

歯の漂白前後のフッ化物塗布が歯面に及ぼす影響について【第2報】

大阪歯科大学 歯学部 口腔病理学講座

○久野雪乃, 池田千浦子, 上田愛里, 芳鐘雄大, 岡村友玄, 富永和也

The effect of fluoride application before and after bleaching on tooth surfaces [Part 2]

Department of oral pathology, Osaka dental university

○Yukino Hisano, Chihoko Ikeda, Airi Ueda, Takehiro Yoshikane,

Tomoharu Okamura, Kazuya Tominaga

【背景】

近年、予防歯科や審美歯科の需要が増加傾向にある。予防歯科では、齲蝕予防を目的としたフッ化物が多く用いられ、フッ化物塗布を歯面に行くとフッ化カルシウム (CaF₂) が生成するとされている。CaF₂はフルオロオパタイト形成に寄与し、齲蝕予防効果を高めると報告されている。しかし、CaF₂生成量には個人差があると思われる。個人差が生じる要因としては、歯面の状態の違い、具体的には着色状態などが考えられる。審美歯科の観点からは、歯の着色除去を目的とした歯科来院が増加している。歯に着色物が沈着すると細菌の足場となり、齲蝕発生リスクを高める可能性が考えられる。そのため、tooth ホワイトニング (ホワイトニング) とフッ素塗布とを行うことで、着色物除去や脱灰抑制、フルオロオパタイト形成の促進につながり、齲蝕予防効果をより高められるのではないかと考えた。

そこで我々は、人工的に着色させた歯を用い、フッ素塗布が歯面の CaF₂生成に及ぼす影響についてホワイトニング処置前後で比較し、今回は、天然歯にホワイトニング処置を施したケースも併せて検討した。

【材料と実験方法】

本実験では、ウシ前歯冠部を用いてエナメル質歯片を作製し、条件の異なる以下 A~D 群を設定した。A 群: 未処理の歯片 (コントロール)、B 群: A 群をタンニン酸水溶液 (400 mg / 100mL) に 6 日間浸漬した歯片、C 群: B 群 (着色歯) にホワイトニング処置を 28 時間施した歯片および D 群: A 群 (未処置歯) にホワイトニング処置を 28 時間施した歯片とした。さらに、A~D 群に対してフルオール・ゼリー歯科用 2% (R) を用いてフッ素塗布を行い、A-F 群、B-F 群、C-F 群および D-F 群を作製した。試料作製では、1 本のウシ前歯冠部を半割し、片方を A 群、残りの片方を B~D、A-F~D-F 群とした。着色には赤ワインに含まれる色素であるタンニン酸を使用し、ホワイトニングにはティオン ホーム プラチナ (R) を用いた。各実験群の歯片の元素解析を JCM7000 (卓上 SEM/EDS) を用いて行い、歯面の微細構造の変化を SEM を用いて行った。VITA Easyshade V を用いて、同一歯の未処置時、着色後、着色後のホワイトニング後および未処置歯へのホワイトニング後の歯面色調の変化を計測、比較した。また、X 線光電子分光分析装置 (XPS) を用いて、フッ素塗布の影響を観察した。

本研究は、大阪歯科大学動物実験委員会の承認を得て行った。(大阪歯科大学動物実験承認番号第 25-04001 号)

【結果および考察】

卓上 SEM/EDS で元素解析を行った結果、A 群と比較した歯面表層のカルシウム量、リン量は B 群において減少傾向を示し、C 群では増加傾向を、D 群では A 群と同等量の数値を示した。炭素量については、B 群および D 群は増加、C 群は減少傾向を示した。これらの結果から、着色によって歯表面がコーティングされたこと、ホワイトニングによって着色物が除去されたことおよびホワイトニングによってエナメル質表層の結晶構造が変化したことが考えられた。色調比較には、Lab 色空間を用いた。着色前と着色後、着色後とホワイトニング後では、L 値、a 値に有意差を認めた。A-F 群、B-F 群、C-F 群および D-F 群を XPS で解析し比較した結果、B-F 群および D-F 群では歯面表層の CaF₂ 形成量が最も少なかった。

【結論】

ホワイトニング処置を施した着色歯にフッ素塗布を行った場合、ホワイトニング未処置着色歯より歯面への CaF₂ の沈着量が増加しており、ホワイトニング処置は CaF₂ 形成の補助になることが示唆された。また、着色していない天然歯にホワイトニングを行っても CaF₂ 形成量が増加するとは限らないことが示唆された。

新規知覚過敏抑制材 GHT に関する臨床研究

—ホームホワイトニングに伴う知覚過敏抑制効果—

昭和医科大学歯学部歯科保存学講座保存修復学部門¹⁾

昭和医科大学大学院保健医療学研究科医系基礎・専門・教育分野医療人教育学領域²⁾,

昭和医科大学歯科病院歯科衛生室³⁾, 昭和医科大学藤が丘病院病院歯科⁴⁾

○新妻由衣子¹⁾, 渡邊 仁美¹⁾, 城生 麻里²⁾, 坂本奈津季³⁾, 永里 咲恵³⁾, 柴田 悠美³⁾,

角田 彩夏³⁾, 佐藤 祥子⁴⁾, 小林 幹宏¹⁾

Clinical Evaluation of a Novel Desensitizing Agent (GHT)

—Management of Hypersensitivity Associated with At-Home Whitening—

Department of Conservative Dentistry, Division of Operative Dentistry, Showa Medical University School of Dentistry¹⁾,

Department of Medical Basics, Specialty and Education, Division of Health Science Education,

Showa Medical University, Graduate School of Health Sciences²⁾,

Division of Dental Hygiene, Showa Medical University Dental Hospital³⁾,

Showa Medical University Fujigaoka Hospital, Hospital dentistry⁴⁾

○NIIZUMA Yuiko¹⁾, WATANABE Hitomi¹⁾, JONO Mari²⁾, SAKAMOTO Natsuki³⁾, NAGASATO Saki³⁾,

SHIBATA Yumi³⁾, TSUNODA Saika³⁾, SATO Shoko⁴⁾, KOBAYASHI Mikihiko¹⁾

【目的】

ホワイトニングにおける有害事象として最も懸念されるのは知覚過敏であるが、我々はこれまでに6%過酸化水素とカスタムトレーを用いたホームホワイトニングを行った42名の患者のうち、約24%に知覚過敏が発症したことを報告した*。ホームホワイトニングは、患者がライフスタイルに合わせて行うことが可能であるという利点を有する一方、知覚過敏発症時に歯科医師による迅速な介入が困難であるという臨床的課題がある。

本研究では、患者が自宅においてホームホワイトニング用のカスタムトレーに填入して使用可能な新規知覚過敏抑制材GHT (GC) の知覚過敏抑制効果を評価した。

【材料および方法】

本研究は前向き観察研究として実施した(昭和医科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2025-0514)。これまでに6%過酸化水素とカスタムトレーを用いるティオンホームウィズ (GC, THW) によるホームホワイトニングを実施し、知覚過敏症状を呈した患者15名を対象とした。GHTは、硝酸カリウムおよびフッ化ナトリウムを主成分とする知覚過敏抑制材であり、カスタムトレーにGHTを填入し使用した。

被験者は、1日あたり、まずGHTを15分間使用し、その後にTHWを60分間使用する処置を、10日間実施した。評価には被験者日誌に記録されたVAS法を用い、同一患者におけるTHW単独使用時のVAS値と、GHT併用時のVAS値を比較した。統計解析は、同一被験者内比較としてWilcoxon符号付順位検定を用い、有意水準は5%とした。

さらに、被験者日誌を通じて、GHTに関する被験者の主観的評価を収集した。

【結果】

本研究では、これまでにTHWによるホームホワイトニングにより知覚過敏を発症した患者を対象としたが、GHT併用時には、15名中6名(40.0%)の被験者で知覚過敏の発症を認めなかった。全被験者15名におけるGHT併用時の最大VAS値は、THW単独使用時に記録された最大VAS値と比較して有意に低下した(p<0.05)。また、GHTに関連すると考えられる有害事象は認められなかった。

被験者日誌による評価では、多くの被験者が「自宅で使用でき利便性が高い」、「安心してホワイトニングを行うことができた」と回答した。

【結論】

GHTを併用することでホームホワイトニングに伴う知覚過敏の発症が抑制され、知覚過敏の発症が認められた場合においても症状は緩和された。さらに、患者自身が自宅で使用できることから、利便性の高い知覚過敏抑制材であることが示唆された。

【参考文献】

*新妻由衣子, 小林幹宏, 他: 6%過酸化水素とカスタムトレーを用いたホームホワイトニングの臨床的有用性, 歯科審美, 38(2), 2026.

ホワイトニングとグラデーションインゴットを用いた セラミックラミネートベニア修復の併用による審美性の改善

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}

Esthetic Improvement Using a Combination of Tooth Whitening and Ceramic Laminate Veneer Restoration with a Gradation Ingot

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

○MAESAKO Mayumi¹, KITAMURA Yu², TSUJIMOTO Akimasa^{1,3,4}

【緒言】

近年、ホワイトニングをはじめ、ラミネートベニア修復や矯正治療などの審美歯科治療が一般化するなか、患者は歯の白さや美しさとともに歯の切削を極力抑えた治療を希望する傾向がある。そこで、変色歯および歯列不正を有する40代女性患者に対し、生活歯・失活歯へのホワイトニングと強化型ガラスセラミックスのグラデーションインゴットを用いたラミネートベニア修復を併用し、審美性の改善を図った症例を報告する。

【症例】

47歳女性。全顎的な歯の黄ばみ、上顎両側中切歯および側切歯における修復物の変色、ならびに上顎前歯部の歯列不正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。上顎両側中切歯および側切歯の隣接面には、コンポジットレジン修復がされており、それらの変色と不適合を認めた。両側側切歯は生活歯であり、両側中切歯は失活歯であるが良好な根管充填がされており根尖病巣は認められなかった。また、全顎的に加齢による歯の変色を認め、特に失活歯である上顎左側中切歯歯頸部における変色は顕著であった。そこで、全顎的な変色に対してホームホワイトニングを行った後、上顎左側中切歯にはインターナルブリーチも行うこととした。上顎前歯部の歯列不正に対しては、強化型ガラスセラミックスのグラデーションインゴットを用いたラミネートベニア修復を計画した。本治療内容について十分に説明を行い、患者より文書によるインフォームドコンセントを得て治療を行った。

【治療経過】

ホワイトニング前に全顎的なスケーリングおよび機械的歯面清掃を行い、歯科用分光測色計を用いて測色を行った。その結果、上顎右側中切歯のシェードはB2、上顎左側中切歯歯頸部のシェードはA4であった。ホームホワイトニングにおいては、歯列不正を認めたためカスタムトレーを用い、6%過酸化水素ホームホワイトニング材を使用した。ホームホワイトニングを3サイクル(1サイクル:1日60分間×10日間)行った結果、上顎右側中切歯のシェードはB1まで改善したものの、上顎左側中切歯歯頸部のシェードはD3であった。そのため、上顎左側中切歯には35%過酸化水素オフィスホワイトニング材を用いてインターナルブリーチを3サイクル(1サイクル:1分照射+5分以上静置)を行い、シェードはA2までしか改善できなかった。上顎両側中切歯および側切歯のラミネートベニア修復に際しては、ソフトウェアにてモチベーションワックスアップを行い、患者に最終形態を確認してもらった。また、リダクションガイドを用いて予備削合を行い、フロアブルレジンでダイレクトモックアップを行った。モックアップの機能および審美性に問題がないことを確認後、シリコンガイドで支台歯の削除量を確認しながら最終形成・精密印象採得を行った。強化型ガラスセラミックスのグラデーションインゴット(IPS e.max プレス Multi B1, Ivoclar)を用いてラミネートベニアを作製し、支台歯および修復物に対する前処理後、ラバーダム防湿下で光重合型レジンセメントを用いて装着した。術後7ヶ月時点では良好な経過を辿っている。

【考察】

ラミネートベニア修復前に漂白処置を行うことで支台歯の色調を改善し、支台歯形成量を最小限に抑えることができた。しかし、ホワイトニングには限界があり、生活歯と失活歯で色調に差が生じた。そこで、強化型ガラスセラミックスのグラデーションインゴットを用いることによって、自然な審美修復治療が可能となっただけでなく、ホワイトニング後の後戻りによる審美性の低減をコントロール可能な治療ができたと考えられた。

【結論】

変色歯および歯列不正に対し、ホワイトニングと強化型ガラスセラミックスのグラデーションインゴットを用いたラミネートベニア修復を併用することによって、長期的な審美性の安定を考慮した審美修復治療が可能であった。

レオロジー特性からみたホームホワイトニングジェル of 材料学的検討

- 1 神奈川県立歯科大学 歯科保存学講座 保存修復学分野
 - 2 日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第1講座
 - 3 神奈川県立歯科大学 歯科保存学講座 歯内療法学分野
- 武村幸彦^{1,2}, 両角俊哉², 室町幸一郎³, 向井 義晴¹

Materials Science Evaluation of Home Whitening Gels Focusing on Rheological Properties

- 1 Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University,
2 Department of Endodontics, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata,
3 Department of Endodontics, Kanagawa Dental University
○TAKEMURA Yukihiko^{1,2}, MOROZUMI Toshiya², MUROMACHI Koichiro³, MUKAI Yoshiharu¹

【目的】

ホームホワイトニングは低侵襲的審美治療として広く普及しているが、その臨床成績は有効成分濃度のみならず、カスタムトレー内におけるジェルの流動挙動および歯面への停留性に依存する。国内承認製品の多くは過酸化尿素10%を主成分とするが、基材設計には差異が存在する。本研究は、剪断履歴を考慮したレオロジー解析によりチクソトロピー挙動を多面的に定量評価し、材料間差を明確化するとともに、臨床的操作性および停留挙動との関連を材料学的観点から検討することを目的とした。

【材料および方法】

対象は Opalescence 10% (OPA), NITE White Excel (NIW), TION HOME PLATINUM (TIO), HiLite HOME (HIL) の4製品とした。動的粘度測定にはコーン・プレート型回転粘度計 (TVE-35H, 東機産業) を用い、各材料につき独立試料 (n=5) で測定した。各ホワイトニングジェル 0.15 mL をプレート中央に静置し、前剪断を可能な限り回避した状態で直ちに測定を開始した。測定は半密閉条件下で実施した。使用コーンは半径7.7 mm, コーン角3°とした。剪断速度制御モードにより、1-100 s⁻¹まで段階的に上昇させる Up モード, 続いて 100-1 s⁻¹まで段階的に低下させる Down モードの階段状プログラムを設定し、多段階一定剪断条件下で粘度曲線および流動曲線を取得した。

評価指標は、①ヒステリシスループ面積 (履歴依存性), ②低剪断/高剪断粘度比 (剪断感受性), ③粘度回復率 (構造回復能) とした。材料間比較には Kruskal-Wallis 検定を用い、有意差が認められた場合には Steel-Dwass 法による多重比較を行い、有意水準は5%とした。

【結果】

ヒステリシスループ面積は HIL が最も高値を示し (中央値 35302.6 Pa/s), NIW が最も低値 (1095.0 Pa/s) であった。HIL は NIW と比較して有意に大きかった (p<0.05)。OPA および TIO は中間的な値を示した。

低剪断/高剪断粘度比は TIO が最も高値 (42.2), NIW が最も低値 (3.7) であり、TIO は NIW に対して有意に高値を示した (p<0.05)。OPA および HIL は中間域に位置した。

粘度回復率は NIW が最も高く (96.6%), HIL が最も低値 (62.1%) であった。NIW は HIL に対して有意に高値を示した (p<0.05)。OPA および TIO は中間的な粘度回復率を示した。

