

原著論文

汎用デジタル機器を用いて製作した複製義歯：材料特性と臨床評価

倉橋宏輔^a, 岩脇有軌^a, 松田 岳^a, 後藤崇晴^a, 石田雄一^a, 伊藤照明^b, 市川哲雄^a

Duplicate complete dentures made by general digital devices:
Evaluation of material properties and clinical trial

Kosuke Kurahashi^a, Yuki Iwawaki^a, Takashi Matsuda^a, Takaharu Goto^a, Yuichi Ishida^a,
Teruaki Ito^b and Tetsuo Ichikawa^a

抄 録

目的：われわれが提案した汎用デジタル機器を用いた複製義歯製法の有用性を示すために、使用するアクリロニトリル-ブタジエンスチレン (ABS) 共重合樹脂、ポリ乳酸 (PLA) 樹脂の細胞毒性試験、シリコーン印象材および常温重合レジンとの接着試験、使用感に関する主観的評価を行った。

方法：細胞毒性試験では、ABS 樹脂と PLA 樹脂の浸漬液を用いてマウスの線維芽細胞様細胞の細胞生存率を測定した。接着試験では、専用の保持体にそれぞれの試験片を固定し、シリコーン印象材および常温重合レジンを圧接した後に、万能試験機を用いて引張試験を行った。使用感の評価には、専用の評価票を作成し、PLA 製の複製義歯を使用する術者に回答させた。

結果：細胞毒性試験では、ABS 樹脂、PLA 樹脂ともに 72 時間までの細胞生存率の低下は認められなかった。接着試験では、トレー用レジンと比較して両試料ともにシリコーン印象材への接着強さは低かった。常温重合レジンとの接着強さでは、PLA 樹脂は低かったが、ABS 樹脂では従来のトレー用レジンと同等の接着強さであった。術者による複製義歯使用感の評価結果としては、従来のアクリルレジン製の義歯とほとんど変わらない評価が得られた。

結論：三次元プリンターで製作した複製義歯における材料的、臨床的評価から本術式の有効性が示唆された。

キーワード

CAD/CAM, 複製義歯, 全部床義歯, 三次元プリンター, デジタルデンティストリー

I. 緒 言

無歯顎補綴治療において、複製義歯を用いた全部床義歯製法が提案されている。現在使用している義歯を複製、改造し、患者の満足が得られた状態になった時点で同じ形態の義歯を製作するものである¹⁾。また、複製義歯自体を用いて印象採得と咬合採得を行い、新義歯を製作することも可能である²⁾。

一般的な複製義歯は、アルジネート印象材を満たしたデュプリケートフラスクに使用中の義歯を埋没し、

印象材硬化後に義歯を撤去し、その陰型にレジンを入力して製作される³⁾。この方法では、労力を必要とし、最終的には廃棄される印象材などの歯科材料を消費する。

この複製義歯製作をデジタル技術で行うためには、義歯形状の三次元データ化とそのデータを用いた義歯製作過程のすべてをデジタル機器で行うことが必要である。これまでに義歯形状そのものの三次元データ化についてはすでにいくつかの報告がなされている。一つは、コーンビーム CT を用いて義歯を撮像し、デジ

^a 徳島大学大学院医歯薬学研究部口腔顎顔面補綴学分野

^b 徳島大学大学院社会産業理工学研究部生産工学分野

^a Department of Oral and Maxillofacial Prosthodontics, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences

^b Tokushima University Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences

受付：2017年1月5日/受理：2017年7月27日

Received on January 5, 2017/Accepted on July 27, 2017

表 I Specimen material
被験材料

Material	Product (Manufacturer)	Fabrication method	Abbreviation
Polylactic acid	Makerbot Replicator 5th Generation Model (Makerbot, New York, USA)	3-dimensional printer	PLA
Acrylonitrile butadiene styrene	Dimension SST (Stratasys, Minnesota, USA)	3-dimensional printer	ABS
Acrylic resin	SUMIPEX E (SUMIKA ACRYL CO., LTD., Tokyo, Japan)	Laser cutting	ACR
Self-curing resin	UNIFAST II (GC, Tokyo, Japan)	Brush-on technique	SCR
Self-curing resin for tray	Tray resin II (SHOFU, Kyoto, Japan)	Mixing	TRR

