

新規コンポジットレジンの耐摩耗特性

株式会社ジーシー
○伊藤小町, 有田明史, 熊谷知弘

Antiwear property of new composite resin
GC CORPORATION, Tokyo, Japan
○ITO KOMACHI, ARITA AKISHI, KUMAGAI TOMOHIRO

【研究目的】

臼歯部充填修復には従来型コンポジットレジジンからフロアブルレジジンまで多様なペースト性状のレジジンが用いられている。弊社では、フロアブルレジジンではナノフィラーを配合したMIシリーズがラインナップされているが、ユニバーサルタイプのコンポジットレジジンではマイクロフィラーを配合したソラーレPを発売しており、ナノフィラー配合のコンポジットレジジンと比較すると咬耗特性や光沢度などは劣る。逆にナノフィラーを用いたMIフィルは咬耗特性や光沢維持性が高く評価されており、今回の試作コンポジットレジジン(WTK)ではナノフィラーを配合し研磨性や光沢維持性などの向上をはかった。本発表では、WTKの咬摩特性と光沢維持性に関して、従来製品と比較し評価することを目的とした。

【材料及び方法】

試験には試作コンポジットレジジン WTK, ソラーレP(SOP, GC), 製品A, 製品Bを使用した。

1. 三体摩耗試験

咬合磨耗試験用金型にサンプルを充填し、上面及び下面から各10秒間光照射して硬化体を作製した。硬化体を37°C水中に24時間静置後、寸法を測定したものを試験体とした。PMMA(アクリコンAC):グリセリン=1:1のスラリーを介して荷重0.84MPaで10万回の三体磨耗試験を行い、磨耗後の寸法差から咬合磨耗量を算出した。

2. 歯ブラシ摩耗試験

φ8.0mmの硬化体を計4個スプリントリテーナーレジジンで包埋し、試験体を研磨後、37°C水中に24時間静置した。荷重200gにて歯ブラシを試験体に押し当て、ホワイト&ホワイト:蒸留水=1:2の飽和溶液をスラリーとして歯ブラシ摩耗試験を行い、1000回、6000回、12000回後の光沢度を光沢度計にて測定した。

【結果と考察】

各試験結果をFig.1,2に示す。Fig.1より、WTKはソラーレPよりも摩耗しにくく、WTKと製品Aがほぼ同等の磨耗量を示した。またFig.2より、歯ブラシ摩耗後ではWTKが最も高い光沢度を示し、他の製品よりも優れた光沢維持性があるとわかった。各試験において、ソラーレPと比較すると差が明らかであり、MIシリーズで確認されたナノフィラーの効果がこの試作品にもみられた。

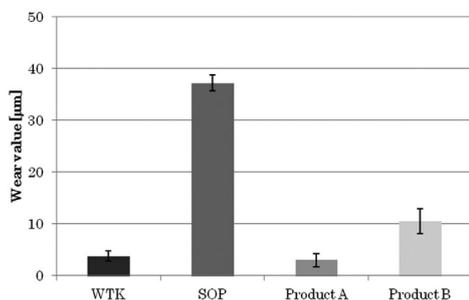


Fig.1 Wear Resistance

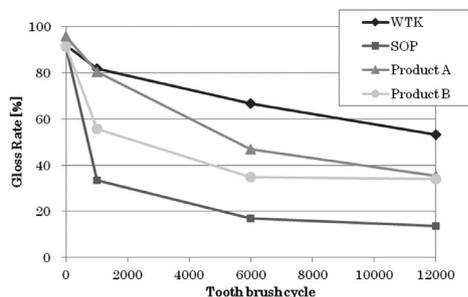


Fig.2 Gloss Retention

【結論】

開発中の試作コンポジットレジジン WTK は咬合磨耗量及び歯ブラシ摩耗後の光沢度において他のコンポジットレジジンよりも優れた特性を示し、臨床における高い有用性が示された。

フロアブルレジンの耐摩耗性に関する研究

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

○坪田圭司^{1,2)}, 川本 諒^{1,2)}, 島村 穰¹⁾, 大塚詠一朗¹⁾,
石井 亮¹⁾, 清水裕亮¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 宮崎真至^{1,2)}

A Study on the Wear Characteristics of Flowable Resin Composites

¹Department of Operative Dentistry, ²Division of Biomaterials Science, Dental Research Center,
Nihon University School of Dentistry

○TSUBOTA KEISHI^{1,2)}, KAWAMOTO RYO^{1,2)}, SHIMAMURA YUTAKA¹⁾, OOTSUKA EIICHIRO¹⁾,
ISHII RYO¹⁾, SHIMIZU YUSUKE¹⁾, TAKAMIZAWA TOSHIKI^{1,2)}, MIYAZAKI MASASHI^{1,2)}

【研究目的】

近年, ミニマルインターベンションという治療概念の普及に伴って, 齶蝕治療に光重合型レジンをを用いた修復の頻度が増加している。光重合型レジンの中でも, ペーストの流動性に特徴を持たせたフロアブルレジンは, フィラー含有量, 形状, 粒径あるいはその表面処理技術などの改良によって機械的強度が向上している。そのため, 最近では直接臼歯部咬合面窩洞へも応用可能な製品が市販されている。これらの製品は, 高強度フロアブルレジンあるいはインジェクタブルタイプに分類されている。一方, 硬化深度および重合収縮応力に特徴があり, 深い窩洞に対しても一括充填が可能とされるバルクフィルタイプ呼ばれるフロアブルレジンも開発され, 咬合面の小窩洞に対して充填可能な製品もある。

そこで演者らは, フロアブルレジンの臼歯咬合面修復の予後に影響を及ぼす因子のひとつである耐摩耗性に着目し, 3 体摩耗試験を行うことによって最大摩耗深度および摩耗量を測定して比較検討するとともに, 3 体摩耗試験後の試片の摩耗面について走査電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察し, フロアブルレジンの耐摩耗性に関する評価を行った。

【材料および方法】

供試したフロアブルレジンは, インジェクタブルタイプの Clearfil Majesty ES Flow (クラレノリタケデンタル), MI Fil (GC), Estelite Flow Quick (トクヤマデンタル), Estelite Quick High Flow (トクヤマデンタル) および Filtek Supreme Ultra Flow (3M ESPE) の 5 製品, バルクフィルタイプの Filtek Bulk Fill Flowable Restorative (3M ESPE) であり, 対照としてユニバーサルタイプの Beautifil E Posterior (松風) を用いた。

摩耗特性の検討としては, 3 体摩耗試験である Leinfelder-Suzuki の方法を用い, 垂直負荷加重 80 N でステンレス製アンタゴニストが試片に接触してから, そのまま 30° の水平回転運動を 2Hz の条件で滑走する動作を 400,000 回繰返した。試験後の試片については, 非接触式レーザー測定装置 Proscan 2000 (Scantron Industrial Product) および付属のソフトウェアシステムを用いて, 最大摩耗深さおよび摩耗量を求めた。得られた測定値に関しては, 平均値と標準偏差を求め統計学的処理を行った。また, 摩耗試験後の摩耗面に関しては, 通法にしたがってフィールドエミッション型走査電子顕微鏡 (ERA-8800 FE, エリオニクス) を用いて観察した。

【成績および考察】

摩耗試験後の最大摩耗深さは 87.9 から 150.7 μm であり, Estelite Flow Quick で最も小さく, Estelite Flow Quick High Flow で最も大きかった。摩耗量の成績は 0.025 から 0.085 mm^3 であり Estelite Flow Quick で最も小さく, Filtek Bulk Fill Flowable Restorative で最も大きい値を示したものの, ユニバーサルタイプの Beautifil E Posterior との有差は認められなかった。摩耗面の電子顕微鏡観察においては, 摩耗面で亀裂の進展が確認されたもの, または比較的スムーズな面で摩耗していた像として観察されたものがあり, システムによって多様な摩耗面として観察された。

【結論】

本実験の結果から, 供試したインジェクタブルタイプの最大摩耗深さおよび摩耗量はユニバーサルタイプと比較して同等以下であり, バルクフィルタイプにおいてはユニバーサルタイプと同等であることが確認された。これらフロアブルレジンの臨床における有効性が示唆された。

セルフアドヒーシブレジンセメントの耐摩耗性について

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
○横川未穂¹, 高見澤俊樹^{1,2}, 辻本暁正^{1,2}, 遠藤 肇¹, 飯野正義¹, 鈴木崇之¹, 柴崎 翔¹, 宮崎真至^{1,2}

Impact-sliding Wear Behavior of Self-adhesive Resin Cements

Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry

○YOKOKAWA Miho¹, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}, TSUJIMOTO Akimasa^{1,2}, ENDO Hajime¹,
IINO Masayoshi¹, SUZUKI Takayuki¹, SHIBASAKI Shyou¹, MIYAZAKI Masashi^{1,2}

【目的】

セルフアドヒーシブレジンセメントは、歯面への前処理を不要とすることで合着時のステップを簡略化することを特徴にしている。しかし、セメント内に機能性モノマーを含有するとともに硬化反応としてデュアルキュアを採用しているため、重合過程は複雑である。そのため、セメント硬化時の機械的性質あるいは耐摩耗性が低下する可能性が指摘されているものの、これに関する報告は少ない。そこで、セルフアドヒーシブレジンセメントの機械的性質について曲げ試験から検討するとともに衝突摩耗試験からその耐摩耗性について評価した。また、硬化セメントのフィラー性状および摩耗試験後の表面性状についてSEM観察することで考察資料とした。

【材料および方法】

供試したセルフアドヒーシブレジンセメントは、G-CEM LinkAce (GL, GC), BeautiCem SA (BC, Shofu), Maxcem Elite (ME, Kerr), Clearfil SA (SA, Kuraray Noritake Dental), および RelyX Unicem 2 (RU, 3M ESPE)の5製品とした。また、従来型レジンセメントとして Clearfil Esthetic Cement (EC, Kuraray Noritake Dental), RelyX Ultimate (UL, 3M ESPE), および Multilink (ML, Ivoclar vivadent)の3製品を用いた。

1) 無機質フィラー含有量

無機質フィラー含有量の測定に際しては、熱重量測定装置 (TG/DTA 6300, Seiko Instrument) を用いた。すなわち、レジンペースト約 50 mg を加熱して、熱負荷前の重量と残存量とから減量を求め、100-減量 (wt %) として算出した。

2) 曲げ試験

2×2×25 mm の棒状試片を製作、24 時間 37°C 精製水中に保管後、万能試験機を用いて C.H.S 毎分 1.0 mm の条件で 3 点曲げ強さを求めた。また、応力-歪み曲線から曲げ弾性率およびレジリエンスを求めた。

3) 衝突摩耗試験

練和したセメント泥を直径 6 mm、高さ 2 mm のテフロン型に填塞、光照射を 30 秒間行い、重合硬化させた。摩耗試験には、衝突摩耗試験機 (K655-06, 東京技研) を用いた。すなわち、アンタゴニストのステンレス球が硬化セメント試片の中央に衝突するように設置した後、37°C 水中下にて落下距離 5 mm、水平往復距離 2 mm、荷重 50 N の条件で、1 回の落下と 1 回の水平往復を 1 サイクルとする衝突摩耗試験を 50,000 回行った。また、試験後の試片については、レーザー顕微鏡 (VK-9710, Keyence) および付属のソフトから表面粗さ Ra (μm)、最大摩耗深さ(μm)および摩耗量(mm³)を測定した。なお、試片の数はそれぞれ 8 個とした。

4) SEM 観察

通法に従って SEM 観察用試料を製作後、フィラー性状および摩耗試験後の試片について SEM 観察した。

【成績および考察】

供試セメントの無機質フィラー含有量は、55.3~67.9 wt % であった。また、曲げ強さは 68.4~148.6 MPa、曲げ弾性率は 4.4~10.6 GPa、レジリエンスは 4.5~15.0 MJ/m³ であり、用いた製品によってその曲げ特性は異なるものであった。一方、衝突摩耗試験後の表面粗さ Ra は、6.4~44.5 μm、摩耗量は 0.0107~0.5258 mm³、最大摩耗深さは 25.2~239.5 μm であり、従来型レジンセメントは、セルフアドヒーシブセメントに比較して優れた耐摩耗性を示した。このことから、症例に合わせたレジンセメントの選択が必要であることが示唆された。

【結果】

本実験の結果から、セルフアドヒーシブの機械的性質および耐摩耗性は製品によって異なることが明らかとなった。また、その耐摩耗性は従来型のレジンセメントに比較して低い傾向を示した。

試作フロアブルコンポジットレジンの two-body wear

¹ 日本歯科大学新潟病院総合診療科 ² 日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科硬組織機能治療学専攻

³ 日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座

○平 賢久¹, 永井悠太², 高田真代², 有田祥子², 川嶋里貴², 加藤千景³, 鈴木雅也³, 新海航一³

Two-body Wear of Experimental Flowable Resin Composite

¹ Comprehensive Dental Care, The Nippon Dental University Niigata Hospital

² Advanced Operative Dentistry, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata

³ Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

○TAIRA Yoshihisa¹, NAGAI Yuta², TAKADA Mayo², ARITA Shoko², KAWASHIMA Satoki²,

KATO Chikage³, SUZUKI Masaya³, SHINKAI Koichi³

【研究目的】

フロアブルコンポジットレジン（以下フロアブルレジン）は填塞操作が容易であるため、臨床において多用されている。最近ではフロアブルレジンのフィラー形状の改善とともに含有量を高めた結果、物性が向上し前歯部に限らず臼歯部にも適応が可能とされているが、咬合ストレス域における耐摩耗性は明らかにされていない。そこで本研究は *in vitro* において口腔内での咬合ストレスをシミュレーションした繰返し荷重摩耗試験を実施して two-body wear を測定し、フロアブルレジンのフィラー充填率およびフィラーサイズと摩耗量の関連性を明らかにすることが目的である。

【材料および方法】

セラミックブロックの縁端平面中央に#149 レギュラーカットダイヤモンドポイント（松風）を用いて碗型窩洞（直径4mm、深さ2mm）を各群につき5個形成した。セラミックの窩洞内面はシランカップリング処理を施した後、メーカー指示に従ってボンディング処理を行った。

下表に示す試作フロアブルレジンで窩洞を填塞し、48時間恒温恒湿箱に保管後、#1500耐水研磨紙を用いて填塞面を平坦に仕上げて試料を完成した（n=5）。

繰返し荷重負荷試験機（伊藤電気）を使用し、セラミックスタイラス（窒化アルミニウム）にて two-body wear test を行った。最大荷重は75Nとし、毎分60回繰返し荷重を負荷しながら4万回まで two-body wear test を行った。その際、繰返し荷重負荷1万回ごとに摩耗面をエグザファイニンジェクション（GC）にて印象採得し、小型測定顕微鏡 STM6（OLYMPUS）を用いて印象面をプロファイルし、摩耗体積を測定した。得られたデータは二元配置分散分析と直線回帰分析を用いて統計学的に解析した。

Experimental groups	Experimental Flowable Resin Composite		
	Filler contents (wt%)	Filler size (nm)	Matrix monomer
1	60	400	Bis-GMA(50)/TEGDMA(50)
2	55	400	
3	50	400	
4	60	200	
5	55	200	
6	50	200	
7	60	70	
8	55	70	
9	50	70	

【結果および考察】

摩耗体積について実験群1、4および7の間、実験群2、5および8の間、そして実験群3、6および9の間を比較すると、フィラーサイズが大きいほど試作フロアブルレジンの摩耗量は大きくなる傾向がみられた。しかしながら、実験群1、2および3の間、実験群4、5および6の間、そして実験群7、8および9の間を比較すると、今回設定した範囲では、フィラー充填率は試作フロアブルレジンの摩耗量にほとんど影響を与えないことが判明した。

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金（若手研究B、課題番号24792041）の補助を受けて行われた。

各種研磨システムによるユニバーサルレジンとフロアブルレジンの表面光沢度

¹日本歯科大学生命歯学部接着歯科学講座 ²ハーバード大学歯学部修復学・生体材料科学講座

○小川信太郎¹ 村田卓也¹ 石井詔子¹ 丸山沙絵子¹ 柵木寿男¹ 奈良陽一郎¹ I.L.Dogon²

Surface gloss of universal and flowable resin composites polished with various polishing systems

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

²Department of Restorative Dentistry and Biomaterials Sciences, Harvard School of Dental Medicine

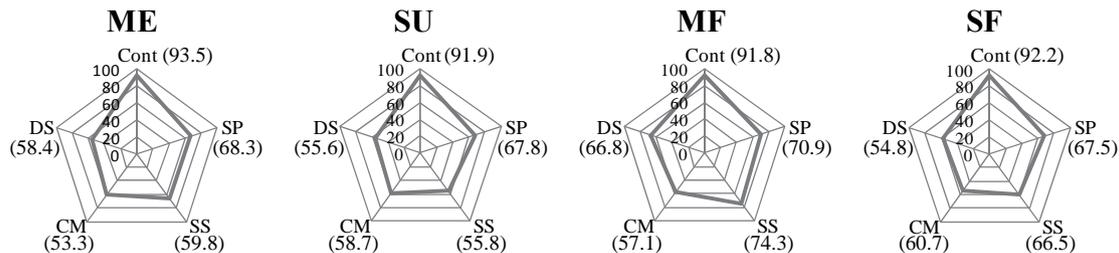
○OGAWA Shintaro¹, MURATA Takuya¹, ISHII Noriko¹, MARUYAMA Saeko¹,
MASEKI Toshio¹, NARA Yoichiro¹, I.L.Dogon²

【研究目的】 コンポジットレジン修復は、低侵襲性かつ審美的な修復方法であることから臨床において広く応用されている。充填後の研磨の良否は、術後の着色・変色やプラーク付着等を含めた予後に影響を与えることから、多様な形状・基材による研磨システムが考案・開発されている。そこで本研究では、新規製品を含めた各種研磨システムによるユニバーサルレジンとフロアブルレジンの表面光沢度について評価検討した。

【材料および方法】 研磨システムには新規螺旋形状ホイールタイプ Soflex Spiral (SP: 3M ESPE)、ディスクタイプ Super Snap (SS: SHOFU)、ポイントタイプ Compomaster (CM: SHOFU) ならびに Pre Shine + Dia Shine (DS: GC) の4種を用いた。一方、コンポジットレジンには2種ユニバーサルレジン:セミハイブリッド型である Clearfil Majesty ES-2 (ME: Kuraray Noritake Dental) とナノフィラー型である Supreme Ultra (SU: 3M ESPE)、および2種フロアブルレジン:セミハイブリッド型である Clearfil Majesty ES Flow (MF: Kuraray Noritake Dental) とナノフィラー型である Supreme Ultra Flow (SF: 3M ESPE) のシェードA3を選択した。まず、内径15mm×高さ3mmの円筒モールド内にコンポジットレジンを入れ、透明ポリエチレンシートを介したスライドガラスによる圧接、光照射を行い硬化体試料とし、37℃水中に24時間保管した。その後、SPおよびSSは、回転数5,000rpmにて各システム指定の荒・中研磨まで行った。ついで、SPは20,000rpm、SSは10,000rpmにて研磨荷重25gf、各15秒間による細・極細研磨を行った。一方、ポイントタイプのCMでは10,000rpm、DSでは15,000rpmにて研磨荷重50gf、各15秒間の研磨を行った。ついで、光沢計 Gloss Checker IG-331 (HORIBA) を用いて、測定角60°による圧接面(対照: Cont)と各研磨面の表面光沢度を測定(n=6)し、得られたデータは二元配置分散分析およびTukeyのq検定によって分析を行った。

【成績および考察】 下図に、4種コンポジットレジンの表面光沢度を示す。分析の結果、研磨システム・コンポジットレジンの違いは、表面光沢度に高度に有意(p<0.01)な影響を及ぼしていた。また、交互作用効果(p<0.01)が認められたことから、研磨後の表面光沢度に対する研磨システムの効果は、コンポジットレジンによって異なることが明らかになった。研磨システムの違いに注目した場合、いずれのシステムも圧接面に匹敵する表面光沢度は得られないものの、Cont>SP>SS>DS≧CMの順で表面光沢度が大きな値を示し、異なる砥粒による段階的な研磨ステップを踏むシステムの方が、優れた光沢を獲得できることが判明した。一方、コンポジットレジンの違いに注目した場合、MF>SF>ME≧SUの順で表面光沢度が大きな値を示し、レジン成分の配合率が高いフロアブルレジンにはユニバーサルレジンに比べ、研磨によって良好な光沢を得られることが確認できた。以上から、研磨後の表面光沢度は、研磨システムの砥粒材質・粒径、基材の組成・形状、さらにコンポジットレジンのフィラー組成・配合率、マトリックスレジンの性質などの交錯によって変化すると推察できる。また、依然として研磨面は、圧接面に迫る表面光沢度を獲得できなかったことから、コンポジットレジン・研磨システム両者の更なる改良が望まれる。

本研究は学術研究助成基金助成金(課題番号26462899)の一部支援を受けた。



Gloss values of universal and flowable resin composites polished with four polishing systems

PMTC ペーストがエナメル質および修復物表面性状に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹, 日本大学総合歯学研究所生体工学部門², 斉藤歯科医院³

○川本 諒^{1,2}, 古宅眞由美¹, 竹中宏隆¹, 吉田ふみ¹, 野尻貴絵¹,
松吉佐季¹, 高見澤俊樹^{1,2}, 宮崎真至^{1,2}, 斉藤充良³

Influence of Polishing with PMTC Pastes on Surface Roughness of Enamel and Restoratives

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry¹,
Division of Biomaterials Science, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry²,
Saito Dental Clinic³

