

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26861626

研究課題名(和文) 破折しにくい上顎無口蓋オーバーデンチャーに関するクリップの適切な材質と個数の検討

研究課題名(英文) Effects of clip materials and numbers on stress distribution to maxillary implant overdentures with bar attachments

研究代表者

平島 祐生(Hirajima, Yuki)

東京医科歯科大学・歯学部・非常勤講師

研究者番号：40543492

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、バーアタッチメントの上顎無口蓋インプラントオーバーデンチャー(IOD)の応力解析を行い、クリップの材質と個数が義歯床の応力分布に与える影響を検討した。研究方法は、有限要素分析と、ひずみゲージを用いた模型実験を組み合わせて行った。結果より、クリップ数に関わらず、義歯床に生じる応力は、プラスチッククリップのIODの方がメタルクリップのIODより小さくなることが明らかになった。本研究の結果は、頻度の高い上顎IODの破折に対する打開策となることが期待される。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the effects of clip materials and numbers for bar attachments on the stress applied to maxillary implant overdentures(IODs) without palatal coverage. This study included finite element analysis and an edentulous maxillary model study with strain gauges. Accordingly, regardless of clip numbers, it was concluded that the stress around plastic clips tended to be lower than that around metal clips. This finding can be a hint of solutions for frequent fractures of maxillary IODs.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：インプラントオーバーデンチャー 応力解析 上顎無歯顎 ひずみゲージ

1. 研究開始当初の背景

上顎インプラントオーバーデンチャー (IOD) は、インプラントを維持源とするため、従来の上顎全部床義歯と異なり、口蓋を覆うことなく義歯の安定を得ることが可能である。そのため上顎 IOD は重度の嘔吐反射や、発達した口蓋隆起を有する患者に対して有効な治療法である。上顎前歯部は骨質が不良で骨量が不足していることが多いため、上顎 IOD の際には 4 本以上のインプラントを埋入し、バーアタッチメントにより連結させることが推奨されている。上顎 IOD におけるインプラント埋入位置は、前歯部、両側第一小臼歯間に左右対称とするのが理想的とされている。一般的に、4 本のインプラントを利用する際、メタル製もしくはプラスチック製のクリップを 1 個か 3 個使用する。

上顎 IOD の臨床的な問題の一つに、義歯床の破折が挙げられている。これまでの研究により、従来の上顎全部床義歯においては、正中に応力が集中し義歯床の破折が起こりやすいことが明らかになっている。しかし、バーアタッチメントを用いた上顎 IOD の義歯床の具体的な応力集中部位、さらにクリップの材質や個数の違いが応力集中に与える影響は明らかになっていない。

2. 研究の目的

4 本のインプラントとバーアタッチメントにより維持する上顎無口蓋インプラントオーバーデンチャーの応力解析を行い、クリップの材質と個数が、義歯床の応力分布に与える影響を検討した。

3. 研究の方法

本研究は有限要素モデルおよび模型を用いて行った。まずバーアタッチメント付近の義歯床の有限要素解析を行い、その結果得られた応力集中部位を、模型実験におけるひずみゲージの貼付部位とすることとした。バーアタッチメント付近の義歯床をシミュレートした有限要素モデルを作成し、バー末端付近のレジン床に 50 N の垂直荷重を加えた際の義歯床に生じる von Mises 相当応力を線形静解析により測定した(図 1)。

模型実験においては、模型の表面を擬似粘膜で置き換えた上顎無歯顎模型を作製した。模型の両側側切歯および第一小臼歯部に 4 本のインプラントレプリカを平行に埋入した。このレプリカに適合するラウンドバーを CAD/CAM にて作製した(図 2)。

上顎義歯は無口蓋とし、常温重合レジンにて 1 つ作製した。プラスチッククリップ 3 個、プラスチッククリップ 1 個、メタルクリップ 3 個、メタルクリップ 1 個の 4 つのクリップ条件を準備した(図 3)。計測は、ひずみゲージが貼付された同一の IOD を使い、計測ごとに義歯内面のクリップを新しく交換し、各条件に対し、5 回ずつ行なった。

ひずみゲージを正中の唇側 (B1) と口蓋側

(P1)、前歯部クリップ遠心端の唇側 (B2)、口蓋側 (P2)、さらに臼歯部クリップ遠心端の頬側 (B3)、口蓋側 (P3) の義歯左側研磨面に貼付した(図 4)。

