

実験的 *in situ* デンタルバイオフィーム構成細菌の包括的解析

1 大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)

2 大阪大学歯学部附属歯科技工士学校

○和氣菜々子¹, 朝日陽子¹, 町博之², 野杵由一郎¹, 恵比須繁之¹, 林美加子¹

Comprehensive analyses on formation of *in situ* dental biofilms

¹Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

²Osaka University Dental Technology Institute

○WAKE Nanako¹, ASAMI Yoko¹, MACHI Hiroyuki², NOIRI Yuichiro¹, EBISU Shigeyuki¹, HAYASHI Mikako¹

<研究目的>これまで多種多様な *in vitro* デンタルバイオフィーム形成モデルが開発され、それをを用いた研究報告が行われてきた。しかしながら、ヒトの口腔内のデンタルプラークは *in vitro* で形成されたバイオフィームとは異なり、700 種以上の細菌種が存在し、多種多様な口腔内環境や宿主因子に影響される。従って、ヒト口腔内でデンタルプラークを形成し、評価できるモデルを開発し、その形成メカニズムや制御・抑制法を検討することが重要である。そこで今回、我々が新規に開発した口腔内装置を用いハイドロキシアパタイト (HA) ディスク上で実験的デンタルバイオフィームを形成し、その定量分析および 3 次元的検索を行った。さらに、形成したデンタルバイオフィームにおいて 16SrRNA 遺伝子を標的としたシーケンス解析を用いて、その構成細菌を経時的に同定し、包括的な解析を行った。

<材料および方法>本研究は大阪大学大学院歯学研究科倫理委員会の承認を受け、遂行された (承認番号 H24-E4)。同意の得られた被験者 10 人より試料を採取し、実験に供した。口腔内の装置中に固定した 8 つのアパタイトディスク上に形成されたデンタルバイオフィームを経時的 (1、4、8、12、24、48、60、72、96 時間後) に評価した。被験者のブラッシング方法、ブラッシング時間は均一化した。デンタルバイオフィーム構成細菌の定量については、アパタイトディスク上に形成されたバイオフィームを回収後、羊血液寒天培地に播種し、経時的に colony forming unit (CFU) を測定した。また、生菌と死菌をそれぞれ LIVE/DEAD®キットにて染色後、共焦点レーザー顕微鏡 (CLSM) により経時的な 3 次元観察を行った。また得られた CLSM 像より経時的に厚みの測定を行った。さらに、各時間ごとに DNA を抽出後、16SrRNA 遺伝子を標的とし、次世代シーケンサー IonPGM®を用い pyrosequencing を行い、得られたシーケンスデータは QIIME®を用いて解析した。

<成績>1. バイオフィーム形成細菌の生菌数測定および CLSM による定量的 3 次元的解析

バイオフィーム形成細菌数は 12 時間まで急速に増加を示し、その後 48 時間まで少しずつ増加を示し、60 時間後に再び急速に増加し、72 時間後でプラトーに達した。これにより 96 時間後までの細菌の生菌数は 2 相性に増加した。また、CLSM 像より、時間の経過とともにコロニー数が増加し、様々な形態型の細菌種を含み、生菌と死菌の混在したコロニーが観察できた。その厚みの増加はおおよそ生菌数の増加と同様に 2 相性の増加傾向を示した。

2. 構成細菌の包括的同定

被験者 10 人のデータには個人差が認められたが、一定の傾向が認められた。それは、まず門レベルにおいて、16 時間までは Firmicutes 門が優勢であり、その後 48 時間後に Fusobacteria 門および Bacteroidetes 門の割合が増加した。さらに、属レベルではおおよそ 16 時間まで Streptococcus 属が 20%以上を占め、48 時間後以降に Fusobacterium 属および Porphyromonas 属などの偏性嫌気性菌が優勢となり、96 時間後には統計学的に有意に増加していた。(p < 0.05)

<考察および結論>通性嫌気性菌である Streptococcus 属が急速な増加を示した後、バイオフィーム内が嫌気的環境になることで、その後偏性嫌気性菌である Fusobacterium 属や Porphyromonas 属が急速な増加を示したのではないかと考察される。本研究により、ヒトの口腔内で形成した実験的歯肉縁上デンタルバイオフィームの形成は定量的に 2 相性の増加を示し、これはデンタルバイオフィーム中の構成細菌が通性嫌気性菌 (Streptococcus 属) から偏性嫌気性菌 (Fusobacterium 属、Porphyromonas 属) へと細菌叢が変化することにより起こることが明らかとなった。

(本研究の一部は科学研究費補助金 (基盤研究(B) 15H05021, 24390425, 基盤研究(C) 26462878) の補助の下に行われた)

多種イオン徐放性フィラー含有試作アドヒーズプレジンを用いた
直接覆髄法に関する免疫組織化学的研究

¹⁾ 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

²⁾ 日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座

○川嶋 里貴¹⁾, 鈴木 雅也²⁾, 新海 航一²⁾

**Immunohistochemical study on the effects of an experimental adhesive resin contained
multi-ion releasing fillers on the direct pulp-capping**

¹⁾Advanced Operative Dentistry, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata

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

○KAWASHIMA Satoki¹⁾, SUZUKI Masaya²⁾, SHINKAI Koichi²⁾

【研究目的】

S-PRG フィラーは、多機能性ガラス、ガラスアイオノマー相および表面改質層の3層からなり、Na, Al, Si, F, Sr およびBの6種類のイオンを徐放するという機能性フィラーである。SrとBは石灰化促進作用を有することから、S-PRG フィラーを配合したアドヒーズプレジンを直接覆髄材として応用できる可能性がある。これまで我々は、ラット露髄面に対しS-PRG フィラーを含有する試作アドヒーズプレジンを応用した場合、S-PRG フィラー無配合のものと比較して早期に修復象牙質を形成することを報告した(第142回日本歯科保存学会春季学術大会)。そこで本研究では、S-PRG フィラー含有試作アドヒーズプレジンをラット露髄面に応用した際、露髄面の治癒態度に及ぼす影響について免疫組織化学的に検討した。本研究は、本学動物実験倫理委員会の承認を得て行った(承認番号:152)。

【材料と方法】

8~9週齢の雄性SD系ラットの上顎第一臼歯近心咬頭を露髄させ、創面をADゲル(クラレノリタケデンタル)にて5分間処理を行った。次に6%NaClOと3%H₂O₂による交互洗浄を行い、止血を確認してから直接覆髄に移行した。実験群を下表に示す。4種類の試作アドヒーズプレジンは、フルオロボンドシェイクワン(松風)を基本組成とし、各々、S-PRG フィラーを0, 13, 27, 40wt%含有している。まず、A液とB液を1滴ずつ採取して混和した後、露髄面を含む窩洞全面に塗布した。20秒間放置し、エアー乾燥後、Candelux(モリタ)を用いて光照射を10秒間行った。ControlはMTAセメント(プロルートMTA:デンツプライ三金)で覆髄後、窩洞内面処理にフルオロボンドシェイクワンを用いたものとした。次いで、コンポジットレジン(ビューティフィルフロープラスF03:松風)を窩洞に填塞して光照射を40秒間行い、処置を完了した。観察期間(14日と28日)後に屠殺、4%PFA溶液で固定後、摘出した試料を10%EDTA溶液にて脱灰した。通法にてパラフィン連続薄切切片を作製し、免疫組織化学染色(Nestin, HSP-25)を行い、光学顕微鏡を用いて観察した。

【結果および考察】

いずれの実験群においても歯髄組織に炎症性変化を認めず、ほとんどの試料で修復象牙質の形成を認めたが、形成された修復象牙質の量や形状は実験群によって様々であった。観察期間28日においてGroup 2と3は、Controlと同等の完全象牙質橋を認めたが、その厚みは薄くControlには及ばなかった。Nestinの染色では、14日後で、一部の試料にわずかな陽性反応を認めたが、28日後ではいずれの試料にも陽性反応を認めなかった。したがって、S-PRG フィラーから放出されるSrイオンが象牙芽細胞様細胞の分化を促進し、Bイオンが石灰化に関与した可能性が考えられる。また、HSP-25の染色では、多くの試料で14日後と28日後に陽性反応を認めたが、実験群間で差は認められなかった。したがって、露髄させた際の象牙芽細胞の損傷が大きいものの、象牙芽細胞が分化されたことを示唆していると思われる。

【結論】

S-PRG フィラーを含有する試作アドヒーズプレジンは、Controlには及ばないものの、S-PRG フィラー無配合のものと比較して早期に修復象牙質を形成した。免疫組織学的染色の結果、Nestinでは、14日後で一部の試料に陽性反応を認めたが28日後では認めなかった。一方、HSP-25の陽性反応は28日後でも認められた。

Group (n=6)	Experimental adhesive resin	
	Filler contents (wt%)	
	S-PRG filler (3 μm)	Silica filler (1 μm)
Group 1	0	40
Group 2	13	27
Group 3	27	13
Group 4	40	0
Control	MTA cement Fluorobond shakeone	

オフィス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 — 唾液浸潤モデルによる検討 —

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, 高垣裕子³, 向井義晴¹

Remineralization strategy for enamel subsurface lesions by in-office bleaching therapy

— Evaluation with saliva infiltration model —

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, TAKAGAKI Yuko³, MUKAI Yoshiharu¹

【目的】表層下脱灰の形態を有するエナメル質初期齲蝕病巣には唾液由来タンパク質等の有機質が侵入しており、それらが再石灰化の進行を妨げている可能性があるとして指摘されている。我々はエナメル質初期齲蝕病巣に侵入している有機質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¹⁻³。141 回学会大会においては、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質を分解し、効果的な再石灰化を誘導する可能性を報告した。前実験モデルは 14 日間の短期間唾液浸漬を行った表層下脱灰病巣であるが、より実際のエナメル質初期齲蝕表層下脱灰病巣に近づけるため、本研究では、作製した表層下脱灰病巣を安静時唾液中に 28 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効性を 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 5 mm 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 2×3 mm に規定し、以下の 5 群に分けた。1) 基準脱灰病巣群 (D 群) : エナメル質片を脱灰緩衝液 (0.1 M lactic acid, 8 % methylcellulose, 0.2 ppm F, pH 4.6) に 37 °C で 10 日間浸漬して表層下脱灰病巣を作製した。2) 基準脱灰病巣→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 % NaN₃ 添加) に 37 °C で 28 日間浸漬した (神奈川県立歯科大学研究倫理委員会承認番号 第 160 番)。唾液は 1 週間に 3 回交換した。3) 基準脱灰病巣→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 °C 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) 基準脱灰病巣→唾液浸漬→再石灰化群 (DSR 群) : 2) と同様に安静時唾液中に 28 日間浸漬し、その後再石灰化溶液に 28 日間浸漬した。5) 基準脱灰病巣→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中に 28 日間浸漬後、オフィスブリーチング剤である松風 HiLite を適用 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 150 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 (TMR2000, Inspector) 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) 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。

【結果および考察】D 群の結果から、表層に 58 % および病巣体部に 33 % のミネラル密度を有する表層下脱灰病巣が作製されたことが確認できた。また、DS 群ならびに DR 群では、D 群と比較し有意な IML の減少が確認されたことから、28 日間唾液または再石灰化溶液に浸漬することで再石灰化が進行することが確認された。一方、DSR 群は DS 群と比較し有意な IML の減少が確認されたが DR 群とは有意差が認められなかった。これは再石灰化がある程度進行しても唾液成分により抑制がかかる可能性を示している。また、DSBR 群は他の 4 群と比較し有意に減少した。とくに DSBR 群が DSR 群に比較して有意な IML の減少を示した結果は、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。

【結論】唾液成分が浸潤したエナメル質表層下脱灰病巣をブリーチング処理することにより、効果的な再石灰化を誘導できる可能性がある。

- 1) 飯塚純子ら。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 第 1 報 30%過酸化水素水による唾液成分タンパク質の化学的変化。日歯保存誌 55, 127-133, 2012
- 2) Junko Iizuka *et al.*, Chemical alteration by tooth bleaching of human salivary proteins that infiltrated subsurface enamel lesions – Experimental study with bovine lesion model systems-. Dent Mater J 33, 663-668, 2014
- 3) 飯塚純子ら。エナメル質表層下脱灰病巣における唾液由来有機質のラマン分析とブリーチングによる変化 – 審美的な再石灰化療法の開発を目指して –。歯科審美 27, 1-7, 2014

培養ヒト歯髄に対する prostaglandin EP4 レセプターアゴニストの影響

- 1 新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻口腔健康科学講座 う蝕学分野
 - 2 新潟大学大学院医歯学総合研究科 顎顔面再建学講座 組織再建口腔外科学分野
 - 3 東京医科歯科大学医歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 歯髄生物学分野
- 大倉直人¹ 吉羽永子¹ 吉羽邦彦¹ 小田陽平² 興地隆史³

Effect of prostaglandin EP4 receptor agonist on cultured human dental pulp tissue

1Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

2Division of Tissue Regeneration and Reconstruction, Department of Reconstructive Surgery for Oral and Maxillofacial Region, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

3Department of Pulp Biology and Endodontics, Tokyo Medical and Dental University (TMDU) Graduate School of Medical and Dental Sciences
○Naoto Ohkura¹, Nagako Yoshida¹, Kunihiko Yoshida¹, Yohei Oda² and Takashi Okiji³

【研究目的】

Prostaglandin (PG) E₂ は炎症、痛み、組織修復などに重要な役割を演じる生体内調節因子で、歯髄においてもこれらの方面への関与が推定されている。一方、PGE₂ は EP4 などのレセプターと結合することで生理活性を発揮するが、歯髄における PG レセプターの局在や機能については極めて知見に乏しい。我々はこの点に着目し、ヒト歯髄では EP4 が象牙芽細胞や血管周囲組織に発現していること、さらに lipopolysacchhalide 添加により培養ヒト歯髄組織で EP4 mRNA 発現が著明に亢進することを見いだしている。本研究では、歯髄における EP4 を介した PGE₂ の機能の一端を解明することを目的とし、培養ヒト歯髄組織に EP4 アゴニストを作用させ、組織修復への関与が知られる α -smooth muscle actin (α SMA) の発現、および血管新生関連分子の発現への影響を解析した。

【材料と方法】

矯正治療で要抜歯と診断された 18-25 歳男女の智歯を使用した(新潟大学歯学部倫理委員会 承認番号 21-R17-09-10)。抜去歯は厚さ 1mm にスライスした後、EP4 アゴニスト (lubiprostone: 1mM) もしくはコントロールとして EP4 アゴニスト非添加の培養液(10%仔牛血清、ペニシリン、ストレプトマイシン、アスコルビン酸含有 Dulbecco modified Eagle medium) 中で 37°C、CO₂ 濃度 5% で 1 週間培養した。その後、実体顕微鏡下で象牙前質を含むように歯髄組織を単離し、RNA 抽出キット (TRIzol, Life technologies, USA) で mRNA を抽出後、逆転写を行い cDNA を作製した。この cDNA 0.5 μ g を用い、 α SMA、筋線維芽細胞誘導因子として transforming growth factor β 1 (TGF- β 1)、血管新生因子として vascular endothelial growth factor A (VEGF-A)、および内部標準として β アクチンの遺伝子発現をリアルタイム PCR で解析した。さらに、培養歯髄組織をパラフィン切片とし、 α SMA と CD31 (血管内皮細胞マーカー) の発現を酵素抗体法および蛍光抗体法で観察した。

【結果】

Lubiprostone 添加条件での mRNA 発現レベルは、コントロールと比較して α SMA、TGF- β 1 および VEGF-A でそれぞれ 1.56 倍、1.60 倍、2.92 倍に有意に増加した。また、lubiprostone 添加条件下で血管周皮細胞および一部の線維芽細胞様細胞で α SMA 陽性反応が確認された。さらに、lubiprostone 添加条件での CD31 陽性反応は、lubiprostone 非添加の組織と比較して長く、かつ太い傾向を認めるとともに、血管新生初期に認められる tip-cell 様の構造にもシグナルが観察された。

【考察】

Lubiprostone 添加条件では α SMA ならびに TGF- β 1 の mRNA 発現亢進、および血管周皮細胞と線維芽細胞様細胞での α SMA 発現亢進が確認された。これについては、TGF- β 1 が線維芽細胞を α SMA 陽性細胞の筋線維芽細胞に分化させることから、この誘導経路の一部に EP4 が関与していることを示唆する所見と考えられる。一方、VEGF-A の遺伝子発現の増加と、CD31 陽性 tip-cell 様細胞の出現からは、EP4 が血管新生に関与している可能性が示唆される。

【結論】

Lubiprostone の添加によって、培養ヒト歯髄で α SMA、TGF- β 1 および VEGF-A の mRNA 発現が亢進するとともに、血管周皮細胞や線維芽細胞様細胞における α SMA 発現や CD31 陽性 tip-cell 様構造の出現が観察された。

ヒト骨格筋幹細胞を用いた象牙芽細胞分化における 象牙芽細胞擬態マトリックスの役割

○ 尾関伸明, 山口秀幸, 長谷奈央子, 檜山太希, 川合里絵, 茂木真希雄*, 中田和彦
愛知学院大学歯学部歯内治療学講座
*愛知学院大学薬学部生体機能化学講座

Roles of mimicking odontoblast-like cell matrix on odontoblast differentiation of human skeletal muscle stem cells

○ Nobuaki Ozeki, Hideyuki Yamaguchi, Naoko Hase, Taiki Hiyama, Rie Kawai, Makio Mogi* and Kazuhiko Nakata
Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University
*Department of Medicinal Biochemistry, School of Pharmacy, Aichi Gakuin University

【研究目的】

近年、組織特異的な細胞外マトリックス (extracellular matrix : ECM) を培養系に応用して、生体に近い培養・移植環境を3次的に構築する脱細胞化技術が注目を集めている。この技術は、組織から界面活性剤などにより細胞成分を除去し、タンパク質のみを残存させるものであり、得られた ECM は種々の細胞培養の基盤として応用されている。ECM は幹細胞の機能や分化を制御する幹細胞ニッチを提示し、幹細胞の組織分化や機能の制御に関与していると報告されている (Hoshiba et al., *J Biol Chem.* 2009)。

本研究では、我々が新規に確立したヒト象牙芽細胞 (Ozeki et al., *J Biol Chem.* 2014) の培養と脱細胞化により精製した象牙芽細胞擬態マトリックス (Mimicking odontoblast-like cell matrix: Mom)を用いて、ヒト骨格筋幹細胞の象牙芽細胞分化における Mom の役割について検討を行った。

【材料および方法】

セルソーターを用いて $\alpha 1$ integrin 陽性ヒト骨格筋幹細胞由来象牙芽細胞を 98%以上高純度化し、実験に用いた。通法に従い細胞培養後、PBS 含有 0.5% Triton-X-20mM NH_4OH を用いて、Mom の抽出・精製を行った。さらに精製した Mom 上にヒト骨格筋幹細胞を播種し 7 日目に total RNA とタンパク質を抽出し、象牙芽細胞分化マーカー (DSP, MMP-20) 遺伝子およびタンパク質の発現動態を Real time-PCR 法と Western Blot 法により評価した。また、精製した Mom の構成マトリックス成分を免疫染色により検討した。ヒト骨格筋幹細胞由来骨芽細胞と軟骨細胞の培養により、骨芽細胞擬態マトリックスならびに軟骨細胞擬態マトリックスを精製し、象牙芽細胞分化能を比較検討した。

【結果および考察】

精製した Mom 上に播種したヒト骨格筋幹細胞は、統計的に有意な象牙芽細胞分化マーカーの遺伝子およびタンパク質の発現亢進、ならびにアルカリホスファターゼの活性化と石灰化の亢進を認めた。さらに Mom には、他の骨関連細胞により精製した擬態マトリックスと比較して、Laminin 111 および Osteonectin が特異的に存在することが明らかとなった。他の2種類の擬態マトリックスでは、象牙芽細胞分化誘導は認められなかった。興味深いことに、ヒト骨格筋幹細胞から象牙芽細胞分化誘導に必須な BMP-4 を幹細胞が自己分泌することを確認した。また、ヒト骨格筋幹細胞と Mom との接触において、初期に働く幹細胞表層のメカニカルセンサー分子が $\alpha 7$ integrin であること、さらに、本タンパク質が Mom 上の Laminin 111 と Osteonectin をパターン認識することで、象牙芽細胞分化を導く分子機構であることを初めて明らかにした。

【結論】

象牙芽細胞擬態マトリックス (Mom) は、ヒト骨格筋幹細胞を用いた象牙芽細胞分化に有用な誘導因子ならびに基盤となる可能性を示した。

歯科用電気機器が心臓植込み型電子機器に与える電磁障害について
岩手医科大学・歯学部・歯科保存学講座・う蝕治療学分野¹⁾
岩手県赤十字血液センター²⁾

○工藤義之¹⁾, 櫻井秀人¹⁾, 志賀華絵¹⁾, 岡田伸男¹⁾, 野田 守¹⁾, 中居賢司²⁾

The Influence of Dental Electronic Apparatus on Implantable Heart Devices
Division of Operative Dentistry and Endodontics, Department of Conservative Dentistry¹⁾,
Japanese Red Cross Iwate Blood Center²⁾
School of Dentistry, Iwate Medical University
○Kudo Yoshiyuki¹⁾, Sakurai Hideto¹⁾, Shiga Hanae¹⁾,
Okada Nobuo¹⁾, Noda Mamoru¹⁾, Nakai Kenji²⁾

【目的】

本邦において心臓植込み型電子機器装着者は急増しており、装着者の歯科受診も増加している。心臓植込み型電子機器装着者が安全に歯科治療を受けるためには、歯科治療に使用する電気機器が植込み型電子機器に与える影響を調査する必要がある。本研究では歯科用電気機器が心臓ペースメーカー(PM)、植込み型除細動器(ICD)に与える電磁障害を *in vitro* で検討した。

【材料および方法】

歯科用電気機器として(1)電気的根管長測定器: Endodontic meter S-II (貫製作所, S-II), ROOT ZX(モリタ ZX), APIT 1(オサダ電機工業, AP1), APIT 11(オサダ, AP11), (2)超音波器具: ENAC 10W (オサダ, ENAC), キャビトロンセレクト(デンツプライ社, CAB), (3)電気メス: BROG (モリタ, BR) を用いた。

電磁干渉の測定は Irnich 人体ファントムを用いた。体内を通電する歯科用電気機器の電磁干渉を Irnich 人体ファントムの水槽内に通電させて電磁干渉を測定した。心臓植込み型電子機器には PM (Adapta DR: 日本メドトロニック社, 東京), ICD (Evera DR: 日本メドトロニック社, 東京) を使用し、ノイズの発生の有無をプログラマ (2090W: 日本メドトロニック社, 東京) を用いて、それぞれ5回ずつ5秒間測定した。検出感度は PM では 0.5mV, ICD では 0.15mV で行った。

【結果および考察】

歯科用機器を使用した際のペースメーカー、ICD での電磁干渉の発生状況を Table に示す。

	S-II	ZX	AP1	AP11	ENAC	CAB	BR
PM	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	20 %	100 %
ICD	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	60 %

Table Incidence of Electromagnetic Interference on pacemaker and ICD by using dental electronic devices. (n=5)

電気的根管長測定器ではいずれの機種においても PM, ICD のいずれに対しても電磁干渉は認められなかった。超音波機器 CAB では PM に対して 20%の電磁干渉が認められた。電気メス BR では PM, ICD の両者に対して電磁干渉が認められた。

【結論】

今回の実験の範囲では、電気的根管長測定器では電磁干渉は認められず、超音波機器では電気メスでは PM や ICD に対して電磁干渉を認めた。今後、より多くの歯科医療機器での電磁障害について検証すべきであると考えられた。

本研究の一部は JSPS 科研費「24592879」, 「15K11127」の助成を受けた。なお、本研究に関する利益相反はない。

歯肉上皮細胞における TLR3 を介した TLR2 発現上昇の機構

大阪大学 大学院歯学研究科 口腔分子免疫制御学講座 歯周病分子病態学 (口腔治療学教室)
○森健太、柳田学、久保田実木子、長谷川詩織、山下元三、山田聡、北村正博、村上伸也

Upregulation of TLR2 via TLR3 activation in human gingival epithelial cells

Department of Periodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

○Kenta Mori, Manabu Yanagita, Mikiko Kubota, Shiori Hasegawa,
Motozou Yamashita, Satoru Yamada, Masahiro Kitamura and Shinya Murakami

