

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：32667

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K11176

研究課題名(和文) 口腔内での鉤歯の維持力測定による部分床義歯装着患者への新たな義歯調整方法の確立

研究課題名(英文) Establishment of a new method of partial denture adjustments to retention force of abutment teeth of partial denture wearing patients

研究代表者

秋山 仁志 (AKIYAMA, HITOSHI)

日本歯科大学・生命歯学部・教授

研究者番号：60231841

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：部分床義歯で応用されている各種維持装置の維持力をチェアサイドで簡便に測定できる維持力測定装置の開発を行い、臨床で使用される部分床義歯の各種維持装置の維持力の数値を明らかにした。部分床義歯装着患者について、装着時、メンテナンス時に歯周ポケット測定、レントゲン写真検査、ペリオテストMによる鉤歯のペリオテスト値(PT値)の測定、簡易型維持力測定装置を用いて維持装置の維持力測定(RF値)を行った。部分床義歯装着患者のRF値とPT値を用いた口腔管理により良好な長期経過が得られることが判明した。日常臨床で主観的に行われている部分床義歯の調整に際して、客観的な数値を用いて観察することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：We developed a small-sized retentive force measurement device which can be easily measured on the chair side. Then we verified the performance of the device by measuring the reproducibility of clasp retentive force. We clarified the retentive force of various retentive devices on a working model by the measurement device. From the measurement results, this study clarified the average retentive forces of 11 retentive devices. In principle, maintenance was carried out every month. Check items during maintenance were occlusal contact, mucosal fitting of dentures, oral cleaning, and periodontal examination. Retentive force measurement (RF value) of the maintenance device by using a small-sized retentive force measurement device, and tooth mobility measurement (PT value) by using Periotest M were performed. It was possible to observe using objective numerical values when adjusting the partial denture which is subjectively performed in daily clinical practice.

研究分野：補綴・理工系歯学

キーワード：簡易型維持力測定装置 維持装置 維持力 部分床義歯 鉤歯 動揺度測定 メンテナンス 義歯調整法

1. 研究開始当初の背景

部分的に歯の欠損がある患者において、咀嚼系の機能回復を行うにあたり、人工臓器として機能する補綴装置を口腔内に装着する治療が行われている。部分床義歯の設計を行うにあたり、咬合圧の負担に基づく設計の観点から、義歯の支持、把持、維持に対する適切な形態、機構の付与が行われている¹⁾。完成した部分床義歯の装着時において、装着感について診査し、歯が圧迫されるようであれば、維持装置の適合を調べ、維持力について適当な強さが得られるようにプライヤーを用いて鉤腕をわずかに曲げる²⁾など主観的に維持力の調整が行われている。クラスプの維持力が大き過ぎれば、鉤歯にとって負担過重になり、不足すれば義歯の動揺や脱落を起こして維持装置として作用しない³⁾。また、部分床義歯が外れてしまうとの患者の訴えに、歯科医師により維持腕を歯面の方向に屈曲させて摩擦抵抗による維持力の増加が図られ⁴⁾、クラスプの維持腕の維持を強くするために深いアンダーカットへ維持腕を曲げる⁵⁾が日常的に行われている。義歯を使用している人の鉤歯は、他の残存歯に比べて動揺する割合が高く、義歯の設計が不適切な場合、顎堤と残存歯の咬合圧負担が考慮されず、維持安定が不良な義歯では鉤歯の負担の増加や側方圧の増大によって動揺が大きくなる傾向が認められる²⁾。鉤歯の歯根膜に大きなストレスが付与され、設定した維持力が維持歯に対して負担過重となり、結果的に抜去を余儀なくされる症例が臨床では数多く認められている⁶⁾。不適切な義歯の設計、クラスプの変形などにより、鉤歯の生理的限界を越えた負荷が加わると、鉤歯に弛緩、動揺が生じて、この鉤歯の動揺が義歯床の動揺となって現れ、これがさらに鉤歯の負荷を増大し、最終的に鉤歯の喪失につながってくる⁷⁾。不適切な部分床義歯の使用により、人体の一部である天然歯を喪失してしまうことは、早急に避けなければならない問題である。部分床義歯の維持装置は、一般的にはニアゾーン、ファーゾーンの0.25mm、0.50mm、0.75mmのアンダーカットを利用して製作される。部分床義歯の設計を行うにあたり、コンピューターシステムを用いて金属の特性を考慮し、維持力を任意の数値に設定して部分床義歯の維持装置を製作するシステム⁸⁾は存在するものの、数値式に基づいて鉤歯に付与される力を想定して補綴装置製作に至る過程における研究である。また有限要素法によりクラスプを調べた研究⁹⁾、テレスコープ義歯の維持力¹⁰⁾、磁性アタッチメント義歯の維持力を測定した研究¹¹⁾、口腔内でレジシシーネを製作後、センサーを固定して維持力を測定した研究⁶⁾はあるが、チェアサイドで実際に装着された部分床義歯の維持装置の維持力が、どの程度発揮されているかを測定する簡便な装置は存在しない。また、最近では、材料の発展により、ノンメタルクラスプデンチャーを装着