○KAWAMOTO Ryo^{1,2}, KOTAKU Mayumi¹, TAKENAKA Hiroataka¹, YOSHIDA Fumi¹, NOJIRI Kie¹,
MATSUYOSHI Saki¹, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2} and SAITO Mitsuyoshi³

【目的】

機械的歯面清掃 (PMTC) は、齲蝕あるいは歯周病を予防する処置として日常臨床で広く行われている。PMTC を効率よく行うために PMTC ペーストが使用されているが、PMTC ペーストに配合されている研磨粒子の成分や粒径は製品によって異なっている。したがって、製品の種類によっては歯質や修復物の表面性状に及ぼす影響も異なる可能性がある。そこで、PMTC ペーストの使用がエナメル質あるいはコンポジットレジンや金銀パラジウム合金などの修復物の表面性状に及ぼす影響について、レーザー走査顕微鏡観察による形態学的変化および表面粗さ変化から検討した。

【材料および方法】

1) PMTC ペースト

PMTC ペーストとしては、コンクールクリーニングジェル (ウエルテック, 以後 CC), リナメルトリートメントペースト (サンギ, 以後 RT), 試作 PRG フィラー含有歯面研磨材 (松風, 以後 PG), MERSSAGE REGULAR, FINE および PLUS (松風, 以後 MR, MF, MP) の 6 製品を使用した。

2) 試片の製作

エナメル質としてウシ抜去下顎前歯の唇側エナメル質を 4×4×1 mm のブロック体として切り出した。コンポジットレジン試片は Filtek Supreme Ultra (3M ESPE) を内径 6 mm, 高さ 3 mm のテフロン型に充填し、ストリップスを介して照射を行い重合硬化させた。金銀パラジウム合金試片としてはキャストウエル M.C.<金 12%> (ジーシー) を通法にしたがって casting し、10×10×1 mm の平板を作製した。それぞれの試片表面を耐水性 SiC ペーパーの # 2,000 まで順次研磨し、これらを PMTC 用試片とした。なお、試片の数は各条件について 6 個とした。

3) 研磨器具

コントラングルにメルサージュブラシ No.1 (松風) を装着し、それぞれの PMTC ペーストを用いて回転数 2,000 rpm, 荷重 250 gf の条件で 15 秒間研磨を行った。

4) レーザー走査顕微鏡観察および表面粗さ測定

研磨が終了した試片は、十分に水洗した後、試片表面の形態的な観察をするために、レーザー走査顕微鏡 (VK-8700, キーエンス) を用いて観察するとともに、装置に付属するソフトウェア (VK Analyzer, キーエンス) を用いて試片の表面粗さ Ra (μm) を求めた。測定は、試片中央部付近の異なる 5 点について行い、その平均をもってその試片の Ra 値とした。

5) PMTC ペーストの観察

各種 PMTC ペーストについて、その希釈液を定性濾紙 (No. 1, アドバンテック東洋) で濾過した後に 37°C インキュベーターで乾燥させ、その粒子を走査電子顕微鏡 (ERA-8800FE, エリオニクス) を用いて観察した。

【成績および考察】

歯面研磨後のエナメル質、コンポジットレジンおよび金銀パラジウム合金の表面粗さの変化は、製品によって異なる傾向を示した。とくに MR は他の製品と比較して、表面粗さが大きくなる傾向が認められた。走査電子顕微鏡による研磨粒子の観察では、製品によってその粒径は異なり、MR で最も大きかった。

【結論】

本実験の結果から、エナメル質、コンポジットレジンおよび金銀パラジウム合金表面の研磨後の性状は、用いる製品によって異なることが明らかとなった。また、配合されている研磨粒子の粒径に影響を受けるため、PMTC を行う際には研磨対象物や歯面研磨材の特性を考慮する必要があることが示唆された。

S-PRG フィラー含有仮着用セメントに関する研究

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○恩田 康平, 初岡 昌憲, 野津 繁生, 三浦 樹,
竹内 撰, 黄地 智子, 山本 一世

Study of the temporary cement with S-PRG filler.

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University.
○Onda Kohei, Hatsuoka Yoshinori, Nodu Shigeo, Miura Tatsuki
Takeuchi Osamu, Ouchi Satoko, Yamamoto Kazuyo.

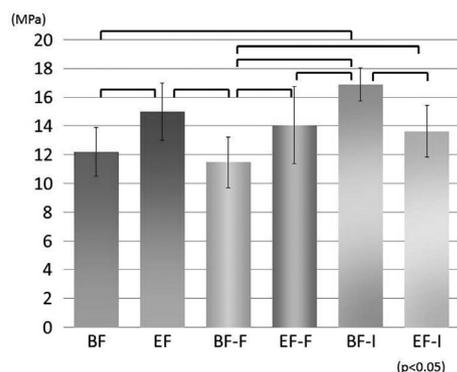
【緒言】

近年コンポジットレジンには日々の診療になくてはならない材料となっている。松風の GIOMAER シリーズはコンポジットレジンに S-PRG フィラーが含有されている。S-PRG フィラーはフッ素だけでなくホウ素など様々なイオンを放出するため、接着や抗菌などに影響を与える。今回、S-PRG フィラーが含有された仮着用セメントが発売された。そのセメントがコンポジットレジンの接着力にどのような影響を及ぼすのか調べたので報告する。

【材料及び方法】

コンポジットレジン (以下, CR) として, ビューティフィルフロー (松風) とエステライトフロックイック (トクヤマデンタル) を使用した。CR を光照射し硬化させた後 37°C24 時間水中浸漬し #600 まで研磨したものを被着面とし, 3.0mm の穴をあけたマスキングテープを張り接着面積を規定し治具を装着した。製造者指示に従い, 治具内にレジセムを填入し, 光照射したものをコントロール群とし, それぞれ BF, EF とした。CR 硬化後 37°C24 時間水中浸漬し #600 まで研磨し, IP-TEMP セメント (以下, IP, 松風) を塗布し, 37°C1 週間水中浸漬した後 IP を除去した面に同様にレジセムを接着させた群を, それぞれ BF-F, EF-F とした。CR を光照射し硬化させた直後に #600 まで研磨し, IP を塗布し, 37°C1 週間水中浸漬した後 IP を除去した面に同様にレジセムを接着させた群を BF-I, EF-I とした。接着後 37°C24 時間水中浸漬した後, 万能試験機 (MI-20, インテスコ) を用いて CHS0.3mm/min で引張接着強さを測定した。(n=8) 得られた結果は Tukey の検定を用いて統計学的に検討を行った。その後, 破断面をレーザーマイクロスコープ (VK-X100, KEYENCE) にて観察を行った。

【結果】



	Interfacial failure	Cohesion failure of cement	Mixture failure
BF	3	3	4
EF	4	2	4
BF-F	5	2	3
EF-F	3	3	4
BF-I		8	2
EF-I	3	4	3

【考察】

上記の結果より IP-TEMP セメントは, S-PRG フィラー含有の CR が完全重合する前に作用させることで有意に接着値を向上させることが示唆された。これにより, CR で裏層し後日, CR の重合が進んだ後に形成し仮着を行うよりも, S-PRG 含有の CR を用いてレジンコーティング法を行い, IP-TEMP セメントでテンポラリーインレーを仮着した方が, 最終補綴物を強固に接着できると考えられる。

【結論】

レジンコーティング法を行う際, S-PRG を含有した CR を用い, IP-TEMP セメントで仮着を行うことは, 修復物の接着時に有利であることが示唆された。

仮着材の性能に関する研究
—ガラス面に対する接着効果について—

¹神奈川歯科大学大学院歯学研究科クリニカル・バイオマテリアル講座

²神奈川歯科大学大学院歯学研究科高度先進口腔医学講座

○緑野智康^{1,2}, 大橋 桂¹, 三宅 香¹, 寺中 文子¹, 二瓶智太郎¹

Study on performance of temporary adhesion materials

-Adhesion effect on glass surfaces using each temporary cement-

¹Dept. of Clinical Biomaterials, ²Dept. of Highly Advanced Oral Stomatology, Kanagawa Dental University
○MIDONO Tomoyasu^{1,2}, OHASHI Katsura¹, MIYAKE Kaori¹, TERANAKA Ayako¹, NIHEI Tomotaro¹

【研究目的】近年の修復・補綴処置として、審美性を考慮してセラミックス材が頻用されつつあり、最終装置が装着されるまで暫間被覆冠が支台歯に維持されることは重要である。我々は、審美治療における暫間被覆冠の維持に関わる仮着材の性能は、口腔内に装着される最終補綴装置の完成度にも直結すると考えている。今回は、入手可能な市販仮着材[テリオCリンク(TL):Ivoclar Vivadent, フジTEMP(FT):GC, テンポラリーパック(TP):GC, IP テンプボンド(IP):松風, ハイ・ボンド テンポラリーセメント ソフト(HS):松風, ハイ・ボンド テンポラリーセメント ハード(HH):松風, プレミアー・インプラントセメント(PI):Premier, 白水貿易, インプラントリンクセミ(IS):Detax, 茂久田商会, テンポリンククリアー(TC):Detax, 茂久田商会, テンポセムNE(TN):DMG. YOSHIDA]10種について、無機材料の代表であるガラス面との接着性と被膜厚さを検討した。

【材料および方法】

1. 接着試験；市販並板ガラス(15×15×3mm, 旭ガラス)を使用し、洗浄および水洗し、50℃で1時間乾燥した後、直径5mmに規定し穴を開けたメンディングテープをガラス面に張り、円柱状のステンレス製接着子(直径5mm, 高さ10mm)に各種仮着材約0.05gを盛り、ガラス被着面に対して垂直に接着した。試料は30分間室温放置後、37℃水中に7日間保管し、オートグラフ(AGS-500, 島津製作所)を使用して、クロスヘッドスピード1mm/minで引張り試験を行った。なお、各群の試料数は5個とし、同期間室温保管した試料も作製した。
2. 被膜厚さの測定；市販並板ガラス(50×50×5mm)を2枚用意し、その間に金属板およびアルミホイルを挟み込んだ厚さをaとし、練和したセメントを挟み込み20kgの荷重で10分間保持した後の厚さをbとし、(b)-(a)により各セメントの被膜厚さを測定した。なお、各群の試料数は3個とした。
3. 統計学的分析；引張り接着試験と被膜厚さの測定により得られた値はそれぞれ平均値と標準偏差を求め、一元配置分散分析およびPost-Hoc Tukey multiple comparison testsの多重比較検定を行った。

【結果】接着強さは室温保管後において、PIセメントが最も高い値を示し、IS, TC, およびTLなどのレジン系仮着材で高い値を示した。水中保管後においては、多くの群で室温保管後と比べて有意な接着強さの低下を認めた(p<0.05)。その中でTNセメントが最も高い値を示した。被膜厚さは、TPおよびIPセメントにおいて最も薄い厚さとなり、TL, PI, IS, TCなどのレジン系セメントで30μm前後の厚さとなった。また、HSとHHでは他のセメントと比較して有意に高い被膜厚さを示した(p<0.05)。一方、TNセメントは、レジン系セメントと同程度の厚さを示した。

【考察】大気中保管の接着強さは、レジン系セメントであるTL, PI, IS, およびTCが比較的高い接着強さを示し、他のセメントに比べ、レジン成分が含有されていることによりセメント層の強度が高いと考えられた。しかしながら、レジン系セメントは水中保管後で接着強さがほとんど得られず、接着界面の加水分解などから接着強さが低下したと考えられた。また、HSとHHなどのカルボキシレート系セメントの接着強さの低下はレジン系セメントほど顕著ではなく、TPおよびTNセメントは室温保管での接着強さは高くないが、水中保管後も有意な低下は認められなかったことより、レジン系セメントは接着界面の水分のコントロールが非常に重要であることが考えられた。以上の結果より、各仮着材の特徴は認められるが、長期的な仮着体の保管を考える上では、外来刺激から接着面を保護するためにも被膜厚さの低いセメントを用いることが重要であると示唆された。

【謝辞】本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号25462973にて実施した。

新規歯科材料としての熱応答性ポリウレタンの基礎的研究 (第一報) 熱応答性ポリウレタンの機械的性質

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科顎顔面機能再建学講座歯科保存学分野¹

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科顎顔面機能再建学講座歯科生体材料学分野²

○富田浩一¹, 蟹江隆人², 徳田雅行¹, 鳥居光男¹

Basic study on thermo-responsive polyurethane for new dental material (Part.1) Mechanical properties of thermo-responsive polyurethane.

Department of ¹Restorative Dentistry and Endodontology and ²Biomaterials Sciences

○TOMITA Kouichi¹, KANIE Takahito², TOKUDA Masayuki¹, TORII Mitsuo¹

【研究目的】

現在、暫間修復物の作製には、常温重合レジンが口腔内で硬化させる手法が頻用されているが、その使用に際しては、形態付与と形態修正の困難性など、チェアサイドでの操作性には不利な点が多い。一方、熱応答性ポリウレタンは、組成を変化させることで硬度を変化させることができ、硬化しても再加温で軟化させて、形態付与と形態修正を繰り返し行うことができる。また、このポリウレタンは、粘弾性体の性質を有するため、アンダーカットが存在しても撤去可能な弾性をもつと考えられる。そこで今回我々は、その機械的性質（硬さ、圧縮弾性率、応力緩和率）について研究を行い、新規歯科材料として暫間修復物に熱応答性ポリウレタンが応用可能であるかを検討した。

【材料および方法】

実験には、市販の熱応答性ポリウレタン（ハブラフリーレ#2101, ポリシス, 静岡）（以下 H21）を使用した。試料を 60℃、80℃、100℃で各々 5 個ずつ加温軟化し、金型中で $\phi 6 \times 10$ mm の形状に成形した。その後、室温で 24 時間放冷した群（N 群）と 4℃で急冷した群（R 群）に分けて、それぞれの試料について硬さ試験、圧縮弾性率試験、応力緩和率試験を行った。さらに、60℃での加温軟化を行った試料については、軟化 1 回目の試験終了後に、再度 60℃での軟化を行い、2 回目の試験を行った（60N-2 群）。対照には、常温重合レジン（プロヴィナイス, 松風, 京都）（PROVI 群）を使用した。

- (1) 硬さ試験：ビッカース硬度計（HM-02, アカシ, 神奈川）を使用し、荷重 200gf、荷重時間 15 秒でビッカース硬さを測定した。
- (2) 圧縮弾性試験：引張圧縮試験機（TG-5kN, ミネビア, 長野）を使用し、試験速度 0.5 mm/min で圧縮試験を行った。
- (3) 応力緩和試験：引張圧縮試験機（TG-5kN, ミネビア, 長野）を使用し、試験速度 100 mm/min、圧縮変位 0.5 mm で応力緩和試験を行った。

【結果】

- (1) ビッカース硬さについては、プロビナイスが最も高かった。H21 の各軟化温度群において、冷却方法による硬さの差はなかった。軟化温度については、80℃放冷群（80N）、100℃放冷群（100N）と 100℃急冷群（100R）が、60℃放冷（60N）群より有意に硬さが高かった。また、60℃で再軟化した群（60N-2）は、60℃放冷群（60N）との硬さの差はなかったが、それ以外の群より有意に硬さが低かった。
- (2) 圧縮弾性率については、プロビナイスが最も高かったが、H21 群間での差はなかった。
- (3) 応力緩和率については、すべての群において差はなかった

【考察】

今回使用した熱応答性ポリウレタン（H21）は、(1)軟化温度を調整することにより硬さを変化させることができ、(2)常温重合レジンより低い弾性率と硬さを有することより、患歯への咬合圧の負担軽減と暫間修復物のアンダーカット部分での撤去が容易となること、(3)応力緩和率が常温重合レジンと差がないことから、粘弾性的性質は近似していること、(4)再軟化を行っても機械的性質が変化しないことから、再利用が可能であることがわかった。

以上のことより、熱応答性ポリウレタン（H21）は、新規歯科材料として暫間修復物に応用可能な材料であることが示唆された。

【謝辞】本研究は、学術研究助成基金助成金基盤研究(C)26462889にて実施した。

ゴム質印象材の硬化特性—とくに音速および温度変化からの検討

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
福本歯科医院³

○古市哲也¹, 村山良介¹, 市野 翔¹, 利根川雅佳¹
田村ゆきえ¹, 陸田明智^{1,2}, 宮崎真至^{1,2}, 福本敬一^{1,3}

Determination of Setting Behavior of Elastomeric Impression Material - Ultrasonic Velocity and Temperature Changing

Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science Dental Research Center²,
Fukumoto Dental Clinic³, Nihon University School of Dentistry
○FURUICHI Tetsuya¹, MURAYAMA Ryosuke¹, ICHINO Sho¹, TONEGAWA Motoka¹
TAMURA Yukie¹, RIKUTA Akitomo^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, FUKUMOTO Keiichi^{1,3}

【緒言】

印象材の硬化特性を把握することは、臨床での印象採得においてその症例や作業環境に適した操作を行う上で重要である。印象材の硬化特性の評価は、動的粘弾性を計測したものがほとんどであるが、これとは異なる手法を用いて硬化特性を判定することも必要と考えられる。超音波透過法は、被計測物の物性を音響特性から評価する手法の一つである。ゴム質弾性体の音速は、硬化反応の進行に伴って上昇することが知られている。したがって、超音波透過法を用いることによって、印象材の硬化反応について動的負荷を加えることなく非破壊的に計測することが可能となる。そこで演者らは、非破壊による計測が可能な超音波透過法に着目し、これを用いることで印象材の硬化時の硬化挙動を測定するとともに、硬化時の温度変化との関係について検討した。

【材料および方法】

供試したゴム質印象材は、Imprint 4 (IP4, 3M ESPE), Imprint 3 Quickstep (IP3, 3M ESPE), エグザミックスファイン (EF, GC), Virtual (VT, Ivoclar Vivadent), フュージョンII (FS, GC), Aquasil Ultra LV (AQ, Dentsply), および Panasil (PN, Kettenbach) である。超音波測定装置としてパルサーレシーバ、縦波用トランスデューサおよびオシロスコープから構成されるシステムを用い、超音波伝搬時間と試片の厚みから縦波音速を求めた。縦波用トランスデューサは励震周波数 2.25MHz 帯のものを用いた。測定には、トランスデューサとレシーバ間に内径 5mm, 高さ 1mm および内径 5mm, 高さ 5mm の二種類のストリップスを貼付し、円筒状隔壁として用いた。トランスデューサとレシーバとを専用治具を用いて対向させた状態で固定し、製造者指示にしたがって練和した印象材を円筒状隔壁内に填塞、10 秒ごとに 10 分間測定を行った。測定の温度条件は、室温条件として 23±1°C, 相対湿度 50±5% の恒温恒湿室で行ったもの (23°C 条件) と、口腔内条件を想定して、セラミックヒーターを用いて治具を 37°C に保ち、発砲スチロール製保温箱内で外気と遮断した状態で測定を行ったもの (37°C 条件) とした。印象材の温度変化を測定するため、熱電対を用いて各条件下で練和後の印象材の温度変化を 10 秒ごとに 10 分間測定を行った。硬化後の印象材はデュロメーターを用い Shore A 硬さの測定を行った。試料数は各条件について 10 個とした。なお、音速および Shore A 硬さは、各条件における 10 分後の値を 100 とし、経時的な上昇率として百分率表示した。また、音速あるいは Shore A 硬さが 100 に到達した時間を 100%到達時間とした。

【成績および考察】

供試したいずれの印象材においても、23°C 条件に比較して 37°C 条件の方が音速の上昇開始時間および音速がプラトーに達する時間が短縮する傾向を示し、とくに EF, VT, および PN で顕著であった。一方、IP4 および FS では、温度条件による差はほとんど認められなかった。試片の厚みに関しては、1mm に比較して 5mm で音速の上昇時間は短縮する傾向を示した。硬化時の温度に関しては、いずれの製品においても 23°C 条件で、1mm に比較して 5mm で印象材の温度変化の上昇は大きくなる傾向を示した。印象材の体積が増加すると熱容量も上昇するため、印象材の内部に反応熱が蓄積されることで印象材の硬化反応が加速し、これに伴って音速の上昇時間が短縮したものと考えられた。一方、37°C 条件では、印象材の厚みの違いによる温度変化に差は認められなかった。製品間で比較すると、23°C, 5mm 条件において、IP4, IP3, FS, AQ で大きな上昇を示したのに対し、EF, VT, PN では変化は小さかった。このことから、印象材自体の発する反応熱が小さい製品は、環境温度が上昇することによって、硬化反応が促進しやすくなる可能性が示唆された。

【結論】

いずれのゴム質印象材においても、硬化反応が進むにつれて縦波音速が上昇する傾向を示し、その様相は環境温度によって異なるものであった。また、印象材の温度変化がその硬化挙動に影響することが示唆された。

レジン系仮封材の齧蝕原因菌に対する抗菌性

日本大学松戸歯学部 保存修復学講座
○岡野智子、鈴木英明、鈴木義純、三田 肇、熱田 互、並木泰次、岡田珠美、平山聡司

Antibacterial effects of resinous temporary materials against cariogenic bacteria

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo,

○ OKANO Tomoko, SUZUKI Hideaki, SUZUKI Yoshizumi, MITA Hajime,
ATSUTA Wataru, NAMIKI Yasuji, OKADA Tamami and HIRAYAMA Satoshi

【研究目的】

歯冠修復処置を行うに当たり、術中のメンテナンスの行程においてに仮封材の利用が必要不可欠となる。仮封において懸念しなければならないことの一つに硬組織形成面に対する細菌感染の防止が挙げられる。その防止策の一つとして窩洞内を無菌的に保つために仮封材に抗菌性を付与することが有用であることが望ましいとされている。現在、歯冠修復処置の仮封材としてレジン系仮封材が多用されている。そこで、本研究は臨床で頻用されているレジン系仮封材の齧蝕原因菌に対する抗菌性について *in vitro* において比較検討を行った。