【目的】

様々な慢性炎症性疾患において壊死細胞由来の自己核酸が、Toll-like receptors (TLRs) を介して炎症の遷延化に関与しているとの報告が近年なされている。歯周炎病変部において炎症性細胞浸潤、ポケットの形成、歯槽骨の破壊等に加え歯肉上皮の断裂・壊死などを認める。しかし、歯周組織における壊死細胞由来物質と TLRs との相互関係に関する報告はなされていない。そこで、本研究では自己由来の核酸を認識すると報告されている TLR3 および歯周病原細菌 *Porphyromonas gingivalis* 由来 LPS (*P. g.* LPS) の主要な受容体である TLR2 に着目し、歯肉上皮細胞が壊死細胞から放出される自己核酸に曝露されることにより、どのような炎症反応および免疫応答を惹起するか検討した。

【材料及び方法】

- ①歯肉上皮細胞に及ぼす壊死細胞の影響：壊死細胞上清を以下の方法で調整した。すなわち、ヒト歯肉上皮細胞株 (epi 4) を培地に懸濁した後、凍結融解を繰り返し、遠心分離することで得られた上清を Necrosis Cell Supernatant (NCS) として実験に用いた。epi 4 を NCS で 24 時間刺激した後の IL-6、IL-8 産生量を ELISA 法を用いて検討した。さらに、epi 4 の *TLR3* mRNA 発現を TLR3 特異的 small interfering RNA (si RNA) をトランスフェクションすることにより knock down し、NCS で 24 時間刺激した後の培養上清中の IL-6、IL-8 産生量を ELISA 法を用いて検討した。
- ②TLR3 刺激による歯肉上皮細胞における TLRs 発現の変化：epi 4 を TLR3 のアゴニストである Poly (I:C) で 24 時間刺激した後、*TLRs* mRNA 発現をリアルタイム PCR 法にて検討した。また、epi 4 を様々な TLRs のアゴニストで 24 時間刺激した後の *TLR2*、*TLR3* mRNA 発現をリアルタイム PCR 法にて検討した。さらに、epi 4 を Poly (I:C) で 48 時間刺激した後の TLR2、TLR3 発現をフローサイトメトリー法により検討した。また、Poly (I:C) で 48 時間前処理した epi 4 を、*P. g.* LPS でさらに 24 時間刺激した後の培養上清中の IL-6、IL-8 産生量を ELISA 法を用いて検討した。
- ③インターフェロン β (IFN β) 刺激によって誘導される歯肉上皮細胞における TLR2 発現の変化：epi 4 を Poly (I:C) で刺激した後の IFN β mRNA 発現および IFN β 産生量をリアルタイム PCR 法および ELISA 法を用いて検討した。次に epi 4 を IFN β で 24 時間刺激した後の *TLR2* mRNA 発現をリアルタイム PCR 法を用いて検討した。また、epi 4 を IFN β で 48 時間刺激した後の TLR2 発現をフローサイトメトリー法を用いて検討した。IFN β で 48 時間前処理した epi 4 を、*P. g.* LPS でさらに 24 時間刺激した後の培養上清中の IL-6、IL-8 産生量を ELISA 法を用いて検討した。

【結果】

NCS は濃度依存的に epi 4 からの IL-6、IL-8 の産生量を誘導し、*TLR3* mRNA 発現を knock down することで NCS 刺激により誘導される IL-6 および IL-8 産生は抑制された。TLRs アゴニスト刺激の中で Poly (I:C) 刺激によってのみ、epi 4 において *TLR2*、*TLR3* mRNA 発現が上昇した。また、epi 4 において Poly (I:C) による 48 時間前処理後の *P. g.* LPS 刺激による IL-6、IL-8 産生量は Poly (I:C) 未処理群と比較して増加した。epi 4 において Poly (I:C) 刺激により IFN β の産生を認め IFN β 濃度依存的に TLR2 発現の上昇を認めた。さらに epi 4 において 48 時間 IFN β 前処理を行うことにより *P. g.* LPS 刺激による IL-6、IL-8 産生量は増加した。

【考察及び結論】

本研究結果から、感染・ストレス・外傷等に伴う歯周組織の破壊により歯肉上皮細胞が壊死することで放出される自己由来核酸を歯肉上皮が認識して炎症反応を活性化し、さらに TLR3 を介した刺激により TLR2 発現を増強させることで *P. g.* LPS を強く認識し、歯周炎の遷延化・増悪を招く可能性が示唆された。そしてこの TLR2 発現上昇のメカニズムの一つとして、TLR3 刺激により誘導される IFN β 産生が関与している可能性が示唆された。

歯根膜幹細胞培養上清は歯周組織の創傷治癒を促進する

東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科 歯周病学分野¹
東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科 ナノメディスン (DNP) 講座²
大日本印刷株式会社 研究開発センター ライフサイエンス第1研究所³
東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科 分子細胞機能学分野⁴

○永田瑞¹、岩崎剣吾²、赤澤恵子¹、小牧基浩²、横山尚毅³、遠井政行¹、和泉雄一¹、森田育男⁴

Culture medium from periodontal ligament stem cells enhance periodontal wound healing
Department of Periodontology, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University¹, Department of Nanomedicine (DNP), Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University², Research & Development Center, Life Science Laboratory, Dai Nippon Printing Co., Ltd. ³, Department of Cellular Physiological Chemistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University⁴
○NAGATA MIZUKI¹, IWASAKI KENGO², AKAZAWA KEIKO¹, KOMAKI MOTOHIRO², YOKOYAMA NAOKI³, TOOI MASAYUKI¹, IZUMI YUICHI¹, MORITA IKUO⁴

【目的】

歯根膜幹細胞 (PDLSC) は歯根膜から単離、培養される間葉系幹細胞 (MSC) 様細胞集団であり、*in vitro*において骨、脂肪、軟骨への分化能を示し、*in vivo*においてはセメント質、歯根膜、歯槽骨様組織を形成することが報告されている。その分化能および組織形成能から、培養 PDLSC を用いた歯周組織再生治療が提唱され、PDLSC 移植によって歯周組織が再生される報告が数多くなされている。これまで、我々は PDLSC 移植による歯周組織再生において、移植した細胞の多くが局所に生着していないにもかかわらず歯周組織の再生が促進されていることを観察し、PDLSC 移植による組織再生が移植細胞から放出されるパラクライン因子に由来するものではないかと仮説を立てた。本研究の目的は、PDLSC 由来パラクライン因子を含む培養上清 (PDLSC-CM) の移植による歯周組織修復について、動物モデルを用いて検討することである。

【材料と方法】

健全抜去歯より回収した歯根膜組織から酵素処理法を用いて PDLSC を単離・培養した。コロニーを形成しながら増殖した PDLSC を回収し、15%FBS 添加 α -MEM 培地にて培養した。細胞の骨芽細胞および脂肪細胞への分化誘導は、骨芽細胞分化誘導培地 (アスコルビン酸 50 μ g/mL、デキサメタゾン 10⁻⁸ M、 β -グリセロリン酸 10 mM)、脂肪細胞分化誘導培地 (Lonza) をそれぞれ用いて約 3 週間の培養を行った。石灰化の可視化には von Kossa 染色、脂肪細胞の染色には Oil red O 染色を用いた。PDLSC-CM の調整は、無血清 DMEM 中で PDLSC を 48 時間培養した後、培養上清を遠心、フィルトレーションを行い回収した。培養上清の濃縮には限外濾過を行い、通常濃縮 PDLSC-CM (約 27 倍) および高濃縮 PDLSC-CM (約 450 倍) を作製した。コントロール群として無血清 DMEM のみをインキュベート、濃縮した Control-CM を作製した。PDLSC-CM 中のタンパク質濃度は Bradford 法を用いて計測した。PDLSC-CM をセメント芽細胞 (HCEM2)、血管内皮細胞 (HUVEC)、骨芽細胞 (HCO)、口腔上皮細胞 (HGEP) へ 48 時間作用させた後、WST-8 assay にて各培養細胞の増殖への影響を検討した。また、マウスマクロファージ細胞株 RAW264.7 細胞への抗炎症作用を、IFN- γ 刺激後の TNF- α 遺伝子発現の測定により検討した。実験的歯周組織欠損をラット下顎第一臼歯部頰側に外科的に作製し、PDLSC-CM をコラーゲンスポンジに含浸し移植した。術後 4 週にてラットを屠殺し、マイクロ CT により歯槽骨形成を観察した。

【結果と考察】

PDLSC は骨芽細胞分化誘導後において von Kossa 染色陽性、また脂肪細胞分化誘導後において Oil red O 染色陽性を示した。細胞増殖試験より、PDLSC-CM は Control-CM と比較して有意に HCEM2、HUVEC、HCO の増殖を促進した。また IFN- γ 刺激を行った RAW264.7 細胞において、PDLSC-CM は Control-CM と比較して有意に TNF- α の遺伝子発現を抑制した。術後 4 週のマイクロ CT において、濃縮された PDLSC-CM では Control-CM と比較し有意に歯槽骨再生の促進が観察された。また PDLSC-CM は、高濃縮でより歯槽骨再生を促進する傾向が認められた。

【結論】

歯根膜幹細胞培養上清の移植は歯周組織の創傷治癒を促進し、新たな歯周組織再生法となる可能性が示唆された。

アメロジェニン会合分子 Grp78 が ヒト歯根膜幹細胞/前駆細胞株の細胞遊走時に及ぼす分子機構

九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯周病学分野
○豊田敬介、福田隆男、讃井彰一、山道研介、後村亮、西村英紀

Grp78 is critical for amelogenin-induced cell migration in a human periodontal ligament stem/progenitor cell line
Department of Periodontology, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University
○Kyosuke Toyoda, Takao Fukuda, Terukazu Sanui, Kensuke Yamamichi, Ryo Atomura,
and Fusanori Nishimura

【目的】

歯周組織の再生にエナメル基質タンパク質 (EMD: Emdogain Gel) が用いられているが、異種蛋白であることから、EMD 成分のどの分子がいかなる作用で再生を促進するかについて、詳細に解明することは極めて重要な課題である。我々は、EMD の 90% 以上を占めるアメロジェニン分子が再生に果たす分子基盤を解明するために、プロテオーム解析による骨芽細胞における新規アメロジェニン会合分子の検索を行ってきた。その結果、新規アメロジェニン会合分子 Grp78 を同定し、さらに Grp78 がアメロジェニンの骨芽細胞内への取り込みと細胞増殖に重要であることを明らかにした。(Fukuda et al., PLoS One 2013;8(10):e78129)

歯周組織再生に歯根膜の再生が必須であることを考慮し、本研究ではヒト歯根膜幹細胞/前駆細胞株において、アメロジェニン誘導性の細胞遊走促進時における細胞骨格制御に対して Grp78 が及ぼす影響について検討した。

【材料及び方法】

- (1) 歯根膜細胞における Grp78 の発現分布の検討: ヒト歯根膜細胞株 (cell line 1-17) を、免疫蛍光染色時に細胞膜透過処理 (digitonin: 50mg/mL) の有無に分け、細胞質内と細胞膜上の Grp78 の発現を共焦点蛍光顕微鏡で観察した。
- (2) アメロジェニンの Grp78 依存性細胞内取り込みの確認: 共焦点蛍光顕微鏡において、amelogenin 刺激の前後での、細胞膜上におけるアメロジェニンと Grp78 の共局在を、Grp78 ノックダウン条件と比較検討した。
- (3) 歯根膜細胞におけるアメロジェニン刺激および Grp78 が関与する pathway の解析: cell line 1-17 を Grp78 のノックダウンの有無に分け、amelogenin (10µg/mL) で 4 時間刺激後、マイクロアレイ (illumina 社 HumanHT-12 v4chip) にて発現変動遺伝子群の解析を行った (DAVID software)。
- (4) アメロジェニンと Grp78 が細胞遊走に及ぼす影響の検討: Grp78 を強発現、または sGrp78 をノックダウンし、amelogenin 刺激時の細胞遊走 (wound healing assay)、細胞増殖 (WST-8 assay) について確認した。
- (5) アメロジェニンと Grp78 による細胞遊走活性化経路の確認: アメロジェニン刺激と Grp78 強発現による細胞骨格の変化 (共焦点蛍光顕微鏡) および細胞遊走に重要な Rho シグナルの活性化 (Rho-GTP pulldown assay) を確認した。更に Rac1 特異的阻害剤 NSC2376 (100 µM) を用いてその葉状仮足形成におよぼす影響を観察した (共焦点蛍光顕微鏡)。

【結果】

- (1) 歯根膜細胞において Grp78 が細胞質のみならず、細胞膜上にも発現している事を確認した。
- (2) アメロジェニンが細胞膜上に発現している Grp78 依存的に細胞内へ取り込まれることを確認した。
- (3) アメロジェニン刺激と Grp78 発現量が細胞遊走関連遺伝子群の発現に影響することを確認した。
- (4) 歯根膜細胞において、アメロジェニン刺激による細胞遊走能の促進を認めたが、Grp78 強発現による更なる亢進が確認された。しかし、Grp78 のノックダウン時には、アメロジェニン誘導性の細胞遊走促進効果は消失した。歯根膜細胞の細胞増殖においては、アメロジェニン刺激および Grp78 強発現に関わらず有意差は認められなかった。
- (5) アメロジェニン刺激と Grp78 強発現により、葉状仮足形成と Rac1 経路の活性化が確認された。一方で、アメロジェニン誘導性の葉状仮足形成は Grp78 のノックダウンおよび Rac1 特異的阻害剤により抑制された。

【結論】

ヒト歯根膜幹細胞/前駆細胞株 1-17 において、アメロジェニン刺激による細胞遊走効果は Grp78 依存性であり、その効果は Grp78 を介して Rac1 が活性化されることで促進されることが明らかとなった。

Comparative study of demineralized collagen degradation determined by hydroxyproline assay and microscopic depth measurement

○ISLAM Md. Sofiqul¹, KHUNKAR Sahar J¹, NAKASHIMA Syozi¹, SADR Alireza^{1,2}, NIKAIDO Toru¹, TAGAMI Junji¹

¹Department of Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan

²University of Washington School of Dentistry, Seattle, USA.

コラーゲン分解性についてヒドロキシプロリン法と光学顕微鏡による分解深さの測定法の比較

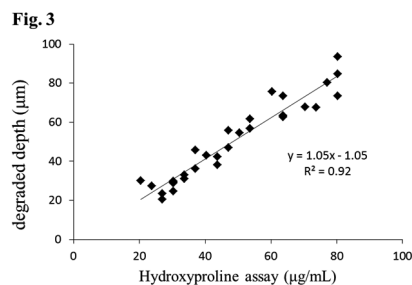
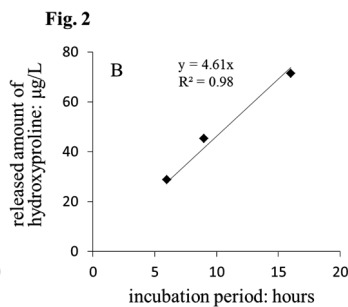
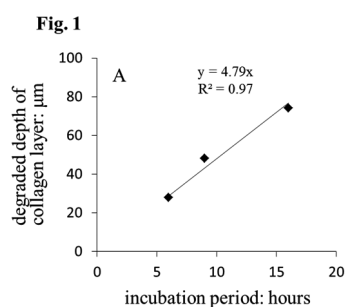
○ISLAM Md. Sofiqul¹, KHUNKAR Sahar J¹, 中嶋省志¹, SADR Alireza^{1,2}, 二階堂徹¹, 田上順次¹

¹東京医科歯科大学う蝕制御学分野, ²ワシントン大学歯学部

Introduction: Quantification of collagen degradation is an important parameter to evaluate dentin caries progression or the efficacy of caries prevention. Traditionally, efficacy of the collagen degradation inhibitors has been evaluated by hydroxyproline assay (**Hyd**) which has been regarded as gold standard method; however this assessment does not provide any visual or dimensional information of the degraded collagen in demineralized lesion. We have proposed a simple approach to measure depth of degraded collagen matrix by microscopic observation technique (**Mic**). Thus the aim of this study was to validate **Mic** by comparing it to **Hyd**.

Materials and Methods: Specimens of bovine root dentin blocks were embedded in acrylic resin, and were polished using silicon carbide papers. The polished tooth surfaces were covered with nail varnish leaving a window of approximately 1.5×2.5mm in diameter. Then, the specimens were demineralized in pH4.3 acetate buffer for 3 days to create incipient lesions. The demineralized specimens were allocated into 3 groups for different exposure periods (6, 9 and 16 hours) to collagenase enzyme solution. After collagenase challenge for each exposure period, the specimens were sectioned into thin sections (200-220µm). Degraded depth of the demineralized collagen matrix was measured by **Mic**. Following the collagenase challenge, the enzyme solutions were allocated to **Hyd** using the simplified chloramines-T method. Correlation between **Mic** and **Hyd** was evaluated by Pearson correlation analysis. In addition, anti-collagen degradation efficacy of 0.12% CHX was evaluated by treating the demineralized dentin specimens for 1 hour followed by exposure to the collagenase solution for 16 hours. The degraded collagen depth was measured by **Mic**.

Result and Discussion: **Mic** and **Hyd** revealed that mean depths of the degraded collagen and amount of hydroxyproline in 3 exposure periods were 27.8±3.8 µm and 28.7±4.2 µg for 6 hours, 48.1±8.6 µm and 45.3±6.1µg for 9 hours, and 74.2±9.7 µm and 71.3±8.0 µg for 16 hours, respectively (Fig. 1 and 2). The Pearson correlation analysis between **Mic** and **Hyd** revealed significantly higher correlation ($r=0.94$, CI: 0.88~0.97, $p<0.0001$; Fig. 3). Good linearity was noted between the exposure periods and data obtained in **Mic** or **Hyd** ($R^2=0.92$). T-test revealed that the depth of collagen degradation in CHX group (28.6±3.3 µm) was significantly lower than that of control group (53.1±7.8 µm; $p<0.01$). An excellent Pearson correlation between **Mic** and **Hyd**, as well as the good linearity validated **Mic** for the quantification of collagen degradation. Furthermore, the significant reduction in the degraded depth in CHX group than the control group supported the validity of **Mic**.



Er:YAG laser 切削象牙質面に生成される熱変性層の性状分析

¹日本歯科大学新潟病院総合診療科
²日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座
○加藤千景¹、新海航一²

Analysis of heat denaturation layer of an Er:YAG laser irradiated-dentin

²Department of Operative Dentistry, School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University
○KATO Chikage¹, SHINKAI Koichi²

【目的】

本研究の目的は、Er:YAG laser 切削面の熱変性層と各種表面処理後の切削面の TEM 観察・EPMA 分析を行うことにより熱変性層生成の一端を明らかにすることである。

【実験方法】

- 1) TEM 分析：①ヒト抜去歯から 5×5×5mm の象牙質片を作製した。②Er:YAG laser (Erwin, tip:FTB-80, J. Morita Mfg Corp) を用いて以下の照射条件で窩洞形成と表面処理を行った。実験群 1：耐水研磨紙 #120～#600 (対照群)、実験群 2:50mJ/10pps 照射、実験群 3:150mJ/10pps 照射、実験群 4:250mJ/10pps 照射、実験群 5:50mJ/10pps 照射後 150mJ/10pps 照射、実験群 6：150mJ/10pps 照射後 H₃PO₄にて 30 秒処理、実験群 7：150mJ/10pps 照射後 H₃PO₄にて 30 秒処理、その後 NaClO にて 90 秒処理、実験群 8：150mJ/10pps 照射後 H₃PO₄にて 30 秒処理、その後シランカップリング処理、実験群 9：150mJ/10pps 照射後 50mJ/10pps 照射。③試料は脱灰後樹脂包埋し、薄切切片を作製しトルイジンブルー染色を行った。④その後超薄切切片を作製しリンタングステン酸染色後 TEM 観察を行った。
- 2) EPMA 分析：同一歯から同様に試料を作製し各種表面処理後、EPMA 分析を行った。

【結果】

- 1) TEM 観察：

実験群 1：主にコラーゲン線維の多い管間象牙質が染色されており、コラーゲン線維の少ない管周象牙質は染色されていなかった。管周象牙質の中に象牙細管の辺縁が認められる部位も存在した。

実験群 2、3、4 および 5：管間象牙質表層に、構造が不明瞭で不均一に濃く染色される薄層が観察された。この染色層はレーザー照射群に共通して認められ、トルイジンブルー染色で濃く染色された層に比較し薄く、直下には正常な象牙質と同様な像がみられた。この染色層はコラーゲン線維が熱変性して生じた層と考えられる。また、これらの実験群の所見には、顕著な差は認められなかった。

実験群 6：管間象牙質表層に濃く染色される薄層が認められたが、レーザー照射群に比較し、滑沢であり、表層の一部に白く抜けたようなアモルファスな像も認められた。

実験群 7：管間象牙質表層に濃く染色される薄層が認められたが、他の実験群と比較して非常に薄いものであった。

実験群 8：管間象牙質表層に濃く染色される薄層が認められたが、その表面は凹凸が少なく滑沢であった。また、表層に白く抜けたようなアモルファスな像も所々に認められた。

実験群 9：表層に白く抜けるようなアモルファスな像を認めたが、直下にはレーザー照射面に特有な不均一で濃く染色される薄層が認められた。

- 2) EPMA 分析：

Ca、P、Mg、F、Cu について分析を行った結果、各元素のマッピング観察では実験群間に差を認めなかった。また、各試料の表層から内側にかけて各元素の濃度分析を比較した結果、実験群 2 と 4 では、レーザー照射直下の Ca と P の濃度が内層に比較して若干低下していた。また、実験群 1、2、3、4 および 6 では、レーザー照射直下の Mg 濃度が内層に比較して若干低下していた。一方、F と Cu の濃度変化はすべての実験群において認められなかった。

本研究の一部は、科学研究費若手 (B) (課題番号：25861815) の補助によって行われた。

^{44}Ca 安定同位体添加再石灰液による象牙質再石灰化層の同位体顕微鏡分析

○平石典子¹, 大槻昌幸², 田上順次², 森尾郁子¹

(1. 東京医科歯科大学国際交流センター, 2. 東京医科歯科大学大学院う蝕制御学分野)

^{44}Ca doped pH-cycling study on Dentin Remineralization by Isotope Microscopy

○N. Hiraishi¹, M. Otsuki², J. Tagami², I. Morio¹

(1. Tokyo Medical and Dental University International Exchange Center, 2. Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University)

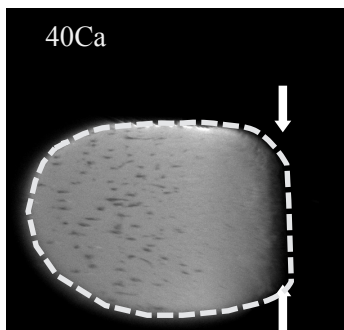
概要：う蝕脱灰病巣の発症とその経過を調べるために、pH サイクリング法による歯質脱灰化、再石灰化後の評価は国際的評価方法の一つで、微細エックス線装置による Transverse microradiography (TMR)法が用いられている。これは、歯質試料横断面でのマイクロラジオグラフの撮影量を測定するものだが、脱灰歯質からの Ca の再析出したものか、再石灰化液（唾液）由来の新たな Ca の取り込みかは判別できない。そこで、本研究では、 ^{44}Ca 安定同位元素を加えた再石灰化溶液 (pH 7.0) を調整し、この再石灰化液に象牙質サンプルを浸漬させ、同位体カルシウムの取り込みを、同位体顕微鏡システムで測定し、脱灰歯質からの再析出 Ca および再石灰化液（唾液）からの Ca 取り込みの分布を区別化し、象牙質う蝕予防のフッ素効果もあわせて評価した。

方法： ^{44}Ca 安定同位元素含有再石灰化液は 1.5 mmol/L $^{44}\text{CaCl}_2$, 0.9 mmol/L KH_2P_4 , 130 mmol/L KCl , 20 mmol/L HEPES buffer pH 7.0 に調整した。牛歯根部象牙質ブロックを使い、脱灰液 (pH 5) にて初期脱灰層を作成後、脱灰液処理 2 時間 (pH 5) → フッ素 (0%, 0.2%) 2 時間 → ^{44}Ca 含有再石灰化液 (pH 7) 20 時間の順で 14 日間 37°C で pH サイクリング法を行った。歯質試料横断薄切面を研磨後、同位体顕微鏡にて ^{40}Ca (intrinsic, 脱灰歯質からの再析出) および ^{44}Ca (extrinsic, 再石灰化液 (唾液) からの Ca 取り込み) の分布を観測した。同位体顕微鏡システムは Camera IMS 1270 (Gennevilliers Cedex, France) を使用、SIMS (Secondary Ionization Mass Spectrometer: 二次イオン質量分析計) にて、同位元素の分布のイメージング化を試みた。

