

トクヤママスクングオペカーの機械物性と光学特性

株式会社トクヤマデンタル
○野澤 竹志、田中 美菜萌、松尾 拓馬、森崎 宏

Mechanical and Optical Properties of Tokuyama Masking Opaquer
Tokuyama Dental Corporation
○Takeshi Nozawa, Minamo Tanaka, Takuma Matsuo, Hiroshi Morisaki

【緒言】

近年、コンポジットレジン（以下「CR」と略す）は、高い機械物性と簡便な操作性から天然歯だけではなく補綴物にも用いられるような材料となっている。一方で、硬質レジン前歯冠の破折修復や齲蝕等で変色した変色歯質の修復をCRで行う場合、これらの色を遮蔽するために、歯科用色調遮蔽材が使用される。トクヤマデンタルでは新たに色調遮蔽材「トクヤママスクングオペカー」を開発した。

本研究では、「トクヤママスクングオペカー」の機械的性質と光学特性の検討を行った。

【材料および方法】

材料：「トクヤママスクングオペカー」（以下「TMO」と略す。株式会社トクヤマデンタル）、対照としてエステライト LV オペカー（以下「LV」と略す。株式会社トクヤマデンタル）および2種の市販の歯科用色調遮蔽材 A、B を用いた。

1. ビッカース硬度の測定

φ7 mm、高さ1 mmの孔を有するポリアセタール製の型にペーストを充填し、PET フィルムで圧接した後に各推奨時間光照射した。硬化体を型から外し、37℃水中で24時間浸漬した。水中から硬化体を取り出し、ビッカース硬度計（MMT-X7：株式会社マツザワ）を用いて、荷重100gf、荷重保持時間30秒でできたくぼみの対角線長さを測定した。

次式より、ビッカース硬度を求めた。 $HV = F/S = 2 F \sin \theta / d^2 = 1.8544 F/d^2$

（HV：ビッカース硬度，F：荷重（kgf），S：くぼみの表面積（mm²），d：くぼみの対角線長さ（mm），θ：ダイヤモンド圧子の対角面）試験は2個の硬化体でそれぞれ計3点について行い、各対角線長さ（計6点）の平均値及び標準偏差を求めた。得られた結果は、SPSS Statistics 21 (IBM 社)による一元配置分散分析およびTukeyのHSD検定（危険率5%）を用いて統計解析を行った。

2. 光拡散度の測定

PET フィルムの四隅に厚さ0.05mmのテフロン型を置き、フィルム中央にペーストをのせ、上から同形のPET フィルムを重ねて圧接し、上下各面に対して光照射器（Kerr 社製、照射強度：800mW/cm²）でメーカーの推奨する時間の光照射を行い、0.1mm厚の硬化体を作製した。得られた硬化体について、ゴニオフォトメーター（GP-2000：村上色彩技術研究所）を用いて、透過光の光角度分布を測定した。光拡散度を次式に従って算出した。

光拡散度（%） $= 100 \times [(I_{20}/\cos 20^\circ) + (I_{70}/\cos 70^\circ)] / (2 \times I_0)$ （ここで、 I_0 , I_{20} , I_{70} は夫々0°、20°、70°での透過光強度を示す。）試験は5個の試験片について行い、得られた結果は、SPSS Statistics 21 (IBM 社)による一元配置分散分析およびTukeyのHSD検定（危険率5%）を用いて統計解析を行った。

【結果】

結果をTable 1に示した。結果より、TMOは今回評価した市販の遮蔽材よりも短時間の光照射で高いビッカース硬度と比較的高い光拡散性を有する（ $p < 0.05$ ）ことが確認された。

Materials	TMO	LV	A	B
Curing time [sec]	20	40	40	40
Vickers Hardness	40 ^a	24 ^c	12 ^d	28 ^b
Light diffusion [%]	10.5 ^a	2.2 ^d	2.6 ^c	4.8 ^b

Means with same symbol letter are not significantly different ($p > 0.05$)

ファイバー強化型コンポジットレジンにおける硬化後の切削性

株式会社 ジーシー
○向 映紀, 荻谷 周司, 平野 恭佑

Shaping Ability of Fiber Reinforced Composite Resin
GC corporation
○Eiki Mukai, Shuji Kariya, Kyosuke Hirano

研究目的

近年、各社からデュアルキュア型や光重合型の歯科用支台築造材料が販売されており、2024 年 10 月には弊社からショートファイバー配合が配合されたエバーエックス フロー(以下、EXF)の国内向け販売が開始された。EXF は象牙質に近い物性を有している製品であるため、象牙質代替材料として使用可能なことが大きな特長である。一方、支台築造材料には材料特性として、硬すぎず、象牙質に近い切削感(以下、切削性)が求められている。本研究では象牙質代替材料である EXF を含む自社支台築造製品の切削性を評価したので報告する。

材料及び方法

Table 1 に使用した製品を示す。各製品を厚さ 1mm の金型に充填後、平板状の試験体を作製した(各製品 n=5)。この際、光硬化は技工用照射器(ラボライト DUO, ジーシー)により両面(片面/3 分)の光照射を行った。その後、切削する面を SiC 耐

Table 1 Materials

Material	Code	Manufacture	Shade	Lot.
everX Flow	EXF	GC	Bulk	2405021
Dual-Cured Resin Core Product	Product A	GC	Universal	2401301

水研磨紙#120 にて研磨した。また、牛歯は SiC 耐水研磨紙#120 にて象牙質のみの平板状(厚さ 1mm)となるように研磨して調製した。その後、試験体を錘荷重式精密切断機(アイソメット LS, Buehler)に固定し、荷重 50 g, SPEED 10 の条件にて 15 秒間切削した。切削後の削れた長さをマイクロスコープにて測定し、得られた結果については Tukey-Kramer の検定を行い、統計解析した(有意水準 5%, 異なるアルファベット間に有意差あり)。

結果と考察

EXF は牛歯(象牙質)と同等の切削長さを示し、有意差はなかった。また、自社支台築造製品は牛歯(象牙質)よりも有意に大きい切削長さを示した。そのため、両製品は硬すぎず、象牙質と同等以上の切削性を有しており、臨床においても切削での形態修正が容易に行え、象牙質の過剰切削が抑えられることが示唆された。

EXF の切削長さが牛歯(象牙質)と同等になった理由として、最適なアスペクト比で配合されたショートファイバーを含有しており、象牙質の模倣かつ切削性が考慮されたモノマー・ファイバー・フィラー割合のペーストであることが挙げられる。そのため、象牙質と同等の切削長さが発揮されたのではないかと考えられる。

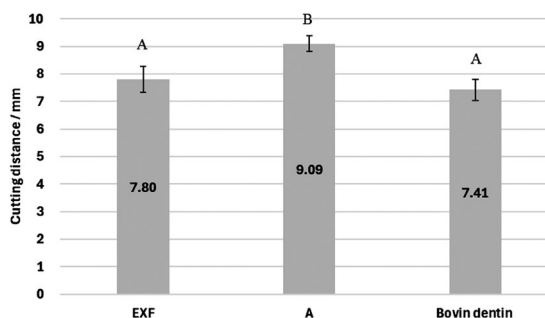


Figure 1 Test Results

結論

エバーエックス フローを使用した支台築造および再根管治療では象牙質の切削と同等の力で形態修正が行え、象牙質および修復部における材料の過剰切削が発生しにくい製品だと考えられる。

異なるタイプのフロアブルレジン耐摩耗性

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹⁾、総合歯学研究所生体工学研究部門²⁾

川本歯科医院³⁾、岩崎歯科医院⁴⁾

○石井 亮^{1,2)}、高見澤俊樹^{1,2)}、柴崎 翔^{1,2)}、須田駿一^{1,2)}、陸田明智^{1,2)}、
宮崎真至^{1,2)}、川本 諒^{1,3)}、岩崎圭祐^{1,4)}

Localized Wear Simulation of Various types of Flowable Resin Composites

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾, Nihon
University School of Dentistry, Kawamoto Dental Clinic³⁾, Iwasaki Dental Clinic⁴⁾

○ISHII Ryo^{1,2)}, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, SHIBASAKI Sho^{1,2)}, SUDA Shunichi^{1,2)}, RIKUTA Akitomo^{1,2)},
MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, KAWAMOTO Ryo^{1,3)}, IWASAKI Keisuke^{1,4)}

【研究目的】

フロアブルレジンの使用頻度は高く、一括充填を可能としたバルクフィルタイプ、ガラスファイバーを含有することで高い破壊抵抗性を示すタイプ、高い物性を有する高強度タイプあるいは単一シェードで優れた審美性を有するタイプなど、最近のフロアブルレジンの特徴および種類は多岐にわたり、目的に応じた製品設計がされている。これらを用いた修復物が口腔内で長期間維持・機能するためには、各製品が有する機械的性質も重要な因子と考えられる。とくに、耐摩耗性については修復物の形状や審美性とともに関係にも影響を及ぼすため臨床使用の際には、考慮すべき機械的性質のひとつである。

そこで、演者らは異なるタイプのフロアブルレジンの耐摩耗性を把握することを目的として、Leinfelder-Suzuki 摩耗試験機を用いた摩耗試験からフロアブルレジンの摩耗挙動について検討した。

【材料および方法】

供試材料は、ショートファイバーフロアブルコンポジットレジンとして everX Flow (EXF, GC) を、バルクフィルコンポジットレジンとして Beautifil-Bulk Flowable (BBF, 松風)、Omunicroma Flow Bulk (OFB, Tokuyama Dental)、Bulk Base Hard II High Flow (BBH, サンメディカル)、Bulk Base Hard II Medium Flow (BHM, サンメディカル)、Bulk Base Hard II Low Flow (BHL, サンメディカル) および SDR Flow+ Bulk Fill Flowable (SF, Dentsply Sirona) を、フロアブルコンポジットレジンとしてグレースフィルゼロフロー (ZF, GC) および Visalys Flow (VF, Kettenbach Dental) を、ユニシェードフロアブルコンポジットレジンとして Beautifil Unishade Flow (BF, 松風) および Omunicroma Flow (OF, Tokuyama Dental) の、合計 11 製品を用いた。

摩耗試験

Leinfelder-Suzuki (Alabama) 摩耗試験機を用いて供試レジンの localized wear を求めた。すなわち、直径 4.5 mm 深さ 6.5 mm の穴の開いたステンレス金型にそれぞれのフロアブルレジンで充填し、耐水性 SiC ペーパーの 4,000 番まで順次研削後、摩耗試験機に金型を装着、荷重 78.5 N、周波数 2 Hz の条件で 400,000 回摩耗試験を行った。なお、アンタゴニストには直径 2.38 mm、のステンレススチール球を用いた。試験終了後、非接触型プロフィロメーター (Proscan 2100) を用いて平均摩耗深さ (μm) および体積摩耗量 (mm^3) から摩耗量を求めた。用いた試片の数は、各フロアブルコンポジットレジンについて 12 個とした。また、供試したフロアブルレジンのフィラー性状を把握するために、通法に従って鏡面研磨した後、アルゴンイオンエッチングを 40 秒間行ったフロアブルコンポジットレジン表面を走査電子顕微鏡観察した。

【成績および考察】

試験の結果から、平均摩耗深さは、70.6~238.6 μm の範囲を示し、ZF が最も低い値を示し、BBH が最も高い値を示した。体積摩耗量は、0.032~0.258 mm^3 の範囲を示し、VF が最も低い値を示し、BHM が最も高い値を示した。フロアブルレジンを用いた咬合負担領域に使用する際は、それぞれの耐摩耗性を勘案する必要性が示唆された。

【結論】

耐摩耗性は、用いたフロアブルコンポジットレジンの種類によって異なった。

支台築造用レジンの曲げ特性

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹⁾, 総合歯学研究所生体工学研究部門²⁾

○嘉月 駿¹⁾, 石井 亮^{1,2)}, 高見澤俊樹^{1,2)}, 青木良太¹⁾,
武藤 玲¹⁾, 林 佳奈¹⁾, 笠原悠太¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}

Flexural properties of resin-based build up materials

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾, Nihon University School of Dentistry, Kawamoto Dental Clinic³⁾, Iwasaki Dental Clinic⁴⁾

○KATSUKI Shun¹⁾, ISHII Ryo^{1,2)}, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, AOKI Ryota¹⁾,
MUTO Rei¹⁾, HAYASHI Kana¹⁾, KASAHARA Yuta¹⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}

【研究目的】

齲蝕や破折によって実質欠損が生じた歯冠部の修復は、欠損部位や範囲、歯髄の有無、審美性および咬合状態などを勘案して修復法および使用材料が選択される。直接法および間接法いずれの修復法においても、欠損範囲によっては、操作性、接着性および審美性の観点から支台築造用レジンを用いた築造が行われる。現在、様々な種類の支台築造用レジンが使用されているが、用いる製品によっては機械的性質が異なる可能性があるものの、その詳細については不明である。

そこで、演者らは異なるタイプの支台築造用レジンの曲げ特性を把握することを目的とした。すなわち、3点曲げ強さ試験から、供試材料の曲げ強さ、弾性係数およびレジリエンスを求めるとともに、フィラー性状について走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察を行った。

【材料および方法】

供試材料として、フロアブルコンポジットレジン 9 製品、バルクフィルフロアブルコンポジットレジン 9 製品、デュアルキュア型コア用レジン 4 製品およびライトキュア型コア用レジン 3 製品の、合計 25 製品を用いた。

1. 曲げ特性

曲げ強さ試験は、ISO 4049 に準じて行った。すなわち、25 mm × 2 mm × 2 mm のステンレス製割型にレジンペーストを填塞し、ストリップを介してスライドガラスを用いて圧接した。デュアルキュア型の材料においては、光照射を行う条件 (デュアルキュア条件) とこれを行わない条件 (セルフキュア条件) とした。コア用レジンデュアルキュア条件および光照射が必要な材料については、試料を 3 等分して、それぞれ 30 秒間の光照射を上面および底面から行った。一方、コア用レジンセルフキュア条件では、レジンペーストを割型に填塞、圧接した後、1 時間大気中に保管した。すべての試片は、割型から取り出した後、試片の全面を耐水性 SiC ペーパーの #1,200 まで順次研削し、3 点曲げ試験用試片とし、37 ± 1℃ の暗所に 24 時間保管した。所定の保管期間が終了した試片について、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて支点間距離 20.0 mm、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件で曲げ強さを測定するとともに、応力-ひずみ曲線から弾性率およびレジリエンスを、試験機に付属するソフトウェアを用いて算出した。なお、試片の数は各条件について 12 個とした。

2. 曲げ特性

供試した支台築造用レジンフィラー性状を把握するために、硬化試片を鏡面研磨後、アルゴンイオンエッチングを 40 秒間行い、金蒸着した。次いで、レジン表面を加速電圧 10kV の条件で走査電子顕微鏡観察した。

【成績および考察】

試験の結果から、支台築造用レジン曲げ特性は用いた材料によって異なった。デュアルキュア型コア用レジンデュアルキュア条件は、他のカテゴリーの支台築造用レジンと比較して高い曲げ強さおよび弾性係数を示した。しかし、デュアルキュア型コア用レジンセルフキュア条件は、デュアルキュア条件と比較して有意に低い曲げ強さを示した。したがって、デュアルキュア型コア用レジンにおいても、機械的性質の向上に光照射は重要であることが示された。

【結論】

供試した支台築造用レジン曲げ特性は、製品によって異なるものであった。

フッ化ジアンミン銀で処理した象牙質に対する 「ア・ウーノ オペーカー」の遮蔽性および接着性

YAMAKIN 株式会社
○塩毛和樹, 水田悠介, 加藤喬大

Opacity and adhesion of “A・UNO Opaker” to dentin treated with silver diamine fluoride
YAMAKIN CO., LTD.
○Kazuki Shioke, Yusuke Mizuta, Takahiro Kato