【考察】

各材料はいずれもチクソトロピー挙動を示したが、ヒステリシスループ面積, 低剪断/高剪断粘度比, および粘度回復率には明確な差異が認められた。HIL は最大のヒステリシスループ面積を示し、剪断履歴に伴う内部構造変化が最も顕著であった。TIO は高い低剪断/高剪断粘度比を示し、剪断刺激に対して流動化しやすい特性を有していた。一方、NIW は履歴依存性が小さく、かつ高い粘度回復率を示し、比較的安定した流動挙動を呈した。

3指標を統合すると、各材料は異なるレオロジープロファイルを有し、チクソトロピー挙動は単一の粘度値では十分に評価できないことが示された。材料間の差異は、トレー装着時の展延性および装着後の停留挙動に影響する可能性があり、トレー設計の判断に関連することが示唆された。

【結論】

ホームホワイトニングジェルは、材料ごとに履歴依存性, 剪断感受性, および構造回復能が異なる多面的チクソトロピー特性を有することが明らかとなった。これらのレオロジー特性の違いは、展延性および停留挙動に影響する可能性があり、カスタムトレー設計を検討する上での材料学的基礎指標となり得る。

デュアルホワイトニングと知覚過敏対策を併用した 軽度ホワイトスポットと審美性の改善

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

○黒田真由¹，前迫真由美¹，辻本暁正^{1,2,3}

Combined Approach for Esthetic Improvement Including Initial White Spot Lesions with Dual Whitening and Desensitizing Management

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

○KURODA Mayu¹, MAESAKO Mayumi¹, TSUJIMOTO Akimasa^{1,2,3}

【緒言】

近年、審美歯科治療に対する関心の高まりに伴い、ホワイトニングを希望する患者が増加している。これらの患者のうち、ホワイトスポットを併発した若年層も多く認められており、その対応方法はホワイトスポットの程度により異なるものとされる。とくに、軽度のホワイトスポットに対してはフッ化物塗布が第一選択肢とされているものの、目立ちにくくすることを目的にホワイトニングを行う場合も多い。一方、ホワイトスポットが消失するまでホワイトニングを行う場合、繰り返し漂白処置を実施する必要がある、その際には知覚過敏が発症しやすく、十分な対策も求められる。そこで、ホワイトスポットを有する若年患者に対し、知覚過敏対策を併用したデュアルホワイトニングによって高い審美性の改善が得られた症例について報告する。

【症例】

21歳女性。歯の黄ばみと白斑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。上顎両側中切歯および側切歯の切縁部に軽度のホワイトスポットを認めたが、齲蝕はなく、歯周組織の状態も良好であった。患者は短期間で確実な漂白効果を希望していたものの、知覚過敏の発現を懸念していた。そこで、知覚過敏抑制処置を併用し、35%および6%過酸化水素を用いたデュアルホワイトニングを行うこととした。本治療内容について十分に説明を行い、患者より文書によるインフォームドコンセントを得て治療を行なった。

【治療経過】

スケーリングおよびPMTCの後、歯科用分光測色計（オブティシェード、スマイルライン）を用いて測色を行った。その結果、上顎右側中切歯におけるホワイトスポットのシェードはB1であり、その周囲はC1であった。知覚過敏発症抑制のため、術前に知覚過敏抑制材配合トレー（ウルトラーズ、ウルトラデント）を30分間装着した。その後、歯肉保護を行い、35%過酸化水素オフィスホワイトニング材（オパールエッセンス BOOST、ウルトラデント）を歯面に塗布した。塗布後5分間静置し、3分間光照射を行った後、さらに7分間静置し、この操作を3回繰り返した。術後には高濃度フッ化物バーニッシュ（エナメラスト、ウルトラデント）を塗布した。術後1日目まではホームホワイトニングを行わず、2日目から6%過酸化水素ユニバーサルトレー用ホームホワイトニング材（オパールエッセンス Go、ウルトラデント）を用いて、1日90分×4日間のホームホワイトニングを行った。その後、1サイクル目と同様にデュアルホワイトニングを繰り返し、2サイクル合計10日間のホワイトニングを行った。その結果、上顎右側中切歯におけるホワイトスポット周囲のシェードはB1に変化し、ホワイトスポットは目立ちにくくなった。また、術前・術中・術後の知覚過敏抑制処置に加え、セルフケアとして硝酸カリウム配合の歯磨剤（オパールエッセンス ホワイトニング歯みがき、ウルトラデント）を処方したことで、快適に複数回のデュアルホワイトニングを完了することができた。

【考察】

35%および6%過酸化水素を用いたデュアルホワイトニングを2サイクル合計10日間行うことで、短期間で歯冠全体の色調が改善できただけでなく、軽度のホワイトスポットを目立ちにくくする効果が認められた。また、知覚過敏発症の低減を目的として使用した材料には、硝酸カリウムあるいはフッ化ナトリウムが含有されていた。これらの成分が歯髄神経や象牙芽細胞に対する知覚鈍麻作用を有することに加え、象牙細管口の閉鎖に寄与したと考えられた。

【結論】

デュアルホワイトニングに硝酸カリウムあるいはフッ化ナトリウムを含有する製品を併用することで、短期間で快適に歯の色調改善と軽度のホワイトスポットを改善できることが示唆された。

牛歯ホワイトスポットモデルを用いた新規セルフエッチングシステムによる レジン浸潤法の色調変化

1. 東京科学大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野
 2. 徳島大学大学院医歯薬学研究部保存学分野
- 高木 伸人¹, 保坂 啓一², 島田 康史¹

Color Changes Induced by Resin Infiltration Using a Newly Developed Self-Etch Adhesive System on Bovine White Spot Lesion Models

1. Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Institute of Science Tokyo,
 2. Department of Conservative Dentistry, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences
- Nakato TAKAGI¹, Keiichi HOSAKA², Yasushi SHIMADA¹

【緒言】ホワイトスポット病変 (WSL) に対するレジン浸潤法は、脱灰により生じたエナメル質内の多孔性構造に起因する光散乱を、低粘度レジンにより低減し白濁をマスキングする治療法である。AFB-00 (ジーシー社、以下 AFB) は、新規に開発された水を含有しない 1 ステップ型セルフエッチングボンディング材であり、セルフエッチングモードに加えてレジン浸潤法モードでの使用が可能である。本研究は、浸潤モードを有する AFB システムの牛歯ホワイトスポットに対する色調改善効果を、従来型レジン浸潤システムである ICON と比較検討することを目的とした。

【材料と方法】P4000 で研磨した牛歯エナメル質包埋体を、既報 (ten Cate JM, Duijsters PP., 2011) に準拠し、MHP 脱灰溶液 (pH 5) に 30 日間浸漬してホワイトスポット病変 (WSL) モデルを作製した。試料 30 本を ICON 群 (n=15) および AFB 群 (n=15) に割り付けた。浸潤前後に分光測色計 (VITA Easyshade V) を用いて L*a*b*値を各 3 回測定し、平均値から処理前後の色差 ΔE^*ab を算出した。ICON 群では、ICON Etch (15% 塩酸, 2 分) および ICON Dry (エタノール, 30 秒) 処理後、ICON Infiltrant (TEGDMA 系低粘度レジン) を 3 分間塗布し、40 秒間光照射を行った。さらに、再浸潤 1 分後に 40 秒間の追加光照射を行った。AFB 群では、研磨用ストリップス Epitex (ジーシー社) にて研磨後、リン酸エッチング (20 秒) を行い、エタノール 30 秒処理後、AFB (浸潤モード) を 3 分間塗布し、同様に光照射を行った。また、浸潤状態の観察を目的として SS-OCT を補助的に撮影した。統計解析は Shapiro-Wilk 検定および Levene 検定により正規性・等分散性を確認した後、Welch の t 検定を主解析とし、Mann-Whitney 検定を感度分析として用い、有意水準は 5% とした。

【結果】 ΔE^*ab は ICON 群 25.5 ± 6.7 , AFB 群 34.9 ± 4.8 であり、AFB 群が統計学的有意に高値を示した (Welch, $p=0.00014$)。Mann-Whitney でも同様であった ($p=0.00036$)。

【考察】本モデルにおいて、AFB システムは ICON システムと比較して、浸潤直後の色調変化量 (ΔE^*ab) が有意に大きかった。 ΔE^*ab は処理前後の色調差を示す指標であり、ホワイトスポット病変における白濁のマスキング程度を間接的に反映するものと考えられる。一方で、本研究は浸潤前後の色調差を評価したものであり、ホワイトスポット病変そのものの治療効果や長期的な審美的改善を直接評価したものではない点には留意が必要である。AFB は低粘度・エタノール含有系材料であり、浸潤モードや機能性モノマーによるエナメル質表層との相互作用が、浸潤挙動および色調変化に影響した可能性が考えられる。また、研磨およびリン酸エッチングによる表層処理が浸潤経路を増加させたことも一因である可能性が考えられる。ICON システムが塩酸による前処置を特徴とするのに対し、AFB システムではリン酸を用いた前処置を採用している点が両者の相違点である。本研究において AFB システムが ICON システムと比較して浸潤直後の色調変化量において高値を示したことは、塩酸を用いる従来法と比較して侵襲性の低いリン酸前処置と組み合わせたレジン浸潤アプローチの日常臨床での有用性を示唆する結果と考えられる。

【結論】牛歯 WSL モデルにおける浸潤前後の ΔE^*ab は、AFB システムが ICON システムより有意に大きかった。また、リン酸を用いる AFB システムは臨床応用における安全性および日常臨床への応用可能性の観点から有用である可能性が示唆された。



Figure 1-2. Mean (Figure 1) and individual (Figure 2) ΔE^*ab values before and after resin infiltration for ICON and AFB.

新規ユニバーサルシェードバルクフィリレジン GCR-01 の I 級窩洞における色調適合性

昭和医科大学歯学部歯科保存学講座保存修復学部門
○原田優, 新妻由衣子, 林遥佳, 中崎由奈, 菅井琳太郎, 小林幹宏

Color Matching of Universal Bulk-Fill Resin Composite(GCR-01) for Class I Cavities

Department of Conservative Dentistry, Division of Operative Dentistry,
Showa Medical University School of Dentistry

○HARADA Yu, NIIZUMA Yuiko, HAYASHI Haruka, NAKAZAKI Yuna, SUGAI Rintaro, KOBAYASHI Mikihiro

【目的】

ユニバーサルシェードコンポジットレジン(以下, URC)は、光拡散性、透過性、あるいは構造色などを応用することで多くの色調への適合が可能であるとされている。我々は、2025 年度日本歯科保存学会秋季学術大会にて、光拡散性フィラーとレジンマトリックスの屈折率の調整により光学特性を最適化し、設計・開発された新規ユニバーサルバルクフィリレジン(GCR-01)がⅢ、Ⅳ、Ⅴ級窩洞において A1 から A3.5 までの幅広い歯冠色に対して高い色調適合性を有することを報告した。

そこで、本研究では I 級窩洞における GCR-01 の色調適合性を 4 種類の URC と比較、検討した。

【材料および方法】

本研究では GCR-01(GCR, GC)、CLEARFIL MAJESTY ES Flow U(MJF, クラレノリタケデンタル)、OMNICHROMA Flow BULK(OMF, トクヤマデンタル)、Venus PURE Bulk Flow ONE(VBF, KULZER)、および SDR flow Bulk Fill Flowable(SBF, Dentsply Sirona)の 5 種類の URC を用いた。人工歯はサーパス(GC)の下顎右側第一大臼歯 A1, A2, A3, A3.5, A4 を使用し、窩洞形態は I 級窩洞(直径 3mm×深さ 2mm)とした。各種 URC を填塞後、24 時間後にマイジンガーポリッシャー (GC)にて研磨を行い、分光測色計 RAYPLICKER COBRA(BOREA)を用いて測色した。測定箇所は人工歯 4 点、URC 4 点を測色した。得られた L*a*b*値から I 級窩洞における人工歯と URC の色差 CIELAB(ΔE^*ab)および CIE2000(ΔE_{00})を算出した。測定結果は一元配置分散分析および Tukey により統計学的に分析した。さらに、臨床経験 10 年以上かつ日本歯科保存学会認定医および専門医である歯科医師 3 名が単盲検下で 5 段階視覚評価(0:Excellent match 1:Very good match 2:Not so good match 3:Obvious mismatch 4:Huge mismatch)を行った。

【結果】

GCR は A1 など明度の高い歯冠色では高い色調適合性を示したが、人工歯の明度が低下するにつれて色調適合性が低下する傾向が示唆された。この傾向は OMF では明確でなかったが、その他の URC でも共通して見られた。GCR は A1、A2 で一部の URC より高い色調適合性が認められた。

また、GCR は視覚評価においても明度の高い歯冠色で良好な評価を示す傾向が見られ、評価者間に中程度の一致が認められた。

【結論】

本研究条件下において、GCR は I 級窩洞において明度の高い歯冠色に対して高い色調適合性を有することが示された。また、その他の色調では従来の URC と同様に幅広い色調への適合性を示した。

各種飲料への浸漬によるコンポジットレジン色調変化の2種色差式による評価

¹日本歯科大学生命歯学部接着歯科学講座、²日本歯科大学附属病院総合診療科、³日本歯科大学生命歯学部
 ○^{1,2}前野雅彦、¹勝海 芽、¹越田美和、¹杉山怜央、¹古木健輔、¹伊藤立紀、³東 雛代、³石濱 愛、
³徳永康佑、³中島春乃、³中原櫻子、³初野藍人、³伏見 楓、³本間美邦、¹柵木寿男

The evaluation of color change of resin composites after immersion in various beverages by two color difference formula

¹Department of Adhesive Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University,

²General Dentistry, The Nippon Dental University Hospital,

³School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University

○^{1,2}MAENO Masahiko, ¹KATUUMI Mei, ¹KOSHIDA Miwa, ¹SUGIYAMA Reo, ¹FURUKI Kensuke, ¹ITO Tatsuki,

³AZUMA Hinayo, ³ISHIHAMA Ai, ³TOKUNAGA Kousuke, ³NAKAJIMA Haruno, ³NAKAHARA Sakurako,

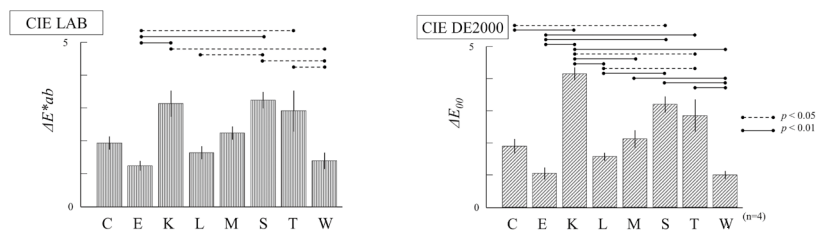
³HATSUNO Aito, ³FUSHIMI Kaede, ³HONMA Mikuni, ¹MASEKI Toshio

【目的】コンポジットレジン（以後 CR）は、審美性に優れ、低侵襲性の歯科治療に寄与することから、歯冠修復用材料として広く用いられている。一方で、CR はマトリックスレジンの吸水性に起因する色調変化の懸念を有する。色調の評価には、従来 CIE LAB 色差式が使用されてきたが、最近ではヒトの目の色識別域を考慮した CIE DE2000 色差式が用いられるようになってきている。本研究では、各種飲料への浸漬によって CR 硬化体に生じる色調変化について計測を行い、その色差について2種色差式を用いて評価検討した。