する患者数も増加しているが、ノンメタルクラスプデンチャーの維持装置部の維持力について調査した研究はないのが現状である。かかる状況をふまえ、チェアサイドで簡便に測定できる維持力測定装置を用いて、部分床義歯で応用されている各種維持装置の維持力が実際にどの程度の力で鉤歯に負担しているか調べることは、今後の歯科補綴治療において非常に有意義であると考えられる。日常臨床で主観的に行われている部分床義歯装着時の維持装置の維持力の調整に対して、客観的な数値を用いて行うことが可能となる。

2. 研究の目的

部分床義歯で応用されている各種維持装置の維持力をチェアサイドで簡便に測定できる維持力測定装置を開発すること、開発した維持力測定装置を使用し、作業用模型上での各種維持装置の維持力を明らかにすること、さらに部分床義歯を装着した患者について、装着時、メンテナンス時に咬合接触状態、粘膜適合状態、清掃状態、歯周ポケット測定、レントゲン写真検査、ペリオテストM(株東京歯科産業)による鉤歯のペリオテスト値(PT値)の測定、維持力測定装置を用いて維持装置の維持力測定値(RF値)を測定し、新たな義歯調整方法を確立することである。

3. 研究の方法

(1) 簡易型維持力測定装置の開発

開発した簡易型維持力測定装置を図1、構造模式図を図2、簡易型維持力測定装置の測定状況を図3に示す。

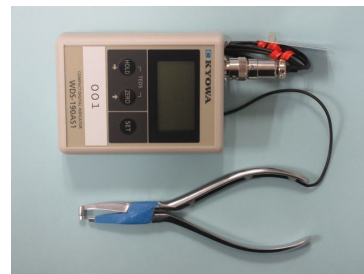


図1 開発した簡易型維持力測定装置

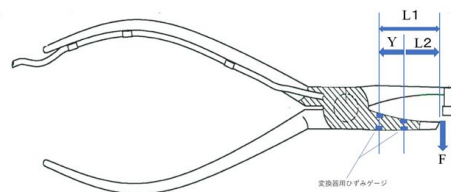


図2 開発した簡易型維持力測定装置の構造模式図



図3 簡易型維持力測定装置の測定状況

簡易型維持力測定装置は、力を曲げモーメントとして検知する構造とし、バンディングプライヤー（臼歯用バンドリムービングプライヤー-60-104, (株)タスク, 東京, 日本)の先端部のピークチップがついていない側に加工を行い、変換器用ひずみゲージ（ゲージ長1 mm, ベース寸法 1.4×2.8 mmの小型ひずみゲージ, (株)共和電業, 東京, 日本)を内側に二箇所, 外側に二箇所設けた。ひずみゲージは、優れた繰り返し性, 直線性などの特性を有しており, さまざまな変換器の素子に應用されており, 力, 荷重, 圧力, 変位などの測定を行うことが可能である¹²⁾。再現性向上の為, 4アクティブゲージ法(ねじりひずみ測定法)を採用し, 四箇所でひずみゲージブリッジを組み, 四箇所に生じるひずみの差分を出力することで, 荷重負荷点の違いによる出力の誤差を減じることとした。 $\sigma = E \cdot \epsilon$ より $\epsilon = \sigma / E$, $M = F \cdot L$, $\sigma = M / Z$ より $\epsilon = M / (Z \cdot E)$ となり, ひずみ検知位置 L1 と L2 の差分を出力することで $\Delta \epsilon = F \cdot (L1 - L2) / (Z \cdot E)$ となる($\Delta \epsilon$: ひずみ出力, σ : 応力, F: 力, Z: 断面係数, E: ヤング率, M: 曲げモーメント, L: 距離)。L1 - L2 は Y であり, Y は負荷点の位置に関わらず, 常に不変であるため, 負荷 F の大きさを正確に測定できる構造となった。