【目的】

近年高齢化によって、歯周病に伴う根面う蝕が急速に増加している。これに対して、フッ化ジアンミン銀 (silver diamine fluoride) を用いた治療の有効性が知られているが、歯質の黒変による審美性の影響および歯科用ボンディング材の接着力低下が懸念されている。そこで本研究では、SDF で処理した象牙質に対して、歯科用遮蔽材料用いて、遮蔽性と 2 種類のボンディング材を用いて接着性の評価をおこなった。

【材料および方法】

ウシ下顎中切歯を湿式研磨にて象牙質を露出させた後、耐水研磨紙 (P600) で研磨後、「サホライド液歯科用 38%」(ビーブランド・メディコーデンタル, 以下, SDF) で処理 (塗布後, 3 分静置, 水洗) した。この SDF 処理試料をそれぞれ歯科重合用光照射器 (ペンギンアルファ, YAMAKIN) の STD モードで 20 秒光照射し, 光照射前後の試験片をデジタルカメラで撮影し, Photoshop (Adobe Inc.) のグレースケールモードで, 象牙質の中心付近 (0.5×0.5 mm) の L*値 (明度) を 6 点測定し, 平均値を求めた。同様に SDF 処理試料を P600 耐水研磨紙で表面から 0.1mm, 0.3mm, 0.5mm の深さまで研磨したものと, SDF 処理試料を歯科用遮蔽材「ア・ウーノ オペーカー」(YAMAKIN, 以下, オペーカー) で象牙質の半分に 0.4 mm 塗布した試験片についても L*値を測定し, L*値を比較することで遮蔽性を評価した。

接着性を評価するため, 遮蔽性評価と同様の試験片を用い, 接着面積を直径 2.0mm とし, 「クリアフィル AP-X」(クラレノリタケデンタル) をシリコン円柱 (直径 4.0×4.0mm) に充填したものを試験片とした。試験片を 37℃で蒸留水に 1 晩浸水させた後, クロスヘッドスピード 1.0 mm/min でせん断試験をおこなった。ボンディング材は, 市販ボンディング材「アクアボンド 0-n」(YAMAKIN, 以下, アクアボンド) と試作ボンディング材を用いた。せん断接着強さの統計分析は一次元配置分散分析および Turkey-Kramer による多重比較を用いた ($p < 0.05$)。

【結果および考察】

象牙質の L*値 (明度) は, SDF 処理前が 82 で, 処理後が 6 であり, 0.1 mm (32), 0.3 mm (51), 0.5 mm (67) と研磨量の増加とともに高くなった。オペーカーを塗布した象牙質の L*値は, 56 であり SDF 処理後に 0.3 mm と 0.5 mm 研磨した L*値の中間程度まで回復した (Fig)。

アクアボンドの SDF 処理後は SDF 未処理と比べて, せん断接着強さが低下し, SDF 浸透層を研磨することで接着強さが回復する傾向があったが, SDF 未処理の値までは回復しなかった。一方, 試作ボンディング材においても SDF 処理によりせん断接着強さが低下したが SDF 処理後もアクアボンドの SDF 未処理と同等の高いせん断接着強さであり, 表面を 0.1 mm 研磨することで SDF 未処理と有意差のない値であった。

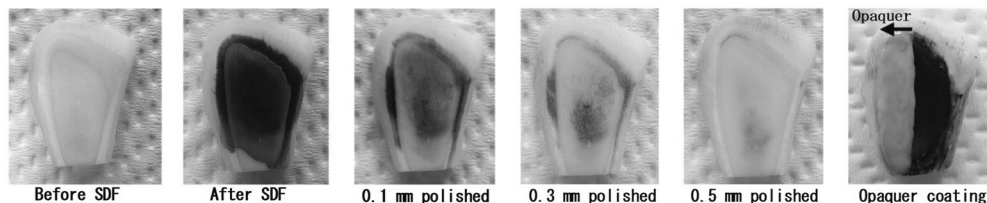


Fig. Dentin for each surface treatment

【結論】

SDF で処理した象牙質は, オペーカーで遮蔽することで表面の研磨をせずとも審美性の回復ができることが示唆された。また, 試作ボンディング材は SDF 処理後においても高い接着性を示し, 表面を 0.1 mm の研磨することによって, SDF 未処理と同等の値になることが分かった。

3D プリントクリアインデックステクニックを用いた Simplified ダイレクト CR ブリッジのリアルタイム重合収縮応力解析

1. 徳島大学大学院医歯薬学研究部再生歯科治療学分野 2. 徳島大学大学院医歯薬学研究部口腔顎顔面矯正学分野
○松野 泰樹¹ 渡邊 佳一郎² 伊田 百美香¹ 内海 雄太¹ 井内 智貴¹ 保坂 啓一¹

Real-Time Polymerization Shrinkage Stress Analysis of Simplified Direct Composite Resin Bridges Using the 3D-Printed Clear Index Technique

1. Department of Regenerative Dental Medicine, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences
2. Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences

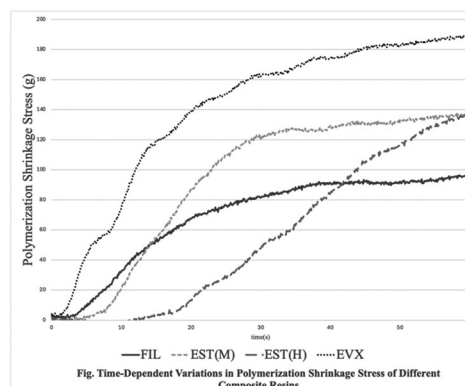
○MATSUNO Taiki¹, WATANABE Keiichirou², IDA Yumika¹, UTSUMI Yuta¹, IUCHI Tomoki¹, HOSAKA Keiichi¹

【研究目的】近年、接着技術の向上に伴い、コンポジットレジン（CR）を用いた修復治療が普及している。その中でも、従来の方法と比較し、生体への侵襲が少なく、より審美的な治療法としてダイレクト CR ブリッジが注目されている。特に、術者の技術的ばらつきを抑え、より標準化された簡便な手法として、デジタル設計された 3D プリントクリアインデックスを用いたフロアブル CR の適用が期待されている。この手法により、短時間で精密な修復が可能となるが、CR のブロック単位での重合に伴う収縮応力が修復精度に及ぼす影響についての基礎研究は十分に行われていない。そこで本研究では、6 軸力覚センサーを用いることによって、Simplified ダイレクト CR ブリッジの支台歯にかかる重合収縮応力をリアルタイムで動的応力解析することを目的とした。

【材料と方法】下顎左側第一大臼歯の欠損をシミュレーションして実験を行うため、まず CAD ソフト (exocad, exocad GmbH) を用いて、#35 #37 支台歯模型を設計し、3D プリンター (Saturn Ultra 4, ELEGOO 社製) で造形した (Water Washable Resin, SKhonpo)。2 本の支台歯は、6 軸力覚センサー (CFS018CA101A, Leptirino) に欠損側隣接面の最小距離が 1.1cm になるよう装着した。その後、口腔内スキャナー (TRIOS 3, 3Shape) で支台歯のスキャンを行い、得られた STL データをもとに、ボンディング及び連結部デジタルワックスアップを行い、更に negative form に一致する、インデックスを CAD ソフト上で設計した。インデックスは弾性 3D プリントブルレジジン (BioMed Flex 80A, Formlabs) を業者指示通り造形し製作した。その後、支台歯模型にボンディング剤 (クリアフィルメガボンド 2, クラレノリタケデンタル) を用いて接着操作を行い、次に、3D プリントクリアインデックスを装着した後、アクセスホールから 4 種類のフロアブル CR (Filtek Fill and Core Flowable Restorative Plus (Solventum Co.), ESTELITE Universal Flow [Medium] および [High] (Tokuyama Dental), everX Flow (GC Dental)) (以下 F&C, EST (M), EST (H), EVX) を注入し、頬側面、咬合面、舌側面に光照射器 (VALO, Ultradent) を用いて各面 4 秒×3 回ずつ光照射を行った。光重合時の重合収縮応力について、6 軸力覚センサーを用いてリアルタイムで重合収縮応力を 60 秒間モニターした。得られた重合収縮応力は、20 秒、30 秒、40 秒、60 秒の時点で Bonferroni 補正 Welch の t 検定を用いて有意水準 5% で統計解析を行った。(N=3)

【結果と考察】重合収縮応力の解析の結果、20 秒、40 秒、60 秒時点で EVX の重合収縮応力 (139g, 174g, 188g) が他の CR と比較して統計学的有意に高いことが示された ($p<0.05$)。これは、EVX ではフィラー含有率が低いため、応力増加の原因になったと示唆される。一方、FIL の 60 秒時点での重合収縮応力 (97g) は他の CR と比較して有意に低く ($p<0.05$)、これは FIL に含まれるモノマー成分に重合収縮応力を緩和する作用があるためと示唆される。また、EST (M) と EST (H) の比較では、30 秒時点で有意差 ($p<0.05$) が認められ、これはお互いのフィラー含有率の違いが重複挙動に影響を及ぼした結果であると示唆される。

【結論】本研究の結果、6 軸力覚センサーを用いたリアルタイム動的応力解析は、CR の重合収縮応力の評価に有効であることが明らかとなった。また、CR の種類の違いによって重合収縮応力の経時的変化が異なることが示唆された。今後は、本研究手法を応用し、Simplified ダイレクト CR ブリッジ作製時の支台歯にかかる重合収縮応力を最小限に抑えるためのさらなる研究が求められる。



ショートファイバー含有バルクフィルフロアブルコンポジットレジン の重合収縮量および圧縮強度の検討

¹⁾九州大学病院 歯内治療科 ²⁾九州大学 大学院歯学研究院 歯科先端医療評価・開発学講座

³⁾九州大学 大学院歯学研究院口腔機能修復学講座 歯科保存学研究分野

○田中 弥秀¹⁾ 木下 康平^{1,2)} 兼子 大志¹⁾ 木下 実咲¹⁾ 長谷川 大学¹⁾ 鮎川 保則²⁾ 前田 英史^{1,3)}

Evaluation of Polymerization Shrinkage and Compressive Strength of Short Fiber-Reinforced Bulk-Fill Flowable Composite Resin

¹⁾Department of Endodontology, Kyushu University Hospital

²⁾Division of Advanced Dental Devices and Therapeutics, Faculty of Dental Science, Kyushu University

³⁾Department of Endodontology and Operative Dentistry, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University

○Yasuhide Tanaka¹⁾, Kohei Kinoshita^{1,2)}, Hiroshi Kaneko¹⁾, Misaki Kinoshita¹⁾, Daigaku Hasegawa¹⁾, Yasunori Ayukawa²⁾, Hidefumi Maeda^{1,3)}

【目的】

ショートファイバー含有フロアブルバルクフィルコンポジットレジンとは、最近、日本での販売が開始された新規デンチンリブレイス材料である。これは、Optimal Aspect Ratio (OAR)テクノロジーを活用したショートファイバー配合により、高い破壊靱性とクラック伝播抑制作用を特徴とするが、詳細については明らかになっていない。本研究では、ショートファイバー含有バルクフィルフロアブルコンポジットレジンにおける重合収縮および圧縮強度を、支台築造および裏層材に用いられる各種フロアブルコンポジットレジンと比較解析することを目的とする。これにより、ショートファイバー含有バルクフィルフロアブルコンポジットレジンの臨床応用における有用性および適応範囲に関する知見を見出すこととした。

【材料および方法】

- ・使用レジン材料：ショートファイバー含有バルクフィルフロアブルコンポジットレジンとしてエバーエックスフロー（ジーシー）、バルクフィルコンポジットレジンとしてユニフィルコア（ジーシー）、充填用コンポジットレジンとしてグレースフィルゼロフロー（ジーシー）を使用した。
- ・試料作製方法：重合収縮量測定には直径 5mm、高さ 2.5mm、また、圧縮試験には直径 3mm、高さ 6mm の円柱状のプラスチック容器を使用し、上記 3 種類のレジン材料を充填し、光照射した硬化体を作製した。
- ・重合収縮量測定：プラスチック容器とレジン試料との隙間を重合収縮量とし、走査型電子顕微鏡を用いて、1 試料につき 20 点の間隙を測定した。その後、重合収縮量から体積収縮率を算出した。
- ・圧縮試験：試料を 24 時間水中保存後、圧縮試験機（オートグラフ、島津製作所）により圧縮試験を行い、最大応力および試験片の表面積から圧縮強さを算出した。

尚、測定データは、重合収縮量と圧縮強さにおいて統計解析（分散分析および多重比較検定）を行い、有意水準を 5% とした。

【結果および考察】

- ・重合収縮量：ユニフィルコアが他の 2 つのレジン材料と比較して有意に重合収縮量が少ないという結果となった。しかしながら、今回使用した全てのレジン材料の体積収縮率は 1.0～2.5%であり、本研究のレジン材料を臨床において使用する際の重合収縮による影響は少ないと考えられる。
- ・圧縮強さ：圧縮試験の結果、エバーエックスフローは他の 2 つの材料よりも圧縮強さが有意に高かった ($p < 0.05$)。この結果は、エバーエックスフローのショートファイバー含有による高いクラック伝播抑制作用に起因するものと考えられる。

そのため、エバーエックスフローはより強度が求められる咬合力の大きな臼歯部や、残存歯質が少ない歯に適した材料であると考えられる。

【結論】

- ・本研究で使用した全てのレジン材料において体積収縮率は 1.0～2.5%であり、重合収縮による影響は少ない。
- ・エバーエックスフローがユニフィルコアおよびグレースフィルゼロフローよりも高い圧縮強さを有する。

歯の色調変化におけるユニバーサルシェードコンポジットレジンの色調適応性

昭和医科大学歯学部歯科保存学講座保存修復学部門

○新妻由衣子, 菅井琳太郎, 渡邊仁美, 小林幹宏

Evaluation of color Adjustment Potential of Universal shade Resin Composite to Tooth color change

Department of Conservative dentistry, Division of Operative Dentistry,
Showa Medical University school of Dentistry

○NIIZUMA Yuiko, SUGAI Rintaro, WATANABE Hitomi, KOBAYASHI Mikihiro

【目的】

近年, 単色のシェードのみで幅広い色調を再現することのできるユニバーサルシェードのコンポジットレジン (URC) が開発, 販売されている. 症例に応じてシェードを選択し, 歯の複雑な色調に合わせて複数のシェードを組み合わせることで色調を再現する必要のない URC は多くの臨床家に好まれ, 広く臨床で使用されている. URC は製品によって色調再現のメカニズムが異なり, 光の透過性や拡散性を利用したものや構造色を応用したものがあるが, 多くの URC 製品が前者の特徴を有している. そうした URC について基礎的研究が実施され, その色調適合性について報告されているが, URC 修復した歯に色調変化が生じた場合に URC の色調がどのように適応, 変化するかについては明らかにされていない.

本研究では, 歯質の色調変化に伴う URC の色調適応性について, ヒト抜去歯にオフィスホワイトニングを行い評価した. (昭和大学における人を対象とした研究などに関する倫理委員会 承認番号 2024-243-A).

【材料および方法】

ヒト抜去歯は上顎前歯部を用い, 明度順に並べた VITA classical シェードガイドにて A3 から A3.5 のヒト抜去歯を選定した. 窩洞は歯冠中央に直径 2, 0mm, 深さ 2, 0mm の円柱状とし, URC である TRANSCEND (TSD, ULTRADENT) の UB シェードを充填した. マルチシェードコンポジットレジンとして, PALFIQUE ESTELITE PASTE の A3 シェード (PEL, TOKUYAMA DENTAL), CLEARFIL MAJESTY ES FLOW の A3 シェード (CMF, Kuraray Noritake Dental) を用いた. コンポジットレジン (RC) を充填 24 時間経過後に Opalescence Boost 35% (ULTRADENT) にてオフィスホワイトニングを実施した. 薬剤塗布後 5 分間放置・3 分間光照射・7 分間放置を 3 回実施し, これを 1 セッションとした. ホワイトニング前後の色調評価は視感比色法と分光測色法を用いて行った. 視感比色法では臨床経験 10 年以上の 2 名の歯科医師で明度順に並べた VITA classical シェードガイドを用いた. 分光測色法では, RAYPLICKER COBRA (BOREA) を用いて, 各試験片の歯面 4 点, RC4 点を測色し, CIE1976L*, a*, b* 表色系で評価した. 得られた L*, a*, b* 値から歯面と RC 間の色差 CIELAB (ΔE^*_{ab}) および CIE2000 (ΔE_{00}) を算出し, 評価した.

