

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 23 日現在

機関番号：32710

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25463038

研究課題名(和文)インプラントオーバーデンチャー用緩圧型磁性アタッチメントに関する研究

研究課題名(英文)The study of new stress breaking magnet attachment for implant-overdenture

研究代表者

長田 知子(OSADA, Tomoko)

鶴見大学・歯学部・非常勤講師

研究者番号：70460178

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：緩圧型磁性アタッチメントはキーパー、磁石構造体および磁石構造体を保持するハウジング部から構成され、キーパーおよび磁石構造体にはハイパースリム3513を使用している。ハウジング部はCAD/CAMシステムにて設計しシリンダー様に上下にスライドすることにより顎堤粘膜とインプラント間の被圧変位量を0.35 mm補正することが可能である。緩圧型磁性アタッチメントの維持力、耐久性を検討するため、繰り返し荷重後の維持力、被圧変位量について実験的検討を行った結果、維持力は約2～5Nと他の磁性アタッチメントと同程度の値を示し、繰り返し荷重後の維持力、変位量とも大きな低下は認められなかった。

研究成果の概要(英文)：This study evaluated the retentive forces and displacement of stress-breaking attachments after repeated loads. Seven types of stress-breaking attachments were placed on the implants. To simulate the chewing cycles, a load of 5 kgf was repeatedly applied up to 50,000 using a loading apparatus. The retentive force was measured by tensile test. The vertical displacement of each female was measured under 5 kgf. These measurements were repeated for 10,000 cycles. The mean values were analyzed using 1-way ANOVA followed by the Tukey's test at a significance level of $\alpha=0.05$. There were no significant differences of the retentive forces of both magnet and SBM attachments before and after loading ($p>0.05$). The vertical displacement of the magnet and SBM attachments showed a slight decrease after loading. On other hand, Locator attachment had no vertical displacement, and cushion type magnet attachment showed significant decrease ($p>0.05$).

研究分野：有床義歯補綴学

キーワード：インプラント アタッチメント マグネット オーバーデンチャー

1. 研究開始当初の背景

インプラントオーバーデンチャーの成功率は、下顎のほとんどが 97%以上と報告されている。また、高度に顎堤吸収した下顎無歯顎症例においても 2 本支台のインプラントオーバーデンチャーにより、咀嚼、発音、装着感が向上することが多くの研究において実証されている。一方、上顎では研究者間にばらつきはあるものの、成功率は下顎に比較して明らかに劣る。上顎は下顎に比較して骨質が柔らかく、顎堤粘膜の被圧変位量が多い、力学的に側方力が加わりやすいことなどが原因として推測されている。インプラントオーバーデンチャーのインプラント周囲骨への応力集中を防ぐため、近年、ロケータアタッチメントやクッションタイプの磁性アタッチメントなど、各種インプラント用の緩圧型アタッチメントが開発され臨床応用されている。しかしこれらのアタッチメントは症例ごとに異なる変位量の差を確実に補正するものではなく、改善が望まれていた。インプラントオーバーデンチャーが長期にわたり生存するには良好な義歯の適合、咬合接触により義歯の動揺を少なくすると同時にインプラントの負担過重を配慮した支台装置の選択が重要になる。インプラントへの応力集中や側方力を避けるために最大被圧変位量を規定し、新たに開発する緩圧性マグネットアタッチメント(以下 SBM アタッチメント)は咬合力を顎堤粘膜とインプラントに適正に配分されることが可能であるためインプラントオーバーデンチャー装着後の長期にわたる良好な経過が期待できる。

2. 研究の目的

本研究は新規に被圧変位量を規定し垂直、水平方向の応力を緩和することが可能な緩圧性マグネットアタッチメントを開発し、アタッチメントの基礎的研究として被圧変位量の規定、維持力、耐久試験を行う。また、インプラントオーバーデンチャーの荷重時の応力分布お

よび 3 次元の挙動をシミュレーション模型に各種アタッチメント(ボールアタッチメント、マグネットアタッチメント、ロケータアタッチメント、SBM アタッチメント)を装着し測定し、臨床応用での安全性に対するエビデンスを提供するため企図する。