【材料および方法】

1. 供試材料

本実験で使用したレジン系仮封材は、フィットシール (GC 社製) (以下、FI)、デュラシール (Reliance 社製) (以下、DU)、プラストシール (日本歯科薬品社製) (以下、PL)、PRG プロテクトシール (Shofu 社製) (以下、PR) の4種類を使用した。

2. 供試菌株

日本大学松戸歯学部口腔微生物学講座から供与された *Streptococcus mutans* PS-14 株 (以下、*S. mutans*)、*Actinomyces naeslundii* ATCC19246 株 (以下、*A. naeslundii*) を本実験に使用した。

3. 抗菌性試験

MS 寒天培地に *S. mutans* を、BHI 寒天培地に *A. naeslundii* を塗抹し、直径 10mm、高さ 2mm のレジンディスクを無菌的に作製後、培地中央部に静置し、37°C、48 時間培養し、形成された阻止円の直径を測定し、その抗菌効果を判定した。

4. 齧蝕原因菌の増殖抑制試験

BHI 液体培地中に各種供試菌を接種後、レジンディスクを浸漬させ、37°C で培養を行い、齧蝕原因菌の増殖抑制効果を判定するために、菌体培養液の上清を採取し、吸光度測定ならびに菌数の算定を行った。

【成績】

阻止円測定における抗菌性試験では、各レジン系仮封材において程度の差はあるものの齧蝕原因菌に対して阻止円を形成した。*S. mutans*、*A. naeslundii* 共にほぼ同程度の阻止円を認めた。

また、菌体培養液の濁度測定における増殖抑制試験では、各レジン系仮封材において程度の差はあるものの齧蝕原因菌に対して増殖抑制効果が認められた。*S. mutans* に対しては PR > FI > PL > DU の順に増殖抑制効果を認め、*A. naeslundii* に対しては、PR > PL > FI > DU の順であった。

【考察および結論】

現在、歯冠修復処置の仮封材として臨床で頻用されているレジン系仮封材は、抗菌性は軽微ではあるものの、一定の抗菌性を有しており、臨床での応用に際して齧蝕予防効果を期待できることが示唆された。特に PRG プロテクトシールは、S-PRG フィラーが含まれることから齧蝕原因菌に対し、抗菌効果が認められたものと考えられた。

新規バイオアクティブセメントのイオン放出と抗菌性について

北海道医療大学歯学部 口腔構造・機能発育学系小児歯科学分野¹,
口腔構造・機能発育学系保健衛生学分野², 口腔機能修復・再建学系う蝕制御治療学分野³
近藤有紀¹, ○植原 治², 倉重圭史¹, 伊藤修一³, 千葉逸朗², 斎藤隆史³, 齊藤正人¹

Released ions and Antibacterial Effects of Newly Developed Bioactive Cements

Division of Pediatric Dentistry¹, Division of Disease Control and Molecular Epidemiology²,
Division of clinical cariology and endodontology³, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido
Yuki Kondo¹, ○Osamu Uehara², Yoshihito Kurashige¹, Shuichi Ito³, Itsuo Chiba², Takashi Saito³, Masato Saitoh¹

【研究目的】

小児歯科臨床において、フィッシャーシーラントは頻繁に行われる処置の一つである。現在、シーラント材として、グラスアイオノマーセメント系（GI系）とコンポジットレジン系（レジン系）が用いられている。それぞれの特徴として、レジン系は機械的強度と操作性に優れているが、GI系と比較し、う蝕に罹患し易いなどの問題点が指摘されている。一方でGI系は、レジン系と比較してフッ素などのイオン徐放による抗菌、抗齲蝕および再石灰化機能が優れている。そこで本研究では、GI系の特長をさらに強化すべく、より優れた歯質強化および抗菌作用が期待できる新規シーラント用セメントの検証を目的とした。

【材料および方法】

実験材料として、GI系のフジVII（GC）、フジIII（GC）および試作材料（以下SPP）を用いた。SPPは、フジVIIの粉末であるフルオロアルミノシリケートガラスの組成成分 AlPO_4 や CaF_2 の配合量を増加させ作製した。

①圧縮強さの測定

試料は、直径6 mm×高さ12 mmの真鍮性円柱型モールドに練和試料を填入し、加圧器で固定して作製した。試料を37°Cの蒸留水中に浸漬させ、それぞれ1, 3, 7, 14日経過後に精密万能試験機（AG-IS, 島津製作所）を用い試料の長軸方向に圧縮荷重を加えて試験を行った。

②イオン徐放量の測定

試料は、直径10 mm×高さ2 mmの亚克力製円盤状モールドに練和試料を填入し、加圧器で固定してディスクを作製した。ディスクは15 mlの蒸留水、乳酸、クエン酸および塩酸に浸漬させ、Caイオンは原子吸光光度計（AAnalyst 200, Perkin Elmer）、Pイオンはp-メチルアミノフェノール還元法、FイオンはFイオン電極法にて測定した。

③抗菌作用および実験的バイオフィーム形成の判定

S. mutans JCM5705株を用い、試料の抗菌作用および実験的バイオフィームの形成について検討した。Tryptic soy brothおよびYeast extract混合培地（以下TY培地）に供試菌を接種後、ディスクを浸漬させ37°C、嫌気条件下で24時間培養した。菌体培養液の上清をTY平板培地に播種し、培養後CFUを測定した。また、0.5%スクロース添加TY培地に菌液接種後、ディスクを浸漬させ同様条件で培養した。培養後、バイオフィームをCalcein-AM染色し共焦点レーザー顕微鏡（TE2000-E, NIKON）で観察した。

なお、統計学的解析には、Kruskal-Wallis test およびSteel-Dwass testをそれぞれ行った。

【結果および考察】

圧縮強さは、水中浸漬1週間後、SPPおよびフジVIIがフジIIIに比べ有意に大きな値を示した（ $p < 0.05$ ）。Ca、PおよびFイオンの徐放量は蒸留水、乳酸、クエン酸および塩酸の全てにおいてSPPが最も多かった。抗菌作用およびバイオフィーム形成においてもSPPは、GI系セメントと比較して有意に高い値を示した。

【結論】

試作材料 SPP は、Fイオン徐放に優れているだけでなく Ca と P イオンの徐放量が高いため再石灰化効果が期待できる。また、SPP はバイオアクティブ材料として物性に優れ、既存の GI 系より優れた歯質強化および抗菌作用を期待できることが示唆された。

S-PRG フィラーから溶出する各種元素の抗菌性

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

○森田侑宜, 藤井和夫, 玄 太裕, 田村大輔, 作 誠太郎, 堀田正人

Elution of element to antibacterial activity of S-PRG filler

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

○Morita Yuki, Fujii Kazuo, Gen Taiyu, Tamura Daisuke, Saku Seitaro, Hotta Masato

【緒言】

エナメル質表面やコンポジットレジン表面には *Streptococci* をはじめ多種類の微生物が存在し、修復後の二次齲蝕の発症には病原性細菌として *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) が重要な役割を果たすと考えられている。一方、修復材料である Surface Pre-Reacted Glass-ionomer (S-PRG) フィラー含有コンポジットレジン (S-PRG レジン) はフッ素徐放性とフッ素の取り込みを有するだけでなく、 Sr^{2+} , Al^{3+} , Na^+ , BO_3^{3-} , SiO_3^{2-} などの多種類のイオンを放出することを特徴とする多機能性ガラス含有コンポジットレジンである。この S-PRG レジンは、レジン界面に口腔細菌の初期付着を抑制することが本研究室の先の研究にて示唆されている。

そこで、本研究では S-PRG フィラーから溶出する各種の元素 (B, Al, Si, Sr, Na, F) が齲蝕病原性である *S.mutans* に対して、抗菌性を示すかどうか、*in vitro* での抗菌性試験を行い、各元素の抗菌性への関与について検討した。

【材料および方法】

供試細菌は *S.mutans* (ATCC25175) を用いた。各元素溶液の作製は、B, Al, Si, Sr, Na, F の原子吸光分析用標準液 (1,000ppm, ナカライテスク, 林純薬工業) からそれぞれ 10ppm, 100ppm の元素溶液を作製した。なお、pH による細菌増殖への影響を排除するため、pH が 6 以下となった Al, F, Sr の元素溶液については NaOH を用いて pH を 6 以上になるよう調整した。また、コントロール (Cont.) にはいずれの元素も含まない滅菌蒸留水を用いた。次に、各元素溶液 2ml に 1×10^8 CFU/ml に調整した菌液をそれぞれ 500 μ l 滴下し、12 時間、37°C 嫌気条件下で抗菌効果を検討した。菌数の測定には、Reduced Transport Fluid (RTF) を用いて 10 倍連続希釈を行った後、各希釈液の 0.1ml を 0.5% Yeast extract を含む Trypticase Soy Broth 培地 (TSBY 培地) に滴下し、37°C にて 4 日間嫌気培養を行った。培養後 100 個前後のコロニーの発育が認められた平板を選んで生菌数 (CFU/ml) を測定した。また、得られた値は分散分析 (ANOVA) と多重比較検定 Fisher's PLSD test ($p < 0.05$) を用いて有意差検定を行った。

【結果および考察】

各元素を含む原子吸光分析用溶液 (10ppm と 100ppm) の *S.mutans* に対する抗菌性を検討した結果、100ppm, 10ppm ともに Al がコントロールと比較して有意に抗菌性が認められた (Fig.1)。また、100ppm の Al は 10ppm の Al と比較して強い抗菌性を認めた。S-PRG フィラーから溶出する各種無機元素 (B, Al, Si, Sr, Na, F) が付着する細菌に何らかの影響を及ぼしている可能性が示唆されたが、今回の結果より S-PRG レジン表面の *S.mutans* の付着抑制は Al の影響が強いのではないかと考えている。今後は、S-PRG フィラーから溶出する各種イオン濃度の *S.mutans* に対する増殖抑制効果を検討する予定である。

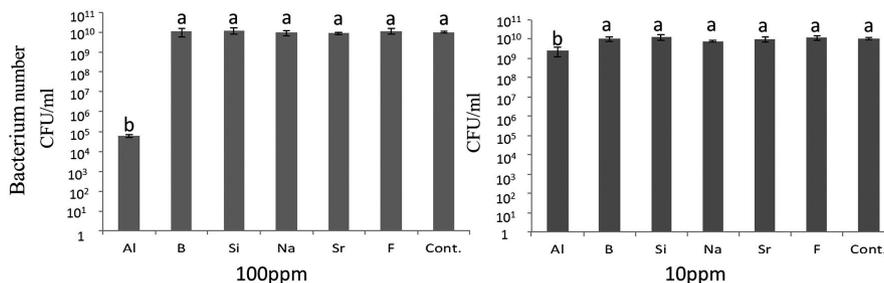


Fig.1 Elution of elements to antifacterial activity against *S.mutans* of S-PRG filler
Significant differences are represented by different letters ($p < 0.05$), $n=3$

アパタイト光触媒配合歯磨剤の抗菌性

¹⁾ 朝日大学歯学部歯科理工学分野, ²⁾ 朝日大学歯学部物理学
○駒田裕子¹⁾, 亀水秀男²⁾, 玉置幸道¹⁾

Antibacterial activity of toothpaste containing apatite photocatalyst
¹⁾ Department of Dental Material Science, ²⁾ Department of Physics
Asahi University School of Dentistry

○KOMADA Yuko¹⁾, KAMEMIZU Hideo²⁾, TAMAKI Yukimichi¹⁾

【目的】

新規光触媒であるアパタイト光触媒は、リン酸カルシウム系材料であり、また可視光応答性であることから、歯科材料への適用が大いに期待される。我々は、これまで各種アパタイト光触媒の創製とその特性について報告してきた。特に、ランタンオキシアパタイト (La-OAP) とハイドロキシアパタイト (HAP) とのアパタイト光触媒複合体は、高い有機物吸着性を有し、照射下で高い抗菌性や色素分解能を示すことを明らかにした。このアパタイト光触媒複合体の、ホワイトニング剤や歯磨剤への応用を試みるため、前回の保存学会では、市販歯磨剤にアパタイト光触媒複合体 (La-OAP/HAP 複合体) を配合することで、可視光照射により良好な漂白効果を示すことを報告した。また第 62 回日本歯科理工学会では、アパタイト光触媒複合体の添加量が抗菌性に及ぼす影響について報告した。今回は、このアパタイト光触媒複合体を配合した歯磨剤を試作し、2 種類の細菌に対する抗菌性について検討した。

【材料および方法】

1. アパタイト光触媒 (La-OAP/HAP 複合体) の調整

アパタイト光触媒複合体粉末 (可視光応答型) は、75wt%-ランタンオキシアパタイト (La-OAP) と 25wt%-ハイドロキシアパタイト (HAP) との混合粉末を 1,400°C、1 時間大気雰囲気下で加熱して作製した。加熱後、オートミルで粉碎し、200 メッシュのふるいにかけて 74 μm 以下の粒径で調整し、配合用粉末試料として使用した。なお、La-OAP は、前回と同様の乾式法にて合成し、HAP は湿式法 (100°C) により合成した。合成物の同定は、粉末 X 線回折法で行った。

2. アパタイト光触媒配合歯磨剤の試作

アパタイト光触媒配合歯磨剤は、市販のペースト状歯磨剤に類似した組成で試作した。すなわち、湿潤剤 (36wt%, グリセリン), 研磨剤 (17~22wt%, リン酸水素カルシウム), 粘結剤 (0.6wt%, アルギン酸ナトリウム), 発泡剤 (1.4wt%, ラウリル酸ナトリウム), アパタイト光触媒 (5~10wt%, La-OAP/HAP 複合体), 精製水 (35wt%) をメノウ乳鉢で混合してペースト状に調整した。コントロールとして、上記の成分に準じたアパタイト光触媒無添加の試作歯磨剤ペーストを使用した。

3. 複合体の抗菌性

抗菌性の評価はコロニーカウント法により行った。2ml の調整菌液 (OD1.0) に、アパタイト光触媒複合体を添加した各歯磨剤を 0.1 g ~ 0.5 g 加え、照射を行うものには左右から 5 分間照射した。その後、連続的に 10 倍に階段希釈を行い、各段階の希釈液から 0.1ml ずつ寒天平板にとり塗抹し、24 時間恒温器で培養してコロニー数を数えた。なお、照射を行わないものは、光触媒配合歯磨剤を調整菌液に加えたあと直ぐに寒天平板に塗抹した。また、再現性をみるために毎回同じ条件のものを各希釈段階で、それぞれ三枚ずつ塗抹した。なお今回も供試細菌として *E. coli* (NBRC 3972) と *S. mutans* (ATCC25175) を使用した。

【結果と考察】

S. mutans の場合、照射の有無にかかわらず、また希釈割合にかかわらず、コロニーは形成されなかった。*E. coli* の場合、0.5 g 歯磨剤を加えたときは、希釈段階が増加すると抗菌性の低下がみられ、照射ありのものは 10^{-5} 以上の希釈段階から抗菌効果がみられた。また照射なしのものは 10^{-6} 以上の希釈段階から抗菌効果がみられた。今回使用したアパタイト光触媒複合体は、有機物質の吸着性に優れるため、細菌の吸着によるみかけの抗菌性がみられたと思われる。今後、アパタイト光触媒に吸着された細菌数の検討と照射時に吸着された細菌が死滅しているかどうかを検討する。

ワンステップボンディング材が歯質アパタイトの脱灰におよぼす影響 (第2報)

日本大学松戸歯学部保存修復学講座¹, 日本大学松戸歯学部生体材料学講座²

○藤田(中島)光¹, 関根哲子¹, 岩井啓寿¹, 岡田珠美¹, 鈴木英明¹, 西山典宏², 平山聡司¹

Effect of one-step adhesive on demineralization aspect

Department of Operative Dentistry¹, Department of Dental Biomaterials²,

Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○FUJITA (NAKAJIMA) Kou¹, SEKINE Satoko¹, IWAI Hirotooshi¹, OKADA Tamami¹, SUZUKI Hideaki¹,

NISHIYAMA Norihiro², HIRAYAMA Satoshi¹,

【目的】

酸性、親水性、多官能性モノマー、水および溶媒からなるワンステップボンディング材はレジン修復における接着操作の簡略化やテクニックセンシティブィティの軽減に貢献してきた。しかし、ワンステップボンディング材による歯質の脱灰量は極めて微量なため、作用機構を解明することは非常に困難である。そのため、歯質との相互作用の詳細について分子レベルでの検討はあまり見受けられない。

本研究では、ワンステップボンディング材に配合されている酸性モノマーと歯質アパタイトとの相互作用の詳細について検討することを目的とし、ワンステップボンディング材とエナメル質あるいは象牙質とを相互作用させ、経時の変化をボンディング材の反応残渣から固体³¹P NMR法で測定し検討した。また、エナメル質または象牙質のカルシウム塩の生成量がエナメル質および象牙質のレジンの歯質接着性および接着耐久性に及ぼす影響についても検討した。

【材料および方法】

カルシウム塩の生成量：クリアフィルトライエスボンD ND (クラレ)に1.00 g中に切削したウシ歯冠エナメル質または象牙質粉末を0.20 gを懸濁し、各1, 30, 60分間振盪・攪拌した。その後、これらの懸濁液を遠心分離し、得られた反応残渣をエチルアルコールで洗浄し、³¹P NMRスペクトルで測定した。なお、NMRの測定にはEX 270スペクトロメーター(日本電子)を用いた。また、経時の変化を反応残渣から固体³¹P NMRスペクトルで測定し、MDPのカルシウム塩の生成量を評価した。

接着試験：ウシ前歯抜去歯の唇側エナメル質を#1000シリコーンカーバイトペーパーにて研磨し、新鮮なエナメル質および象牙質を露出させた後、試料片を埋没した。内径3.2 mmの穴の開いた両面テープを貼付け、その内面をワンステップボンディング材で20秒間処理後、3秒間強圧エアブローを行い、10秒間光照射し、内径3.2 mmのシリコーンリングを固定し、コンポジットレジンを充填し光照射(20秒間)を行い、試験体を作製した。その後、24時間37℃水中保管後、サーマルサイクル10000回を行い、インストロン型万能試験機で、クロスヘッドスピード1.0 mm/minにて圧縮剪断接着強さを測定した。

【結果および考察】

ワンステップボンディング材の³¹P NMRスペクトルを測定した結果、反応残渣の³¹P NMRピークは、エナメル質と象牙質では、反応生成物が異なる形状を示した。ワンステップボンディング材中のMDPは、ハイドキシアパタイトの結晶化度の低い象牙質の方がエナメル質より脱灰していることが解った。また、経時的に相互作用させた時、エナメル質および象牙質ともに作用時間が長くなるとMDPカルシウム塩の生成量は増大し、エナメル質においてはリン酸カルシウムも生成された。

また、歯質接着性および接着耐久性試験において、エナメル質では、クリアフィルトライエスボンD NDの接着強さは約15,04MPa、象牙質の接着強さは、17.39 MPaを示し、10000回のサーマルサイクルでは、エナメル質で14.30MPa、象牙質の接着強さは、15.83 MPaと大きな低下は見られなかった。

脱灰過程を通して生成されるこれら副生成物は、10000回のサーマルサイクルで、歯質接着性および接着耐久性には、大きな影響を及ぼさなかったものの、経時的に相互作用させたときの副生成物の変化からは、歯質接着性および接着耐久性に関連性があると思われる。

本研究は、平成25-27年度日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C)、課題番号25462969)により行われた。

試作ワンステップボンディング材と歯質における反応生成物の分析

日本大学松戸歯学部

再生歯科治療学講座¹、歯科理工学講座²

○横田 容子¹、西山 典宏²、和田 守康¹

Analyses of enamel and dentin reactants of prototype one-step adhesive

Nihon University School of Dentistry at Matsudo

Department of Renascent Dentistry¹, Dental Biomaterials²

○Yoko Yokota¹, Norihiro Nishiyama², Moriyasu Wada¹

【研究目的】

近年、コンポジットレジン修復の操作術式の簡略化を図る目的で one step ボンディング材が開発され、その歯質接着性が検討されているが、従来の 2 step ボンディング材と比較をすると接着強さは弱く、接着耐久性の問題も残っている。Fujita *et al* は、Nuclear Magnetic Resonance (NMR) 法を用いて市販 one step ボンディング材と歯質アパタイトの相互作用の詳細を検討し、one step ボンディング材に含まれる酸性モノマーは歯質アパタイトを脱灰して酸性モノマーの Ca 塩を形成するが、その大部分はリン酸基が未反応の酸性モノマーとしてボンディング層中に残留することを報告している。また、Iwai *et al* はリン酸基を有する酸性モノマー、MDP を用い、MDP の添加量の異なる 5 種類の one step ボンディング材を試作し、象牙質では、MDP-Ca 塩の生成量の増加に伴い、エナメル質と異なり、接着耐久性が低下することを報告している。そこで今回、歯質接着時にエナメル質、象牙質各々で生成される MDP-Ca 塩の分子種を分析し、残留する酸性モノマーのリン酸基が歯質と反応し続けるのであれば、経時的にどのような変化をもたらすのかを見当する必要があると考えた。

