

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：32622

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K15714

研究課題名(和文) パーシャルデンチャーのフルデジタルワークフローの確立

研究課題名(英文) The development of fully digital workflow in a removable partial denture fabrication

研究代表者

馬場 一美 (Baba, Kazuyoshi)

昭和大学・歯学部・教授

研究者番号：80251536

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はフルデジタルワークフローによる部分床義歯を製作し評価することを目的とした。まず口腔内スキャナーを用いて上下顎の印象採得と咬合採得を行った。次に取得したSTLデータをCADソフトウェアにインポートしデザインを行った。連結子はナノジルコニアから、クラスプ部はPolyetheretherketone(PEEK)から、人工歯部はハイブリッドレジンから切削加工し、義歯床は3Dプリンターを用いてPMMAを積層造形した。各構成要素には被着面処理を施して接着し完成した。完成義歯を患者に装着させたのち自己記入式質問票を用いて口腔関連QoLと義歯満足度を評価した結果、従来義歯と同程度の治療効果が示された。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to develop and assess fully digital workflow in a removable partial denture fabrication. A full-arch digital impression and bite registration were made by the intraoral scanner TRIOS2 (3Shape). The 3D images formatted by stereolithography (STL) were imported to CAD software. The connectors, clasps, and artificial teeth were designed by using Dental System D-810 (3shape), and milled from ceria-stabilized zirconia/alumina nanocomposite (Ce/TZP-A; Yamakin), polyetheretherketone (PEEK; Evonik), and hybrid ceramic (VITA ENAMIC; VITA), respectively. The denture base was designed by Freeform (3D Systems) and molded with polymethyl methacrylate (Base; NextDent) by the 3D printer (D30; Rapidshape). Finally, all components were bonded with adhesive material (Super-Bond C&B, Sun Medical). The patient reported that oral health related quality of life (OHRQoL) and satisfaction of the RPD by fully digital workflow was not very different from that of the conventional RPD.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：デジタルデンティストリー パーシャルデンチャー CAD/CAM メタルフリー ジルコニア 樹脂クラスプ 積層造形

1. 研究開始当初の背景

近年のデジタル技術の加速度的な発展は、補綴歯科治療のワークフローを根本的に変えつつある。しかしながら、部分床義歯分野においては、金属色による審美不良、アレルギーのリスク、加工が煩雑で高コスト等の欠点を有するにも関わらず、依然としてコバルトクロム合金フレームワークが標準的に用いられている。更に、義歯床並びに人工歯部についても、ろう義歯製作、埋没、流ろう、アクリリックレジン填入を伴うアナログ・ワークフローが主流である。

申請者は義歯製作のワークフローを根底から変革するために、メタルフリーでかつCAD/CAMにより製作される、義歯用ジルコニアフレームの開発に成功したが、弾性が要求されるクラスプ部への適用には問題が残されている。そこでフレームのクラスプ部のみに3Dプリンターで加工された熱可塑性レジンを用い、人工歯、義歯床をミリングにより製作することにより部分床義歯製作の過程を完全にメタルフリー、デジタル化することが可能となる。

2. 研究の目的

本研究では、部分床義歯の各構成要素をフルデジタルにて製作する新たなワークフローの確立とその評価を目的とする。今後益々の需要の高まりが予測される部分床義歯の製作効率を著しく向上し、メタルレス化による審美性の向上、金属アレルギーへの対応も可能となり患者のQoL向上に大きな貢献が期待できる。

3. 研究の方法

P-ナノZRクラスプを用いた部分床義歯の、中期的予後調査とその評価

申請者と研究協力者の歯科補綴学講座 西山弘崇は、平成25-26年にかけて、フレームワークおよびクラスプにP-ナノZRを用いた部分床義歯を33床製作しており、平成27年度で予後1年を超える。それらを追跡し、中期的な予後の評価を行う。クラスプに破折が生じた場合にはその生存期間や、クラスプ部位、クラスプの形状、欠損歯数などを解析し、クラスプの適用範囲を明らかにする。