3. 研究の方法

(1) 緩圧性マグネットアタッチメントの開発
SBM アタッチメントは、インナーハウジングと OUTERハウジングを CAD/CAM システムにて設計し、チタン合金をミリング加工し作成する。ハウジング部がスライドすることにより可動性を持ち、ハウジングとキーパー間の隙間に超小型パネを挿入することで緩圧性を持たせ、被圧変位量を規定する。

(2) シミュレーション

SBM アタッチメントの理工学的特性を検討するため、ボール、ロケータ、マグネットなど各種の既存のアタッチメントと比較する。

維持力の測定

インプラントをアクリルブロックに埋入し、アタッチメント装着後、測定を行う。
アクリルブロックにインプラントを埋入した後、アタッチメントを装着し下部試験片とする。また、アクリルブロックに即時重合レジンをを用い、フィメールを装着し上部試験片とする。定荷重圧縮試験機(セイキ)を用いて上下試験片のアタッチメントを吻合させ、1 kgfの荷重を加え適合させた後、アタッチメントと一体となった上下部試験片を小型卓上試験機 EZ-S200(SHIMAZU)に装着し Crosshead speed 5 mm/min で引張試験を行う。維持力については分離時に要した最大荷重量と規定する。

被圧変位量の測定

被圧変位量の測定は、微小変位量計 DT A30(共和電業)を組み込んだ定荷重圧縮試験機(セイキ)を用い、行う。5kgのロードセルを介し、ひずみゲージからの出力電圧をダイナミックデータ集録ソフト(DCS-100A)で解析後、パーソ

ナルコンピュータ (DICOM server:PD-VI-GW TYPE-H)にて演算処理し,アタッチメントの被圧変位量を測定する.

疲労試験

繰り返し荷重試験は繰り返し荷重試験機 JM100-T(日本メック)を用いて,5Kgf,0.8sec/回サイクルで10万回の繰り返し荷重試験を行う.維持力,被圧変位量共に1万回ごとに上記と同様に試験を行う.

各測定データは分散分析後,Tukeyの多重比較検定により,有意水準5%で統計解析を行う.

使用材料

インプラントオーバードンチャー用可撤性支台装置として,Locator アタッチメントブルー (Zest Anchors Inc.USA),3種の緩圧型ボールアタッチメント(被圧変位量が0.3mm,0.5mm,0.7mm)(GC,東京),2種の磁性アタッチメント(マグフィットSX,マグフィットIPS)(愛知製鋼,愛知),小型試作緩圧型磁性アタッチメントの7種類を選択した.Locator アタッチメントはナイロンキャップ,マグフィットSXはハウジングの可動性,マグフィットIPSはハウジング内に設けたシリコン製のクッション材により変位し,SBB アタッチメントはフィメールの上方のスペースにより0.3,0.5,0.7 mm被圧変位量の補正が可能となる.

(3) 模型シミュレーション

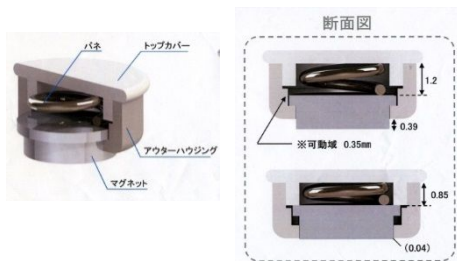
シミュレーション模型は下顎両側性遊離端欠損を想定して,支台歯,顎堤部を単純化して製作した.模型上の左右第二大臼歯相当部に直径4.1mm,長さ8mmのスタンダードインプラント,SLA (Straumann社)を単独植立した.模型には擬似歯根膜および擬似粘膜をGC社製シリコーン印象材を用いて,それぞれ0.3mmと2.0mmの厚みで付与した.また,左右第一小臼歯,第一大臼歯相当部の顎堤頂および正中部舌側には共和電業社製超小型圧力センサーPS-10KA,PS-10KBを設置した.実験義歯として左右犬歯部にエーカースクラスプ,連結装

置にリンガルバーを設計したコバルトクロム金属床義歯を5個製作した.

