】

**1-1. 6Rと6R Bを比較すると、応力の分布体積は6R Bのほうが小さく、ショートインプラントはバイコルチカル獲得によりインプラント体頸部皮質骨への応力分布を減少させた。6R Bと13R Sを比較すると、応力の分布体積は同程度であった。**

**1-2. 6R Bと6WBを比較すると、応力の分布体積は6WBのほうが小さく、ショートインプラントはインプラント幅径の増加によりインプラント体頸部皮質骨への応力分布を大きく減少させた。**

**2-1. 13R S Cと6WB Cを比較すると、応力の分布体積は6WB Cのほうが小さかった。6R B Cと13R S Cを比較すると、応力の分布体積は同程度であった。**

**2-2. 6R B Cと6R B Bを比較すると、応力の分布体積は6R B Bのほうが大きかった。6R B Cと6WB Bを比較すると、応力の分布体積は同程度であり、ショートインプラントを用いたブリッジでの補綴においても、インプラント幅径を増加させると分布体積は小さくなった。**

#### 【結論】

力学的観点からショートインプラントの有用性とその使用における制約条件の必要性について三次元的かつ定量的に検討し、以下の結論を得た。

**1. 上顎臼歯単独歯欠損部顎堤においてショートインプラントを使用する際は、バイコルチカル獲得が力学的に有効であり、バイコルチカル獲得が可能であれば、臼歯単独歯欠損の症例であってもショートインプラントの使用を回避する必要がないことが示唆された。**

**2. 骨幅が十分にありインプラント幅径の増加が可能な症例においては、幅径の大きなインプラント体を埋入することが力学的により望ましいことが示唆された。**

**3. 上顎臼歯複数歯欠損部顎堤においてレギュラー幅径ショートインプラントを用いる際は、欠損歯数と同数のインプラント体をバイコルチカルを獲得して埋入し、上部構造を連結冠にて補綴することが力学的に望ましく、インプラント幅径の増加が可能であればブリッジにて補綴することも力学的に有用である可能性が示唆された。**

以上より、ショートインプラントの有用性とその使用における明確な制約条件が明らかとなった。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏 名 ( 森脇 大善 )  |     |           |
|--|-----|-----------|
|  | (職) | 氏 名       |
| 論文審査担当者  | 主 査 | 教授 矢谷 博文  |
|  | 副 査 | 教授 竹重 文雄  |
|  | 副 査 | 准教授 秋山 茂久 |
|  | 副 査 | 講師 権田 知也  |
| <b>論文審査の結果の要旨</b>  |     |           |
| <p>本研究は、ショートインプラントの有用性について検討することを目的として、三次元有限要素解析を用いてショートインプラントがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす影響について力学的観点から評価を行った。</p> <p>その結果、上顎臼歯単独歯欠損部顎堤においてショートインプラントを使用する際は、バイコルチカル獲得が可能であれば、臼歯単独歯欠損の症例であっても回避する必要がないこと、骨幅が十分にある症例においては、インプラント幅径の大きなインプラント体を埋入することがより望ましいことが示唆された。上顎臼歯複数歯欠損部顎堤においてレギュラー幅径ショートインプラントを用いる際は、欠損歯数と同数のインプラント体をバイコルチカルを獲得して埋入することが望ましく、インプラント幅径の増加が可能であればブリッジにて補綴することも有用である可能性が示唆された。</p> <p>以上の研究成果は、低侵襲かつ安全なインプラント治療を実現するうえで、ショートインプラントが有用であることを示したものであり、本研究は博士(歯学)の学位授与に値するものと認める。</p> |     |           |