タルデータを得るものである^{4,5)}。もう一つは、義歯の粘膜面と咬合面を光学スキャナーで撮像し、それを合成して義歯形状の三次元データを得るものである⁶⁾。いずれの方法も高価な装置や研究段階のものであり、また訪問診療では対応できない方法である。一方、複製義歯を製作する方法はコンピュータ制御のミリングマシンで義歯を削り出す方法と、三次元プリンターによって製作する方法が可能になっている^{7,8)}。しかし、複製義歯製作のコストの問題があり、診療所では対応不可能な方法でもある。

そこで、われわれは以上のような問題点を改善する臨床術式として全部床義歯の形状データを移動可能な汎用のポータブル光学スキャナーで採得し、その三次元形状データを使い、市販の汎用三次元プリンターで複製義歯（以下、CAD/CAM複製義歯と呼ぶ）を製作し、このCAD/CAM複製義歯を用いて印象採得と咬合採得をする方法について報告した⁹⁾。本論文ではこの術式の有効性を、CAD/CAM複製義歯に使用する材料の有害性、印象採得、咬合採得に使用する材料との接着性、さらにポリ乳酸樹脂で製作したCAD/CAM複製義歯を臨床に用いたときの操作性の観点から評価した。

II. 研究方法

1. CAD/CAM複製義歯に用いた材料の特性試験

1) 被験材料と試験片の製作

被験材料は、ポリ乳酸樹脂 (PLA) とアクリロニトリル-ブタジエン-スチレン共重合樹脂 (ABS)、対照としてアクリル樹脂 (ACR)、常温重合レジン I (ユニファスト II, GC, 東京, 日本, 以下 SCR)、および常温重合レジン 2 (トレージン II, 松風, 京都, 日本, 以下 TRR) とし、その詳細を表 1 に示す。

接着試験の試験片の寸法は直径 15 mm、厚さ 2 mm の円板状とし、ABS と PLA は CAD ソフトウェア (Claytools, 3D Systems, SC, USA) で設計後、

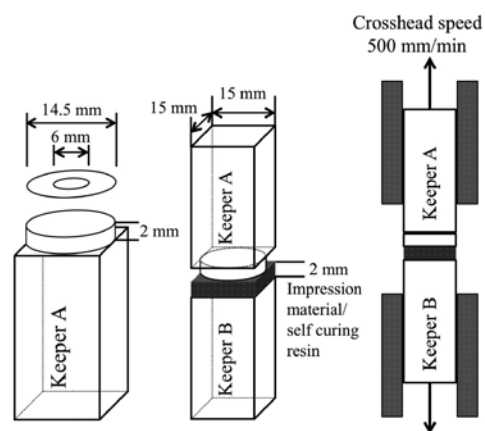


図 1 Specimen fabrication and tensile test
試験片作製と引張試験

三次元プリンターで製作した。ACR の試験片は、厚さ 2 mm の既製アクリル樹脂板をレーザー加工機で同様の寸法に切削して製作した。さらに ACR 試験片を用いてシリコン印象材 (エクザファインパテタイプ, GC, 東京, 日本) で型枠を作り、そこに常温重合レジン (トレージン II) を通法に従って混和、填入し、TRR 試験片を製作した。

細胞毒性試験片も同様に直径 15 mm、厚さ 2 mm の円板状とし、前述の ABS, PLA, ACR の試験片を製作した。加えて、ACR 試験片を用いて製作した同型の型枠に常温重合レジン (ユニファスト II) を筆積み法にて填入して SCR 試験片とした。いずれの試験片表面も研磨せず未処理のままとした。

2) 印象採得材料との接着試験

印象採得および咬合採得に使用する材料として、親水性ビニルシリコン印象材 (エクザデンチャー, GC, 東京, 日本) と常温重合レジン (ユニファスト II) を選択し、図 1 に示すような手順で CAD/CAM 複製義歯の材料との引張試験を実施した。