【材料および方法】浸漬溶液には、共同研究者の学部学生らの意見を参考とした7種飲料、すなわちコーヒー（CRAFT BOSS、サントリーホールディングス：C）、エナジードリンク（Monster Energy、アサヒ飲料：E）、黒酢（純玄米黒酢、マルカン酢：K）、抹茶ラテ（抹茶ラテ、古谷乳業：L）、メロンソーダ（ローヤルさわやか、北陸ローヤルボトリング：M）、醤油（こいくちしょうゆ、ワダカン：S）、トマトジュース（カゴメトマトジュース、カゴメ：T）に、対照として蒸留水（W）を加えた計8種を使用した。また、試料製作の材料にはハイブリッド型 CR（Clearfil AP-X、クラレノリタケデンタル）を選択した。まず、厚さ2mmの円筒形透明モールド併用による成形後、表裏各20秒間の光照射を行い、規格化ディスク状試料とした。その後、色彩色差計（CR-400、コニカミノルタ）によるベースライン測色の後、試料を無作為に浸漬溶液に割り当てて浸漬し、37℃恒温器内で保管した。定期的に溶液を交換し、浸漬開始2週後に試料の測色を行い、ベースラインとの色差を ΔE^*ab および ΔE_{00} にて算出した。得られたデータは一元配置分散分析を経た Tukey の HSD 検定と Student の t 検定によって統計学的分析を行った。

【結果および考察】得られた結果を図に示す。 ΔE^*ab では、醤油が最も大きな色調変化を示し、各群の大小関係は S>K>T>M>C>W>L>E となった。一方、 ΔE_{00} による検討では、黒酢が最も大きな色調変化を示し、各群の大小関係は K>S>T>M>C>L>E>W となった。対照群との間に有意差を認めたのは、 $\Delta E^*ab \cdot \Delta E_{00}$ 共に K、S、T の3群であったが、その有意水準は色差式によって異なった。また、 ΔE^*ab と ΔE_{00} 間で比較したところ、K 群のみ ΔE_{00} が有意に大きい値を示した。有意な色調変化を生じた溶液において、黒酢と醤油はメラノイジン、トマトはリコピンが主たる色素成分である。これら成分の分子量について、メラノイジン（1,000以上）はリコピン（約536）と比較して大きく、CR への浸透は容易に生じにくいと考えられる。そのため、今回の結果には、メラノイジンではなくメイラード反応の副生成物の低分子色素成分が影響を及ぼしたと考える。一方で、色素成分を含有しない蒸留水においても1以上の色差が生じたことから、重合反応の進行などに起因する CR 自体の経時的変色にも注意を払う必要があることが示唆された。また、色差式の違いに着目すると、異なる式を用いることで有意に異なる結果を示す浸漬条件を認めた。これは、CIE DE2000 色差式によってヒトの目の彩度、明度および色相依存性に応じた補正が行われたためと考えられ、ヒト視覚を見据えた審美的処置や材料の評価における適切な色差式使用の重要性が確認された。

【結論】各種飲料への浸漬によって CR 硬化体に生じる色調変化は、その飲料の種類によって異なった。また、用いる色差式によって異なる色差を算出する浸漬条件が存在した。



The color difference of resin composite after immersion in various beverages by two color difference formula

フッ化ジアンミン銀濃度と光照射が象牙質表面の色調変化に及ぼす影響

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

○今井佑亮¹⁾, 清水翔二郎¹⁾, 伊藤里帆¹⁾, 二階堂 徹²⁾, 奥山克史¹⁾

Effect of Silver Diamine Fluoride Concentration and Light Irradiation on Color Changes of the Dentin Surface

¹⁾ Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, School of Dentistry, Asahi University, ²⁾ Asahi University

○Yusuke Imai¹⁾, Shojiro Shimizu¹⁾, Riho Ito¹⁾, Toru Nikaido²⁾, Katsushi Okuyama¹⁾

【目的】

38%フッ化ジアンミン銀 (silver diamine fluoride: SDF) は, う蝕予防および進行抑制に有効であることが知られている. 一方で38%SDF塗布による歯質の黒変は審美的な問題である. また, SDF塗布の象牙質表面に光照射することによって銀イオン (Ag⁺) から銀への変化が促進され, 光照射直後から歯の変色が生じる. しかし, SDF塗布と光照射による象牙質の変色については十分に解明されていない. そこで本研究の目的は, 異なるSDF濃度の象牙質塗布とその後の光照射が象牙質の変色に及ぼす影響について定量的に解析することである.

【材料および方法】

使用したSDFの濃度は, 38%, 3.8%, 0.38, 0.038% SDFである. 38%SDF (サホライド液歯科用38%, ビーブランド) および, 3.8%SDF (サホライド・RC液歯科用3.8%, ビーブランド) は市販製剤を用いた. 0.38%および0.038% SDFは, 3.8%SDFを超純水により希釈して調製した. ウシ抜去前歯の歯根部から象牙質ブロック (5×5×2 mm) を切り出した後, 表面を耐水研磨紙#600~2000にて研削, 超音波洗浄, 乾燥した. 次に各濃度のSDFを象牙質表面に10秒間塗布後, LED光照射器 (ペンキュア2000, 標準モード1200 mW/cm², モリタ) を用いて10秒間光照射を行った. 各試料について, SDF塗布前, 光照射直後, 24時間後, 1週間後, 2週間後に象牙質表面を分光測色計・色彩計 (SE7700, 日本電色工業) にて測色し, さらにデジタルカメラ (D3500, Nikon) にて写真撮影した. 測色の評価は, CIE L*a*b*表色系を用い, SDF塗布前と塗布後 (光照射直後, 24時間後, 1週間後, 2週間後) のL*, a*, b*値から色差 (ΔE^*ab) を算出した (n=5). 得られた値は, 正規性の確認後, 反復測定分散分析およびBonferroni法にて多重比較を行い ($\alpha = 0.05$), SDF濃度および保管期間が ΔE に及ぼす影響を解析した.

【結果および考察】

各SDF濃度の比較において, 光照射直後では38%群が0.38%群および0.038%群よりも有意に高い値を示し ($p < 0.05$), 3.8%群は0.038%群よりも有意に高い値を示した ($p < 0.05$). 一方, 38%群と3.8%群, 3.8%群と0.38%群, 0.38%群と0.038%群との間に有意差は認められなかった. 24時間後, 1週間後, 2週間後においては, 0.38%群と0.038%群間を除いて, すべてのSDF濃度間で有意差が認められた ($p < 0.05$). 保管時間による比較では, 38%群および3.8%群で, 直後からの時間経過において有意差を認めなかったが, 0.38%群では, 照射直後に比べて1週間後と2週間後, 24時間後と比べて1週間後で有意に高い値が認められ, 0.038%群では, 照射直後と2週間後の間にのみ有意差が認められた ($p < 0.05$).

象牙質表面の写真画像からは, 38%群および3.8%群においては光照射直後から明瞭な黒変が観察されたが, 0.38%群と0.038%群では, 時間の経過によって試料表面にわずかな黒変が観察された.

以上の結果より, 各SDF濃度において変色に違いが認められた. 変色の原因は, SDFに含まれるAg⁺の還元によるメタリック銀の形成によるものと考えられる. 高濃度群では光照射直後に銀の凝集が急速に進行し, 早期に色調が飽和したため経時的変化が表れにくかったのに対し, 低濃度群では飽和に至らず, 経時的な銀の反応が色差として検出されたと推察される. 今後はSDF塗布後の象牙質表面の解析について検討する予定である.

【結論】

本研究の結果から, SDF塗布と光照射による象牙質表面の黒変は, SDF濃度と経過時間の影響を受けることが明らかとなった.

新規 1 ステップボンディング材における膜厚による接着性への影響

株式会社ジーシーR&D
○天野翔太, 平野恭祐

Impact of Film Thickness on Bonding Performance in a Novel One-Step Bonding Agent

GC R&D CORPORATION, Tokyo, Japan
○Shota Amano, Kyosuke Hirano

【目的】

従来の 1 ステップボンディング材は、歯面に塗布後、配合されている水や溶媒を除去するため十分にエアブローを行う必要がある。しかし、エアブローが不十分であり、ボンド層に水分が残留している場合、接着強さや耐久性に影響を及ぼす懸念がある。そこで弊社では水を配合しないことでエアブローの有無に依らず安定した接着強さを有する試作ボンディング材 AFB-00 を新たに開発した。エアブローをしないケースで考えられる懸念点として、塗布量が多くなってしまった場合にボンド層が厚くなり、接着性能へ影響を与える可能性が考えられる。そこで本研究では、エアブローの有無や塗布量によるボンド層の膜厚の変化、及びそれによる接着性能への影響について評価を行った。

【材料および方法】

ISO 29022:2013 を参考に接着試験を実施した。ウシ前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し、#400 の SiC 耐水研磨紙で注水研磨し象牙質を露出させ、被着面とした。次いで、被着面に対して AFB-00 を用いてエアブロー有無の 2 条件：(1) 塗布後エアブローなし (w/o Air-blow), (2) 塗布後弱圧エアブロー (w/ Gentle Air-blow), また、液量が多くボンド層が厚くなってしまったケースを想定して複数回の塗布により再現した 2 条件：(3) 2 度塗り後エアブローなし (2-Coat), (4) 3 度塗り後エアブローなし (3-Coat) の合計 4 条件にて処理を行った。LED 型歯科重合用光照射器 (G-ライトブリマ II Plus, ジーシー) を用いて 10 秒間光照射を行い、ボンディング材を硬化させた。内径 2.38 mm のモールドを被着面に固定し、コンポジットレジン (クリアフィル AP-X, クラレ) をモールド内に充填して 20 秒間光照射を行い硬化させた。37°C の恒温槽にて 24 時間水中浸漬させたのち、オートグラフ (EZ-SX, SHIMADZU) にてクロスヘッドスピード 1mm/min. でせん断接着試験を実施した (n=5)。結果について、一元配置分散分析にて統計処理を行った ($\alpha = 0.05$)。また、同様に 4 条件で処理した試験体を切断し、断面を SEM にて観察しボンド層の厚みを確認した (n=3)。

【結果及び考察】

各条件における膜厚の結果を Table. 1 に示した。また、せん断接着試験の結果を Figure. 1 に示した。この結果から、AFB-00 はエアブローの有無や塗布量の影響によって 5~40 μm のボンド層を形成することが確認できたが、これらの条件に依らず安定した接着強さを示し、各条件間で有意差は認められなかった。AFB-00 は水を含んでいないことで、エアブローを行わずとも接着阻害となる因子が残存しない高強度なボンド層を形成することができると考えられ、膜厚に依らず安定した接着強さを示したと考えられる。

【結論】

新規 1 ステップボンディング材 AFB-00 は、膜厚に依らず安定した接着強さを示したことから、臨床場においてもエアブローや塗布量の影響といったテクニクエラーを軽減でき、安定した接着性能と良好な予後が期待できると考えられる。

Table.1 Film thickness of each condition in AFB-00

	Film Thickness/ μm
w/o Air-blow	11.0(2.4)
w/ Gentle Air-blow	4.9(0.8)
2-Coat	20.3(3.7)
3-Coat	40.5(5.4)

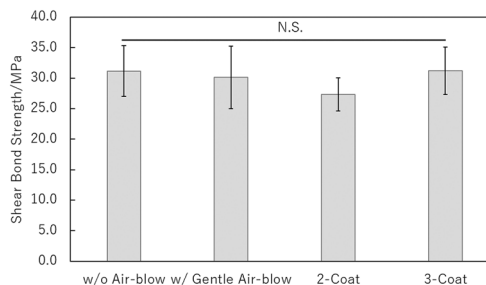


Figure.1 Bond strength of each condition in AFB-00

フィラー粒径の異なるコンポジットレジンにおける研磨性評価

株式会社ジーシーR&D
 ○川中子諒太, 荻谷周司, 平野恭祐

Polishability evaluation of composite resins for different filler particle sizes

GC R&D CORPORATION, TOKYO, JAPAN
 ○Ryota Kawanago, Shuji Kariya, Kyosuke Hirano

[研究目的]

コンポジットレジン(CR)を用いた修復における研磨工程は、審美性の向上やプラークの付着抑制に寄与するため重要である。一方で、研磨のステップが煩雑であり、仕上げ研磨に時間を要する。そのため、短時間の研磨で高い光沢が得られるCRはチェアタイムの短縮に有効であると考えられる。CRの研磨性においては、配合されるフィラーの粒径サイズや形状、充填量などが影響すると予想される。本発表ではフィラー粒径に着目し、弊社が開発したシングルシェードCR製品である「G-フロー ONE」(GFO)及びフィラー粒径の異なるCRの研磨性について評価したため報告する。

[材料および方法]

GFO 及び自社製品 A の研磨性の評価を実施した。各サンプルを試験体作製の型(φ8 mm)に充填し、スリムライト (Low モード, 10 秒, GC) により硬化させ、試験体(n=4)とした。硬化体の表面を耐水研磨紙 (# 600) で粗面化した。マイジंगाーポリッシャー HP (FP9769F, GC) とマイクロモーターLM-III (GC) を用いて、10,000 rpm で 5, 20, 30 秒間表面を研磨し、光沢度計 (Gloss Meter VG7000, 日本電色) で光沢度を測定した。得られた結果に対し、Tukey-Kramer 法による統計解析を行った。

[結果および考察]

GFO は研磨開始 5 秒で光沢度が 78 %に達し、20 秒以降で 90 %に達した (Fig. 1)。一方、自社製品 A は研磨開始 5 秒で 44 %, 30 秒後における光沢度は 68 %であり、GFO と比較して全体的に低い光沢度の推移を示した。自社製品 A は粒径約 1 μm のフィラーが配合されている。一方、GFO は粒径約 150~300 nm のフィラーが配合されている (Fig. 2)。粒径が大きい自社製品 A においては、研磨によるフィラーの脱落に伴い表面に大きな窪みが形成され、これが光の乱反射を引き起こすため、光沢が得られにくいと考えられる。粒径が小さい GFO においては、フィラー脱落時の表面の窪みが小さく、表面が平滑であるため光沢が容易に得られたと考えられる。

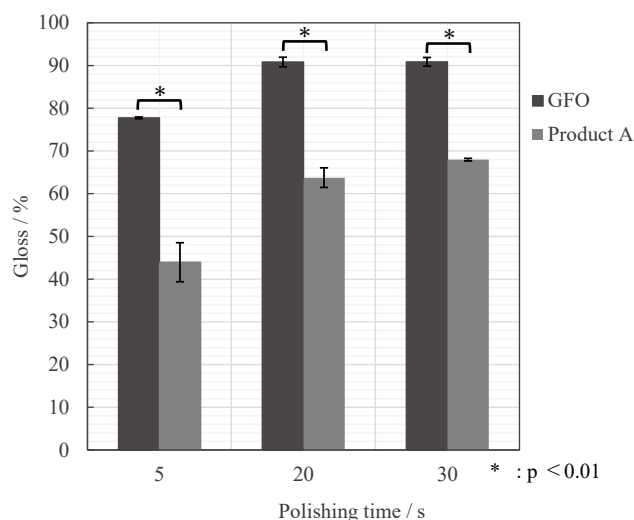


Fig. 1 Glossiness of specimen after polishing



Fig. 2 SEM images of GFO and Product A

[結論]

本発表における研磨性評価の結果から、フィラー粒径が小さい GFO は短時間で高い光沢度に達し、最終的な光沢度も高く、研磨性に優れることが示唆された。臨床においては、短時間の仕上げ研磨によるチェアタイム短縮のみならず、高い審美性及びプラークの付着抑制が期待される。