外径 1.7 mm ケーブルをゲージ端子から柄部に溶接固定を行い, コーティング処理後, シリコンゴムにて被覆し, 製作した。センサー用コンディショナーとして小型デジタル表示器 (WDS-180A, (株)共和電業, 東京, 日本)を用いて, 測定時のひずみ量を変換し, 維持力として表示できるように対応した。測定方法は, 鉤歯に装着された維持装置のアンダーカット領域の維持腕下腕部に簡易型維持力測定装置のひずみゲージを貼付した短い側をあてがい, 仮想咬合平面に平行になるように平坦のピークチップがついている先端を咬頭頂に合わせ, 柄部を閉じることにより測定できるようにした。出力感度は約 $500 \times 10^{-6} \mu \epsilon / \text{kg}$ に設定した。

(2) 荷重 [g] 負荷時のひずみ量 [μ] の測定

簡易型維持力測定装置の測定が適切に行えるかどうかを確認するために, 校正実験を行い, 0g, 100g, 200g, 300g, 400g, 800g, 1200g, 1600g, 2000g の重りを簡易型維持力測定装置の負荷点に載荷し, 垂直荷重を負荷し, 荷重速度を規定せずに柄部を閉じたときのひずみ量 [μ] を測定した。

(3) クラスプの維持力測定の再現性の検討

簡易型維持力測定装置を用いて, 硬石膏模型 (石こう製顎模型 E3-541, (株)ニッシン, 東京, 日本)の左側第一小臼歯に既製のクラスプ用ワックスパターン (ワックスパターン MK 110-002-00, (株)デンタリード, 大阪, 日本)を使用し, クラスプ設計の基本原則¹⁾に従い, 熟練した1名の歯科技工士がエーカ

ースクラスプを製作した。クラスプに使用する金属の弾性係数の違いにより, 維持力に違いが生じることが報告されており^{13,14)} 今回, 一般的に歯科診療で用いられている歯科鑄造用金銀パラジウム合金 (キンパラ G12 (株)石福金属興業, 東京, 日本)を使用した。キャストクラスプの適合状態の確認はハイスポットインジケータ (Arti Spot®, (株)バウシュ咬合紙ジャパン, 大阪, 日本)を用いて行った。硬石膏模型に装着したエーカースクラスプの維持力を, 荷重速度を規定せずに連続10回測定し, 維持力の再現性を検討した。

(4) 同一形態のクラスプによる維持力の差異の検討

同一欠損を有する硬石膏模型 (石こう製顎模型 E3-541, (株)ニッシン, 東京, 日本)を5個用意し, それぞれの左側第一小臼歯に既製のクラスプ用ワックスパターン (ワックスパターン MK 110-002-00 (株)デンタリード, 大阪, 日本)を使用し, クラスプ設計の基本原則¹⁾に従い, 熟練した1名の歯科技工士がエーカースクラスプを5個製作した。キャストクラスプの適合状態の確認はハイスポットインジケータ (Arti Spot®, (株)バウシュ咬合紙ジャパン, 大阪, 日本)を用いて行った。簡易型維持力測定装置を用いてエーカースクラスプの維持力を10回測定し, 同一形態の維持装置の維持力に差異があるかを Repeated Measures ANOVA を用いて多重比較検定を行った。統計学的分析には, 分析用ソフトウェア PASW Statistics 18 (SPSS, an IBM Company, 東京, 日本)を用いた。有意水準は5%とした。