試験片を直接試験器に把持できないため、15×

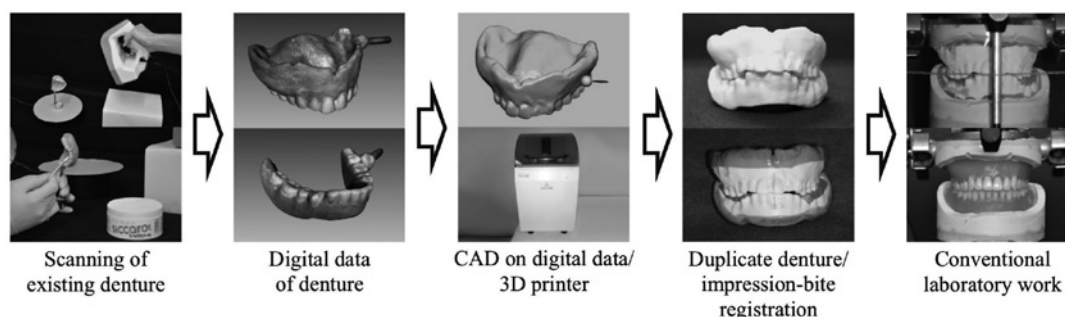


図2 The process of complete denture duplication and impression/bite registration using general digital devices
汎用デジタル機器を用いた全部床義歯の複製と印象・咬合採得

15 mm の角柱保持体を常温重合レジン（トレージンII）で製作した（以後、試験片を組み込んだ方を保持体A、反対側を保持体Bと略す）。保持体Aの一端に試験片（ABS, PLA, TRR）を常温重合レジン（トレージンII、松風、京都、日本）で固定した。保持体Bの一端は印象材が剥離するのを防ぐために、アンダーカットを付与した。保持体A、Bのいずれの被着面にシリコン接着剤（アドヒーシブ、GC、東京、日本）を塗布し、6分間静置し乾燥させた。印象材が試験片と接触する面積を一定にするため、保持体Aの試験片被着面には穴径6 mmの円環型ポリエステル製シール（ビニールパッチ、コクヨS&T株式会社、大阪、日本）を貼付した。保持体AとBの被着面を向かい合わせ、その間に印象材を注入し、印象材の厚さが2 mmとなるまで圧接した。操作時間は2分30秒以内に行った。印象材を介在させた保持体AとBを37°Cの温水中に3分放置し、印象材を硬化させ、硬化が終了した印象材の余剰部分は除去した。

常温重合レジンとの引張試験では、印象材の引張試験と同じく保持体Aの試験片被着面には同様の円環型ポリエステル製シールを貼付した。保持体AとBの被着面を向かい合わせ、その間に常温重合レジン（ユニファストII）を介在させ、厚さが2 mmとなるまで圧接した。ユニファストIIは筆積み法にて使用し、硬化させるために室温にて最低3分30秒静置した。硬化が終了した後、常温重合レジンの余剰部分は除去した。

試験片を含んだ保持体を万能試験器（オートグラフAG-X、株式会社島津製作所、京都、日本）に取り付け、引張速度は500 mm/minで引張試験を行った。同じ条件で5回実験を行った。得られた最大引張荷重値を測定し、単位面積あたりの引張強度に換算して接着強さとした。

3) 細胞毒性試験

ABS, PLA, ACR, SCRの4種類の試験片に超音波洗浄およびガス滅菌を行った後、Phosphate Buffered Saline (PBS) 溶液で洗浄し24時間静置した。10% Fetal Bovine Serum (FBS), 1% Penicillin & Streptomycinを加えたDulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) 中にて37°C, 5% CO₂の条件下で24時間インキュベートし、各試験片の上澄み液を回収した。コントロールとして試験片を静置せず24時間インキュベートした培地を回収した。

マウス線維芽細胞様細胞（NIH3T3）を10% FBS, 1% Penicillin & Streptomycinを加えたDMEMにて1.0×10⁶/mlに調整し、24穴平底組織培養用マイクロプレートに1 mlずつ播種した。37°C, 5% CO₂下で24時間インキュベートした後、各試験片の上澄み液または24時間インキュベートした培地に交換し、24, 48, 72時間インキュベートした。インキュベート後、細胞増殖測定用試薬（Cell Counting Kit-8、同仁化学研究所、熊本、日本）を用いたWST法により、各試験片の細胞毒性を細胞生存率（Cell viability）にて求めた。すなわち、Cell Counting Kit-8を添加し、1時間培養後、マイクロプレート用吸光度測定装置（Multiskan JX、Thermo Fisher Scientific、横浜、日本）を用いて450 nmの吸光度を測定した。細胞生存率は、各試験片の上澄み液の平均吸光度/コントロールの平均吸光度×100として算出した。本実験は3回繰り返し行い、1回あたりの各試験片は6個とした。