【材料および方法】

- ① モデル化合物の作製： 30×10^{-3} mol の MDP を含む 5ml のエタノール溶液と、それぞれ 15×10^{-3} mol、 30×10^{-3} mol、 60×10^{-3} mol の塩化カルシウムを含む 5ml の 50%エタノール溶液を、攪拌させながら反応させた。続いて、反応生成物を遠心分離にて回収し、エタノールと蒸留水で、未反応の塩化カルシウム、MDP を洗い流した。その後、室温で反応粉末を乾燥させた。
- ② ワンステップボンディング材の調製：本研究には、Iwai *et al* の方法により試作ワンステップボンディング材、EX-15 を調整した。(MDP:15.0g, UDMA: 10.0g, TEGDMA: 10.0g, 4-META: 9.4g, Filler: 4.26g, Water: 11.2g, Acetone: 69.3g)
- ③ 歯質粉末の調整法：ダイヤモンドポイントを用いてウシ前歯歯冠エナメル質または象牙質を注水下にて切削し、冷却水をピーカーに集め、デカンテーション法にてそれぞれの切削片を回収した。さらに切削片を蒸留水で 3 回水洗した後、20°C 恒温室で乾燥させ、歯質粉末を調製した。
- ④ 試作ボンディング材と歯質との反応：試作ボンディング材とエナメル質、象牙質にそれぞれに合わせ、遮光下で 30 秒および 30 分バイブレーションさせて反応させた。その後、アルコールにて洗浄し、残留したボンディング材を洗い流し、反応を停止させた。さらに、室温で反応粉末を乾燥させた。
- ⑤ XRD(X-ray diffraction)法および NMR 法における、モデル化合物および歯質の反応生成物の解析

【結果および考察】

モル比 0.5 : 1、1 : 1、2 : 1 (MDP : 塩化カルシウム) で作製したモデル化合物では、生成される MDP カルシウム塩の種類が異なることが分かった。また、XRD のピークおよび NMR スペクトルから、エナメル質、象牙質ともに 30 秒の時点で MDP カルシウム塩が生成していることが分かり、その MDP カルシウム塩は、モル比 0.5 : 1 で塩化カルシウムと MDP を反応させて作成した化合物と類似していた。30 分になるとエナメル質、象牙質ともに MDP-Ca 塩の生成量は増加し、さらにエナメル質ではリン酸カルシウムの新しいピークが出現した。このような副生成物の経時的な種類の変化と、接着耐久性に関連性があることが考えられる。

本研究は、平成 25-27 年度文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(C)、課題番号 25462969)により行われた。

アルゴンイオンエッチングによるボンディング層の評価

株式会社トクヤマ RC 研究グループ¹
株式会社トクヤマデンタル つくば研究所²
○岸真由美¹, 平田広一郎²

Evaluation of bonding layer by argon-ion etching
RC Research Department, Tokuyama Corporation¹
Tsukuba Research Laboratory, Tokuyama Dental Corporation²
○Mayumi Kishi¹, Koichiro Hirata²

【目的】

接着材と象牙質との接着強さ発現には、その界面に形成される樹脂含浸層が重要な役割を担っているとされているが、ボンディング層の物性や構造もまた重要である。樹脂含浸層の評価法として、アルゴンイオンエッチング法がある。一般に、アルゴンイオン照射により強くエッチングされるのは軟らかく結合の弱い部分であると言われており、この性質を利用して、樹脂含浸層の顕微鏡観察や、その内部構造の研究などが行われている^{1),2)}。しかし、この方法でボンディング層を評価した報告はない。そこで本研究では、アルゴンイオンエッチング法によりボンディング層を評価し、高い接着強さを発現するボンディング層の特性を明らかにすることを目的として、接着強さの異なる接着材のボンディング層に対してアルゴンイオンエッチングを行い、それぞれのエッチング深さを比較した。

【材料と方法】

材料: ボンドフォース II (トクヤマデンタル、BFII と略す) および接着性 SR モノマーを配合しない以外は BFII と同様の組成で作成した試作組成 (トクヤマデンタルにて作製、w/o SR と略す)

接着試験: 新鮮抜去牛歯の象牙質を露出させ、模擬窩洞を作成した。この模擬窩洞に BFII または w/o SR を塗布し、エアブロー後光照射した。ここにエステライトフロックイック (トクヤマデンタル) を充填後光照射し硬化させた後、エステライトフロックイック硬化体上にアタッチメントをビスタイト II (トクヤマデンタル) で接着させた。この接着試験サンプルを 37°C 水中に 24 時間保管したのち、万能引張試験機を用いて引張試験を行った (n=4)。

アルゴンイオンエッチング深さ測定: 接着試験時と同様に形成した模擬窩洞に対し、39%リン酸水溶液を塗布して表面を脱灰したのち水洗し、BFII または w/o SR を塗布し、エアブロー後光照射した。ここにエステライトフロックイック (トクヤマデンタル) を充填後光照射し硬化させた。この試験片を接着断面が露出するように切断し、鏡面研磨した。この研磨面に対して、20 分間アルゴンイオンエッチング (IM4000、日立ハイテクノロジーズ; 加速電圧 2kV、イオン電流 0.12mA) を行った後、レーザー顕微鏡にてエッチング深さを測定した。

【結果と考察】

接着強さは、BFII で約 19MPa と高く、w/o SR では約 12MPa と低かった。これらの試料のアルゴンイオンエッチング深さを測定したところ、接着強さが高い BFII では、w/o SR と比較してボンディング層の平均エッチング深さが浅く、また、象牙質に向かってエッチング深さが浅くなる傾向が見られた (Fig. 1)。したがって BFII のボンディング層は、層全体の平均として強固な構造をもつとともに、象牙質側に近いほどより強固であることがわかった。これが、BFII が高い接着強さを発現する要因と考えられた。

【参考文献】

- 1) 原田直子 他, 歯科材料・機械 vol.16, Special Issue 30, p29(1997).
- 2) 秋本尚武 他, 接着歯学 vol.23, p34(2005).

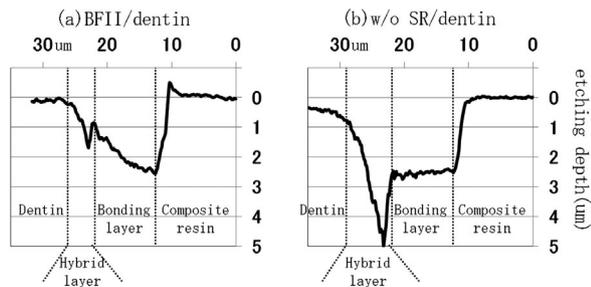


Fig.1 Argon-ion etching depth of bonding layer
(a)BFII/dentin (b)w/o SR/dentin

ブラッシングによるコンポジットレジンの色調変化に関する研究 (第2報)
～超微粒子粉末配合ラバーによる影響～

¹日本歯科大学新潟短期大学 ²日本歯科大学新潟生命歯学部保存学第2講座
³日本歯科大学新潟生命歯学部歯周病学講座 ⁴デンタルプロ株式会社

○菊地ひとみ¹ 鈴木雅也² 佐藤治美¹ 宮崎晶子¹ 土田智子¹ 筒井紀子¹
原田志保¹ 煤賀美緒¹ 両角祐子³ 佐野 晃⁴ 佐野健二⁴ 新海航一²

Study of the color change of composite resins by brushing—part2—
～Effect of ultrafine particles powder blended rubber～

¹The Nippon Dental University College at Niigata

²Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

³Department of Periodontology, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

⁴DENTALPRO.CO.,Ltd.

○Hitomi Kikuchi¹, Masaya Suzuki², Harumi Sato¹, Akiko Miyazaki¹, Satoko Tsuchida¹, Noriko Tsutsui¹,
Shiho Harada¹, Mio Susuga¹, Yuko Morozumi³, Akira Sano⁴, Kenji Sano⁴ and Koichi Shinkai²

【緒言】

コンポジットレジンの経時的な色調変化の原因には、吸水、紫外線などによる材料の「変色」、食品由来の色素が材料表面に付着する「着色」が考えられる。我々は、ブラッシングによる着色除去を目的とし、日常の食習慣として定着しているコーヒー液へ浸漬して着色させたコンポジットレジンをアルミニウムオキシド含有の刷毛を有する歯ブラシでブラッシングし、ブラッシング前後の色を比較した。その結果、0.1%以上のアルミニウムオキシド含有歯ブラシでブラッシングすると着色前の色近くまで回復することを報告した(第138回日本歯科保存学会)。今回、刷毛面に超微粒子ブラックパール、超微粒子プラチナを配合した清掃面積 10.996mm²のラバー(熱可塑性エラストマー)のみを植立した歯ブラシを新たに試作し、コーヒー液に浸漬したコンポジットレジンに対するブラッシング前後の色の变化とレジン表面の性状について比較検討した。

【材料および方法】

1. 試料および歯ブラシ: 光重合型コンポジットレジン(クリアフィル マジェスティ ES-2、A3、クラレノリタケデンタル)を直径24mm、厚さ3mmのモールドに填入し、光重合(Pencure、モリタ)した試料を36個作製した。試料の表面はシリコーンカーバイドペーパーを使用して#500から#1200まで研磨した。歯ブラシは、ラバー部分(熱可塑性エラストマー)に超微粒子ブラックパール配合、超微粒子プラチナ配合、粒子無配合の3種類(デンタルプロ)を使用した(n=6)。

2. コーヒー液への浸漬: シャーレに試料を置き、コーヒーあるいは蒸留水を注入して蓋をした。その後、37℃恒温恒湿槽で4週間浸漬した。

3. 刷掃試験機を用いたブラッシング: 試料面に対して歯ブラシ刷毛面が90°に接するように刷掃試験機に固定した。刷掃条件は刷掃回数70/min、ブラシ圧160gf、刷掃時間3分30秒とした。

4. 測色および表面観察: 測色には歯科用測色計(シェードアイNCC、松風)を用いた。白色を背景とし、1試料につき5か所測色して平均値を算出した。測色値(L*a*b*)は浸漬前、4週間浸漬後、ブラッシング後に測定し、色差(ΔE)値を算出した。結果は、t検定と一元配置分散分析を用いて有意水準0.05で統計学的解析を行った(エクセル統計2010 for Windows、社会情報サービス)。光学顕微鏡で4週間浸漬した面とブラッシングした面の写真撮影を行った。

【結果および考察】

コーヒー液に浸漬した試料18個の測色値の平均は、浸漬後ではL*値が66.82、a*値が1.81、b*値が16.30、ブラッシング後では、L*値が67.01、a*値が1.93、b*値が15.22であった。t検定を用いて浸漬後とブラッシング後の測色値を比較した結果、ブラックパールとプラチナのb*値において高度な有意差が認められた。蒸留水に浸漬した試料18個の測色値の平均は、浸漬後ではL*値が68.52、a*値が1.81、b*値が14.34、ブラッシング後では、L*値が68.53、a*値が1.99、b*値が14.69であった。浸漬後とブラッシング後では、ブラックパールのa*値とプラチナのa*値、b*値において高度な有意差が認められた。浸漬前-浸漬後と浸漬前-ブラッシング後の各色差を一元配置分散分析で比較した結果、コーヒー液浸漬試料の無配合ラバー以外で高度な有意差を認めた。顕微鏡観察では、表面性状に顕著な変化は認められなかった。以上の結果より、ブラックパールやプラチナをラバーに含有する歯ブラシでブラッシングすると、レジン表面を傷つけずに浸漬前の色に回復できることが明らかとなった。

レイヤリング用コンポジットレジンにおける色の変化

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, 近藤歯科医院³
○島村 穰¹, 飯野正義¹, 寺井里沙¹, 細矢由美子¹, 安藤 進¹, 黒川弘康^{1,2}, 宮崎真至^{1,2}, 近藤 貢³

Influence of color change of layering type resin composite

Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry
KONDO Dental Clinic³

○SHIMAMURA Yutaka¹, IINO Masayoshi¹, TERAJ Risa¹, HOSOYA Yumiko¹,
ANDO Susumu¹, KUROKAWA Hiroyasu^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, KONDO Mitsugu³

【緒言】

コンポジットレジンとは, Minimal Intervention を基本とする歯冠修復処置には欠かせない修復材である。また, レイヤリングテクニックを用いることで, 高い審美性を獲得することが可能であるところから, 臨床使用頻度も増加している。この背景には, コンポジットレジンのモノマー組成の改良やフィラー技術の向上によって, 優れた材料的性質とともに特徴ある光学的性質を有する製品が開発されたことが挙げられる。一方, 口腔内においては, 修復直後に得られた高い色調適合性が, 長期間にわたって維持されることが重要であるが, この点に関しての詳細は明らかになっていない。そこで演者らは, エナメルおよびボディシェードなど, 色調あるいは透明性の異なる数種類のペーストで構成されたコンポジットレジンシステムの光沢度および色の変化を経時的に測定することによって検討を加えた。

【材料および方法】

コンポジットレジンとして, エステライトオメガ (トクヤマデンタル) のエナメルシェード (EA2 および EA3), ボディシェード (DA2 および DA3) およびトランスルーセント (Trans) の, 合計 5 色のレジンペーストを用いた。

1. 測定試片の作製

スライドガラス上に静置した内径 6 mm, 高さ 2.5 mm の白色テフロン型にレジンペーストを填塞, 加圧整形し, ポリトリップスを介して 30 秒間照射した。これを, 23±1°C の大気中で 24 時間遮光下に保管したものをレジン試片とした。このレジン試片に対して, SiC ペーパーの #400, 600, 800, 1200 および 2000 を用いて照射面から 0.5 mm 研磨し, 高さ 2 mm の測定試片を作製した。なお, 測定試片は, 実験期間を通じて 37±1°C の精製水中に保管した。

2. 光沢度の測定

光沢度は, デジタル光沢度計 (GM-26D, 村上色彩技術研究所) を用い, 入射角および受光角を 60° とし, 黒ガラス標準板 (GS(60°) = 98.8 %) でキャリブレーションした後に測定した。なお, 測定は 1 試片においてその試片中央付近の 5 ヶ所について行い, その平均値をもってその試片の光沢度とした。

3. 色彩の測定

測色には D₆₅ 光源を用いた高速分光光度計 (Spectro photo meter CMS-35FS/C, 村上色彩) とフレキシブルセンサー (FS-3, 45 度内周照射垂直受光, 照射面積 φ 6 mm, 測定面積 φ 3 mm, 村上色彩) を使用した。測色に際して, 白色および黒色基準板上に静置した測色試片の中央付近を 3 回ずつ測色し, その平均値を求めた。2 度視野に基づく XYZ 表色系を選択し, 色の表示には CIE L*a*b* および CIE L*c*h 表色系を用いた。測色項目として, 研磨直後をベースラインとし, 2, 4 および 6 ヶ月後の明度 (L*), 彩度 (C*), 透明性の変化 (TP) およびベースラインに対する測色値の差である ΔE*ab を求めた。なお, 試片の数はそれぞれ 3 個とし, 得られた測定値については, Tukey HSD test によって有意水準 5 % で統計学的分析を行った。

【成績および考察】

各レジンペーストの光沢度は, 研磨直後で 79.9~82.5 を, 6 ヶ月経過後で 77.9~79.7 であり, いずれのシェードのレジンペーストにおいても, 光沢度は実験期間を通じて低下するものの, その変化は小さかった。一方, 色の経時的変化は, EA2 および EA3 では L* の増加と TP の低下が, DA2 および DA3 では L* の低下と TP の増加が認められた。また, Trans では L* および TP の変化は小さかった。これらの理由として, 吸水による屈折率の変化による可能性が考えられた。

【結論】

レイヤリング用コンポジットレジンの光沢度および光学的性質は, シェードによって異なる傾向を示すものの, その経時的変化は比較的小さいことから, 臨床における審美修復への応用の有用性が示された。

レジンセメントがラミネートベニア修復の色調に与える影響

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

○油井知雄, 泉川昌宣, 伊藤修一, 斎藤 隆史

The effect of Color of the Resin Cement for the Laminating Veneer Restoration
Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School
of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

○Yui Tomoo, Izumikawa Masanobu, Ito Shuichi, Saito Takashi

研究目的

ラミネートベニア修復は低侵襲かつ審美性に優れ、MI の概念に基づいていることから優れた修復方法である。しかしながら、エナメル質内に限局した形成量のため背景の色調に影響を受ける可能性があり、試適時における試適ペーストによる色調回復の確認は重要である。本研究では試適ペースト（以下試適用）とベニア用レジンセメント（以下ベニアセメント）の色調が修復物に及ぼす影響について比較、検討した。

材料および方法

ラミネートベニア試料（以下ベニア試料）は丸板の直径 13mm の陶材（松風：ビンテージ OPAL58 色）を耐水研磨紙 #400、#600、#1200、#2000 の順に研磨し、厚さ 500 μm に調整した。支台歯の試料は厚さ 3 mm の丸板の光重合型ガラスアイオノマー系コンポジットレジン（松風：ビューティフルフロー）の A1、A3 を使用した。セメントは試適用とベニアセメントにおいて 3 種の明度をもつ LOW, Medium, High (以下 L, M, H) を用いた。セメント層の厚さは直径 8mm、50 μm の穴空きシートを用いて規定した。上記の試料を 2 枚のスライドガラス間に支台歯、穴空きシート、シート内へ試適用もしくはベニアセメントの填入、ベニア試料と順に設置し、100g、30 秒間で圧接した。試適用は圧接後に直ちに測色し、ベニアセメントは 20 秒間、光照射した後、測色した。測色は分光色彩・色差計 (NF 333 日本電色工業) を用いて、試適用とベニアセメントの L^* と両者の色差 (ΔE) を求めた。また色差に関する評価は $\Delta E=2.0$ を『色調の差を認める値』として検討した。なお、各条件に対して 3 試料を作製し、測定は 5 回行った。

成績

各条件における測色の結果から支台歯の試料 A1, A3 における試適用、ベニアセメントの両者では L^* は $H > M > L$ となった。また試料 A1, A3 における両者のセメント間の L, M, H における ΔE は 2.0 以下であった。

考察

本研究における試適用とベニアセメントは近似した色調を有することが判明した。これらの結果から接着前に試適用を用いて色調を確認することはベニアセメント接着後の色調回復を予測可能とし、臨床上、非常に有効であることが示唆された。

結論

本研究で用いた試適ペーストはベニア用レジンセメントの色調に近似しており、色調安定性に優れている。

生活歯漂白方法の比較検討 -卵殻による漂白効果の評価ならびに表面粗さ-

奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野, ¹⁾春日ビル歯科診療所, ²⁾奥羽大学歯学部口腔衛生学講座
○有馬英夫, 木庭健次¹⁾, 木村裕一, 佐藤穂子, 佐々木重夫, 山崎信夫, 山田眞義, 車田文雄²⁾, 齋藤高弘²⁾

Comparative Examination of Bleaching Techniques of Vital Tooth

- Evaluation Study on Bleaching Effect of Brown Egg Shell and Surface Roughness -

Division of Endodontics, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry

¹⁾Kasuga Bldg. Dental Clinic, ²⁾Department of Preventive Dentistry, Ohu University School of Dentistry

○ARIMA Hideo, Koba Kenji¹⁾, KIMURA Yuichi, SATO Yasuko, SASAKI Shigeo, YAMAZAKI Nobuo,

YAMADA Masayoshi, KURUMADA Fumio²⁾, SAITO Takahiro²⁾

【緒言】

現在, 各種のオフィスブリーチ剤が存在しているが, 最近, 高濃度の過酸化水素で漂白に有効なフリーラジカルの発生を確保している従来の方法ではなく, 低濃度の過酸化水素に二酸化チタンを使用する方法が注目されている。また, フリーラジカルの量を多くするためレーザーを用いる方法もある。しかし, これらの漂白剤の効果や表面粗さに関する比較研究が十分になされていない。そこで本研究では褐色鶏卵卵殻を用いて漂白効果を一般的に臨床で行われているそれぞれの手技に基づいて調べ, さらに漂白処置後の表面粗さについて比較検討することを目的とした。

【材料および方法】

市販の洗卵された褐色鶏卵を購入手, 着色が比較的一様な鶏卵を試料として選択し, 卵白・卵黄を除去して使用した。なお, 試料の強度の問題から外卵殻膜は除去せずに実験に供した。直径 6.0 mm の正円形に穿孔したシールを貼付しウィンドウを作製した。使用した漂白剤は 55%過酸化水素水を主成分とする Smartbleach®(DEKA, Italy), 35%過酸化水素水を主成分とする松風ハイライト™, 二酸化チタンを光触媒とした 3.5%過酸化水素水を含有するピレーネ®(三菱ガス化学)の 3 種類である。漂白効果を比較検討するため, 3 つのグループに分け, さらに KTP レーザー(波長 532 nm, DEKA)(Smartbleach®のみ)またはハロゲン照射器(松風ハイライト™とピレーネ®)の照射時間(30 秒または 5 分間)により 2 つずつの小グループに分け, それぞれに 6 試料を分配して漂白前後の色調変化を測定した。色調変化は漂白前後の CIEL*a*b*値を測定し, 色差(ΔE)を算出した。測定器には Shade Eye NCC(松風)を用いた。漂白剤の調査はメーカーの指示に従って行った。何も処理せずに 30 分間室温で放置した試料を対照群として使用した。漂白剤による表面の形態変化を検討するため, 実体顕微鏡と走査電子顕微鏡(SEM)による観察を行った。また各種漂白剤による表面粗さへの影響を検討するため, 表面粗さ測定器(東京精密)により測定した。試料は各種漂白剤の小グループに 5 試料ずつと対照群の 5 試料を含め, 計 35 を試料として使用した。統計処理は Kruskal-Wallis 検定法および Mann-Whitney's U 検定法を用いて, 危険率 5%未満(p<0.05)を統計学的有意差とした。