レジン系材料の異なる重合方式における吸水前後の微小形態変化観察

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
○戸井田 侑, 槌谷賢太, 兼子裕史, イスラムラフィクル, 川本千春,
星加修平, 五十嵐 豊, 佐野英彦, 友清 淳

Observation of morphological changes before and after water sorption in various resin-based materials with different polymerization modes

Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University
○Yu Toida, Kenta Tsuchiya, Hirofumi Kaneko, Rafiqul Islam, Chiharu Kawamoto,
Shuhei Hoshika, Yutaka Igarashi, Hidehiko Sano, Atsushi Tomokiyo

【背景及び目的】

レジンセメントは CAD/CAM 用コンポジットレジンや、PEEK、セラミック、二ケイ酸リチウム、ジルコニア等様々な機械的性質と審美性を兼ね備えた修復材料の接着に用いられ、日常臨床での応用の幅が日々拡大している。レジンセメントはその重合方式によって、化学重合型レジンセメントや光重合型レジンセメント、デュアルキュア型レジンセメントに分類され、いずれの重合方式においても優れた機械的性質や審美性が示されている。一方で、修復処置後のマージン部では、レジンセメントが吸水することによって接着力や硬さなどの機械的性質が低下する可能性があり、これらの性質変化に影響を及ぼす因子として吸水による材料の微小形態変化が挙げられる。さらに、近年様々なレジンセメントが開発されており、多種多様な組成やフィラーを応用した材料が上市されているが、これらの吸水後の微小形態変化に関する解析報告は少ない。そこで本研究では、光重合型レジンセメント、デュアルキュア型レジンセメント、及び比較対象としてコンポジットレジンを使用し、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いてそれらの吸水前後における微小形態解析及び比較を行うことを目的とした。

【材料及び方法】

光重合型レジンセメントとしてパナビアベニア LC (PVL, クラレノリタケデンタル) 及びバリオリンクエステティック LC (VEL, イボクラール・ビバデント)、デュアルキュア型レジンセメントとしてパナビア V5 (PV5, クラレノリタケデンタル)、対照のコンポジットレジンとしてエステライト Σ クイック (ESQ, トクヤマデンタル) を用いた。ポリエステルストリップスを介させたスライドガラス上で、直径 10 mm 高さ 2 mm のプラチック型枠に各材料を充填後、ポリエステルストリップスを介させたもう一枚のガラススライドで圧接を行い、歯科用 LED 照射器 (ペンキュアー 2000, モリタ; 660-760 mmW/cm²) にて両面を 20 秒間ずつ照射し、材料をそれぞれ硬化させて試料作製を行った (n=3)。硬化後の試料に対して、#1000 SiC 耐水研磨紙による研磨を行い、余剰部分を除去した。その後、それぞれの試料を、シリカゲルを設置した 36°C インキュベーターにて 24 時間保管した。保管後、SEM にて各材料の微小形態を観察した。さらに上記方法と同様に試料を作製した後、7 日間 36°C インキュベーター内で水中保管を行ったものについても、同様に SEM による微小形態観察を行った。

【結果及び考察】

試料作製 24 時間後の条件では PVL, PV5, ESQ ではベースレジンで空隙はほとんど認められなかった。一方、VEL においてベースレジン内にわずかな空隙が認められた。また、いずれの材料で異なる形態のフィラーが観察された。なお、ベースレジンとフィラー間での剥離は認められなかった。7 日間の水中保管後の条件において、PVL, VEL, ESQ では試料作製 24 時間後と同様の所見を示し、形態的な変化はほとんど認められなかった。一方、PV5 は吸水後にベースレジンの一部に空隙が認められた。いずれの群においても、フィラーに関しては明らかな変化は認められなかった。以上の結果から、光重合型である PVL, VEL, ESQ は照射直後に重合が完了し、吸水によるベースレジンへの影響が少なかったが、デュアルキュア型である PV5 は試料作製 24 時間後においても重合進行しており、吸水による影響にてベースレジン内に空隙が生じたことが示唆された。また、ベースレジンの組成が吸水後の形態変化に対して影響を及ぼしたことも示唆された。一方で、フィラーの形態に対する浸水の影響は少ないことが示唆された。

【結論】

本研究で用いた材料において、光重合型レジンセメントである PVL, VEL 及びコンポジットレジンである ESQ は吸水前後における微小形態変化は少ないが、デュアルキュア型レジンセメントである PV5 は、吸水前後でベースレジン内での変化が生じる。

異なる2種類の濃度のシュウ酸がエナメル質表面の微細構造と構成元素に与える影響

¹大阪歯科大学歯学部口腔病理学講座、²大阪歯科大学歯学部歯科保存学講座

○上田愛里¹、岡村友玄¹、池田千浦子¹、谷本啓彰²、保尾謙三²、
久野雪乃¹、芳鐘雄大¹、山本一世²、富永和也¹

The Effects of Two Different Concentrations of Oxalic Acid on the Microstructure and Constituent Elements of the Enamel Surface

¹Department of Oral Pathology, School of Dentistry, Osaka Dental University,

²Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Osaka Dental University

○Airi UEDA¹, Tomoharu OKAMURA¹, Chihoko IKEDA¹, Hiroaki TANIMOTO², Kenzo YASUO², Yukino HISANO¹,
Takehiro YOSHIKANE¹, Kazuyo YAMAMOTO², Kazuya TOMINAGA¹

【目的】

シュウ酸は、コーヒーや紅茶、チョコレートなど多くの食品に含まれている。本研究は、異なる2種類の濃度のシュウ酸がエナメル質表面の微細構造と構成元素とに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【材料および方法】

ウシ下顎前歯のエナメル質部分を切断し、4×4×4 mmのエナメル質歯片を作製した。その後、歯片を蒸留水で30秒間洗浄し、さらに蒸留水中で2分間超音波洗浄を行った。対照群はシュウ酸水溶液と反応させない歯片 (n=8) とした。実験群は、対照群と同様に超音波洗浄した歯片を2種の濃度のシュウ酸水溶液 (0.45 mg/mLと12.6 mg/mL) に浸漬して反応させた2条件の歯片 (各n=8) とした。シュウ酸水溶液と歯片との反応時間はいずれも90分間とした。シュウ酸水溶液と反応させた歯片を、蒸留水で30秒間洗浄後、蒸留水中で2分間超音波洗浄を行った。全ての反応は室温で行った。その後、歯片を肉眼的に観察し、走査型電子顕微鏡 (SEM) で表面微細構造を観察後に走査型電子顕微鏡-分散型X線分析装置 (SEM-EDS) でエナメル質表層の元素分析を行った。

【結果および考察】

シュウ酸未処理のエナメル質をSEMで観察すると、小柱構造を明瞭には認められなかった。実験群では、いずれの条件でも角柱状の結晶構造がエナメル質表面に形成され、濃度依存的に形成量が増加した。特に高濃度シュウ酸群ではエナメル質表面のほぼ全面に結晶が形成された。SEM-EDSで分析すると、洗浄後の歯面上の結晶存在部位に一致して炭素と酸素とが観察された。

結晶を形成する他の処理剤として、フッ化物はフルオロアパタイト形成による耐酸性付与、リン酸カルシウムやナノハイドロキシアパタイトは再石灰化促進が主作用である。シュウ酸は酸性条件下で即時に難溶性結晶を形成できる点の特徴である。フルオロアパタイトとシュウ酸カルシウムが、同時に歯面に接した場合、相補的に作用しうると考えられる。実験群はシュウ酸処理後、水洗および超音波洗浄したにもかかわらず、溶解しない結晶が表面に残存していた。これらの結晶には、炭素と酸素が集中的に観察されたことから、不溶性のシュウ酸カルシウムが歯面上に形成されたものと考えられる。エナメル質のハイドロキシアパタイト結晶が酸性条件下で脱灰、分解し、そこで放出されたCa²⁺がシュウ酸と即座に反応することで、エナメル質表面に異なる結晶が沈着したものと推察される。

本研究は、シュウ酸と歯質表面の相互作用に関する基礎的知見を提供し、着色や脱灰、石灰化など、歯面を管理する上で貴重な示唆を与えるものと思われる。

【結論】

コーヒーやほうれん草、紅茶、チョコレートなど多くの食品に含まれているシュウ酸が歯面に接触、反応すると、シュウ酸カルシウム結晶をエナメル質表面に形成するが、その形態は濃度によって異なっていた。すなわち、0.45 mg/mLの低濃度のシュウ酸水溶液に反応させた歯片では角柱状結晶が散在した。12.6 mg/mLの高濃度のシュウ酸水溶液に反応させた歯片では結晶が形成される領域は増加したが、形成された結晶のサイズは小さくなる傾向がみられた。

※本研究は大阪歯科大学動物実験委員会の承認を得て実施した (承認番号: 25-08004号)。

※本研究に関して、開示すべき利益相反関係にある企業はない。

2種の異なるブリーチング材による 各種ユニバーサルシェードコンポジットレジン表面性状の検討

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

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

The effect of two bleaching agents on surface texture of various 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

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

【緒言】

近年、国民の審美意識の向上に伴い、年齢を問わず歯の漂白に対するニーズが増加している。また、最近では6%過酸化水素を主成分とする新たなホームブリーチング材の臨床応用も行われている。一方、臨床において頻用される単一材料での色調適合性を特徴とする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知見は限られている。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の作用によるユニバーサルCRの表面性状への影響を評価検討した。

【材料および方法】

修復材料には、4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、オムニクロマフロー、トクヤマデンタル：OC、ア・ウーノ フローベーシック、ヤマキン：AU、ビューティフィルユニシェード、松風：BU）を使用した。また対照としてグレースフィル ローフロー A2、ジーシー：GFを採用した。試料の製作は、内径15mm厚さ3.0mmのプラスチックモールドに各材料を充填し、厚さ100 μ mの透明クリアフィルムで圧接しながらLED照射器（VALO コードレス、ウルトラデント）にて表裏各20秒間の照射で硬化させた。その後、37 $^{\circ}$ Cの恒温槽内で24時間水中保管、耐水研磨紙#2000まで順次研磨を行い、3分間の超音波洗浄を経て計50枚のディスク状試料とした。試料は、修復材料5種とブリーチング材2種による計10条件に応じ、それぞれ5枚ずつ無作為に類別した。ついで、各試料面に、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、ジーシー：WITH）を用いて、製造者指示に従い、BOOSTは20分間 \times 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、共焦点レーザー顕微鏡を用いて全試料の表面粗さを測定した。データはKruskal-Wallis検定、Steel Dwass検定およびMann-WhitneyのU検定にて検討した。

【結果ならびに考察】

統計学的分析の結果、ブリーチングによるCRの表面粗さの変化について、WITHではCRの種類に拘わらず有意差を認めず、一方でBOOSTではAUとGFが有意に低下していた。これは、成分中の過酸化水素濃度が、WITH（6%）とBOOST（35%）で異なっていたことが影響していると推察される。一方で、各CRに着目すると、ブリーチング材の違いに拘わらず、CRの違いは表面粗さに有意な影響を与えていた。ブリーチング後は、WithではAUが、BoostではAUとBUが小さな表面粗さを示す傾向にあった。これは、各修復材料に含まれるフィラーの材質、粒形、含有量や、マトリックスレジンとの結合度が、材料毎に異なったことに起因すると考える。一方で、各CRに着目すると、ブリーチング材の違いに拘わらず、CRの違いは表面粗さに有意な影響を与えていた。ブリーチング後は、WithではAUが、BoostではAUとBUが小さな表面粗さを示す傾向にあった。これは、各修復材料に含まれるフィラーの材質、粒形、含有量や、マトリックスレジンとの結合度が、材料毎に異なったことに起因すると考える。

以上から、ブリーチングによる表面粗さの変化は、CRの成分や性質に大きく影響を受けるものの、近年の低濃度過酸化水素含有ホームブリーチング材を使用した場合、その変化は従来のオフィスブリーチング材よりも少なく抑えられることが示唆された。

【結論】

新規ホームブリーチング材によるユニバーサルCRの表面性状の変化は、従来のオフィスブリーチング材を用いた場合と比較して、少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。

ショートファイバーフロアブルレジンをベース材として用いた積層充填の破壊抵抗性

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⁾, 坪田歯科医院³⁾
○笠原悠太¹⁾, 青木良太¹⁾, 林 佳奈¹⁾, 大内 元^{1,2)}, 柴崎 翔^{1,2)},
須田駿一^{1,2)}, 高見澤俊樹^{1,2)}, 宮崎真至^{1,2)}, 坪田圭司^{1,3)}

Fracture Resistance of Short fiber-reinforce Flowable Resin Composite Used as a Base Material
Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾, Nihon University
School of Dentistry, Tsubota Dental Clinic³⁾

○KASAHARA Yuta¹⁾, AOKI Ryota¹⁾, HAYASHI Kana¹⁾, OOUCHI Hajime^{1,2)}, SHIBASAKI Sho^{1,2)},
SUDA Shunichi^{1,2)}, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, TSUBOTA Keishi^{1,3)}

【研究目的】

ショートファイバーフロアブルコンポジットレジン(SFRFC)は、ガラスファイバーを含有することで、破折抵抗性の向上を図ったコンポジットレジン系ベース材として修復歯の強化が期待されている。しかし、この材料に関する詳細については不明な点が多い。そこで、このSFRFCをコンポジットレジン修復のベース材として使用した際の破壊抵抗性を把握する目的で、3点曲げ強さおよび疲労曲げ強さを求め、ベース用バルクフィルフロアブルコンポジットレジンと比較した。また、コンポジットレジン修復時に行う積層充填の最適な組み合わせを検討するために、異なる種類のフロアブルレジンの表面硬さおよび耐摩耗性を求めた。

【材料および方法】

1. 使用材料

積層充填時のベース用コンポジットレジンとしては、SFRFCのeverX Flow (EFB)を用いた。また、対照としてバルクフィルフロアブルレジンのBeautiful-Bulk Flowable (BBF), Omnichroma Flow Bulk (OFB), およびSDR flow+ Bulk-Fill Flowable (SDR)を用いた。積層充填時の歯冠側用コンポジットレジンとしてインジェクタブルレジンのGraceFil ZeroFlo (GZ), およびシングルシェードフロアブルコンポジットレジンのBeautiful Unishade Flow (BU) およびOmnichroma Flow (OU)を用いた。

2. 曲げ試験片の製作

3点曲げ強さ試験片の製作は(ISO 4049に準拠)、25 mm × 2 mm × 2 mmのステンレス製割型に各コンポジットレジンを充填し、180秒間照射し、同様に裏面を照射することによって重合硬化させた(single-layer)。一方、曲げ疲労強さ試験用試片の製作に際しては、25 mm × 2 mm × 1 mmのステンレス板を上述のステンレス製割型に挿入し、上部からベース用フロアブルレジンを充填、照射を行った。次いで、ステンレス板を取り出し、そのスペースに歯冠側用のフルアブルコンポジットレジンを充填、照射し、積層充填を模した試片とした(incremental-layer)。製作した試片は37°Cの暗所にて24時間保管した。

3. 3点曲げ強さおよび曲げ疲労強さ試験

3点曲げ強さ試験に際しては、万能試験機を用いて3点曲げ試験を行い、曲げ強さ、曲げ弾性率およびレジリエンスを求めた(n=12)。一方、曲げ疲労強さ試験にはElectroPuls E1000 machine (Instron)を用いるとともにStaircase methodを応用して行った。すなわち、3点曲げ試験から得られた各レジンの曲げ強さ値の約15%の荷重を試片に20 Hzの条件で、繰り返し50,000回負荷し、その曲げ疲労強さ(MPa)を計算式から求めた(n=24)。