2. 臨床評価

CAD/CAM複製義歯製作方法とその臨床応用法を図2に示す。義歯のスキャニングは、ハンディスキャナー（Artec Spider、Artec Group、Luxembourg、Luxembourg）の取り扱いに最も慣れた歯科医師が行い、三次元プリンターによるPLA製のCAD/CAM複

評価項目	悪い	やや悪い	同等/普通	やや良い	良い
1. 切削感 (削りやすいか) , 材料の粘りけ, 材料の柔らかさ					
絶対評価					
従来のアクリル義歯との比較					
2. 切削面 (増沢か)					
絶対評価					
従来のアクリル義歯との比較					
3. 切削時の重度 (発熱するか)					
絶対評価					
従来のアクリル義歯との比較					
4. 削片処理 (容易にできるか)					
絶対評価					
従来のアクリル義歯との比較					
5. パーの汚れ (削りカスがパーに巻きつかないか)					
絶対評価					
従来のアクリル義歯との比較					
6. 即時重合レジンの付与と接着感					
絶対評価					
従来のアクリル義歯との比較					
7. シリコーン印象材を盛り付ける時の積層感					
絶対評価					
従来のアクリル義歯との比較					
8. シリコーン印象材硬化後の接着感					
絶対評価					
従来のアクリル義歯との比較					
9. 全体を通しての操作感覚					
絶対評価					
従来のアクリル義歯との比較					

図3 Questionnaire sheet
複製義歯評価票

複製義歯製作は、プリンターの取り扱いに最も慣れた術者がすべての症例で行った。製作した義歯は、バリ部分のみを調整後、実施する歯科医師に用意した。被験者は7名、歯科医師は6名とした。

各歯科医師は、CAD/CAM 複製義歯を用いてシリコーン印象材による印象採得と咬合採得を各自の判断で行い、技工室にて、印象・咬合採得体をもとに従来法によって新義歯を製作した。最終的に通法に従って義歯を装着した。この一連の治療過程において、本方法における臨床の評価を各術者に、図3に示す評価票で評価してもらった。

評価の際には、術者の主観で従来のアクリルレジンの操作性と比較した時のPLA製の複製義歯の操作感を「従来のアクリル義歯との相対評価」とし、アクリルとの比較だけでなく全体的な操作感を「絶対評価」として、この2種類の評価票を集計した。

評価項目の集計にあたって、悪い=1、やや悪い=2、同等/普通=3、やや良い=4、良い=5とした。また評価項目番号1から5を切削感、6をレジンの接着感、7と8を印象材との接着感、9を総合評価に分類し、症例毎にそれぞれの分類内での平均点を算出した。

調査にあたり、被験者に対して本治療手順、使用する材料、評価概要、個人情報保護について口頭と文書で説明し、最終的に文書で同意を得た。なお、研究内容については、徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会による承認(承認番号2413)を得た。

3. 統計学的検討

統計処理ソフト (IBM SPSS® Statistics version 24.0, IBM Corp. Armonk, NY, USA) を用いて統計学的検討を行った。分析には、一元配置分散分析およびTukeyの多重比較検定を用いた。有意水準は5%とした。

III. 結 果

1. 接着試験

各試験片とシリコーン印象材との接着強さを図4左に示す。コントロールであるTRRとの平均接着力とその標準偏差は1232.6±37.4 kPaであるのに対して、ABSとの接着力と標準偏差は739.9±50.3 kPa、PLAとの平均接着力と標準偏差は538.7±39.7 kPaとなった。TRRとABS、TRRとPLA、ABSとPLAの間には有意な接着力の差を認めた。破壊断面を肉眼で観察すると、印象材とTRRとの接着面では凝集と界面の混合破壊が見られ、一部の印象材がTRRに付着していた。ABS、PLAでは界面破壊が生じていた。

各試験片と常温重合レジンの接着強さを図4右に示す。コントロールであるTRRとの平均接着力とその標準偏差は16542.6±2261.9 kPaに対して、ABSとの平均接着力と標準偏差は13421.2±949.9 kPa、PLAとの平均接着力と標準偏差は3634.5±393.1 kPaであった。TRRとPLA、ABSとPLAの間には有意な接着力の差を認めた。破壊断面を肉眼で観察すると、常温重合レジンの接着面では界面破壊が見られた。ABS、PLAで破壊したものは混合破壊もしくは界面破壊であった。