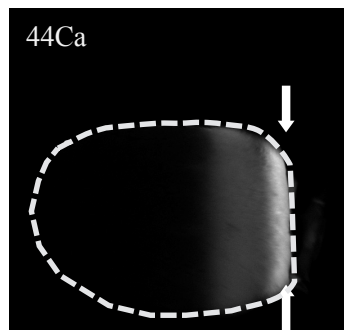
結果と考察： ^{44}Ca (extrinsic) の取り込みはフッ素処理群が高く、フッ素処理群の ($^{44}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$) 比率は表層に大きな値でみられたことから、唾液からの Ca 取り込みはフッ素によって高まるが、表層に偏在することが分かった。 ^{40}Ca (intrinsic, 脱灰歯質由来の再析出) は、フッ素未処理群では表層及びその表層下にも見られ、一方で 0.2% フッ素処理群は ^{40}Ca (intrinsic) の分布が表層には少なく表層下のみに見られた。総計 Ca ($^{44}\text{Ca} + ^{40}\text{Ca}$) 分布は、フッ素未処理群で均一性がみられたが、0.2% フッ素処理群は表層下に総計 Ca 分布の少ない層がみられた。結果より、フッ素処理により、唾液からの Ca の取り込みは増えるが、表層に耐酸性の高いフルオロアパタイトができるため、表層下のより耐酸性の低い層は脱灰液の影響を受けやすく、表層下は Ca 量の低い層が表れたと考えられる。

フッ素処理群イメージ像

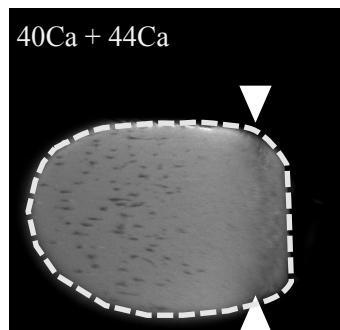
表層には ^{40}Ca は少ない
(between arrows)



表層に ^{44}Ca 取り込み多い
(between arrows)



表層下に総計 Ca 量少ない層がある
(between arrow heads)



浸透性レジン (ICON®) で処理したエナメル質初期う蝕の脱灰抵抗性に対する熱負荷の影響

東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 う蝕制御学分野¹
国立長寿医療研究センター病院 先端医療部口腔機能再建科²
○高篠奈美¹、中嶋省志¹、島田康史¹、田上順次¹、角保徳²

Effect of thermocyclic stress on acid resistance of resin-infiltrated incipient enamel lesion *in-vitro*
Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Tokyo Medical and Dental University¹

Division of Oral and Dental Surgery, Department of Advanced Medicine, National
Center for Geriatrics and Gerontology²

○Nami Takashino¹, Syozi Nakashima¹, Yasushi Shimada¹, Junji Tagami¹, Yasunori Sumi²

【緒言】表層下脱灰を呈するエナメル質初期う蝕に対して、これまでフッ化物の使用やブラークコントロールにより再石灰化の促進あるいは進行停止が可能であることが知られている。しかし再石灰化がある程度達成されても白濁がいつまでも残り、審美的問題が残る場合がある。この審美的問題の対処として、microabrasionあるいはベニア修復などが行われてきたが、これらの処置では健全エナメル質を切削する量が多くなる。最近、市場導入された浸透型レジン (ICON®) は、歯質を切削することなく、歯面処理により脱灰病変の表層を除去し、TEGDMA を主成分とするレジンを浸透させることで、脱灰の進行を停止させ、審美的問題も軽減できるとされている。本実験では牛歯エナメル質の脱灰病変に浸透型レジンを塗布し、サーモサイクルの熱負荷を与えて病変とレジンの間にギャップの形成が起こるか、またサーモサイクルが脱灰の抵抗性にどのような影響を及ぼすか、インビトロの評価を行った。

【材料と方法】5×5 mm の面積を有する牛歯エナメル質のレジン包埋試料を作成し、エナメル質表面をシリコン研磨紙にて研磨。2×2 mm の脱灰窓を設定し、それ以外の健全歯面はマニキュアにて被覆した。19 日間脱灰して、エナメル質表層下脱灰病変を作成した。その後、業者指示により ICON を塗布した。ICON 塗布群を 3 群 (サーモサイクル 0 回 : TC/0、5000 回 : TC/5000、10000 回 : TC/10000) に分け、TC/5000 と TC/10000 群には熱負荷 (5°C-55°C、浸水時間 30 秒) を与えた。次いで ICON 塗布群は、2 回目の脱灰 (pH4.5、7 日間) を行った。溶出した Ca を電極にて測定して、脱灰抵抗性を評価した。コントロール群として、ICON を塗布していない群も同様に脱灰し Ca 測定を行った。また初期う蝕病変とレジンの間のギャップ形成の有無については、光干渉断層計 (OCT) と電顕を用いて検討した。

【結果および考察】Ca 測定に関してコントロール群 (1.75±0.189mg Ca/mm²) と 2 つの TC 群 (TC/5000 : 0.075±0.046mg Ca/mm²、TC/10000 : 0.086±0.048mg Ca/mm²) の間に有意差を認めた (P<0.01)。しかしながら 2 つの TC 群内では有意差は認められなかった (Fig1)。同様な傾向が脱灰後の pH に認められ、コントロール群では pH 約 4.8 であったのに対し、ICON 群ではほとんど変化なしの pH 約 4.5 であった (Fig2)。OCT と SEM 観察にてレジンと脱灰病変の界面を観察したところ、ギャップは認められず脱灰像も観察されなかった (Fig3)。これらのことから、10000 回の熱負荷にもかかわらず脱灰抵抗性に変化が起きなかったのは、レジンと歯質との高い適合性および熱負荷によるレジンの質的劣化があまり起きなかったことによると推察された。

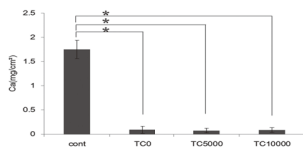


Fig1. Amount of calcium release (mg/cm²) after second demineralization (* p<0.0083, Wilcoxon rank sum test with Bonferroni correction)

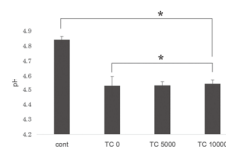


Fig2. Changes in pH (*p<0.0083, Wilcoxon rank sum test with Bonferroni correction)

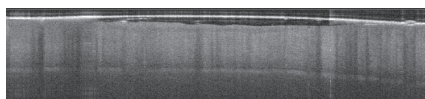
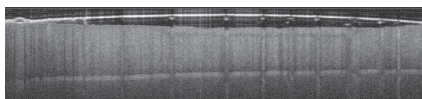


Fig3. OCT image after thermocycling 5000 times and demineralizing



OCT image after thermocycling 10000 times and demineralizing

免疫染色を用いた齲蝕検知液の性能評価

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門¹

昭和大学歯学部歯学科口腔微生物学講座²

○市川 琴奈¹、小林 幹宏¹、稲垣 里奈¹、新妻 由衣子¹、森崎 弘史²、桑田 啓貴²、真鍋 厚史¹

Performance evaluation of caries staining agent detective liquid with immunostaining

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

Department of Oral Microbiology and Immunology, Showa University School of Dentistry²

○Kotona Ichikawa¹, Mikihiro Kobayashi¹, Rina Inagaki¹, Yuiko Niizuma¹, Hirobumi morisaki², Hiroataka Kuwata², Atsufumi Manabe¹

【研究目的】

現在の齲蝕検知液(カリエスチェック(1%Acid red-poly-propylene glycol))(日本歯科薬品)(以後 KC)の動粘度設定の下限値が性能発揮の限界を示すものではない。第144回日本歯科保存学会にて、稲垣らの研究ではKCの動粘度と齲蝕象牙質に対する染色性との相関性についてピッカース硬さとダイアグノデント値で確認した。その結果性能発揮に相応しいKCの動粘度(動粘度の違いによって齲蝕象牙質に対する染色性が異なり、動粘度が低くなるにつれて染色性は高くなる)の設定下限値を求めたところ、その結果下限値は270mm²/S付近が妥当であり、KCの動粘度263mm²/Sでは過剰にsclerotic dentinを染色してしまうという報告であった。

今回はその結果をふまえ、動粘度332mm²/SのKCで染色した部位を切削除去した象牙質における*Streptococcus mutans*(以後SM菌)の残存の有無を細菌学的に調べるために免疫染色を行った。さらに象牙質断面走査型電子顕微鏡(以後SEM)を用いて象牙質の断面を調べることで、KCの性能を評価した。

【材料及び方法】

A sample : Kinematic viscosity (mm ² /s)	R1:461	R2:377	R3:332	R4:263
--	--------	--------	--------	--------

Table 1 Caries staining agent detective liquid which controlled kinematic viscosity

齲蝕検知液はTable 1に示した動粘度の異なる試作4種の検知液を用いた。ヒト抜去歯は昭和大学歯学部医の倫理委員会(承認番号;2014-037)の承認を得たものを用いた。抜去歯をdiamond band saws(EXAKT)にて350μmの厚さ冠状断で切断し、試験片を作製した。試験片をKCで染色後、染色部位を球形ラウンドバーにて切削削除し、免疫染色とSEMの試料とした。象牙質内のSM菌を観察するため、免疫染色のブロッキングにはBloking one(nacalai tesque)を用い、SM菌の表層タンパク質の1つであるWapAの抗体を作製し一次抗体として用い、抗ウサギIgG-AP(Roche)を二次抗体として用いた。発色試薬にはNBT/BCIP solution(Roche)を用いた。その後、正立顕微鏡(Nikon)にて試験片を観察した。また連続する試験片をR1~R4のKCでそれぞれ染色して同様に免疫染色を行い観察した。その後R3、R4で染色した部位を除去した後、歯片を走査電子顕微鏡(S-4700, 日立)を用いて象牙質の形状を観察し評価した。

【結果および考察】

連続する2つの試験片をR3にて染色し、片方の染色された象牙質を切削除去した後、免疫染色を行った結果、削除した試験片ではSM菌の大幅な減少が見られた。また、連続する5つの試験片をR1~R3でそれぞれ染色し同様に免疫液染色を行い観察した結果、3つの試験片は明らかな相違は見られず、R4で染色後は、染色部位を切削除去した試験片ではSM菌は認められなかった。

また、免疫染色、SEMを観察した結果からR3ではsclerotic dentinを保存できており、R4では削除していることがわかった。

以上のことより、R4の動粘度のKCでは再石化可能な象牙質を必要以上に削除しているため、R3の動粘度はKCの性能発揮に相応しい範囲であると考えられる。

非洗浄下における化学—機械的齲蝕除去法の問題点に関する検討

¹奥羽大学歯学部歯科保存学講座保存修復学分野

²奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野

○山田嘉重¹, 木村裕一², 菊井徹哉¹

Evaluation on a problem of a chemo-mechanical caries removal reagent under non irrigated condition

¹Division of Operative Dentistry, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry

²Division of Endodontics, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry

○YAMADA Yoshishige¹, KIMURA Yuichi², KIKUI Tetsuya¹

【緒言】

歯科医院に通院が難しい在宅患者などに対しては回転切削器具とコンポジットレジンを用いた従来の齲蝕処置が困難である場合が多く、従来の方法以外の処置法を選択しなければならない。回転切削器具を使用しない齲蝕の除去法としては化学—機械的齲蝕除去法があり、我々は新規化学—機械的齲蝕除去剤としてプロメライン酵素とオレンジオイルを主成分としたB0試薬を開発し評価を行ってきた。その結果回転切削器具を使用した場合と比較してコンポジットレジンの接着に顕著な問題を生じないことを日本歯科保存学会を含むいくつかの学会で報告した。化学—機械的齲蝕除去剤と除去用エキスカだけで齲蝕除去が行えるため本齲蝕処置は在宅患者等の患者の齲蝕処置に適した方法であると期待される。通常は塗布した化学—機械的齲蝕除去剤と切削した軟化齲蝕象牙質はその後、流水で洗浄除去を行うことで完全に除去することが可能である。しかし在宅患者は寝たきりである場合も少なくなく、健全な患者と異なり洗口も困難である場合が多い。だが在宅患者に対する齲蝕除去後の齲蝕象牙質および齲蝕除去剤の除去法についての問題点の検討はまだなされていない。齲蝕象牙質および齲蝕除去剤が窩洞内に残留しているとその後修復材の接着に影響を与えてしまうため確実な除去は予後を考慮する上で大変重要となる。本研究では非洗浄下におけるこれらの問題点に対して検討を行った。

【材料および実験方法】

本研究では咬合面、近心・遠心隣接面、歯頸部に人工齲蝕を有する人工歯20本を使用した。化学—機械的齲蝕除去剤はB0試薬を使用しスプーンエキスカを用いて人工齲蝕の除去を行った。齲蝕除去剤は除去の状態の判定を容易にするため事前に赤色に染色して使用した。塗布した人工齲蝕および齲蝕除去剤の除去は①乾燥したガーゼで拭き取る②窩洞内に数滴洗浄液を滴下した後ガーゼで拭き取る③窩洞内に数滴洗浄液を滴下した後、探針で窩洞内を5秒間攪拌した後ガーゼで拭き取るという方法を施行した。また滴下する洗浄液として(a)精製水、(b)3%過酸化水素水、(c)10%EDTAを使用した。除去法②、③において十分に除去ができないと考えられる場合は同様の操作を繰り返し行い何回繰り返したかを記録した。最終的に齲蝕窩洞の形態や位置の違いで齲蝕除去剤や人工齲蝕の除去にどのように違いが生じるのか、滴下する洗浄液の違いで差異が生じるのかを評価した。

【結果】

ガーゼによる拭き取りのみの方法および窩洞内に洗浄液を滴下後ガーゼで拭き取る方法ともに窩洞内から齲蝕除去剤や人工齲蝕を完全に除去することは出来なかった。残存は主に窩洞の側壁に観察された。探針で攪拌した後ガーゼで拭き取ることで今回評価した全てのタイプの齲蝕窩洞において除去は可能となった。しかしどの窩洞においても3回前後操作を繰り返す必要があることが確認された。今回評価した3種類の洗浄液の違いにおいて顕著な効果の違いは確認されなかったものの、10%EDTA使用時が他の洗浄液使用時と比べ良好な傾向を示した。

【考察】

窩洞内に洗浄液が満たされた状態で攪拌することにより、齲蝕除去剤および人工齲蝕象牙質が洗浄液内で浮遊しその結果ガーゼにより拭き取りが容易になったものと推察される。また窩洞の側壁に除去剤等が残留し易いことから、側壁部に留意して攪拌する必要がある。洗浄液については明確な差は認められなかったが、10%EDTA使用時に良好な傾向を示したことから除去に際しては10%EDTA溶液の使用が推奨される。

【結論】

窩洞内を洗浄液で満たした後探針等で窩洞内を攪拌することで、時間を要するが非注水下の条件においても化学—機械的齲蝕除去や軟化象牙質を除去することが可能であることが確認された。

フッ化物含有歯科材料によるフッ素のエナメル質への取り込みと結合状態の評価

¹朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科理工学分野、
²北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座歯科保存学教室、
³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
⁴大阪大学大学院歯学研究科口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)、
○奥山克史^{1,2}、松田康裕^{2,3}、山本洋子⁴、橋本直樹²、林美加子⁴、佐野英彦²、玉置幸道¹

Evaluation of fluoride binding with and uptake to enamel on fluoride-containing dental materials

¹ Department of Dental Materials Science, Asahi University School of Dentistry,
² Department of Restorative Dentistry, Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University,
³ Division of Clinical Cariology and Endodontology, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido
⁴ Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry,
○Katsushi OKUYAMA^{1,2}, Yasuhiro MATSUDA^{2,3}, Hiroko YAMAMOTO⁴, Naoki HASHIMOTO², Mikako HAYASHI⁴, Hidehiko SANO², Yukimichi TAMAKI¹

【研究目的】 フッ化物含有歯科材料によるう蝕抑制効果について、数多くの報告がなされている。このう蝕抑制効果はハイドロキシアパタイトのOH基がFと置換されることにより、耐酸性の強いフルオロアパタイトが形成されることが要因の一つと考えられている。しかし、材料から取り込まれたフッ素全てがOH基と置換しているかは不明である。本研究ではフッ化物含有歯科材料から歯質に取り込まれたフッ素量を若狭湾エネルギー研究センター設置のマイクロPIGE/PIXE装置で測定するとともに、KOHで試料を処理することにより、OH基が置換され歯質に結合しているフッ素も測定することで、歯質とフッ素との結合状態について検討した。

【材料および方法】 ヒト健全抜去小臼歯および大臼歯を本研究に使用した(北海道大学大学院歯学研究科倫理委員会:承認番号2013第7号にて承認)。歯を歯軸に平行に近遠心的に半切した後、頬側面および舌側面エナメル質にフッ化物含有材料のFuji IX Extra (EX: GC)、Clinpro XT varnish (CL: 3M ESPE)、PRG バリアコート (PR: 松風) をそれぞれ塗布し、それ以外の部分をスティッキーワックスで被覆した。1日または7日後に各材料を除去後、1日6サイクルのpHサイクル(pH4.5-7.0)⁽¹⁾に4週間供した。pHサイクル後、脱灰された面を含むように試料を歯軸に平行に頬舌的に半切し、2分割した試料それぞれ約500 μ mの厚さに調整した。分割した向かい合う薄切試料の1つについて1M KOHに24時間浸漬震盪後、5分間水洗を行った(KOH処理群)。もう一方の試料はKOH処理を行わなかった(KOH未処理群)。その後各試料についてエナメル質表層から歯質内方向へフッ素およびカルシウム濃度をPIGE/PIXEを用いて線分析を行った⁽²⁾。試料の表層は健全部の平均カルシウム濃度の5%を示す部位とし、表層から10 μ mごとにフッ素濃度を平均し、200 μ mまでの積算フッ素濃度量により評価した。試料数は各6個とし、各材料におけるKOH処理によるフッ素量の比較は、t検定を用い有意水準5%にて統計処理を行った。

【結果および考察】 EXおよびCLでは、いずれの期間においてKOH処理群がKOH未処理群より小さいフッ素量を示した。これに対しPRではKOH処理後フッ素量の減少傾向は認められたものの、有意差は認めなかった。KOH処理によるフッ素量減少の程度は材料や材料との接触期間により異なっている傾向を認めた。これらの結果より、取り込まれたフッ素の一部がフルオロアパタイトに変換され、残りのフッ素はフッ化カルシウム等の形で歯質に付着し、KOH処理により溶解したことを示している。また、材料の組成の違いからフッ素やその他元素の溶出形態が異なり、OHと置換されるフッ素の割合に相違が認められたものと考えられる。さらにpHサイクルによる影響も相違の原因の一つであると思われる。

【結論】 PIGE/PIXEを用いることで、歯質に取り込まれたフッ素のうち歯質に結合しているフッ素量を確認できることが示された。今後はフッ化物供給の形態やフッ化物溶液浸漬における影響を評価し、フッ素の歯質への結合について、より詳細に検討する予定である。

【参考文献】

- (1) Matsuda Y et al. A newly designed automatic pH-cycling system to simulate daily pH fluctuations. Dent Mater J 25(2), 280-285, 2006.
- (2) Yasuda K et al. Progress of in-air microbeam system at the Wakasa Wan Energy Research Center. Nucl Instr and Meth B 269(20), 2180-2183, 2011.

ピロリドンカルボン酸による象牙質コラーゲンの分解抑制、 および象牙質の脱灰抑制に関する検討 (第2報)

ライオン株式会社 研究開発本部 ¹オーラルケア研究所 ²機能科学研究所
○井上志磨子¹、今崎麻里¹、石動更²、小倉卓²、藤川晴彦¹

Effects of pyrrolidone carboxylic acid on dentin collagen degradation and demineralization (The second report).

¹Oral Care Research Laboratories, ²Functional Materials Science Research Laboratories,
Research & Development Headquarters, Lion Corporation

○INOUE Shimako¹, IMAZAKI Mari¹, ISURUGI Sara², OGURA Taku², FUJIKAWA Haruhiko¹

【研究目的】

近年、加齢や歯周病罹患等により歯肉が退縮し、その結果露出する歯根面のう蝕増加が懸念されている。我々はこれまでにピロリドンカルボン酸 (以下、PCA) が、根面う蝕の予防に重要な、象牙質コラーゲン分解抑制効果および象牙質の脱灰抑制効果に寄与することを見出した (第138回日本歯科保存学会学術大会)。今回は、新たに開発したPCAとフッ化物 (以下、F) を配合した歯磨剤で両効果を評価すると共に、PCAの残存コラーゲンへの影響をラマン分光分析により解析し、本歯磨剤の有用性を検証することを目的とした。

【材料および方法】

<実験1: 象牙質コラーゲンの分解抑制・象牙質の脱灰抑制評価>

- 1) 材料: 脱灰液 (酢酸:100mM, pH4.8) 浸漬によりコラーゲンを露出させた牛歯根象牙質切片 (処置面: 約2mm×220 μ m)
- 2) 処置剤: 歯磨剤 (F配合、F+PCA配合) の水3倍希釈液
- 3) 方法: 以下、a)、b)、a)、c)順でpHサイクル試験を3サイクル実施 (n=6)
a) 象牙質切片を処置剤に3分間浸漬後水洗浄、b) 再石灰化液 (CaCl₂:1.5mM, KH₂PO₄:5mM, 酢酸:100mM, NaCl:100mM、コラゲナーゼ:2U/ml, pH6.5) に16h浸漬、c) 脱灰液 (酢酸:100mM, pH4.8) に5h浸漬
- 4) 評価: 顕微鏡観察による消失コラーゲン深さ (μ m)、TMR法によるミネラル損失量 (vol%× μ m) および脱灰深さ (μ m)
- 5) 解析: Studentのt-testにより群間比較した。

<実験2: 象牙質コラーゲンへのPCAの影響>

- 1) 材料: 脱灰液 (酢酸:100mM, pH4.8) 浸漬によりコラーゲンを露出させた牛歯根象牙質切片 (処置面: 約2×3mm)
- 2) 処置剤: 歯磨剤 (プラセボ (FとPCAを無配合)、F配合、F+PCA配合) の水3倍希釈液
- 3) 方法: 象牙質切片を処置剤に3分間浸漬後水洗浄し、再石灰化液 (CaCl₂:1.5mM, KH₂PO₄:5mM, 酢酸:100mM, NaCl:100mM、コラゲナーゼ:2U/ml, pH6.5) に5h浸漬 (n=5)
- 4) 評価: 共焦点ラマン顕微鏡 (alpha300R, WITec) を使い、レーザー波長532nm、レーザーパワー35mW、測定時間10秒、積算回数10回、測定領域1.0×1.0 μ m²の条件で象牙質切片の残存コラーゲンの表面構造を評価した。
- 5) 解析: Tukey多重比較検定により群間比較した。

【結果および考察】

<実験1> F配合群およびF+PCA配合群の消失コラーゲン深さは22.5±9.9、5.7±5.1 (μ m)、ミネラル損失量は1514±219、224±531 (vol%× μ m)、脱灰深さは204.7±57.2、84.9±41.3 (μ m) と、いずれもF+PCA配合群の値が有意に低く (p値<0.01)、PCAによるコラーゲン分解抑制効果および脱灰抑制効果が認められた。PCAによりコラーゲンの分解が抑えられ、象牙質内部への酸の浸透や象牙質内部で溶解したミネラルイオンの拡散が抑制されたこと、また、PCAによる象牙質へのF取込向上やコラーゲンへの吸着等が総合的に寄与したと推察される。

<実験2> ラマン分光分析により876cm⁻¹付近にあるヒドロキシプロリンのピークエリアを算出した結果、プラセボ群とF配合群に比べF+PCA配合群は有意に大きかった。ヒドロキシプロリンはコラーゲン特有のアミノ酸であり、コラーゲンの構造安定化の指標となるものである。PCAは消失コラーゲン量の抑制だけでなく、残存コラーゲンの構造を保護している可能性が示唆された。