【結果】

視感比色法では, オフィスホワイトニングにより歯の色調は明度順に並べたシェードガイドにて 4~7 段階程度明度が上昇した. 分光測色法ではすべての試験片にて $\Delta E^*_{ab}=2.7$, $\Delta E_{00}=1.8$ 以上の色調改善が認められた. オフィスホワイトニング前後での歯面と RC 間の色差を比較すると, PEL と CMF ではホワイトニング後に色差は大きくなる傾向にあった. 一方 URC である TSD は, ホワイトニング前より術後の方が色差は小さくなり, ホワイトニングによる歯の色調変化に対し色調適応性が認められた.

【結論】

ユニバーサルシェードコンポジットレジンにて修復したヒト抜去歯に対し, オフィスホワイトニングを実施し色調を変化させ, 色調適応性を評価した結果, 本研究においてはオフィスホワイトニングにより色調を変化させた後の歯に対し UCR は色調適応性を示した.

市販ペーストタイプコンポジットレジン

日本大学松戸歯学部保存修復学講座¹, 日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻²

○神谷 直孝¹, 寺中 文子¹, 庫川 幸利¹, 内山 敏一¹, 小嶋 康世², 石川 豊², 今村 亮哉², 小峯 千明¹

Comparison of shrinkage stress of commercially available paste-type composite resins

Department of Operative Dentistry¹, Nihon University Graduate School of Dentistry at Matsudo²

Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○Naotaka Kamiya¹, Ayako Teranaka¹, Yukitoshi Kurakawa¹, Toshikazu Uchiyama¹, Yasutoshi Ojima², Yutaka Ishikawa², Ryoya Imamura², Chiaki Komine¹

【緒言】 直接修復に用いられるコンポジットレジン, その性状や用途によってペースト, フロアブル, バルクフィル, パッカブル, デンチンリプレースメントなどに分類されている. 現在の臨床ではフロアブルレジンが多用されるが, 流動性が妨げになる症例, 強度や賦形性が要求される症例にはペーストタイプレジンを選択することがある. 深い窩洞にコンポジットレジン修復を行う場合, 硬化可能深度や発生する収縮応力を考慮して分割積層充填を行うことが一般的だが, 明度の高いシェードで深さ2mm以内の窩洞を修復する場合は一括充填で修復することが可能である. ペーストタイプレジンには国内メーカーに限定しても10種類以上の製品を認め, それぞれに異なる特徴が付与されているが, 各製品の収縮応力に関する情報はほとんどない. そこで, 国内メーカーの市販ペーストタイプレジンから4種を選択し, 深さ2mmの窩洞に一括充填した際に発生する収縮応力の経時的変動を比較することとした.

【材料と方法】 ペーストタイプレジンにはビューティフィルⅡLS(松風, BL), クリアフィルマジスティ ES-2(クラレノリタケデンタル, CM), エステライトΣクイック(トクヤマ, ES), ジーニアルアコード(GC, GA)のA2シェードを使用した. 収縮応力測定は本学歯科生体材料学講座の試作型サーボ駆動式収縮応力測定装置を使用した. レジンを充填するモールドは, 外形10mm, 内径6mm, 深さ2mm, C値2.3の1級窩洞に類似した黄銅製開放型モールドを使用した. モールド被着面をサンドブラスト処理し, 金属接着プライマー(アロイプライマー, クラレノリタケデンタル)で処理後, ボンディング材(メガボンド2, クラレノリタケデンタル)を塗布し, 光照射器(ペンキュア, モリタ)で10秒間光照射し接着処理を行った. 各レジンモールドに一括充填後, ポリエチレンシートを介してスライドグラスで圧接し, 開放面から5mmの距離に照射口を固定し10秒間光照射を行った. コンポジットレジンへの光照射開始と同時に測定を開始し, 収縮応力の上昇を認めなくなるまで連続して記録した. 光照射開始から10, 30秒, 1, 3, 5, 10, 30, 60分後の収縮応力と, 収縮応力の上昇を認めなくなった時点(最大収縮応力)として, それぞれの平均値を算出した(n=5). 測定時間ごとの各レジン収縮応力と最大収縮応力に関して多重比較検定を行った(Tukey, P<0.01).

【結果と考察】 測定時間ごとの各レジン収縮応力をFig.に示す. 最大収縮応力はCMが最も小さく, 次いでES, BL, GAの順に大きかったが, 光照射開始10秒後から3分後まではBLとGAの収縮応力に有意差は認めなかった. コンポジットレジン収縮応力は材料の物性, 特にフィラー含有率の増加によって大きくなる曲げ強さ, 曲げ弾性率と強く相関するとされており, 本結果も各レジン収縮応力の曲げ強さ, 曲げ弾性率を反映しているものと考えられる.

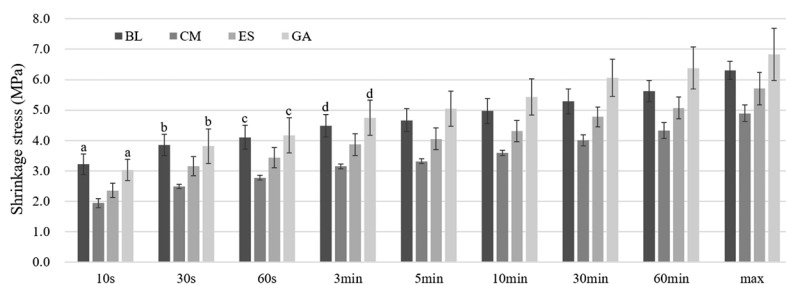


Fig. Changes in shrinkage stress of paste-type composite resins with elapsed time from the start of light curing
max: maximum shrinkage stress Same small letter indicates no significant difference (p>0.01, n=5)

【結論】 深さ2mmのモールドに一括充填したペーストタイプコンポジットレジン収縮応力はCMが最も小さく, 次いでES, BL, GAの順となった. 光照射開始10秒後から3分後まではBLとGAの収縮応力に有意差は認めなかった.

本研究に関連し, 開示すべき利益相反関係はありません.

本研究はJSPS科研費 23K09174の助成を受けたものです.

ホワイトニング後におけるユニバーサルシェードコンポジットレジンの色調適合性

昭和医科大学歯学部歯科保存学講座保存修復学部門
○利井伸光, 菅井琳太郎, 新妻由衣子, 小林幹宏

Color match of Universal shade resin composite after tooth bleaching
Department of Conservative Dentistry, Division of Operative Dentistry,
Showa Medical University School of Dentistry
○TOSHII Nobuhiko, SUGAI Rintaro, NIIZUMA Yuiko, KOBAYASHI Mikihiro

【研究目的】

コンポジットレジン（以下、RC）修復された歯面にホワイトニングを行った場合、RCの色調が一致せず、再修復が必要となる。これは、ホワイトニングがRCに対して漂白効果がなく、周囲歯面と色調の適合性が損なわれるためである。近年広く普及しているユニバーサルシェードコンポジットレジン（以下、URC）は光透過性、光拡散性および構造色の特性を応用することによって、周囲の色調に調和すると報告されている。しかし、URCで修復された歯のホワイトニング後の色調適合性に関する報告は少ない。本研究ではホワイトニング後の歯面に対するURCの色調適合性の評価を行った。なお、本研究は昭和大学における人を対象とする研究等に関する倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号 2024-243-A）。

【材料および方法】

本研究では齲蝕や亀裂がなく、色調がVITA クリシカルシェードガイドの明度順でB2からC4のヒト上顎抜去前歯を24本用いた。またURCとしてオムニクロマ フロー（トクヤマデンタル, OC）、クリアフィルマジエスティ ES フローLow Universal（クラレノリタケデンタル, ES）、ビューティフィルユニシェード（松風, BU）と対照群としてシェードがA2のフィルテックシュープリームウルトラフロー（3M, SU）を用いた。歯冠中央に直径2.0mm、深さ2.0mmの円柱状の窩洞を形成した。接着処理ではG-ブレイムオボンド（GC）を塗布し、強圧でエアブローを行い、10秒間光照射した。RCを窩洞に充填し、20秒間の光照射で重合させた後、常温重合レジンにて包埋固定し、脱イオン水中に浸漬させ37℃恒温器に保管した。充填から24時間後にスーパースナップ（松風）のディスク紫、緑、赤をそれぞれ3,000回転/分にて10秒ずつ研磨したものを試験片とした。その後、オパールエッセンス Boost 35%（ウルトラデント）でメーカーの指示通りにオフィスホワイトニング（以下、OW）を1週間の間隔を空けて計3回行った。色調には分光測色計のレプリカコブラ（BOREA）で、各試験片の歯面4点、RC4点を測色し、CIE1976L*, a*, b*表色系で評価した。測色はOW前（NT）とOW1, 2, 3回目（OW1, OW2, OW3）の24時間後の計4回行い、測色点を規定するためのガイドを作製し、同一点を暗室にて測色した。測色で得られたL*, a*, b*値から歯面とRCの色差をCIELAB（ ΔE^*_{ab} ）およびCIE2000（ ΔE_{00} ）の平均を算出し、評価した。

【結果および考察】

本研究では、全ての試験片はOWにより歯の色調の改善を認め、その平均は ΔE^*_{ab} が4.3、 ΔE_{00} が3.2であった。NTにおいて歯面とRCの ΔE^*_{ab} が、OC 3.1, ES 2.6, BU 2.7, SU 4.4であり、 ΔE_{00} が、OC 2.5, ES 2.0, BU 2.1, SU 3.1であった。また、OW3の ΔE^*_{ab} が、OC 2.8, ES 2.6, BU 2.3, SU 3.3であり、 ΔE_{00} が、OC 2.2, ES 1.9, BU 2.0, SU 2.5であった。各測定値において、臨床で許容可能とされている閾値（ $\Delta E^*_{ab}=2.7$ 、 $\Delta E_{00}=1.8$ ）を用いて評価した結果、 ΔE^*_{ab} のNTのESと、OW3のES, BUは閾値を超えなかったが、他の値はすべて閾値を超えた。また、URCでは ΔE^*_{ab} および ΔE_{00} の値がNTとOW3で変化が少なかった。

【結論】

本研究の範囲では、OW前後における ΔE^*_{ab} および ΔE_{00} の値が一定であったため、OW後もURCの色調適合性が認められた。

PEEK 材に関する色彩学的な評価

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座 歯科保存学分野 歯冠修復学
○内野 仁, 村瀬由起, 二階堂 徹, 奥山 克史

Colorimetric evaluation of PEEK materials.

Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science
and Rehabilitation, Asahi University School of Dentistry
○Hitoshi UCHINO, Yuki MURASE, Toru NIKAIIDO, Katsushi OKUYAMA

【目的】

メタルフリーで審美性の高い修復材料による治療の必要性が高まっている。その流れの一環として、我が国では優れた機械的性質を有する PEEK (Poly Ether Ether Ketone) が 2023 年 12 月に保険収載された。最近、白色顔料を添加した PEEK 材も新たに開発された。しかし、PEEK の臨床応用においては、他の歯冠色材料と比較して色調に関する視覚的課題が指摘されているが、その色彩学的な評価について十分に検討されていない。本研究では CAD/CAM 用 PEEK 材の色調を測定し、CAD/CAM 用コンボジットレジンブロックおよびジルコニアブロックと比較検討を行ったので報告する。

【材料および方法】

本研究で使用した CAD/CAM 用歯科材料は、PEEK 材として松風 PEEK (PEEK、シェード: ivory, white), 比較材料として松風ブロック HC HARD II (CR、シェード: A1, A2, A3, A3.5, A4)、松風ディスク ZR ルーセントウルトラ (ZR、シェード: A1, A2, A3) の焼結体である。試料は 15 mm × 14.5 mm、厚さ 10 mm のブロック状に切り出した。背景色として黒色の標準板を用いた。デジタル色調分析器 (SE7700、日本電色) を用いて測色を行い ($L^*a^*b^*$ 表色系, $n=10$), 白色標準板との色差 ($\Delta E^*(ab)$) を算出した。得られたデータは正規性および等分散性を確認後、Dunn's test with Bonferroni correction ($\alpha=0.05$) を用いて統計分析を行った。

【結果と考察】

各試料の黒背景での L^* , a^* , b^* , $\Delta E^*(ab)$ の値を Table. 1 に示す。

L^* 値について、CR および ZR が 49.92 ± 0.03 , 57.63 ± 0.04 に対し、PEEK と PEEK WHITE は 86 以上の有意に高い値を示した ($p<0.05$)。さらに PEEK と PEEK WHITE の L^* 値間にも有意な差が認められた ($p<0.05$)。 a^* 値に関しては、CR と ZR が負の値を示したのに対し、PEEK と PEEK WHITE は正の値を示した。PEEK は CR (A1, A2, A3, A3.5), ZR (A1) 群、PEEK WHITE は CR (A1, A2, A3, A3.5) 群との間に有意な差が認められた ($p<0.05$)。 b^* 値については、CR と ZR よりも PEEK と PEEK WHITE の方が高い値を示した。PEEK は、CR (A1, A2) および ZR (A1, A2, A3) 群、PEEK WHITE は、CR (A1, A2) および ZR (A1, A2) 群との間に有意な差が認められた ($p<0.05$)。一方で、PEEK と PEEK WHITE は、CR および ZR よりも白色標準板との色差値が少なかった。以上の結果から、PEEK と PEEK WHITE は他の歯冠色材料と比べて明度が著しく高く、赤味と黄味が強いことがわかり、この PEEK の色彩学的な特徴が臨床における色調適合性に影響を与えることが示唆された。

Table.1 Color measurement results of various materials against black background ($n=10$).

	L^*	a^*	b^*	$\Delta E^*(ab)$
PEEK	86.25 ± 0.13	1.67 ± 0.01	16.00 ± 0.07	20.23 ± 0.05
PEEKW	88.99 ± 0.22	0.97 ± 0.06	10.65 ± 0.13	14.32 ± 0.22
CR-A1	57.63 ± 0.04	-1.95 ± 0.02	1.72 ± 0.03	40.96 ± 0.04
CR-A2	57.09 ± 0.05	-1.39 ± 0.02	2.31 ± 0.01	41.51 ± 0.05
CR-A3	53.36 ± 0.05	-1.37 ± 0.02	4.36 ± 0.03	45.39 ± 0.05
CR-A3.5	53.20 ± 0.04	-1.34 ± 0.02	5.49 ± 0.04	45.66 ± 0.04
CR-A4	49.92 ± 0.03	-1.13 ± 0.02	4.34 ± 0.03	48.80 ± 0.03
ZR-A1	56.11 ± 0.15	-1.27 ± 0.03	0.46 ± 0.04	42.43 ± 0.15
ZR-A2	57.26 ± 0.41	-0.98 ± 0.04	0.22 ± 0.06	41.27 ± 0.42
ZR-A3	57.23 ± 0.12	-0.65 ± 0.02	3.50 ± 0.02	41.44 ± 0.12

各種レジンセメントの Poly-ether-ether-keton 材 (PEEK) への接着性

- 1) 岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野
- 2) 東北大学大学院歯学研究科 歯科生体材料学分野
- 3) 岡山大学病院 歯科 (総合歯科部門)

○入江正郎¹⁾, 岡田正弘^{1,2)}, 矢部 淳³⁾, 武田宏明³⁾, 山本直史³⁾, 松本卓也¹⁾

Bonding ability to Poly-ether-ether-keton (PEEK) of various resin cements

- 1) Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences.
 - 2) Department of Dental Biomaterials, Tohoku University Graduate School of Dental Sciences.
 - 3) Department of Department of Comprehensive Dentistry, Dentistry, Division of Dentistry, Okayama University Hospital
- Masao IRIE¹⁾, Masahiro OKADA^{1,2)}, Atsushi YABE³⁾, Hiroaki TAKETA³⁾, Tadashi YAMAMOTO³⁾, Takuya MATSUMOTO¹⁾

【 緒言 】

Poly-ether-ether-keton 材 (以後, PEEK) が保険導入に伴い, 種々のレジンセメントの接着性が議論されている. 今回は, 基礎的な情報の一環として, PEEK に対する接着強さを, ユニバーサル処理材 (BONDMER Lightless II, Tokuyama Dental: 以後 BL II) と各レジンセメント推奨の処理材を使用して比較検討し, 併せて ESTECCEM II / BL II の組み合わせとも比較した.