【成績および考察】

3 種類すべての漂白剤において対照群と比較して漂白効果が認められ, なかでも Smartbleach®において有意に効果が高かった。松風ハイライト™とピレーネ®は同等の効果であった。照射時間においてはすべての漂白剤において 30 秒より 5 分間照射において有意に効果があった。漂白後の表面の形態観察においては対照群と比較すると表面の粗さが増す傾向にあったが, 表面粗さ測定においてはすべての漂白剤において有意差は認められなかった。

従来, 歯の漂白には高濃度の過酸化水素水が使用されてきたが, 近年, 二酸化チタンを光触媒とした低濃度の過酸化水素水を含有する漂白剤が主流となってきている。一方, レーザーを応用した漂白では, レーザーの波長を効率的に吸収するため漂白剤にレーザーの波長を吸収する色素を含有させ, レーザーのエネルギーを吸収させることによりフリーラジカルの発生増加を期待している。漂白に使用しているレーザーはエナメル質にはほとんど吸収されないもので, 色素を含有している漂白剤のみに大部分が吸収されることになる。照射器を使用する場合と比較して, レーザーを使用することは強い出力を得ることができ, また効率的にエネルギーを利用することができるので, より高い漂白効果を得ることが期待される。

【結論】

本研究で使用した 3 種類の漂白剤では, すべてに漂白効果が認められた。そして Smartbleach®において最も効果が高く, 照射時間が長い方がより効果的であった。しかし, 同時に表面粗さが増加傾向にあったことから, 漂白した表面に損傷を引き起こしている可能性が示唆された。

ポリリン酸含有試作漂白材の抜去歯への影響 - 色調変化と表面性状の観察 -

昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 美容歯科学部門¹⁾ 歯科理工学部門²⁾

○ 小川弘美¹⁾、黒川千尋¹⁾、玉岡慶鐘¹⁾、東光照夫¹⁾、真鍋厚史¹⁾、宮崎隆²⁾

Effects of an Experimental Bleaching Agent Containing Polyphosphate to Extracted Human Teeth

- Measurement of Color Change and Observation of Surface Texture-

○Hiromi Ogawa¹⁾, Chihiro Kurokawa¹⁾, Keishou Tamaoka¹⁾, Teruo Toko¹⁾, Atsufumi Manabe¹⁾, Takashi Miyazaki²⁾

Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology¹⁾, Oral Biomaterials and Technology²⁾, Conservative Dentistry,

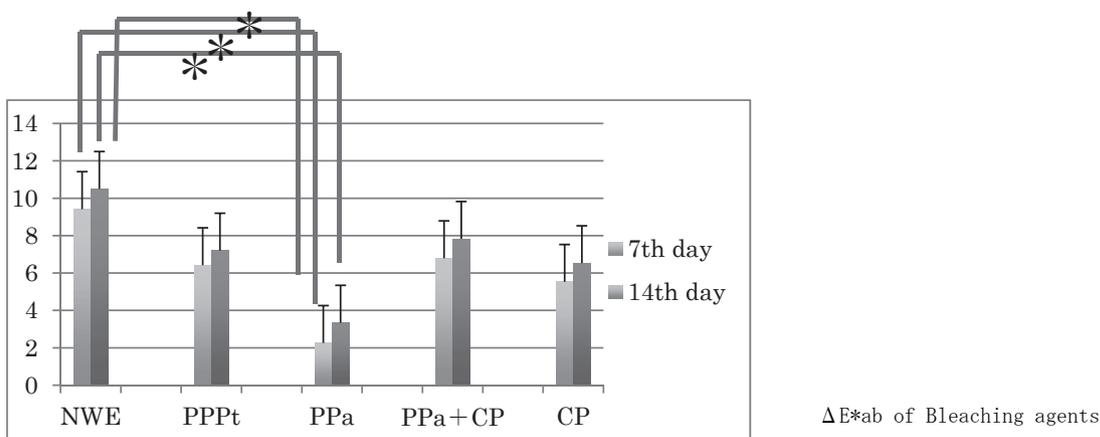
Showa University School of Dentistry

【目的】現在市販されている Home Bleach 材には、過酸化尿素10%が含まれ広く臨床に応用されている。Home Bleach 法の処置時間の短縮とより効果的な漂白効果を期待し、ポリリン酸と16% (実効濃度) 過酸化尿素、白金触媒を含む漂白材「Poly (p)-Platinum Whitening」が、歯科臨床に新たに紹介されている。本研究は、市販の Home Bleach 材とポリリン酸を含む漂白材を、ヒト抜去歯エナメル質に作用させ、色調変化から漂白効果を比較検討しあわせて表面性状の変化を観察することを目的としている。

【材料および方法】ヒト抜去歯 (前歯) 40本を漂白対象とした。処理群は (1)Nite White Excel (Philips, 以下 NWE)、(2) ポリリン酸含有の Poly (P)-Platinum Whitening (TAB-LAB, PPPt)、(3)10% ポリリン酸 (PPa)、(4)10% ポリリン酸 + 16% 過酸化尿素 (PPa + CP16)、(5)16% 過酸化尿素 (CP16)の5群にわけ、試片数は各群8とした。処置時間は NWE は2時間、他は1時間とし、この処置を14日間反復した。処置時と処置以外は試片は37℃人工唾液中に保管した。色調測定にはShade EyeNCC (松風) を使用し、処置前、処置7日目、14日目に漂白面を5回測定し、その平均値より色差 ΔE^*ab を算出した。各群の色差 ΔE^*ab 値は、Scheffeによる多重比較 ($p < 0.05$) により統計的に検討した。表面性状の観察は、約3mm角のエナメル質を (1) 無処理、(2)NWE 処理、(3)PPPt 処理、(4)PPa 処理、(5) PPa + CP16 処理、(6)CP16 処置の6群に分け、日立社製走査型電子顕微鏡 (S-4700) を使用し観察した。

【結果】図に各群の処置前と7日後、14 日後の色差値 ΔE^*ab を示す。NWE7日目と PPa7日目の間、PPa7日目と NWE14日目の間、NWE14日目と PPa14日目の間に有意差が認められ、その他には認められなかった。Nite White Excel (NWE) と Poly (P)-Platinum Whitening (PPPt) は 14 日目で色差 ΔE^*ab は 10.5 と 7.2 と大きな値を示したが、ポリリン酸のみでは ΔE^*ab は 3.3 となった。表面性状は、各処置より大きな違いは観察されなかった。

【考察】市販ホームブリーチ材とポリリン酸を含む漂白材をヒト抜去歯エナメル質に作用させ、その色調変化を検討したところ、10% 過酸化尿素を含む NWE に対して、16% に相当する過酸化尿素を含む PPPt では、 ΔE^*ab は低い値を示した。これは作用時間の差や、白金コロイドなどの触媒が影響を及ぼしていると考えられた。ポリリン酸を含有する漂白材、ポリリン酸が天然歯の色調にいかなる影響を及ぼすか、ポリリン酸の歯面に対する影響を今後の検討課題としたいと考えている。本研究を進めるにあたり、リジェンティス株式会社柴肇一氏に貴重な材料を提供して頂き、また丁寧なご指導も賜りました。心より感謝致します。



光干渉断層装置を用いたホワイトニング前後の歯質の観察
～ラマン分光法, 近赤外線分光法との比較検討～

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門¹, 昭和大学歯学部歯科保存学講座歯科理工学部門²,
株式会社吉田製作所³

○水木ゆき菜¹, 松尾涼子¹, 細川真弓³, 鹿熊秀雄³, 片岡有², 宮崎隆², 真鍋厚史¹,

Teeth surface observation after bleaching by optical coherence tomography
～Comparison of the Micro-Raman Spectroscopy,

Fourier Transform Infrared Photoacoustic Spectroscopy～

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology,
Showa University School of Dentistry¹

Department of Conservative Dentistry, Division of Biomaterials and Engineering,
Showa University School of Dentistry²

Yoshida Dental Mfg.³

○MIZUKI Yukina¹, MATSUO Ryoko¹, HOSOKAWA Mayumi³, KAKUMA Hideo³, KATAOKA Yu²,
MIYAZAKI Takashi², MANABE Atsufumi¹

【研究目的】

当教室では以前より, ホワイトニング前後の薬剤による歯質変化を光干渉断層装置(Swept-Source Optical Coherence Tomography;以下 SS-OCT)により観察し, ホワイトニング後象牙質の光透過性が亢進したことを報告してきた. 今回はさらにホワイトニング前後の評価法として, ラマン分光法, 近赤外線分光法を追加し, 過酸化水素の拡散動態と象牙質中の有機物質の減少を観察することにより, SS-OCT との比較検討を行った.

【材料および方法】

観察に用いた試料は, 歯冠部が健全エナメル質に近似しているヒト抜去歯を合計 18 本用いた. なお, 本研究で用いた抜去歯は本歯学部医の倫理委員会の承認を得たものである(承認番号 2011-035 号). 歯根を切断したのち, 歯冠を歯軸に平行になるよう正中から分割し, 一方をコントロールとして人工唾液中に保管した. もう一方を試験片としてホワイトニング処置を施した. 薬剤は 35%過酸化水素を主成分とする Shofu Hi-lite (松風)を用いた. ホワイトニングは 1 週間に 1 回の間隔で, 最大 6 回まで行い, 試験片をそれぞれ 3 本ずつ計 6 グループに分けた. ホワイトニング前後に, ShadeEyeNCC(松風)を用いた測色, SS-OCT を用いた歯質の観察, ラマン分光測定装置(Kaiser 社)による過酸化水素の動態観察, 近赤外線測定装置(FT-IR660plus, JASCO)による象牙質の有機物質の変化を測定した.

【結果および考察】

SS-OCT を用いたホワイトニング前後の歯質の観察において, エナメル象牙境付近から象牙質に向かって光透過性が亢進する傾向が得られ前回の結果が再現された. またラマン分光法では, O-O 結合にみられる波長 873cm^{-3} がエナメル象牙境にて顕著に観察され, 過酸化水素がエナメル象牙境に最も浸透していると示唆された. さらに近赤外線分光法では, エナメル象牙境にてアミド I, II, III, C-H の減少が顕著に観察され, 有機物質が減少していると考えられた. ホワイトニング前後の $L^*a^*b^*$ を測定した結果, すべての試験片にホワイトニング効果が認められた. 以上より, ラマン分光法と近赤外線分光法から得られた結果は SS-OCT による画像と関連性が認められた. SS-OCT は薬剤の浸透を観察するのに適していると考えられ, ホワイトニング効果の新しい評価法として有効性があると示唆された.

フッ化物含有ホームブリーチング剤の象牙質脱灰抑制能

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 う蝕制御修復学講座

○ 實吉安正, 飯塚純子, 長谷川晴彦, 倉持江里香, 岡田周策, 向井義晴

Prevention of dentin demineralization by fluoride-containing home bleaching agents *in vitro*

Dept. of Cariology and Restorative Dentistry, Graduate School, Kanagawa Dental University

○ SANEYOSHI Yasumasa, IIZUKA Junko, HASEGAWA Haruhiko, KURAMOCHI Erika,
OKADA Shusaku, MUKAI Yoshiharu

【目的】

比較的安全で簡便に使用できることから 10%過酸化尿素を主成分とするホームブリーチング剤 (HB 剤) によるブリーチングは国内外で広く使用されている。我々は第 139 回本学会において、フッ化物を含有する HB 剤はエナメル質に対して効果的な脱灰抑制効果をもたらすことを報告した。一方で、実際の臨床においては歯頸部楔状欠損や歯肉退縮を有する患者が増加しており、このような患者がブリーチングの対象となることも少なくない。しかしながら、HB 剤に影響を受けた象牙質がその後の酸侵襲に対しどのような影響を受けるかは不明である。本研究では、HB 剤の使用後における象牙質脱灰抑制能を検討した。

【実験材料および方法】

ウシ歯根部象牙質より切り出した試料表面を 2000 番の耐水研磨紙で研磨後、耐酸性バーニッシュにて直径 2×3 mm の被験面を作製し、以下の 4 群に分けた。1. コントロール (CONT: 非処理), 2. 松風ハイライトシェードアップ (HSU: 10% 過酸化尿素), 3. ULTRADENT オパールエッセンスレギュラー (OER: 10%過酸化尿素、2.45ppmF), 4. ULTRADENT オパールエッセンス PF (OPF: 10%過酸化尿素、1,100ppmF, 硝酸カリウム)。 (n=6)

被験面に各材料を塗布、100%湿度下で 2 時間静置後、水道水流水下で歯ブラシ (デンターシステム, ライオン) を使用しながら水洗、その後脱イオン水で 30 秒水洗し、脱灰溶液 (1.5mM Ca, 0.9mM PO₄, 50mM acetic acid, 0.2ppmF, pH5.0, 37°C) に浸漬した。本操作を 4 日間連続して行った後、試料を 300μm に薄切、PANalytical 3830 を用いて 25kv, 15mA, 20 分の条件で、Transversal Microradiography (TMR) 撮影を行った。その後、専用分析ソフト (Inspektor TMR 2000) を用いてミネラル喪失量 (IML(vol%×μm)) を測定した。実験群間の比較は One-way ANOVA および Tukey の検定により有意水準 5%で行なった。

【結果】

TMR 像: CONT は表層と病巣体部を有する表層下脱灰病巣が観察された。HSU および OER においてはやや不明瞭ながら層状 (ラミネーション) の脱灰病巣が確認された。OPF は明瞭な表層の下に軽度の脱灰病巣を認め、さらにエックス線不透過性の高い層、および脱灰層という順で明瞭なラミネーションを有する脱灰病巣が見られた。

平均ミネラルプロファイル: CONT では、表層が約 15%、病巣体部が約 10%の表層下脱灰病巣を示していた。HSU は、ミネラル密度約 10%に、明瞭ではないが 3~4 回のピークを有する表層脱灰病巣を示した。OER は、ミネラル密度約 15%の位置で、ミネラル密度の高い部分と低い部分が周期的に交互に認められるプロファイルを示した。OPF はミネラル密度約 30%の表層、その深部に約 25%の第一の病巣体部が認められ、さらにミネラル密度が 50%に達する第二のミネラルピーク、および病巣深度 200μm 付近に第二の病巣が確認された。

IML: CONT(6,406), HSU(6,542), OER(6,068), OPF(1,826)であり、OPF が他の 3 群に比較し有意に低い値を示した。CONT と HSU 間および CONT と OER 間に有意差は認められなかったが、HSU と OER と間には有意な差が認められた。

【考察】

高い濃度のフッ化物を含有する OPF が他群に比較し有意に低い IML を示した結果は、本剤をホワイトニングのみならず歯頸部楔状欠損や歯肉退縮部位の象牙質蝕蝕進行抑制を目的としても使用できることを示唆している。また、OER は CONT に比較し有意な IML の増加が認められなかったが、これは材料に含まれる微量のフッ化物が脱灰進行に抑制的に働いたものと考えられ、象牙質に塗布しても酸侵襲を助長させないものと考えられた。

新規 S-PRG フィラー配合バーニッシュの象牙質脱灰抑制能

神奈川県立歯科大学短期大学部歯科衛生学科¹⁾, 大学院歯学研究科う蝕制御修復学講座²⁾,
大学院歯学研究科クリニカル・バイオマテリアル講座³⁾

○片岡あい子¹⁾, 椎谷 亨²⁾, 藤野富久江¹⁾, 富山 潔²⁾, 飯塚純子²⁾, 長谷川晴彦²⁾, 倉持江里香²⁾,
大橋 桂³⁾, 二瓶智太郎³⁾, 向井義晴²⁾

Anti-demineralization effect of novel S-PRG filler containing varnishes on dentin

Department of Dental Hygiene, Junior College¹⁾, Department of Cariology and Restorative Dentistry,
Graduate School of Dentistry²⁾, Department of Clinical Biomaterials, Graduate School of Dentistry³⁾,
Kanagawa Dental University

○KATAOKA Aiko¹⁾, SHIYA Toru²⁾, FUJINO Fukue¹⁾, TOMIYAMA Kiyoshi²⁾, IIZUKA Junko²⁾, HASEGAWA
Haruhiko²⁾, KURAMOCHI Erika²⁾, OHASHI Katsura³⁾, NIHEI Tomotaro³⁾, MUKAI Yoshiharu²⁾

【研究目的】高濃度のフッ化物をできるだけ歯面に付着、停滞させようという目的のもと、粘着性をもたせたフッ化物バーニッシュが開発され、1970年代より利用されている。今回新規に開発された S-PRG フィラー配合バーニッシュは、歯面だけでなく、義歯に塗ることも考慮に入れた新しいコンセプトを有するバーニッシュである。本実験の目的は、新しく開発された2種類の S-PRG フィラー配合バーニッシュの歯根象牙質脱灰抑制能を、5%NaF 含有バーニッシュおよび歯面コーティング材である PRG Barrier Coat と *in vitro* にて比較検討することである。

【材料および方法】

1. 象牙質試料の作製：ウシ下顎中切歯の歯根部を歯頸部直下およびそれより5mm 根尖側の位置で水平断して得られた円筒状象牙質片をさらに歯軸方向に2分割し、#2,000の耐水研磨紙で象牙質試験面を平坦に仕上げた。
2. 各種バーニッシュの塗布：1) MI Varnish (GC America) (MIV 群) 2) F バーニッシュ(ビーブランド・メディコーデンタル) (FV 群) 3) PRG Barrier Coat(松風) (PBC 群) 4) PRG バーニッシュ I (松風) (S-PRG フィラー 40%) (PV 群) 5) PRG バーニッシュ II (松風) (NaF 5%+S-PRG フィラー 40%) (PVF 群)。各群の試料数は $n=7$ とした。3×1mm に窓開けしたマスキングテープを象牙質面に貼付し上記バーニッシュを塗布した。テープ除去後、その隣接する同面積部を露出新鮮象牙質試験面とするために、合わせて3×2mmの領域以外は耐酸性ネイルバーニッシュを塗布した。なお、6) Negative Control として、材料の代わりに耐酸性ネイルバーニッシュを塗布する群(CONT 群)を設けた。塗布後100% 湿潤環境にて24時間静置した。
3. 脱灰試験：上記1. にて作製した象牙質試料をプラスチック製円筒容器の底にスティッキーワックスにて固定し、8% Methocel MC gel (Fluka) を注入して24時間放置後、その上部に脱灰緩衝液(1.5 mM CaCl₂, 0.9 mM KH₂PO₄, 50 mM acetic acid, pH 5.0) を注入する二層法にて37℃, 1週間静置した。
4. ミネラルプロファイルの作成および平均ミネラル喪失量 (IML: vol% × μm) の測定：象牙質試料から厚さ300 μmの薄片を切り出し、TMR 撮影(PW 3830, 管電圧25 kV, 管電流15 mA, 照射時間20分)後、分析用ソフト(TMR 2000)を用いて分析を行なった。6群間における IML の比較には、one-way ANOVA および Tukey の多重比較検定(有意水準5%)を用いた。

【結果】平均ミネラルプロファイルを比較すると、CONT 群では軽微な表層と顕著な病巣体部が認められたが、PVF 群では深さ約10 μm 付近にミネラル密度40 vol%を超える明瞭な表層が観察され、病巣体部のミネラル密度は20%に維持されていた。平均 IML は、MIV 群、FV 群、PBC 群、PV 群、PVF 群および CONT 群のそれぞれで、3834.9 ± 473.6, 3981.9 ± 314.5, 3127.9 ± 452.5, 3386.5 ± 292.2, 2854.6 ± 419.5 および 4281.9 ± 482.9 であった。PBC 群、PV 群、PVF 群は CONT 群に比較し有意差が認められた ($p < 0.05$)。また、PBC 群と PVF 群は、MIV 群、FV 群との間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。一方、PBC 群、PV 群、PVF 群の3群間には有意差が認められなかった ($p > 0.05$)。

【考察】ミネラル喪失量において、MIV 群、FV 群は CONT 群と有意差が見られず、一方、2種類の S-PRG フィラー配合バーニッシュは CONT との間に有意差が認められた。フッ化物イオンの徐放は全材料間に共通するが、徐放量の違い、あるいは S-PRG フィラーから徐放される酸緩衝機能を有するイオンが脱灰抑制に寄与しこのような結果がもたらされた可能性が考えられた。また、PVF は PV に NaF を添加した材料であることから、S-PRG フィラーおよび NaF 両方の効果が表れ、効果的な脱灰抑制が得られたものと考えられた。

【結論】新しく開発された2種類の S-PRG フィラー配合バーニッシュのうち特に NaF を添加したバーニッシュは従来品と比較し効果的な根面象牙質脱灰抑制能を有することが明らかになった。

ブリーチング法を利用したエナメル質表層下脱灰病巣の再石灰化戦略 — 唾液浸漬期間延長モデルによる検討 —

神奈川歯科大学大学院 歯学研究所 歯蝕制御修復学講座¹, 放射線応用科学講座², 口腔科学講座 硬組織分子細胞生物学分野³
○飯塚純子¹, 國松雄一¹, 谷口紀江², 倉持江里香¹, 長谷川晴彦¹, 菌部悠子¹, 松島 大¹,
櫻井 孝², 高垣裕子³, 寺中敏夫¹, 向井義晴¹

Remineralization strategy for enamel subsurface lesions utilizing bleaching therapy

— Influence of extended saliva infiltration period for remineralization aspects —

Department of Cariology and Restorative Dentistry¹, Department of Radiopraxis Science², Division of Molecular and Cellular Biology of Mineralized Tissues, Department of oral science³, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University
○IIZUKA Junko¹, KUNIMATSU Yuichi¹, TANIGUCHI Motoe², KURAMOCHI Erika¹, HASEGAWA Haruhiko¹, SONOBE Yuko¹, MATSUSHIMA Dai¹, SAKURAI Takashi², TAKAGAKI Yuko³, TERANAKA Toshio¹, MUKAI Yoshiharu¹