【結論】

F+PCA配合歯磨剤は象牙質コラーゲンの分解抑制効果と象牙質の脱灰抑制効果を併せ持つことを明らかにした。PCAはコラーゲンの保護に関与していることが示唆された。

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
—再石灰化溶液浸漬後の脱灰抑制能—

神奈川歯科大学大学院歯学研究科 歯制御修復学講座¹⁾, 短期大学部 歯科衛生学講座²⁾,
クリニカル・バイオマテリアル講座³⁾

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

Anti-demineralization effect of novel S-PRG filler containing varnishes on dentin
after the immersion of remineralization solution

Department of Cariology and Restorative Dentistry¹⁾, Department of Dental Hygiene, Junior College²⁾,
Department of Clinical Biomaterials³⁾, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○KATAOKA Aiko^{1,2)}, SHIYA Toru¹⁾, FUJINO Fukue²⁾, TOMIYAMA Kiyoshi¹⁾, IIZUKA Junko¹⁾, HASEGAWA
Haruhiko¹⁾, KURAMOCHI Erika¹⁾, OHASHI Katsura³⁾, NIHEI Tomotaro³⁾, MUKAI Yoshiharu¹⁾

【研究目的】第141回、第142回日本歯科保存学会学術大会において、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 *in vitro* にて明らかにしたが、口腔内での材料劣化の影響を反映した実験系ではなかった。本実験の目的は、材料を塗布した歯根象牙質が一定期間唾液中に曝された状況を模倣した上で、その後の象牙質脱灰抑制能を検討することである。

【材料および方法】ウシ下顎中切歯の歯根部を歯頸部直下およびそれより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。その後、6本のプラスチック製容器の底に、6つずつ象牙質試料を固定した。象牙質面に3×1mmに窓開けしたマスキングテープを貼付し、MI Varnish (GC America; MIV) もしくは PRG バーニッシュ I (松風; PV) (S-PRG フィラー40%) を専用チップにて塗布後、プラスチックスパチュラにて成形した。テープ除去後、材料塗布部に隣接して新鮮象牙質試験面が3×1mm露出するように耐酸性ネイルバーニッシュを塗布した。その後、100%湿潤下で1時間静置した群を MIV 0日経過群 (MIV0群) および PV 0日経過群 (PV0群) とした。また、再石灰化溶液 (1.5mM CaCl₂, 0.9mM KH₂PO₄, 130mM KCl, 20mM HEPES, 0.1 ppm F, pH7.0) に3日間浸漬した群をそれぞれ MIV 3日経過群 (MIV3群) および PV 3日経過群 (PV3群) とした。再石灰化液は毎日交換した。なお対照群として、被験面以外をすべて耐酸性ネイルバーニッシュで被覆する群をそれぞれ CONT0群および CONT3群とした。脱灰試験は50mM酢酸ゲルを使用して37℃で1週間行った。その後、厚さ300μmの薄切片を切り出し、TMR撮影 (PW 3830, 管電圧25kV, 管電流15mA, 照射時間20分)、ミネラルプロファイルの作成後、平均ミネラル喪失量 (IML: vol% × μm) を測定した。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。

【結果および考察】平均ミネラルプロファイル: CONT0群ではミネラル密度の低い表層と病巣体部が認められた。PV0群、PV3群では深さ約10μm付近にミネラル密度38 vol%の明瞭な表層が観察されたが、PV3群はPV0群と比較してわずかに深い病巣体部を示した。MIV0群、MIV3群ではほぼ同様な病巣体部を示したが、MIV0群では深さ約10μm付近にミネラル密度約30 vol%の表層、MIV3群では約18 vol%の表層が観察された。平均 IML: CONT0群, MIV0群, PV0群, CONT3群, MIV3群, PV3群のそれぞれで、4076.9 ± 146.2, 2935.2 ± 210.7, 2284.5 ± 316.3, 1963.7 ± 303.9, 3212.9 ± 151.6 および 2378.0 ± 222.8 であった。MIV0群, PV0群, CONT3群, MIV3群, PV3群は CONT0群に比較し有意差が認められた (p < 0.05)。一方、他のグループ間においては有意差が認められなかった (p > 0.05)。

MIVでは3日間の浸漬によって被験歯面表層の脱灰抵抗が低下した。これは材料劣化による影響と考えられる。一方、PVについては0日浸漬群と3日浸漬群においてミネラルプロファイルの形に顕著な違いは見られなかった。これはPVに含有されるS-PRG フィラーのフッ化物リチャージ能により、フッ化物イオンが再徐放されたためであると考えられた。

今回、口腔内での経時的変化を想定しての2種類のバーニッシュを比較したが、3日浸漬後においてIMLに有意差は認められず、PVの脱灰抑制能が高いという結果は得られなかった。今後、再石灰化溶液中のフッ化物濃度を変化させ、より口腔内に近似した環境における経時的変化の影響を検討していく予定である。

【結論】S-PRG フィラー配合バーニッシュは、フッ化物リチャージ能により材料劣化を補償し、脱灰抑制能を維持する可能性がある。

*In vitro*における感染象牙質モデルの作製法に関する検討

¹日本歯科大学新潟生命歯学研究科硬組織機能治療学専攻

²日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座

³日本歯科大学新潟生命歯学部微生物学講座

○永井悠太¹、新海航一²、葛城啓彰³、織田洋武³

Study on an infected dentin model preparation *in vitro*

¹Advanced Operative Dentistry, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata

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

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

○NAGAI Yuta¹、SHINKAI Koichi²、KATSURAGI Hiroaki³、ODA Hirotake³

[研究目的]

現在の齲蝕治療は、除去すべき感染象牙質（齲蝕象牙質外層）の鑑別法として齲蝕検知液による染色を応用しているが、現実としてはこの方法を用いても感染象牙質の完全除去は困難であり、象牙細管内細菌の残存が認められることが多いという。また、歯髄に近い深在性齲蝕では露髄を避けるために、あえて最深部の感染象牙質を残存させてその上に覆髄剤を貼付する暫間的間接覆髄（IPC）もある。原則的に感染象牙質の完全除去は必須であるが、象牙質中に残存している細菌を何らかの方法で殺菌できれば治療効果が向上すると考えられる。

感染象牙質中の細菌を殺菌する方法はいくつか研究報告されているが、これからも検討すべき課題が多く残されている。この領域の研究を進めるにあたり *in vitro*では、感染象牙質モデルの的確な作製法の確立が必要である。そこで今回は、感染象牙質モデルの作製法について検討した。

[材料および方法]

被験歯はチモール液中に冷蔵保存しておいたヒト抜去大白歯で、齲蝕および修復処置のないものを使用した。Isomet（Buehler）を用いて歯頸部で歯根を切除した後、約 1.0mm の厚さで歯冠部を長軸方向に連続切断し、象牙質の薄板（3.0mm×3.0mm×1.0mm）を 1 歯から 3 個ずつ、合計 18 個作製した。これらの象牙質薄板を 0.2M 酢酸ナトリウム水溶液中に浸漬し、37℃恒温室中で 1 ヶ月間脱灰処理を行った。その後、2 気圧、121℃で 15 分間オートクレーブ滅菌を行い、実験試料とした。

ペリクル付与の影響を検討するため、試料を 2 つに分け、濾過滅菌した唾液中あるいは滅菌蒸留水中に各試料を浸漬して 37℃、5%CO₂環境下で 24 時間保管した。それぞれをペリクル（+）群とペリクル（-）群とした（n=9）。

さらに、各実験群を 3 つずつに分け、*Streptococcus mutans* の菌液（full culture）100μl 中に各試料を浸漬して 37℃、5%CO₂環境下で 1 時間、2 時間および 4 時間培養した。それぞれを培養 1 時間群、培養 2 時間群および培養 4 時間群とした。

規定時間培養後、菌液から試料を取り出し、滅菌蒸留水でよく洗浄した。その後、滅菌したエキスカベーターで試料を破碎し、破砕片を採取して brain heart infusion（BHI）培地に塗抹した。塗抹培地は 37℃、5%CO₂環境下で 24 時間培養した。

[結果と考察]

ペリクル（+）群では、培養 1 時間群、培養 2 時間群および培養 4 時間群すべてにおいて十分なコロニー数が培地上で観察された。一方、ペリクル（-）群では、いずれの実験群においても培地上にコロニーはほとんど観察されなかった。これらの実験結果から、*Streptococcus mutans* は付着能を有するが、象牙質薄板上にペリクル形成がない場合には、感染象牙質モデル作製中の操作で付着細菌が剥がれてしまう可能性があると考えられる。

したがって、あらかじめ脱灰した象牙質薄板を試料に用いて感染象牙質モデルを *in vitro*で作製するには、濾過滅菌した唾液中に試料を浸漬し、あらかじめペリクルを付与する必要があることが明らかとなった。

非う蝕性歯頸部欠損の光干渉断層計を用いた臨床評価

¹⁾東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野,

²⁾ワシントン大学歯学部修復学分野, ³⁾国立長寿医療研究センター病院

○和田郁美¹, 島田康史¹, サドルアリレザ^{1,2}, 中嶋省志¹, 田上順次¹, 角保徳³

Cross-sectional assessment of Non Carious Cervical Lesion using SS-OCT

¹⁾Department of Cariology and Operative Dentistry Tokyo Medical and Dental University,

²⁾Department of Restorative Dentistry University of Washington School of Dentistry,

³⁾National Center for Geriatrics and Gerontology

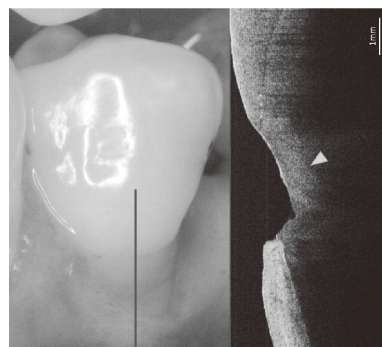
○WADA Ikumi¹, SHIMADA Yasushi¹, SADR Alireza^{1,2}, NAKASHIMA Syozi¹, TAGAMI Junji¹, SUMI Yasunori³

【研究目的】非う蝕性歯頸部欠損 (noncarious cervical lesion: NCCL) の成因として、過度の機械的刺激 (abrasion) やアブフラクション (abfraction) 等が指摘されている。しかしながら、NCCL の発症メカニズムは不明な点が多く、その予防も困難である。波長走査型光干渉断層計 (SS-OCT) は非破壊で組織の断層画像を得ることができ、歯質の脱灰評価に利用することができる。本研究では中心波長 1300nm の走査型光干渉断層計 (SS-OCT: Swept Source-Optical Coherence Tomography) を利用して、NCCL の成因を調査し、SS-OCT の有用性を検討することを目的とした。

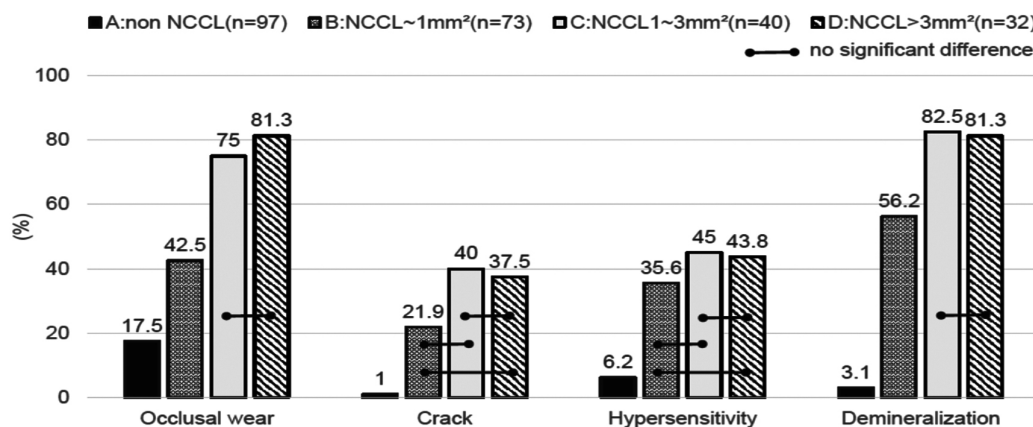
【材料および方法】本研究では被験者 35 人、242 本の臨床試験歯における非破壊観察を行った。本研究は SS-OCT (プロトタイプ 2; パナソニックヘルスケア、愛媛、日本) を用いて行われた。In vitro の実験系から得られた脱灰と非脱灰の減衰係数の閾値を基に、臨床にて口腔内の NCCL の SS-OCT 画像を撮影し、減衰係数の閾値を利用した歯頸部象牙質の脱灰の評価を行った。また、NCCL の大きさの二次元計測と歯頸部エナメル質の亀裂の有無を SS-OCT を用いて評価し、咬耗と知覚過敏についてもチェアサイドにて臨床評価を行った。

【成績】象牙質の脱灰所見は NCCL を有する歯の 69% にみられた (Figure 1)。1mm² 以下の NCCL では 56% に脱灰がみられ、NCCL の断面積が大きくなると 80% 以上に増加した。また、象牙質の露出を伴う咬耗所見は NCCL を有する歯の 60% にみられ、大きくなると 75% に増加していた (Figure 2)。

【考察・結論】SS-OCT の結果から、象牙質のミネラルの減少及び咬耗は NCCL が大きくなるほど関与しており、これら歯頸部欠損の病因子として考慮できる可能性が示唆された。



(Figure 1) NCCL with demineralization was found. In SS-OCT, brightness of dentin beneath the NCCL was increased compared with intact zone.



(Figure 2) frequency (%) of Occlusal wear, Crack, hypersensitivity, Demineralization in each NCCL size group. Occlusal wear, Crack, hypersensitivity, Demineralization were significantly increased in small NCCLs compared with intact teeth.

Er,Cr:YSGG レーザーで窩洞形成後コンポジットレジン修復した ラット歯における歯髄の免疫組織学的観察

¹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
²日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座、³日本歯科大学新潟生命歯学部解剖学第2講座
○高田真代¹、鈴木雅也²、羽下-辻村麻衣子³、新海航一²

Immunohistology observation of the rat pulp in the resin composite restorations with the Er,Cr:YSGG laser cavity preparation

¹Advanced Operative Dentistry, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata
²Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata
³Department of Histology, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata
○TAKADA Mayo¹, SUZUKI Masaya², HAGA-TSUJIMURA Maiko³, SHINKAI Koichi²

【緒言】

我々は、Er,Cr:YSGG レーザーで形成した窩洞に対して各種接着システムを用いて修復を行い、24 時間後と 14 日後の歯髄反応を比較検討した結果、レーザー切削によって熱影響を受けたラット歯髄は、使用した接着システムに関わらず時間の経過とともに治癒する傾向にあることを第 142 回日本歯科保存学会で報告した。今回は、さらに免疫組織化学染色を行ってレーザー切削後における歯髄の創傷治癒について観察した。本研究は、本学動物実験倫理委員会の承認を得て行った(整理番号: 155)。

【材料および方法】

8~9 週齢の雄性 SD 系ラットの上顎第一臼歯近心咬頭部に Er,Cr: YSGG レーザーを用いて窩洞形成を行った。レーザーの照射距離はチップ先端から約 1.5mm とし、照射条件は 40Hz、Water30%、Air50%に設定し、出力はエナメル質で 2.5W、象牙質で 2.0W とした。窩洞に対する接着システムは、Group 1: 2 ステップセルフエッチングシステム (Mega Bond : MB、クラレノリタケデンタル)、Group 2 : 40%リン酸水溶液 (K-etchant : KET、クラレノリタケデンタル) を用いて 30 秒間処理後に水洗乾燥し、MB を用いて処理、Group 3 : KET で 30 秒間処理後に水洗乾燥、10~15%次亜塩素酸ナトリウム溶液 (AD Gel、クラレノリタケデンタル) を 90 秒処理後に水洗乾燥、さらに MB を用いて処理、Group 4 : 1 ステップセルフエッチングシステム (Tri-S bond ND Quick、クラレノリタケデンタル) とした。歯面処理後、フロアブルレジン (Clearfil Majesty LV、クラレノリタケデンタル) で修復した。Control は歯面処理を行わず、グラスアイオノマーセメント (Fuji VII、GC) で修復した。修復処置を行ってから 24 時間あるいは 14 日間の観察期間を経た後、4%PFA 溶液による経心的灌流固定を行い屠殺した。摘出試料は 10%EDTA 溶液による脱灰後、通法に従ってパラフィン包埋を行い、連続薄切片を作製し、免疫組織化学染色 (酵素抗体法 : HSP25、蛍光抗体法 : MMP3、CD146) を施した。光学顕微鏡または蛍光顕微鏡を用いて、染色した薄切片を観察した。

【結果および考察】

いずれの実験群においても免疫組織化学染色を行った 24 時間後の試料では、髄角部の細胞、窩洞の象牙細管の走行に位置する象牙芽細胞層および水腫の周囲にある細胞に HSP25、MMP3 および CD146 に対して強い陽性反応を示した。同様に 14 日後の試料では、髄角部の細胞と修復象牙質周囲の細胞に HSP25、MMP3 および CD146 の陽性反応を認めたものの、24 時間後に比べて弱い反応であった。したがって、レーザーを用いて窩洞形成した場合、レーザー切削により生じた機械的ならびに熱的刺激により象牙芽細胞層が傷害を受け、象牙芽細胞が一時的に消失して水腫形成が生じるものの、新たに歯髄幹細胞から象牙芽細胞に分化したと考えられる象牙芽細胞様細胞が再配列することが明らかとなった。また、レーザー切削後における歯髄の創傷治癒過程では、歯髄組織が有する血管新生、炎症制御および細胞分化などの機能が活性化され、修復象牙質の形成が促進される可能性が示唆された。また、観察期間ごとでは、各実験群間に顕著な差は認めなかった。

【結論】

Er,Cr:YSGG レーザーで窩洞形成した歯の歯髄は、レーザー切削による機械的ならびに熱的刺激で一時的に傷害を受けるが、コンポジットレジン修復後、短期間のうちに創傷治癒することが免疫組織学的観察からも確認された。

光重合型レジン強化型ケイ酸カルシウム覆髄材の 窩洞洗浄・処理の違いによる封鎖性への影響について

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 生体機能再生・再建学講座 歯科保存修復学分野
○横山章人, 田中久美子, 大原直子, 山路公造, 吉山昌宏

Influence of Pretreatment of the Cavity on Sealing Ability of Resin-Modified Calcium Silicate Pulp Protectant

Department of Operative Dentistry, Field of Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction
Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama University
○YOKOYAMA Akihito, TANAKA Kumiko, OHARA Naoko, YAMAJI Kozo, YOSHIYAMA Masahiro

【研究目的】

近年、MTAセメントと同じケイ酸カルシウムを主成分とする光重合型覆髄材が開発されている。この覆髄材は親水性モノマーが配合され、歯質接着性と封鎖性の向上と、それによる安定した歯髄保護効果が期待され、裏層材料としても使用可能とされる。本研究では、窩洞の洗浄あるいは酸処理が光重合型レジン強化型ケイ酸カルシウム覆髄材と象牙質との間の封鎖性に与える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】

光重合型レジン強化型ケイ酸カルシウム覆髄材として TheraCal LC (Bisco, 以下 TheraCal) を用いた。ヒト下顎切歯の抜去歯牙の近心面および遠心面にダイヤモンドポイントを用い直径 2mm、深さ 1.5mm の円錐台形窩洞を形成した。被験歯を 4 群に分け、以下の①～④の処理を行った。

- ①処理を行わない (NT 群)
- ②ネオクリーナー「セキネ」(ネオ製薬) 1 分間処理後、オキシドール (ケンエー) とで交互洗浄 (NC 群)
- ③モルホニン (昭和薬品化工) 1 分間処理後、ネオクリーナーで 1 分間処理し、オキシドールと交互洗浄 (EDTA 群)
- ④K-エッチャントゲル (クラレノリタケデンタル) にて 10 秒間処理、水洗 (PA 群)

次に生理食塩水で洗浄し、綿球にて余剰な水分を除去し、TheraCal を裏層し、20 秒間光照射を行った。その後プライマーおよびボンディング処理は行わずに、Clearfil AP-X (クラレノリタケデンタル) を充填し光重合させた。

24 時間 37°C 水中浸漬後、マニキュアにてコーティングし、0.2%塩基性フクシン水溶液中に 37°C、24 時間浸漬した。

歯牙を長軸方向に切断し、断面を光学顕微鏡にて観察した。色素浸入がコンポジットレジンと象牙質との界面に留まり TheraCal まで達していないものを Score 0、コンポジットレジンと TheraCal の境界付近で浸入が止まっているものを Score 1、TheraCal と象牙質との間に色素浸入を認めるが、窩洞隅角部まで達していないものを Score 2、窩洞隅角部を越えて色素浸入が認められるものを Score 3 として判定し、最も浸入程度の大きいものをその窩洞の代表値とし、各 Score の窩洞数 (n=10) を集計し検討した。

【成績および考察】

本研究の結果、NT 群、NC 群、EDTA 群において Score 0 の窩洞は殆ど認められず、Score 1 が最も多く認められた。また PA 群においては Score 0 の窩洞数が最も多く認められた。本研究ではプライマーおよびボンディング処理を行わずにコンポジットレジンを充填したため、殆どの窩洞でコンポジットレジンと歯質との間に色素浸入が認められた。多くの窩洞では TheraCal までは色素浸入を認めず、TheraCal が象牙質との界面に一定の封鎖性を有することが示唆された。リン酸エッチング処理を行った場合にはスミア層の除去と表層の脱灰を生じ、コンポジットレジンと歯質との接着性が向上して、色素浸入が浅くなったのではないかと考えられる。TheraCal に対するリン酸処理の影響を確認するにはさらなる検討が必要と考えられる。

Er:YAG レーザー照射象牙質におけるレジン添加型ガラスイオノマーセメントの接着性に及ぼすカルボン酸と金属塩の合剤による歯面処理の影響

愛知学院大学歯学部保存修復学講座

○鶴田あゆみ, 堀江 卓, 富士谷盛興, 千田 彰

A Study of the Development of the Adhesive System Specific to Er:YAG-lased Dentin -Conditioning Effects of Carboxylic Acid-Metal Salt on Bond Strength of Resin-modified Glass-ionomer Cement to Laser-affected Dentin-

Aichi Gakuin University, School of Dentistry, Department of Operative Dentistry
○Tsuruta Ayumi, Horie Taku, Fujitani Morioki, Senda Akira

【緒言】

痛みを生じないと言われている程度の低出力でEr:YAG レーザー照射した象牙質には、構造欠陥や変性層が生じ、レジン系ボンディング材を使用して接着したコンポジットレジンの象牙質接着性は低下することが知られている。一方で、Er:YAG レーザー照射した象牙質において、レジン接着システムとしてのレジン添加型ガラスイオノマーセメント (RMGI) は、レジン系ボンディング材に比し安定した接着性を示すが、接着強さの測定値は低いことを著者らは明らかにした (第 141 回日本歯科保存学会)。

そこで、本研究は、Er:YAG レーザー照射象牙質に対し良好な接着性を示す接着システムの開発を目指し、レーザー照射により生じた変性層を強化し RMGI の接着強さの向上を図る目的で、カルボン酸と金属塩の合剤による歯面処理効果について検討した。

【材料および方法】

新鮮抜去ウシ前歯に象牙質平坦面 (#600) を調製し、Er:YAG レーザーにより低出力照射 (50 mJ/1 pps) あるいはフイニッシング照射 (50 mJ/1 pps 照射後 150 mJ/1 pps で仕上げ照射) した。次いで、これら照射面ならびに非照射面を 20%ポリアクリル酸+3%塩化アルミニウム水溶液 (Al 群)、あるいは 10%クエン酸+2%塩化第二鉄水溶液 (Fe 群) による歯面処理を施し、Fuji Lining Bond LC を塗布後 Clearfil AP-X を填塞し、微小引張接着強さを検討した (Tukey-Kramer の多重比較検定, $\alpha=0.05$)。また破壊形態 (実体顕微鏡)、および接合界面の様相 (SEM) も検討した。

【結果】

非照射象牙質では、歯面処理剤を併用しなかった場合 (NT 群) の接着強さは約 12 MPa、Al 群あるいは Fe 群における接着強さはいずれも約 24 MPa であり、歯面処理剤を併用しなかったものに比し有意に高い値を示した ($p<0.05$)。一方、レーザー照射象牙質において歯面処理剤を併用しなかったもの (NT50 群, NT50+150 群) は接着強さの計測が不可能であった。また、Al50 群あるいは Al50+150 群の接着強さは 5~7 MPa、Fe 50 群あるいは Fe50+150 群のそれは 10~13 MPa であり、Fe 群の方が効果的であった。レーザー照射した Fe 群の破壊形態は、界面破壊ならびに変性層から RMGI にわたる混合破壊がレーザー照射した Al 群の場合より多く認められた。このことは、Fe 群の場合、変性層が強化され、この層と RMGI 層の両層に歪みが集中するようになり、その結果、接着強さが向上したものと考えられた。

Table. Early bond strengths of RMGI to Er:YAG lased dentin treated with various conditioning agents (MPa)

NT0	11.56(3.28) ^{abc}	NT50	— [§]	NT50+150	— [§]
Al0	23.73(5.44) ^{adefg}	Al50	6.98(3.51) ^{dj}	Al50+150	4.92(3.56) ^{cek1}
Fe0	23.45(5.57) ^{bhijk}	Fe50	12.79(4.58) ^{fh1}	Fe50+150	10.03(5.77) ^{gi}

*The same superscript letters indicate significant difference ($p<0.05$). n=15, Mean(SD)

[§]Unmeasurable level due to loss of RMGI during the preparation for adhesive test specimens.