4. 硬化フロアブルレジンの表面硬さおよび摩耗試験

重合硬化させた試片(24時間保管)のスラブ硬さを求めるとともに、摩耗試験についてはLeinfelder-Suzuk 摩耗試験機を用いて耐摩耗性を検討した。すなわち、穴の開いたステンレス金型に供試レジンを充填し、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。試験終了後、最大摩耗深さ(μm)および体積摩耗量(mm³)を求めた。

【成績および考察】

曲げ強さおよび曲げ疲労試験の結果から、EFBは積層の有無にかかわらず他のフロアブルレジンと比較して高い破壊抵抗性を示した。また、摩耗試験の結果からGZは優れた耐摩耗性を示した。

【結論】

本実験の結果から、SFRFCおよびインジェクタブルレジンの組み合わせは、臼歯部のコンポジットレジン修復に最適な組み合わせであることが示唆された。

新規ワンステップ接着材 AFB-00 の SS-OCT 窩壁適合性評価

東京科学大学大学院医歯学総合研究科 歯制御学分野

○島田康史 早川武志 石田爽大

Assessment of cavity sealing performance of novel one-step adhesive AFB-00 using SS-OCT

Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Institute of Science Tokyo

○Yasushi Shimada Takeshi Hayakawa Sota Ishida

【緒言】

近年、直接法コンポジットレジン修復の歯質接着システムは臨床操作の集約化が進み、効率的に処理を行う 1 ステップ接着材が主流となりつつある。しかし、現在の 1 液性 1 ステップ接着材では親水性と疎水性のモノマーを共存させる必要から、ボンド中に各種溶媒が含まれており、強固なボンド層の形成にはエア操作によって溶媒を揮発させ除去する必要がある。エア操作の術式や時間は製品によって異なり、的確な溶媒の除去は臨床的な課題となっている。GC 社より新規開発された AFB-00 は、水を含まずに溶媒の含有量を低下させ歯面処理を可能とした 1 ステップ接着材であり、エア操作の有無を問わずにボンド層の形成が可能な特徴を有している。本研究では、AFB-00 の窩壁適合性の評価を目的とし、波長掃引型光干渉断層計 (SS-OCT) を用いて象牙質窩洞に充填したコンポジットレジン修復の非破壊辺縁封鎖性評価を行った。

【材料と方法】

1. SS-OCT 窩壁適合性試験

牛抜去歯の歯根面に用意した象牙質平坦面に、ダイヤモンドポイントを用いて直径 2.0mm 深さ 1.5mm の皿状窩洞を注水下で形成し被着体とした。皿状窩洞を以下の 3 グループに分け (n = 10)、窩洞にそれぞれの接着操作を行った後にフロワブルレジン (Gracefil Flo A3, GC) を注入して光硬化させた。

Group1. SBU 群 : Scotchbond Universal Plus Adhesive (SBU, ソルベンタムイノベーション) をメーカー指示通りに 20 秒間作用させ、エア操作を 5 秒間行い、照射を 10 秒間行った

Group2. AFB-00 エア (-) 群 : AFB-00 を窩洞に塗布し、にエア操作を行わずに照射を 5 秒間行った (メーカー指定の使用 방법에準拠)

Group3: AFB-00 エア (+) 群 : AFB-00 を窩洞に塗布し、エア操作を 3 秒間行い、照射を 5 秒間行った (メーカー指定の使用 방법에準拠)

フロワブルレジンを光硬化させた後、直ちに SS-OCT を用いて非破壊で窩底部の適合状態を観察し、歯軸方向窩洞中央部から得られた画像に対して ImageJ を用いて画像処理を行い、抽出した窩底部の輝度上昇部をギャップとして評価を行った。窩洞底部に対する輝度の上昇部の割合 (%) を計測し、SPSS にて統計処理 (Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney U test) を行い比較した。

2. 重合率測定

SBU または AFB-00 の照射前と照射後の重合率をラマン分光法 (inVia Raman Microscope, Renishaw) により計測した (n = 4)。アルミ板上に塗布した硬化前のサンプルと、硬化後のサンプルのラマンスペクトルをマイクロラマン顕微鏡にて取得した。1610 cm^{-1} 付近の芳香族 C=C 伸縮振動のピーク強度を基準として、サンプル硬化前後の 1640 cm^{-1} のビニル基の C=C 伸縮振動のピーク強度の減少率から重合率を算出した。

【結果】

SS-OCT 窩壁適合性試験では 3 グループ間で有意差が認められ (Kruskal-Wallis test, $P < 0.05$)、AFB-00 の窩壁適合性は SBU よりも優れていた (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$)。また、AFB-00 におけるエア操作の有無による影響は、窩壁適合性に認められなかった (Mann-Whitney U test, $p > 0.05$)。ボンドの重合率は、AFB-00 : 59.8%、SBU : 59.5 であり、有意差は認められなかった。

【考察】

SS-OCT の観察結果から、AFB-00 のボンド層はエア操作を行わないと厚くなる傾向が認められたが、窩壁適合性は優れた結果を示していた。また AFB-00 のボンドの重合率はエア操作を行わなくても SBU と同程度であり、臨床における術者の手技の影響は低くなる可能性が示唆された。

ジルコニアへの接着における塗装用エアブラシのサンドブラスト処理への応用

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

○土山博司, 鶴田はねみ, 伊藤里帆, 奥山克史

Application of paint airbrush to sandblasting for adhesion to zirconia

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

○Hiroshi Tsuchiyama, Hanemi Tsuruta, Riho Ito, Katsushi Okuyama

【目的】

近年, CAD/CAM 技術の発展により, ジルコニアを用いた歯冠修復治療が広く行われるようになってきている. ジルコニアの接着強度向上には, アルミナブラスト処理が有効とされており, チェアサイドで使用可能なアドブレップが用いられている. しかし, アドブレップはチェアとのコネクター形状がメーカーごとに異なるという制約がある. 一方, エアブラシはコンプレッサーとの接続構造が汎用的であり, 装置自体も安価である. 両者は内部構造が類似していることから, エアブラシを用いてアルミナブラスト処理を行うことで, サンドブラスターの代替として使用できる可能性が考えられる. 本研究では, エアブラシを用いたアルミナブラスト処理がジルコニアの接着強度に及ぼす影響について検討した.

【材料と方法】

本研究ではエアブラシとして FLYER SR(アネスト岩田, 神奈川), 接続するコンプレッサーとしてスプレーワークパワーコンプレッサー(タミヤ, 静岡)を使用した. 比較対象のサンドブラスターとして, アドブレップ(モリタ, 京都)をコンプレッサー Smart Air(アネスト岩田, 神奈川)に接続して使用した. 使用粉末はいずれも直径 50 μ m アルミナ粉末(アドブレップ専用パウダー)を用いた. 接着試験には, ジルコニア基板(Zpex Smile, 東ソー, 東京), パナビア V5, セラミックプライマープラスおよびアロイプライマー(クラレノリタケデンタル, 東京)を用いた.

ジルコニア試料表面を#600 耐水研磨紙で研削後, 表面処理の方法により未処理群(N 群), エアブラシ群(FS 群)およびアドブレップ群(AD 群)の 3 群に分類した(各 n=10). FS 群・AD 群は黒色油性ペンにより表面をマーキングした後, FS 群では FLYER SR とスプレーワークパワーコンプレッサーを用いて 0.2MPa 相当の条件で, AD 群ではアドブレップを用いて 0.2MPa の条件でそれぞれアルミナブラスト処理を行った. その後, 各試料表面にセラミックプライマープラスをメーカー指示に従って塗布し, 両面テープ(直径 4mm, 厚さ 50 μ m)で被着面積を規定した. ステンレスロッドをパナビア V5 にて接着し, 5 方向から各 10 秒間, 合計 50 秒間光照射を行った後, 30 分間静置した. その後, 37°C 水中にて 24 時間保管した. 引張接着試験は, 万能試験機(オートグラフ AGS-X, 島津製作所, 京都)を用い, クロスヘッドスピード 1.0mm/min で行った. 破断面形態は実態顕微鏡(SMZ-2T-2, ニコン, 東京)にて観察した.

得られたデータは, 正規性および等分散性を確認後, 一元配置分散分析(one-way ANOVA)と Bonferroni 法により統計解析を行った. ($p < 0.05$)

【結果と考察】

引張接着試験の結果, ブラスト処理を行った FS 群・AD 群は N 群と比較して有意に高い接着強さを示した. ブラスト処理群間では AD 群が FS 群より有意に高い接着強さを示した. アルミナブラスト処理後のジルコニア表面観察では, FS 群において黒色マーキングが AD 群よりも残存する傾向が認められた. このことから, FS 群では AD 群と比較して実際のサンドブラスト圧が低下していた可能性が考えられた. その理由としてアドブレップは本体に圧力調整機構を内蔵しているのに対し, FLYER SR では圧力調整がコンプレッサー側で行われる構造であるため, 設定圧と噴射時圧力に差が生じたことが考えられる. 今後は適切な噴射圧の検討が必要である.

【結論】

エアブラシ群はアドブレップ群と比較して接着強さが低下したものの, サンドブラスト圧を適切に管理することで, エアブラシを用いたアルミナブラスト処理でもジルコニア接着に応用可能であることが示唆された.

各種被着体に対する新規光重合型動揺歯固定用接着材料の性能評価

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

○大鹿水由季¹, 前迫真由美¹, 辻本暁正^{1,2,3}

Evaluation of the Bonding Performance of a Novel Light-Cured Splinting Adhesive Material on Various Dental Materials

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

○OSHIKA Miyuki¹, MAESAKO Mayumi¹, TSUJIMOTO Akimasa^{1,2,3}

【研究目的】

一般に、外傷や歯周疾患によって生じる動揺歯の暫間固定、あるいは欠損部における審美性改善を目的としてダイレクトボンドブリッジを行う際、化学重合型動揺歯固定用接着材料が用いられてきた。一方、これらの材料は、粉液混和を要する操作の煩雑性や、硬化時間の長さ、さらに咬合力の負荷による接着材料の変形および脱離などが課題とされてきた。近年、これらの課題を克服するために操作性、接着性および形状回復能力に優れた光重合型動揺歯固定用接着材料が新たに開発されているものの、各種被着体に対する前処理を含めた接着性能に及ぼす影響については、不明な点が多い。そこで本研究では、外傷および歯周疾患による動揺歯の好発部位である前歯部を想定し、代表的な金属およびレジン系材料に対するサンドブラスト処理の有無が、光重合型動揺歯固定用接着材料の接着強さに及ぼす影響について検討することを目的とした。

【材料および方法】

供試した被着体は、硬質レジン前装冠に用いられる12%金銀パラジウム合金(キャストウエル M.C.金12%, ジーシー, CG), 前歯用CAD/CAM冠対応レジンブロック(松風ブロック HC ハード AN, 松風, HC), ダイレクトボンドブリッジに使用される前歯暫間被覆冠(シェルクラウン SA, 松風, SC)および常温重合レジン(プロビナイス, 松風, PN)の4種類とした。各被着体をエポキシ樹脂に包埋後、#600の耐水性シリコンカーバイドペーパーを用いて研磨を行った。被着面に対する前処理の条件として、#600研磨のみを行った群と、#600研磨後にサンドブラスト処理を行った群の2条件を設定した。サンドブラスト処理に際しては、サンドブラスター(ハイブラスター オーバルジェット, 松風)を用い、被着面に対し直径50~100 μm のアルミナ粉末を垂直方向から10mmの距離で10秒間噴射し、噴射圧はCGで0.4MPa, その他の材料で0.2MPaとした。これらの試料は10分間の超音波洗浄後、CGおよびHCにはBeautiBond Xtreme(松風), SCおよびPNにはCAD/CAMレジン用アドヒーズ(松風)を用いて、製造者指示に従ってアドヒーズ処理を行った。その後、ウルトラデント接着試験用治具を用いて新規光重合型動揺歯固定用接着材料(SI-300917, 松風)を充填し、10秒間光照射し、接着試験用試片を製作した。これらの試片は、37 $^{\circ}\text{C}$ の蒸留水中に24時間保管後、万能試験機(EZ Test, Shimadzu)を用い、クロスヘッドスピード1.0mm/minの条件で剪断接着強さを測定した(n=20)。得られた接着強さの正規性をShapiro-Wilk検定を用いて確認し、正規性が認められたグループについてはt検定を、正規性が認められなかったHCについてはMann-Whitney U検定を用いてサンドブラスト処理の有無の影響について検討した($p<0.05$)。

【結果および考察】

各種被着体に対する新規光重合型動揺歯固定用接着材料の接着強さは、#600研磨のみを行った群におけるCGで16.9MPa, HCで9.7MPa, SCで14.9MPaおよびPNで15.4MPaを示した。一方、#600研磨後にサンドブラスト処理を行った群においては、CGで25.6MPa, HCで15.3MPa, SCで23.7MPaおよびPNで20.4MPaであり、#600研磨のみを行った群と比較していずれも有意に高い値を示した。これらの結果から、新規光重合型動揺歯固定用接着材料の接着強さは、被着面にサンドブラスト処理を施すことによって、金属およびレジン系材料のいずれにおいても一貫して向上することが明らかとなった。これは、サンドブラスト処理によって被着面に微細な凹凸が形成され、接着材料との機械的嵌合が促進されたためと考えられた。

【結論】

各種被着体に対する新規光重合型動揺歯固定用接着材料の接着性能を検討した結果、被着面にサンドブラスト処理を施すことによって、いずれの材料においても15MPa以上の接着強さを安定して獲得できることが明らかとなった。

湿潤環境下における新規重合開始剤含有接着性レジンセメントの接着特性

北海道大学歯学院 口腔健康科学分野 歯科保存学教室

○星加修平, 袁 媛, 王 雪琦, 山下航司, 戸井田 侑, 槌谷賢太, 川本千春, 兼子裕史, 友清 淳

Adhesive properties of adhesive resin cement containing a new polymerization initiator under humid conditions

Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science,
Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine

○Shuhei Hoshika, Yuan Yuan, Xueqi Wang, Koji Yamashita, Yu Toida, Kenta Tsuchiya,
Chiharu Kawamoto, Hirofumi Kaneko, Atsushi Tomokiyo

【目的】

保険収載による CAD/CAM 冠の普及により、支台歯へと合着する接着性レジンセメントの果たす役割は一層大きなものになっている。その一方、唾液や水分を含む湿潤環境下では接着性低下や溶解を生じることや、繰り返しの咬合負荷による崩壊などの課題も存在する。

近年開発された「ZEN ユニバーサルセメント(ZEN)」は、親水性と疎水性 2 種類の新規重合開始剤を使用した接着性レジンセメントであり、親水性重合開始剤の存在により水分があっても重合が阻害されないという特徴を持つ。本実験では新規重合開始剤の接着性能に与える影響を検討することとした。

【材料および方法】

本実験は、北海道大学大学院歯学研究院倫理委員会の承認(2018 第 9 号)を得て行った。う蝕のないヒト抜去第三大臼歯の歯冠中央部を切断し、健全な象牙質を露出させた後、#600 の耐水研磨紙を用いて研磨したものを被着面とした。ハイブリッドレジンプロックにアルミナサンドブラストを施したのち水洗を行った群(水洗あり)と、行わなかった群(水洗なし)を作製し、それらを ZEN、もしくはパナビア V5 (パナビア)にて象牙質と接着させた。37℃水中に 24 時間浸漬した後、スティック状試料を作製し、微小引っ張り試験、破断面の観察を行った。また同様に作製した試料にて接着界面の SEM 観察を行った。

【結果】

微小引っ張り試験：ZEN-水洗あり群、ZEN-水洗なし群、パナビア-水洗あり群、パナビア-水洗なし群の間にどれも有意差は認められなかった($p>0.05$)。

破断面の観察：ZEN 群では、象牙質とレジンセメント間の adhesive failure が多く認められた。パナビア群では、resin cement failure が多く認められた。

接着界面観察：ZEN-水洗あり群では、他の群に比べてレジntagの形成が認められなかった。

【結論】

従来の接着性レジンセメントは、水分の存在下では接着力が低下することが報告されていたが、本実験で使用したセメントでは水分の存在下であっても、未存在下と同様の接着強さを示した。

象牙細管封鎖材塗布後のレジンセメントの接着性 (その2) —各種封鎖材塗布後の接着性について—

¹ 神奈川県立歯科大学 歯学部 臨床科学系 歯科診療支援学講座 クリニカル・バイオマテリアル学分野

² 関東学院大学材料・表面工学研究所

³ 神奈川県立歯科大学 歯学部 臨床科学系 歯科保存学講座 保存修復学分野

⁴ 神奈川県立歯科大学 歯学部 基礎歯科学系 分子生物学講座 口腔生化学分野

○二瓶智太郎^{1,2}, 片山裕太¹, 緑野智康¹, 三宅 香¹, 富山 潔³, 大橋 桂¹, 半田慶介⁴, 向井義晴³

Adhesion of resin cement after application of dentinal tubule sealant (Part 2) —Adhesion after application of various sealants—

¹Dept. of Clinical Biomaterials, ³Dept. of Restorative Dentistry and ⁴Dept. of Oral Biochemistry, Kanagawa Dental Univ., ²Kanto Gakuin Univ.