P-ナノZRクラスプの評価とともに、破折時に修理を施した樹脂クラスプの予後評価を行い、P-ナノZRを用いたジルコニアフレームと樹脂クラスプを有する部分床義歯製作プロトコールの基盤とする。

3Dプリンターによる熱可塑性樹脂クラスプの製作とその最適化

上記データを基に、熱可塑性樹脂クラスプの3Dプリンターによる製作を目指す。3Dプリンターでのクラスプ製作にはソフトウェア上でデザインされたSTLデータを使用するため、デジタル操作でのクラスプ製作が可能となる。熱可塑性樹脂クラスプは、従来の鋳

造クラスプと比較し、経年劣化に伴う維持力の低下がこれまでも報告されているが、このデジタルシステムを用いることができれば、クラスプの破折が生じた場合にも、従来のアナログ・ワークフローとは異なり、保存管理されたSTLデータでのクラスプ再製作が容易にでき、即日修理も可能となる。

義歯床、人工歯部へのCAD/CAMシステムの応用

2種類のCADソフトウェア(Dental system D810, 3shape/Freeform, 3D SYSTEMS)を用いて、義歯床研磨面形態のデザインや人工歯排列のCADシステムの応用を検証する。このシステムが確立できれば、フレームデザイン同様に、作業時間の大幅短縮、技工操作のクオリティの担保が可能となり、より適合性に優れた部分床義歯製作が可能となる。P-ナノZRフレームワークとアクリリックレジンとの接着については、申請者のノウハウが既にあるため、フィードバックを行いながら、義歯床部とフレームワークを接着させやすい義歯床デザインを検討していく。

フルデジタル・ワークフローの確立とその臨床応用、評価

ここまでのデータを基盤として、各構成要素をフルデジタル製作した部分床義歯を開発、臨床応用を行う。義歯装着前後による口腔関連QoLならびに患者満足度は、OHIP-Jと100-mm Visual Analogue Scale (VAS)により評価する。また、従来のアナログ・ワークフローで製作された部分床義歯装着患者にも同様の評価を実施し、本研究のデジタル・ワークフローで製作された部分床義歯の術後評価と比較検討する。

4. 研究成果

P-ナノZRクラスプを用いた部分床義歯の、中期的予後調査とその評価

フレームワークにP-ナノZRを用いた部分床義歯のクラスプ破折は15症例であり、Survival Rateは50%であった(ドロップアウト3症例)。これまでの臨床経過を鑑みると、クラスプ破折の頻度は決して低いとは言えず、その原因はセラミックの機械的性質として破壊靱性値が低いことによる。この点はジルコニアフレームという性質上、改善は困難であるため、クラスプ破折が生じた場合には熱可塑性樹脂クラスプ(レイニング樹脂N, 東伸洋行)にレジンプライマーを塗布し、アクリリックレジンに埋め込み修理することで改善を認めた。

3Dプリンターによる熱可塑性樹脂クラスプの製作とその最適化

ナイロン12(SLS方式)およびUV硬化型樹脂(インクジェット方式)を用いた、3Dプリンターによる樹脂クラスプの試作を行った。しかしながら、どちらもその表面性状や

色調に問題点を認め、臨床応用には至らなかった。

そこで切削加工により製作可能である Polyetheretherketone (PEEK, EVONIK) に着目、臨床応用したところ良好な結果を得た。

義歯床、人工歯部への CAD/CAM システムの応用

2 種類の CAD ソフトウェア (Dental system D810, 3shape/Freeform, 3D SYSTEMS) を用いて、人工歯部ならびに義歯床部の CAD/CAM 製作を試みた。人工歯部はデジタル咬合器上で排列位置を決定し、人工歯部が嵌合するように義歯床研磨面部をデザインした。義歯床粘膜面部および研磨面部は、3D プリンター (D30, rapidshape) を用いて PMMA (Base, NextDent) を積層造形し、人工歯部はハイブリッドレジンブロック (VITA ENAMIC, VITA) からそれぞれ切削加工することに成功した。