【 材料と方法 】

下記の Table に使用したレジンセメントと処理材を示す. 被着材として PEEK (Shofu Block PEEK: Shofu) を使用した. ISO の接着強さの測定指針 (ISO/TR 11405) を参考にして行った. PEEK をトリミングして被着面 (直径約 5 mm, 厚さ約 2 mm) を確保した. 被着面を, # 320 耐水研磨紙で研磨後, サンドブラスト処理 (粒度: アルミナ, 50 μ m, 0.3 MPa, Jet Blast II: Morita), 蒸留水中で超音波洗浄し, 乾燥させた. 被着面上にテフロンモールドを固定し, このモールド内に各レジンセメントを用いてステンレスロッド (Alloy Primer, Kuraray Noritake Dental で被着面処理) を接着させた. Super-Bond Universal は 37°C 恒温室に 8 分間保存して硬化させ, それ以外のレジンセメントは光照射 (20×2 秒間) して硬化させた. 今回は 1 日間 37°C 蒸留水中浸漬後のせん断接着強さを測定した.

【 結果と考察 】

Table にせん断接着強さの結果を示す. 多くのレジンセメントは, 今回の BL II で処理することにより, 推奨処理材と比較して接着強さに有意差を生じた. BL II 処理では, 推奨処理材以上の高い値を示したことから, BL II 処理の汎用性が確認された. 破断後の被着面は, 多くの場合レジンセメントが付着した凝集破壊像が観察され, セメント自身の機械的強さの影響が考えられたり. また, ESTECCEM II は Calibra Ceram, BeautiLink SA Automix, ZEN Universal Cement 以外のレジンセメントシステムと比較し, 有意に高い値を示した.

本研究に関連し開示すべき COI 関係にある企業などはありません.

Table Shear bond strength to PEEK after 1-day storage (MPa)

Luting cement (recommended primer, Manufacturer)	Mean (S.D.)		<i>t</i> -Test ^a Comparison between	
	recommended primer (Base)	BL II	Base and BL II	Base and ESTECCEM II / BL II
ESTECCEM II (BONDMER Lightless II, Tokuyama Dental)	32.4 (4.8)	—	—	—
Calibra Ceram (Prime&Bond universal, Dentsply Sirona)	33.8 (4.1)	29.8 (4.0)	S	NS
RelyX Universal Resin Cement (Scotchbond Universal Plus Adhesive, 3M)	24.1 (4.9)	30.7 (5.5)	S	S
Nexus Universal Chroma (OptiBond eXTRa Universal, Kerr)	18.0 (3.9)	32.3 (4.3)	S	S
Variolink Esthetic DC (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent)	18.4 (4.2)	31.2 (4.3)	S	S
G-Cem ONE EM (CeraSmart COAT, GC)	23.0 (4.4)	31.7 (2.9)	S	S
BeautiLink SA Automix (CAD/CAM Resin Adhesive, Shofu)	31.0 (5.1)	35.5 (5.4)	NS	NS
Panavia V5 (Clearfil Ceramic Primer Plus, Kuraray Noritake Dental)	24.6 (4.1)	30.8 (4.1)	S	S
SA Luting Multi (No pretreating, Kuraray Noritake Dental)	17.4 (3.5)	29.5 (3.9)	S	S
ZEN Universal Cement (ZEN Universal Bond, Sun Medical)	32.3 (5.0)	30.6 (6.0)	NS	NS
Super-Bond Universal (M&C Primer, Sun Medical)	22.8 (3.4)	26.5 (3.8)	S	S

Significantly different by *t*-Test between the two results.

S: Significant difference ($p < 0.05$), NS: Not significant difference ($p > 0.05$), N=10,

【 文献 】

- ¹⁾ Irie M *et al.*, *Polymers* 2023, 15, 1128.

PEEK ブロックに対する4種接着性レジンセメントシステムを用いた接着実態

日本歯科大学生命歯学部 接着歯科学講座

○伊藤立紀 古木健輔 杉山怜央 中澤美和 河本 芽 前野雅彦 柵木寿男

Bonding state using four adhesive resin cement systems to PEEK block

Department of Adhesive Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University

○ITO Tatsuki, FURUKI Kensuke, SUGIYAMA Reo, NAKAZAWA Miwa

KOMOTO Mei, MAENO Masahiko, MASEKI Toshio

【目的】メタルフリー間接修復物の装着に際しては、セメントを介した歯質との堅固な接着一体化が望まれる。一方、近年保険収載された PEEK ブロックの接着実態については未だ不明な点が多い。本研究では、前処理材の異なる 4 種接着性レジンセメントシステムを用いた PEEK ブロックに対する引張接着強さ (TBS) を測定し、評価検討した。

【材料および方法】被着体には、2 種 PEEK ブロック (松風ブロック PEEK アイボリーおよびホワイト、松風 : Pi および Pw) と、対照としてコンポジットレジンブロック (CERASMART 300, GC : C3) を選択した。また接着材料には、歯冠色材料用もしくは金属用プライマーを用いるシステム (セラミックプライマープラス併用またはアロイプライマー併用 PANAVIA V5, Kuraray Noritake Dental : PVc または PVa)、シランカップリング剤含有アドヒーズィブを用いるシステム (RelyX Universal Resin Cement, ソルベンタム : RU) および CAD/CAM レジン用アドヒーズィブを用いるシステム (レジセム EX, 松風 : RC) の 4 種を選択した。接着試験試料の製作には、ブロックを 3 mm 厚に切断後、#600 まで研磨し、 $\phi 50 \mu\text{m}$ のアルミナサンドブラスト (0.2 MPa) と超音波洗浄を行った。その後、直径 2.4 mm の円形開孔部を有するアルミテープ (70 μm 厚) による被着面規定を経て製造者指示に則り規格化レジン硬化体を接着した。37 °C 水中での 24 時間保管を経て、C.H.S. 1.0 mm/min で TBS を測定 (n=5) した。統計学的分析には、Kruskal-Wallis 検定と Steel-Dwass 検定を用いた。

【成績と考察】4 種システムを用いた被着体間の違いを図に示す。PVc と PVa では、Pi と Pw がいずれも対照より有意に低い値を示した。これにより、2 種プライマー含有の有効成分である γ -MPTS、MDP および VBATDT は、PEEK ブロックを構成する PEEK 樹脂と重量比 20% の酸化チタンフィラーに対し、十分な前処理効果を発揮しないことが判明した。また、RU と RC では各被着体値間に有意差を認めず、対象とする樹脂の種別にかかわらず安定した接着強さを獲得できることが示唆された。一方で、RU と RC の値間に有意差を認めなかったことから、樹脂材料に対する接着獲得には、各アドヒーズィブに特徴的な MMA またはシランカップリング剤の配合ではなく、アドヒーズィブによって生成された薄膜レジン層とサンドブラスト面との微小な機械的嵌合が寄与していると考えられる。さらに、セメントシステムに拘わらず Pi と Pw の値間には有意差を認めず、ブロック色調に拘わらず一定の接着強さを獲得できることが明らかとなった。

【結論】前処理材の異なる 4 種接着性レジンセメントシステムを用いた PEEK ブロックに対する引張接着強さ検討の結果、アドヒーズィブを前処理材として用いるシステムが有効であることが確認できた。

PVc							PVa						
	Mean	Median	Max/Min	Q1	Q3	ptf		Mean	Median	Max/Min	Q1	Q3	ptf
PI	1.2	1.3	1.9/0.6	0.8	1.6	0		0.6	0.6	0.8/0.2	0.3	0.8	0
Pw	1.0	1.1	1.5/0.6	0.6	1.3	0		1.1	1.1	1.3/0.8	0.9	1.3	0
C3	6.8	6.7	10.2/3.3	3.6	10.2	0		5.4	4.1	8.4/3.8	3.9	7.5	0

RU							RC						
	Mean	Median	Max/Min	Q1	Q3	ptf		Mean	Median	Max/Min	Q1	Q3	ptf
PI	10.0	10.1	12.7/6.9	7.7	12.2	0		9.6	10.1	11.0/7.0	8.3	10.6	0
Pw	9.6	9.9	12.2/6.7	7.3	11.7	0		10.7	9.3	18.7/6.8	7.3	14.8	0
C3	15.3	15.5	23.0/9.7	10.1	20.5	0		14.2	12.3	20.0/9.1	10.5	18.8	0

Differences in values with four adhesive resin cement systems among three substances

電動歯ブラシによる刷掃が象牙質に与える影響の検討

鹿児島大学学術研究院 医歯学域歯学系 歯科保存学分野

○勝俣 環, 三浦太聖, 西谷登美子, 永山祥子, 勝俣愛一郎, 星加知宏, 西谷佳浩

Examination of the effect of using electric toothbrushes on dentin.

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Research Field in Dentistry,
Medical and Dental Sciences Area, Research and Education Assembly, Kagoshima University

○KATSUMATA Tamaki, MIURA Taisei, NISHITANI Tomiko, NAGAYAMA Shoko,
KATSUMATA Aiichiro, HOSHIKA Tomohiro, NISHITANI Yoshihiro

【研究目的】

歯科疾患実態調査によると、高齢者の現在歯数は年々増加しており、口腔衛生管理の重要性は増している。超高齢社会においては身体能力の低下から手用歯ブラシ、歯間部清掃器具の使用が困難になりブラークコントロールが悪化する者、更にはセルフケアに介助が必要な者の増加が予想される。そのため、手指の動きがあまり重要とされずに高い清掃性を有する電動歯ブラシは、今後需要が増加すると考えられる。誤った歯ブラシの使用やブラッシング方法により、歯面の摩耗、くさび状欠損、歯肉退縮や知覚過敏の蜂起などの有害事象が懸念されることから、現在市販されている電動歯ブラシの生体硬組織への影響についての知見を得ることは大変有意義である。今回、電動歯ブラシによる刷掃が象牙質に与える影響について検討した。

【材料及び方法】

電動歯ブラシとして、ドルツ (EW-DP57-S, パナソニック)、ソニックエアー (プロテクトクリーン, PHILIPS)、オーラル B (i06, P&G ジャパン) を本研究で使用した。ウシ抜去歯の歯冠部から $7 \times 7 \times 1$ mm の象牙質試料を切り出し、その表面を耐水研磨紙の #4,000 まで注水研磨して、これを象牙質試片とした。その後、試片を蒸留水に浸漬して、超音波洗浄を 20 分実施した。試片を試料台に固定して、人工唾液 (サリベート, 帝人ファーマ) に浸漬し、各歯ブラシにてブラッシング圧 200g、ブラッシング角度を歯面に対して 90 度として、連続 20 分間の歯ブラシ摩耗試験を行った。摩耗試験実施後の試片を乾燥して、レーザー顕微鏡 (VK-X3000, キーエンス) を用いて、中心付近 5 点について面の算術平均高さ Sa を測定し、その平均値を各試片の Sa 値とした。コントロールとして摩耗試験未実施の象牙質試片を使用した。Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks および Dunn 検定を用いて有意水準 5% の条件で統計学的分析を行った。また、歯ブラシ摩耗試験後の試片の表面性状を走査電子顕微鏡 (SEM) にて観察した。

【結果】

歯ブラシ摩耗試験後の象牙質試片の Sa 値は、コントロール群は 0.0685 ± 0.0103 、ドルツ群は 0.1285 ± 0.0663 、ソニックエアー群は 0.1353 ± 0.053 、オーラル B 群は 0.1216 ± 0.0302 であり、ソニックエアー群、オーラル B 群とコントロール群との間には有意差があったが、各電動歯ブラシ間には有意差はなかった。象牙質試片の SEM 像では、オーラル B 群は条痕が認められたが、ドルツ群、ソニックエアー群では明確な条痕は検出されなかった。

【考察および結論】

本研究で使用了電動歯ブラシでは、ソニックエアー群、オーラル B 群はコントロール群との間に Sa 値に有意差があり、ドルツ群でも同様に Sa 値が増加傾向であったことから、全ての製品において象牙質の摩耗を認めた。しかし、SEM 観察の結果ではオーラル B 群のみ少数の条痕を認めたことから、推奨されるブラッシング圧での歯磨剤を使用しない電動歯ブラシの使用に関しては、歯面の摩耗は極めて少ないことが示唆された。今後は歯磨剤を使用した条件下にて、電動歯ブラシによる刷掃が象牙質に与える影響についての検討を予定している。

牛乳由来オステオポンチンが *Streptococcus mutans* の付着に及ぼす影響

東京歯科大学 保存修復学講座
○石原和奈，石塚久子，村松 敬

Binding of bovine milk osteopontin to *Streptococcus mutans*

Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College
○ISHIHARA Kazuna, ISHIZUKA Hisako, MURAMATSU Takashi

【背景と目的】

齲蝕の主な原因の一つとして、歯の表面に形成されたバイオフィルム中に存在する齲蝕原性細菌による酸産生があげられる。そのため、齲蝕予防には歯面への細菌付着抑制が重要となる。近年、牛乳由来オステオポンチン（以下 OPN）に口腔内細菌の歯面付着阻害、バイオフィルム形成抑制、バイオフィルム内 pH 上昇の効果が報告されており（Schlafer *et al.*, 2012），特に初期付着細菌である *Streptococcus mitis* への阻害・抑制効果を示している。しかし、これまでに口腔内細菌を用いた研究はみられるものの、齲蝕原性細菌である *S. mutans* への効果に関する報告はない。我々はこれまでに OPN 処理したハイドロキシアパタイト上への *S. mutans* の付着を検討し、OPN 処理したハイドロキシアパタイト表面では *S. mutans* の付着菌数が有意に減少することを明らかにした（Ishizuka, Ishihara *et al.*, JDS Commun 2024）。しかしながら OPN が *S. mutans* にどのように作用して付着が抑制されるのかは明らかとなっていない。そこで本研究では *S. mutans* と OPN を直接反応させた際の付着の変化を検討した。

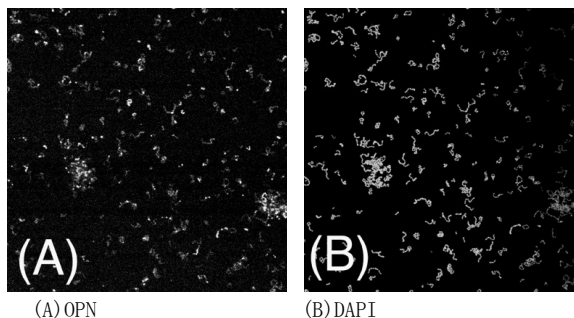
【材料および方法】

本研究では *S. mutans* (GS5 株) を使用した。ポジティブコントロールとしてこれまでに OPN との付着が報告されている *S. mitis*, *S. sanguinis* を用いた。OPN は牛乳由来冷凍乾燥 OPN (SIGMA 社製) を 1.7 μM に調製し、Fluorescent Protein Labeling Kits (Thermo Fisher Scientific 社製) を用いて蛍光標識した。培養した *S. mutans*, *S. mitis*, *S. sanguinis* を 2.0 mL チューブ内で DAPI により核染色を行い、PBS で洗浄後にチューブ内のそれぞれの細菌に蛍光標識した OPN を 100 μL ずつ滴下してから懸濁した。37°C で 1 時間 暗所で作用させた後に PBS で洗浄し、遠心後に集めた細菌をスライドガラスに滴下し、カバーガラスで封入後、共焦点レーザー顕微鏡 (LSM 880 Airy NLO) にて観察を行なった。

