

機関番号：11301

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21791874

研究課題名 (和文) 低アレルギー性、高弾性β型Ti-6Mo-4Sn合金製鑄造鉤の臨床
応用に関する検討研究課題名 (英文) Evaluation of retentive force of wire clasp made a low Young's modulus
β-type Ti-6Mo-4Sn alloy

研究代表者

千葉 貴大 (Chiba Takahiro)

東北大学・大学院歯学研究科・大学院非常勤講師

研究者番号：70396505

研究成果の概要 (和文)：低アレルギー、高弾性β型Ti-6Mo-4Sn合金製ワイヤーを部分床義歯のクラスプとして応用するために、小型水晶圧電式センサを用いてクラスプの維持力を測定した。アンダーカット0.50mmのチタンワイヤーはアンダーカット0.25mmのCo-Crワイヤーと比較して、維持力と側方方向の荷重のどちらも有意差は無かった。チタンワイヤーは従来のCo-Crワイヤーより、大きいアンダーカット量が存在する部位に対しても臨床応用が可能であることが示唆された。

研究成果の概要 (英文)：The retentive force of wire clasp made of a low Young's modulus β-type Ti-6Mo-4Sn alloy (β-Ti-alloy) was evaluated using a piezoelectric transduce. There were no significant differences between the retentive force of a β-Ti-alloy wire with a 0.50 mm undercut and that of a cobalt-chrome alloy (Co-Cr-alloy) wire with a 0.25 mm undercut. The β-Ti-alloy wire could be applicable for abutment teeth with large amount of undercuts.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：Ti-6Mo-4Sn合金、ワイヤークラスプ、部分床義歯、維持力、圧電センサ

1. 研究開始当初の背景

部分欠損歯列に対する補綴歯科治療の選択肢の中で、可撤性部分床義歯治療は、適応範囲の広さやコストの面から臨床において多用されている。可撤性部分床義歯（以下、部分床義歯）を設計する際には欠損部の回復をいかに行うかと同時に、支台歯をはじめと

する残存組織に対する為害作用をいかに少なくするかを十分に考慮せねばならない。

部分歯列欠損形態は多種多様であるため、義歯着脱方向と支台歯の歯軸との差が大きく支台歯に設定するアンダーカット量を大きくせざるを得ない場合や、支台歯が前歯部であり審美的な設計を行ううえで大きなア

ンダーカット量をとらざるを得ない場合等、従来のクラスプ用合金にて採用されてきたアンダーカット量では設計が難しい場合が存在する。このように、比較的大きなアンダーカットに対しクラスプを適用する際には、クラスプ変形量が大きくても永久変形を生じず、かつ過大な維持力を発揮しないことが理想である。このため、従来のクラスプ材料より大きな弾性限と低いヤング率を有する新たなクラスプ用合金が必要とされてきた。

近年、高弾性 Ti-6Mo-4Sn 合金製ワイヤー（以下、チタンワイヤー）が開発され、臨床応用され始めている⁶⁾。このワイヤーは、従来のチタン合金製ワイヤーと異なり、細胞毒性やアレルギー性の低い元素で構成され、かつ高弾性限で、塑性加工も比較的容易であるという特徴をもち、歯科用のワイヤークラスプとして、より大きいアンダーカット量が存在する部位にも適用可能であることが予測されている。しかしながら、クラスプとして臨床応用する場合、適用アンダーカット量とクラスプの維持力との関係を把握する必要がある。従来から部分床義歯に用いられてきたワイヤークラスプに関しては、クラスプの材質や適用形態と発揮される維持力との関連性を検討した報告が多数存在し、利点、欠点ともに設計に関する一般的な選択基準が示されている。しかしながら、チタンワイヤーに関しては、従来のワイヤークラスプ材料と実際に定性的、定量的に比較評価した研究は無く、臨床において使用できるアンダーカット量等のガイドラインは未だ確立していないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究は、装置自体を剛体とみなすことが可能な三次元荷重測定センサと仮想支台歯を一体固定した測定装置を開発し、クラスプが離脱時に発揮する維持力を動力学的に測定することで、チタンワイヤーとコバルトクロムワイヤーを比較検討し、チタンワイヤーに関する新たな知見を得て、臨床応用する際のガイドライン設定の一助とすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 荷重測定システムの開発