フルデジタル・ワークフローの確立とその臨床応用、評価

口腔内スキャナー (TRIOS2, 3Shape) を用い、上下顎の印象採得ならびに咬合採得を行った。欠損部のスキャン時には口角鉤にて可動粘膜を広げ、歯肉類移行部を連続的にスキャンした。得られた Stereolithography (STL) データを 2 種類の CAD ソフトウェア (Dental System D-810, 3shape, "Freeform", 3D SYSTEMS) にインポートした。まず、義歯床粘膜面部をデザインし、義歯床粘膜面部を統合したデータ上でフレームワークのデザインを行った。さらにこのデータを統合し、クラスプ部のデザインを行った。人工歯部はデジタル咬合器上で排列位置を決定し、人工歯部が嵌合するように義歯床研磨面部をデザインした。義歯床粘膜面部および研磨面部は、3D プリンター (D30, rapidshape) を用いて PMMA (Base, NextDent) を積層造形し、フレームワークはナノジルコニアディスク、クラスプ部は Polyetheretherketone ディスク (PEEK, EVONIK)、人工歯部はハイブリッドレジンブロック (VITA ENAMIC, VITA) からそれぞれ切削加工した。製作された各構成要素に被着面処理を施し、3D プリンターで製作した作業用模型上で接着し、一体化した (図 1)。

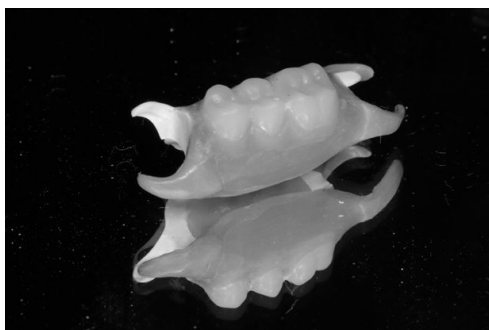


図 1 フルデジタルワークフローにより完成した部分床義歯

義歯装着前後による患者満足度は、OHIP-J ならびに 100-mm Visual Analogue Scale (VAS) により評価した。

フルデジタル・ワークフローにより製作された部分床義歯を装着することで患者満足度は向上した (図 2)。

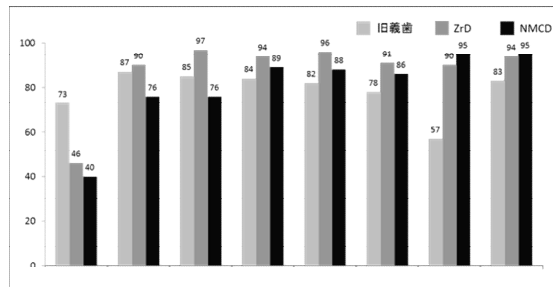


図 2 義歯装着前・後の OHIP ならびに義歯満足度

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計 13 件)

Nishiyama H, Tanaka S, Nemoto R, Miura H, Baba K, Zirconia-reinforced framework for maxillary complete dentures, The International Journal of Prosthodontics, 31 巻, 2018 年, pp.114-116, 査読有
DOI: 10.11607/ijp.4999

Kamimura E, Tanaka S, Takaba M, Tachi K, Baba K, In vivo evaluation of inter-operator reproducibility of digital dental and conventional impression techniques, PLoS One, 12 巻, 2017 年, pp.0179188-0179188, 査読有
DOI: 10.1371/journal.pone.0179188

岩内洋太郎, 田中晋平, 三好敬太, 上村江美, 高場雅之, 馬場一美, 口腔内スキャナーによる顎間関係記録の再現性に関する予備的検討, 日本デジタル歯科学会, 7 巻, 2017 年, pp.176-181, 査読有

田中晋平, 馬場一美, 補綴歯科治療のデジタル化の現状と未来, 日本補綴歯科学会雑誌, 9 巻, 2017 年, pp.38-45, 査読有

高場雅之, 田中晋平, 上村江美, 馬場一美, 口腔内スキャナーがもたらす歯科医療へのインパクト-現状と今後の展開に関する一考察, 歯科技工, 45 巻, 2017 年, pp.1204-1216, 査読無

