

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 18 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861823

研究課題名(和文)CAD/CAMによる次世代義歯作製方法に最適な新規関連器材の開発

研究課題名(英文)Development of new equipment for the next-generation denture fabricating method with CAD/CAM technology

研究代表者

福島 庄一(Syouichi, Fukushima)

東北大学・歯学研究科(研究院)・研究科研究員

研究者番号：30625124

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：CAD/CAM用材料は従来のPMMA系義歯床用材料よりも優れた物性をもつことが報告されているが、耐久性に関する知見は少ない。そこで本研究では耐久性試験を行い、擬似口腔内環境下におけるCAD/CAM用材料の劣化影響を評価することを目的とした。

各材料の耐久性試験後に、3点曲げ試験により劣化の影響を評価したところ、レジンマトリックス中にナノフィラーが均一に分散されているCAD/CAM用ブロックは、口腔内環境をシミュレートした熱や酸によって若干の劣化が認められたものの、従来のブロックと比較すると改善が認められた。

研究成果の概要(英文)：CAD/CAM materials are reported to have excellent properties than conventional PMMA-based denture materials, but durability about CAD/CAM materials have not been well studied. This study aimed to evaluate the degradation of CAD/CAM materials by durability test.

It was confirmed that the degradation of the CAD/CAM material which consisted of homogeneous dispersed nano sized fillers is smaller than that of conventional blocks by heat and acid conditions.

研究分野：歯科材料学

キーワード：歯科材料学

1. 研究開始当初の背景

歯科用 CAD/CAM システムが臨床用に発表されてから既に四半世紀が経ち、デジタル・デンティストリーという言葉も浸透してきたように歯科医療、歯科技工に最新 IT 技術が幅広く利用されるようになった。歯科材料メーカー、インプラントメーカーが中心となりこれまでの歯科用 CAD/CAM システムの発展を支えてきたが、近年では審美歯科治療やインプラント治療などの自費診療だけでなく、保険診療用の技工物製作への適用も望まれ始め、数年前から 3D プリンターの導入も進んでいる。

一方、今まであまり行われてこなかった義歯作製の観点からも、歯科用 CAD/CAM システム利用の需要は増え始め、大学を中心に研究が進められており、成果が出始めている。また海外では、歯科用 CAD/CAM システムを用いて義歯床を作製するサービスを行っているメーカーもあるが、システムとしての完成度は低く、適合性や表面性状など CAD/CAM を用いない従来の方法にも劣っている。

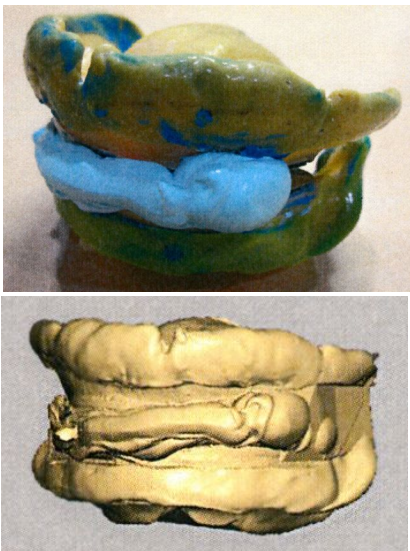


図 上下顎印象の 3 次元デジタルデータ化

現在主流の PMMA 系の義歯床用材料は 60 年以上にわたり、大きな変革もなく使用され続けられている優れた材料である。その理由としてはまず現状の義歯作製方法が挙げられ、PMMA ポリマーは MMA モノマーにより餅状化でき、石膏の陰型に填入するのに相応しい性状を示すという点にある。また作製された義歯は患者の口腔内で長期間使用されるが、これら義歯が破損した際には、破損箇所を PMMA 系材料によって容易に補修することが可能な点も長年にわたり使用されてきた理由である。しかしながら、PMMA 系ではモノマーを使用するため義歯作製時に重合させる必要がある。また 100%重合が

進むわけではなく、残留したモノマーの外部への溶出によりレジン機械的強度が低下し、生体為害作用を引き起こす原因にもなり得る。さらに餅状化したレジン填入時の気泡の混入や材質の不均一性によって義歯が容易に汚れることも懸念される。