○Tomotaro NIHEI^{1,2}, Yuta KATAYAMA¹, Tomoyasu MIDONO¹, Kaori MIYAKE¹, Kiyoshi TOMIYAMA³, Katsura OHASHI¹, Keisuke HANDA⁴, Yoshiharu MUKAI³

【研究目的】

近年、生活歯の支台歯形成後の象牙質切削面にレジンコーティングすることにより、歯髄の鎮静が保たれ、審美的な補綴処置による便宜的な抜髄処置は減少していると思われる。また、超高齢化社会の中、歯科医療の発展により、残存歯数は増えているが、歯肉退縮により知覚過敏症も増えており、同様に象牙細管を封鎖する処置が施行されている。第162回本学会学術大会にて、レジン系コーティング材で塗布した後のレジンセメントの接着性は有意に高いことを報告した¹⁾。

本研究では、各種象牙細管封鎖材でコーティングした後のレジンセメントの接着性についてさらに検討した。

【材料および方法】

供した象牙細管封鎖材は、フォースデンティン® (FD, メディボ), ティースメイト®ディセンタイザー (TM, クラレノリタケデンタル), MS コート ONE (MS, サンメディカル), ハイブリッドコート II (HB, サンメディカル), クリンプロ™ クリア コーティング F (CF, ソルベンタム), 試作知覚過敏抑制材 (HT) の6種とした。

試料の作製は、ウシ下顎前歯唇面を象牙質が露出するまで、耐水研磨紙で平坦に研磨し、長さ6mm、幅5mmに切り出した象牙質片を、10%リン酸溶液に20秒間浸し、水洗後、アバタイトと混合ジェルにて1分間機械研磨を行った。研磨後、試料を30分間超音波洗浄し、さらに蒸留水の入ったスターラー内に24時間水洗し、スマア層およびスマープラグを除去し、象牙細管を開口させた知覚過敏モデル試料を作製した。

各試料は、各象牙細管封鎖材をメーカー指示に従って塗布し、37°C脱イオン水に24時間保管後、φ3.0mmの穴の開いたメンディングテープを貼付し、アルミナの接着子にレジンセメント (ZEN, サンメディカル) を貼付し、処理象牙質と垂直に1kg荷重で付き合わせ接着した。接着後、37°C脱イオン水に7日間保管後、小型卓上試験機 (EZ test, SHIMADZU) にて、クロスヘッドスピード1.0 mm/minの試験条件で引張接着試験を行った。また、象牙細管封鎖材を塗布しない試料をコントロール群とし、各群の試料数は12個とした。なお、得られた値は平均値と標準偏差を求め、各群の正規性と等分散性を確認し、一元配置分散分析を行い、有意差を認められた場合は、さらに多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った。

【結果および考察】

コントロール (未塗布) 群の接着強さは10MPa以上となり、接着界面もレジンセメントの凝集破壊であった。FD, TM, MS, CF および HT 群の接着強さはコントロール群と比較して有意な差は認められず ($p>0.05$)、接着界面はレジンセメントの凝集破壊あるいは混合破壊であった。また、HB群の接着強さは、他群と比べて有意に高い値であり ($p<0.05$)、接着界面もレジンセメントの凝集破壊であった。

開口した象牙細管に対してリン酸カルシウムを形成し石灰化しながら封鎖するタイプは、コントロール群と同様な接着強さが得られた。また、HBのようなレジンコーティングタイプでは有意に化学的にレジンセメントと結合され、その結果、接着強さが他群と比較して有意に高くなったと示唆された。

以上の結果より、今回供した象牙細管封鎖材を塗布した後のレジンセメントとの接着性は、未塗布群と有意な差が認められなかったことから、生活歯を支台歯形成した後に封鎖材を塗布し、クラウンやブリッジを装着する際もレジンセメントでの接着には影響を及ぼさないと示唆された。

なお、開示すべきCOI関係にある企業などありません。

【参考文献】

1) 二瓶智太郎ら, 日本歯科保存学会 2025年度春季学術大会 講演抄録集, 113, 2025.

各種レジンセメントの摩耗特性

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⁾,
佐藤歯科³⁾, 福本歯科医院⁴⁾
○池田琴音¹⁾, 石井 亮^{1,2)}, 高見澤俊樹^{1,2)}, 柴崎 翔^{1,2)}, 新井宏幸¹⁾,
佐藤幹武³⁾, 福本敬一⁴⁾, 宮崎真至^{1,2)}

Localized Wear Simulation of Various Resin Luting Cements

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

○IKEDA Kotone¹⁾, ISHII Ryo^{1,2)}, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, SHIBASAKI Sho^{1,2)}, ARAI Hiroyuki¹⁾, SATO Mikitake³⁾, FUKUMOTO Keiichi⁴⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}

【研究目的】

審美修復としてインレーやアンレーなどの間接修復処置は、審美修復に対する需要の高まりに加え、接着技術の向上に伴って応用頻度が増加している。一方、これらの修復処置では、修復物辺縁部でレジンセメントが口腔内に露出し、咀嚼に伴う摩耗の影響を受けることが懸念されている。すなわち、セメントの摩耗が辺縁形態を変化させ、長期予後に影響を及ぼす可能性がある。そこで、レジンセメントの摩耗特性を明かにすることを目的として生体の咀嚼を想定した Leinfelder-Suzuki (Alabama) 摩耗試験機を用いて、各種レジンセメントの摩耗挙動を検討した。

【材料および方法】

レジンセメントとして Estecem II (EC, トクヤマデンタル), Panavia V5 (PV, クラレノリタケデンタル), SA Luting Multi (SA, クラレノリタケデンタル), BeautiLink SA (BS, 松風), ResiCem EX (RE, 松風), RelyX Universal Resin Cement (RU, Solventum), RelyX Unicem 2 (RX, Solventum) および G-CEM ONE (GO, GC) の、合計 8 製品を用いた。

1. 摩耗試験

Leinfelder-Suzuki (Alabama) 摩耗試験機を用いて、供試レジンセメントの 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レジンセメントを填塞し、20 秒間光照射した後、耐水性 SiC ペーパーの 4,000 番まで順次研削したものを摩耗試験用試片とした。これら試片を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, のステンレス鋼 (SUS304) 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) を求めた。なお、試片数は、各レジンセメントにつき 12 個とした。

2. SEM 観察

供試したレジンセメントのフィラー性状を把握するために、硬化レジンセメントを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 秒間行った後に走査電子顕微鏡観察を行った。

【成績および考察】

摩耗試験の結果、平均摩耗深さは 58.6~234.0 μm の範囲を示し、EC が最も低い値を示し、PV が最も高い値を示した。EC と PV を除くレジンセメントは 70~177 μm を示した。体積摩耗量は 0.041~0.319 mm^3 の範囲を示し、EC が最も低い値を示し、PV が最も高い値を示した。EC と PV を除くレジンセメントは 0.058~0.197 mm^3 であり、材料間で異なる摩耗特性が認められた。

【結論】

各種レジンセメントの摩耗特性には材料間で差が認められた。修復物辺縁で口腔内に露出するレジンセメントは咀嚼に伴って摩耗し、辺縁形態の変化につながる可能性があるところから、間接修復におけるレジンセメントの選択に際しては各材料の耐摩耗性を考慮する必要性が示唆された。

PEEK 材への機械的な表面処理が接着強さに及ぼす影響

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

1)岡山大学学術研究院医歯薬学域 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) 岡山大学学術研究院医療開発領域 歯科・総合歯科部門

Effect of Mechanical Surface Treatment on Bond Strength to PEEK Material

○Masao IRIE¹⁾, Masahiro OKADA²⁾, Atsushi YABE³⁾, Hiroaki TAKETA³⁾, Tadashi YAMAMOTO³⁾, Takuya MATSUMOTO¹⁾

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 Comprehensive Dentistry, Medical Development Field, Okayama University

【 緒言 】

国内外で広く修復材料として臨床に使用されている PEEK 材は、従来のセラミックス材料とは異なる材料特性を有しているため、プライマー処理や表面処理法が従来と異なる。そこで今回は、PEEK 材への接着強さ向上を期待して機械的な表面処理法とプライマー処理の併用によって検討した。

【 材料と方法 】

PEEK 材 (Shofu Block PEEK: Shofu) の表面を研磨紙 (# 1,000, CarbiMet: BUEHLER) を用いて流水下で研磨し、蒸留水中で超音波洗浄し、乾燥させ基準面とした (Base)。その後、Table に示す研磨紙 (CarbiMet: BUEHLER) を用いて流水下で研磨したもの、サンドブラスト (粒度: アルミナ, 50 μm, Jet Blast II: Morita) を用いて Table に示す圧で処理したものを作製した。蒸留水中で超音波洗浄し、乾燥させた後、2 種のプライマー (CeraSmart COAT: GC & BONDNER Lightless II: Tokuyama Dental) で表面を処理し、レジンセメント (G-Cem ONE EM, GC & ESTECER II, Tokuyama Dental) 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、光照射して硬化させた。1 日間 37°C 蒸留水中に浸漬後せん断接着強さを測定し、破断面を実体顕微鏡で観察した¹⁾。

【 結果と考察 】

Table の左欄に G-Cem ONE EM / CeraSmart COAT の結果を示した。研磨紙の粗さがスムーズになるほど接着強さは低下した。この傾向は右欄に示した ESTECER II / BONDNER Lightless II でも同様の傾向を示し、両者には有意な差はみられなかった。サンドブラストの圧の向上に伴い接着強さは増加し、両者には有意な差はみられなかった。両処理ともに Base と比較して優れた値を示した点からも、両処理の有用性が接着強さの結果から確認された。また、接着強さ測定後の破断面は、20 MPa 以上の試料においては、多くの試料でセメントの凝集破壊を呈しており、セメントの機械的強さの影響が考えられた¹⁾。

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 Effect of surface treating procedures by silicon carbide and sandblasting on shear bond strength [MPa, Mean (S.D., N=10)] to PEEK.

	G-Cem ONE EM / CeraSmart COAT	ESTECER II / BONDNER Lightless II	t-Test ^a
Base: silicon carbide, # 1,000	12.6 (4.5)	11.0 (2.7)	NS
Silicon carbide			
# 60	29.0 (3.9)	29.7 (5.2)	NS
# 120	26.0 (3.2)	26.7 (4.9)	NS
# 240	24.7 (3.9)	24.6 (3.8)	NS
# 320	23.7 (4.1)	23.1 (5.3)	NS
# 400	22.3 (3.2)	20.5 (4.4)	NS
# 600	20.5 (4.8)	18.2 (4.3)	NS
Sandblasting (MPa)			
0.10	16.2 (2.5)	18.9 (4.5)	NS
0.20	18.5 (4.7)	19.3 (2.1)	NS
0.30	20.6 (3.8)	21.2 (3.4)	NS
0.35	23.0 (4.4)	23.6 (4.0)	NS
0.40	24.6 (4.4)	26.5 (5.0)	NS

^a: Significantly different by t-Test between the two results. NS: Not significant difference (p>0.05),

【 文献 】

1) Irie M *et al.*, *polymers* 2024, 16, 2266.

CAD/CAM レジンブロックの所要性質について —前歯部用ブロックの機械的性質と光沢性について—

¹ 神奈川県立歯科大学 歯学部 臨床科学系 歯科診療支援学講座 クリニカル・バイオマテリアル学分野

² 神奈川県立歯科大学 歯学部 基礎歯科学系 分子生物学講座 口腔生化学分野

³ 関東学院大学材料・表面工学研究所

○片山裕太¹, 大橋 桂¹, 緑野智康¹, 三宅 香¹, 半田慶介², 二瓶智太郎^{1,3}

Characteristics on hybrid resin composites using CAD/CAM — Mechanical properties and gloss of anterior teeth blocks —

¹Dept.of Clinical Biomaterials and ²Oral Biochemistry, Kanagawa Dental Univ., ³Kanto Gakuin Univ.