2. 細胞毒性試験

細胞毒性試験の結果を図5に示す。三次元プリンターの材料であるABSとPLAは、培養後24時間、48時間、72時間のいずれの時間経過でも、ACRと比較して細胞生存率は同程度であり、その時間の経過とともに細胞生存率は増加傾向であった。一方、SCRの細胞生存率は他の材料より有意に著しく低く、その時間の経過とともに細胞生存率が減少していた。

3. 術者主観的評価

質問票による本臨床術式の評価結果を表2に示す。いずれの評価項目に関しても、従来のアクリルレジンの相対評価の方が絶対評価よりも低かった。切削に関する評価が一番低く、アクリルレジンの相対評価で2.6±0.7、絶対評価で2.9±0.6、レジンの印象材との接着感と同程度であった。全体を通しての操作感

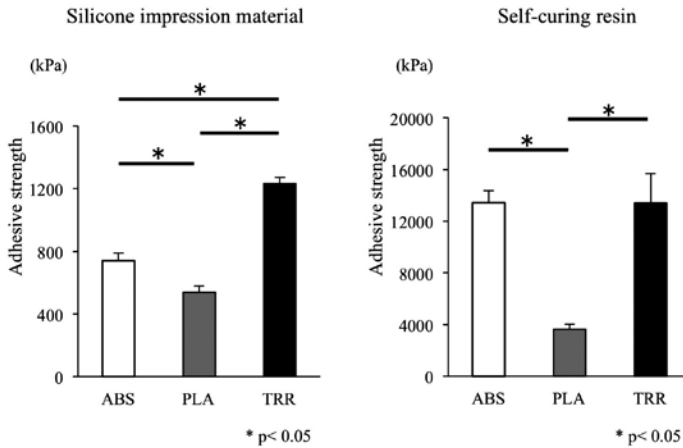


図4 接着強さに材料
接着強さ

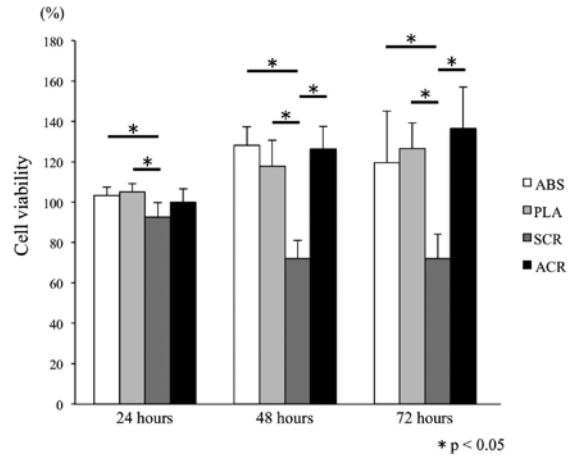


図5 各試験片における細胞生存率

表2 Clinical assessment
術者主観の評価

Patient age, gender	Jaw	Clinical experience of practitioner (years)	Assessment value (Upper: relative value to acrylic resin Lower: absolute value)			
			Trimming	Adhesive (resin)	Adhesive (impression)	Total
67, F	maxillary	34	2.0	3.0	3.0	3.0
			2.4	4.0	5.0	5.0
84, M	maxillary mandibular	34	2.2	3.0	3.0	3.0
			3.6	4.0	5.0	5.0
81, F	mandibular	17	2.8	3.0	3.0	3.0
			2.8	3.0	3.0	3.0
68, F	mandibular	14	2.2	NR	3.0	2.0
			2.4	NR	3.0	2.0
66, F	maxillary mandibular	10	2.4	3.0	3.0	2.0
			2.6	3.0	3.0	2.0
84, M	maxillary	8	2.4	3.0	3.0	2.0
			2.8	3.0	3.0	3.0
72, M	maxillary	7	4.0	3.0	3.5	4.0
			4.0	5.0	5.0	4.0
Mean ± SD		17.7 ± 11.6	2.6 ± 0.7 2.9 ± 0.6	3.0 ± 0.0 3.7 ± 0.8	3.1 ± 0.2 3.9 ± 1.1	2.7 ± 0.8 3.4 ± 1.3

NR: not reported

覚は、アクリルレジンとの相対評価で2.7±0.8、絶対評価で3.4±1.3であり、両者に差は認められなかった。

IV. 考 察

本研究では、われわれが提案した汎用デジタル機器を用いた全部床義歯の複製とそのCAD/CAM複製義歯を用いた印象・咬合採得という臨床での有効性について検討した。

シリコーン印象材の接着強さは、ABS、PLAそれぞれ739.9 kPa、538.7 kPaであった。接着試験に関する過去の報告において、遠藤らは、間接法作業用模型の精度に関する実験結果と臨床応用経験から考えて

