

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 24 日現在

機関番号：10101
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2012～2015
課題番号：24792127
研究課題名(和文)インプラントサポートデンチャーにおけるフィクスチャーの選択基準：FEAによる検討

研究課題名(英文) Selection criteria of implant fixture for implant supported removable partial dentures: A finite element analysis

研究代表者
齋藤 紘子(佐々木紘子)(saito, hiroko)
北海道大学・大学病院・助教

研究者番号：10511686

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：インプラントを可撤性部分床義歯(RPD)の支持に利用したImplant Supported Removable Partial Denture(ISRPD)においてインプラントの負担を明らかにするため、三次元有限要素解析により、インプラントサイズ、骨質およびインプラントと義歯の接触状態がISRPDの支持組織に及ぼす影響を検討した。その結果、インプラントは床の沈下や粘膜の負担量は軽減に有効であるが、骨質やサイズによっては過重負担となる可能性があるためインプラントと義歯床にスペースを設けるなど接触状態を考慮する必要性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study evaluated the influence of the implant size, the bone quality and the amount of space between implant and denture base of the implant supported removable partial denture (ISRPD) using three-dimensional finite element analysis. In comparison with the conventional removable partial denture, the ISRPD decreased a displacement of the denture base and stress in the residual ridge. The space between the top of implant and the denture base was considered to be necessary to prevent the implant from overloading in cases of the poor bone quality and the small implant.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：デンタルインプラント 有限要素解析 インプラントサポートデンチャー フィクスチャー

1. 研究開始当初の背景

遊離端欠損症例の代表的な補綴方法として部分床義歯とインプラントがあげられる。近年、インプラント治療が一般化し、遊離端欠損に対して固定性歯冠補綴を行う症例が増加しており、審美性や装着感の改善とともにインプラントの優れた支持性から部分床義歯よりも良好な機能回復が達成されている。しかし、インプラントを用いて固定性歯冠補綴を行うには十分な骨量が必要である。骨量の不足に対し骨造成術を併用する方法もあるが、術後の造成骨の吸収は避けられないうえ、患者の身体的、経済的負担も大きくなる。そのため「骨造成を行ってまでインプラントは希望しない」と十分な埋入条件が整わず固定性歯冠補綴を断念する症例も多い。

一方、部分床義歯は身体的な侵襲が少なく、症例の適応範囲が広いという特徴を有している。しかし、遊離端義歯では、歯と粘膜の十分な支持が必要であるが、粘膜の支持は確立しにくいという、経時的な顎堤吸収により長期に維持することは難しく十分な機能回復が図られているとは言えない。そこで遊離端義歯の義歯床下に少数のインプラントを埋入しインプラントの優れた支持性を利用しようという Implant Supported Removable Partial Denture (ISRPD) が考案された。

2. 研究の目的

ISRPD の特徴はインプラントの優れた咬合支持能力を利用するとともに身体的侵襲や費用の軽減などをはかることができることである。しかし、侵襲を少なくするためには顎堤吸収が大きい場合でも骨造成を行わずに埋入することが望まれ、このような場合には、インプラントサイズを小さくする必要が生じる。また、骨質が不良であった場合、サイズの小さいインプラントで過重負担を生じるか否かは明らかではない。さらに、ISRPD では歯、粘膜、インプラントという被圧変異性の大きく異なる部分が混在し、適切

に咬合圧の分散をはかることが難しいことも予想される。これまで ISRPD では通常の遊離端義歯よりも義歯の安定性が向上するという報告がいくつか見られるが、インプラントや粘膜など ISRPD の支持組織に及ぼす影響についての報告は見られない。

そこで本研究では ISRPD の三次元有限要素モデルを作成して、インプラントサイズ、海綿骨のヤング率、およびインプラントと義歯の接触状態が ISRPD の支持組織に及ぼす影響を検討することとした。