① 荷重測定センサ

小型水晶圧電式センサ (Type Z18400,

Kistler Instruments) (以下、センサ) を使用した。

センサからの出力は、マルチチャンネルチャージャンプ (Type5019B, Kistler Instruments) により増幅後、パーソナルコンピュータ (Lenovo 3000 N200, Lenovo) に記録した。サンプリングレートは 1 kHz とした。

② 荷重測定装置

支台歯を想定した直径 12 mm のステンレス鋼製球形金型支台歯 (以下、金型支台歯) を製作し、内部にはセンサを設置し、両者を真鍮製の土台に、締め付けトルク 15 Ncm にてスクリュー固定した。

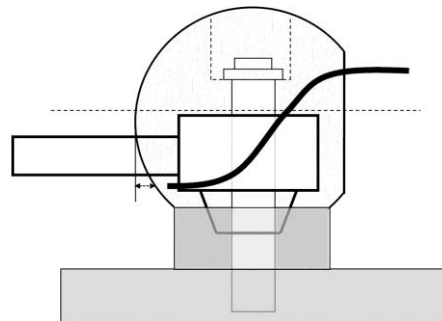


Fig 1 Scheme of the force-measuring device. The abutment and transducer were joined to the brass substructure with a screw.

③ ワイヤークラスプ材料

断面直径 1.0 mm のチタンワイヤー (ネオチタンワイヤー, 山八歯材工業) と断面直径 1.0 mm のコバルトクロムワイヤー (サンコバルトクラスプ線, デンツプライ三金) の 2 種類を使用した。

ワイヤークラスプの形態は単純鉤とした。試料数は両材料共に 0.25 mm, 0.50 mm, 0.75 mm の 3 種類のアンダーカット量毎に 7 本とした。試料製作は十分な経験を積んだ歯科医師 2 名が行った。鉤外形線は金型支台歯の肩部に相当する位置より、鉤腕長の約 1/3 よりアンダーカット部に入り、徐々に鉤尖部に至る一般的形態とした。なお、クラスプ屈曲に用いるプライヤー類は製作者の任意とした。

④ ワイヤークラスプ離脱装置

直径 8 mm, 長さ 120 mm の真鍮棒に直径 1 mm の横穴を付与し、その穴にワイヤー

クラスプをスクリュー固定した。真鍮棒を万能試験機 (AGS-5kNG, 島津製作所) に固定し、離脱方向を金型支台歯軸と一致した方向に規定した状態にて牽引することで、ワイヤークラスプを金型支台歯より離脱させた。牽引時のクロスヘッドスピードは 100 mm/min とした。

(2) 離脱時に支台歯に加わる荷重測定

① 測定回数

両材料において、各アンダーカット量条件につき7本用意したワイヤークラスプそれぞれについて、各3回測定した。

② 分析方法

記録されたセンサ出力データは、生体信号計測処理ソフトウェア (Signal Basic Lite 2100[®], Medical Try System) を用いて処理し、リアルタイム表示し、分析した¹³⁻¹⁵⁾。

センサ出力はセンサ受圧面の中心を原点とする三次元基準座標を用いた。X 軸、Y 軸はセンサ受圧面と平行とし、Y 軸はセンサケーブル導出線と平行な線、X 軸は Y 軸と直行する線と設定した。また、X 軸は金型支台歯のクラスプ走行側方向を、Y 軸はセンサケーブル導出方向、すなわちクラスプ鉤尖側方向をプラス方向と設定した。Z 軸はセンサ受圧面に垂直な線とし、上方方向をプラス方向と設定した。