馬場一美, 田中晋平, 高場雅之, 西山弘崇, 上村江美, 光学印象採得で変わる補綴歯科治療, 日本歯科評論, 76 巻, 2016 年, pp.33-82, 査読無

田中晋平, 馬場一美, 無歯顎患者におけるデジタル・デンティストリー - ボーンアンカーブリッジとインプラント・オーバーデンチャー症例から -, 日本補綴歯科学会誌, 8 巻, 2016 年, pp.414-419, 査読有

馬場一美, 口腔内スキャナーによる補綴歯

科治療の変化, 日本歯科評論, 76 巻, 2016 年, pp.34-35, 査読無

田中晋平, 上村江美, 馬場一美, CAD/CAM システムと口腔内スキャナーによる補綴歯科治療の変化, 日本歯科評論, 76 巻, 2016 年, pp.36-49, 査読無

田中晋平, 馬場一美, 口腔内スキャナーを基盤とした補綴歯科治療のワークフロー, 日本歯科評論, 76 巻, 2016 年, pp.50-59, 査読無

高場雅之, 上村江美, 西山弘崇, 田中晋平, 馬場一美, 口腔内スキャナーによる光学印象採得の実際, 日本歯科評論, 76 巻, 2016 年, pp.60-71, 査読無

高場雅之, 上村江美, 西山弘崇, 田中晋平, 馬場一美, 口腔内スキャナーと CAD/CAM の未来, 日本歯科評論, 76 巻, 2016 年, pp.72-81, 査読無

Urano S, Hotta Y, Miyazaki T, Baba K, Bending properties of Ce-TZP/A nanocomposite clasps for removable partial dentures, Int J Prosthodont, 28 巻, 2015 年, pp.191-197, 査読有
DOI: 10.11607/ijp.4113

〔学会発表〕(計 14 件)

Taniguchi A, Nishiyama H, Tanaka S, Baba K, Fabrication of removable partial dentures using CAD/CAM and rapid prototyping technologies: a case report, The 3rd Annual Meeting of The International Academy for Digital Dental Medicine, 2017 年

三好敬太, 横山紗和子, 田中晋平, 高場雅之, 西山弘崇, 上村江美, 馬場一美, 無歯顎インプラント埋入患者のデジタルデータ取得における各種口腔内スキャナーの再現精度の検証, 日本デジタル歯科学会第 8 回学術大会, 2017 年

田中晋平, 上村江美, 西山弘崇, 鍛冶田忠彦, 宮崎隆, 馬場一美, 昭和大学歯学部におけるデジタルデンティストリーの現状, 日本デジタル歯科学会第 8 回学術大会, 2017 年

鍛冶田忠彦, 八巻知里, 宇都宮慎一, 田中晋平, 宮崎隆, 馬場一美, 昭和大学歯科病院歯科技工室におけるデジタルデンティストリーの現状, 日本デジタル歯科学会第 8 回学術大会, 2017 年

岩内洋太郎, 谷口飛鳥, 三好敬太, 上村江美, 西山弘崇, 高場雅之, 田中晋平, 馬場一美, 口腔内スキャナーによる咬合採得に対する咬みしめ強度の影響, 日本デジタル歯科学会第 8 回学術大会, 2017 年

三好敬太, 横山紗和子, 田中晋平, 高場雅之, 西山弘崇, 上村江美, 馬場一美, インプラント作業用模型の三次元データ取得における口腔内スキャナーの再現性の検証, 第 126 回日本補綴歯科学会学術大会, 2017 年

上村江美, 田中晋平, 高場雅之, 浦野慎二

郎, 西山弘崇, 馬場一美, 口腔内スキャナーを用いた印象法と従来法における術者間の誤差の検証, 第 7 回日本デジタル歯科学会, 2016 年

三好敬太, 田中晋平, 横山紗和子, 高場雅之, 上村江美, 馬場一美, 光学印象を用いたスクリー固定インプラント上部構造連結精度の予備的検証, 第 7 回日本デジタル歯科学会, 2016 年