3. 研究の方法

三次元有限要素モデルは歯、歯根膜、皮質骨、海綿骨、粘膜、義歯およびインプラントからなる。左側をモデル化し正中を拘束することで両側下顎第二小臼歯、第一大臼歯および第二大臼歯欠損を想定した。モデルの簡略化のため下顎前歯部は省略した。支台歯である第一小臼歯には近心レスト、遠心ガイドプレートを持つ支台装置を設定し、インプラントを埋入していない RPD モデルと第二大臼歯部にインプラントを埋入した ISRPD モデルを作成した。荷重条件から支台装置に離脱力および頬舌的な側方力はかからないと考え、維持腕は省略した (図 1)

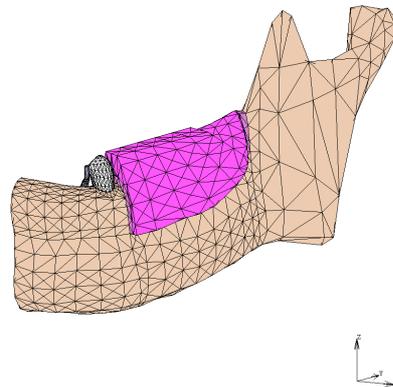


図 1 三次元有限要素モデル

インプラントは長さ 6mm とし、直径 5mm (WP)、3.75mm (RP)、3.3mm (NP) の 3 種類とした。インプラントと義歯床の接触状態は、非荷重時に接触しているもの (C) と咬み

しめ時に接触するようにスペースを設けたもの(S)の2種類とした。また、海綿骨のヤング率は骨質の軟らかいものとして 500MPa、硬いものとして 1370MPa の2条件とした。荷重条件は閉口運動時の筋収縮¹⁾を考慮し、下顎骨の各咀嚼筋付着部相当部位に引っ張り荷重を加え、両側での総荷重量が 400N となるように設定した。

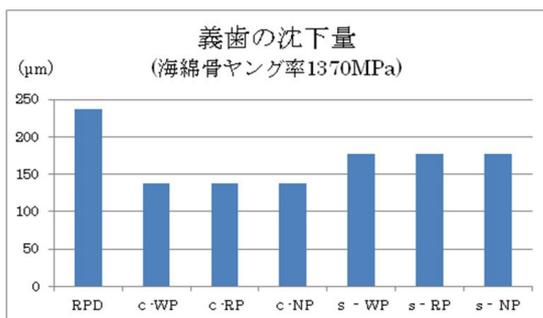
解析結果は、インプラントを埋入していない RPD モデルと各条件設定をした ISRPD モデルで比較検討した。なお、解析は MSC.Marc2012.1.0(日本 MSC 社製)を用い、支台歯と支台装置、義歯床と粘膜および義歯床とインプラントの接触界面にギャップ要素を介在させて接触滑走を考慮した。

4. 研究成果

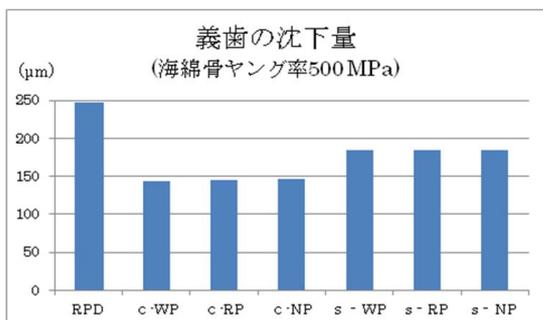
(1) 義歯の沈下量と粘膜の最大相当応力

ISRPD モデルではすべての条件で通常の RPD モデルより義歯床の沈下と粘膜の最大相当応力が減少した(図2, 3)。

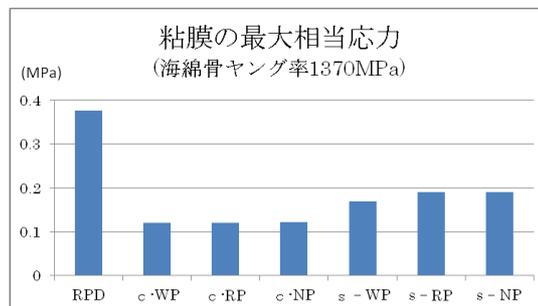
a)



b)



a)



b)