【結果および考察】

S. mutans, *S. mitis*, *S. sanguinis* のいずれの細菌においても菌体に OPN の付着を示す緑色蛍光が確認された。特に、*S. mutans*, *S. mitis*, *S. sanguinis* が集積している部位では、OPN の緑色蛍光（下図 A）と DAPI の青色蛍光（下図 B）が同じ位置に検出される傾向がみられ、OPN が *S. mutans*, *S. mitis*, *S. sanguinis* の菌体表面に付着していることが示唆された。

本研究の結果から、*S. mutans* と OPN との付着が、歯面やハイドロキシアパタイト上での *S. mutans* 初期付着抑制に寄与している可能性があることが示唆された。今後、OPN を付着させた *S. mutans* のハイドロキシアパタイトへの付着を検討する予定である。



（会員外研究者：東京歯科大学 微生物学講座 米澤英雄，国分栄仁，石原和幸）

歯科用コーティング材による歯科修復物の滑沢化がバイオフィーム形成に及ぼす影響

¹YAMAKIN 株式会社, ²高知大学医学部歯科口腔外科学講座,
³高知大学医学部 YAMAKIN 次世代歯科医療開発講座

○長崎大明¹, 中野貴文¹, 松浦理太郎^{1,3}, 加藤喬大¹, 山本哲也^{2,3}

Influence of dental coating material-enhanced glazing on biofilm formation on dental restorations

¹YAMAKIN CO., LTD., ²Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kochi Medical School, Kochi University,

³YAMAKIN Next Generation Dental Medical Development Lecture, Kochi Medical School, Kochi University

○Hiroaki Nagasaki¹, Takafumi Nakano¹, Ritarou Matsuura^{1,3}, Takahiro Kato¹, Tetsuya Yamamoto^{2,3}

【目的】

歯科修復物の表面粗さは着色やブランク形成に影響を及ぼすため、表面の滑沢化が重要となる。しかしながら、研磨は術者の技術や機材に左右されるとともに作業に長時間を要するため、近年簡便に短時間で歯科修復物の表面を滑沢化できる歯科用コーティング材が注目されている。本研究では、歯科用コーティング材あるいは研磨によるレジン材料表面の滑沢化が、表面粗さと代表的な齲蝕原性菌である *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) のバイオフィーム形成に及ぼす影響を検討したので報告する。

【材料と方法】

歯冠用硬質レジン「ルナウィング」(YAMAKIN)を直径 12 mm, 厚さ 1 mm の金型に充填・光重合し、試料を作製した。試料を耐水研磨紙 P1000 で研磨後、歯科表面滑沢硬化材「Nu:le コート」(YAMAKIN)を塗布・光重合し、試験片(コーティング処理)を作製した。また、研磨紙(P1000, P2000), 1 μm のダイヤモンド粒子を用いたバフ研磨(鏡面研磨)によって 3 つの研磨条件の異なる試験片を作製した。各試験片はマイクロスコープ(VHX-X1, KEYENCE)で表面粗さを測定後、バイオフィーム形成試験に供した。培養装置(CDC Biofilm Reactor, BioSurface Technologies)に試験片を固定し、*S. mutans* (JCM5175)を、BHI 液体培地を用いて 37℃で攪拌しながら 4 時間培養した。細菌の初期付着後、BHI 液体培地を流速 1.5 mL/min で 20 時間送液し、形成されたバイオフィームをクリスタルバイオレット溶液で染色した。これを 33%酢酸溶液で抽出し、570 nm における吸光度を、マイクロプレートリーダー(Multiskan FC, Thermo Fisher Scientific)を用いて測定し、バイオフィーム形成量の指標とした。

【結果と考察】

研磨条件の異なる試験片の表面粗さは、研磨紙 P1000 が最も大きく、P2000 でわずかに減少し、鏡面研磨が最小値であった。Nu:le コートのコーティング処理で滑沢化した試験片の表面粗さは、ダイヤモンドペーストによる鏡面研磨と同等であった。各試験片上でのバイオフィーム形成量は、P1000 > P2000 > 鏡面研磨 > Nu:le コート処理の順であった。また、試験片の表面粗さが小さくなるに従い、バイオフィーム形成量が減少する傾向が認められた (Figure.)。

【結論】

本研究では、表面粗さの違いが灌流条件下における *S. mutans* のバイオフィーム形成に及ぼす影響について評価した。本研究の結果より、材料表面の滑沢化がバイオフィーム形成量の減少に寄与する傾向が認められた。また、Nu:le コートによるレジンのコーティング処理は、表面粗さおよびバイオフィーム形成量ともに鏡面研磨と同等であり、歯科修復物の滑沢化に有効であることが示唆された。今後は、材料表面の粗造化要因の一つである歯ブラシ摩擦前後の表面粗さの変化、ならびにその変化がバイオフィーム形成量の及ぼす影響について評価を行う予定である。

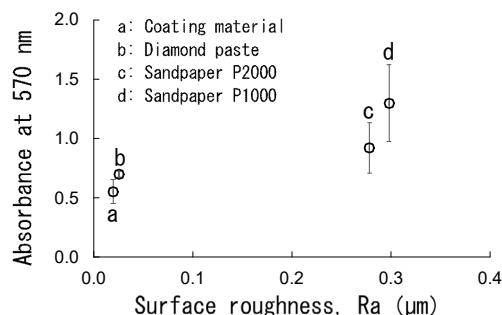


Figure. Correlation between surface roughness and biofilm formation on samples.

天然由来成分ラフィノース含有歯面清掃用粉末の清掃効果に関する研究

日本大学松戸歯学部保存修復学講座¹⁾，日本大学大学院松戸歯学研究科²⁾，大洗中島歯科医院³⁾

○寺中文字子¹⁾，石川 豊²⁾，小嶋康世¹⁾，今村亮哉²⁾，庫川幸利¹⁾，神谷直孝¹⁾，
中澤弘貴¹⁾，高橋知多香¹⁾，岩井仁寿¹⁾，内山敏一¹⁾，中島京樹³⁾，小峯千明¹⁾

Study of Cleaning Effectiveness of Tooth Cleaning Powder Containing Raffinose

Department of Operative Dentistry¹⁾, Operative Dentistry, Graduate School of Dentistry at Matsudo²⁾
Nihon University School of Dentistry at Matsudo, Oarai Dental Office³⁾

○Ayako Teranaka¹⁾, Yutaka Ishikawa²⁾, Yasutoshi Ojima¹⁾, Ryoya Imamura²⁾, Yukitoshi Kurakawa¹⁾,
Naotaka Kamiya¹⁾, Hiroki Nakazawa¹⁾, Chitaka Takahashi¹⁾, Hitoshi Iwai¹⁾, Toshikazu Uchiyama¹⁾,
Kyoju Nakajima³⁾, Chiaki Komine¹⁾

<緒言>

近年，歯面に付着したステインやプラークを除去するため，圧搾空気とともに水とグリシン，炭酸水素ナトリウム，エリスリトールおよび生体活性ガラスなどの粉末粒子を用いたエアージェット法が行われている。エアージェット法に用いられる粉末は味，生体安全性，環境面における配慮や持続可能な効果を求められ，その進歩は著しい。そのような背景から，我々は天然由来成分ラフィノースに着目した。ラフィノースはビートから生成されるオリゴ糖の一種であり，ショ糖にガラクトースが結合した三糖類の構造を有する（Fig. 1）。またラフィノースは，普段から食事で摂取しており，腸内ビフィズス菌増殖による整腸作用，抗腫瘍作用や免疫賦活作用など様々な面で生体安全性が報告されている。さらにラフィノースを噴射することにより，機械的清掃作用と歯面との接触時に生じるメイラード反応から界面活性作用が得られることが期待される。

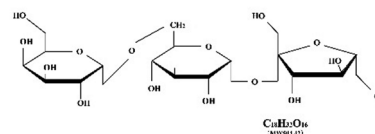


Fig.1 Structure of raffinose

本研究では，ラフィノースを既存の生体活性ガラス粉末を主体とした Sylc® に混合させることにより新規歯面清掃粉末を作製し，その清掃効果の違いについて検討を行った。

<材料および方法>

1. 使用粉末：下記2つの粉末を用いて，右図の混合割合となるよう調整した。

ラフィノース（株式会社アパタイト，東京）

Sylc®（Denfotex Research Ltd., London, UK）

2. 使用器材

噴射装置：アクアケア（歯科用噴射式切削器），上方1 cm から噴射，平行移動しながら3秒間噴射を行った。

3. 清掃性試験

アルミ板にマジックペンに対して上記設定条件にて噴射を行い，噴射後の着色を視覚的に評価，およびSEMにて噴射面を観察した。

(%)	Raffinose 0%	Raffinose 30%	Raffinose 50%	Raffinose 70%	Raffinose 100%
Raffinose	0	30	50	70	100
Sylc	100	70	50	30	0

Preparation of Raffinose and Sylc Powder

<結果>

ラフィノースの含有量0%から50%までは油性マジックは消失し，アルミ板にも傷がついた。

含有量30%の場合，油性マジックは消失したが，アルミ板の傷は減少した。

含有量100%の場合，油性マジックは消失し，アルミ板には傷はほとんど付かなかった。

<考察および今後の展望>

生体活性ガラス主体とする Sylc® にラフィノースを混合した場合においても，アルミ板上の着色物質は除去可能であった。しかしながら，噴射した際の機械的清掃で除去できているのか，ラフィノースが有する界面活性効果で除去できているのかは未だ不明である。今後はラフィノース含有粉末噴射が，既存報告されている粉末と同様な噴射後の接着表面処理として有効であるか，歯面付着プラークの除去にどのような作用を及ぼすその後の再付着率の予後はどうか，さらに象牙細管を物理的に封鎖し象牙質知覚過敏症に有効であるかを検討していきたいと考えている。

CAD/CAM インレー形成に対する音波振動型切削器具の有効性評価

¹北海道大学大学院歯学研究院 口腔保健科学分野 歯科保存学教室

○赤塚瞭太¹, 木林博之¹, 戸井田侑¹, 友清淳¹

Evaluation of the effectiveness of sonic vibration cutting instruments in CAD/CAM inlay formation

¹Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science, Faculty of Dental Medicine,
Hokkaido University

○Ryota Akatsuka¹, Hiroyuki Kibayashi¹, Yu Toida¹, Atsushi Tomokiyo¹

【目的】

回転切削器具は1分間で数十万回以上回転することから、効率よく歯を切削できる一方、形成面に多くの凹凸が生じてしまうため微細な箇所への切削には不向きである。音波振動型切削は20,000 Hz以下の音波振動を応用した切削であり、回転切削器具よりも切削効率は劣る一方、微細な研削が可能となる。回転切削器具と音波振動型切削器具を併用した窩洞形成は臨床において一般的に行われているが、窩洞表面の形態に関して詳細な検証は行われていない。そこで本研究では、音波振動型切削器具の条件を変更した上で回転切削器具との併用を行い、形成後の窩洞表面形態を比較・分析することとした。

【材料および方法】

ヒト抜去小臼歯 (n=60) にタービン (モリタ ツインパワー; 株式会社モリタ) または5倍速コントラ (モリタ トルクテック; 株式会社モリタ) にダイヤモンドバー (コメント; モモセ歯科商会) を使用してCAD/CAM インレー用のII級窩洞を形成した。形成後の歯のうち54本を使用し、音波振動型切削器具 (SONICflex prep ceram; カボプランメカジャパン株式会社、以下プレップセラム) による形成を追加した。プレップセラムは回転数 (16万、24万、30万)、パワー (1、2、3)、および形成時間 (1分、3分、5分) を変化させて使用した (各n=3)。形成後、蒸着処理を行ったのちScanning Electron Microscope (SEM; 日本電子株式会社) にて窩洞辺縁の平滑さや、窩洞表面のクラックおよびスミヤー層の形成状態について観察を行った。本研究は、北海道大学大学院歯学研究院 臨床・疫学研究倫理審査委員会の承認の元で実施した (承認番号: #2018-09)。

【結果】

タービン単独で行った窩洞形成では窩洞辺縁が粗造であるとともに、窩洞表面にクラックおよびスミヤー層が多く観察された。また5倍速コントラ単独で行った窩洞形成では、窩洞辺縁の凹凸量や窩洞表面のスミヤー層の形成量が減少した。一方、タービンとプレップセラムの併用、ならびに5倍速コントラとプレップセラムの併用では、窩洞辺縁の凹凸量が大きく減少した。さらにプレップセラムの回転数: 30万回転、パワー: 2、形成時間: 5分の条件では、他の条件よりも窩洞表面が平滑であるとともに、クラックおよびスミヤー層の形成量が少なかった。さらにこの条件では、窩洞表面に象牙細管の開口部が観察されるものも認められた。

【考察】

窩洞辺縁の凹凸量やスミヤー層の形成量を減少させるには、タービンよりも5倍速コントラが有効であることが示唆された。またプレップセラムは、タービンおよび5倍速コントラのいずれと併用した場合にも、窩洞辺縁ならびに表面の平滑性向上、ならびにクラックおよびスミヤー層の形成量減少に寄与するが、回転数、パワー、および形成時間によってその効果は変化することが示唆された。

【結論】

CAD/CAM インレー用のII級窩洞の形成では、タービンや5倍速で概形成したのち、プレップセラム (パワー2・回転数30万・形成時間5分) で仕上げ形成を行う方法が、平滑かつクラックおよびスミヤー層形成の少ない窩洞形態を得る上で有効である。

異なる過酸化尿素濃度がホーム ブリーチの効果に及ぼす影響

ホワイトエッセンス株式会社 ヘルスケア事業本部
○新井未知可、ウィジェットンガ チャマリ、長坂啓太郎、中畑亜加音、浅木隆夫

Effect of different concentration of carbamide peroxide on at-home bleaching

White Essence Co.,Ltd, Health Care Division

○ARAI Michika, WIJETUNGA Chamari L, NAGASAKA Keitaro, NAKAHATA Akane, ASAKI Takao

【緒論】

ホームブリーチは、比較的低濃度の過酸化物を含有するブリーチ材とトレーを用いて行う。国産のホームブリーチ材（医薬品含有歯科用歯面清掃補助材）は、従来、10%過酸化尿素が主成分であったが、近年、6%過酸化水素、あるいは、16%または 17%過酸化尿素を主成分とするものも販売されてきている。しかしながら、それらの漂白効果は、必ずしも明らかではない。本研究では、過酸化水素濃度が異なるホームブリーチ材の漂白効果を、*in vitro* で評価することを目的とした。

【材料および方法】

冷凍保管した抜去ウシ下顎切歯を流水で解凍し、付着した軟組織を除去後、耐水研磨紙を用いて唇側エナメル質を削去した。次いで、低速切断装置を用いてエナメル質と象牙質の厚さがそれぞれ約 1 mm と 2 mm で大きさが約 6 x 6 mm の試片を切り出して、内径 1 mm、高さ 10 mm のアクリル製チューブに歯科用常温重合レジンを用いて、エナメル質面が露出するように包埋した。エナメル質面を耐水研磨紙#1,200 まで順次研磨し、被験面とした。試料は、紅茶に 37℃ で 7 日間浸漬し、エナメル質と象牙質を染色した。