【目的】エナメル質表層下脱灰病巣体部には唾液由来タンパク質等の有機物が侵入しており、それら有機質が再石灰化の進行を妨げている可能性があると思われている。我々はエナメル質表層下脱灰病巣に侵入している有機物を分解し効果的な再石灰化を誘導するための手段の一つとしてオフィスブリーチ剤の有効性を検討してきた。139回本学術大会においては、オフィスブリーチ剤が病巣深部まで入り込んだ唾液由来有機物を分解し、効果的な再石灰化を誘導する可能性を報告した。しかしながら、前実験モデルは短期間の唾液浸漬を行った表層下脱灰病巣であり、実際の表層下脱灰病巣とは唾液の組成ならびに病巣内における有機質の含有量が異なる可能性が懸念された。そこで本研究では、*in vitro*で作製した表層下脱灰病巣に安静時唾液を14日間浸透させた後ブリーチングを施し、その後再石灰化することによるブリーチング剤の再石灰化誘導への有用性をTransversal Microradiography (TMR)にて評価した。

【材料と方法】ウシ下顎中切歯よりエナメル質片を直径5mmの円柱状に切り出し耐水研磨紙2,000番で研磨後、耐酸性パーニッシュにて試験面を2×3mmに規定し、以下の5群に分けた。1)表層下脱灰病巣群(d群):エナメル質片を脱灰緩衝液(0.1M lactic acid, 8% methylcellulose, 0.2 ppm F, pH 4.6)に37℃で10日間浸漬して表層下脱灰病巣を作製した。2)表層下脱灰病巣→唾液浸漬群(ds群):1)と同様の表層下脱灰病巣を作製後、氷冷下にて採取した安静時唾液(0.02% Na₂S₂O₃添加)に37℃で14日間浸漬した。唾液は1週に3回交換した。3)表層下脱灰病巣→再石灰化群(dr群):1)と同様に表層下脱灰病巣を作製した後、再石灰化溶液(1.5 mM CaCl₂, 0.9 mM KH₂PO₄, 130 mM KCl, 20 mM HEPES, pH 7.0)に37℃で28日間浸漬した。なお、再石灰化溶液は7日毎に交換した。4)表層下脱灰病巣→唾液浸漬→再石灰化群(dsr群):2)と同様に安静時唾液に14日間浸漬し、その後再石灰化溶液に28日間浸漬した。5)表層下脱灰病巣→唾液浸漬→ブリーチング→再石灰化群(dsbr群):2)と同様に安静時唾液に14日間浸漬後、オフィスブリーチ剤である松風HiLite適用3回を1セットとして2セット施術し、再石灰化溶液に28日間浸漬した。各群処理後、エナメル質片から厚さ150μmの薄片を切り出し、TMR撮影(PW 3830, 管電圧25kV, 管電流15mA, 照射時間20分)後、分析用ソフト(Inspektor)を用いてミネラルプロファイルを作製、ミネラル喪失量(IML)、および表層および病巣体部のミネラル密度を測定した。統計分析は、one-way ANOVAならびにTukeyの検定を用い有意水準5%にて行った。また、各群におけるIMLの平均値から、再石灰化率を算出した。

【結果および考察】d群の結果から、表層60%および病巣体部32%のミネラル密度を有する典型的な表層下脱灰病巣が作製されたことが確認できた。また、dr群の結果から、10日間の脱灰後に28日間の再石灰化溶液に浸漬することで再石灰化が誘導された。本実験モデルにおいても唾液浸漬したds群のIMLとミネラルプロファイルはd群と同様であったことから、本実験モデルにおける唾液浸漬は再石灰化に影響を与えないことが確認された。IMLにおいてdsbr群はdsr群と比較し有意差はないものの減少する傾向が見られた。表層および病巣体部のミネラル密度においてもdr群、dsr群、dsbr群の3群間に有意な差はみられなかった。再石灰化率は、dr群で64.05%、dsr群で62.83%、dsbr群で71.79%であった。これらの結果は唾液由来の有機質がブリーチングによって除去され、ハイドロキシアパタイトの結晶生長を促進した可能性を示す結果であると考えられた。しかしながら2週間の唾液浸漬であってもブラウンスポットのような天然表層下脱灰病巣をシミュレートできているかさらなる検討が必要であると考えられた。

【結論】本実験結果より、オフィスブリーチ剤が病巣に侵入している有機物を分解し、効果的な再石灰化を誘導する可能性が示唆された。

S-PRG フィラー含有ペーストによるエナメル質脱灰抑制効果
-SEM/EDS, μ -PIXEによる表面解析-

¹東京医科歯科大学 大学院歯学総合研究科 歯制御学分野
²東京医科歯科大学 大学院歯学総合研究科 先端材料評価学分野
○中村圭喜¹, 半場秀典¹, 宇尾基弘², 二階堂徹¹, 田上順次^{1,2}

Inhibition of Enamel Demineralization by Paste Containing S-PRG Filler – A SEM/EDS, μ PIXE Study

¹Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Tokyo Medical and Dental University

²Advanced Biomaterials Section, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Tokyo Medical and Dental University

○NAKAMURA Keiki¹, HAMBA Hidenori¹, UO Motohiro², NIKAIIDO Toru¹, TAGAMI Junji^{1,2}

【研究目的】

ブラークコントロールの良好な口腔内においては、エナメル質表面での脱灰と再石灰化の平衡が保たれている。しかし、口腔内環境が変化して平衡が一旦崩壊すると、エナメル質中のミネラルの喪失を引き起こして脱灰病変を作り出す。初期脱灰を抑制するためには、耐酸性を高め、歯質強化を行うことが課題となる。Surface reaction type pre-reacted glass ionomer (S-PRG) フィラーは、多機能性ガラスコアにグラスアイオノマー相を形成させる技術で作られたフィラーであり、 Na^+ , BO_3^{3-} , Al^{3+} , SiO_3^{2-} , F^- , Sr^{2+} の6種類のイオンを徐放すると報告されている。我々は、第139回日本歯科保存学会において、S-PRG フィラー含有ペーストがエナメル質の脱灰抑制効果を示すことを報告した。本研究の目的は、S-PRG フィラー含有ペーストがエナメル質表面に与える影響をSEM/EDS装置、 μ -PIXE装置を通し、そのエナメル質脱灰抑制効果を検討することである。

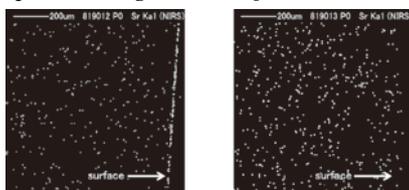
【材料および方法】

抜歯後凍結保存したウシ下顎切歯の唇側表面に対して、精密低速切断機 (Isomet, Buehler) にて3×3×3 mmのエナメル象牙質ブロックを切り出し、エナメル質が一面に露出するようにエポキシ樹脂包埋した。エナメル質表面は、耐水研磨紙#2000まで研削し、試料を7群に分けた。すなわち、試作S-PRGフィラー含有ペースト(0, 1, 5, 10, 30wt%フィラー含有、以下S00, S01, S05, S10, S30群) (松風)、コントロールとしてMilli-Q水 (以下DW群) およびNaF含有の歯面研磨ペースト (メルサージュプラス、以下ME群) (松風) を用いた。各種ペーストはペースト: Milli-Q水=1:2の重量比で混和して溶液を作製した。試料は各溶液中に1日に5分間2回、計4日間浸漬した。次に試料表面を水洗し、歯面処理の期間以外はMilli-Q水中に保管した(37°C)。4日間の歯面処理後、人工脱灰液(2.2 mM Ca, 2.2 mM P, 50 mM buffer (acetic acid, pH 4.5, 37°C))に72時間浸漬した。脱灰前と脱灰後の試料は、SEM/EDS (S-4500, 日立製作所) を用いて試料表層と垂角方向に切断した面について観察した。また、ペーストの塗布後および脱灰後の試料を切断した薄切片を作成し、 μ -PIXE装置 (Model 4117MC Tandetron, High Voltage Engineering) を用いてSrとCaの元素分布を観察した。

【結果および考察】

処理面表層のSEM/EDSの結果、S05, S10, S30群ではSr, Al, Si, F, Naが検出された。またME群はS10, S30と近似した濃度のFを検出した。SEM/EDSによる切断面のライン分析では、すべての群でSr, Fの顕著なピークを検出しなかった。 μ -PIXEによる切断面の分析を行ったところ、処理面最表層にSrの強いピークを検出した(Fig. 1)。一方、脱灰後の試料では顕著なピークを観察しなかった。また、脱灰後の試料表層のCaの減少が認められた。これまでの脱灰抑制の報告において、S05, S10, S30がDW, S00, ME群よりも有意に高い脱灰抑制効果を示したことから、S-PRGフィラーから徐放されたイオンが表面の最表層に影響を及ぼしたと考えられた。本実験により、S05, S10, S30の試料表面にSrやFが確認されたことから、S-PRGフィラー含有ペーストにおける脱灰抑制効果は試料表層に微量に存在するSrやFによるものと示唆された。

Fig. 1 μ -PIXE image showed specific distributions of Sr. (left: after preparation, right: after demineralization)



Streptococcus mutans に対する厚朴由来抽出物の殺菌ならびに抗バイオフィーム効果の検討

¹ 新潟大学大学院医歯学総合研究科う蝕学分野

² 新潟大学大学院医歯学総合研究科微生物感染症学分野

○坂上雄樹^{1,2}, 土門久哲², 小田真隆², 興地隆史¹, 寺尾豊²

Antibiofilm and bactericidal effects of magnolia bark-derived extracts on *Streptococcus mutans*

¹ Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics,

² Division of Microbiology and Infection Diseases,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○SAKAUE Yuuki^{1,2}, DOMON Hisanori¹, ODA Masataka¹, OKIJI Takashi², TERAO Yutaka²

【目的】う蝕の発生と進行には、プラーク中の細菌が深く関与している。う蝕の予防と治療にはプラークコントロールが必要不可欠であり、機械的コントロールが主体であるが、これが及ばない部位には、補助的に各種抗菌物質を用いた化学的コントロールが行われている。その中で、クロルヘキシジン(CHX)は、洗口・消毒剤として特に効果があるとされているが、歯の着色、口腔粘膜の糜爛、アナフィラキシーショックなどの反応が報告されている。そのため、近年生体への為害性が少ない植物抽出物や漢方薬などへの転換が試みられている。本研究では、共同研究者より譲受した各種植物抽出物の *Streptococcus mutans* に及ぼす作用について検索した。

【方法】

1. 各種植物抽出物の *S. mutans* バイオフィーム抑制効果の検討

アカメガシワ、ヒオオギ, *Illicium arborescens*, 何首烏, 月桂樹, マリカ, 羅布麻, 厚朴, Marapuama, ローズマリー, もしくは BANGLE の抽出物を添加した 0.5% スクロース添加 BHI (BHI-S)培地に、前培養した *S. mutans* MT8148 株を添加し、37°C, 5%CO₂ の条件下で 24 時間培養した。形成したバイオフィームをクリスタルバイオレット液で染色し、*S. mutans* バイオフィームに対する形成抑制能を測定した。

2. 厚朴抽出成分の増殖抑制能およびバイオフィーム形成抑制能の評価

方法 1 で効果の高かった厚朴抽出物と、その抗菌成分として知られる Magnolol と Honokiol, あるいは CHX を添加した BHI 培地に、前培養した *S. mutans* を添加して同様に培養した。培地濁度の変化から各抽出物および CHX の増殖抑制能を測定した。続いて、各抽出物および CHX の *S. mutans* バイオフィーム形成抑制能を上述の方法により測定した。

3. 厚朴抽出成分の *S. mutans* 殺菌能の評価

S. mutans を BHI 培地で培養した後、Magnolol, Honokiol, もしくは CHX を添加し、それぞれ 30 秒, 5 分, 1 時間作用させた後、コロニーカウント法により *S. mutans* の生存率を測定した。続いて、*S. mutans* を BHI-S 培地にて 24 時間培養し、形成したバイオフィームに Magnolol, Honokiol, もしくは CHX を 30 秒, 5 分, 1 時間作用させた。その後、LIVE/DEAD 細胞生存率アッセイキットを用いて染色を行い、共焦点レーザー顕微鏡にて菌の生死を観察した。得られた画像を Imaris ソフトウェアにて解析し、3 次元画像を構築した。

4. 厚朴抽出成分の歯肉上皮細胞に対する細胞毒性の評価

ヒト歯肉上皮細胞株 Ca9-22 を 24 時間培養後、付着した細胞の培地上清に、Magnolol, Honokiol, もしくは CHX を添加し、5 分、もしくは 1 時間後に、MTT 試薬で処理した後、細胞溶解液の吸光度を測定した。

【結果と考察】厚朴抽出物、Magnolol および Honokiol は、*S. mutans* の浮遊菌に対して抗菌効果を示すとともに、バイオフィームの形成を抑制した。また、Magnolol および Honokiol は低濃度で殺菌効果を示し、バイオフィームを形成した *S. mutans* においては、深部まで浸透殺菌効果を示した。また、臨床で用いられている濃度(0.05%)において、CHX は 5 分間で歯肉上皮細胞に対して毒性を示したが、Magnolol および Honokiol は有効殺菌濃度において細胞毒性を有意には示さなかった。以上より、Magnolol は *S. mutans* バイオフィームに対する優れた殺菌効果を有し、口腔粘膜への為害性が低いことが示唆された。今後は厚朴抽出物の口腔内バイオフィーム制御における化学的コントロールへの応用が期待される。(会員外共同研究者：徳島文理大学薬学部薬品物理化学講座 久保美和)

**Listerine に添加された成分が *Streptococcus mutans* バイオフィームへの浸透性に与える影響
-キャピラリーフローセルを用いた経時的観察-**

¹新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野

²新潟大学大学院医歯学総合研究科微生物感染症学分野

○竹中彰治¹、大墨竜也¹、坂上雄樹¹、若松里佳¹、寺尾豊²、興地隆史¹

Effect of additive ingredients on the penetration ability of Listerine mouthwashes into *Streptococcus mutans* biofilms:
a time-lapse analysis using a capillary flow cell system

¹Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science,

²Division of Microbiology and Infectious Diseases, Department of Oral Health Science,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○TAKENAKA Shoji¹, OSUMI Tatsuya¹, SAKAUE Yuuki¹, WAKAMATSU Rika¹,
TERAO Yutaka², OKIJI Takashi¹

【目的】Listerine[®]は迅速な殺菌効果に加えて、優れたプラーク付着抑制効果や歯肉炎予防効果が得られることが報告されている。一方、現在欧米では従来の Listerine[®]とともに、アルコール非含有の製品やフッ化ナトリウム(NaF)が配合された製品も発売されているが、これらの添加成分が洗口液の性能に及ぼす影響は十分には解析されていない。そこで本研究では、アルコールや NaF 添加の有無が Listerine[®]のバイオフィームへの浸透性と殺菌効果に与える影響について、洗口液の口腔内での流動を考慮したキャピラリーフローセルシステムを用い、蛍光リアルタイムイメージングにより観察、解析した。

【材料及び方法】被験洗口液として添加成分の異なる三種の Listerine[®] (いずれも J&J 社製)、すなわち Listerine[®] Total Care(NaF 含有, アルコール非含有; Lis-NaF)、Listerine[®] Zero(アルコール非含有; Lis-NA)、Listerine[®] Cool Mint (アルコール含有; Lis-A)を用いた。グルコン酸クロルヘキシジン を主成分とする製品(Chlorhexidine Gluconate Oral Rinse, Sunstar 社, アルコール非含有, CHG) を対照洗口液とした。

対数増殖期の *S. mutans* 33402 株をキャピラリーガラス (内径 0.9 mm, 厚さ 170 μm)内部に 1 時間静置したのち、0.05%スクロース含有 1/10 濃度 BHI を毎分 1 ml の速度で 24 時間灌流しバイオフィームを形成させた。次いで、Calcein-AM(CAM; 20 μg/ml)を 2 時間作用させ生菌を染色し、共焦点レーザー顕微鏡(Leica 社, Leica TCS SP5)を用いて XYZ 断層像を撮影した。続いて、焦点をバイオフィーム底面に固定した状態で洗口液あるいは緩衝液(コントロール)を作用させ、15 秒間隔で共焦点画像をリアルタイムに 5 分間撮影し、蛍光消失を指標に浸透動態を解析した。すなわち、直径 130-170 μm の独立したクラスター状のバイオフィームを選定し(n = 7)、上流側、下流側の蛍光減少量、および作用前の総蛍光量(F₀)に対する経時的蛍光量 (F_t)の減少率(ΔF = Log₁₀[F_t-F₀]/t-t₀)を Metamorph ソフトウェアにて解析した。

さらにバイオフィーム剥離能を検討するため、5 分間の撮影 (上記) 終了後、DAPI(10μg/ml, 15 分静置) 次いで Rhodamine-B (5 g/l, 5 分静置) により、それぞれ細菌菌体およびバイオフィーム構造を染色し、XYZ 断層像を撮影したのち Imaris ソフトウェアを用いて三次元構築し、洗口液作用前の CAM 染色像と比較した。

【結果】すべての洗口液で、作用直後からバイオフィーム外層から中心に向かって徐々に CAM の蛍光の消失が観察された。消失速度は上流側、下流側で同等であった。ΔF は-0.005(コントロール)、-0.036(Lis-NaF)、-0.037(Lis-NA)、-0.034(Lis-A) および-0.094(CHG)であり、Lis-NaF、Lis-NA、Lis-A は CHG と比較して有意に蛍光消失が速かったが(p<0.05, Greenhouse-Geisser test)、三種の Listerine[®]間に有意差は認められなかった(p> 0.05)。また、すべての洗口液とも、5 分作用後の三次元構築像に明瞭な構造変化は観察されなかった。

【考察および結論】添加成分の異なる三種の Listerine[®]は、CHG と比較して短時間で浸透膜傷害効果を示したが、三種の間に有意差は認められず、フッ化ナトリウムの追加およびアルコール含有における浸透殺菌効果の増強や減弱はないように思われた。また、すべての洗口液ともバイオフィーム構造体に対する明瞭な剥離効果は備えていないことが示唆された。

洗口液に含まれるエタノールが *Streptococcus mutans* バイオフィーム内部への
浸透性に与える影響について

¹新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野

²新潟大学大学院医歯学総合研究科微生物感染症学分野

○山本成美¹、竹中彰治¹、大墨竜也¹、坂上雄樹¹、若松里佳¹、寺尾豊²、興地隆史¹

Penetration ability of mouthrinses with and without alcohol on *Streptococcus mutans* biofilm

¹Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science,

²Division of Microbiology and Infectious Diseases, Department of Oral Health Science,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○YAMAMOTO Narumi¹, TAKENAKA Shoji¹, OSUMI Tatsuya¹, SAKAUE Yuuki¹, WAKAMATSU Rika¹,
TERAO Yutaka², OKIJI Takashi¹

【目的】現在販売されている洗口液は、刺激を軽減し使用感を向上させるためにノンアルコールタイプが主流となっている。一方で、溶剤として用いられてきたエタノールは、薬用成分をバイオフィーム内部へ浸透させる優れた輸送体であるという報告もある。そこで本研究では、薬用成分および濃度が同一であるアルコール含有/非含有洗口液を用いて、バイオフィーム底面の *Streptococcus mutans* に対する膜傷害性および殺菌効果について比較検討した。

【材料及び方法】*S. mutans* UA159 株を 0.5% sucrose 含有 BHI 液体培地中で 24 時間嫌気培養し、ガラスベースディッシュ上にバイオフィームを形成させた(n=6)。続いて、Calcein-AM (CAM; 20 µg/ml)を 2 時間作用させ生菌を染色し、共焦点レーザー顕微鏡(オリンパス, FV300: Ex/Em= 488/ 510-530 nm)を用いて XYZ 断層像を撮影した後、焦点をバイオフィーム底面に固定した。リステリン®ナチュラルケア(J&J 社, アルコール非含有, Lis-NA 群)、リステリンフレッシュミント(同, アルコール含有, Lis-A 群)、Chlorhexidine Gluconate Oral Rinse(Sunstar 社, アルコール非含有, CHG-NA 群)、Peridex™(3M ESPE 社, アルコール含有, CHG-A)あるいは緩衝液(コントロール; C 群)を作用させ、15 秒間隔で共焦点画像を経時的に 5 分間撮影した。撮影した共焦点画像から無作為に 3 領域(10 µm 四方)を選択し、蛍光量の減少率を Metamorph ソフトウェアにて解析した。また、各洗口液を 30 秒作用させた後の *S. mutans* 菌体の細胞膜傷害像を Live/Dead Viability Kit (Life Technologies 社)を用いて染色し検鏡した。さらに、30 秒作用後の生菌数をプレートカウント法により算定した。

【結果】形成したバイオフィームの厚みは、ほぼ均一で 22 µm 程度であった。Lis-NA 群および Lis-A 群では、作用直後から CAM が徐々に消失する像が観察された。バイオフィーム底面の蛍光量が 50%減少するまでの時間(T50)は、それぞれ 45 秒(Lis-NA 群)および 45-60 秒(Lis-A 群)であり Lis-NA 群において蛍光消失が早いものが存在したが有意な差は認められなかった(p> 0.05, Mann-Whitney-U test)。CHG-NA 群および CHG-A 群では、5 分作用後も全視野において明らかな蛍光消失は観察されなかった。バイオフィーム底面において、Live/Dead 染色した Lis-NA 群および Lis-A 群では全視野に細胞膜傷害を示す Propidium Iodide (PI)陽性像が観察された。一方で、CHG-NA 群および CHG-A 群ではコントロール群と比較して著明な変化が認められず、PI 陽性率はそれぞれ 99.9%(Lis-NA および Lis-A 群), 0.2%(CHG-NA 群)および 0.1%(CHG-A 群)であった。30 秒作用後の生菌数(logCFU±SD)は、それぞれ 9.1±0.4 (C 群)、4.3±0.9 (Lis-NA 群)、4.9±1.2 (Lis-A 群)、8.4±0.3 (CHG-NA 群)および 8.1±0.1 (CHG-A 群)であった。すべての洗口液群は C 群と比較して 30 秒作用後に有意に生菌数が減少したが(p<0.05)、Lis-NA 群と Lis-A 群および CHG-NA 群と CHG-A 群の間に有意な差は認められなかった(p>0.05, Kruskal-Wallis および Steel-Dwass test)。