490～784 kPa程度が必要かつ十分な条件であると報告している¹⁵⁾。また橋本は模型実験で付加重合型シリコーン印象材の印象除去に印象材に加わる力は上顎では83.3 kPa、下顎では98 kPaであると報告している¹⁶⁾。これらの報告から、ABS、PLAに対するシリコーン印象材との接着力は、従来の材料であるTRRには及ばない結果が得られたが、臨床評価でも支持される結果が得られており、ABS、PLAの接着強さは臨床問題ないと考えられる。またPLAとABS間、PLAとTRR間、ABSとTRR間に有意な差が認められたが、この原因は試験片の表面性状の違いによるものと考えられる。PLA、ABSともに三次元プリンターにて出

力するため、試験片表面には積層段差が認められ、シリコーン印象材との接触面積が規定した面積よりも小さくなっていたと考えられる。PLAにおける表面の積層段差はABSよりもさらに大きいため、有意な差が生じたと考えられる。

常温重合レジンとの接着試験では、PMMA 同士であることから、TRR が最大の接着を示しており、続いてABSが有意な差がないものやや低い値を示している。PLAはTRRに比べて20%ほどの接着力しかなかった。破壊様式を見てみるとPLA、ABSともに混合破壊が半分以上を占めており、この混合破壊では試料片自身が破壊されている母材破壊が見られた。本三次元プリンターでは熱溶融積層法で製作しており、内部構造はメッシュ状となってしまう。それにより引張応力がかかった時にはメッシュ構造が引き離されて破壊されたものと考えられる。咬合採得時の上下顎間関係の固定や印象時の床縁延長のために常温重合レジンを使用する場合には、シリコーン印象材との接着強さから比較して全く問題ない接着強さであると考えられる。ABSとTRRでは接着強さに有意な差が認められなかった。ABS中のスチレンが常温重合レジンに含まれるモノマーと反応しているためと推測される。一方でPLAとTRRの接着強さに有意な差が生じたのは、今回使用したPLA試験片の積層界面はABSと比較して脆く、母材が破断した時点での応力を接着強さとしたことによるためと考えられる。

市販の汎用三次元プリンターの材料の細胞毒性について、線維芽細胞様細胞の生存率を用いて評価した。ABS、PLAともに歯科材料であるアクリル樹脂と比べて、生存率は同程度であった。未重合部分が多いと考えられるSCRでは時間の経過にあわせて生存率が減少し、これまでに歯科用PMMAレジンがラットの口腔粘膜細胞に著しい細胞死を引き起こしているという報告や加熱重合レジンよりも常温重合レジンの方が細胞毒性があるという報告と一致する¹⁰⁻¹³⁾。ポリ乳酸を主成分とする合成樹脂製の器具又は容器包装に関する食品健康影響評価によると、乳酸及びラクチドの溶出による人への健康影響の可能性は低いものと判断されている¹⁴⁾。ABSに関しては、メーカーより化学物質安全性データシートが提出されており、製品内にはGHSの定義に基づくいかなる健康/環境危険有害性物質も含まないことが示されている。さらに、日本国内のメーカーからもABS製の印象用トレー(ディスプレイブルトレー、GC、東京、日本)が販売されている。以上のことから、PLA、ABS製の複製義歯をトレー材料として口腔内での使用することは臨床上

問題ないと考えられる。また、材料自体以外に混入される不純物についての影響は避けられないが、本研究では実際の三次元プリンターからの射出物でも影響がないことが確認されたと考えられる。

細胞毒性においてはPLAとABSには差が認められなかったが、より安価かつ、複製義歯を臨床で使用する上で重要な変形や材料安定はPLAが優れていると言われているため¹⁷⁾、PLAでまず臨床試験を行った。