(5) 各種維持装置の維持力の測定

使用した硬石膏模型と製作した各種維持装置を図4に示す。



図4 測定に用いた各種維持装置

硬石膏模型(石こう製顎模型 E3-522, E3-530, E3-534, E3-541, E3-545, E3-546, E3-563, E3-567, E3-568, E3-583, (株)ニッシン, 東京, 日本)を用いて, 既製のクラスプ用ワックスパターン(ワックスパターン MK 110-002-00, (株)デンタリード, 大阪, 日本)を使用し, クラスプ設計の基本原則¹⁾に従い, 熟練した1名の歯科技工士が各種維持装置を製作した。同一欠損を有する硬石膏模型を5個用いてエーカースクラスプを5個製作し, 各々の維持力を測定した結果, エーカースクラスプ間に有意差が認められなかったため, 各種維持装置は1個製作した。同一の硬石膏模型の鉤歯で数種類のキャストクラスプを製作した場合, キャストクラスプと鉤歯との間で緊密な適合が損なわれることが考えられたため, 各種維持装置は異なる硬石膏模型を用いて製作した。維持装置は, 0.25 mmのアンダーカット量を利用したクラスプとして, RPI クラスプ, 0.50 mmのアンダーカット量を利用したクラスプとして, ワイヤーキャストコンビネーションクラスプ, ヘアピンクラスプ, リングクラスプ, エーカースクラスプ, ハーフアンドハーフクラスプ, リバースバックアクションクラスプ, バックアクションクラスプ, 双子鉤, 延長腕鉤, 金属を使用しないクラスプとして, ポリエステル樹脂(エステショット, (株)ニッシン, 東京, 日本)でノンメタルクラスプを製作した。キャストクラスプの適合状態の確認はハイスポットインジケータ(Arti Spot®, (株)パウシュ咬合紙ジャパン, 大阪, 日本)を用いて行った。各種製作した維持装置について, 簡易型維持力測定装置を用いて, 作業用模型に装着した維持装置の維持力を10回測定し, 平均値, 標準偏差を算出した。

(6)部分床義歯装着患者のメンテナンス
部分床義歯を装着した患者の鉤歯について, メンテナンス時に歯周ポケット測定, レントゲン写真検査, ペリオテスト M (株)東京歯科産業)を用いて鉤歯のペリオテスト値(PT 値)の測定, 簡易型維持力測定装置を用いて維持装置の維持力測定値(RF 値)を継続的に測定した。3回の平均値と標準偏差を算出した。維持力の低下が認められた場合, 必要に応じて維持装置の維持力の調整を行った。本研究は日本歯科大学生命歯学部倫理審査委員会の承認(承認番号:NDU-T2013-28)を得て実施した。

4. 研究成果

(1)簡易型維持力測定装置の精度測定
簡易型維持力測定装置を用いて, 0g, 100g, 200g, 400g, 800g, 1200g, 1600g, 2000gの荷重を負荷した場合のひずみ量[μ]は, 荷重の増加とともに増加し, 一次関数で表される直線を示した(calibration constant 0.4610g/ μ)(図5)。

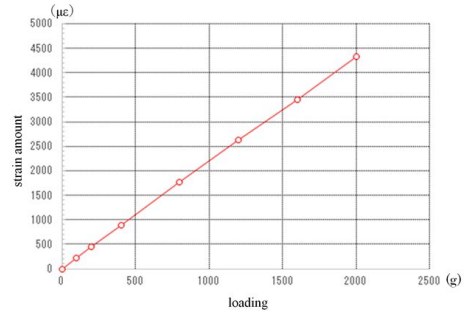


図5 簡易型維持力測定装置による荷重負荷とひずみ量との関係

(2)作業用模型に装着したエーカースクラスプの連続10回の維持力の測定
簡易型維持力測定装置を用いて, 硬石膏模型に装着したエーカースクラスプの維持力を連続10回測定した結果を表1, 図6に示す。連続10回の維持力の平均は667.7g, 標準偏差21.5gであり, 維持力の測定に再現性が認められた。