【考察および結論】今回用いた人工バイオフィームにおいて、エタノールによるバイオフィームへの浸透促進およびバイオフィーム底面の細菌に対する殺菌時間短縮効果は観察されなかった。しかし、溶剤としてエタノールを用いない代わりに種々の添加剤が追加されており、これらの代替成分が浸透促進効果を補完している可能性が推察され、更なる解析が必要と考えられる。

全身疾患に影響を及ぼす *Streptococcus mutans* 新規病原性因子の解析

¹鹿児島大学大学院医歯学総合研究科顎顔面機能再建学講座歯科保存学分野
²鹿児島大学大学院医歯学総合研究科顎顔面機能再建学講座口腔顎顔面補綴学分野
○藤島慶², 徳田雅行¹, 鳥居光男¹

Analyses for novel pathogenic factors of *Streptococcus mutans* related to systemic disease

¹Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Kagoshima University Graduate School of
Medical and Dental Sciences

²Department of Oral and Maxillofacial Prosthodontics, Kagoshima University Graduate School of
Medical and Dental Sciences

○FUJISHIMA Kei², TOKUDA Masayuki¹ and TORII Mitsuo¹

【目的】 歯科領域において *Streptococcus mutans* (以下 *S. mutans*) はう蝕形成の原因菌として周知されている。一方で *S. mutans* は全身への影響として菌血症や心内膜炎等の原因菌としても知られており、近年、*S. mutans* の菌体表層タンパクである Collagen-Binding-Protein (CBP) がコラーゲン線維に付着しコラーゲン線維と血小板の結合阻害を引き起こし出血性脳卒中を増悪させる直接的な病原性因子であるという報告がなされた(Nakano, K et al., Nat. Commun. 2:1-10, 2011)。これまでに *S. mutans* のう蝕発症に関する研究は多くなされているが、全身疾患に及ぼす影響については十分な検証がなされておらず、全身への影響についてのさらなる検討が必要である。そこで申請者は *S. mutans* の全身性に影響を及ぼす病原性因子を考慮し、*S. mutans* の全身疾患への関与、及び全身疾患を引き起こすメカニズムの解明という観点から、*S. mutans* の細胞に対する付着能に着目した。本研究では、*S. mutans* の細胞への付着能が全身疾患に影響を及ぼす重要な病原性因子の一つであると考え、*S. mutans* の細胞への付着メカニズムの解明を目的とする。

【方法】 *S. mutans* の種々の細胞への付着能に関して、菌体表面に発現する表層タンパクに着目した。*S. mutans* の表層因子としてペリクルへの付着能を有する PAc、脳卒中に関連する因子 CBP、グルカン結合タンパク GTFs 等が報告されているが、ゲノム上にはまだ未解析の細胞表層タンパクをコードする遺伝子が多数存在している。その中で、菌体内で生成されたタンパクを菌体表面へと局在化させる Sortase に着目した。*S. mutans* は SortaseA を所有し、SortaseA 依存性の表層タンパクとして、FruA、SpaP、WapA、WapE、GbpC、DexA の 6 つが存在する。これらのタンパク発現を制御する遺伝子欠損変異株を作製し、Hela 細胞に対する付着能検証を行った。

細菌付着試験方法 96 穴プレートにおいてコンフルエントに達した Hela 細胞に対して *S. mutans* UA159 野性株及び作製した遺伝子欠損変異株を添加し 1~2 時間反応させた。反応後上清を除き PBS で洗浄し、Trypsin/EDTA により細胞をプレートから剥がした。その後 TSA 培地にプレーティングし、生えてきたコロニー数のカウントを行い付着率の算定を行った。

【結果】 *S. mutans* UA159 野性株と菌体内で生成されたタンパクを菌体表面へと局在化させる SortaseA を制御する *sortaseA* 遺伝子欠損変異株との比較では、*sortaseA* 遺伝子欠損変異株において Hela 細胞への付着率の低下が認められた。*sortaseA* 遺伝子欠損変異株において付着率の低下が認められたことから、6 つの SortaseA 依存性表層タンパクのうち細胞付着に関与するタンパクを確定させるために細菌付着検証を行ったところ、WapA を制御する *wapA* 遺伝子欠損変異株において付着率の低下が認められた。

【考察】 これまでの検証により、*S. mutans* UA159 株において、Hela 細胞への付着に関して、菌体内で生成されたタンパクを菌体表面へと局在化させる SortaseA の関与が示唆され、さらに、6 種の SortaseA 依存性表層タンパクのうち、WapA の関与が示唆された。今後は real-time PCR にて *S. mutans* UA159 野性株及び *sortaseA* 遺伝子欠損変異株において *wapA* 遺伝子発現解析を行い、Hela 細胞に対する *S. mutans* UA159 の付着メカニズムの解析を行う。また、*S. mutans* の実際の血流を介した全身への波及経路を考慮し、感染源である口腔内における歯肉細胞、象牙芽細胞、歯髓細胞、さらに血管内皮細胞での細菌付着試験を行い、*S. mutans* の全身疾患への影響検証を進める予定である。

問題 (欠陥) を有する歯冠修復物のモニタリングの長期臨床成績

¹⁾ 長崎大学病院医療教育開発センター、²⁾ 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科齲蝕学分野
○久保至誠¹⁾、林 善彦²⁾

Long-term Clinical Performance of Monitoring of Defective Restorations

¹⁾ Medical Education Development Center, Nagasaki University Hospital

²⁾ Department of Cariology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences
○KUBO Shisei¹⁾, HAYASHI Yoshihiko²⁾

【研究目的】

歯冠修復に関する治療の約 6 割を再治療が占めている。歯冠部のう蝕が減少しているため、この割合は今後さらに増加することが想定される。しかし、原因が除去されなければ、再修復しても再発の可能性は高い。さらに、再修復によって窩洞サイズが大きくなるだけでなく、良好な経過を示していた別部位に問題が生じる危険性も増大する。残念ながら、根拠に基づいた客観的で再現性のある再修復や補修復の判定基準は確立されていないのが現状である。われわれは Minimal Intervention の理念とエビデンスに基づくう蝕治療の合理的な診療ガイドの構築を目的とし、臨床研究 (修復および補修復の臨床成績、問題を有する修復物のモニタリング成績、う蝕の進行速度調査など) に取り組んでいる。今回は、モニタリングの長期臨床成績に関する調査結果を報告する。

【材料ならびに方法】

1995 年以降、発表者の担当患者 70 名 (男性 27 名、女性 43 名、モニタリング開始時平均年齢 61 歳) に認められた臨床的許容範囲内の問題を有する修復物・補綴物 287 例のモニタリングを行ってきた。患者はほぼ定期的に受診しており、原則的に 1 年ごとに口腔内写真撮影を行いながらフォローアップしている。2013 年 3 月から 12 月までにモニタリングしてきた修復物の動向と FDI の基準に基づいた評価を行った。この期間に病気、転居、死亡等で調査できなかった症例は打ち切りとして扱った。また、モニタリングしていた問題点以外の理由で再治療がされた場合も打ち切りとして扱った。生存時間はモニタリングを開始した年月日から補修復または再治療 (抜歯も含む) された日あるいは最終来院日までとした。カプラン・マイヤー法と Cox 比例ハザードモデル (説明変数: 患者の性別、年齢、再治療のリスク、歯種、修復物・補綴物の種類および問題点の種類) を用いて得られたデータの生存分析を行った。

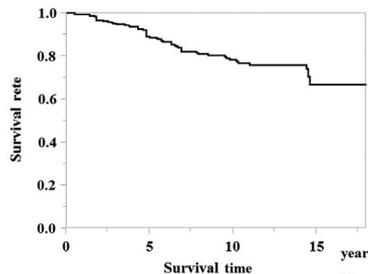
【結果ならびに考察】

モニタリングの対象となった症例は、直接修復が 209 例、インレーやアンレーなどの間接修復が 15 例、全部被覆冠が 63 例であった。修復物に関する問題点では、コンポジットレジン修復 (CR) が症例の 62% (178 例) を占めていたので、辺縁着色が 89 例と最も多かった。次いで、う蝕が 62 例で、CR を除いた修復物では最も多い問題点であった。他は辺縁破折・不適合: 24 例、破折 (歯、材料): 24 例、歯内治療に起因する問題: 23 例、摩耗 (歯、材料): 20 例、変色 19 例などであった。調査期間中に評価できなかった症例は 14 例あり、打ち切りの総数は 35 例であった。58 例に再治療が行われ、10 年後の生存率は 78% と推計された (Fig.)。比例ハザードモデル解析により、年齢、再治療リスク年齢と問題点の種類がモニタリングの成績に大きな影響を及ぼしていることが明らかになった (Table)。70 歳以上の患者の 10.3 年後の生存率は 41% であった。また、う蝕と歯内治療に起因する問題の 10 年後の生存率は約 50% と他の問題に比較して低かった。さらに、高リスク患者の 10.2 年後の生存率は 53% と推計された。カプラン・マイヤー法による分析では修復物と補綴物の生存率に有意な差が認められたが、比例ハザードモデルでは有意ではなかった。リスクと問題点の分布の相違がこの原因と考えられた。

【結論】

問題点の進行速度が遅い症例が多いことから、モニタリングを行うことによって修復・補綴物のみならず歯の延命につながる事が示唆された。

本研究は JSPS 科研費 23592802 の助成を受けたものである。



Variable	p-values
Gender	0.757
Retreatment risk	<.001
Age	0.001
Tooth type	0.250
Restoration type	0.408
Reasons	0.002

セルフエッチングシステムを用いた歯頸部レジン修復物の長期臨床成績

東北大学大学院歯学研究科口腔修復学講座歯科保存学分野
○笹崎 弘己、遠藤 達雄、齋藤 正寛

Long Term Clinical Assessment of Cervical Resin Restorations treated with Self-etching System
Division of Operative Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tohoku University Graduate School of
Dentistry

○SASAZAKI Hiromi, ENDO Tatsuo and SAITO Masahiro

【研究目的】 レジン修復物の予後を左右する因子として、漏洩による着色、二次う蝕、歯髄刺激、脱離などが数多く報告されている。これらの問題を解決するため、セルフ・エッチング・プライマー・システムが開発されてきたが、長期にわたる臨床成績は不明である。そこで本研究では、USPHS criteria に準じた評価基準とレプリカ SEM 観察を併用することにより、歯頸部レジン修復の臨床成績ならびに辺縁部適合状態を長期にわたり経時的に観察した。また、セルフ・エッチング・プライマー・システムの長期耐久性を検討するため、10年以上のレジン修復物の長期臨床成績について検討し、さらにセルフ・エッチング・プライマーのエナメル質接着性を解析するため、窩縁部エナメル質の適合状態をリン酸処理と比較検討した。

【実験材料および方法】 東北大学歯学部附属病院保存修復科外来患者の中から、事前に十分なインフォームドコンセントを行い、了解が得られた後、修復を行った。

WSD 窩洞、V 級窩洞、歯頸部ウ蝕窩洞

ダイヤモンドポイント (#340s, 440, 440s, 440ss : Shofu) にて窩壁を一層削除またはウ窩を開拡した後、ラウンドバー (#1~5 : Shofu) とカーボランダムポイント (#44 : Shofu) にて窩壁を整理および窩縁斜面を付与した。

窩洞形成終了後、簡易防湿を行い、水洗乾燥を行った後以下の方法にてコンポジットレジンを充填した。

・Fluoro bond 使用群

FB primer (Batch No. A: 049839, 069609 B: 049846, 069612: Shofu) にて窩洞を 10 秒間処理した後に、FB bond (Batch No. 039843, 069612: Shofu) を一層塗布し照射器 Acta (白水貿易) にて 20 秒間照射した。

・リン酸処理併用 Fluoro bond 使用群

窩洞を Etchant (Batch No. 099163: Shofu) にて 60 秒間処理し 10 秒間水洗 10 秒間乾燥した後、Fluoro bond 使用群と同様の処理を行い光硬化型コンポジットレジン Lite Fil II A (Shofu) を充填し、前群と同様に重合させた。

臨床評価方法

充填後、定期的にリコールし、Fluoro bond 使用群 39 窩洞、リン酸処理併用 Fluoro bond 使用群 27 窩洞に関して、USPHS criteria に準じた臨床成績の評価およびレプリカ法で辺縁部の適合状態の SEM 観察を行った。経過日数は Fluoro bond 使用群で最長 5463 日、リン酸処理併用 Fluoro bond 使用群で最長 4919 日まで観察した。

【結果及び考察】

1. セルフ・エッチング・プライマーを用いたボンディングシステムは 10 年以上の長期にわたり脱落した症例は非常に少なく良好な結果を示し、観察したすべての症例で自発痛や冷水痛、温熱痛、打診痛、咬合痛、歯肉傷害などの臨床的不快症状の発現はみられなかった。また、エナメル質にリン酸処理を併用することにより初期のエナメル質との接合状態に改善が見られた。
2. リン酸処理による長期臨床成績を比較検討した結果、初期におけるエナメル質に対する接合状態に差は見られ、またステップの発現時期もリン酸処理を併用したもので有意に発現時期が遅れた。しかし、長期観察において修復物の脱落した症例数に差は見られなかった。

以上の結果より、セルフ・エッチング・プライマーシステムはエナメル質に対する脱灰効果は不十分であるが、象牙質に対する接着強さが向上しているため、長期にわたる臨床成績が安定していることが示された。

【結論】

1. 長期にわたる臨床経過観察により、レジン修復におけるセルフ・エッチング・プライマーの有効性が確認された。
2. セルフ・エッチング・プライマーシステムを用いたレジン修復物は、辺縁部にステップが生じるなど問題点も見られるが、長期的には脱落例が少なく良好な臨床成績を示した。

下顎切歯の咬耗と象牙質露出の測定

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科歯科保存修復学分野
○神農泰生、西谷佳浩、吉山昌宏

Measurement of tooth attrition and dentin exposure of lower incisor

Department of Operative Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and
Pharmaceutical Sciences

○YASUO SHINNO, YOSHIHIRO NISHITANI, MASAHIRO YOSHIYAMA

【目的】

近年、抗加齢医学の重要性とともに研究が進展している Tooth Surface Loss (TSL) において、咬耗は主題の一つとされている。咬耗罹患者の主な症状に知覚過敏症があり、これは咬耗による象牙質露出が深く関わっている。しかし、象牙質露出量に関して正確に測定することはこれまで余り行われておらず、TSL における基礎研究のためには測定方法の開発は必要になると考えられる。

本研究では咬耗と象牙質露出の関係について解明することを主目的として、下顎切歯における咬耗総面積と象牙質露出量の関連を検討するとともに、コンピュータを用いた測定方法の有用性について考察した。

【材料と方法】

ヒト抜去歯から咬耗を認める下顎切歯を試料として用いた。試料を洗浄、エアブローによって乾燥後、デジタルマイクロスコープ (VH-5500、KEYENCE) を用いて咬耗面に水平に観察した。その後ソフトウェアにて咬耗部、および露出象牙質部を指定し、面積を測定した。試料数は 20 とした。

【結果と考察】

測定結果は咬耗総面積が $7.31 \pm 1.95 \text{mm}^2$ 、露出象牙質面積が $1.42 \pm 0.85 \text{mm}^2$ であった。咬耗総面積に対する露出象牙質面積の割合は $18.75 \pm 8.50\%$ であった。下顎切歯の場合、咬耗部分の 20%弱が象牙質であり、この平均のラインを象牙質知覚過敏症の罹患者の臨床症状と比較することで TSL における象牙質知覚過敏症の判断基準に応用されることが期待できる。

試料には水平に咬耗が認められるグループ (A グループ)、近遠心方向へ傾斜して咬耗が認められるグループ (B グループ)、唇舌方向へ傾斜して咬耗が認められるグループ (C グループ) の 3 つの傾向が認められた。これらのグループ毎の咬耗総面積と露出象牙質面積の割合を表に示す。A グループは B、C グループと比較して象牙質露出面積比が高かった。これは、唇舌、近遠心傾斜ともに、傾斜して咬耗する事でエナメル質咬耗部分の面積が水平に傾斜する場合よりも増加することを示唆している。

Group	Tooth attrition(mm ²)	Dentin expose(%)
A	7.97±2.46	22.92±10.22
B	6.42±1.80	15.48±6.84
C	7.04±0.73	15.23±3.68

Table Tooth attrition and Dentin expose of lower incisor

また、コンピュータを用いた測定方法は、詳細に咬耗面積に占める露出象牙質面積の比率を測定することが可能であり、今後の臨床疫学研究に応用する事が期待される。しかし、今回の方法では、咬耗部分の指定は自動化されておらず、スクリーニングに代表される大量の試料の計測を行うには時間がかかると思われる。そのため、今後はコンピュータによる咬耗部分の自動的な検出方法の開発などを行うことが必要であると考えられる。

【結論】

下顎切歯は水平に咬耗した場合に、より多くの象牙質が露出していた。またコンピュータを用いて咬耗部を詳細に測定することが可能であり、臨床研究への応用の可能性が示唆された。

リン酸カルシウム系ペーストの歯質ケア材としての有用性

第1報：ミネラル成分のヒト抜歯歯脱灰歯質への移行について

鶴見大学歯学部口腔解剖学講座¹⁾、保存修復学講座²⁾
○千葉 敏江¹⁾、林 応璣²⁾、下田 信治¹⁾、桃井 保子²⁾

Applicability of Calcium Phosphate Based Paste as a Tooth Care Material
Report 1: Transition of Mineral Component into Demineralized Extracted Human Teeth

Department of oral anatomy¹⁾, Department of Operative Dentistry²⁾
Tsurumi University School of Dental Medicine
○Chiba toshie¹⁾, Hayashi oki²⁾, Shimoda Shinji¹⁾, Momoi Yasuko²⁾

研究目的：リン酸四カルシウム(TTCP)と無水リン酸水素カルシウム(DCPA)は、水が加わるとハイドロキシアパタイト(HAp)に転化する。この機序を知覚過敏抑制に応用した製品が、粉-液タイプのティースメイト®ディセンシタイザー(クラレノリタケデンタル)であり、Nomuraら(2013)¹⁾によりその象牙細管封鎖性が確認されている。本研究の評価対象であるティースメイト®APペースト(以下APペースト、クラレノリタケデンタル)は、TTCPとDCPAに水は加えず、グリセリンとポリエチレングリコールを加えペースト化し、これにフッ化ナトリウム(NaF)を添加した。弱アルカリ性のリン酸カルシウム系ペーストである。今回私たちは、本ペーストが歯質ケア材として有用か否かを検討する第一段階として、まず、本材のミネラル成分(Ca, P, F)が脱灰エナメル質および象牙質にどのように移行するかを観察した。

材料および方法：抜去後水中で冷暗所保管していたヒト大白歯を用いた。エナメル質と歯冠象牙質の研削平坦面(耐水研磨紙, #1500)に被験面を設定し、被験面以外をマニキュアで被覆した。次いで、歯を50mMの酢酸水溶液に浸漬し37°Cの環境下で被験面を3日間脱灰した。その後、被験面を2分割するよう歯を半切し、半切歯の被験面以外をマニキュアで被覆し試片とした。被験面にAPペーストを塗布した試片を“AP塗布試片”とした。APペーストの塗布は、同一術者が歯ブラシを用いて20秒間、1日3回2週間連続で行い、試片は塗布時以外人工唾液中に保管した。また、被験面に手を加えず人工唾液中に保管しただけの試片を“無塗布試片”とした。全ての試片を、エポキシ樹脂に包埋した後、被験面に垂直に精密切断機アイソメット(ピューラー社)で薄切し、切断面を鏡面研磨した。切断面において、エナメル質および象牙質の表層から歯質内100μmの深さまでの領域に、27か所の測定点を設け、各点におけるCa, P, Fを電子プローブマイクロアナライザー(EPMA)で定量的に分析した。エナメル質と象牙質におけるAP塗布と無塗布試片のCa, P, F量の有意差を、Student t-test(有意水準1%)で検定した。また、走査電子顕微鏡(SEM)による被験面の観察を合わせて行った。

結果および考察：下表は、エナメル質および象牙質における各ミネラルイオンの量を、AP塗布と無塗布試片で比べ有意差検定した結果である。**はAP塗布の方が無塗布試片よりミネラルイオンが有意に多かったことを示し、-は逆に有意に少なかったことを示し、nsはAP塗布と無塗布試片に有意差が認められなかった事を示す。無塗布に比べAP塗布試片は、エナメル質においてはFの量が有意に多く、Pは有意に少なく、Caは差が明らかでなかった。象牙質において

	Ca	P	F
enamel	ns	-	**
dentin	**	**	ns

Table 1
Statistical significance found in each element (Ca, P, F) for enamel and dentin with and without application of APpaste.
** : p<0.01
ns : not significance

は、AP塗布試片は、CaとPが有意に多く、Fについては差が明らかでなかった。すなわち、歯質とAPペーストとの界面から歯質内に、少なくとも100μmの領域までは、エナメル質においてはFイオンが、象牙質においてはCaとPイオンが移行していた事となる。SEM観察では、無塗布面に比べAP塗布面では、析出物がより多くの象牙細管開口部を封鎖している様子が確認できた。これにより、APペーストは、ティースメイト®ディセンシタイザーと同様、外来刺激の歯

髄への伝播経路を遮断し得ると思われた。

まとめ：リン酸カルシウム系ペーストである弱アルカリ性のAPペーストは、エナメル質においてはFイオンが有意に移行し、象牙質においてはCaとPイオンが有意に移行することがわかった。この事は、本材の歯質ケア材としての有用性を示唆するものであった。

1) NOMURAら(2013), Effect of Various Materials on Dentin Permeability for the Treatment of Dentin Hypersensitivity, 日歯保存誌 56 : 516~525.