PLAによるCAD/CAM複製義歯の術者評価に関しては、絶対評価、アクリル樹脂との相対評価の両方とも、バーによる切削に関する項目で評価が低かった。PLAは植物(デンプン)由来のプラスチック素材で、乳酸を重合することによってできる高分子素材であり、石油を使用せず廃棄後、二酸化炭素や水などに分解されることから環境に優しい材料である¹⁸⁾。しかしPLAは耐熱性が低く、柔らかい材料であり、切削時のわずかな熱でもさらに軟化し、切削時に切削片がバーに巻き付き、従来のアクリルレジンを切削する感覚とは大きく異なることが評価が低くなった理由と考えられた。また、CAD/CAM複製義歯母材にも付着し、除去しづらくなっていることが考えられ、切削量が大き 경우에는問題になることが予想された。今回使用したバーは、義歯調整時に使用すると想定される一般的なカーバイドバー(たとえば技工用カーバイドバーHP 7N、松風、京都、日本)であったため、軟性樹脂切削用カーバイドバー(たとえばキャプチャーカーバイドHP、松風、京都、日本)を用いることで、削片除去の改善の可能性があると考えられる。

一方、常温重合レジン・シリコーン印象材と接着感に関する評価、シリコーン印象材との相性に関する評価はアクリルレジンとの相対評価において、ほとんど同等の評価が得られた。これは、*in vitro*の試験による結果からも裏付けられるもので、無歯顎の印象採得、咬合採得では最も重要な臨床項目は問題ないものと考えられる。術者によるPLA製CAD/CAM複製義歯の使用感を評価した結果から総合的に考えると、アクリルレジンと比べて使用感に差はなく、今後切削による問題が解決されれば臨床的により有用な方法になると考えられる。

CAD/CAM複製義歯の適合性に関して、術者は最初に複製義歯の試適を行い、シリコーン系粘膜面適合試験材を用いて確認を行っており、全体の評価および、評価項目以外の使用感による記述でも、その問題は抽出されなかった。またシリコーン印象材を用いて印象採得を行った際の印象材の厚みに関しても、薄く均一な厚みで極端に厚い部分は認められなかった。複製義

歯に求められる精度では、常に安定した精度が得られるデジタル技術の精度が優れていることから支持される。そのため本法を用いた CAD/CAM 複製義歯の適合性に関しては、臨床的に許容できる範囲であると判断された。

評価項目以外で術者から得られた使用感の意見としては、咬合紙にて印記をつけた際、削る以外ではその印記が取れないというものや、白色のシリコン系粘膜面適合試験材をそのまま使うと、同系色の試験材の抜けがわかりにくいというものもあった。この対処法としては、適合試験材の色を調整するほか、異なる色の PLA フィラメントを用いることで解消できると考えられる。

ABS の臨床評価は今回行っていないが、ABS は PLA で問題になった切削感などは材料学的性質では好ましいと考えられるため、今後両者の臨床評価を進めていきたいと考えている。

V. 結 論

汎用デジタル機器を用いて製作した CAD/CAM 複製義歯による印象採得・咬合採得において、

1. 三次元プリンターのフィラメント材料である PLA, ABS と、シリコン印象材、常温重合レジンの接着力は臨床上許容できる強度であると示唆された。
2. PLA と ABS における細胞生存率は SCR より高く、ACR と比べて差はなく、細胞毒性は認められなかった。
3. PLA 製の CAD/CAM 複製義歯による臨床評価では、アクリルレジンと同等の使用感が得られたが、切削感には改善の余地があった。

利益相反

本論文について開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 浜田泰三. 複製義歯. 京都: 永末出版; 1986, 34-42.
- 2) Geering AH, Kundert M, Kelsey CC. Complete denture and overdenture prosthetics. Stuttgart (NY): Thieme Medical Publishers; 1993: 126, 127.
- 3) Morrow RM, Rudd KD, Eissmann HF. Dental laboratory procedures: Complete dentures. St. Louis (MO): The C. V. Mosby Company; 1980: 310-335.
- 4) Katase H, Kanazawa M, Inokoshi M, Minakuchi S. Face simulation system for complete dentures by applying rapid prototyping. J Prosthet Dent 2013; 109: 353-360.
- 5) Inokoshi M, Kanazawa M, Minakuchi S. Evaluation of a complete denture trial method applying rapid