荷重は万能試験機を用いて左側第一大臼歯相当部に、無歯顎者の第一大臼歯の最大咬合力をシミュレートした 50 N の力を咬合面と垂直に加えた。その際に生じた荷重側 (L) の最大主ひずみ (maximum principal strain: MPS) の大きさを測定、解析した。各条件の 5 回の MPS の平均を結果の値とした。同様に、右側第一大臼歯相当部にも垂直荷重し、非荷重側 (NL) の MPS を測定した。

統計解析は上顎 IOD の MPS について、クリップの材質と個数を因子とした二元配置分散分析を行い、その後多重比較検定を行った。有意水準は 0.05 とした。

図 1. 有限要素モデル

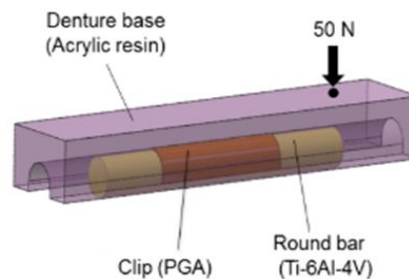


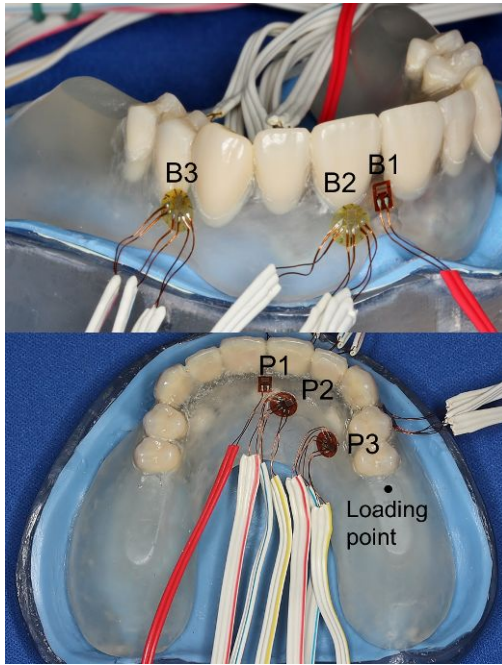
図 2. 擬似粘膜を用いた無歯顎模型



図 3. 4 種のクリップの条件



図4. ひずみゲージ貼付部位



4. 研究成果

有限要素解析において、アクリルレジンの最大応力は、荷重側のクリップ末端周囲に生じた(図5)。この結果より模型実験の3軸ひずみゲージは、クリップ末端のレジ研磨面に貼付することとした。

模型実験において、4つのすべてのクリップ条件で、P1は圧縮ひずみが生じたが、その他の計測点はすべて引張りひずみが生じた。また二元配置分散分析を行ったところ(表1)、B2-L, B2-NL, B3-NLは交互作用が認められたため、その後多重比較検定を行った。

P2-LのMPSにおいて、クリップの材質と個数ともに有意差が認められた。メタルクリップにおけるMPSはプラスチッククリップより有意に大きかった。1個のクリップを用いた際のMPSは、3個のクリップを用いた場合より有意に大きかった。

クリップの材質に関わらず、P1とP2-NLにおいては、1個のクリップにより生じるMPSはクリップが3個の場合より有意に大きかった。一方でP3-Lにおいては、3個のクリップを用いた際のMPSはクリップが1個の場合より有意に大きかった。

B2-L, B2-NL, B3-NLにおいては、3個のメタルクリップを用いた際には、他のクリップ条件より明らかに大きなMPSを生じた。

B3-LとP3-NLにおいてはクリップの個数の違いによる有意差が認められたが、MPSの数値自体が小さかった。B1においてはMPSに有意差は認められなかった。

本研究で得られた主な結果を以下にまとめる。

有限要素解析において義歯床に生じた応力は、荷重側のクリップ末端で最大であった。P2-Lにおいて、メタルクリップはプラス

チッククリップより有意に大きなMPSを生じた。

B2-L, B2-NL, B3-NLにおいて、メタルクリップを3個用いた場合は、他のクリップ条件より大きなMPSを生じた。

以上の結果より、上顎無口蓋IODにおいては従来の全部床義歯と異なり、クリップ末端付近の義歯床に応力が集中することが判明した。また、クリップ数に関わらず、プラスチッククリップの方がメタルクリップより義歯の応力が小さいことが明らかになった。