○Yuta KATAYAMA¹, Katsura OHASHI¹, Tomoyasu MIDONO¹,

Kaori MIYAKE¹, Keisuke HANDA², Tomotaro NIHEI^{1,3}

【研究目的】

CAD/CAM レジンブロックが保険適用されて約10年を経過し、レジンブロックの物性や接着について、多く報告されている¹⁻⁵⁾。また、2020年には前歯部用CAD/CAM レジンブロックも適用が開始されたが、前歯部用では審美性を加味した三層構造のブロックであるため、長期間の装着において機械的性質と光沢性が懸念される要因となる。

本研究では前歯部用CAD/CAM レジンブロックの機械的性質と歯ブラシ摩耗試験後の光沢度について検討した。

【材料および方法】

供した材料は、前装用硬質レジンとして、ソリデックス (SSD, 松風) の1種、前歯部用CAD/CAM レジンブロックとして、松風ブロック HC ハード AN (SHA, 松風), セラスマートレイヤー (CSL, ジーシー), KZR-CAD HR ブロック 4 イーバー (KZR, YAMAKIN), カタナアベンシア N (KAN, クラレノリタケデンタル), ZEN CAD-4 (ZEN, KULZER) の5種、計6種とし、すべてエナメル部を準備した。

1. 3点曲げ試験

長さ14mm, 幅4mm, 厚さ1.2mmの直方体の試料を準備し、室温大気中1日保管後および37°C脱イオン水中に7日間保管後に、精密万能試験機 (AG-IS, 島津製作所) を用いて、支点間距離12mm, クロスヘッドスピード1mm/minの条件で3点曲げ試験を行った。各試料数は各群10個とした。

2. 歯ブラシ摩耗試験後の光沢度

各材料は、厚さ2mmに調整後、表面を鏡面研磨まで施し、超音波洗浄後に乾燥したものを試料とした。各試料は歯ブラシ摩耗試験機 (K885, 東京技研) に装着し、歯ブラシ (PROSPEC ADULT Hard, ジーシー) の垂直荷重320g, ストローク幅55mm, 繰り返し速度2.5Hz, ストローク回数20,000回の条件とし、歯磨剤 (RDA=150, settima, Sunstar) と精製水を1:2で混和したスラリーを使用した。摩耗試験後の試料は、精製水にて30分間超音波洗浄し、各試料の光沢度を光沢計 (GM-268Plus, コニカミノルタ) にて測定角度は60°として、キャリブレーション後に計測した。測定は試料中央部を3回測定し、その平均値をもって光沢度とした。なお、各試料数は各群5個とした。得られた値は平均値と標準偏差を求め、二元配置分散分析を行い、有意差を認められた場合は、さらに多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った。

【結果および考察】

各レジンブロックの曲げ強さは、SHAを除いた他群において、室温保管と比較し、比べて水中保管後の曲げ強さが有意に低下した ($p<0.05$)。また、ZENは保管条件に関わらず、他群より有意に高い曲げ強さであった ($p<0.05$)。

歯ブラシ摩耗試験後の光沢度は、CSL以外の試料で低下する傾向であったが、CSLは反対に高い光沢度となった。また、ZENは試験前後に関わらず、他群と比較し、有意に高い光沢度を示した ($p<0.05$)。

以上の結果より、前歯部用CAD/CAM レジンブロックのエナメル部は、マトリックスレジン組成、フィラーの形状と含有量により機械的性質と光沢性が異なることが示唆された。

【参考文献】

1. 山口紘章ら. 接着歯学 34, 133-140, 2016.
2. 亀山祐佳ら. 日歯理工学会誌 36, 453-459, 2017.
3. 亀山祐佳ら. 接着歯学 37, 3-11, 2019.
4. 亀山祐佳ら. 日歯理工学会誌 39, 77-86, 2020.
5. 亀山祐佳. 神歯学 55, 1-15, 2020

なお、開示すべきCOI関係にある企業などありません。

レーザー援用バイオミネティック法によるコンポジットレジン表面への フッ化アパタイトコーティング形成と歯質界面封鎖効果

¹北海道大学大学院歯学研究院口腔総合治療学教室,
²国立研究開発法人産業技術総合研究所材料基盤研究部門
○西田絵利香¹, Nandha Kumar Ponnusamy², 中村真紀², 猪瀬智也²,
小沼一雄², 大矢根綾子², 宮治裕史¹

Fluoridated Apatite Coating on Resin-Based Composite and Dentin Interface via Laser-Assisted Biomineralization

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

²Research Institute of Core Technology for Materials Innovation, National Institute of Advanced
Industrial Science and Technology (AIST)

○Erika Nishida¹, Nandha Kumar Ponnusamy², Maki Nakamura², Tomoya Inose²,
Kazuo Onuma², Ayako Oyane², Hirofumi Miyaji¹

【研究目的】

コンポジットレジン (CR) は審美性や操作性に優れ、歯科修復材料として広く臨床応用されている。しかし、長期的な耐久性には限界があり、接着界面の劣化に伴う二次う蝕の発生が依然として大きな課題である。特に歯質と CR の界面の微小隙間から細菌が侵入し、二次う蝕を誘発することが修復失敗の主要因とされている。

一方、我々が開発したレーザー援用バイオミネティック法 (LAB 法) は、フッ化物イオン含有過飽和リン酸カルシウム溶液中で短時間レーザー照射を行うことで、ヒト象牙質基材上にフッ素含有ハイドロキシアパタイト (FAp) をコーティングできる手法である。

そこで本研究では、歯質-CR 界面の封鎖を目的として、LAB 法により CR と象牙質の境界面において、両者に同時に FAp コーティングを形成可能か検証した。

【材料と方法】

CR には GRACEFIL F10 (A3, ジーシー) を用いて、直径 3mm、厚さ 1mm の CR 基材を作製した。基材表面に光吸収剤のインドシアニンググリーン (ICG) を塗布した後、フッ化物イオン含有過飽和リン酸カルシウム溶液中で近赤外レーザー (S レーザー, ジーシー) を照射し、FAp コーティングを形成した。レーザー出力は 1~6 W に設定し、照射時間は最大 3 分とした。SEM, EDX, TEM を用いて、コーティングの形態・組成・結晶構造を評価した。

次に、耐酸性試験 (pH5.5 人工唾液, 25°C, 20 時間浸漬)、およびテープ剥離試験によりコーティングの耐久性と密着性の評価を行った。

また、厚さ 2 mm にカットしたヒト象牙質基材 (倫理承認番号 19-385) の中央部に直径 2 mm、深さ 1 mm の窩洞を形成し、ボンディング (G-Premio BOND, ジーシー) 処理後に CR を充填した。表面研磨後、蒸留水中で超音波洗浄 (5 分) を行った。CR 修復象牙質基材に ICG を塗布し、レーザー出力 6 W にて LAB 法を行い、FAp コーティングを形成した。歯質-CR 界面のコーティング形成観察のため、FIB プロセスにて断面試料を作製し、SEM および EDX により評価した。

【結果と考察】

レーザー照射 3 分で CR 表面に針状の FAp 結晶が形成され、レーザーの出力増加に伴い結晶サイズが増大した。フッ化物イオン非存在下では板状のリン酸八カルシウムが形成され、結晶相および形態が大きく異なった。TEM-EDX 解析により FAp 結晶全体へのフッ素取り込みが確認された。また、耐酸性試験およびテープ剥離試験後の表面に FAp コーティングの残存が確認され、本コーティングの良好な耐久性が示唆された。

CR 修復象牙質基材の断面観察では、象牙質表面から CR 修復部にかけて、界面を含む照射域に連続的な FAp コーティングが観察された。

LAB 法は短時間で CR 表面および歯質-CR 界面に連続した FAp コーティングを形成し、界面被覆を介して二次う蝕発生予防につながる可能性が示唆された。

【結論】

LAB 法により、CR と象牙質の界面において両者に同時に FAp コーティングを形成することが可能であった。

レーザー援用ミネラルゼーションによる象牙質表面への 抗菌性結晶二層構造の構築とその特性評価

北海道大学大学院歯学研究院口腔総合治療学教室¹, 産業技術総合研究所材料基盤研究部門²,
北海道大学病院口腔ケア連携センター³

○蒨 佳奈子¹, 小沼一雄², 大矢根綾子², 牧野 雅², 中村真紀²,
西田絵利香¹, 田中佐織³, 宮治裕史¹

Construction and characterization of antibacterial crystalline bilayers on dentin substrates via laser-assisted mineralization

¹General Dentistry, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University, ²Research Institute of Core
Technology for Materials Innovation, National Institute of Advanced Industrial Science and
Technology, ³Center for Oral Supportive Care, Hokkaido University Hospital,
○SHITOMI Kanako¹, ONUMA Kazuo², OYANE Ayako², MAKINO Miyabi², NAKAMURA Maki²,
NISHIDA Erika¹, TANAKA Saori³, MIYAJI Hirofumi¹

【研究目的】

抗菌活性を付加したハイドロキシアパタイト層の歯面への形成は、歯周疾患やう蝕の抑制を目的とした新たな予防戦略として注目されている。発表者らはこれまで、レーザー援用バイオミネラルゼーションを利用したフッ素含有アパタイト (FAp) 層の迅速形成法を報告しているが、フッ化物イオン徐放による抗菌活性のみでは期待される十分な効果が得られなかった。そこで本研究では、フッ素に加えて、強力な抗菌活性を有する銀を含有させたアパタイト層の形成法を確立することを目的とした。フッ素と銀の両方を添加した光吸収性ペーストを象牙質基材の表面に塗布し、過飽和リン酸カルシウム (CaP) 溶液中でレーザー光を照射した後、照射面の微細構造、結晶学的特性、および抗菌活性を評価した。

【材料および方法】

通常の歯科治療で抜歯された第三大臼歯歯根部をダイヤモンドディスクで切断し、厚さ 1 mm に調整して象牙質基材を得た。フッ化ジアンミン銀溶液とインドシアニンググリーン (ICG) を混合して得た光吸収性ペーストを象牙質基材の表面に塗布した後、基材を CaP 溶液中に浸漬した。基材表面より 3 mm の距離から、歯科用ダイオードレーザー (SLASER : GC, 808 nm, 3 W) によるレーザー光照射を各地点 18~30 秒間実施した。照射後、基材を洗浄・乾燥し、走査電子顕微鏡 (SEM) で表面観察を行った。また、基材の断面試料を作成し、エネルギー分散型 X 線分光装置 (EDX) 付属の透過電子顕微鏡 (TEM) にて照射面の構造・組成解析を行った。抗菌活性については *Streptococcus mutans* (Sm) を用いたコロニーカウント法により評価した。以上の実験は、産業技術総合研究所および北海道大学の倫理委員会による審査と機関承認を受けて実施された。(承認番号：産業技術総合研究所；ヒ 2020-347, 北海道大学；自 020-0352)

【結果と考察】

SEM 像から、レーザー照射後の象牙質表面に直径 100~200 nm の微細な構造物が観察された。また、断面 TEM 観察では、照射面に、柱状粒子からなる上層と、ナノ粒子からなる下層の、二層構造が観察された。走査 TEM-EDX 解析および電子線回折法による構造分析の結果から、上層、下層のいずれも、銀を含む FAp 層からなることが示された。下層には、フッ化カルシウム (CaF₂) の共存も示唆された。フッ化ジアンミン銀を添加した ICG ペーストのレーザー光吸収・急速分解により表面近傍における銀イオンとフッ化物イオンの濃度が増加したことで、銀と CaF₂、FAp を含む下層が形成されたと考えられた。一部の銀イオンは還元されて金属銀ナノ粒子を形成したと考えられた。また、レーザー照射後の象牙質基材は Sm の増殖を有意に抑制した。このことから、レーザー照射により析出した銀およびフッ素含有結晶層が Sm に対して抗菌活性を示すことが示唆された。

【結論】

フッ化ジアンミン銀添加 ICG ペーストを塗布した象牙質基材に CaP 溶液中でレーザー光を照射することで、基材上に結晶二層構造を迅速に構築できることが示された。この二層構造は、上層が銀を含む FAp 柱状結晶層、下層が銀を含む FAp と CaF₂ のナノ粒子結晶層で構成されることを特徴とし、Sm に対して抗菌活性を有することが示唆された。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 (JP24K03294, JP22K09976, JP22H05148, JP22K19927) の助成を受け実施された。

【参考文献】K. Onuma et al. Ap. Surf. Sci., Vol 711, 2025, 164117

厚さの異なるエナメル質に半導体レーザーを照射した際の透過性に関する研究

1) 東京科学大学大学院医歯学総合研究科 歯制御学分野

2) アキおやこ歯科医院

○中根 晶^{1,2)}, 陳 雪霏¹⁾, 田端倫子¹⁾, 大槻昌幸¹⁾, 島田康史¹⁾

A study on the transmittance of Diode laser through enamel with different thicknesses

1) Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Institute of Science Tokyo

2) Aki Parents and Children Dental Clinic

○Akira Nakane^{1,2)}, Xuefei Chen¹⁾, Tomoko Tabata¹⁾, Masayuki Otsuki¹⁾, Yasushi Shimada¹⁾

【緒言】

日常臨床において、波長 810nm 前後の半導体レーザー(Laser Diode, 以下 LD)は口腔内軟組織の切開、止血、凝固、および、蒸散の効果・効能を期待して口腔外科処置や歯周治療処置で使用されている。さらに近年では、波長 630～690nm の LD は、抗菌的光線力学治療(antimicrobial photodynamic therapy)が歯周病原細菌の殺菌治療として臨床応用されている。これらは、軟組織に対して LD を照射しているため、適切な照射条件下で施術を行えば問題はない。しかしながら、オフィスホワイトニングや齲蝕病原細菌の殺菌治療などにおいて、生活歯に対して LD の照射を行うと、歯髄腔内の温度上昇により、歯髄の不可逆的变化や歯髄壊死を惹起する可能性がある。

本研究では、厚さの異なるエナメル質に対して LD を照射した際のレーザー光の透過性について検討を行った。

【材料と方法】

ヒト抜去小白歯歯冠部から歯軸と水平方向に 2.0mm×2.0mm のエナメル質のディスクを切り出した。ディスクは、耐水研磨紙(三共理化学, 埼玉)を用いて研削し、厚さを 0.5、1.0 および 1.5mm に調整した試料を作製した。本研究は東京科学大学歯学部倫理審査委員会によって承認され遂行された(D2013-022 号)。使用したレーザー発振装置は半導体レーザー(ダイオードレーザ Sheep810, 株式会社ユニタック, 広島)、導光ファイバーは直径 0.4mm の石英ファイバー(光プローブ M400, 株式会社ユニタック, 広島)を用いた。照射条件は、照射モードは連続波(以下 CW)とパルス波(以下 PW)、CW においては照射出力 1W(パネル値)、照射時間 1 秒、PW においては照射出力 1W(パネル値、ピーク出力)照射時間 1 秒、パルス幅 100ms, duty 比 10% とし、定点照射を行った。エナメル質を透過したレーザー光の出力はパワーセンサー(Power Max USB-LM-3, COHERENT, USA)を用いて測定を行った。得られた出力は、CW においては One-Way ANOVA および Games-Howell 検定、PW においては Kruskal-Wallis および Dunn-Bonferroni 検定を行い、有意水準 5% にて統計学的検討を行った。

【結果と考察】

厚さ 1mm のエナメル質に LD を照射すると、約 30% のレーザー光が透過すると報告がある。本研究においても、CW は 0.314W、PW は 0.313W となり同様の結果となった。CW におけるエナメル質の厚さ 0.5、1.0 および 1.5mm を透過したレーザー光の出力の平均値は、0.360、0.314 および 0.290W であった。エナメル質の厚みが増加をすると、透過したレーザー光の出力の平均値は有意に減衰を示した。PW におけるエナメル質の厚さ 0.5、1.0 および 1.5mm を透過したレーザー光の出力の平均値は、0.353、0.313 および 0.289W であった。CW と同様に、エナメル質の厚みが増加をすると、透過したレーザー光の出力の平均値は有意に減衰を示した。

レーザー光は生体に照射されると、反射、吸収、拡散、および透過をする。本研究において、エナメル質を透過したレーザー光の出力が減衰をしたのは、照射されたレーザー光の全てが透過をしなかったことが原因であると考えられる。また、エナメル質の厚みの違いにより透過したレーザー光の出力の減衰が異なるのは、レーザー光がエナメル質を透過する際に吸収されたレーザー光の量が異なると考えられる。そのためエナメル質の厚みが減少をすると、透過したレーザー光の出力が増幅をしたと考えられる。これにより、エナメル質の厚さが薄い歯頸部付近に LD の照射を行うと、歯冠頂や歯冠中央部よりもレーザー光が歯質内部にまで到達をする可能性が高くなることが考えられる。また、歯髄腔内の温度上昇により、歯髄の不可逆的变化や歯髄壊死を惹起する可能性があると考えられる。そのため、生活歯に対する半導体レーザーの応用に際しては、歯質条件を十分に考慮した照射設定が重要であると考えられる。

【結論】

エナメル質の厚さが増加すると透過する半導体レーザーの出力は減衰をした。

新規知覚過敏抑制材 GHT に関する臨床研究

－象牙質知覚過敏症に対する抑制効果－

昭和医科大学歯学部歯科保存学講座保存修復学部門

○渡邊仁美, 新妻由衣子, 菅井琳太郎, 長谷川正剛, 中崎由奈, 小林幹宏

Clinical Evaluation of Novel Desensitizing Agent (GHT)