インプラント支持条件は,インプラントにカバースクリューを接続しカバースクリュー上を擬似粘膜で覆い義歯床とは接触していない状態を通常の遊離端義歯とし,インプラントに高さ3mmのヒーリングアバットメントを装着し,義歯とヒーリングアバットメントが適合している状態をインプラント強支持型義歯とした.また,インプラント緩圧支持型義歯には緩圧型ボールアタッチメントタイプS(GC)およびSBMアタッチメントを選択した.測定は共和電業社製変位量計DT-A30を組み込んだセイキ社製定荷重圧縮試験機上にシミュレーション模型を設置し,実験義歯に5kgの荷重を加えて行い,各条件において1個の義歯につき5回ずつ測定を行い,顎堤粘膜の負担圧および義歯の変位量を同時に測定した.圧力センサーおよび変位量計の出力電圧は,共和電業社製インターフェイスPCD-320Aを介して,パーソナルコンピュータ上に取り込み,演算および記録を行いTukeyの多重比較検定により統計解析を行った.

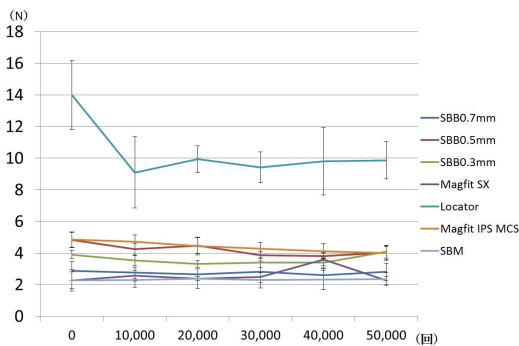
4. 研究成果

(1) 緩圧性マグネットアタッチメントの開発
小型試作緩圧型磁性アタッチメントはキーパー,磁石構造体および磁石構造体を保持するハウジング部から構成され,キーパーおよび磁石構造体にはハイパースリム3513(NEOMAX,群馬)を使用している.ハウジング部は磁石構造体を保持するトップカバーとアウターハウジングから成り,その間隙には直径4mm,高さ1.2mmのSUS304製スプリングが挿入されている.ハウジング部がシリンダー様に上下にスライドすることにより顎堤粘膜とインプラント間の被圧変位量を0.35mm補正することが可能である.



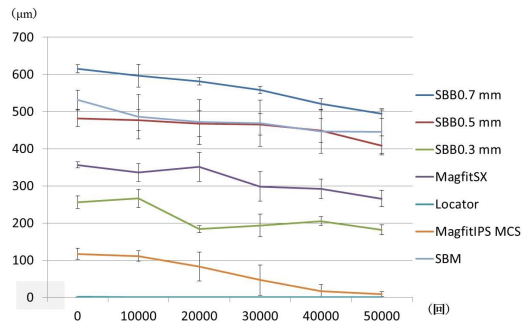
(2) 維持力

繰り返し荷重前の初期維持力は Locator アタッチメントが約 14N で有意に大きな値を示したが、小型試作緩圧磁性アタッチメントは他のアタッチメント同様に荷重回数の増加に関わらず、約 2~5N の安定した維持力を示し、Locator アタッチメントと他のアタッチメント間に有意差が認められた。Locator アタッチメントの維持力は 10,000 回荷重後では約 9N と初期維持力の約 2/3 に減少したが、その後は安定した維持力が保持された。繰り返し荷重後の維持力は磁性アタッチメント、小型試作緩圧型磁性アタッチメントとも低下は認められなかった。



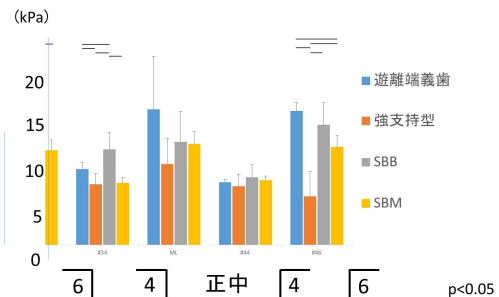
(3) 被圧変位量

繰り返し荷重後の変位量は各アタッチメントとも約 70~100 μm の減少が認められたが、Locator アタッチメントは繰り返し荷重に関わらずほとんど変位量を認めなかった。荷重回数間に有意差は認められなかった。マグフィット IPS MCS の変位量は 20,000 回荷重後から変位量は有意に低下を始め、40,000 回荷重以降は変位量がほとんど認められなくなった。