【結論】

Er:YAG レーザー照射された象牙質に対しては、10%クエン酸+2%塩化第二鉄水溶液による歯面処理が、レジン接着システムとしての RMGI 系レジン接着システムの接着性向上に効果的であることが判明した。

新規レジン系知覚過敏抑制材の象牙細管封鎖性について 大阪歯科大学 歯科保存学講座

○保尾謙三, 岩田有弘, 小正玲子, 三浦 樹, 吉川一志, 山本一世

Effect of new dentin desensitizer on dentin permeability for the treatment of dentin hypersensitivity

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○YASUO Kenzo, IWATA Naohiro, KOMASA Reiko, MIURA Tatsuki,
YOSHIKAWA Kazushi, YAMAMOTO Kazuyo

【研究目的】

象牙質知覚過敏症の治療法には、イオン導入、薬物塗布、レーザー照射や接着性材料による罹患部位の被覆などがあり、薬物塗布に用いられる知覚過敏抑制材には、グルタルアルデヒド系、無機塩系、レジン系があるが、レジン系知覚過敏抑制材はレジンの被膜による優れた象牙細管封鎖性を有している。新規発売された G-Premio Bond (GC) は、短時間処理により接着可能な 1 ボトル 1 ステップボンディングシステムであるが、知覚過敏抑制材としても使用することができる。そこで、今回我々は、レジン系知覚過敏抑制材 G-Premio Bond の象牙細管封鎖性について、象牙質透過抑制率 (以下、透過抑制率) を測定し検討を行ったので報告する。

【材料と方法】

被験歯に健全ヒト抜去大白歯を用い、モデリングトリマーと耐水研磨紙にて #600 まで研磨し、直径 8 mm、厚さ 1 mm の象牙質ディスク試料を作製した。善入ら¹⁾に準じて作製された装置を用いて、象牙細管内液を満たした試料ステージに試料を装着し、内圧を 25 mmHg に規定した。知覚過敏抑制材として、Nanoseal (日本歯科薬品, 以下 NS), Teethmate Desensitizer (Kuraray Noritake Dental, 以下 TD), G-Premio Bond (GC, 以下 GP), G-Guard (GC, 以下 GG), Scotchbond Universal Adhesive (3M ESPE, 以下 SU), Shield Force Puls (Tokuyama Dental, 以下 SF) を用い、業者指定の通り操作を行い塗布したものをそれぞれ NS 群, TD 群, GP 群, GG 群, SU 群, SF 群とした。各知覚過敏抑制材の塗布前後の象牙細管内液の移動量から透過抑制率を測定し (n=5)、一元配置分散分析および Tukey の分析により統計処理を行った。なお、本研究は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号: 大歯医倫 110767 号)。

【結果ならびに考察】

NS・TD 群はそれぞれ透過抑制率に有意差は認められなかった。GP・GG・SU・SF 群はそれぞれ透過抑制率に有意差は認められなかった。GP・GG・SU・SF 群は NS・TD 群と比べて有意に高い透過抑制率を示した。これは、無機塩の結晶物により被膜を形成する知覚過敏抑制材に比べて、レジン系知覚過敏抑制材の方がより強固な被膜を形成し、象牙細管を封鎖したためと考えられる。

【結論】

新規レジン系知覚過敏抑制材 G-Premio Bond は、従来のレジン系知覚過敏抑制材と同程度の高い象牙細管封鎖性を有することが示唆された。

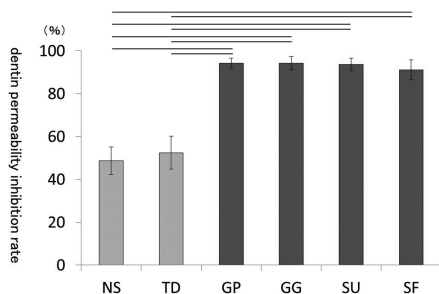


Fig. 1 Measurements of the permeability inhibition ratio of each dentin desensitizers

善入ら. 知覚過敏罹患モデル象牙質へのレーザー照射が透過性に与える影響について. 日歯保存誌 2008 ; 51 : 48-62.

リン酸カルシウムペースト系知覚過敏抑制材の漂白効果に及ぼす影響

大阪歯科大学 歯科保存学講座
○古澤 一範 岩佐 一弘 谷本 啓彰 保尾 謙三 吉川 一志 山本 一世

Effect of a Desensitizer on Vital Teeth Bleaching of Calcium Phosphate Based Paste

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University
○Furusawa Kazunori, Iwasa Kazuhiro, Tanimoto Hiroaki, Yasuo Kenzo,
Yoshikawa Kazushi, Yamamoto Kazuyo.

【目的】

漂白直後および漂白中に生じる象牙質知覚過敏の発生率は、軽度のものを含めると 55~75%との報告があり、エナメル質に存在するエナメル葉や微小亀裂の存在がその発生に関与すると考えられている。また有髄歯の漂白に対して、近年、二酸化チタンを触媒として過酸化水素水の濃度を減少させ、刺激を抑制する製品が市販されている。一方ハイドロキシアパタイトに対して作用する知覚過敏抑制材が市販されており、漂白との併用について期待されている。本研究はティースメイト®AP ペースト (クラレノリタケデンタル;以後 AP) をメーカー指示に従って塗布した際の漂白効果に及ぼす影響について検討した。

【材料と方法】

冷凍保管牛歯を解冻し、歯根を切断して歯髄を除去した後、髓腔内を 5%次亜塩素酸溶液で 1 分間処理し、水洗、乾燥後、37%リン酸ゲル(K - etchant, クラレノリタケデンタル)にて 1 分間処理し、水洗、乾燥を行った。煮出した紅茶を着色液とし、被験歯を 7 日間浸漬し、変色試料とした。変色した唇側面中央部を歯科用色彩計シェードアイ NCC(松風)で測色し、CIE L*a*b*を求めた(術前)。術前測色後、TiON in Office(GC;以後 Tion)の Reactor を塗布し乾燥させた後、Syringe A および B の混合ジェルを塗布し、漂白用 LED 照射器(コスモブルー, GC)にて 10 分間照射した。この操作を 3 回同一部位に行い、漂白処置後、再度測色を行なった(1 回目術後)。その後生理食塩水中に保管し、7 日間毎に合計 4 回漂白処置を行い、漂白処置後、再度測色を行なった(2~4 回目術後)。その後、再度着色液に浸漬し、7 日間ごとに測色を行った。得られた CIE L*a*b*の値から、漂白前との色差値 ΔE を算出した(コントロール群)。

また TiON in Office でコントロールと同様に漂白処置を行い、漂白後 AP を毎回塗布おこなった条件を漂白中 AP 群、4 回の漂白処置後、着色液に浸漬し 7 日ごとの測定毎に AP で処理を行った条件を漂白後 AP 群とし、得られた CIE L*a*b*の値から、漂白前との色差値 ΔE を算出した。塗布方法として AP を 20 秒間ラバーカップにて行った。測定結果は一元配置分散処理および Tukey の検定により統計処理を行った ($P < 0.01$)。なお、漂白面について通法により処理した後、走査型電子顕微鏡 (JSM-5610LU, JEOL; 以後 SEM) にて観察を行った。

【結果ならびに考察】

L*a*は、コントロール群と比較して漂白中 AP 群、漂白後 AP 群ともに後戻りを抑制している傾向を示し、b*はコントロールと同様の傾向を示した。 ΔE の結果を Fig.1 に示す。コントロール群と漂白後 AP 群で有意な差が認められた。塗布方法として、ラバーカップを使用したことにより緊密に塗布できたのではないかと考えられる。SEM 観察の結果、漂白中、漂白後ともにコントロールと同様にエナメル質の構造と考えられる像が観察された。

【結論】

AP は、リン酸四カルシウムと無水リン酸水素カルシウムに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され、フッ化ナトリウムを添加した弱アルカリ性のペーストである。リン酸四カルシウムと無水リン酸水素カルシウムが塗布後、口腔内の水分と反応しハイドロキシアパタイトに転化することを応用した知覚過敏抑制材は、漂白効果に影響を及ぼさず後戻りを抑制している傾向が示唆された。

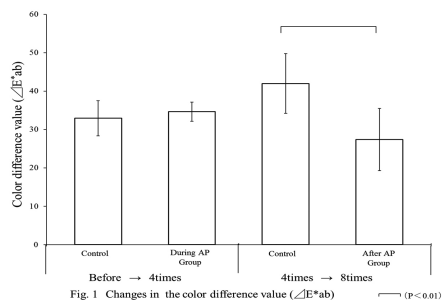


Fig. 1 Changes in the color difference value (ΔE^*ab) (P < 0.01)

リン酸カルシウム系知覚過敏抑制材の知覚過敏抑制効果 -超音波透過法による検討-

日本大学歯学部保存学教室修復講座¹, 総合歯学研究所生体工学研究部門², 天野歯科医院³

○竹中宏隆¹, 川本 諒^{1,2}, 黒川弘康^{1,2}, 下山侑里子¹,
石井 亮¹, 瀧川智義^{1,2}, 平井一孝¹, 宮崎真至^{1,2}, 天野 晋³

Evaluation of Desensitizer Based Calcium Phosphate by Means of Ultrasonic Device.

¹Department of Operative Dentistry, ²Division of Biomaterials Science, Dental Research Center Nihon University
School of Dentistry, ³AMANO Dental Clinic

○Takenaka Hiroataka¹, Kawamoto Ryo^{1,2}, Kurokawa Hiroyasu^{1,2}, Shimoyama Yuriko¹,
Ishii Ryo¹, Takigawa Tomoyoshi^{1,2}, Miyazaki Masashi^{1,2}, Amano Susumu³

【研究目的】

象牙質知覚過敏症に対する処置には、これまで多くの方法が提案されてきた。特に、患部に塗布することでその疼痛を軽減する知覚過敏抑制材は、様々なタイプの製品が臨床応用されているものの、即効性および持続的な効果に優れるものは少ないのが現状である。そこで演者らは、生体親和性に優れたリン酸カルシウム系知覚過敏抑制材に着目し、その性状の違いが知覚過敏抑制効果に及ぼす影響について検討した。すなわち、ティースメイトディセンシタイザー（粉液タイプ、以後 TD）およびティースメイト AP ペースト（ペーストタイプ、以後 AP、ともにクラレノリタケデンタル）を象牙質に塗布することで生じた脱灰あるいは再石灰化という変化を、非破壊的に物質の状態変化を測定可能である超音波透過法を用いて測定した。またレーザー顕微鏡（LSM）観察および走査電子顕微鏡（SEM）観察を併せて行い、表面性状の変化ならび象牙質封鎖性について比較検討した。

【材料および方法】

1. 象牙質知覚過敏試片の製作

ウシ抜去下顎前歯の唇側象牙質を 4×4×1mm のブロックとして切り出し、耐水性 SiC ペーパーの#2,000 まで順次研磨した。これら試片に対して超音波洗浄を 30 分間行い、象牙細管の開口を伴う知覚過敏モデルを製作した。

2. pH サイクルの設定

口腔内環境をシミュレートするために、37°C人工唾液（pH 7.0）の浸漬保管に先立ち、以下の条件で pH サイクルを設定した。

- 0.1M 乳酸緩衝液（pH4.75）に 10 分間浸漬（以後、De 群）
- 脱灰液への浸漬に先立って、AP または TD を 1 度塗布（以後、AP 群、TD 群）
- 脱灰液への浸漬に先立って、AP または TD を塗布し、これを 7 日毎に行う（以後、Repeat-AP 群、Repeat-TD 群）
なお、pH サイクルは 1 日 2 回、28 日間行った。またコントロールとして実験期間を通じて人工唾液への浸漬のみを行う群（以後、Control 群）を設定した。

3. 超音波伝播時間の測定

超音波測定装置（Model 5900, Panameric）を用いて、縦波で発せられる超音波の伝播時間を測定し、各試片の厚みから計算式を用いて縦波音速を求めた。

4. レーザー顕微鏡観察

所定期間の浸漬が終了した試片について、レーザー顕微鏡を用いて表面性状の変化を観察した。

5. SEM 観察

FE-SEM（ERA8800-FE, エリオニクス）を用いて、象牙細管内への知覚過敏抑制材の浸透性を評価した。

【成績および考察】

Control 群では実験期間を通じて音速の変化は認められなかったものの、De 群では低下する傾向を示した。TD-Repeat 群において塗布直後は音速の上昇を認めるものの、その後の pH サイクルにより音速の低下を生じた。一方、AP-Repeat 群では、pH サイクルによる音速の低下は生じにくい傾向を示し、28 日後には TD-Repeat 群と有意差を認めなかった。

また LSM 観察から、塗布直後には象牙細管開口部が完全に封鎖された像が観察されたが、AP および TD 群においては時間の経過に伴って、象牙細管が開口する傾向が認められた。一方 AP-Repeat 群、TD-Repeat 群において 28 日後には象牙細管は完全に封鎖され、象牙質表面には粒状堆積物が認められた。SEM 観察からは AP-Repeat、TD-Repeat 群において象牙細管深部まで浸透している像が観察された。

【結論】

AP は歯質の脱灰抑制および象牙細管の封鎖性において TD と同様に有効であり、継続的に塗布することで象牙質知覚過敏の抑制に寄与することが示唆された。

新規 1 ボトル 1 ステップボンディングシステムの
象牙質知覚過敏症罹患モデル象牙質に対する接着性
—サーマルサイクルの影響—

大阪歯科大学歯科保存学講座

○岩田有弘, 恩田康平, 廣田陽平, 井村和希, 山本一世

Tensile bond strength of new 1-bottle 1-step bonding system on
an *in vitro* Model of Hypersensitive Dentin

—Effect of Thermal Cycling on Tensile Bond Strength—

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

OIWATA Naohiro, ONDA Kohei, HIROTA Youhei, IMURA Kazuki, YAMAMOTO Kazuyo.

【緒言】

象牙質知覚過敏症には歯頸部知覚過敏, 根面知覚過敏および窩洞形成後の象牙質面露出による術後性知覚過敏などある。象牙質知覚過敏症の治療法としては, 薬液塗布, イオン導入法, レーザー照射や接着性材料による罹患部位の被覆などがある。象牙質知覚過敏症の要因の1つとして細管内液の移動が提唱されているが, 我々の研究グループはヒト歯髄内圧を設定した象牙質知覚過敏症罹患モデル象牙質¹⁾を作成し, 1 ボトル 1 ステップボンディングシステムの接着試験を行い, 罹患モデル象牙質では接着強さが有意に低下することを報告した²⁾。また, 新規に発売されたジーシー-G-プレミオボンド(株式会社ジーシー, 以下PB)についても同様の試験を行い, 象牙質知覚過敏症罹患モデル象牙質に対する接着強さは低下しないことを報告した。本研究では, PBの象牙質知覚過敏症罹患モデル象牙質に対する接着における, サーマルサイクルの影響について実験を行ったので報告する。

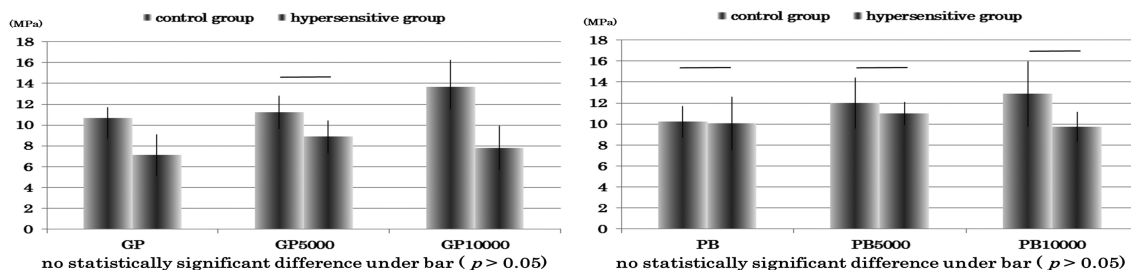
【材料及び方法】

抜去ヒト大臼歯歯冠部象牙質を用い, 歯冠側面を耐水紙#600まで研磨した厚さ1mmの象牙質ディスクを作成した。知覚過敏症罹患モデル象牙質の作成方法は, 善入らの方法¹⁾を利用し, 再現した。また, 充填材料としては1 ボトル 1 ステップボンディングシステムとして, PBおよびG-ボンドプラス(株式会社ジーシー, 以下GP)を使用した。光重合型コンポジットレジンとして, CLEARFIL[®]AP-X(クラレノリタケデンタル, シェードA3)を使用した。

知覚過敏症罹患モデル象牙質被着面の接着面積を3mmに規定し, 上記のPBおよびGPを使用し, 製造業者指定の方法にて接着操作を行い, 罹患象牙質群とした。また, 厚さ1mmの象牙質ディスクを装置に装着せずに上記と同じく接着操作を行い, コントロール群とした。接着後37°C水中に24時間保管したのち, 5°Cと55°Cの水中に40秒間ずつ5000回および10000回浸漬するサーマルサイクルを行った。接着試験は万能試験機IM-20(INTESCO)を用い, クロスヘッドスピード0.3mm/minにて引張強さの測定を行い, 平均値および標準偏差を算出した(n=7)。得られた結果は一元配置分散分析およびTukeyの検定により統計処理を行った(p=0.05)。なお, 本研究は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った(承認番号:大歯医倫110767号)。

【結果および考察】

GPでは24時間後とサーマルサイクル10000回において有意な差が認められたが, PBではサーマルサイクルによる接着強さの有意な低下は認められなかった。象牙質知覚過敏症罹患モデル象牙質表層には水分が存在すると考えられるため, 熱負荷を受ける環境下では接着が破壊されてしまうことが考えられるが, PBにおいてはサーマルサイクルの影響は受けないことが認められた。



1) 善入寛仁, 吉川一志, 山本一世. 知覚過敏症罹患モデル象牙質へのレーザー照射が透過性に与える影響について. 日歯保存誌 2008; 51: 48-62.

2) HATTORI Yasunao, Iwata Naohiro, YASUO Kenzo, YOSHIKAWA Kazushi and YAMAMOTO Kazuyo. Study on Adhesion of Composite Resin using an *in vitro* Model of Hypersensitive Dentin. J Conserv Dent 2015; 58: 26-34.

知覚過敏抑制材塗布後のレジーン-象牙質接着界面の観察

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 生体機能再生・再建学講座 歯科保存修復学分野
○田中久美子, 大原直子, 横山章人, 西山依理子, 山路公造, 吉山昌宏

Observation of the Resin-dentin Interface after the Hypersensitive Desensitizer Application
Department of Operative Dentistry, Field of Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction,
Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences
○TANAKA Kumiko, OHARA Naoko, YOKOYAMA Akihito, NISHIYAMA Eriko, YAMAJI Kozo, YOSHIYAMA Masahiro

【研究目的】

象牙質知覚過敏症においては、処置が多岐にわたり、知覚過敏抑制材の塗布から日を改めてコンポジットレジーン修復を行うケースがある。本研究では、知覚過敏抑制材塗布後の接着システムの接着性を評価することを目的とし、レジーン-象牙質接着界面の観察を行った。

【材料及び方法】知覚過敏抑制材にはMSコートONE(サンメディカル)、F-バニッシュ歯科用5%(東洋製薬化成)、ナノシール(日本歯科薬品)を使用した。う蝕のないヒト抜去小白歯の歯冠部象牙質平面を露出し、超音波洗浄を30分間行うことで象牙細管を開口させ、象牙質知覚過敏モデルとした。知覚過敏抑制材を塗布し7日間37℃水中保管した後、接着システムにてコンポジットレジーンを築盛した。接着システムには、クリアフィルメガボンドFA(クラレノリタケデンタル)を、築盛するコンポジットレジーンにはクリアフィルAP-X(クラレノリタケデンタル、シェードA3)を用いた。無処理のものをコントロール群とした。

接着界面の色素浸透の観察:コントロール群および処理群に対し、接着試料体を作製した。接着界面に対して垂直に切断し、接着界面の上下2mmを残してネイルバーニッシュで被覆した。0.2%塩基性フクシン水溶液に24時間浸漬した後、試料体を縦断し、実体顕微鏡の100倍下で試料体を観察した。

象牙細管内へのプライマーの浸透の観察:コントロール群および処理群に対し、接着試料体を作製するにあたり、プライマーの浸透を評価するために、メガボンドFAプライマーにローダミンB(Aldrich)を0.07%配合した。接着試料体を包埋した後、接着界面に対して垂直に切断して研磨を行い、アルゴンレーザーによる共焦点レーザー顕微鏡(CLSM, μ Radiance, Bio-rad Laboratories)の観察用試料とした。観察に際して、コンピュータ解析用ソフトウェア(LaserSharp2000, Bio-rad Laboratories)を用いた。

【成績および考察】コントロール群、3種の知覚過敏抑制材を7日間作用させた処理群のいずれにおいても接着界面に色素の浸透すなわち辺縁漏洩を認め、また、象牙細管内にプライマーの浸透を認めた。知覚過敏抑制材による象牙細管封鎖の程度が接着界面の辺縁漏洩と象牙細管内へのプライマーの浸透に影響を及ぼすことが考えられた。今後、臨床に活かすため、材料の特性および象牙質被着面の詳細な検討が必要である。

【結論】3種の象牙質知覚過敏抑制材を7日間作用させ、接着試料体を作製し、接着界面を観察した結果、接着界面の辺縁漏洩と象牙細管内へのプライマーの浸透を認めた。

根面う蝕へのナノシール塗布によるダイアグノデント測定値の変動

北海道大学大学院歯学研究科歯周・歯内療法学教室
○加藤昭人, 宮治裕史, 田中佐織, 井上加菜, 西尾啓英, 川浪雅光

Changes in DIAGNOdent values for root caries applied with Nanoseal

Department of Periodontology and Endodontology,
Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine
○KATO Akihito, MIYAJI Hirofumi, TANAKA Saori, INOUE Kana,
NISHIO Takahide, KAWANAMI Masamitsu

【目的】

高齢になると歯周病の罹患率が向上し、歯根を支える歯槽骨の破壊が進んで歯根が露出するケースが後を絶たない。また、歯肉は加齢に伴って徐々に退縮するため歯根露出した歯が多く観察され、根面う蝕が発生しやすい。近年、歯科用知覚過敏抑制材料として開発されたナノシール（日本歯科薬品）は、フルオロアルミノシリケートガラスのナノ分散液とリン酸を主体としており、歯面塗布により表面に耐酸性ナノ粒子層を形成することが確認されている。また、*in vitro* において人工的に脱灰した象牙質面へナノシールを塗布することで、耐酸性が向上したことが報告されている。したがって実際の口腔内の根面う蝕にもナノシールを塗布することで歯質の性状が変化する可能性が考えられる。そこで本研究では、根面う蝕にナノシールの塗布を行い、う蝕診断器ダイアグノデントペンの測定値の変化を評価した。