ホーム ブリーチ材は、10%過酸化尿素を主成分とするホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 10%（ホワイトエッセンス）と 17%過酸化尿素を主成分とするホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 17%（ホワイトエッセンス）を用いた。添付文書の指示に従って、ホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 10%は、120 分、14 回、ホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 17%は、90 分、10 回、それぞれ漂白処置を行った。

漂白前および各回の漂白処置後に、色彩計（NR-12、日本電色）を用いて測色を行って CIE L*a*b*値を求めた。測色値から漂白前と各回漂白後の色差を算出した。得られた色差は、二元配置分散分析、および、t 検定によって、有意水準 5%にて統計学的検討を行った。

【結果および考察】

両実験群ともに、漂白処置を繰り返すことで顕著な漂白効果が肉眼で確認できた。漂白処置によって、L*値は大きく上昇し、a*値および b*値は低下し、その結果、色差値は、漂白処置を行うにしたがって増加した。なお、両ホーム ブリーチ材の漂白効果に有意な差は認められなかった。

本実験に用いたホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 10%とホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 17%では、主成分の過酸化尿素濃度（10%と 17%）、最大処置時間（120 分と 90 分）、および、最大処置回数（14 回と 10 回）が異なり、いずれも、漂白効果に及ぼす因子と考えられる。ホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 17%は、ホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 10%よりも短時間、短期間で同様の漂白効果が得られることが期待できる。一般に、過酸化物の濃度が低い方が、知覚過敏の発生も少ないと考えられており、知覚過敏の発生には注意を要する。また、エナメル質表面の着色には、高濃度の過酸化物での短時間での漂白が有効と考えられる。一方、歯質内部に色素が沈着した変色歯では、漂白材の歯質への十分な浸透が必要であり、そのため、ある程度の時間を要することが考えられる。このように、変着色歯の症状に応じて、適切な漂白材を選択すべきである。

【結論】

10%過酸化尿素を主成分とするホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 10%と 17%過酸化尿素を主成分とするホワイトエッセンス ホワイトニングホーム 17%の漂白効果を、牛歯変色歯モデルを用いて評価したところ、漂白効果に差は認められなかった。

ホームホワイトニング材における漂白力および後戻り評価

株式会社ジーシー

○門田 有賀里, 福島 園子, 有馬 恵美子, 佐藤 拓也

Evaluation of the whitening effect and re-staining of home whitening products

GC CORPORATION

○Yukari Kadota, Sonoko Fukushima, Emiko Arima, Takuya Sato

【目的】

近年国民の審美歯科への関心は強く、ホワイトニングへの関心が高まってきており¹⁾、ニーズに合わせて従来よりも短時間で漂白可能な高濃度過酸化物配合のホームホワイトニング材が各社から発売されている。そこで我々は1日1回、標準60分最長10日間という従来よりも短時間で高いホワイトニング効果を得ることができる、過酸化水素6%配合カスタムトレイタイプのホームホワイトニング材「ティオンホームウィズ」(以下製品Wとする)を開発した。本研究では製品Wおよび従来品の過酸化尿素10%配合のティオンホームプラチナ(以下製品Pとする)において、ウシ抜去歯を用いて漂白処置を行い漂白力と再着色後の後戻りについて評価を行った。

【材料および方法】

牛エナメル質を包埋し耐水研磨紙#1200まで研磨した試験片を100mLの熱湯に紅茶2gを5分間抽出した液に25日浸漬して着色させた。漂白処置前に分光式色彩計SD7000(日本電色工業株式会社)を用いて試験片のL*, a*, b*の初期値を測定した。1試験片につき試験歯の中心部分を3回計測し、それぞれの平均値を1試験片あたりのL*, a*, b*とした。Table1に示す条件で漂白処置を行った後に測定し、漂白処置前後の色差(ΔE^*ab)を算出した。その後、再度同条件で着色させたのち測色し、漂白処置終了後および再着色後の色差について統計処理を行いTukey-Kramerの検定(有意水準5%)にて有意差検定を行った。(N=6)

Table1. Experimental conditions

Test material	Main Active Ingredient	Whitening times
Product W	HP 6%	60min × 10times
Product P	CP 10%	120min × 14times

* HP:Hydrogen peroxide CP:Carbamide peroxide

【結果および考察】

漂白処置前後および再着色後の色差(ΔE^*ab)の結果をFig. 1に示す。漂白処置前後および再着色後の色差において製品Wと製品Pに有意差は認められなかった。この結果から製品Wは製品Pと比較し、漂白時間がおおよそ1/3という短時間であるものの同等の漂白性能を有しており、後戻りの程度も同程度であることが示唆された。

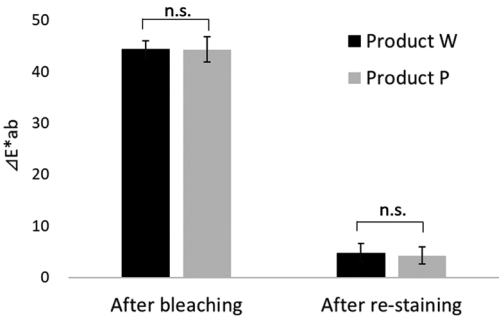


Fig. 1 Bleaching results

【結論】

我々が開発した過酸化水素6%配合のホームホワイトニング材「ティオンホームウィズ」は、従来品の過酸化尿素10%配合のティオンホームプラチナと比較しより短時間で同等のホワイトニング効果が期待でき、後戻りの程度も同等のホームホワイトニング材である。

参考文献：1)三島 藍, 廣原 周, 篠崎 裕：日本人を対象とした歯のホワイトニングに関する意識調査, 歯科審美, 35-2, 85-95, 2023.

ホワイトスポットを有する上下顎歯列に対する
6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材とミネラル含有ペーストの併用効果

愛知学院大学歯学部保存修復学講座¹

Citta eterna²

アイオワ大学歯学部保存修復学講座³

クレイトン大学歯学部総合歯科学講座⁴

○松井 渚¹, 前迫真由美¹, 北村 悠², 辻本暁正^{1,3,4}

Combined effect of 6% hydrogen peroxide custom tray-type home whitening agent and mineral-containing paste
for teeth with white spots

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University¹

Citta eterna²

Department of Operative Dentistry, University of Iowa College of Dentistry³

Department of General Dentistry, Creighton University School of Dentistry⁴

○Nagisa Matsui¹, Mayumi Maesako¹, Yu Kitamura², Akimasa Tsujimoto^{1,3,4}

【緒言】

ホワイトスポットには、非齲窩性の白斑病変、MIH (Molar-Incisor Hypomineralization) あるいは先行乳歯の外傷によるエナメル質形成不全などがあり、これらの治療法としてフッ化物応用だけでなくホワイトニング、症状によってはエナメルマイクロアブレーションやレジンインフィルトレーション法が用いられている。一方、軽度なホワイトスポットに対してはフッ化物の塗布が治療の第一選択肢とされるものの、非侵襲性の治療としてホワイトニングが選択される場合も多い。しかし、ホームホワイトニング材と白斑病変の再石灰化促進効果を有するミネラル含有ペーストの併用が歯の色調改善およびホワイトスポットの治療に及ぼす影響を検討した報告は少ない。そこで演者らは、6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材とミネラル含有ペーストを併用したホワイトスポットを有する上下顎歯列に対する色調改善効果について検討した。

【症例】

21歳の女性。歯の白い斑点が気になることを主訴に愛知学院大学歯学部附属病院審美歯科診療部に来院した。上顎前歯部の歯頸部および切縁部付近に軽度なホワイトスポットが認められるものの、齲蝕は認められず歯周組織の状態も良好であった。これまで、同病院小児歯科診療部でフッ化物の塗布を継続的に行っていたが白斑病変の改善は認められなかったため、成人を迎えホワイトニングを希望された。また、患者は学生であり、学業が忙しく頻繁に通院することが難しいため、短時間かつ短期間で漂白効果が期待できる6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材 (ティオン ホーム ウィズ, ジーシー) を用いて漂白処置を行うこととした。

【治療経過】

全顎的なスケーリングおよびPMTCを行い、術前のシェードを歯科用分光測色計 (オブティシェード, スマイルライン) を用いて測色したところ、上顎右側中切歯における測色結果は歯頸部でA2、歯冠中央部でA1、切縁部でD2であった。カスタムトレーの製作に際しては、超親水性ハイブリッドシリコーン印象材 (フュージョン II, ジーシー) を用いて精密印象採得を行い、作業用模型を調製後、トレーシート (ティオン ホーム トレーシート, ジーシー) を圧接した。カスタムトレーの唇側および頬側面に対し米粒2つ分程度のホームホワイトニング材を塗布し、対象歯に装着した。また、ホワイトスポットに対してはホワイトニングを行うだけでなく、ミネラル補給を目的として術後にミネラル含有ペースト (ホワイトニング後のトリートメントペースト, ジーシー) を塗布するように指導した。ホワイトスポットに関しては、ホワイトニングを1クール (1日60分間×10日間) 終了直後から目立ちにくくなり、最終的に4クール行った際には判別できない程度まで改善された。ホワイトニングを4クール終了時の上顎右側中切歯における測色結果は、歯頸部でA1、歯冠中央部でA1、切縁部でB1となり、顕著な色調変化が確認された。

【考察】

6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材の応用によって短時間かつ短期間で漂白が可能だけでなく、ミネラル補給を行うことで歯質の強化を図りながら軽度なホワイトスポットを目立ちにくくすることができた。このことは、6%過酸化水素が有する漂白効果の汎用性ととともにミネラル含有ペーストの主成分であるCPP-ACPの再石灰化促進効果によるものと推察された。

【結論】

6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材とミネラル含有ペーストを併用した処置は、上下顎歯列の色調改善のみならずホワイトスポットの治療に対しても有効であることが示唆された。

ユニバーサルシェードコンポジットレジンの表面性状に対する 2種ブリーチング材の影響

¹日本歯科大学附属病院 総合診療科

²日本歯科大学生命歯学部 接着歯科学講座

○矢野 賢都¹, 川本 沙也華¹, 高橋 彬文¹, 石井 通勇¹, 河合 貴俊¹, 西口 瑞¹, 矢花 真理子¹,
渡邊 春香¹, 前野 雅彦^{1,2}, 新田 俊彦¹

The effect of two bleaching agents on surface texture of universal shade resin composites

¹General Dentistry, The Nippon Dental University Hospital

²Department of Adhesive Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University

○YANO Kento¹, KAWAMOTO Sayaka¹, TAKAHASHI Akifumi¹, ISHII Michitake¹, KAWAI Takatoshi¹,
NISHIGUCHI Mizu¹, YABANA Mariko¹, WATANABE Haruka¹, MAENO Masahiko^{1,2}, NITTA Toshihiko¹

【緒言】

近年、審美意識の向上に伴い、歯の漂白に対するニーズが増加している。また最近、6%過酸化水素を含有するホームブリーチング材が新規承認を受け、臨床応用が始まっている。一方、臨床において頻用されている単一材料での色調適合性を謳うコンポジットレジン（ユニバーサル CR）の表面性状にブリーチング材が与える影響に関する報告は少ない。そこで本研究は、新規ホームブリーチング材と従来のオフィスブリーチング材がユニバーサル CR の表面性状に対する影響を比較検討した。

【材料および方法】

修復材料には、2種ユニバーサル CR（クリアフィルマジスティ ES フロー Low Universal、クラレノリタケデンタル：ES およびオムニクロマ フロー、トクヤマデンタル：OC）を使用した。試料の調整に際しては、内径 15 mm 厚さ 3.0mm のプラスチックモールドにユニバーサル CR を充填し、厚さ 100 μ m の透明クリアフィルムで圧接しながら VALO コードレス（ウルトラデント）を用いて両面から 20 秒間ずつ光照射した。硬化体を、37℃の恒温槽内にて 24 時間水中保管後、耐水研磨紙#2000 まで順次研磨を行い、3 分間の超音波洗浄後、ディスク状試料 10 枚を製作した。試料は、2種ブリーチング材に対し、それぞれ 5 枚ずつ無作為に類別した。その後、ハンディ光沢計（グロスチェッカー IG-331, HORIBA）を用いて、各試料面に対し、角度を変更しながら 3 回の表面光沢度測定を行い、その平均値を各試料のブリーチング前値（BGL 値、n=5）とした。続いて、各試料面に対して、2種ブリーチング材（オパールエッセンス BOOST、ウルトラデント：BOOST およびティオンホームウィズ、GC：WITH）を用いて、製造者指示に従った処置、すなわち BOOST は 20 分間×3 サイクル処理、WITH では 60 分間処理を行った。処理した試料は再び 3 分間超音波洗浄後、同様に表面光沢度を測定し、ブリーチング後値（AGL 値、n=5）とした。各条件の BGL/AGL 値は t 検定にて、各条件の BGL/AGL 値の差に対しては、二元配置分散分析を用いて、危険率 5%にて検討した。

【結果ならびに考察】

表面光沢度の値（mean[SD]）は、BGL 値が BOOST で ES: 39.37[9.63], OC: 52.27[8.21], WITH で ES: 26.60 [5.46], OC: 26.37[4.24]であり、AGL 値が BOOST で ES: 39.37[8.09], OC: 50.13[8.26], WITH で ES: 31.87 [0.61], OC: 27.97[3.22]であった。統計学的分析の結果、ブリーチング材の種類および対象としたコンポジットレジンに拘わらず、光沢度に有意差を認めなかった。また、ブリーチング材とコンポジットレジンの間に交互作用効果を認めなかった。一方で、データの変動係数に着目すると、boost 群では 0.15-0.24 であったのに対して、with 群では 0.02-0.21 の範囲に留まっていた。これにより、平均値に基づく評価においては 35%過酸化水素を成分とする BOOST と 6%過酸化水素を含有する WITH 間はいずれもブリーチング処理の影響を認めないものの、表面光沢度の均一性には使用する薬剤間で差を生じている可能性が推察された。以上から、今回用いたブリーチング材は、ユニバーサル CR の表面光沢度に対して顕著な影響を及ぼしておらず、臨床におけるユニバーサル CR を用いた修復処置後にブリーチング処置を安全に行えることが示唆された。今後、ユニバーサル CR 表面の表面粗さや顕微画像所見の観点から更なる検討を予定している。

【結論】

ユニバーサルシェードコンポジットレジンに対する各種ブリーチング材の応用は、レジンの表面光沢度に有意な影響を与えないことが判明した。

本演題に関し、開示すべき利益相反関係にある企業などはありません。

失活歯を含む上下顎歯列に対する ホームおよびオフィスホワイトニング材の併用による臨床的漂白効果

愛知学院大学歯学部保存修復学講座¹

アイオワ大学歯学部保存修復学講座²

クレイトン大学歯学部総合歯科学講座³

○長谷川彩¹, 松井 渚¹, 前迫真由美¹, 辻本暁正^{1,2,3}

Clinical effectiveness for combined use of at-home and in-office whitening agents to teeth including non-vital tooth

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University¹

Department of Operative Dentistry, University of Iowa College of Dentistry²

Department of General Dentistry, Creighton University School of Dentistry³

○Aya Hasegawa¹, Nagisa Matsui¹, Mayumi Maesako¹, Akimasa Tsujimoto^{1,2,3}

【緒言】

一般に、失活歯に対するホワイトニングはウォーキングブリーチとインターナルブリーチに大別され、ウォーキングブリーチは過ホウ酸ナトリウムと過酸化水素水あるいは蒸留水の混和泥を髄腔内に封入し象牙細管を介して漂白する手法とされる。しかし、この方法は対象歯が緊密に根管充填されていないもしくは歯頸部歯質が菲薄な場合には、薬剤の漏洩による歯周組織の障害だけでなく歯根の外部吸収や歯冠破折を引き起こす可能性がある。近年、6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材が上市され、生活歯に対する高い臨床的漂白効果が報告されているものの、失活歯に対する臨床応用についての報告は皆無である。また、これまで35%過酸化水素および30%過酸化尿素を応用したオフィスホワイトニング材は生活歯のみに臨床使用が限定されていたが、2025年1月より失活歯にも使用可能となった。そこで演者らは、失活歯を含む上下顎歯列に対して過酸化水素を応用したホームおよびオフィスホワイトニング材を併用した際における臨床的漂白効果について検討した。