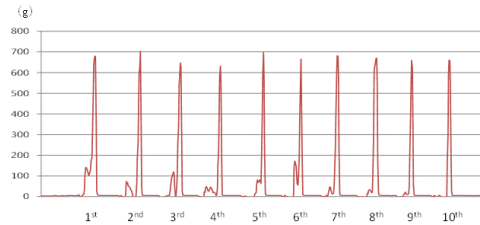


図6 エーカースクラスプの維持力を連続10回測定した結果

(3)同一欠損を有する5個の作業用模型で製作した5個のエーカースクラスプの維持力の測定
簡易型維持力測定装置を用いて, 同一欠損を有する5個の硬石膏模型に装着した5個のエーカースクラスプの維持力を測定した結果を図7に示す。

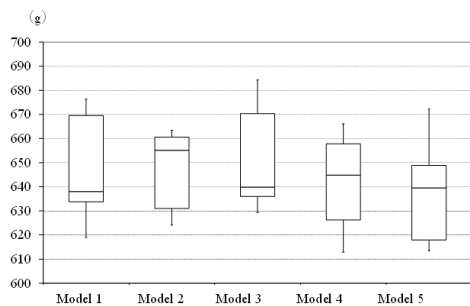


図7 同一欠損を有する5個の作業用模型で製作した5個のエーカースクラスプの維持力の測定

5個のエーカースクラスプの維持力の平均はそれぞれ645.6g, 649.5g, 651.8g, 643.2g, 636.9gであり, Repeated Measures ANOVAを用いて多重比較検定を行った結果, 5個のエーカースクラスプの測定結果に有意差は認められなかった($P=0.690$)。

(4)各種維持装置の維持力の測定
各種維持装置の維持力の測定の結果を図8に示す。

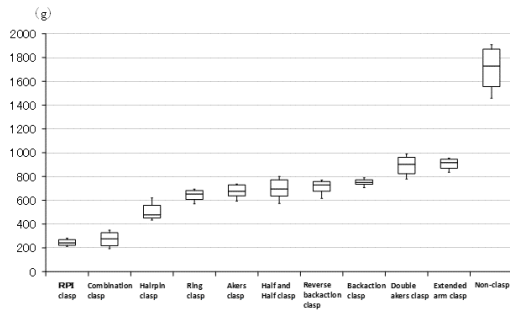


図8 各種維持装置の維持力測定の結果

各種維持装置の維持力の平均は、RPI クラスプが 243.1g,ワイヤーキャストコンビネーションクラスプが 274.7g,ヘアピンクラスプが 506.3g,リングクラスプが 640.1g,エーカースクラスプが 674.9g,ハーフアンドハーフクラスプが 701.1g,リバースバックアクションクラスプが 710.2g,バックアクションクラスプが 749.5g,双子鉤が 889.3g,延長腕鉤が 903.4g,ノンメタルクラスプが 1701.3gであった。アンダーカット量が 0.25 mmの RPI クラスプとアンダーカット量が 0.50 mmのワイヤーキャストコンビネーションクラスプの維持力は平均 200~300g,アンダーカット量が 0.50 mmの鋳造鉤(双子鉤,延長腕鉤,ワイヤーキャストコンビネーションクラスプを除く)の維持力は平均 500~750g,双子鉤,延長腕鉤の維持力は平均 800~900g,ポリエステル樹脂で製作したノンメタルクラスプの維持力は平均 1700gであった。