- prototyping. Dent Mater J 2012; 31: 40-46.
- 6) Kawahata N, Ono H, Nishi Y, Hamano T, Nagaoka E. Trial of duplication procedure for complete dentures by CAD/CAM. J Oral Rehabil 1997; 24: 540-548.
- 7) Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, Daher T, Marchack CB, Lowry J. CAD/CAM fabricated complete dentures: Concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. J Prosthet Dent 2012; 107: 34-46.
- 8) Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: Systematic review of historical background, current status, and future perspectives. J Prosthet Dent 2013; 109: 361-366.
- 9) Kurahashi K, Matsuda T, Goto T, Ishida Y, Ito T, Ichikawa T. Duplication of complete dentures using general-purpose handheld optical scanner and 3-dimensional printer: Introduction and clinical considerations. J Prosthodont Res 2017; 61: 81-86.
- 10) Atay A, Bozok Cetintas V, Cal E, Kosova B, Kesercioğlu A, Guneri P. Cytotoxicity of hard and soft denture lining materials. Dent Mater J 2012; 31: 1082-1086.
- 11) Chaves CA, Machado AL, Vergani CE, de Souza RF, Giampaolo ET. Cytotoxicity of denture base and hard chairside relined materials: A systematic review. J Prosthet Dent 2012; 107: 114-127.
- 12) 山田将博, 上野剛史, 堀 紀雄, 木本克彦, 小川隆広. 歯科用ポリメタクリル酸メチルレジン細胞毒性作用機序に関する細胞生物学的考察. 補綴誌 2009; 1: 370-377.
- 13) Goiato MC, Freitas E, dos Santos D, de Medeiros R, Sonogo M. Acrylic Resin Cytotoxicity for Denture Base-Literature Review. Adv Clin Exp Med 2015; 24: 679-686.
- 14) 厚生労働省. ポリ乳酸を主成分とする合成樹脂製の器具又は容器包装に関する食品健康影響評価, <<http://www.fsc.go.jp/hyouka/hy/hy-hyouka-pla170526.pdf>>; 2007 [accessed 16. 12. 12].
- 15) 遠藤弥生, 稲垣亮一, 木村幸平. ゴム印象材とトレー材料との接着強さに関する検討. 東北歯誌 1992; 11: 75-84.
- 16) 橋本邦彦. 有歯顎作業用模型の再現性に関する三次元的研究-印象材の相違による影響の法線方向誤差からの検討-. 歯科材料・器機 1998; 7: 386-405.
- 17) Tymrak BM, Kreiger M, Pearce JM. Mechanical properties of components fabricated with open-source 3-D printers under realistic environmental conditions. Mater Des 2014; 58: 242-246.
- 18) Drumright RE, Gruber PR, Hento DE. Polylactic acid technology. Adv Mater 2000; 12: 1841-1846.

著者連絡先: 倉橋 宏輔

〒 770-8504 徳島県徳島市蔵本町 3-18-15

Tel: 088-633-7347

Fax: 088-633-7461

E-mail: c301551014@tokushima-u.ac.jp

Duplicate complete dentures made by general digital devices: Evaluation of material properties and clinical trial

Kosuke Kurahashi^a, Yuki Iwawaki^a, Takashi Matsuda^a, Takaharu Goto^a, Yuichi Ishida^a,
Teruaki Ito^b and Tetsuo Ichikawa^a

^a Department of Oral and Maxillofacial Prosthodontics, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences

^b Tokushima University Graduate School of Science and Technology

Ann Jpn Prosthodont Soc 9: 357-364, 2017

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to investigate the validity of the process of duplicating complete dentures using general digital devices through the following tests: cytotoxicity test of materials used, adhesion test of materials to a silicone impression material and a self-curing resin, and questionnaires to operators on duplicate dentures in clinical situations.

Methods: The cell viability of mouse fibroblast-like cells in acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) and polylactic acid (PLA) were evaluated as a cytotoxicity test. The tensile strength between the silicone impression material/self-curing resin and ABS/PLA specimen was measured as adhesive strength using a universal testing machine. Six practitioners who used duplicate PLA complete dentures in 7 patients were asked to evaluate the duplicate denture using the original questionnaire.

Results: The cytotoxicity test showed that the cell viabilities in ABS and PLA were similar to that in acrylic resin at the cell culture times of 24, 48 and 72 hours. The adhesion test showed that the adhesive strength between the ABS/PLA and silicone impression material was significantly lower than that between the conventional self-curing resin and silicone impression material. Although the adhesive strength between the PLA and self-curing resin was low, there was no significant difference between the ABS and self-curing resin. The results of the questionnaire showed that the duplicate denture made of PLA would be of similar value compared to the conventional duplicate denture made of acrylic resin.

Conclusions: The present study suggests that the duplicate complete dentures made by our proposed digital process are clinically effective.

Key words:

CAD/CAM, Duplicate denture, Complete denture, 3-dimensional printer, Digital dentistry