－Reduction of Dentin Hypersensitivity in Hypersensitive Patients－

Department of Conservative Dentistry, Division of Operative Dentistry,

Showa Medical University School of Dentistry

○WATANABE Hitomi, NIIZUMA Yuiko, SUGAI Rintaro, HASEGAWA Masataka,

NAKAZAKI Yuna, KOBAYASHI Mikihiro

【目的】

象牙質知覚過敏症の有病率は 1.3% から 92.1% と報告されており、患者の口腔関連 QOL に影響を及ぼす疾患の一つである。治療法として歯科医療機関で広く行われているのは、象牙細管の封鎖や知覚鈍麻を作用機序とする知覚過敏抑制材の使用である。しかし、象牙質知覚過敏症は症状の再発や変動を呈しやすいことから、患者自身が日常生活の中で継続的に実施可能なホームケアも極めて重要な治療アプローチの一つと考えられる。

本研究では、硝酸カリウムおよびフッ化ナトリウムを主成分とし、患者が自宅で使用することが可能な新規知覚過敏抑制材 GHT (GC) の象牙質知覚過敏症に対する抑制効果を検討した。

【材料および方法】

本研究は前向き観察研究として実施した（昭和医科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 2025-0514）。

対象は象牙質知覚過敏症を有する患者 15 名とした。患者自身が印象採得から得られた石膏模型上で作製されたトレーに GHT を填入し自宅で使用した。使用期間は 1 日 15 分とし、10 日間とした。疼痛の程度は、被験者日誌を用いて Visual Analog Scale (VAS) 法により評価した。

得られた VAS 値は Friedman 順位検定および Wilcoxon の符号付順位検定により統計学的解析を行った ($p < 0.05$)。

【結果】

対象被験者は男性 4 名、女性 11 名の計 15 名であった。逸脱および中断症例は認められず、GHT に起因すると考えられる有害事象も観察されなかった。10 日目に疼痛が完全に消失した被験者は 5 名であった。

全被験者 15 名における VAS 値は 0 日目で 4.59 ± 2.12 、5 日目で 2.83 ± 2.72 、10 日目で 2.13 ± 2.60 であった。

GHT 使用日数の経過に伴い痛み程度の程度は低減され、5 日目、10 日目で 0 日目と比較し有意に低い VAS 値が認められた ($p < 0.05$)。

【結論】

本研究の結果から、GHT は象牙質知覚過敏症状を抑制する効果が認められ、臨床的に有用であることが示唆された。

知覚過敏症罹患モデル象牙質への各種知覚過敏抑制剤が透過性に与える影響について

大阪歯科大学 TRIMI 先進医療研究センター
○吉川一志

Study on sealability of dentinal tubules with Various Dentin Desensitizers using a model of hypersensitive dentin

Division of Creative and Integrated Medicine, Advanced Medicine Research Center, TRIMI
Osaka Dental University
○YOSHIKAWA Kazushi

【緒言】

一過性の冷痛または擦過痛を主とした象牙質知覚過敏症を罹患する患者が増加してきている。象牙質知覚過敏症の治療法のうち、薬物塗布による治療法は、簡便性及び即効性の点から第一選択となることが多く、その作用機序も多岐にわたり、多数の製品が臨床応用されている。今回、薬物塗布に用いられる象牙質知覚過敏抑制剤の象牙細管封鎖性について、知覚過敏症罹患モデル象牙質を用いて、象牙質透過抑制率の測定を行うことに加えて、知覚過敏抑制剤塗布後の保管環境が透過抑制率の経時的な変化に与える影響について検討を行った。

【材料と方法】

象牙質ディスク試料は抜去したウシ歯から作製した。Pashley らの報告に準じて作製した装置 (Fig.1) を用いて、試料を装置に接続して内圧が 25mmHg になるように規定した。象牙細管内液は滅菌蒸留水を使用した。知覚過敏抑制剤として Clinpro クリアコーティング F (ソルベンタム) (CCC), MS コート (サンメディカル株式会社) (MSC), Clinpro XT Varnish (ソルベンタム) (CXT), スコッチボンドユニバーサル プラス アドヒーシブ (ソルベンタム) (SUP) を供与した。各象牙質知覚過敏抑制剤をそれぞれの製品の使用方法の指示に従い、塗布後、試料を人工唾液中に 24 時間浸漬した。その後毎日 pH サイクル (3 時間脱灰溶液に浸漬後、蒸留水にて洗浄、再度人工唾液中に浸漬し、合計 24 時間) を行った。1 週間ごとに再度各象牙質知覚過敏抑制剤を塗布し、象牙質の透過性を測定した。最終 1 ヶ月間後まで同処理を行い、象牙質の透過性を測定し (1, 2, 3 週間後, 1 ヶ月後), 統計処理を行った (n=5)。人工唾液は 1.5mM CaCl₂, 0.9mM KH₂PO₄, 20mM HEPES, 0.05% NaN₃, pH 7.0 で、脱灰溶液は 1.5mM CaCl₂, 0.9mM KH₂PO₄, 50mM Acetic Acid, pH 4.5 で調整した。各期間後の試料の処理象牙質面を、通法に従い金蒸着を行い、走査電子顕微鏡 (JSM5610LV, JEOL) にて SEM 観察を行った。なお、本研究は大阪歯科大学の動物実験委員会の承認を得て行った (第 26-01004 号)。

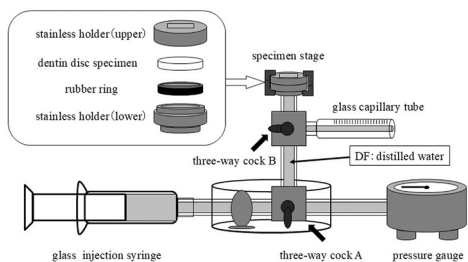


Fig.1 Schematic diagram of a dentin hypersensitivity model

【結果】

すべての象牙質知覚過敏抑制剤で、塗布直後の象牙質透過率は抑制された。CCC は塗布直後から 1 週間後の象牙質透過率はやや上昇したが、2 週間後から経時的な抑制傾向が認められた。MSC は塗布直後から 1 週間から 1 ヶ月後まで象牙質透過率はやや上昇傾向が認められた。CXT, SUP は塗布直後の象牙質透過抑制率と比べて 1 週間から 1 ヶ月後まで象牙質透過率は経時的な抑制傾向が認められた。

【結論】

1. 知覚過敏症罹患モデル象牙質に各種処理を行った場合、象牙質透過性が抑制された。
2. 知覚過敏症罹患モデル象牙質に CCC, CXT, SUP による処理を行った場合、経時的に象牙質透過性の抑制率が増加する傾向が確認された。

以上の結果より、知覚過敏抑制剤を象牙質知覚過敏部位に使用した場合、症状の改善に効果があることが示唆された。

「根面う蝕の診療ガイドライン-非切削でのマネジメント-」の作成を通じて 明らかとなったシステマティックレビュー作成の限界と臨床研究の課題

○小幡純子^{1,2)}、久保至誠^{1,3)}、清水明彦^{1,4)}、中嶋省志¹⁾、桃井保子^{1,5)}、
高橋礼奈^{1,6)}、林 美加子^{1,7)}、前田英史²⁾、松崎英津子^{1,8)}

日本歯科保存学会医療合理化委員会う蝕治療ガイドライン作成小委員会¹⁾、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²⁾、福岡歯科大学³⁾、兵庫医科大学歯科口腔外科学講座⁴⁾、鶴見大学⁵⁾、東京科学大学大学院歯医学総合研究科う蝕制御学分野⁶⁾、大阪大学大学院歯学研究科歯科保存学講座⁷⁾、福岡歯科大学口腔治療学講座歯科保存学分野⁸⁾

The limitations of systematic reviews and challenges in clinical research through developing the “Clinical Guidelines for Root Caries Treatment - Atraumatic Management”

Caries Treatment Guideline Subcommittee, Committee for Medical Rationalization¹⁾, The Japanese Society of Conservative Dentistry, Department of Endodontology and Operative Dentistry, Faculty of Dental Science, Kyushu University²⁾, Fukuoka Dental College³⁾, Department of Dentistry and Oral Surgery, Hyogo College of Medicine⁴⁾, Tsurumi University⁵⁾, Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Institute of Science Tokyo⁶⁾, Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry⁷⁾, Section of Operative Dentistry and Endodontology, Department of Odontology, Fukuoka Dental College⁸⁾

○Junko Obata^{1,2)}, Shisei Kubo^{1,3)}, Akihiko Shimizu^{1,4)}, Shoji Nakashima¹⁾, Yasuko Momoi^{1,5)},
Rena Takahashi^{1,6)}, Mikako Hayashi^{1,7)}, Hidefumi Maeda²⁾, Etsuko Matsuzaki^{1,8)}

【目的】日本歯科保存学会医療合理化委員会う蝕治療ガイドライン作成小委員会では、2022年に「根面う蝕の診療ガイドライン-非切削でのマネジメント-」を公開した。今回、根面う蝕に関わる新規クリニカルクエスト (CQ) として「CQ4: 活動性根面う蝕の進行抑制に、フッ化物バーニッシュを使用すべきか」を設定し、追加版の作成を進めてきた。診療ガイドラインでは、システマティックレビュー (SR) によるエビデンスの収集・評価を行い、そのエビデンスの確実性に加えて益・害や実行可能性などを総合して推奨を決定する。本報告では、根面う蝕に関する SR で直面した限界を整理し、今後の臨床研究における課題を考察する。

【方法】「根面う蝕の診療ガイドライン-非切削でのマネジメント-」(CQ4 追加版、本学術大会後公開予定) に掲載予定の PRISMA フロー図を参照し、レビュー過程で除外した文献を精査した。さらに、4つの CQ で採用された論文について、対象年齢、評価期間、評価方法など研究デザインの特徴を比較検討し、根面う蝕臨床研究の課題を抽出した。

【結果】特定した論文をスクリーニングし、その組み入れの適格性を評価して最終的に採用を判定する流れにおいて、除外した論文の主な理由は、CQ1 では「研究デザインの欠陥: 1件」および「予防 (発生抑制) を目的とした研究: 2件」、CQ3 では「予防を目的とした研究: 2件」および「その他の理由: 17件」、CQ4 では「統合できない評価方法 (QLF 法): 1件」であった。採用論文を4つの CQ 間で比較すると、対象年齢の平均は44.4歳から83歳まで幅広く、評価期間も6~30カ月と多様であった。う蝕の評価方法については、う蝕数を指標とする研究に加え、硬さを指標としてう蝕病変の回復・進行抑制を評価した研究もみられた。また、硬さと色調やう蝕の有無などを組み合わせた独自スコアを用いた研究も存在した。

【考察】臨床研究では、対象年齢や評価期間が研究間で異なると、結果の比較や統合が困難となる。また、う蝕の評価方法では、硬さ評価は主観的な触診に依存し、評価者や評価部位による誤差も生じ得る。加えて、独自スコアを用いた研究も存在し、これらは国際的に統一された根面う蝕評価基準が確立されていないことに起因するといえる。今後は、ランダム化比較試験を含む適切な研究デザイン、十分なサンプル数、対象設定、評価方法、統計解析法を備えた質の高い臨床研究の蓄積が必要である。本小委員会としても、臨床研究の方向性や方法論に関する情報提供を積極的に行う意義があると考えられた。

一方で、根面う蝕に関しては、基礎研究に基づく病態の理解・解明、硬さの数値化など客観的評価法の確立が望まれる。根面う蝕では、病変の進行方向や、活動性か非活動性かの変化に要する時間、同一病変内での硬さの不均一性など、その病態が不明確である点も多く、現状では高い精度の評価が困難と言わざるを得ない。しかし近年、う蝕の硬さの数値化など客観的評価を可能とする技術開発も進められており、その実用化と普及が期待される。

さらに、これからの「う蝕をマネジメントする」時代を見据え、根面う蝕の進行抑制に加えて発生抑制、すなわち予防も含めた包括的なガイドライン作成を関連学術団体と連携して進める必要がある。

【結論】診療ガイドライン作成の国際的スタンダードである The Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) に準拠して作成した「根面う蝕の診療ガイドライン-非切削でのマネジメント-」(CQ 追加版) では、SR にいくつかの限界を伴いながらも、根面う蝕に対する各マネジメントの推奨とエビデンスの確実性を提示した。より確実性の高い推奨に資するためには、優れた研究デザインに基づくバイアスのリスク (RoB) の低い臨床研究の蓄積が不可欠であり、多くの研究者が円滑な臨床研究に取り組めるよう、本学会からの情報発信と支援の充実が求められる。

三次元計測システムを用いたスキルラボ教育 (2025 年度) における窩洞形成評価報告 —過去 4 年間との比較—

神奈川県立歯科大学 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 Report of Cavity Preparation in Skills Lab Education Using a 3D Measurement System (FY2025)

: A Comparison with the Past Four Years

Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University

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

【目的】

我々は、歯学部 5 年生臨床実習学生による 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 (第 162, 163 回日本歯科保存学会学術大会)。特に第 163 回では、総合点数を構成する、“外形点数”と“深さ点数”のうち、“深さ点数”が従来の rubric アナログ評価と相関することを確認した。2025 年度についても実施したが、過去 4 年間とは異なる新たな知見が得られたので報告する。

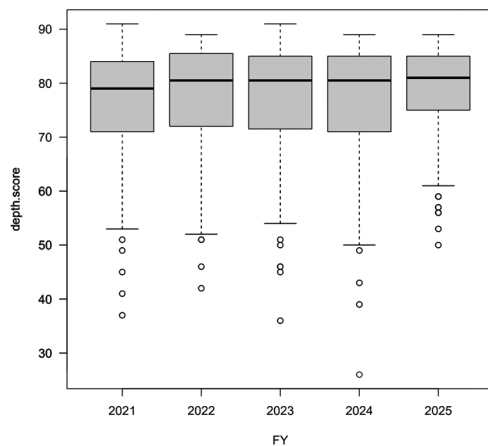
【方法】

本学歯学部 5 年生は、保存系スキルラボ実習にて計 2 本の人工歯窩洞形成を行う。すなわち 1 本目は、1 人の保存科指導医の指導や修正のもと練習を行い、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、この計測システムにかけ、客観的な採点を行っている。“深さ点数”および“総合点数”における 2021~2025 の各年度平均値に関して、Kruskal-Wallis test および Steel-Dwass test ($p < 0.05$) を用いて統計分析を行った (神奈川県立歯科大学研究倫理審査委員会承認 (第 1085 番))。

【結果および考察】

5 年間のスキルラボ実習における窩洞形成の“深さ点数”に関するデータを、以下の箱ひげ図に示した。それによると、平均点数について各年度において有意差は見られなかったものの、2025 年度については、2021~2024 年度において必ず見られた 50 点を大きく下回る数人の学生が認められなかった。これは、咬合面小窩裂溝形成用バーである #301 ダイヤモンドポイントを使用するに当たり、刃部 1/2~2/3 の深さにて形成するという理論原則を学年全員の学生が高いレベルで実行できた可能性が示唆された。裂溝中央部で 1/2、咬頭寄りの窩壁では 2/3 と教えることにより、学生が感じる、「平坦な窩底」と「咬合面の凹凸」の矛盾を解決したためではないかと考えられた。2026 年度以降もスキルラボ実習は行われており、今後も 2025 年度と同様の良好な結果が得られる保証があるとは必ずしも言えないものの、過去 4 年間と比べ学生の深さに関する形成技術が向上している可能性がある。これは、保存系スキルラボ実習における三次元計測システムによる使用が、学生達の間で周知が広がり、窩洞形成技術に対する学生のモチベーション向上に大きく寄与した可能性が示唆された。

Distribution of depth scores for dental students in each year



【結論】

三次元形状計測システムを用いることで、保存修復学領域の内側性窩洞を適切な深さにて形成する能力を養うことは、歯学部臨床実習学生の教育に対して有効であると考えられた。