(6) 部分床義歯装着患者のメンテナンス例
患者の鉤歯のメンテナンス結果を図9 図10, 図11 に示す。メンテナンス時の鉤歯の歯周ポケットの値は義歯セット時の状態を維持しており、値に変化は認められなかった。RT 値を1か月ごとに確認し、維持力が有意に減少した場合、適切な RT 値になるように維持装置の調整を行った。PT 値はメンテナンス時に変化が認められず、鉤歯に負担が生じていないことを確認できた。レントゲン写真から鉤歯に歯槽骨吸収は認められず、恒常的な機能維持が図れていることを確認できた。

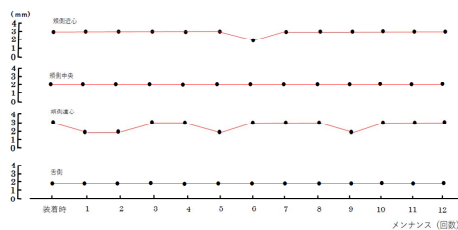


図9 歯周基本検査時の34鉤歯の歯周ポケットの値の推移

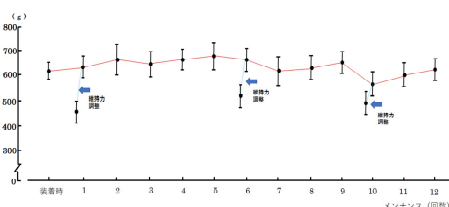


図10 34鉤歯の維持力(RF値)の推移

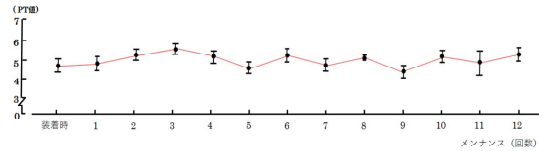


図11 34鉤歯の動揺度(P.T値)の推移

部分床義歯装着患者における恒常的な機能維持のための客観的メンテナンス法として、メンテナンス時に咬合接触状態、粘膜適合状態、清掃状態の確認、鉤歯の歯周ポケット測定、レントゲン写真検査、ペリオテストM(株東京歯科産業)を用いて鉤歯のペリオテスト値(P.T値)の測定、簡易型維持力測定装置を用いて維持装置の維持力測定値(RF値)を継続的に測定した。維持力と歯の動揺度に関して、客観的な数値で経時的に観察した結果、患者の鉤歯と部分床義歯にトラブルは認められず、快適な食生活が営まわれていることが確認できた。部分床義歯装着患者のクオリティ・オブ・ライフの向上のために、適切な設計に基づき鉤歯に過度の負担がかからない部分床義歯を装着し、口腔管理を行っていくことは極めて有意義である。

<引用文献>

- 1)藍稔・症例に応じたパーシャルデンチャーの設計マニュアル。東京：学建書院；2000，1-56。
- 2)五十嵐順正，平井敏博，宮田孝義．義歯装着時の調整．義歯装着後の変化と対応．藍稔編，スタンダード部分床義歯補綴学，東京：学建書院；1997，216-217，220-223。
- 3)奥野善彦．キャストクラスプの形態と維持力．阪大歯学誌 1983；28：155-166。
- 4)Henderson D, Steffel VL (橋本京一)．McCRACKEN'S Removable partial prosthodontics (マクラッケンパーシャルデンチャー．東京：医歯薬出版；1982．441-452.)，1981。
- 5)Boucher LJ, Renner RP(芝燁彦)．Removable Partial Dentures(可撤性部分床義歯の臨床．東京：医歯薬出版；1988，277-300.)，1987。
- 6)八川昌人，五十嵐順正，芝燁彦．部分床義歯の着脱時に維持力が受ける負荷(第1報)，種々の維持装置における維持歯の負荷．昭歯誌 1987；7:104-114。
- 7)芝燁彦．アフターケア，松尾悦郎，大木一三編，標準パーシャルデンチャー，東京：医学書院；1990，153-119。
- 8)野首孝祠，小野高裕，守光隆，長島正，奥野善彦．キャストクラスプの維持力を求めるコンピューターシステムの開発．補綴誌 1988；32：1141-1148。
- 9)佐藤裕二，朝原早苗，湯浅良孝，久保隆靖，足立真悟，赤川安正．臨床に用いられているI-bar クラスプの形態に関する有限要素解析．補綴誌 1995；39：562-566。

10)小六英斗,塚崎弘明,丸谷善彦,大森悠,椎名幸恵,芝燐彦. コーンスクローネの維持力に関する研究,外冠の厚み,使用金属の変化と維持力との関係について. 昭歯誌 2004; 24: 160-171.