【対象と方法】

本研究は北海道大学病院自主臨床研究審査委員会（承認番号 自 012-0046 および 自 013-0285）の承認を受けて行った。対象患者は北海道大学病院歯科診療センターに通院中の根面う蝕を有する患者 36 名（男性 18 名、女性 18 名、平均 67.3 歳）とし、置換ブロック法でランダム化して 2 群に分けた。ナノシール塗布群では、ロビンソンブラシでう蝕歯面を清掃後、ナノシールの A 液、B 液を等量採取、混和し、ニシカマイクロアプリーケーターにて患部に混和液が十分にいきわたるように塗布した後水洗を行う方法で、開始月のベースラインから毎月 1 回ナノシール塗布を行った。コントロール群ではナノシールを塗布せず毎月 1 回歯面清掃と水洗のみを行った。なお研究参加期間中の根面う蝕部の口腔ケアには、両群とも研磨剤無配合のプロサールハミガキ（日本歯科薬品）を使用した。ナノシール塗布前のベースラインおよび 3 か月後、6 か月後にダイアグノデントペン（KaVo Dental, ドイツ）を用いて根面う蝕部のダイアグノデント値を測定し、患者観察項目としてカリエス面積、歯頸部からの距離、歯髄の有無の検査をベースラインおよび 6 か月後に行った。また、北海道大学病院通院中の患者より承諾を得て採取した抜去歯の根面う蝕にナノシールを塗布して SEM 観察を行い、ナノ粒子の付着状態を評価した。

【結果】

ナノシール塗布群のダイアグノデント値は、ベースラインで 28.9 ± 5.6 、3 か月後で 23.6 ± 5.7 、6 か月後で 21.5 ± 8.2 であった。一方、コントロール群では、ベースラインで 29.3 ± 7.9 、3 か月後で 32.5 ± 11.8 、6 か月後で 35.7 ± 15.6 であった。ナノシール塗布群の 3 か月後、6 か月後のダイアグノデント値は、ベースラインと比較して有意に減少したが、コントロール群では経時的にダイアグノデント値の上昇が認められた。また、ナノシール塗布群とコントロール群で比較すると、3 か月後、6 か月後ともダイアグノデント値に有意差が認められた。患者観察項目は両群間で差はなく、ベースラインと比較して 6 か月後でも変化はほとんど認められなかった。抜去歯根面う蝕部へのナノシール塗布後の SEM 観察では、う蝕表面にナノ粒子の付着が認められた。

【結論】

根面う蝕にナノシールを毎月塗布することで 3 か月後、6 か月後のダイアグノデント値が低下した。

10-MDP 含有レジンセメントの象牙質接着界面の解析

¹岡山大学病院新医療研究開発センター, ²岡山大学歯学部先端領域研究センター, ³北海道大学大学院歯学研究生体材料工学教室

○¹吉原久美子, ²長岡紀幸, ³吉田靖弘

Analysis of the dentin/10-MDP containing resin cement interface

¹Center for Innovative Clinical Medicine, Okayama University Hospital, ²Advanced Research Center for Oral and Craniofacial Sciences, Okayama University, ⁴Department of Biomaterials, Hokkaido University

○Kumiko YOSHIHARA¹, Noriyuki NAGAOKA², Yasuhiro YOSHIDA³

【研究目的】

歯科接着材料に含まれる機能性モノマーは、歯質のアパタイトと反応しカルシウム塩が形成されることが報告されている^{1,2)}。とくに、10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) は、歯質のカルシウムと反応し層状の自己組織化物を形成する。このカルシウム塩は水に難溶性であることから、長期耐久性の向上につながる事が示唆されている^{3,4)}。本研究では、10-MDP 含有レジンセメントと象牙質でも同様の塩の形成について解析を行うことを目的とし、10-MDP を含有するレジンセメントやプライマーを象牙質への塗布時の象牙質表面の X 線回折分析と、セメントやそのプライマーと象牙質の接着界面の透過電子顕微鏡での観察とを行った。

【材料および方法】

10x 8x 1 mm の牛歯象牙質を SiC 研磨紙(#600)で研磨し、EDprimer, PanaviaV5 Tooth Primer(いずれも Kuraray Noritake Dental)を塗布し、20 秒後、エアブローした。また同様に、牛歯象牙質に PanaviaF2.0, Panavia SA cement(いずれも Kuraray Noritake Dental)を塗布し、20 秒後にエタノールで洗浄して、セメント部分を除去した後、エアブローした。すべてのサンプルは X 線回折(CuK α 40 kV, 200mA; RINT2500, Rigaku)で測定した。

透過電子顕微鏡観察試料として倫理委員会での承認を受けたヒト抜去大白歯 8 本を用い、被着象牙質を SiC 研磨紙(#600)で研磨後、以下の処理を各 2 本ずつ行った。1)EDprimer を塗布し、20 秒後にエア乾燥し、PanaviaF2.0 を築成; 2)EDprimer を塗布せず、PanaviaF2.0 を築成; 3)Panavia SA cement を築成; 4)PanaviaV5 Tooth Primer PanaviaV5 を塗布し、20 秒後にエア乾燥し、PanaviaV5 を築成し、セメント築成後はいずれのサンプルも光照射器 (Bluephase 20i, Ivoclar vivadent) を用いて 20 秒間重合させた。その後、24 時間 37°C 水中保管した後、エポキシ樹脂で包埋し、ダイヤモンドナイフとマイクロトームを用いて薄切し、透過電子顕微鏡 (TEM) (JEM-1200EX II, Jeol) 観察を行った。

【結果】

X 線回折の結果(右図)から、いずれのサンプルでも 10-MDP-Ca 塩に帰属されるピークが確認された。とくに EDprimer で強いピークが認められた。

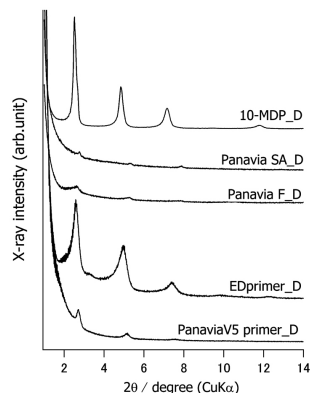
透過電子顕微鏡による、歯質-セメント界面の観察からも、いずれのサンプルにおいても層状の構造物が確認された。

【考察および結論】

10-MDP を含有しているセメントやプライマーと歯質との接着でも、機能性モノマーと歯質のアパタイトの反応によるカルシウム塩の層状構造が確認され、機能性モノマーと象牙質のアパタイトが化学的に結合していることが示唆された。

【参考文献】

- 1)Yoshihara K et al. J Dent Res 2011;90:602-6.
- 2)Yoshihara K et al. Dent Mater 2013;29:888-97.
- 3)Yoshihara K et al. Acta Biomater 2010;6:3573-82.
- 4)Yoshida Y et al. J Dent Res. 2012;91:376-81



XRD patterns of 10-MDP containing primer/ cement applied on dentin

セルフアドヒーズセメント中の MDP 濃度が接着強さに及ぼす影響

¹岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 生体機能再生・再建学講座 歯科保存修復学分野
²北歯科医院, ³鹿児島大学大学院医歯薬学総合研究科 顎顔面機能再建学講座 歯科保存学分野
○大原直子¹, 田中久美子¹, 澁谷和彦², 横山章人¹, 竹内晶子¹, 山路公造¹, 西谷佳浩³, 吉山昌宏¹

Effect of MDP concentration in Self-adhesive Resin Cement on Bond Strength

¹Department of Operative Dentistry, Field of Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences,
²Kita Dental Clinic, ³Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Field of Oral and Maxillofacial Rehabilitation, Kagoshima Graduate School of Medical and Dental Sciences
○OHARA Naoko¹, TANAKA Kumiko¹, SHIBUYA Kazuhiko², YOKOYAMA Akihito¹, TAKEUCHI Akiko¹, YAMAJI Kozo¹, NISHITANI Yoshihiro³, YOSHIYAMA Masahiro¹

[目的]

MDP (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) は接着性レジンモノマーであり, セルフアドヒーズセメントにも配合され実用されているものの, MDP の濃度変化に伴うセメントの接着強さの挙動や至適濃度についての報告は見当たらない. 本研究では, 試作セメントの MDP の配合濃度を变化させ, MDP の配合濃度が歯質接着強さに及ぼす影響とその接着耐久性について検討を行った.

[材料と方法]

試作セルフアドヒーズセメントとしてフッ化ナトリウムを配合したセメントと未配合のセメントを作製した. 両セメントにおいて, MDP 配合量を 3.3wt%, 6.6wt%, 9.9wt% の 3 段階に変化させたものを作製した. 被着歯面は, 健全ヒト抜去大白歯の咬合面象牙質平坦面を耐水研磨紙 (#600) にて研磨したものとし, 被着体はエステニア (クラレノリタケデンタル) ブロックを, アルミナサンドブラスト (5s), 超音波洗浄 (2min), リン酸エッチング (5s), 水洗乾燥後にシラン処理を行ったものとした. 各レジンセメントにて接着した試料体を 37°C の水中に 24 時間保管後, 1.0×1.0mm² の短冊状に切り出し, 初期硬化時の微小引張接着強さを測定した. 微小引張試験後の試料は, 走査電子顕微鏡を用いて破断面形態の観察を行った.

さらに, 接着耐久性を調べるため, 接着試料を 37°C 水中 24 時間保管後, 5°C と 55°C のサーマルサイクルを 5000 回負荷し, 微小引張接着強さと破断面形態の観察を行った.

統計解析は, one-way ANOVA および Tukey method を用いて有意水準 5% で統計解析を行った.

本研究は岡山大学医歯薬学総合研究科の倫理委員会の許可 (承認番号 189 号) を得て実施した.

[結果および考察]

MDP 濃度 3.3wt% のセメントの接着強さが最も低く, MDP 濃度が 6.6wt%, 9.9wt% のセメントの接着強さは, 3.3wt% の濃度のセメントと比較し接着強さの向上を認めた. 濃度が 6.6wt% のセメントと 9.9wt% セメントの接着強さを比較した場合, 接着強さのさらなる向上は認めなかった. サーマルサイクル 5000 回負荷後の比較では, 全ての MDP 濃度において接着強さの低下を認めなかった. フッ化ナトリウムの配合の有無による差も認めなかった. 破断面観察では, 全てのセメントにおいてセメント凝集破壊と, セメント-象牙質間での界面破壊の混合破壊が多く認められた.

以上の結果より, MDP の接着強さの向上効果は 6.6% の濃度でプラトーに達することが明らかになった. 5000 回のサーマルサイクル負荷では, 接着強さの低下は認められず, 接着安定性を示していた. 今後, さらにサーマルサイクル負荷条件を追加し, 研究をすすめる予定である.

CAD/CAM ブロックの表面処理の違いがレジンセメントとの接着強さに及ぼす影響

北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座歯科保存学教室

*北海道大学病院歯科診療センター 生体技工部

○市川真理子, 川本千春, *西川圭吾, 門脇佳孝, 星加修平, 池田考績, 田中享, 佐野英彦

Effect of surface treatments on bond strengths between a CAD/CAM block and a resin cement

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

*Department of Dental Medical Laboratory Hokkaido University Hospital

○Mariko ICHIKAWA, Chiharu KAWAMOTO, Keigo NISHIKAWA, Yoshitaka KADOWAKI, Shuhei HOSHIKA
Takatsumi IKEDA, Toru TANAKA, Hidehiko SANÔ

【研究目的】

ハイブリッドレジンブロックによる CAD/CAM 冠は内面のサンドブラスト処理やプライマーの使用などが推奨されている。セラミクス冠や鑄造金属冠では、ロカテック処理が接着の向上に寄与すると言われている。ロカテック処理は、アルミナサンド表面にシリカコーティングされた粒子を高エネルギーで被着面に衝突させてシリケート層を形成した後にシランカップリングを行うことによって、強固な接着を得るというものである。しかしながらハイブリッドレジンブロックによる CAD/CAM 冠に関してはロカテック処理の効果は十分に検討されていない。本研究の目的は CAD/CAM ブロックの表面処理の違いがレジンセメントの接着強さに及ぼす影響を検討することである。

【材料および方法】

被着体として歯科切削加工用レジン材料のセラスマート (GC) CAD/CAM レジンブロックを使用した。試験片の大きさは、縦、横、高さ：10×12×7.5mmとし、被着面はすべて耐水研磨紙#600で研磨した。セラスマート被着面の表面処理は以下の通りである：①未処理のもの②サンドブラスト処理 (50 μ 、1.5 atm) (以下 SB) ③セラミック接着処理材 (セラミックプライマー (GC)) (以下 P) ④サンドブラスト処理+セラミック接着処理材 (以下 SB+P) ⑤ロカテック処理 (以下 R)。ロカテック処理はロカテックプラス (3M ESPE) を試料までの距離 10 mm、噴射圧 0.28 Mpa、噴射角度 90° で 13 秒間噴射し、エスベジル (3M ESPE) にてシランカップリングを行った。レジンセメントにはジーセムリンクエース (GC) を使用して、メーカー指示に従い各被着面どうしを合わせるように 4 方向から光照射を行った。作製した試料 (5 種類) を 37°C 水中に 24 時間保存後、精密低速切断機 Isomet により注水下にて被着面に対して垂直に切断し、被着界面が 1.0 mm² の角柱型のビームを作製した。微小引張り試験には小型卓上試験機 (EZ-Test, Shimadzu) を用い、クロスヘッドスピード 1 mm/min の条件下で測定した。なお、各条件ごとのビーム状試料は 10 本とした。統計処理は Tukey test を用いて行った ($p < 0.05$)。処理後の CAD/CAM 表面を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した。

【結果】

接着強さの結果を以下に示す。接着強さは SB+P で最も高い接着強さを示し、未処理で最も低い接着強さを示した。また、SB、P、R 間で有意差を認めなかった ($p > 0.05$)。SEM 観察では、未処理および P でバーによる切削痕が認められた。また、SB では切削痕は認めなかったが、表面が粗造になっており、P 及び SB+P では表面が滑らかであった。R は表面に微粒子が付着している像が観察された。

	No treatment	SB	P	SB+P	R
MPa (mean \pm SD)	38.15 \pm 9.8 ^a	66.76 \pm 11.0 ^b	64.83 \pm 9.3 ^b	90.50 \pm 13.9 ^c	70.62 \pm 13.8 ^b

Same letters indicate no significant difference ($p > 0.05$)

【考察】

SB+P の高い接着強さには、表面が粗造であることによる機械的嵌合に加えて、プライマーによる化学的接着が寄与しているものと思われる。R はハイブリッドレジンブロックでは SB+P ほど有効ではなかった。R については今後検討する必要がある。

【結論】

ロカテック処理が最も高い接着強さを示すと予測したが、サンドブラスト+セラミック接着処理材が最も高い接着強さを示した。

各種歯面コーティング材を応用した象牙質面の EPMA 分析

¹ 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

² 日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第 2 講座、³ 日本歯科大学新潟生命歯学部先端研究センター

○有田祥子¹、鈴木雅也²、風間-小出未来³、新海航^{1,2}

EPMA analysis of the dentin surface applied various tooth coating materials

¹Advanced Operative Dentistry, The Nippon Dental University Graduate School of Dentistry at Niigata

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

³Advanced Research Center, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

○ARITA Shoko¹, SUZUKI Masaya², KAZAMA-KOIDE Miku³, SHINKAI Koichi²

【目的】

我々は、根面象牙質に各種歯面コーティング材を応用し長期保管後の剪断接着強さを測定するとともに、剪断接着強さ試験後の試料に対して pH サイクリングを行い、接着破壊面の脱灰深度を測定した結果、ガラスアイオノマー系歯面コーティング材は多種イオン徐放性レジン系歯面コーティング材と比較して象牙質接着強さは小さいが、剪断接着試験後の脱灰抑制効果はレジン系より高いことを第 142 回日本歯科保存学会で報告した。象牙質面の脱灰抑制効果は、コーティング材から徐放される各種イオンの働きによるものと考えられるが、応用象牙質面に取り込まれたイオンについて分析した報告は少ない。そこで今回は、ヒト抜去歯の歯根象牙質に各種歯面コーティング材を応用し長期間保管した試料を用いて、象牙質中への各種イオンの取り込み状態について EPMA を用いて分析した。本研究は日本歯科大学新潟生命歯学部倫理委員会の承認を得てから施行した。(許可番号 ECNG-H-156, ECNG-H-196)

【実験方法】

本実験では 0.1%チモール液中に冷蔵保存していたヒト抜去歯(前歯と小白歯)を用いた。卓上研磨盤と耐水研磨紙(#120、600)を用いて歯根側面に平坦な象牙質面を形成した後、下表に示す各種歯面コーティング材を象牙質面に応用した。作製した試料は 37°C 蒸留水中に 32 日間保管し、その間 4 日おきに 500 回ずつ合計 4000 回のサーマルサイクリングを行った。保管後の試料に対し、歯面コーティング材の上からカーボンペースト(COLLIDAL GRAPHITE、イーエムジャパン株式会社)を塗布、エポキシ樹脂(EPON812 RESIN EMBEDDING KIT, TAAB Laboratories Equipment Ltd)にて包埋した。卓上研磨盤と耐水研磨紙(#200、1200)を用いて歯面コーティング材と象牙質の界面を露出させてから、ダイヤモンドペースト(9 μm、3 μm、1 μm)で鏡面研磨を行った。次に Au にて蒸着を行った後、EPMA(JXA-8900、日本電子)を用い、歯面コーティング材と象牙質の界面における F⁻、Sr²⁺、SiO₃²⁻、P、Ca²⁺、Al³⁺および Na⁺の取り込み状態について分析を行った。

Group	Tooth coating materials
BC1	Experimental PRG Barrier Coat (S-PRG filler: 0 wt%, Silica filler: 50 wt%)
BC2	Experimental PRG Barrier Coat (S-PRG filler: 17 wt%, Silica filler: 33 wt%)
BC3	Experimental PRG Barrier Coat (S-PRG filler: 33 wt%, Silica filler: 17 wt%)
BC4	PRG Barrier Coat (S-PRG filler: 50 wt%, Silica filler: 0 wt%)
CV	Clinpro XT Varnish
FJ	GC Fuji VII

【結果および考察】

EPMA 分析の結果、いずれの試料においてもイオンマッピングにおいて象牙質面で各種イオンが検出された。ガラスアイオノマー系歯面コーティング材である CV と FJ では、歯面コーティング材を応用した象牙質界面で F⁻ と Sr²⁺が検出された。したがって、これらの材料から放出された F⁻ と Sr²⁺は象牙質表層に取り込まれたことが明らかとなった。一方、多種イオン徐放性レジン系コーティング材である BC1、BC2、BC3 および BC4 では、歯面コーティング材-象牙質界面における象牙質面上で検出された F⁻ と Sr²⁺のレベルは非常に低かった。これらはコーティング材非応用面の象牙質縦断面におけるイオンマッピングと類似した所見を示したことから、これらのレジン系歯面コーティング材から放出された F⁻ と Sr²⁺は象牙質表層へほとんど取り込まれなかったと考えられる。

【結論】

ガラスアイオノマー系歯面コーティング材から放出された F⁻ と Sr²⁺は、応用面の象牙質表層に取り込まれた。

セルフエッチングアドヒーズシステム “Peak SE” の歯質接合界面の SEM 観察

虎の門病院・歯科

○森上 誠、陶山雄司、宇野 滋、山田敏元、杉崎順平

An SEM observation of the bonding-interface created with a self-etching adhesive system “Peak SE”

Toranomon Hospital, Department of Dentistry

○Morigami M, Suyama Y, Uno S, Yamada T, Sugizaki J

【研究目的】

2013年にウルトラデント社より、Peak SE Primer および Peak LC Bond よりなる2ステップタイプの接着システムである Peak SE が市販されるに至った。本研究では、Peak SE を用いてヒト新鮮抜去歯にレジン修復を行った場合のエナメル質および象牙質との接合界面について SEM 観察を行ったので報告する。

【材料および方法】

1. Peak SE について

Peak SE Primer は、ジェットミックスシリンジというシリンジ形態をとっており、シリンジ内で酸液とレジン液を混合（混合後30日間使用可能）してから、シリンジにプライマー塗布用チップ（ブラックミニブラシチップ）を装着し、窩洞に直接アプローチして歯面処理を行うことができるようになっている。また、Peak LC Bond は、接着性モノマーとしてGDMA phosphate を用いており、シリンジにボンド塗布用チップ（インスパイラルブラシチップ）を装着して、プライマー処理面に軽くブラッシングしながら塗布するという使用法の光重合型ボンディング材である。Peak SE を用いたレジン修復の手順については、まず、窩洞内面を完全に乾燥させずに湿潤した状態で、Peak SE Primer を攪拌しながら20秒間塗布し、エアブローは行わず、歯面上から直接ハイボリュームで3秒間吸引する。プライマー処理面に対して、Peak LC Bond を10秒間照射して重合させる。次に、コンポジットレジンを充填して歯冠形態を回復し、硬化後、通法に従って仕上げ・研磨を行う。

2. 接合界面の SEM 観察

健全なヒト新鮮抜去大白歯の歯冠中央部を歯軸に垂直に切断し、#1,000の耐水シリコンカーバイドペーパーにて研磨した面をエナメル質および象牙質の被着面とした。この被着面に対して、前述の手順でプライマーおよびボンディング処理を施した後、修復用レジン Amelogen Plus（ウルトラデント社）を築盛して照射し、重合させた。その後、直ちに半切し、エポキシレジンにより包埋した。1週間後に、この試料を耐水シリコンカーバイドペーパーおよびダイヤモンドペーストで研磨した後、Ar イオンシャワー装置（EIS-200ER, エリオニクス）を用いて Ar イオンエッチングを1keV, 1.8mA/cm²の条件で35秒間行った後、白金蒸着を施し、SEM（ERA-8900FE, エリオニクス）にて観察し、写真撮影を行った（虎の門病院臨床試験的研究審査小委員会承認 No.926）。

【結果および考察】

エナメル質および象牙質との接合界面の SEM 観察より、修復用レジン硬化したボンディング材と緊密に接合しており、ボンディング材とエナメル質および象牙質との接合界面には gap の生成は認められなかった。エナメル質表層はこまかくエッチングされた様相を呈しており、表層に生じた微小な凹凸にボンディング材が嵌合している像が観察され、Peak SE Primer のエナメル質に対する脱灰力が比較的強いことが明らかとなった。象牙質表層には約1μmの幅のハイブリッド層が観察された。

【結 論】

本研究の結果より、修復用レジンとボンディング材さらにボンディング材とエナメル質および象牙質は、いずれも緊密に接合していることが明らかとなり、Peak SE は有用な接着システムであることが示唆された。

アクセル処理が象牙質とレジンとの接着強さに及ぼす影響

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
¹さくデンタルクリニック
○村瀬由起, 日下部修介, 小竹宏朋, 作誠太郎¹, 堀田正人

The Influence of Reducing agent on Tensile Bond Strength of Dentin to Resin
Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University, School of Dentistry
Saku Dental Clinic¹
○MURASE Yuki, KUSAKABE Syusuke, KOTAKE Hiroto, SAKU Seitaro¹, HOTTA Masato

【研究目的】第 142 回春季学術大会にてレーザー照射面, 非照射面共にエタノール/芳香族スルフィン酸塩 (アクセル) 処理を行うことでメガボンドと歯質の引張り接着強さが向上することが示唆された. そこで今回はアクセル処理を行うことで各種ボンディング材と歯質との引張り接着強さが向上するかどうか検討した.

【材料および方法】1. 被験歯: 朝日大学歯学部倫理委員会の承認 (No. 25148) を得ている新鮮抜去歯を歯軸に対して垂直方向に切断し, 耐水研磨紙 #800 にて研磨を行い, 象牙質平面を作製して用いた. 2. 引張り接着強さ試験: 象牙質の接着には各種ボンディングシステム, メガボンド (クラレノリタケデンタル, 以下 MB), フルオロボンド II (松風, 以下 FB), G-Premio BOND (ジーシー, 以下 GB), BOND Force II (トクヤマ, 以下 BF) を用いた. ボンディングシステムは業社の指定どおりを行い, 内径 3.0mm, 深さ 2.0mm のテフロンモールドを固定し, フロアブルコンポジットレジンのビューティフィルフロー F02 (A2, 松風) 填入後, 光照射器 (デントクラフトブルーレックス, YOSHIDA MB) で 20 秒間照射したものを接着測定用試料とした. MB で接着させたものを A 群とし, MB で接着させる前にアクセル (サンメディカル) 処理したものを B 群とした. FB で接着させたものを C 群とし, FB で接着させる前にアクセル処理したものを D 群とした. GB で接着させたものを E 群とし, GB で接着させる前にアクセル処理したものを F 群とした. BF で接着させたものを G 群とし, BF で接着させる前にアクセル処理したものを H 群とした (Table. 1). 各試料を 10 個作製した. 接着測定用試料を作成後, 37°C, 湿度 95% に 24 時間保管後, オートグラフ AGS-5 kNX (島津製作所) によりクロスヘッドスピード 0.5 mm/min にて引張り, 接着強さを測定した. 得られたデータは, 一元配置分散分析 (ANOVA) と多重比較試験 (Fisher's PLSD) を用いて有意水準 5% で統計的に分析を行った.