【症例】

28歳の女性。上顎両中切歯の色の違いが気になることを主訴に愛知学院大学歯学部附属病院審美歯科診療部に来院した。患者は6歳時に転倒の既往があり、その際に顔面を強打したものの歯冠破折などの歯科的既往は認められなかった。その後数年間の経過観察中に上顎右側中切歯の生活反応が認められなくなり、感染根管治療を行ったとのことであった。当診療部来院時における上顎右側中切歯の色調は隣在歯と比較して変色しているものの、デンタルX線写真からは緊密な根管充填を認め、根尖部に透過像は認められなかった。歯周基本検査においても、当該歯に顕著に深い歯周ポケットなどは認められないことから歯根破折の可能性は低いものと考えられた。治療計画の立案に際しては、患者は全顎的なホワイトニングも希望されたため、6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材（ティオン ホーム ウィズ、ジーシー）を用いたホームホワイトニングを行うこととし、並行して上顎右側中切歯に対してはオフィスホワイトニング材（ティオン オフィス、ジーシー）を用いてインターナルブリーチを行うこととした。

【治療経過】

全顎的なスケーリングおよびPMTC後、歯科用分光測色計を用いて測色した。その結果、上顎右側中切歯におけるシェードは歯頸部でA3、歯冠中央部でA3、切縁部でC3であったものの、上顎左側中切歯においては歯頸部でA2、歯冠中央部でA2、切縁部でD2であった。カスタムトレーの辺縁形態はスキヤロップ状を基本とし歯肉縁から1mm程度歯肉側方向に延伸したデザインとした。ホームホワイトニングに際しては、1日60分間×10日間を1クールとし、合計2クール行った。また、上顎右側中切歯の口蓋側からインターナルブリーチを行うため旧修復物および根管充填材を除去し裏層後、オフィスホワイトニング材を塗布し、光照射を行った。これを1来院につき3回行い、合計2クール行った。その結果、上顎両中切歯におけるシェードは歯頸部でA1、歯冠中央部でA1、切縁部でD2となった。

【考察】

6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材によるホームホワイトニングおよびオフィスホワイトニング材によるインターナルブリーチの併用は失活歯を含めた上下顎歯列の漂白が可能であった。このことは、薬剤が有する高い浸透性とともにもその確実な漂白効果を示すものであり、ウォーキングブリーチ法と比較して失活歯に対しても歯周組織の障害、歯根の外部吸収および破折のリスクを低減化したホワイトニングが可能であることが示唆された。

【結論】

失活歯を含めた上下顎歯列に対してホームホワイトニングおよびインターナルブリーチを併用することで、全顎的な漂白だけでなく、失活歯の変色に対しても隣在歯と同様な色調まで改善することが可能であった。

重度テトラサイクリン変色歯に対する 6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材の臨床的漂白効果

愛知学院大学歯学部保存修復学講座¹

Citta eterna²

アイオワ大学歯学部保存修復学講座³

クレイトン大学歯学部総合歯科学講座⁴

○前迫真由美¹, 北村 悠², 辻本暁正^{1,3,4}

Clinical bleaching efficacy of 6% hydrogen peroxide custom tray-type home whitening agent for severe tetracycline-stained teeth

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University¹

Citta eterna²

Department of Operative Dentistry, University of Iowa College of Dentistry³

Department of General Dentistry, Creighton University School of Dentistry⁴

○Mayumi Maesako¹, Yu Kitamura², Akimasa Tsujimoto^{1,3,4}

【緒言】

テトラサイクリン (TC) 変色歯は永久歯形成期に TC 系抗生物質を多量投与された際の副作用として特に象牙質の着色を引き起こすものとされる。本邦においては、TC 系抗生物質が最も頻用された昭和 40 年代に生まれ育った現在 50-60 歳代の国民に多く発症している。これらの TC 変色歯に対する治療法はその程度によって異なり、Feinman の分類における第 1-2 度の症例においてはホワイトニングが行われるものの、第 3-4 度に対してはホワイトニングが禁忌症とされている。一方、MI の概念の浸透とともにホワイトニング材の改良によって、Feinman の分類の第 3-4 度に対しても歯の切削を伴うラミネートベニア修復や歯冠補綴前にホワイトニングを行うケースも増加している。そこで、重度 TC 変色歯に対し 6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材 (ティオン ホーム ウィズ, ジーシー) を応用した際における臨床的漂白効果の検討を行なった。

【症例】

患者は 57 歳男性であり、歯の変色を主訴に愛知学院大学歯学部附属病院審美歯科診療部に来院した。患者の TC 変色歯は全顎的に認められ Feinman の分類では第 4 度であったものの、歯の切削介入なしに漂白したいと希望された。一般に、Feinman の分類の第 4 度はホワイトニングの禁忌症とされることから十分な漂白効果が得られにくいことを説明し、了承の上施術を開始することとした。また、パノラマ X 線写真から上顎両側中切歯根尖部に水平埋伏過剰歯を認め、同部位の歯列不正の程度が強かったため、カスタムトレーと 6%過酸化水素を用いたホームホワイトニングを行うこととした。

【治療経過】

ホームホワイトニング前の全顎的なスクーリングおよび機械的歯面清掃を行った後、歯科用分光測色計 (オプティシェード, スマイルライン) を用いて測色した。その結果、上顎左側中切歯におけるシェードは歯頸部で C4、歯冠中央部で D2、切縁部で D2 であった。カスタムトレーの作製に際しては、超親水性ハイブリッドシリコーン印象材 (フュージョン II, ジーシー) を用いて精密印象採得し超硬石膏を用いて作業用模型を調製後、トレーシート (ティオン ホーム トレーシート, ジーシー) を圧接した。トレーの辺縁形態は、スキヤロップ状を基本とし歯肉縁から 1mm 程度歯肉側方向に延伸したデザインとした。カスタムトレーの唇・頬側面中央部にティオン ホーム ウィズを米粒 2 つ分程度注入し、1 日 60 分間×10 日間のホームホワイトニングを行った。また、本症例においてはホワイトニングを長期間行う必要があると判断したため、ホームケアとして術中の知覚過敏および着色の抑制効果を有する歯磨剤 (ルシェロ歯みがきペースト ホワイトプレミアムケア, ジーシー) を併せて処方した。ホワイトニング 2 クール終了した際における上顎左側中切歯のシェードは歯頸部で C4、歯冠中央部で D2、切縁側で B1 となり、特に切縁部においては 3 段階のシェード変化が認められた。

【考察】

6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材を用いて、重度 TC 変色歯の歯冠全体を一様に漂白することは困難であったものの、切縁から 1/3 程度の歯冠部における顕著な色調変化とともに縞模様の低減が確認された。すなわち、TC 変色歯に対するホワイトニング材の漂白効果は歯冠の部位によって異なり、特に歯髄の裏打ちのない部位において効果が高いことが推察された。

【結論】

6%過酸化水素カスタムトレー用ホームホワイトニング材は、重度 TC 変色歯の歯冠全体を一様に白くすることは困難であったものの、部位によっては縞模様の低減を含め顕著な臨床的漂白効果を有することが明らかとなった。

バイオフィームモデルを使用した象牙質再石灰化における過酸化尿素の影響

神奈川歯科大学 歯科保存学講座 保存修復学分野¹, 分子生物学講座 口腔細菌学分野²
○富澤 恵¹, 富山 潔¹, 小浦裕菜¹, 浜田信城², 向井義晴¹

Effect of carbamide peroxide on dentin remineralization using biofilm model

¹Dep of Restorative dentistry, ²Dep of Oral Microbiology

○TOMIZAWA Megumi¹, TOMIYAMA Kiyoshi¹, KOURA Yuna¹, HAMADA Nobushiro², MUKAI Yoshiharu¹

【研究目的】ホームブリーチングには10%程度の過酸化尿素を主成分とした製品が広く使用されている。これまで我々の研究室では、象牙質上の多菌種バイオフィームに対し過酸化尿素を作用させることによって脱灰抑制作用が認められたことを報告した(Hasegawa et al., Am J Dent 2015)。本研究では、多菌種バイオフィームにより歯根象牙質に形成された表層下脱灰病巣を過酸化尿素で処理を行うことによる再石灰化への影響を検討した。

【材料および方法】ウシ下顎中切歯の歯根部を歯頸部直下およびそれより8 mm 根尖側の位置で水平切断し得られた円筒状試料を2等分割、さらに切断部より1 mm の位置で切断を行い縦横8 mm、厚さ1 mm の象牙質プレートを作製した。作製した象牙質プレートから直径6 mm、厚さ1 mm の円盤状試料を切り出し、表面を#2,000 番の耐水研磨紙にて研磨した。ワイヤーを挟んで試料の表面が両側になるように接着剤で貼り付けた試料をバイオフィーム形成用被検体とした。処理剤には10%過酸化尿素水溶液、比較として滅菌脱イオン水を用いた。実験群は、(1) 表層下脱灰病巣群(cont), (2) 10%過酸化尿素水溶液群(CP), (3) 滅菌脱イオン水群(DW) の3群とした(各群n=4)。バイオフィームの培養には1被験者から採取した刺激時唾液を用い、バイオフィームモデルとして Amsterdam Active Attachment Model (Exterkate et al., 2010) を使用した。病巣作製のための培養液には Mcbain 2005 (0.2%スクロース, 0.4 ppm F, 1.8 mM Ca, 0.9 mM P 含有) を用い、培養液の交換を10時間、14時間の間隔で1日2回行う連続嫌気培養を48時間行った。その後は再石灰化期間とし、cont 群以外の実験群に CP, DW にて毎日30分間浸漬処理を行い、バイオフィームを残したまま Mcbain 2005 (1.8 mM Ca, 0.9 mM P, 0.1 ppm F 含有) を用いて連続嫌気培養を336時間行った。培養終了後、象牙質試料より厚さ300 μm の薄切切片を作製し、Transverse Microradiography (TMR) 撮影後にミネラル喪失量(IML) および病巣深度(LD) を測定(TMR2006, 2012, Inspektor), Tukey 検定およびSteel-Dwass 検定により有意水準5%にて統計学的分析を行ない、各群の病巣を比較した。

【結果及び考察】cont 群では表層下脱灰病巣の形成が確認された。CP 群, DW 群では cont 群に比較しミネラル vol% の高い表層および病巣体部を示し、病巣体部の再石灰化が認められた。また、これら2群は IML, LD 共に cont 群と比較し低い値を示した。特に、CP 群の IML は cont 群と比較し有意に低い値となった。10%過酸化尿素は3.6%の過酸化水素と6.4%の尿素に分解される。尿素には抗菌効果があることが報告されており、多菌種バイオフィームを用いた我々の研究からも過酸化尿素に脱灰抑制効果があることが示されていたが、バイオフィームモデルの培養液にカルシウムとリン酸イオンを添加した再石灰化モデル(Koura et al., Am J Dent 2024) を使用することによって再石灰化の検討を行うことができた。本研究結果から、多菌種バイオフィームにより歯根象牙質上に形成された表層下脱灰病巣に対して過酸化尿素にて処理を行うことで、活動性齲蝕を非活動性齲蝕へと変化させるとともに、バイオフィーム中に浸透したカルシウムやリン酸イオンなどの無機イオンが再石灰化に寄与したと考えられた。過酸化尿素にはブリーチング効果のみならず、初期齲蝕のある根面象牙質に触れた際には付加的作用として再石灰化を促進させる効果がある可能性が示された。

【結論】多菌種バイオフィームにより歯根象牙質に形成された表層下脱灰病巣に対し、過酸化尿素にて処理を行うことで再石灰化を促進させることが示唆された。

本研究は、神奈川歯科大学倫理委員会の承認を得て遂行された【研究倫理審査番号 1062】。本研究内容及び発表に際しての開示すべき利益相反関係にある企業などはない。

ICG 併用光線力学療法 (ICG-PDT) が TGF- β 誘導性 EMT および PI3K/Akt 経路に与える影響

大阪歯科大学 歯科保存講座¹、微生物学講座²

○胡 迪嘉¹、沖永 敏則²、谷本 啓彰¹、岩田 有弘¹、山本 一世¹

Effects of Indocyanine Green photodynamic therapy (ICG-PDT) on TGF- β -induced EMT and PI3K/Akt pathway.

Department of Operative Dentistry¹, Department of Microbiology², Osaka Dental University

○Dijia Hu¹, Toshinori Okinaga², Hiroaki Tanimoto¹, Naohiro Iwata¹, Kazuyo Yamamoto¹

【目的】

歯髄や歯周組織の再生は、歯の機能維持に不可欠である。上皮間葉転換 (EMT) を制御する Transforming Growth Factor (TGF) - β は、歯髄幹細胞や歯根膜由来幹細胞の分化や遊走に関与している。TGF- β が誘導する The phosphoinositide 3-kinase (PI3K)/Akt 経路は、細胞の増殖、分化、遊走、アポトーシスを調節し、EMT と密接に関連していることが報告されている。光線力学療法 (PDT) は、特定の波長の光を用いて標的組織に変性を誘導する治療法であるが、口腔病原細菌への殺菌も報告されており、歯科領域での応用が注目されている。本研究では、PDT の光感受性物質としてインドシアニングリーン (ICG) を用いた ICG 併用 PDT (ICG-PDT) を使用した。ICG は近赤外光 (約 800 nm) を吸収し、活性酸素種 (ROS) を生成する特性を持つ。この性質により、深部組織へのエネルギー伝達が可能であり、歯髄や歯周組織の治療への応用が期待される。しかし、ICG-PDT が EMT や細胞シグナルに与える影響は十分に解明されていない。そこで本研究では、TGF- β 誘導性 EMT における細胞の形態変化と遊走能を検討し、PI3K/Akt 経路の役割と ICG-PDT の影響を評価した。

【方法】

口腔領域の細胞モデルとして、TGF- β 1 による EMT 応答が明確なヒト舌扁平上皮癌由来の SAS 細胞を使用した。全ての実験は SAS 細胞を 6 well plate に 2.0×10^5 cells /well で播種して行った。

(1) 10 ng/ml の TGF- β 1 で SAS 細胞を 48 時間刺激した。ICG-PDT グループでは、10 μ g/ml の ICG を加え、LED で 30 秒間照射した。

(2) 顕微鏡観察とスクラッチ実験により、細胞形態の変化や遊走能が観察された。

(3) タンパクサンプルを作成し、E-カドヘリン、N-カドヘリン、p-PI3K、PI3K、p-Akt、Akt をウェスタンブロッティングにて確認した。

【結果】

(1) TGF- β は SAS 細胞の EMT を促進し、細胞形態の変化や遊走能の向上を引き起こした。

(2) ウェスタンブロッティングにより、TGF- β 1 処理 SAS 細胞において、上皮性マーカーである E-カドヘリンのタンパク発現が低下し、間葉性マーカーである N-カドヘリンのタンパク発現が上昇することがわかった。しかし、ICG-PDT 併用にて、N-カドヘリンタンパクと細胞遊走能の低下が観察された。

(3) TGF- β により活性化する PI3K/Akt 経路は、ICG-PDT によりその活性が抑制されていた。

【考察】

これらの結果から、ICG-PDT は、EMT を制御することで歯髄や歯周組織の再生を促進する新たな治療戦略となる可能性が示唆された。今後は、ICG-PDT が PI3K/Akt 経路をどのように制御するかを解明し、最適な照射条件や治療効果を最大化にするプロトコルの確立を目指す予定である。