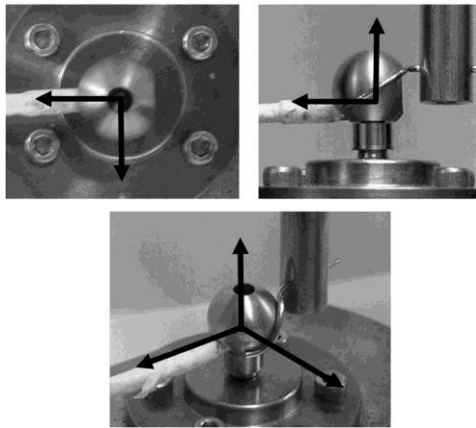


Fig 2 Coordinates used for the analysis.

The x- and y-axes run parallel to and the z-axis perpendicular to the pressure receiver of the transducer. A tested clasp was aligned along the y-axis and was removed upward along the z-axis. The positive direction of the x-axis is the side of the abutment with the clasp and the positive direction of y-axis is the side with the clasp tip. The positive direction of the z-axis is the

upwards direction.

この時、Z 軸はクラスプ離脱方向と一致しており、Z 軸に検出される荷重は、クラスプが離脱時に発揮する抵抗力、すなわち臨床的にはクラスプの維持力と想定されるものであり、本研究ではこの Z 軸方向の荷重の最大値をクラスプの「維持力」と規定した。この基準座標を用いて、各アンダーカット量条件におけるクラスプの維持力を分析した。また離脱時に検出される金型支台歯軸に対する側方方向の荷重についても比較、検討を行った。

統計学的解析は多群間の比較には Kruskal-Wallis test を用い、多重比較は Dunn test により行った。

4. 研究成果

チタンワイヤーの場合、アンダーカット量が 0.25 mm 時に 0.55 ± 0.08 N, 0.50 mm 時に 0.94 ± 0.11 N, 0.75 mm 時に 1.41 ± 0.24 N であり、コバルトクロムワイヤーの場合、アンダーカット量が 0.25 mm 時に 0.83 ± 0.10 N, 0.50 mm 時に 1.50 ± 0.23 N, 0.75 mm 時に 2.63 ± 0.42 N であった。

同一のアンダーカット量において比較すると、コバルトクロムワイヤーに比較してチタンワイヤーの維持力は小さくなる傾向であったが、有意差は認められなかった。また、アンダーカット量が 0.50 mm のチタンワイヤーは、アンダーカット量が 0.25 mm のコバルトクロムワイヤーと比較して維持力に有意差は認められず、同様にアンダーカット量が 0.75 mm のチタンワイヤーは、アンダーカット量が 0.50 mm のコバルトクロムワイヤーと比較して維持力に有意差は認められなかった。

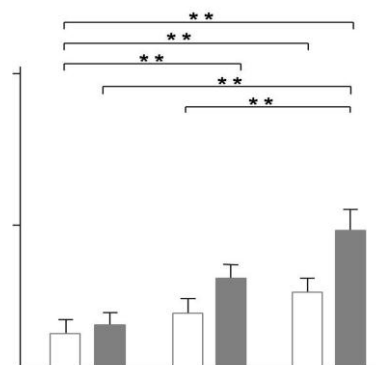


Fig 3 The maximum magnitude of the retentive force exerted on the abutment (z-axis). * $P < .01$.