一方、本研究で提案している義歯床用材料の開発では、義歯作製時にミリングマシン(CAM)による機械加工を想定しており、PMMA ポリマーを MMA モノマーで餅状化する必要はなく、既に完全に重合された固形樹脂をそのまま使用できるため、PMMA 系に固執せず、新たな観点から CAD/CAM に適した義歯床用材料の開発ができる。具体的には、固形樹脂をそのまま使用できるため、機械的強度の向上、耐汚染性、劣化に強い義歯の作製が期待でき、さらに MMA モノマーを使用しないことから、気泡の混入や材料の不均一性もなく、適合性の向上なども期待できる。

歯科用 CAD/CAM を用いて義歯床を作製するシステムの一番の難点は咬合状態の再現がポイントになると考えられる。そこでスキャナーで上下顎同時に取り込み可能な印象用トレーや、水平位を決定できるゴシックアーチトレーサーなど、印象採得システムの開発も行い、本研究と併せて将来的に CAD/CAM による次世代義歯作製方法を確立したならば、患者における QOL 向上、診療を行う術者および技工士の負担軽減にも大きく寄与できる。さらに、CAD データを用いた義歯作製方法は、サーバー等にデータを保存しておくだけで、何度も同じ義歯を作製することができるため、緊急時における複製義歯の作製が容易など、超高齢化社会への対応とした、在宅、在院訪問歯科診療の現場や、災害における非常時などへの貢献度も非常に高いと考えられる。

2. 研究の目的

CAD/CAM 用材料は従来の PMMA 系材料にはない優れた物性が報告されているが、CAD/CAM 用材料自体が最近販売され始めたということもあり、耐久性に関する知見については少ない。そこで本研究では耐久性試験として熱衝撃試験や酸浸漬試験を行い、これら試験によって引き起こされる劣化影響について検討を行った。

3. 研究の方法

試験に供した材料は CAD/CAM 用コンポジットブロックとして CERASMART (CS, GC), Lava Ultimate (LU, 3M ESPE), ENAMIC (EN, VITA) の 3 種類を用いた。またセラミックブロックとして, e.max CAD (EM, Ivoclar), Empress CAD (EP, Ivoclar), MARK II (M2, VITA) の 3 種類を用いた。

CAD/CAM 用ブロックは自動精密切断機

(アイソメット LS, BUEHLER)にてそれぞれ幅 4mm×厚さ 1mm×長さ 15mm の大きさに切断し, P600 および P1000 の耐水研磨紙を用いて研磨, 調整を行い試験体とした。

劣化の条件は熱衝撃及び酸浸漬の 2 条件とした。熱衝撃条件は水中浸漬型のサーマルサイクル試験 5 と 55 の水中に試験体を 30 秒間ずつ交互に浸漬, これを計 10000 回繰り返す) 後の試験体を実験に供し, 酸浸漬条件は pH4.0 に調整した酢酸水溶液中に 37 °C で 1 週間浸漬した試験体を実験に供した。

3 点曲げ試験には精密万能試験機 (AG-1kNIS, 島津) を用い, 試験体を支点間距離 12mm で配置し, クロスヘッドスピード 1mm/min. の速さで上から荷重をかけることで三点曲げ試験を行った (n=5)。得られた劣化前及び劣化後の曲げ試験の結果から, 曲げ強さの変化率を求めることにより熱及び酸による劣化の影響を評価した。

なお, 試験は全て JIS T6526 : 2012 に準じて実施した。

4. 研究成果

熱劣化後の強度は初期値に比べてそれぞれ, CS : 82%, UL : 60%, EN : 82%, EM : 100%, EP : 100%, M2 : 100%であった (図 1)。また酸劣化後の強度は初期値に比べてそれぞれ, CS : 85%, UL : 75%, EN : 73%, EM : 97%, EP : 100%, M2 : 100%であった (図 2)。熱衝撃条件及び酸浸漬条件において, コンポジットブロックの曲げ強さは低下する傾向を示したが, セラミックブロックでは曲げ強さの低下は見られず, 熱および酸による劣化の影響を受けにくいことが確認された。