【利益相反】

本研究において開示すべき利益相反関係にある企業はない。

赤色および近赤外線 LED の併用照射がラット象牙芽細胞様細胞 の増殖と分化に及ぼす影響

北海道医療大学 歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野

○蔡 期勛, 蔡 欣侑, 斎藤 隆史

Effect of combination of red and near-infrared LED irradiation on the proliferation and differentiation of rat odontoblast-like cells in vitro

Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation,
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

○Chihsun Tsai, Hsinyu Tsai, Takashi Saito

【目 的】

我々の研究グループでは、Photobiomodulation (PBM) を利用し、侵襲性を最小限に抑えた新しい齲蝕治療法を確立することを目標としている。

近年、発光ダイオード (LED) 技術の進歩に伴い、LED の Photobiomodulation (PBM) への応用が医学分野において注目を集めている。これまでの研究で、赤色 LED または近赤外線 LED 照射が、低出力レーザー治療 (Low Level Laser Therapy : LLLT) と同様に、線維芽細胞の増殖を促進して粘膜の治癒を早め、さらに骨芽細胞の増殖・石灰化を促進して薬剤関連顎骨壊死 (MRONJ) の治療に効果があることが報告されている。そこで本研究では、赤色および近赤外線 LED 照射が象牙芽細胞様細胞の増殖・分化に対する影響を検討した。

【材料と方法】

ラット象牙芽細胞様細胞 MDPC-23 を実験に用いた。2x10⁴ cells/well となるように調製した MDPC-23 を 5%FBS 添加 DMEM、37℃、5%CO₂ 存在下で 24 時間培養した。細胞に対して PBM PRO (波長 470, 630, 660, 850, 940nm, USA) LED light を用いて RiR 4 Mode (波長 630, 660, 850, 940nm) に設定し、1 回照射と毎日照射を分けて、各ウェルに 1、2、3 分間照射した。細胞増殖は Cell Counting Kit-8 (Dojindo) を用いて、細胞分化は LabAssay ALP (Wako) を用いて測定した。さらに石灰化誘導に関しては、アリザリンレッド S (Wako) で染色し CPC (Sigma-Aldrich) により定量化した。統計処理は One-way ANOVA と Tukey HSD により行った (p<0.05)。

【結果および考察】

RiR 4 Mode (波長 630, 660, 850, 940nm) 1 回照射群と毎日照射群では全ての条件下 (1, 2, 3 分照射) で細胞増殖促進が示された。1 回照射 3 分群と毎日照射 3 分群では細胞分化の促進がみられ、両群間で有意な差は認められなかった。培養 8 日目では、1 回照射 3 分群と毎日照射の全群で石灰化誘導が促進され、両群間で有意な差は認められなかった。光特性と透過深度から、赤色光は浅層組織、近赤外線は深層組織への照射に適しており、両者を組み合わせた照射は相乗効果をもたらすとされている。以上の結果から、象牙芽細胞様細胞は赤色 LED と近赤外線 LED の併用照射により、細胞増殖、分化、石灰化誘導が促進されることが示された。

【結 論】

本研究は、歯科用レーザーに比べて安価な LED でも象牙芽細胞様細胞に対して PBM 効果が得られることを示した。また、赤色 LED と近赤外線 LED を組み合わせることで、象牙芽細胞様細胞の増殖、分化、石灰化を促進できることが明らかになった。本研究結果は、安価で効果的な齲蝕治療法の確立につながるものと考えられる。

三次元形状計測システムを用いた 2 級メタルインレー窩洞形成技能評価 —4 年間（2021～2024 年度）における歯学部 5 年生スキルスラボ教育を通じて—

神奈川歯科大学 歯科保存学講座 保存修復学分野

○椎谷 亨, 武村幸彦, 乙幡勇介, 富山 潔, 向井義晴

Evaluation of the skill of metal inlay cavity formation using a three-dimensional shape measuring system -through fifth-year dental students' skills lab education in four years (2021-2024)-

Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University

○SHIYA Toru, TAKEMURA Yukihiko, OPPATA Yusuke, TOMIYAMA Kiyoshi, MUKAI Yoshiharu

【目的】我々は、第 160 回日本歯科保存学会学術大会（2024 年春、仙台）および神奈川歯科大学学会第 59 回学術大会（2024 年夏、横須賀）において、非接触型高速三次元形状計測システム（VMS-10XR 型、株式会社ユニスン製）を用いる窩洞形成技能評価が、有用な方法であることを報告した。

現在歯学部学生は臨床参加型の臨床実習を指導歯科医のもとに行っている。しかし、以前と比較し、実際の患者において窩洞形成を行う機会が減っているものと思われ、そのためシミュレーション学修であるスキルスラボ実習の果たす役割は大きい。特に、近年、保存修復治療においては、コンポジットレジン直接修復法を行う割合が高まり、以前よりメタルインレー窩洞形成を行う機会が少なくなった。しかし、広範なう蝕に対する修復法として、間接法を用いる、すなわち窩洞形成を行う重要性は今後も変わらないものと思われる。今回、この計測システムを用いて、2021～2024 年度の 4 年間に於ける、歯学部 5 年生臨床実習学生の 2 級スライス式メタルインレー窩洞形成（右上第 1 大臼歯の MO 窩洞）に関するデータがまとめられたので、報告する。

【方法】本学歯学部 5 年生は、スキルスラボ実習にて右上第 1 大臼歯のスライス式 2 級メタルインレー MO 窩洞形成を行う。3 年生保存修復学実習の時以来の実習内容である。計 2 本の人工歯形成を行う。1 本目は、1 人の保存科指導医の指導や修正のもと、復習を兼ねて練習を行い、2 本目は完全に学生独力で窩洞形成を完成させる方法を取っている。その 2 本目を、このシステムにかけ、客観的な採点を行っている。

各年度における学生点数について、50 点未満、50 点以上 60 点未満、60 点以上 70 点未満、70 点以上 80 点未満、80 点以上 90 点未満、90 点以上の 6 段階に分類した。また、各年度における点数の平均値に関する統計分析には、Kruskal-Wallis test および Steel-Dwass test ($p < 0.05$) を用いた。

【結果および考察】4 年間のスキルスラボ実習により得られたデータ（計 412 名分）を、以下の表に示した。

Table Distribution of scores for dental students in each year

Scores	FY2021	FY2022	FY2023	FY2024	Average number of students
Less than 50 points	0	0	0	3	0.75
50 to 60 points	9	11	10	7	9.25
60 to 70 points	32	28	22	22	26.0
70 to 80 points	38	44	61	45	47.0
80 to 90 points	17	25	18	18	19.5
90 points or more	0	0	1	1	0.50
Median	71.5	72	73	72.5	

各年度の学生における点数の中央値は、統計学的に有意差は認められず、年度による学生においてその有意差は無い、ということが裏付けられた。2024 年度においては、点数が 50 点に達しない学生が 3 名いたことが特徴的であるが、その 3 名の学生とも、3 年生の時よりかなり上達したとのことであり、3 年生の時とは掴めなかった切削のポイントを掴み始めたことが伺える。これら 3 人の学生は、窩洞の深さがかなり浅いため点数が伸びなかったものと思われる。最近の学生には自主性を伸ばす指導の方向性が良いものと思われ、このような学生であっても、2 本目においては指導医が具体的に手を出すということは一切せず、コメントでの指摘のみに留めた。これからの継続的なこれら各学生の努力を見てみたい。

【結論】三次元形状計測システムを用いた保存修復学領域の内側性窩洞形成評価は、歯学部臨床実習学生の教育に対しても有効であった。

歯学教育用 VR シミュレータ (Simodont®) を用いた 日本人および外国人歯学生に対するアンケートの比較

¹⁾朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学 ²⁾朝日大学 PDI 岐阜歯科診療所

³⁾朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科理工学

○石博太^{1,2)}, 日下部修介¹⁾, 伊藤里帆¹⁾, 岡村晨吾^{1,2)}, 小川雅之²⁾, 堀田正人²⁾, 奥山克史³⁾, 二階堂 徹¹⁾

Comparison of Questionnaire Surveys for Japanese and International Dental Students Using a VR Simulator for Dental Education (Simodont®)

¹⁾Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University School of Dentistry

²⁾Asahi university PDI Gifu dental clinic

³⁾Department of Dental Materials Science, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation,
Asahi University School of Dentistry

○ISHIGURE Hiroshi^{1,2)}, KUSAKABE Shusuke¹⁾, ITOH Riho¹⁾, OKAMURA Shingo^{1,2)}, OGAWA Masayuki²⁾,
HOTTA Masato²⁾ OKUYAMA Katsushi³⁾, NIKAIIDO Toru¹⁾

【緒言】

近年, Virtual Reality(VR)技術が一般化され, 教育分野において VR 技術を用いる試みが増えており、歯学教育においても VR 技術を導入することは、歯学臨床教育の質の向上に繋がるのではないかと考えられる。歯学教育用 VR シミュレータ Simodont® (株式会社ニッシン) は、最先端の VR 技術を用い、画面内の物体を立体的に視認することができ、画面内で歯の切削を疑似体験できる装置である。朝日大学歯学部では 2022 年 7 月に Simodont®を導入して以降、学生教育に Simodont®を使用しているほか、国際交流において本学に来学する外国人歯学生に対しても Simodont®を用いた実習を行っている。今回、日本人歯学生および外国人歯学生に対して Simodont®による実習を行った後にアンケート調査を実施し、その内容を比較検討したので報告する。

【方法】

対象は本学 4 学年の歯学生 133 名および、2023 年から 2024 年にかけて朝日大学へ来学した外国人歯学生 47 名 (メキシコ州立自治大学・南昌大学・シエナ大学・ウェスタンケープ大学・カリフォルニア大学ロサンゼルス校) の合計 180 名である。Simodont®を使用しう蝕の切削実習を行った後、アンケートを実施した。質問内容は、Q1「VR (Simodont®) を使用した歯の切削の感覚は、実際に人間の歯を削る感覚と似ていますか?」、Q2「臨床実習 (臨床前実習) の前に、Simodont®を使った歯科治療の練習を行うことは効果的ですか?」、Q3「人工歯を使用した通常の歯科練習用マネキンと比較して、Simodont®を使用することによって練習の質は異なると思いますか?」、Q4「あなたは Simodont®を使用して練習したいですか?」、Q5「満足度を、0 から 5 のスケールで評価すると、VR システムの Simodont®に対して総合的な満足度はいくつですか?」について、日本人歯学生には日本語表記で、外国人は学生には英語表記で行った。Q1 は「近い・少し近い・どちらともいえない・近くない」、Q2~4 は「はい・いいえ・どちらともいえない」で回答させ、Q3 で「はい」と答えた学生には「歯科用マネキン (人工歯を使用) と比較して、Simodont®の良い点を記載してください。」「いいえ」と答えた学生には「歯科用マネキン (人工歯を使用) と比較した場合の Simodont®の悪い点を記載してください。」の記載を求めた。また最後に自由記載欄を設けた。アンケートは回収後に集計および分析を行った。

【結果と考察】

アンケートの回収率は日本人歯学生 98.5% (131/133) で、外国人歯学生は 100% (47/47) であった。

日本人歯学生においては、Q1 で「近い」または「少し近い」と回答した学生が 117 名 (89.3%) であった。Q2~Q4 について「はい」と回答した学生は、Q2 は 124 名 (94.7%)、Q3 は 78 名 (59.5%)、は 122 名 (93.1%) であった。Q5 の平均点は 4.4 点であった。

外国人歯学生においては、Q1 で「近い」または「少し近い」と回答した学生が 29 名 (61.7%) であった。Q2~Q4 について「はい」と回答した学生は、Q2 は 42 名 (89.3%)、Q3 は 34 名 (72.3%)、は 24 名 (91.4%) であった。Q5 の平均点は 4.1 点であった。

以上より、日本人歯学生と外国人歯学生共に、Simodont®の実習には満足しているものの、日本人歯学生は実習で使用する人工歯との違いを感じる学生が多く、外国人歯学生は学生時代から天然歯の切削を行う機会が多いことから、天然歯との切削感の違いを感じる学生が多いと思われた。また自由記載欄より筐体の制約から、臨床実習などで行っているポジショニングがうまくできないことを指摘する学生もいた。

【結論】

①日本人歯学生と外国人歯学生共に Simodont®を使用した実習に満足し、有効と考えている。

②Simodont®の切削感について日本人歯学生は人工歯、外国人歯学生は天然歯との切削感に乖離を感じているのではないかと考えられた。

最小限の侵襲にて一口腔単位での審美改善を試みた症例

大阪大学大学院歯学研究科 歯科保存学講座
島岡 毅, 鍵岡 琢実, 前歯 葉月, 林 美加子

A Case of Esthetic Treatment with Minimally Invasive Approach

Department of Restorative Dentistry and Endodontology,
Osaka University Graduate School of Dentistry

○SHIMAOKA Tsuyoshi, KAGIOKA Takumi, MAEZONO Hazuki, HAYASHI Mikako

【緒言】

近年、接着技術および修復材料の進歩により、直接修復治療の適応範囲が拡大しており、直接修復では、コンポジットレジンを用いた大型修復の良好な予後が報告されている (Kusumasari et al. *J Dent Indones* 2024). 一方、間接修復でも、保持形態を必要とせず、接着によって機能するオーバーレイ形態のセラミックアンレーの臨床有用性が報告されている (Edelhoff et al. *Dent Mater* 2019). このように、従来は便宜的な歯質切削や抜髄処置をおこなっていた症例でも、歯質および象牙質・歯髄複合体を保護する治療が可能となっている。ここでは、う蝕治療および複数箇所にわたる審美性の改善が必要な患者に対し、患歯に応じた適切な修復方法を決定し、良好な治療経過を得た症例を報告する。

【症例】

患者: 47 歳 男性 主訴: 右下の詰め物が取れた。前歯の色も気になるし、金属の部分も歯をできるだけ削らずに全部白くしたい

現病歴: 2022 年 5 月に #47 のメタルインレーが脱離、その後かかりつけ歯科医院にて再装着するも脱離した。かかりつけ歯科医院への不信感から大学病院での治療を希望し、当院を受診した。

【診断】

#47 メタルインレー脱離、象牙質う蝕

#46, 16 メタルインレーによる審美障害

#21 変色歯および慢性根尖性歯周炎

【処置方針】

#47 セラミックアンレー修復

#46, #16 コンポジットレジン修復

#21 感染根管治療後にウォーキングブリーチによる漂白処置、コンポジットレジン修復

【処置経過】

患者と処置方針について相談した結果、#47 から治療を開始することとした。ラバーダム防湿下で仮封材を除去したところ、う蝕を認めたため感染歯質を除去し、接着システムとコンポジットレジンを用い歯髄保護をおこなった。歯髄反応が正常であることを確認し、オーバーレイ形態のジルコニアアンレーにて修復するため、支台歯形成および精密印象後、ラバーダム防湿下にてアンレーを装着した。続いて、#16 および #46 にコンポジットレジン修復をおこなった。#21 は感染根管治療後、漂白処置をおこなったうえでコンポジットレジンにて修復した。現在、いずれの部位も経過は良好である。

【考察】

本症例では、最新の接着技術を駆使することにより、全顎的な審美性の改善およびメタルフリー治療を達成できた。患者の口腔内所見にて全顎的な咬耗症が認められたため、夜間のパラファンクションと二次う蝕が原因となり、#47 はメタルインレーの脱離を繰り返したと考えている。残存歯質量および対合歯とのクリアランスを確認の上、歯質の保存を重視して、#47 はオーバーレイ形態での修復を選択した。治療後 2 年が経過したが、ナイトガードの装着により修復物および歯質の保全が図られ、良好な経過が得られている。今後も、修復物の脱離や破折に注意を払いつつ長期的な経過観察をおこなう予定としている。