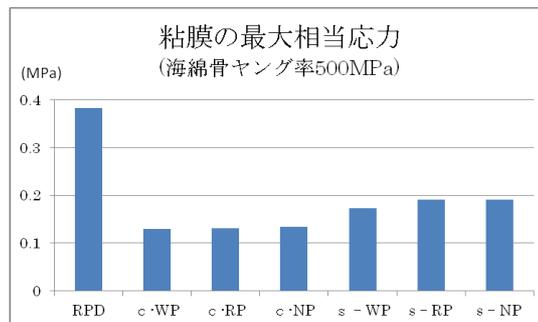


図3 粘膜の最大相当応力

a)海綿骨のヤング率 1370MPa の場合

b)海綿骨のヤング率 500MPa の場合

(2) インプラント周囲の骨のひずみ

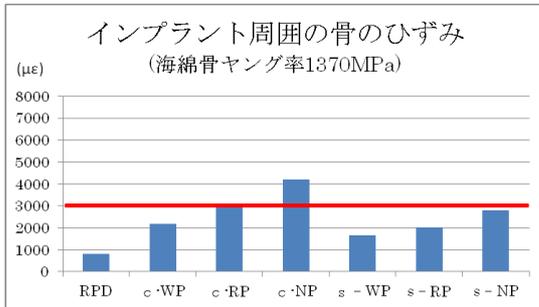
インプラントの直径が小さいほどインプラント周囲の骨のひずみは大きくなった。骨質の軟らかいものは硬いものに比べいずれの条件においてもインプラント周囲の骨のひずみが大きくなり、WP-S 以外は生理的限界²⁾を超えていた。また、インプラントと義歯床の接触条件ではCがSより骨のひずみは大きく、NP-C では生理的限界を超えていた(図4)。

図2 義歯の沈下量

a)海綿骨のヤング率 1370MPa の場合

b)海綿骨のヤング率 500MPa の場合

a)



b)

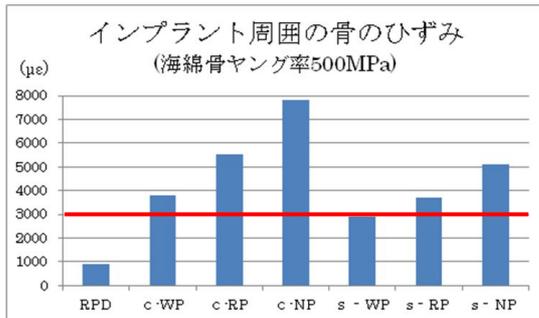


図4 インプラント周囲の骨のひずみ
赤線は生理的限界の 3000 μ を示す
a)海綿骨のヤング率 1370MPa の場合
b)海綿骨のヤング率 500MPa の場合

以上より、義歯の沈下や粘膜の負担軽減にインプラントは有効であり、義歯床とインプラントの間にスペースを設けても効果があった。また、インプラントの直径による影響はほとんどなかった。骨質やインプラントのサイズによっては過重負担となる可能性があるため、インプラントと義歯床にスペースを設けるあるいはインプラントのサイズを大きくするなどの必要性が示唆された。

参考文献

1) Koriouth TW, Hannam AG, et al. Deformation of the human mandible during simulated tooth clenching. J Dent Res 1974; 73:56-66
2)Frost HM . Bone's Mechanostat: A 2003 Update. Anat Rec 275: 1081-1101, 2003

5 . 主な発表論文等

(研究代表者 , 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 1 件)

齋藤紘子 , 高山芳幸 , 齋藤正恭 , 横山敦郎 , 遊離端義歯の支持に用いたインプラントの力学解析 骨質および義歯床との接触状態の影響 , 日本補綴歯科学会第 125 回学術大会 , 2016 年 7 月 8 日 - 2016 年 7 月 10 日 , 石川県音楽堂 (金沢市)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

齋藤 紘子 (SAITO HIROKO)
北海道大学・北海道大学病院・助教
研究者番号 : 10511686

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号 :