【結果】各群の引張り接着強さ測定値 (mean±SD) は A 群が 15.8±6.3MPa, B 群は 20.9±6.7MPa, C 群は 14.4±6.4MPa, D 群は 24.8±6.7MPa, E 群は 11.5±3.1MPa, F 群は 13.3±2.8MPa, G 群は 15.1±3.9MPa, H 群は 14.1±3.3MPa であった. B 群と E 群, C 群と D 群, D 群と E 群, D 群と F 群, D 群と G 群, D 群と H 群で有意差が認められた (Fig. 1).

Table1 Condition of tensile bond strength measurement

condition	content
A	MB→BEAUTIFIL Flow
B	Accel→MB→BEAUTIFIL Flow
C	FB→BEAUTIFIL Flow
D	Accel→FB→BEAUTIFIL Flow
E	GB→BEAUTIFIL Flow
F	Accel→GB→BEAUTIFIL Flow
G	BF→BEAUTIFIL Flow
H	Accel→BF→BEAUTIFIL Flow

MB: MEGA BOND
FB: Fluoride BOND II
GB: G-Premio BOND
BF: BOND Force II
Accel: reducing agent

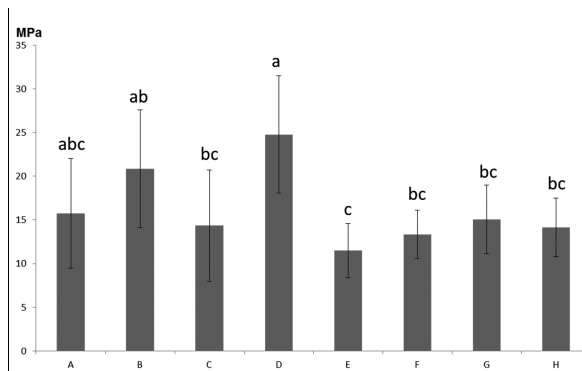


Fig1 Tensile bond strength of the dentin
Difference letters are significantly different (P<0.05)

【考察およびまとめ】各種ボンディングシステムで接着する前にアクセル処理を行うことで, 2 ステップタイプのボンディング材は引張り接着強さの向上が認められた. 接着強さが向上したボンディングシステムは, エタノール/芳香族スルフィン酸塩 (アクセル) 処理によりボンディング材の重合硬化が促進されたと考えられた.

各種光源の種類および照射条件がコンポジットレジン修復の接着強さに及ぼす影響

大阪歯科大学 歯科保存学講座
○宮地秀彦 竹内 撰 森川裕仁 津谷佳代 山本一世

The effect of various light irradiators and irradiation time for bond strength of composite restoration

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○Hidehiko MIYAJI, Osamu TAKEUCHI, Yuto MORIKAWA, Kayo TSUTANI, Kazuyo YAMAMOTO

【目的】

直接コンポジットレジン修復の発展において、光照射器の新規開発・改良は大きな要素の一つである。中でも青色 LED を光源とした光照射器の登場は、照射器本体の小型・軽量化にとどまらず、低消費電力・低発熱・長寿命といった利点も伴うことから、臨床現場での活躍の場が急速に広がりつつある。しかしながら同時に、従来からのハロゲン光源などを応用した光照射器もいまだ現役で数多く用いられている。それに加えて、近年のコンポジットレジンやボンディング材は照射時間の短縮を謳った新製品が近年数多くリリースされている。その結果、それぞれの光照射器が有する光出力量や光特性の違いなどにおいて十分な理解が得られぬまま、各種照射器を混同したまま短い照射時間で用いられることが少なくない。その結果、コンポジットレジンの硬度や歯面接着強度が想定通りの数値に達していない臨床例も数多く見受けられる。そこで今回、各種光照射器を用いて幾つかの照射時間を設定した接着試験を一同に行うことで、それぞれの特性・接着強さを検証することとした。

【材料と方法】

ウシ前歯歯冠唇側にモデルトリマーで象牙質を露出させ、耐水ペーパー(#600)で面出しを行った。次いで真鍮製モールド(φ3.0mm、高さ2.0mm)で被着面および充填部を規定した後、各種光重合型ボンディング材(Megabond(クラレノリタケ)、G-premio bond(ジーシー、以下G-premio))を用いてメーカー指定の方法で歯面接着処理を行い、次いで処理面に各種光照射器(XL3000(スリーエムヘルスケア)、ARCLight(Air Techniques Inc.、USA)、G-Light prima2plus(ジーシー、以下G-light2p))を用い、それぞれにプリセットされている設定下で3秒間、5秒間または10秒間光照射を行った。照射後モールド内に歯冠修復用コンポジットレジン(クリアフィルAP-X(クラレノリタケ))を充填し、各種光照射器を用いて同条件下で光照射を行った。硬化後に試料体を37°C水中に24時間浸漬後、IM-20(インテスコ)を用いて引張試験(CHS:0.3mm/min)を行った。

【結果・考察】

右に実験結果を示す。Megabond において LED 光源照射器を使用した群はいずれも高い接着強さを示し、その照射時間において有意差は認められなかった。このことから LED 照射器の使用は臨床上有用であると考えられる。また G-premio において、Arclight-3s 群は有意に低い値を示した他は有意な差が認められなかった。これは適応症例および照射時間に配慮すれば、同ボンディング材は臨床上十分有用である事を示すと考えられる。

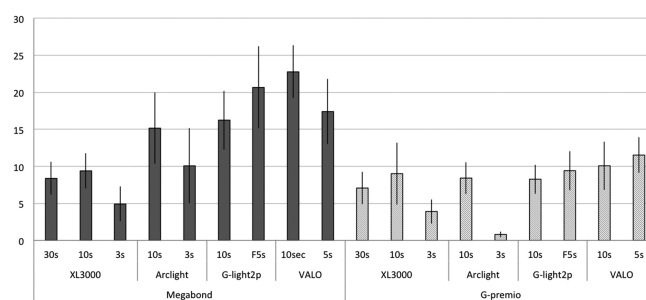


Fig. Results of bond strength (MPa)

【結論】

各種光照射器を適切な照射時間で用いることによって、各種光重合型ボンディング材は象牙質に対し、臨床上十分な接着強度を発揮できることが示唆された。

サーマルサイクリングがユニバーサルアドヒーズの接着強さに及ぼす影響

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, 松村歯科医院³

○島村 穰¹, 田村ゆきえ¹, 高見澤俊樹^{1,2}, 吉田ふみ¹, 大内 元¹,
坪田圭司^{1,2}, 金澤知恵¹, 宮崎真至^{1,2}, 松村正鴻³

Influence of Thermal Cycling on Bond Strength of Universal Adhesive

Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science Dental Research Center²,

Nihon University School of Dentistry, Matsumura Dental Clinic³

○SHIMAMURA Yutaka¹, TAMURA Yukie¹, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}, YOSHIDA Fumi¹, OUCHI Hajime¹,
TSUBOTA Keishi^{1,2}, KANAZAWA Tomoe¹, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, MATSUMURA Seiko¹

【緒言】

近年、エッチ&リンスおよびセルフエッチいずれのモードにおいても使用可能なユニバーサルタイプのアドヒーズが開発、臨床応用されている。また、このアドヒーズは被着体に合わせた前処理を不要とすることで、処理時間の短縮とともにテクニックセンシティブ因子の低減化が可能なところから、補修修復への応用にも期待がもたれている。しかし、このアドヒーズは、臨床応用されて日も浅いため、その接着耐久性の詳細については不明な点が多い。

そこで演者らは、ユニバーサルアドヒーズの歯質接着耐久性に関する研究の一環として、サーマルサイクル（以後 TC）負荷後の接着試験からエナメル質および象牙質への接着耐久性について検討を行った。

【材料および方法】

1. 接着システム

供試したユニバーサルアドヒーズとしては、Scotchbond Universal Adhesive（以後 SU, 3M ESPE）、G-Premio Bond（以後 GP, ジーシー）および All-Bond Universal（以後 AU, Bisco）の合計 3 製品を、対象として 2 ステップシステムである Clearfil Mega Bond（以後 MB, クラレノリタケデンタル）を用いた。また、レジンペーストとしては、Clearfil AP-X（クラレノリタケデンタル）を用いた。

2. 接着試験

ウシ下顎前歯冠部エナメルおよび象牙質面を、SiC ペーパー#600 まで研磨したものを被着面とした。被着面に対して各アドヒーズを製造者指示条件に従って塗布した後、内径 2.38 mm の Ultradent 接着試験用器具を歯質表面に固定し、その高さが 1.5mm 程度になるようにレジンペーストを充填、照射を行ったものを接着試験用試片とした。これらの試片は 37°C の精製水中に 24 時間保管したものを Base line とし、この試片に対してサーマルショック試験装置（B type, トーマス科学）を用いて 5~55°C の水中浸漬を 1 サイクルとする TC を 3,000, 10,000, 20,000 および 30,000 回負荷した。これらの試片は万能試験機（Type5500R, Instron）を用いてクロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件でその剪断接着強さを測定した。なお、各条件における試片の数は 10 個とした。得られた平均値および標準偏差から、有意水準 0.05 の条件で統計学検定を行った。

3. アドヒーズ処理面および接合界面の SEM 観察

各アドヒーズ塗布後のエナメルおよび象牙質処理面および接合界面の SEM 観察に関しては、通法に従って試片を製作し、FE-SEM（ERA-8800 FE, Elionix）を用いて、加速電圧 10 kV の条件で観察した。

【成績および考察】

供試したユニバーサルアドヒーズの接着強さは、用いた被着体によって異なる傾向を示した。すなわち、エナメル質に対する接着強さは、AU ではいずれの TC 条件においてもその接着強さに変化は認められなかった。一方、SU および GP では TC 3,000 回で上昇する傾向を示し、TC 30,000 回において Base line と同程度の接着強さを示した。また、象牙質に対する接着強さは SU および GP においては、TC による影響は少なかったものの、AU においては TC 負荷によって、その接着強さが上昇する傾向が認められた。このことは、用いたアドヒーズの組成あるいは塗布方法の違いが、その接着耐久性に影響を及ぼしたものと考えられた。

【結論】

エナメルおよび象牙質に対するユニバーサルアドヒーズの接着強さは、用いた製品によって異なるものの、いずれの TC 負荷条件においても変化は少なく、良好な接着耐久性を示した。

セラミック補修修復におけるユニバーサルタイプ接着システムの接着強さ

岩手医科大学歯学部 歯科保存学講座 う蝕治療学分野
○岡田伸男, 志賀華絵, 伊藤誠之, 菅 徹也, 八木亮輔, 野田 守

Tensile Bond Strength of Universal Adhesives to Repair Ceramic Restoration
Division of Operative Dentistry and Endodontics, Department of Conservative Dentistry, School of
Dentistry, Iwate Medical University

○Okada Nobuo, Shiga Hanae, Ito Masayuki, Kan tetsuya, Yagi Ryouzuke, Noda Mamoru

【目的】

近年, セラミック材料の補修修復に, ユニバーサルタイプ接着システムが使用されている. これらの接着システムは, セラミック, 金属, 歯質など異なる被着面に対し, 簡便な操作で接着が可能で, 良好な臨床成績を収めていると報告されている. しかしながら, システムにより組成が異なっていることから, 接着機構や接着強さに違いが生じることが考えられた. そこで本研究では, セラミック補修修復を想定下で, ユニバーサルタイプ接着システムの接着強さの比較検討を行った.

【材料および方法】

接着システムとして, G-Premiobond:GPB, Scotchbond Universal Adhesive: SU, All-Bond Universal: AU, Universal Primer: UP および Beauti Bond Multi: BM, 対照として従来型接着システムである C&B Repair Kit: RK を用いた. 被着体セラミックとして, GN Ceram Block, GC, 修復材料としてフロアブルコンポジットレジン (MI LOW Flow, GC) を使用した.

セラミックブロックを耐水研磨紙#600 で研磨し 10 分間超音波洗浄を行い, 各種接着システムを, 業者指示に従い被着体表面に塗布した. ステンレスモールド (内径 4mm, 高さ 3mm) を置き, フロアブルコンポジットレジンを 1.5mm 厚さで積層充填し, 各層で 20 秒間光照射を行った. 試料は, 相対湿度 100% で 24 時間保管し, 万能試験 (INSTRON4202) にて引っ張り接着強さを測定した (cross head speed at 0.5mm/min). また破断面を実体顕微鏡にて観察を行った.

得られたデータは One-way ANOVA にて統計学的に分析を行った. ($P < 0.05$, $n=12$)

【結果】

セラミックに対する各種接着システムの引っ張り接着強さを図に示す.

セラミックに対する引っ張り接着強さ (GPB: 18.2 ± 5.6 MPa, SU: 14.9 ± 3.2 MPa, AU: 16.4 ± 3.4 MPa, UP: 15.9 ± 3.3 MPa, BM: 14.9 ± 4.3 MPa および RK: 16.4 ± 3.1 MPa) は, すべてに接着システムにおいて有意差を示さなかった.

接着破壊様式において, GPB, AU, UP および RK は, レジン凝集破壊様式を示し, SU と BM では, 混合破壊様式を示した.

【考察】

Su において混合破壊様式が多いことから各種システムの構成成分の違いあるいは被着体に接着阻害をするような成分が残留している可能性が示唆された.

【結論】

セラミック材料の補修修復において, ユニバーサルタイプ接着システムは, 従来型接着システムと同程度の接着強さを認めた. 今後は EPMA などの成分分析を行い, 接着機構の違いについて検討する必要がある.

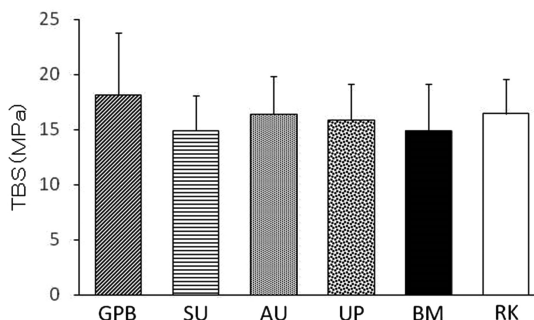


Fig. Tensile Bond Strength of Universal Adhesives to Ceramic Block

Effect of simulated gingiva and pulpal pressure on microleakage of flowable composite restorations

Department of Endodontics and Operative Dentistry, West China School of Stomatology, Sichuan University¹,
Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University²
○Gao Bo¹, Wang Renke¹, Huang Dingming¹, IWATA Naohiro², YOSHIKAWA Kazushi², YAMAMOTO Kazuyo².

Purpose: Marginal microleakage of resin restoration is an unavoidable problem in adhesive dentistry, which can lead to clinical symptoms such as pulp irritation, postoperative sensitivity and border dye of restorations. It has been suggested that hydrostatic pulp pressure can weaken the bond strength between dentin and resin. However, there are few studies concerning the microleakage in the simulated clinical conditions. Via the construction of simulated hydrostatic pulp pressure and simulated gingiva model, the aim of this study is to investigate the effects of simulated pulp fluid and gingival fluid on marginal microleakage of composite restorations in class V cavity.

Materials and methods: V-shaped cavities were fabricated on buccal cervical surfaces of 144 non-carious premolars. They were divided into 3 groups according to different interventions: the control group(C group) with no intervention; The simulated pulpal pressure group(P group) with 15cm H₂O hydrostatic pulpal pressure; The combined group(PG group) with simulated gingiva made from 1% agar gel and 15cm H₂O simulated pulp pressure. Each group was divided into 6 subgroups (n=8) according to the different adhesive systems used, including the self-adhesive flowable composite and self-etching bonding agents. The samples were instantly stored in 37°C water for 24h after restorations were completed, then immersed in silver nitrate solution and cut into two halves. The leakage depth was measured at resin-tooth interface. Two samples were randomly selected from each subgroup for scanning electron microscope observations. Between-group differences were assessed using nonparametric Kruskal-Wallis analysis, a series of Mann-Whitney tests were used for post hoc comparisons.

Results: All samples exhibited good marginal adaptation at resin-enamel interfaces. As for resin-dentin interfaces, the microleakage depths for each adhesive systems in C group were similar with no statistic differences. The microleakage depths in P group were larger than that in C group for all adhesive systems, the total-etch adhesive system exhibited the largest microleakage in P group. All adhesive systems in PG group exhibited severe microleakage. The microleakage depths in PG group were significantly larger than that in C and P groups.

Conclusions: When no hydrostatic pulp pressure and simulated gingiva applied, the new self-adhesive flowable composite exhibit similar marginal microleakage to the conventional adhesive systems. The water contamination induced by simulated gingiva could severely increase microleakage at resin-dentin interfaces for all adhesives used in this study, especially for self-adhesive system. Inspired by the results of this simulation experiment, when clinically restoring the cervical cavities of vital pulp teeth, using self-adhesive composite may lead to better marginal adaptation, but using total-etching bonding agents should be avoided. While dealing with subgingival tooth cavity surfaces, it is better to change the subgingival cavity surface into supragingival surface via proper treatment before resin restoration.

「G-プレミオ ボンド」の水分量及び脱灰力の評価

株式会社 ジーシー
○坂本美由紀, 有田明史, 熊谷知弘

Evaluation of Amount of Water and Demineralizing Ability of “G-Premio BOND”

GC CORPORATION, Tokyo, Japan
○MIYUKI SAKAMOTO, ARITA AKISHI, KUMAGAI TOMOHIRO

【研究目的】

ワンステップ型ボンディング材はセルフエッチングシステムであり、歯質に対する脱灰力が酸性モノマーと含有水分量に依存すると考えられる。弊社から短時間処理を可能とするために脱灰力を強化したボンディング材である「G-プレミオ ボンド」を発売した。本発表では脱灰力とエアー乾燥前後の水分量に着目し、G-プレミオ ボンドと各種ボンディング材とを比較したので報告する。

【材料および方法】

ボンディング材は G-プレミオ ボンド, G-ボンド プラス, 製品 A, B, C, D を用いた。水分量はカールフィッシャー水分計 (MCU-610, KEM) を用い、電量滴定法で測定した。エアー乾燥前の水分量は直接法, エアー乾燥後の水分量はボンディング材を練和紙に塗布後、各社推奨のエアー圧で乾燥させ、その後サンプルを集め水分気化法で測定した。脱灰力の評価は走査型電子顕微鏡 SEM (Miniscope TM3000, HITACHI) を用いて脱灰面観察を行った。サンプルは抜去牛歯を SiC 耐水研磨紙 (#1500) で研磨し、ボンディング材を塗布し、各社推奨の処理時間経過後にエアー乾燥を行い、アセトンでボンディング材を洗浄、5000 倍で SEM 観察を行った。

【結果および考察】

エアー乾燥前後の水分量を Figure 1, エナメル質脱灰面の SEM 観察画像を Figure 2 に示す。エナメル質脱灰面の観察から、脱灰力は研磨痕が見られない G-プレミオ ボンドが最も強く、次いでエナメル小柱が明瞭にみられる G-ボンド プラス, 製品 A の順となり、一部エナメル小柱構造がみられる製品 C, 若干のスメアーの溶解がみられる製品 D, ほぼ脱灰していない製品 B となる。エアー乾燥前の水分量はアセトン溶媒系の製品 A, G-プレミオ ボンド, G-ボンド プラスが 28.3 %, 24.4 %, 19.5 % の順で多く、アルコール溶媒系の製品 B, C, D は 12.2 %, 7.4 %, 3.3 % と低い値を示した。脱灰力は水分量の多いアセトン溶媒系のボンディング材で高い傾向がみられた。つまり、水分量が多いほど酸性モノマー中の酸の解離がよく起こり、歯質脱灰を促進すると考えられる。また、脱灰力は酸性モノマーの種類及び濃度にも依存すると考えられ、G-プレミオ ボンドは多量的水分と酸性モノマー MDP と 4-MET が効果的に歯質を脱灰すると示唆される。また、エアー乾燥後の水分量は全て約 3 % でありボンディング材による差はほとんどなかった。G-プレミオ ボンドの場合、アセトンによる水分の揮発、親水性モノマー HEMA を用いていないこと、強圧での乾燥という条件によりアルコール溶媒系のボンディング材と同等の水分量まで乾燥できると考えられる。

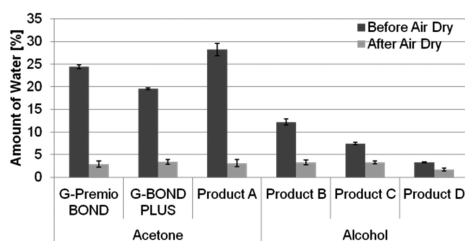


Figure 1. Amount of Water

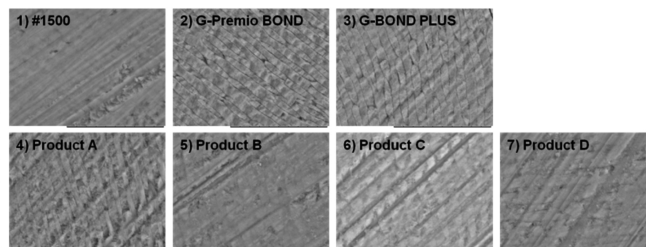


Figure 2. SEM images of Demineralized Enamel surface

【結論】

ワンステップ型ボンディング材において含有水分量が多いと脱灰力が強くなる傾向がある。また、エアー乾燥前の水分量に関わらず乾燥後の水分量は約 3 % となっており、G-プレミオ ボンドは多い水分量により充分な脱灰力を示し、乾燥を行うことで水分が十分除去されることがわかった。

フッ素配合歯磨粉でのブラッシングによる 新規コンポジットレジン「アイゴス」のフッ素リチャージ能の評価

山本貴金属地金株式会社¹, 高知大学医学部歯科口腔外科学講座²
○水田悠介¹, 松浦理太郎¹, 坂本猛¹, 加藤喬大¹, 山本哲也²

Fluoride recharge characteristic of new composite resin “iGOS” brushed with dental paste containing fluoride

Yamamoto Precious Metal Co., Ltd.,¹

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kochi Medical School, Kochi University²

○Yusuke Mizuta¹, Ritaro Matsuura¹, Takeshi Sakamoto¹, Takahiro Kato¹, Tetsuya Yamamoto².