馬場一美, デジタルデンティストリー CAD/CAM の可能性と限界, 日本補綴歯科学会第 125 回学術大会, 2016 年

Baba K, Paradigm Shift in Prosthetic Dentistry by Digital Technology, The 10th biennial congress of Asian Academy of Prosthodontics, 2016

西山弘崇, 塚崎弘明, 田中晋平, 樋口大輔, 小林茉莉, 館慶太, 浦野慎二, 久松賢, 武川佳世, 根本怜奈, 三浦宏之, 馬場一美, 患者立脚型アウトカムを用いたジルコニア床義歯の臨床評価, 第 6 回日本デジタル歯科学会, 2015 年

西山弘崇, 塚崎弘明, 田中晋平, 樋口大輔, 小林茉莉, 館慶太, 浦野慎二, 久松賢, 武川佳世, 根本怜奈, 須川洋一, 三浦宏之, 馬場一美, 患者立脚型アウトカムを用いたジルコニア床義歯の臨床評価, 日本補綴歯科学会第 124 回学術大会, 2015 年

馬場一美, 横山敦郎, 窪木拓男, JPR が目指すもの -アジア発の歯科補綴学の推進-, 日本補綴歯科学会第 124 回学術大会, 2015 年

Baba K, Kamimura E, Tanaka S, Tachi K, Evaluation of precision of digital impression technique in vivo, 9th Annual Conference of the European Prosthodontic Association, 2015

〔図書〕(計 4 件)

日本デジタル歯科学会・全国歯科技工士教育協議会 監修/馬場一美 執筆, 医歯薬出版, 基礎から学ぶCAD/CAMテクノロジー 2017年, 176

草間幸夫・武末秀剛・佐々木英隆 編集委員/馬場一美 執筆, デンタルダイヤモンド社, これからのチェアサイドCAD/CAM診療ガイド 失敗しないオールセラミック修復のために, 2017年, 168

石上友彦, 大川周治, 大久保力廣, 尾澤昌悟, 黒岩昭弘, 越野寿, 近藤尚知, 佐々木啓一, 鈴木哲也, 清野和夫, 田中貴信, 中村好徳, 馬場一美, 平井敏博, 鱒見進一, 山下秀一郎, 山森徹雄, 若林則幸, 学建書院, スタンダードパーシャルデンチャー補綴学, 2016年, 232

村田比呂司, 馬場一美, 医歯薬出版, 補綴臨床別冊 Denture Repair なぜ壊れ, どう直すのか 部分床義歯・全部床義歯・インプラントオーバーデンチャー, 2015年, 174

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

昭和大学学術業績リポジトリ

<https://meta.lititory.showa-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1)研究代表者

馬場 一美 (BABA, Kazuyoshi)

昭和大学・歯学部・教授

研究者番号：80251536

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

田中 晋平 (TANAKA, Shinpei)

昭和大学・歯学部・講師

研究者番号：40365705

高場 雅之 (TAKABA, Masayuki)

昭和大学・歯学部・講師

研究者番号：30384192

浦野 慎二郎 (URANO, Shinjiro)

昭和大学・歯学部・兼任講師

研究者番号：90736638

西山 弘崇 (NISHIYAMA, Hirotaka)

昭和大学・歯学部・助教

研究者番号：10783277

（平成 28 年度より連携研究者）

上村 江美 (KAMIMURA, Emi)

昭和大学・歯学部・助教

研究者番号：00803214

（平成 29 年度より連携研究者）

(4)研究協力者

三好 敬太 (MIYOSHI, Keita)

岩内 洋太郎 (IWAUCHI, Yotaro)

谷口 飛鳥 (TANIGUCHI, Asuka)

鍛冶田 忠彦 (KAJITA, Tadahiko)