11)佐藤吉則,北村晃一,内田耕司,永井栄一,大谷賢二,豊間均ほか. 磁性アタッチメントの維持力に関する基礎的研究,キーパーの表面粗さが及ぼす影響について. 日歯医療管理誌 1999; 34: 84-88.

12)小川鑛一. 人と物の動きの計測技術,ひずみゲージとその応用. バイオメカニズム学会編,東京:東京電機大学出版局;2002. 1-131.

13)Bates JF. The mechanical properties of the cobaltchromium alloys and their relation to partial denture design. Brit Dent J 1965; 119: 389-396.

14)Nokubi T, Yamaga T, Okuno Y, Takeuchi M, Tsutsumi S, Ida K et al. Nomogramas for determining deflections and stresses in tapering clasps. J Osaka Univ Dent Sch 1977; 17: 43-53.

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8件)

① 秋山仁志, 坂元麻衣子, 清水慈子, 阿部英二, 石田鉄光, 羽村章: 部分床義歯装着時の鉤歯の維持力に関する研究, 第1報簡易型維持力測定装置の開発, 公益社団法人日本補綴歯科学会第123回学術大会, 6・123回特別号, 188, 2014.

秋山仁志, 坂元麻衣子, 岡田威一郎, 阿部英二, 赤間亮一, 竹井潤: 部分床義歯装着時の鉤歯の維持力に関する研究, 第2報各種維持装置の維持力測定について, 公益社団法人日本補綴歯科学会第124回学術大会プログラム・抄録集 7・124回特別号, 191, 2015.

秋山仁志, 坂元麻衣子, 赤間亮一, 竹井潤: 口腔内での鉤歯の維持力測定による部分床義歯装着患者への新たな義歯調整方法, 公益社団法人日本補綴歯科学会第125回学術大会プログラム・抄録集 8・125回特別号 211, 2016.

Akiyama H: Studies on the measurement of retentive force of retainer at the time of removable partial denture wearing, 94th International Association for Dental Research, Program book, #2036, 156, 2016.

坂元麻衣子, 秋山仁志: オルタードキャストテクニックを用いて粘膜面の疼痛の消失を図った症例, 公益社団法人日本補綴歯科学会平成28年度西関東支部総会および学術大会プログラム・抄録集, 17, 2017.

秋山仁志, 坂元麻衣子, 白子未佳, 赤間亮一, 竹井潤: 部分床義歯装着患者における

恒常的な機能維持のための客観的メンテナンス法, 公益社団法人日本補綴歯科学会第126回学術大会プログラム・抄録集, 9・126回特別号, 330, 2017.

Akiyama H, Sakamoto M: Objective maintenance method for maintaining permanent function in patients with partial denture wearing, 31st International Association for Dental Research, South-East Asia Division, Program book, S0115, 285, 2017.

Akiyama H: A new oral management method for patients using removable partial denture at maintenance, 96th International Association for Dental Research, Program book, 2018(In press).

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計1件)

名称: 簡易型維持力測定装置

発明者: 秋山仁志

権利者: 同上

種類: 特許

番号: 特願 2016-121245 号

出願年月日: 平成28年6月1日

国内外の別: 国内

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

秋山 仁志 (AKIYAMA, Hitoshi)

日本歯科大学生命歯学部・総合診療科・教授
研究者番号: 60231841

(2)研究分担者

(3)連携研究者

(4)研究協力者

岡田 威一郎 (OKADA, Iichiro)

坂元 麻衣子 (SAKAMOTO, Maiko)

赤間 亮一 (AKAMA, Ryoichi)

竹井 潤 (TAKEI, Jun)