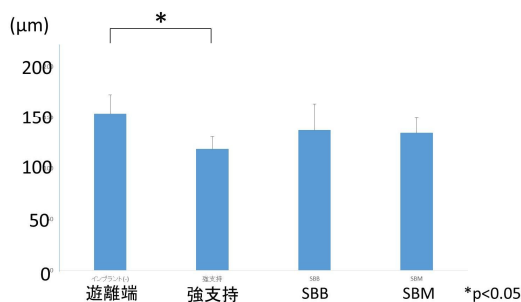


(4) 模型シミュレーション

左右第一大臼歯相当部の負担圧は、遊離端義歯が約 14kPa と最も大きく、以下、ボールアタッチメント、SBM アタッチメントの順であり、強支持型義歯は他の条件に比較し有意に小さな値を示した。正中舌側の負担圧は、遊離端義歯が約 15kPa と最も大きく、以下、ボールアタッチメント、SBM アタッチメント、強支持型義歯の順であり、遊有意差は認められなかった。



義歯の沈下量は遊離端義歯が約 154 μm と最も大きく、以下ボールアタッチメントが約 137 μm、SBM アタッチメントが約 134 μm、強支持型義歯が約 118 μm の順であり、遊離端義歯と強支持型義歯間にのみ有意差を認めた。SBM アタッチメントは緩圧型ボールアタッチメントと同様に、強支持型義歯に比較して垂直方向の荷重に対し大きな緩圧効果を示した。以上の結果から、両側性遊離端欠損部後方にインプラントによる咬合支持を求める場合、SBM アタッチメントを用いることで、インプラント体に過大な負担圧を与えることなく欠損部遠心の顎堤粘膜の負担圧を抑えることが示唆された。



引用文献

1. Tokuhisa M et al. In vitro study of a mandibular implant overdenture retained with ball, magnet, or bar attachment: comparison of load transfer and denture stability. Int.J.Prostodont 16:128-134, 2003.
2. Suzuki Y, Osada H, Ohkubo C. Long-term clinical evaluation of implant over denture. J Prostodont Res. 56(1):32-36,2012.

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 1 件)

Mana Torii, Takuya Waki, Daisuke Ozawa, Yasunori Suzuki, Chikahiro Ohkubo
Retentive forces and displacement of new stress breaking magnet attachment
The Journal of the Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry (JJSMAD)
24:28-31,2015. 査読有

〔学会発表〕(計 4 件)

鈴木銀河, 河野健太郎, 鈴木恭典, 大久保力廣. インプラントオーバーデンチャー用緩圧型磁性アタッチメントの負担圧配分.
日本口腔インプラント学会第 35 回関東・甲信越支部学術大会. 2016 年 2 月 13 日~14 日, 京王プラザホテル(東京都新宿区)

八木 亮, 小澤大輔, 鈴木恭典, 大久保力廣. 小型化した試作緩圧型磁性アタッチメントの維持力および被圧変位性

第 45 回日本口腔インプラント学会学術大会
2015 年 9 月 21 日~23 日, 岡山コンベンションセンター(岡山県岡山市)

Mana Torii, Takuya Waki, Daisuke Ozawa, Yasunori Suzuki, Chikahiro Ohkubo.

Retentive forces and displacement of new stress breaking magnet attachment.

第 14 回 国際磁気歯科インターネット会議
2015 年 3 月 2 日~20 日

鳥居麻菜, 脇拓也, 小澤大輔, 鈴木恭典, 大久保力廣. 試作した緩圧型磁性アタッチメントの維持力および被圧変位性
第 24 回日本磁気歯科学会学術大会
2014 年 11 月 8~9 日, ホテルニューアカオ(静岡県熱海市)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

長田 知子 (OSADA, Tomoko)
鶴見大学・歯学部・非常勤講師
研究者番号: 70460178

(2)研究分担者

大久保 力廣 (OHKUBO, Chikahiro)
鶴見大学・歯学部・教授
研究者番号: 10223760

小久保 裕司 (KOKUBO, Yuji)
鶴見大学・歯学部・学内教授
研究者番号: 20225410

鈴木 恭典 (SUZUKI, Yasunori)
鶴見大学・歯学部・講師
研究者番号: 70257335