COI開示：本研究発表に関連し鶴見大学歯学部保存修復学講座所属の共同発表者が開示すべきCOI関係にある企業は、クラレノリタケデンタル(株)である。

隣接面のプラークコントロールに関する研究

第9報 各種口腔清掃用具組み合わせによる人工歯隣接面のプラーク除去効率

鶴見大学歯学部 保存修復学講座

○大塚 良子, 中野 正寛, 菅原 豊太郎, 植松 裕美, 臼井 エミ, 桃井 保子

Study on plaque control in interproximal area

Part 9 : Plaque removal efficacy for combination of oral care products in interproximal area using model teeth

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○OTSUKA Ryoko, NAKANO Masahiro, SUGAWARA Toyotaro, UEMATSU Hiromi, USUI Emi, MOMOI Yasuko

緒言: 私たちは、隣接面のプラークコントロールの重要性を広く認識してもらうことを目的に、各種口腔清掃用具の隣接面への到達程度とそのプラーク除去効果を検討してきた。これまでに、歯ブラシ、デンタルフロス、ホルダー型フロス、歯間ブラシ、ワンタフトブラシを、それぞれ単独使用で検討し、結果を報告してきた(第 62 回日本口腔衛生学会・総会、第 137~140 回日本歯科保存学会学術大会)。今回は、歯ブラシと他の清掃用具を組み合わせた場合の隣接面におけるプラーク除去効率を比較検討した。

材料と方法: 保存修復用顎模型(D18FE-500E, ニッシン)の着脱式メラミン歯(ニッシン)下顎左側第一大臼歯を用い、近心の歯肉縁下の歯面を含めて被験面とした。被験面に人工プラーク(ニッシン)を塗布した後、メラミン歯をファントムに設置した頬粘膜ボックス内の顎模型に装着し、歯ブラシ(タフト 24 MS, オーラルケア)で頬側および舌側から各 15 秒間、約 30 ストロークでブラッシングした。その後、A: ワンタフトブラシ(Tuft : BUTLER #01S シングルタフト, サンスター)、B: 歯間ブラシ(IDB : オリジナル歯間ブラシ SS, テペ)、C: デンタルフロス(Floss : Rucello unwaxed, ジーシー)、D: ホルダー型デンタルフロス(Holder : DENT. EX ウルトラフロス S タイプ, ライオン)、E: Tuft と IDB、F: Tuft と Floss、G: Tuft と Holder、H: IDB と Floss、I: IDB と Holder の組み合わせでブラッシングとフロッシングを行なった。なお、歯ブラシによるブラッシングのみを行なった群を Br とした。各々の清掃用具は過去の報告に基づき使用した。試験は、経験年数の異なる歯科医師と歯科衛生士 5 名が、Br, A~I をランダムに各 5 回行うことにより実施した。デジタルカメラ(Nikon D100)で試験前後の被験面を撮影し、画像分析ソフト(Adobe photoshop CS5)でプラーク除去効率を算出した。結果は、一元配置分散分析、Tukey's HSD test(有意水準 5%)で分析した。

結果と考察: プラーク除去効率(n=25)を Fig. 1. に、統計的有意差を Table 1. に示す。すべての組み合わせで除去効率は、歯ブラシ単独に比べ有意に向上した。歯ブラシとワンタフトブラシおよび歯ブラシと歯間ブラシの組み合わせは、他の清掃用具を加えることで除去効率が向上した。歯ブラシとホルダー型を含めデンタルフロスの組み合わせでは、他の清掃用具を加えても除去効率の向上は認められなかった。本研究においては、対象が正常歯列という研究限界はあるが、Floss を併用した群は 9 割以上の除去効率を示した。

まとめ: 隣接面のプラークコントロールにおいて、歯ブラシとデンタルフロスの併用は除去効率が高く、ワンタフトブラシや歯間ブラシは他の清掃用具を組み合わせてもデンタルフロスの組み合わせには及ばなかった。

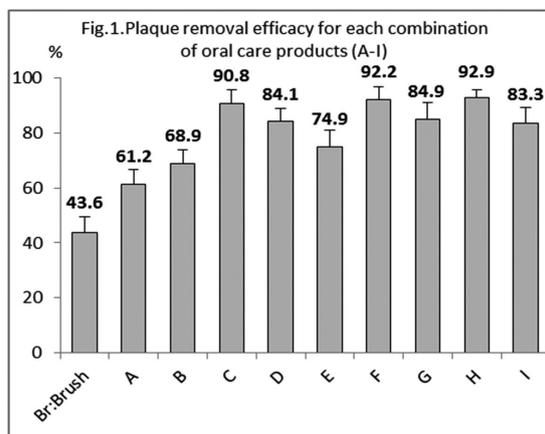


Table 1. Significant differences between each condition (*p<0.05)

	Br	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Br: Brush										
A: Brush+Tuft	*									
B: Brush+IDB	*	*								
C: Brush+Floss	*	*	*							
D: Brush+Holder	*	*	*							
E: Brush+Tuft+IDB	*	*		*	*					
F: Brush+Tuft+Floss	*	*	*		*	*				
G: Brush+Tuft+Holder	*	*	*			*	*			
H: Brush+IDB+Floss	*	*	*		*	*	*	*		
I: Brush+IDB+Holder	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

青色励起光源を利用した3種試作励起蛍光う蝕象牙質認識・除去システムについて

昭和大学歯学部歯科保存学講座総合診療歯科学部門
○勝又桂子、山田 理、瀧野浩之、伊佐津克彦、長谷川篤司

Three prototype fluorescent carious dentin recognition and removal systems that utilize blue light source

Department of Conservative dentistry, Division of Comprehensive Dentistry,
Showa University School of Dentistry

○KATSUMATA Keiko, YAMADA Michi, TAKINO Hiroyuki, ISATSU Katsuhiko, HASEGAWA Tokuji

【緒言】

う蝕罹患歯質を最小限除去して歯冠修復を行う、いわゆるMI (minimum intervention)の概念が推奨され、う蝕象牙質を認識する指標として染色液が一般的である。演者らは染色液を使用せずう蝕罹患歯質を認識する方法として波長約405nmの青色励起光を提唱、報告(131回、132回、133回日本歯科保存学会)するとともに、その概念に基づいた試作う蝕象牙質認識除去システムを報告してきた(134回、140回日本歯科保存学会)。本研究では、臨床応用を考慮して3種類のう蝕象牙質認識除去システムを試作し、これらのう蝕象牙質識別および罹患歯質削除性能を比較検討した。

【材料と方法】

LASER Diode 光源—超音波発振器う蝕象牙質認識除去システム(以下LD-U S)は、最大出力90mWのLASER制御器を本体躯体内に装備し、専用ホースのハンドピース側先端に内蔵されたLASER光源から照出される波長405nmのLASER光をハンドピース内部グラスファイバーで導光して術野に供給できるように設計、試作した。また、Light-Emitting Diode 光源—超音波発振器う蝕象牙質認識除去システム(LED-U S)は、高輝度の青色LEDをハンドピース先端部に装備する。上記2種システムはいずれも歯科用多目的超音波発振器ENAC(OSADA社)に装着するように設計、試作した。加えて、LASER Diode 光源—マイクロエンジンう蝕象牙質認識除去システム(以下LD-ME)は、LD-U Sと同様のLASER制御器を本体躯体内に装備し、専用ホース先端のLASER光源から照出される波長405nmのLASER光をマイクロエンジン用コントラングルハンドピース内部グラスファイバーで導光して術野に供給できるように設計、試作した。これらのハンドピースは着脱後、いずれも臨床応用を考慮してオートクレープによる高圧蒸気滅菌が可能な仕様とした。

象牙質う蝕を有するヒト抜去歯30本を無作為に10本ずつ3組に分け、ニッシン社製顎模型の相当部位に植立し、即時重合レジン(UNIFAST III:G C社)で固定した後、マネキン(ニッシン社製)に装着した。LD-U S, LED-U Sの群では、ハンドピースに装着した試作球形ダイヤモンドチップで、LD-ME群ではコントラングルハンドピースに装着した#3球形スチールバーで、肉眼で赤く識別できた歯質を注水下にて慎重に削除した。う蝕歯質除去する部位はエナメル象牙境を含まない象牙質面とし、その範囲を直径3mmの市販穴あけパンチで規定してその周囲の健全象牙質を露出させてから最終の切削を行った。最終切削後、まず青色のCaries Checkで染色して染色範囲を確認し、不染色の部分があればCaries Detectorで染色して範囲を確認した。

【考察と結論】

本研究にて青色励起光によるう蝕罹患歯質の識別と除去範囲は、Caries CheckやCaries Detectorの染色範囲とは一致せず、これら染色液によるう蝕象牙質の識別とは異なることが示唆された。

波長掃引光干渉断層撮影 (SS-OCT) による人工初期エナメル質う蝕の検出

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門¹,

昭和大学歯学部歯科保存学講座歯科理工学部門²,

昭和大学歯学部口腔病態診断科学講座歯科放射線医学部門³, 吉田製作所⁴

○山口純世¹, 片岡 有², 細川真弓⁴, 鹿熊秀雄⁴, 佐野 司³, 宮崎 隆², 真鍋厚史¹

Detection of artificial enamel subsurface lesions by Swept Source Optical Coherence Tomography

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology¹, Division of Biomaterials and Engineering², Department of Oral Diagnostic Sciences, Division of Radiology³, Showa University School of Dentistry, Yoshida Dental Mfg.⁴

○YAMAGUCHI Sumiyo¹, KATAOKA Yu², HOSOKAWA Mayumi⁴, KAKUMA Hideo⁴,
SANO Tsukasa³, MIYAZAKI Takashi², MANABE Atsufumi¹

【目的】

光干渉断層撮影 (Optical Coherence Tomography; OCT) は、人体に安全かつ被爆の影響のない中心波長 1,310nm の近赤外光を用いて、非侵襲性に対象物の精緻な断層像を得ることができる最先端の医療撮影法であり、近年、眼科領域で広く利用されている。歯科領域においても臨床活用が期待されているが、未だ実用化に至っていない。旧来より実質欠損を伴わない初期エナメル質う蝕の検出は困難であり、その進行度を客観的に評価する方法はなかった。そこで我々は、OCT の中でも高速かつ最も分解能が高く、高解像像が得られる波長掃引光干渉断層撮影 (Swept Source OCT; SS-OCT) を用いて、エックス線撮影法では検出不可能であった人工初期エナメル質う蝕表層下の脱灰に伴う変化をリアルタイムに検出し、ミネラル分布およびミネラル密度と照合することにより初期エナメル質う蝕の進行状態の解析を行った。

【材料と方法】

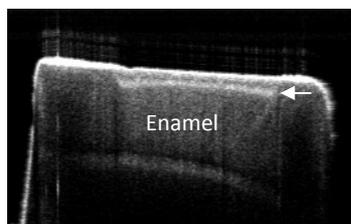
ウシ前歯からブロック試片を切り出し、唇側エナメル質表面を耐水研磨紙にて #1500 まで研磨した。次いで、エナメル質中央部が露出するよう周囲にバーニッシュを塗布し、ここに乳酸二層法を応用した様々な進行度の表層下脱灰層を作製した。これらの試料については、作製後ただちに SS-OCT にて観察するとともに同部位の切断面の微細構造を走査型電子顕微鏡 (FE-SEM) にて観察した。また、縦断面についてはラマン分光分析および電子線マイクロアナライザ (EPMA) を用いて表層下脱灰層での Ca および P 元素の分布を測定した。さらに、試片より厚さ 100 μ m の切片を切り出し、Contact Microradiogram (CMR) 撮影によりミネラルプロファイルを作成して脱灰深度およびミネラル密度を測定した。

【結果および考察】

SS-OCT 像での健全エナメル質は、最表層に研磨による高輝度線が一層観察された。それに対して、脱灰した部位には Fig. の矢印に示すように、表層の高輝度線の下方にもう一本の高輝度線を認め、下方のラインはミネラル密度が低下している層と健全歯質との間に出現していた。また、脱灰の進行に伴いこの二本線の境界は不明瞭となり、欠損を形成する直前の状態では上下の高輝度線は一本の太い線として検出された。脱灰初期の試料ではエナメル象牙境を鮮明に確認することができたが、脱灰が進行するにつれて表層下脱灰層での光の乱反射が影響して内部の断層像が僅かに不鮮明になる傾向にあった。

本研究により、SS-OCT を初期エナメル質う蝕の white spot に応用することでエナメル質表層下脱灰とその進行度を客観的に判定し、初期エナメル質う蝕を検出する新しい方法となりえることが示唆された。今後、臨床応用にむけて画像の再現性を高めていくとともに、表層下脱灰層の微小硬さ試験および結晶成分分析を予定している。

Fig. SS-OCT image of artificial lesions



前処理としての熱刺激条件の違いが象牙芽細胞様細胞の熱耐性能に与える影響

¹九州歯科大学 口腔機能学講座 口腔保存治療学分野

²福岡歯科大学 口腔治療学講座 歯科保存学分野

○諸富孝彦¹, 阿南 壽², 北村知昭¹

Effects of different temperatures of heat stress as pre-treatment on the thermotolerance of odontoblast-lineage cells

¹Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Department of Oral Functions, Kyushu Dental University

²Section of Operative Dentistry and Endodontology, Department of Odontology, Fukuoka Dental College

○MOROTOMI Takahiko¹, ANAN Hisashi², KITAMURA Chiaki¹

【目的】

生活歯の窩洞形成時に生じる発熱は、象牙質-歯髄複合体に傷害を与えることが知られている。歯髄は周囲を硬組織に囲まれた特殊な環境下にある応答性の低い組織であるため、歯髄の熱耐性を向上させることは、歯髄を保存し健全な歯の機能を維持する上で有意義である。これまでに我々は、歯髄由来細胞に軽度の熱刺激（41℃）を長時間（12時間）与えることにより、細胞周期の停止と熱ショックタンパク質（HSPs）の発現を誘導することで致命的な熱刺激への耐性が向上することを報告した（第132回日本歯科保存学会春季学術大会、Arch. Oral Biol. 2014）。また、より短時間である20分間の41℃での熱刺激でも、3～9時間経過後に熱耐性が向上することを報告した（第134回日本歯科保存学会春季学術大会）。今回、我々は歯髄細胞の熱耐性向上に有効な前処理としての軽度熱刺激の温度範囲を探るため、これまで検討してきた温度より低い39℃の熱刺激が象牙芽細胞様細胞の熱耐性を41℃の熱刺激と同様に向上させることができるか否か検討した。

【材料および方法】

本研究にはラット下顎切歯由来象牙芽細胞様細胞株（KN-3）を用いた。KN-3細胞を培養容器に播種後、 α -MEM（10%ウシ胎仔血清添加）を用いて5% CO₂, 37℃の条件下で24時間培養した。その後、5% CO₂条件下で37℃, 39℃および41℃の各温度で細胞を培養し、1, 2, 3日後にセルカウンターを用いて細胞数を確認した。次に各温度の軽度熱刺激による熱耐性誘導能を確認するため、KN-3細胞に39℃または41℃の軽度熱刺激を3, 6, 12時間加え、直後に49℃・10分間の致命的な熱刺激を加えた。その後再び5% CO₂, 37℃の通常条件下で各細胞群を培養し、経時的に細胞形態を観察し細胞数を確認した。また生存細胞はウェスタンブロッティング法を用いて、各タンパク質の発現を確認した。

【結果】

KN-3細胞を41℃で培養すると、37℃の通常培養条件下と比較し有意な細胞増殖速度の低下が確認された。一方、39℃で培養した際には、37℃と比較し細胞数の変化に有意差は認められなかった。

比較群である37℃の通常条件下で培養した後に49℃・10分間の致命的な熱刺激を加えた細胞は、3日目までに死滅した。39℃で3, 6, 12時間の軽度熱刺激を加えた後に49℃・10分間の熱刺激を加えた細胞群も、その後3日目までに死滅した。一方、41℃で12時間の軽度熱刺激後に49℃・10分間の熱刺激を加えた細胞は、一過性の細胞数減少後に再び増殖し、これらの細胞は象牙芽細胞分化マーカーを発現することが確認された。

【考察】

41℃の温度条件下ではKN-3細胞の増殖能が有意に低下していた反面、39℃の温度条件では、37℃の通常培養条件と比較して細胞増殖能に差は認められなかった。また、41℃・12時間の前処理としての軽度熱刺激によりKN-3細胞は致命的な熱刺激に対する耐性を獲得していたが、39℃の熱刺激では3, 6, 12時間のいずれでも熱耐性向上効果が認められなかった。以上の結果から、前処理としての軽度熱刺激による歯髄耐性向上のための温度条件は範囲に限りがあり、臨床応用を実現するためには適切な温度の熱刺激を正確に歯髄組織へと伝える技術の開発が不可欠であることが示された。

【結論】

象牙芽細胞様細胞への致命的な熱刺激に対する耐性向上のためには、適切な温度の軽度熱刺激が必要である。

ヒストン脱アセチル化酵素阻害剤による象牙芽細胞前駆細胞株の分化誘導

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¹,
口腔構造・機能発育学系保健衛生学分野², 生体機能・病態学系臨床口腔病理学分野³,
口腔機能修復・再建学系高度先進保存学分野⁴
○シャミマスルタナ¹, 植原 治², 吉田光希³, 川上智史⁴, 安彦善裕³, 斎藤隆史¹

Histone deacetylase inhibitors induce differentiation in preodontoblasts cell line

Division of Clinical Cariology and Endodontology¹, Division of Disease Control and Molecular Epidemiology²,
Division of Oral Medicine and Pathology³, Division of General Dental Sciences⁴,
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

○Shamima Sultana¹, Osamu Uehara², Koki Yoshida³, Tomofumi Kawakami⁴, Yoshihiro Abiko³, Takashi Saito¹

【研究目的】

深在性のう蝕は、抜髄せず歯髄を保護する目的で歯髄保存療法を行うのが望ましい。現在、歯髄保存療法剤として水酸化カルシウム製剤を使用して、露髄面に硬組織形成を促進させる直接覆髄法が広く行われている。しかし、その高いアルカリ性のため生体局所での炎症反応や形成された被蓋象牙質の質や形成に要する期間などを考慮すると、改善点は多い。一方、ヒストン脱アセチル化酵素阻害剤 (HDACi) は、悪性腫瘍に対する分子標的薬剤として用いられているが、近年、骨芽細胞の骨形成を促進し、破骨細胞の分化を著しく阻害することが報告されている。しかし、これらのメカニズムが象牙芽細胞前駆細胞の修復組織形成に関与しているか詳細は明らかにされていない。そこで本研究では、エピジェネティクス修飾に関わるHDACiの象牙芽細胞前駆細胞に対する分化誘導について検証した。

【材料および方法】

①細胞培養および試薬調整

HDACiとしてMS-275 (MS; 0.01, 0.1, 1, 10 μ M), パルプロ酸 (VPA; 0.01, 0.1, 1, 10 mM), トリコスタチンA (TSA; 1, 10, 100, 1000 nM) および酪酸 (NaB; 0.01, 0.1, 1, 10 mM) を用いた。象牙芽細胞前駆細胞 (MDPC23) を10%牛胎児血清および2%ペニシリン-ストレプトマイシン含有Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) で培養した。

②細胞増殖能の測定

MDPC23を96ウェルプレートに培養後、DMEMにHDACiを添加、WST-1試薬を用い、マルチプレートリーダーで吸光度を測定した。また、位相差顕微鏡によりMDPC23の細胞形態を観察した。

③遺伝子発現の検討

各試薬を添加し培養したMDPC23からTotal RNAを抽出、逆転写後cDNAの合成、PCR法およびReal time PCR法 (SYBR Green) を用いてmRNAの発現を確認した。ターゲット遺伝子は、修復組織形成に関与していると考えられる遺伝子 (Bmp2, Bmp4, Bmp6, Runx2, Alpl, Bglap, Spp1, Dsp1, Dmp1) について解析した。

④アルカリフォスファターゼ活性・石灰化の観察

各試薬を添加し培養したMDPC23を用いてアルカリフォスファターゼ活性の評価を行った。また、石灰化の評価はアリザリン染色を行った。

【成績および考察】

HDACi添加によりコントロールと比較してRunx2, Alpl, Bmp4およびBmp6の遺伝子発現に有意な増加が認められた ($p < 0.05$)。また、MDPC23に対するHDACiの石灰化促進作用も認められた。本研究で使用したHDACiは、細菌由来の抽出物や代謝産物である。これまで象牙質の石灰化は、歯髄の防御反応によるものと報告されているが、この他にも口腔細菌によって象牙芽細胞前駆細胞がエピジェネティクス修飾 (ヒストン脱アセチル化酵素阻害) されることで石灰化される可能性も考えられる。

【結論】

HDACiは、MDPC23の修復組織形成に関与している遺伝子発現の上昇、アルカリフォスファターゼ活性および石灰化を促進させることが示唆された。