



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Significance on replacement of a mandibular second molar with a dental implant A non-linear finite element analysis [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	吉谷, 正純
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第12596号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65548
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Masazumi_Yoshitani_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（歯学） 氏 名 吉谷正純

学 位 論 文 題 名

Significance on replacement of a mandibular second molar with a dental implant

A non-linear finite element analysis

（ インプラント補綴における下顎第二大臼歯の意義 ）

下顎臼歯部欠損に対するインプラントは有効な補綴方法の一つであるが、舌側陥凹部への穿孔の危険性、下顎管損傷の危険性、開口量の不足や対合歯の提出などによる物理的な手術の困難性、角化粘膜の不足など、いくつかの解剖学的な危険性がある。これらの危険性は後方部ほど大きくなると考えられる。これらの危険性を避けるため、第2大臼歯へのインプラント埋入は断念することはいえりと考えられる。

一方、天然歯列における短縮歯列の概念は過去に多く報告されている。Witter らによれば、小臼歯を1、大臼歯を2とした Occlusal Unit(s)が3-5あり、かつ対称性があれば、咀嚼機能、顎関節の異常、残存歯の移動、歯周組織の変化、快適性に問題は起こさないとされている。一方Baba らは第1大臼歯を失った場合に口腔関連 QoL が有意に低下することを報告し、第1大臼歯欠損への補綴介入の重要性を主張している。また Fueki らは日本の多施設における臼歯部欠損状態と補綴治療の実態を調べ、第2大臼歯のみを失った患者への補綴治療は、全体の3%にすぎなかったが、第1大臼歯まで失った患者は、その58%に何らかの補綴治療が行われていたと報告している。以上より、外科的リスクの回避とQoLの改善の観点から、インプラントを用いた短縮歯列は十分補綴治療のオプションとなると考えられる。

しかし、インプラントを用いた短縮歯列についての研究はほとんど無い。天然歯と挙動の違うインプラントを用いた短縮歯列が、インプラントや残存歯、顎関節にどのような影響を与えるのかは不明である。本論文は、下顎遊離端欠損における第二大臼歯部のインプラントの有無が、咬合力分布に与える生体力学的な影響を、有限要素法を用いて調べたものである。

3次元有限要素モデルは、Kasai らの報告に基づき作成した。モデルは、商用の下顎骨モデルを3次元レーザースキャナーで測定し、皮質骨、海綿骨、象牙質、エナメル質、歯根膜、インプラントボディであるチタン、インプラント上部構造である金合金から構成した。Leckholm and Zarb の分類の2Bに相当する適切な皮質骨と海綿骨の厚みを与えた。歯根膜の厚みは過去の研究から、0.25mmとした。全ての歯根膜は一定の厚みとした、モデルの構成要素それぞれの材料定数は過去の研究から決定した。歯根膜のみは2相性の弾性係数を

有する非線形材料としたが、その他は等方線型材料とした。インプラントの直径は 3.75mm、長さは 10mm とした。インプラント上部構造は直方体とし、両顎関節と切歯点を含む直径 10cm の Monson' s 球面に一致する咬合平面を設定した。

モデルは 6 つ作成した。左下大臼歯欠損 (MT67) , 左下 7 番欠損 (MT7) , MT67 に 1 本インプラントを埋入したもの (Im6) , MT67 に 2 本埋入したもの (Im67) 。左下臼歯欠損に対しインプラントを 4 本埋入したもの (Im4567) , または 3 本埋入したもの (Im456) である。天然歯とインプラント上部構造の咬合面、および下顎骨関節頭上面を、それぞれ対合歯歯根膜と顎関節軟組織の被圧変位特性を想定した非線形スプリングで拘束した。荷重は咬頭嵌合位を想定し、咬筋、側頭筋、外側翼突筋、内側筋のそれぞれの付着部位に、荷重の総和が一定となるような引張荷重を加えた。各筋肉への引張荷重の分配はコリオスらの研究に基づいて設定した。しかし、非荷重時に全ての拘束点に変位無しで均等に接触しているスプリングの初期状態ままでは、顎関節軟骨の弾性が大きいため後方部のインプラントに強い荷重負担が生じてしまい、実際の生体とは異なった挙動を示してしまう。そのため、インプラント上部構造と対合歯であるスプリングに適切な隙間を与えることで、ほぼ左右対称な咬合力分布となるようにスプリングの初期設定を行った。調整は、対合歯であるスプリングの荷重変位曲線に一定の荷重で変位しない隙間を試行錯誤的に与えることで行った。スプリングの調整は、Kayumi らの報告に従い 400N 荷重下で行った。その後あらためて咬合力の合計が 100N, 200N, 800N に相当する荷重を加え、天然歯、インプラント上部構造、及び顎関節の咬合力分散を調べた。

MT67は、左下第1小臼歯に、反対側の1.2-15倍の荷重負担が生じた。左下第2小臼歯には反対側の2.6-8.3倍の荷重負担が生じた。左下第2小臼歯の荷重負担量は、健全側最後方歯である右下7番の荷重負担量とほぼ同じ値であった。左顎関節には右顎関節の1.2-1.5倍の荷重負担が生じた。

MT7では、左下第2小臼歯の荷重負担量は反対側の1.1-3.8倍の荷重負担量であった。左下第1大臼歯の荷重負担量は反対側の1.5-2.1倍の荷重負担量であった。左下第1大臼歯の荷重負担量は、健全側最後方臼歯である右下第2大臼歯とほぼ同じであった。左顎関節の負担量は右顎関節の1.1-1.3倍であった。

Im67においては、第2小臼歯の荷重負担はMT7に比べて0.5-0.005倍に減少した。左顎関節の負担量はMT7に比べて0.6-0.9倍に減少した。800N荷重では最後方のインプラントにやや荷重負担が生じたが、反対側7番の1.1倍にとどまり、全ての荷重下において咬合力分散は天然歯列に近づいた。

Im6では、低荷重下において第2小臼歯の咬合圧負担割合が増大したが、荷重量の絶対値は、小さくほとんど問題はないと考えられた。一方800N荷重下では6番インプラント部に276.3Nの荷重が生じ、これは反対側7番の1.4倍、MT7における左下6番の1.2倍であった。Im6における左顎関節の荷重量は、MT7における左顎関節の荷重量とほとんど同じであった。

Im4567では、低荷重で4番5番の荷重量が増加したが、その絶対値は小さく、高荷重での7番インプラントへの荷重量は反対側7番の1.1倍にとどまった。全ての荷重下において咬合力分散は、天然歯列に近づいた。Im456は、低荷重下では小臼歯の負担量は大臼歯部より大きくなったが、反対側7番の荷重量は超えなかった。高荷重下ではMT7とほぼ同じ咬合力分散を示した。

以上より、下顎臼歯部遊離端欠損に関して、力学的には欠損歯と同数のインプラントが望ましいと考えられた。しかし、7番へのインプラント埋入が不可能あるいは極めて困難な場合は、通常の荷重条件での第一大臼歯部までの補綴は許容されるが、ブラキシズムなどの強い荷重が生じる場合には、第一大臼歯部インプラントの咬合力負担が過大になる危険性があり、何らかの対応が必要であることが示唆された。

本研究は、両側の咀嚼筋が均等に収縮した垂直的咬合関係を想定している。側方的な咬合関係は、筋肉の収縮量や各材料の変位、対合歯の変位方向が異なるため、今後の研究課題である。また生体力学的な解析のみであり、実際の患者における機能的な解析や QoL に対する研究が今後必要と考えられる。