本研究の結果は、頻度の高い上顎IODの破折に対する打開策となることが期待される。したがって本研究は今後の歯科補綴治療の発展に寄与したと考えられる。

図5. 有限要素解析の結果

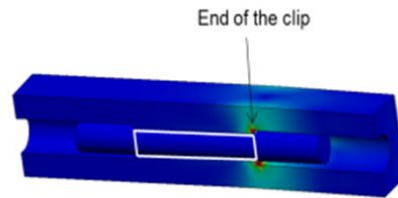


表1. 各ひずみゲージのMPS (μひずみ)

| Positions | Abbreviation | | Plastic | | | |
|----------------|--------------|-------|---------|-----|--------|----|
| | | | 3 clips | | 1 clip | |
| | | | Mean | SD | Mean | SD |
| Center | B1 | B1 | 52 | 21 | 57 | 14 |
| | P1 | P1 | -170 | 50 | -325 | 66 |
| Loaded side | B2 | B2-L | 79 | 25 | 42 | 7 |
| | B3 | B3-L | 57 | 14 | 97 | 42 |
| | P2 | P2-L | 433 | 39 | 538 | 45 |
| | P3 | P3-L | 505 | 139 | 310 | 63 |
| Nonloaded side | B2 | B2-NL | 178 | 30 | 54 | 20 |
| | B3 | B3-NL | 37 | 11 | 12 | 9 |
| | P2 | P2-NL | 256 | 31 | 331 | 24 |
| | P3 | P3-NL | 35 | 12 | 107 | 13 |

| Metal | | | | P | | |
|---------|-----|--------|-----|---------------|-------------|-----------------------------|
| 3 clips | | 1 clip | | Clip material | Clip number | Clip material x Clip number |
| Mean | SD | Mean | SD | | | |
| 56 | 13 | 64 | 24 | .518 | .445 | .893 |
| -112 | 65 | -369 | 122 | .856 | <.001* | .175 |
| 174 | 53 | 2 | 25 | .072 | <.001* | <.001* |
| 53 | 50 | 109 | 39 | .819 | .014* | .638 |
| 440 | 107 | 688 | 111 | .048* | <.001* | .070 |
| 530 | 87 | 382 | 74 | .265 | .001* | .591 |
| 343 | 64 | 87 | 24 | <.001* | <.001* | .001* |
| 83 | 17 | 22 | 21 | .001* | <.001* | .020* |
| 253 | 36 | 288 | 75 | .293 | .017* | .347 |
| 53 | 23 | 97 | 23 | .620 | <.001* | .100 |

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Tanoue M, Kanazawa M, Takeshita S, Minakuchi S. Effects of clip materials on stress distribution to maxillary implant overdentures with bar attachments. J Prosthet Dent.2016 Mar;115(3):283-9. (査読有) doi: 10.1016/j.prosdent.2015.07.017.

〔学会発表〕(計4件)

Mariko Tanoue. Analysis of stress concentration on the maxillary implant overdenture with bar attachments. Indonesia Japan Prosthodontic Society Joint Meeting 2014, October28-November1, 2014. (査読無)

Mariko Tanoue. Stress analysis of maxillary implant overdenture using bar attachments with metal and plastic clips. The European Association for Osseointegration 's 23rd Scientific Meeting, Rome, Italy, September25-27, 2014. (査読無)

Mariko Tanoue. Effect of material and number of the clip for bar attachment of the maxillary implant overdenture. The 9th Scientific Meeting of the Asian Academy of Osseointegration, Sapporo (Sapporo Education and Culture Hall), Japan, July4-5, 2014. (査読無)

田上真理子 . 上顎インプラントオーバーデンチャーにおけるバーアタッチメント周囲の応力解析 .日本補綴歯科学会第123回学術大会 , 宮城県仙台市 (仙台国際センター), 2014 年 5 月 24-25 日 .(査読無)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕なし

〔その他〕

ホームページ等
<http://www.tmd.ac.jp/ore/index.html>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

平島 祐生 (HIRAJIMA YUUKI)
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・非常勤講師
研究者番号 : 40543492