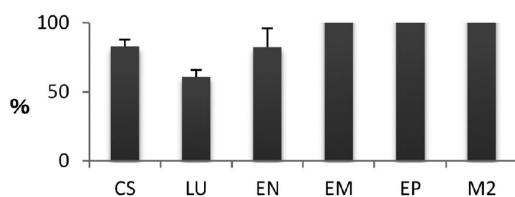


図 1 熱劣化後の曲げ強さ変化率

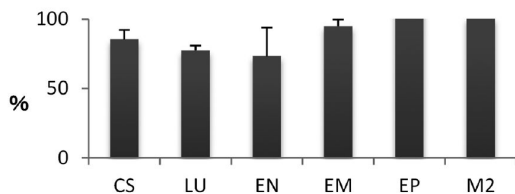


図 2 酸劣化後の曲げ強さ変化率

コンポジットブロックにおいて曲げ強さが低下した理由としては, 材料組成中の無機フィラーとレジンマトリックスの熱膨張率の違いによる接合界面への応力集中や, 無機フィラー表面を覆うシランカップリング剤が酸によって加水分解することにより,

無機フィラーとレジンマトリックス間の結合力が低下したことに起因するものと思われる。一方, セラミックブロックは単一の結晶が複雑に絡み合う三次元構造をしており, さらにコンポジットブロックとは異なりシランカップリング剤も用いられていないために, 熱や酸による劣化の影響をほとんど受けないと推察される。

今回の結果から, レジンマトリックス中に無機ナノフィラーが均一に分散されている CERASMART は熱や酸によって劣化が認められたものの, 従来のコンポジットブロックと比較すると改善が認められており, セラミックブロックで懸念される対合歯へのダメージや破折, チッピングといったリスクを考慮すると, 臨床上非常に有用であると考えられる。

今後は別種の CAD/CAM 用ブロックや CAD/CAM 用ディスクを選定し, 今回と同様に物理学的特性の評価を進める。また, *in vitro* における材料の耐汚染性や細菌付着特性についても調査を行い, 生体親和性についての検討を行う予定である。

続いて, スキャナーで上下顎同時に取り込み可能な印象用トレーや, 水平位を決定できるゴシックアーチトレーなどの印象採得システムの開発を行う。この新規印象採得システムを用いて顎間関係を含めて印象採得した印象を光学スキャナーでスキャンすることで, スキャナーの読み取り精度の評価を行い, システムとしての有効性を確認する。

さらに, 新規義歯床用材料を用いたミリングマシン (CAM) による加工評価 (加工スピードの調査・加工後の表面粗さ試験) を行うなど, それぞれの結果を相互にフィードバックしながら, 次世代の義歯作製システムを構築するために多方面から検討を行い, 歯科医療の発展と QOL の向上を目指して行く。

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 4 件)

1. 福島庄一, 赤塚亮, 佐々木啓一. CAD/CAM ブロックにおける熱衝撃および酸浸漬による劣化の影響. 第 123 回日本補綴歯科学会学術大会. 2014 年 5 月 24 日 仙台国際センター (宮城)
2. 折居雄介, 竹内裕尚, 道井貴幸, 福島庄一, 石黒和子, 阿部二郎, 熊谷知弘. CAD/CAM 総義歯用アクリルレジンへの *S. mutans* の付着に関する検討. 第 123 回日本補綴歯科学会学術大会. 2014 年 5 月

24日 仙台国際センター（宮城）

3. 道井貴幸, 熊谷知弘, 山本信太, 岩城麻衣子, 金澤学, 水口俊介, 折居雄介, 福島庄一, 阿部二郎, 佐々木啓一. CAD/CAMデンチャーシステムにおける床用ディスクの物理的性質{第一報}. 第123回日本補綴歯科学会学術大会. 2014年5月24日 仙台国際センター（宮城）

4. Fukushima S, Akatsuka R, Sasaki K. Bond Durability of Self-Adhesive Resin Cement to CAD/CAM Restorative materials. The 43rd AADR Annual Meeting. 2014年3月19日 Charlotte(USA)

〔図書〕(計0件)

〔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：
出願年月日：
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

福島 庄一 (FUKUSHIMA SYOICHI)
東北大学・大学院歯学研究科・研究科研究員
研究者番号：30625124

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：