チタンワイヤーとコバルトクロムワイヤーどちらの場合においても、アンダーカット量が大きくなるに従って荷重量は大きくなる傾向であった。また、アンダーカット量が 0.50 mm のチタンワイヤーは、アンダーカット量が 0.25 mm のコバルトクロムワイヤーと比較して荷重量に有意差は認められず、同様にアンダーカット量が 0.75 mm のチタンワイヤーは、アンダーカット量が 0.50 mm のコバルトクロムワイヤーと比較して荷重量に有意差は認められなかった。

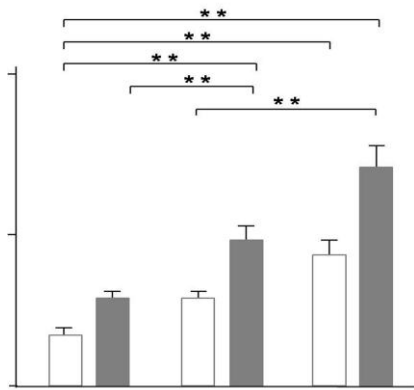
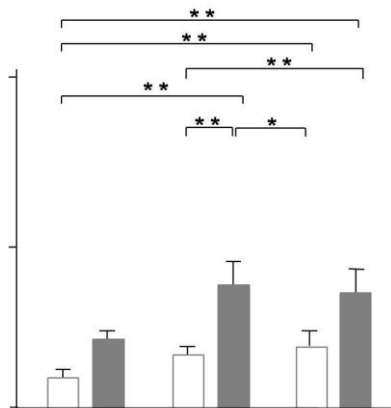


Fig.4 The maximum magnitude of the lateral force exerted on the abutment. (x-axis)



Figs 5 The maximum magnitude of the lateral force exerted on the abutment. (y-axis).

* $P < .01$, ** $P < .05$.

同一のアンダーカット量において比較すると、コバルトクロムワイヤーに比較してチタンワイヤーの荷重量は有意に小さくなった。また、アンダーカット量が 0.50 mm のチタンワイヤーは、アンダーカット量が 0.25 mm のコバルトクロムワイヤーと比較して荷重量に有意差は認められず、アンダーカット量が 0.75 mm のチタンワイヤーは、アンダーカット量が 0.50 mm のコバルトクロムワイヤーと比較して荷重量は有意に小さくなった。

これまで、支台歯の負担能力以上の荷重が加われば、その荷重は支台歯にとって為害作用をもたらす結果として支台歯の喪失につながることを示唆されてきた。すなわち義歯を口腔内に装着し機能する際、また義歯着脱時に支台歯に大きな荷重が加わることは、支台歯の予後において好ましいことではない。今回の研究結果より、チタンワイヤーは従来のクラスプ用合金と比較して支台歯の保護という観点からも非常に有用なクラスプとなり得ると言える。また、審美性が大きく要求される部位など従来のクラスプでは適用困難であった大きなアンダーカットにおいても従来から用いられているクラスプ同様に適切な維持力を発揮でき、さらに口唇粘膜、頬粘膜に対する違和感、感覚障害を低下させ、患者の義歯使用負担感も軽減できると考えられる。また、チタンの生体親和性を考慮すれば、本クラスプの臨床応用ガイドラインを確立することで、金属アレルギーを有する部分欠損歯列患者にとって非常に有益な結果をもたらすと考えられる。以上より、チタンワイヤーを使用した部分床義歯は、義歯装着患者の QOL 向上に大いに寄与することが期待できる。

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)

- 依田信裕, 宮嶋一樹, 小針啓司, 千葉貴大, 高橋正敏, 佐々木啓一
可撤性部分床義歯における鑄造鉤の維持力に関する検討
第 119 回日本補綴歯科学会学術大会 2010 年 6 月 12 日東京ビッグサイト

〔図書〕（計 1 件）

1. N Yoda, M Yokoyama, T Chiba, G Adachi, M Takahashi, K Sasaki
Evaluation of retentive force of β -type Ti-6Mo-4Sn alloy wire to apply for the abutment tooth of removable partial denture.
T. Sasano, O. Suzuki (Editors)
Springer
Interface Oral Health Science, 2009; 315-317.

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

千葉 貴大 (Chiba Takahiro)
東北大学・大学院歯学研究科・大学院非常
勤講師
研究者番号：70396505