【目的】 フッ化物イオンを徐放する歯科材料は、2次う蝕の予防や歯の再石灰化促進など様々な効果が期待されている。本研究では、新開発のコンポジットレジン「アイゴス」および市販のコンポジットレジンのフッ素リチャージ能とう蝕原菌 *Streptococcus mutans* に対する被付着性を、フッ素配合歯磨粉を用いて評価した。

【材料および方法】 「アイゴス ユニバーサル」(山本貴金属地金, 以下ヤマキン: フッ素徐放性有), 市販3製品 (A および B: フッ素徐放性有, C: フッ素徐放性無) および歯冠用硬質レジン「ルナウィング」(ヤマキン: フッ素徐放性無) を直径 12 mm, 厚み 1.0 mm の金型に充填し, 歯科技工用重合装置 (LED CURE Master, ヤマキン) を用いて硬化後, 耐水研磨紙 (P2000) で表面を研磨し試験片とした。試験片表面の算術平均粗さ (RS_a) は, 共焦点レーザー顕微鏡 (LSM 700, カールツァイス) で測定した。

①フッ素リチャージ試験: フッ化物イオン徐放後の試験片のリチャージは, ISO14569-1 を参考に簡易歯ブラシ摩耗試験機を用いて行った。試験片をフッ素配合歯磨粉懸濁液中に固定し, 加重 2.0 N, 滑走速度 850 mm/s で歯ブラシを 500 回滑走させた。ブラッシング後の試験片は流水で十分洗浄し, 15 mL の蒸留水に浸漬した。浸漬してから 24 h 後に試験片を取り出し, 流水で十分洗浄を行い再度 15 mL の蒸留水に 24 h 浸漬した。以上の操作を計 4 回行った。試験片を取り出した後の浸漬水のフッ化物イオン濃度は, イオンメーター (F-55, 堀場製作所) で測定した。

②*Streptococcus mutans* 付着試験: *Streptococcus mutans* を BHI 液体培地で前培養し, 600 nm における吸光度が約 0.02 となるよう希釈した菌液と 2% スクロース含有 BHI 溶液を等量混合した懸濁液を播種菌液とした。24 穴培養プレートにウエルに試料を設置し, 播種菌液を 1 mL 添加後, 37°C の恒温器で 24 h 好気培養した。PBS(-) で洗浄後, 試験片をクリーンなウエルに移し, Microbial Viability Assay Kit-WST (同仁化学) の試験薬を添加後 2 h 呈色させ, 反応液の 450 nm における吸光度をマイクロプレートリーダー (サンライズ, テカン) で測定した。なお試験片は, 耐水研磨紙 (P2000) で表面研磨後のものと 5 回目のブラッシング後の蒸留水に浸漬する前のものを用いた。また, 吸光度はルナウィングの表面研磨後の値を 100 として相対値で算出した。

【結果および考察】 フッ素配合歯磨粉懸濁液中でブラッシングすることで, フッ素徐放性のあるアイゴス, 市販品 A および B にフッ素リチャージ能が認められた。これらのフッ化物イオンの徐放量は, リチャージの回数を重ねるほど低下する傾向が見られたが, アイゴスでは, 3, 4 回目のリチャージ後のフッ化物イオン徐放量がほぼ一定となっており, 安定したリチャージ能を有していることが示唆された (Fig. 1)。ブラッシング前後の RS_a はいずれの試験片もブランク付着が急増する 0.2 μm よりも小さく, 表面粗さの違いによる *Streptococcus mutans* 付着量の差異は少ないといえる。しかし, ブラッシング前後の *Streptococcus mutans* 付着試験では (Fig. 2), フッ化物イオンの徐放量が比較的多いアイゴスおよび市販品 A は, う蝕原生菌の付着量が少ないことが明らかになった。

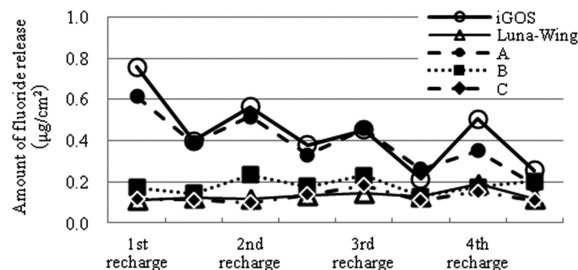


Fig.1 Amount of fluoride release of composite resins brushed with dental paste containing fluoride

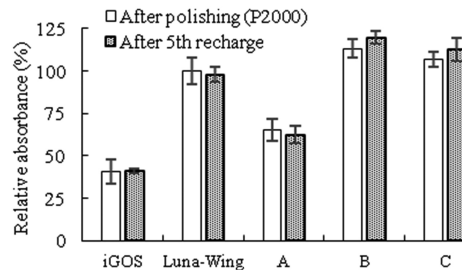


Fig.2 Adhesion of *Streptococcus mutans* on composite resins

新規コンポジットレジンの機械的諸性質

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部門²，
土屋歯科クリニック³，福本歯科医院⁴

○遠藤 肇¹，高見澤俊樹^{1,2}，古宅真由美¹，寺井里沙¹，
佐藤愛子¹，土屋賢司³，升谷滋行^{1,2}，宮崎真至^{1,2}，福本敬一⁴

Mechanical Properties of Newly Developed Resin Composites

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

○ENDO Hajime¹，TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}，KOTAKU Mayumi¹，TERAI Risa¹，SATO Aiko¹，
TSUCHIYA Kenji³，MASUTANI Shigeyuki^{1,2}，MIYAZAKI Masashi^{1,2}，FUKUMOTO Keiichi⁴

【緒言】

光重合型コンポジットレジンは、これまでフィラーあるいはマトリックスレジンの改良によって審美性ととも機械的性質の向上が図られてきた。また、操作性の向上を目的としてレジンペーストの流れを特徴としたフロアブルレジンあるいは硬化深度を向上させることを目的としたバルクフィルなどのコンポジットレジも広く臨床応用されている。これらのコンポジットレジンは、それぞれの目的に適した臨床応用がなされていると考えられるものの、機械的性質あるいは重合時の収縮などについての情報が必要である。そこで演者らは、最近市販されたコンポジットレジンの機械的諸性能を知るために、無機フィラー含有量、曲げ強さおよび曲げ弾性率、体積重合収縮率の測定を行うとともに考察資料として硬化物のフィラー形状の走査電子顕微鏡 (SEM) 観察を行った。

【材料および方法】

供試したコンポジットレジンは、Herculite Ultra Flow (HF, Kerr)，Herculite Ultra (HU, Kerr)，BEAUTIFIL Bulk Flow (BB, 松風)，BEAUTIFIL NEXT (BN, 松風) の4製品とした。

1) 無機フィラー含有量 (wt%)

レジペーストの約 50 mgf を、熱重量測定装置 (TG/DTA6300, セイコーインスツルメント) の試料皿に移送し、25~800°Cまで昇温速度 10 Cel/min の条件で加熱し、その残存重量を求めた。無機フィラー含有量は、加熱前の重量と加熱後の残存量とから減量 (wt%) を求め、100-減量 (wt%) として算出した。なお、試片の数は各製品についてそれぞれ 3 個とした。

2) 曲げ試験

ISO 4049 の基準に従って 2×2×25 mm の棒状試片を製作した後、24 時間水中に保管したものを曲げ試験測定用試片とした。曲げ試片に対して支点間距離 20.0 mm，クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件で、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて 3 点曲げ強さを測定し、曲げ強さおよび応力-歪曲線の傾きから曲げ弾性率を求めた。なお、試片の数はそれぞれ 6 個とした。

3) 体積重合収縮率 (vol%)

体積重合収縮率の測定は、精製水を満たしたディラトメーター内にレジペーストを設置し、照射に伴って生じる体積変化を照射開始から 180 秒後までガラス管内の精製水の目盛り移動量 (mm) から体積収縮率 (vol%) として算出した。なお、測定は各製品について 3 回行った。

4) 走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察

コンポジットレジンのフィラー性状を観察するため、通法に従いイオンコーター (Quick Coater Type SC-705, サンヨー電子) で金蒸着を施し、FE-SEM (ERA-8800 FE, Elionix) を用いて加速電圧 10kV で観察した。

【成績および考察】

供試したコンポジットレジンの曲げ強さは、115.2~148.1 MPa の、曲げ弾性率は 6.0~11.0 GPa であり、ユニバーサルタイプのコンポジットレジンは、フロアブルおよびバルクフィルタイプに比べて高い値を示した。一方、体積重合収縮率は、ユニバーサルタイプのコンポジットレジで小さくなる傾向を示した。SEM 観察の結果からは、供試したコンポジットレジンのフィラー性状は、用いた製品によって異なるものであった。

【結論】

供試したコンポジットレジンの機械的性質は、用いた製品によって異なるものであった。したがって、コンポジットレジンの臨床使用時には、それぞれの機械的性質を把握したうえで、特徴を生かした使い分けが必要である。

新規コンポジットレジン「アイゴス」の生物学的特性

1 山本貴金属地金株式会社, 2 高知大学医学部歯科口腔外科学講座
○松浦理太郎¹, 水田悠介¹, 坂本猛¹, 加藤喬大¹, 山本哲也²

Biological evaluation of new composite resin “iGOS”.

1 Yamamoto Precious Metal Co., Ltd.,

2 Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kochi Medical School, Kochi University

○Ritaro Matsuura¹, Yusuke Mizuta¹, Takeshi Sakamoto¹, Takahiro Kato¹, Tetsuya Yamamoto².

【目的】補綴物より徐放されるフッ化物イオンは、二次う蝕の予防や歯の再石灰化促進など様々な効果が期待されている。本研究では、新しく開発したフッ素徐放性フィラー含有コンポジットレジン「アイゴス」(山本貴金属地金株式会社)、および市販のコンポジットレジンのう蝕原性菌 *Streptococcus mutans* に対する抗菌性と、ヒト急性単球性白血病由来細胞株 THP.1 細胞に対する細胞毒性を評価した。

【材料および方法】アイゴスおよび2種の市販のコンポジットレジン (A, B) を硬化後、耐水研磨紙 (P2000) で研磨したものを試料とした。抗菌性は試験片に対する *Streptococcus mutans* の付着性を、細胞毒性は試料で培養した THP.1 細胞の生存率を測定することにより評価した。

1) *Streptococcus mutans* 付着試験: *Streptococcus mutans* を BHI 液体培地で前培養し、600 nm における吸光度が約 0.02 となるよう希釈した菌液と、2% スクロース含有 BHI 溶液を等量混合した懸濁液を播種菌液とした。24 穴培養プレートのウェルに $\phi 12 \times 1$ mm の試料を設置し、播種菌液を 1 mL 添加後、37°C の恒温器で 24 時間好気培養した。PBS(-)で洗浄後、試験片をクリーンなウェルに移し、Microbial Viability Assay Kit-WST (同仁化学) の試験薬を添加後 2 時間呈色させ、反応液の 450 nm における吸光度を測定した。

2) THP.1 細胞生存率試験: THP.1 細胞を RPMI1640 培地にて 10.0×10^4 cells/mL に希釈した細胞懸濁液を調製した。24 穴培養プレートのウェルに $\phi 15 \times 1$ mm の試料を設置し、細胞懸濁液を 1 mL 添加後、炭酸ガスインキュベーター (5% CO₂, 37°C) にて 72 時間培養した。培養後、細胞懸濁液を等量のトリパンブルー液と混合し、血球計算盤にて染色されていない細胞 (生細胞) と染色された細胞 (死細胞) を個別にカウントした。総細胞 (生細胞と死細胞の合計数) に占める生細胞の割合を細胞生存率とした。

【結果および考察】フッ素徐放性フィラーを含有するアイゴスおよび市販品 A は、市販品 B に対して低い吸光度を示し、*Streptococcus mutans* 付着抑制が認められた (Fig.1)。細胞生存率試験において、アイゴスはフッ素徐放性フィラーを含有していない市販品 B と同等の結果を示し、THP.1 細胞の細胞生存率に影響を及ぼさないものと考えられた (Fig.2)。この結果より、フッ化物イオンは抗菌性には影響するが、細胞毒性には別の因子が関与することが示唆された。現在、各試料からのフッ化物イオンの徐放量を分析し、抗菌性あるいは細胞毒性との関連性について検証している。

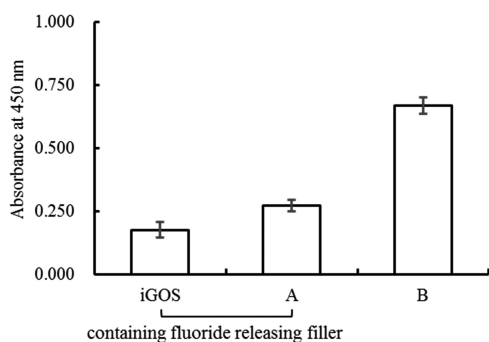


Fig.1 Adhesion of *Streptococcus mutans* on composite resins

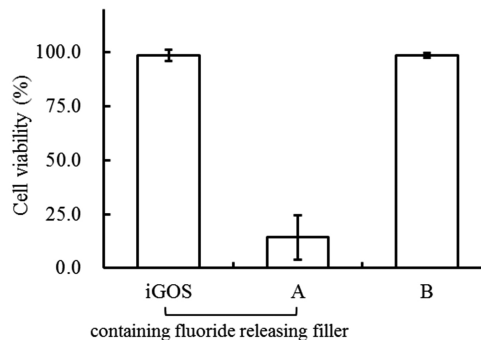


Fig.2 Viability of THP.1 cells on composite resins

新規ボンディング材「iGOS-BOND」の接着性評価

山本貴金属地金株式会社
○坂本 猛, 大川内 一成, 安楽 照男

Evaluation of newly developed dental bonding agent “iGOS-BOND” about adhesive property.

Yamamoto Precious Metal Co., Ltd.
○SAKAMOTO Takeshi, OHKAWAUCHI Kazunari, ANRAKU Teruo

【目的】

近年、MI 治療のコンセプトや操作の簡略化の観点から、1 ステップ 1 液タイプの歯科用ボンディング材が一般的になっている。この種のボンディング材には、重合性を持ちながら、歯質の脱灰と、カルシウムイオンとの化学的相互作用を期待してリン酸基を持つモノマーを用いる。このような接着性モノマーとしては、水に対して不溶性の 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP) が代表的である。1つの仮定として、高い接着力を得るには、脱灰能力や化学的相互作用だけでなく接着組成が高い均一性を保つこと重要な条件の一つと考えられる。新規なリン酸モノマーを使用して開発したボンディング材、「iGOS-BOND (以下 iGB : 山本貴金属地金, 以下ヤマキン)」を用いてコンポジットレジン「iGOS (ヤマキン)」を歯質に接着し、接着性の評価を行なった。

【材料および方法】

接着対象にはウシ下顎前歯を使用し、研磨して平滑な被接着面を得た後に内径Φ25 mm、高さ 20 mm のリングにモデリングコンパウンド (ジーシー) で埋没して上面に被接着面がある円柱状の試験体を作製した。耐水研磨紙 (P600) で研磨、水洗後にブロワーで乾燥し、Φ3 mm の穴を開けた耐水テープでマスキングした。ここに iGB を塗布後、ブロワーで乾燥し、光照射器 (ペンキュアー2000 : モリタ) で 10 秒間光硬化した。マスキング部に合わせてゴム製 O リングを設置し、O リング内に iGOS (Universal A3) 充填後、上から 1 kN の荷重をかけながら十分に光硬化した。硬化面上にレジンセメント (パナビア F2. 0 : クラレノリタケ) を適用し、Φ5 のステンレス棒を固定した。試験体は 37°C の水中で一日保存し、万能試験機 (EZ-GGRAPH : 島津製作所) を用いてクロスヘッドスピード 1 mm/min で引張試験を行ない、エナメル質、象牙質それぞれへの接着強さを評価した。また、小型電子顕微鏡 (TM3030 : 日立製作所) でエナメル質、象牙質それぞれのボンダー歯質間の接着界面の観察を行なった。

【結果】

iGB はΦ3 mm の接着面において、エナメル質に対して 11.11 MPa、象牙質に対して 9.59 MPa の接着強さを示した。小型電子顕微鏡によりエナメル質と象牙質の接着界面を観察したところ、コントラクションギャップはみられなかった。

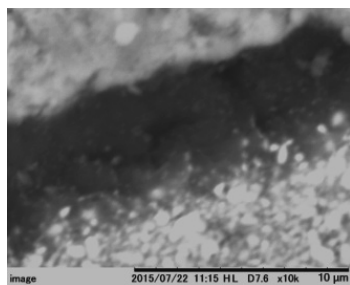


Fig. 1 Interface between enamel and a layer of iGB

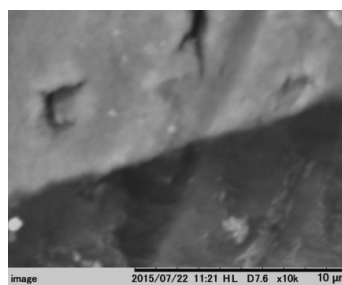


Fig. 2 Interface between dentin and a layer of iGB

【考察】

iGB は製品としては新規なリン酸モノマーを採用したが、エナメル質と象牙質に対して良好に接着する。このリン酸モノマーを用いることによって、脱灰作用だけでなく、ボンディング材組成に高い均一性を付与することができた。さらに、この高い組成の均一性により、ボンディング材が再現良く高い接着性を獲得できたと考えられる。

電動歯ブラシがコンポジットレジン修復の表面性状に与える影響の分析

北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系 歯蝕制御治療学分野
○油井知雄, 泉川昌宣, 松田康裕, 伊藤修一, 斎藤 隆史

Analysis of the effects of electric toothbrush has on surface property of the composite resin restoration

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

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

研究目的

ブラーク除去の主体は手用歯ブラシであったが、近年では様々な電動歯ブラシが開発され、簡易かつ効果的にブラークが除去できることから広く利用されている。電動歯ブラシの清掃効果に影響を与える因子としては運動方式、振動数、振動振幅の違いなどが挙げられる。現在、電動歯ブラシの主流は音波領域の振動数を応用した音波歯ブラシや超音波振動を機械的振動と併用し、清掃効率の向上を図る超音波歯ブラシなどが利用されている。そこで本研究では日常臨床の修復処置において使用頻度の高いコンポジットレジン修復に対して振動数が違う電動歯ブラシが表面性状に与える影響や外来性色素沈着の影響について調査した。

材料および方法

コンポジットレジン試料（以下レジン試料）は直径 13 mm, 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）を耐水研磨紙 #400、#600、#1200、#2000 の順に研磨した。対象の電動歯ブラシは音波式電動歯ブラシのダイヤモンドクリーン（フィリップス社製、以下歯ブラシ A）と超音波式電動歯ブラシのスマイルエックス（伊藤超短波株式会社、以下歯ブラシ B）を比較した。ブラッシング時間は 1 歯あたり 30 秒間歯ブラシが当たると仮定し、4 週間に相当する 42 分間を評価した。ブラッシング圧は電動秤上で測定し、100g の圧力を保ちながら研磨剤、発泡剤が無配合のコンクールジェルコート F (weltec) を塗布して行った。両者の電動歯ブラシでブラッシング後のレジン試料は以下の通り検討した。①走査形電子顕微鏡(SEM)にてレジン表面のフィラーとマトリックスレジンの状態を観察、撮影した。②走査型プローブ顕微鏡 (SPM)でレジン試料を任意に 3 点測定し、その平均値を摩耗後の表面粗さ (Ra) とした。③ブラッシング後のレジン試料を赤ワインに 37°C, 3 日間浸漬し、着色の程度を分光色彩・色差計 (NF333 日本電色工業) を用いて各試料を 5 回測定した (n=3)。なおブラッシング後の飲食物浸漬による明度 (L*), 色度 (a*, b*) の変化を測色し、色差 (ΔE) を求めた。

結果

SEM の結果から歯ブラシ A ではフィラーの露出や脱落が認められ、粗造感を呈していた画像が得られた。一方、歯ブラシ B ではブラッシング前後による目立った凹凸の像は認めなかった。SPM の結果からは歯ブラシ A の Ra 値は 177nm であったが、歯ブラシ B では 140nm となり、歯ブラシ A と比較して表面荒さは低かった。また飲食物浸漬後の ΔE の結果からは歯ブラシ A は 2.8 であったが、歯ブラシ B では 2.1 を示したことから外来性色素沈着の影響は少ないことが判明した。

考察

本研究の結果から歯ブラシ A ではブラッシングに伴いコンポジットレジンのマトリックスレジンの研削とフィラーの脱離や露出などにより表面性状が粗造になり、外来性色素沈着が強くなったと考えられた。一方、歯ブラシ B ではブラッシングに伴うコンポジットレジン修復の表面性状の与える影響は少なく、経年的劣化を抑制できる可能性が示唆された。

新規光重合型支台築造レジンの各種性能
サンメディカル研究開発部
○八尾勉、土川益司、今井啓文

Properties of Light Cure Type of Composite Resins for Foundation Restoration

Sun Medical Co., Ltd. Research and development department

○Yao Tsutomu, Tsuchikawa Masuji, Imai Hirofumi

[緒言]

近年、鑄造支台築造体による歯根破折の問題やメタルフリーへの移行が進んでいることもあり、レジン支台築造の関心が高まっている。さらに、2014年に保険診療報酬の改定では、残存歯質量によってはスクリーポストを使用しなくても保険点数が算出できるようになり、レジン支台築造の需要は今まで以上に増加することが予想される。そのような状況の中、サンメディカルでは硬化性、重合時の収縮性に優れたフロアブルタイプの光重合型支台築造用レジン PFC-163 (以後、PFC) を開発した。本発表では、PFC の各種性能に関して、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]

Table1.the used materials

Material	Type	Filler content (wt%)	Manufacture	Code
PFC-163	Flowable	70	Sun Medical	PFC
Metafil Flo	Flowable	66	Sun Medical	MF
i-TFC Core Resin	Paste	86	Sun Medical	iC

1.重合収縮率の測定

直径 15mm、高さ 3mm のテフロン型に各レジン进行充填し、光照射器にて十分に重合させた。重合前のペーストおよび重合させた試験片の密度を乾式密度計(アキュピック II 1340、島津製)で測定し、その密度差から重合収縮率を算出した。重合収縮率の計算式は「重合収縮率 = (重合後密度 - 重合前密度) / 重合後密度 × 100」で行った。

2.コントラクションギャップの測定(ギャップ幅)

内径 6mm × 高さ 5mm のセラミックスチューブに各レジン进行充填し、光照射器にて十分に重合させた。上部厚み 2mm を切断し、耐水ペーパー#2000 にて研磨を行い、その後、超音波洗浄 30min 行った。洗浄後、マイクロスコープ(VX-900,キーンエンス)にて切断面を観察し、チューブとレジンのコントラクションギャップ(ギャップ幅)を測定した。

3.曲げ強さおよび弾性係数

金型に各レジン进行充填し、光照射器にて十分に重合させて作製した 2×2×25mm の試験片を 37℃水中に 24 時間浸漬後、オートグラフ (AG-IS 1kN, 島津製作所) にて支点間距離 20mm、試験速度 1mm/min で測定した。(n =5)

4.硬化深さの測定

直径 4mm、深さ 15mm の穴を持つ金型に各レジン进行充填し、20 秒間光照射した。重合後、硬化体を取り出し、未硬化部分を除去し、硬化深さを測定した。(n =3)

[結果]

Table2. the physical properties of various resin

Material	Polymerization shrinkage (vol%)	Contraction gap (μm)	Curing depth (mm)	Flexural strength (MPa)	Elastic modulus (GPa)
PFC	3.2	22.8	6.3(0.1)	135.9(8.6)	8.0(0.2)
MF	4.9	44.2	2.3(0.1)	130.3(3.1)	6.7(0.2)
iC	2.1	23.4	3.8(0.1)	137.3(4.4)	15.3(1.2)

1)重合収縮率: PFC は iC より高いが MF より低い値を示した。

2)ギャップ幅: PFC は iC と同等の値を示し、MF より低い値を示した。

3)硬化深さ: PFC は MF、iC と比較して有意に高い値を示した。

4)曲げ強さ: すべて有意差が確認されなかった。

5)弾性係数: PFC は iC と MF の間の値を示した。

本結果より PFC は、高い硬化性と低い重合収縮性を確認することができた。

[結論]

PFC は従来品と同等の強度に加え、高い硬化性と低い重合収縮性を示し、残存歯質量の多い髓腔保持形態などの支台築造に有用な材料であることが示唆された。

酸性、アルコール性ドリンクへの浸漬が各種ペーストタイプコンポジットレジン表面の微細構造に及ぼす影響

新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔健康科学講座5 蝕学分野¹, 山本歯科医院²,
東京医科歯科大学 (TMDU) 大学院医歯学総合研究科口腔機能再構築学講座歯髓生物学分野³
○韓 臨麟¹, 山本信一^{1,2}, 興地隆史³

Effect of Acidic and Alcoholic Drinks on the Surface Ultrastructure of Composite Resins

Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata, Japan¹, Yamamoto Dental Clinic², Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU), Tokyo, Japan³,

○HAN Linlin¹, YAMAMOTO Shinichi^{1,2}, OKIJI Takashi³

緒言

複雑な口腔内環境では、歯の硬組織だけではなく、コンポジットレジン修復物にも影響を及ぼすことが知られている。とくにココアコーラ (pH2.2)、ジュース (pH3.5) などの酸性飲料水、あるいは有機物を劣化させるアルコール類などの嗜好により、修復物表面劣化の進行が生じることが懸念される。¹⁾ また、Professional Mechanical Tooth Cleaning (PMTC) などによっても修復物表面構造の粗造化が生じうる。

本研究では、新規ペーストタイプ充填用コンポジットレジンの理化学的性質を検討するために酸性あるいはアルコール含有ドリンクに浸漬した後の表面微細構造的変化を観察した。比較検討するには使用頻度の高い従来型充填用ペーストタイプコンポジットレジンの2種を用いた。

材料および方法

ナノフィラーが高密度に配合されている新規 MI グレースフィル (GC) を用いた。また、対照として、表面処理が施されたガラス粉末や有機フィラー配合のクリアフィル®マジスティ ES-2 (クラレノリタケデンタル) およびシリカ系マイクロフィラー配合のクリアフィル® AP-X (クラレノリタケデンタル) の3種を用いた。ココアコーラと100% のオレンジジュースを酸性飲料水として用いた。また、アルコール飲料として純米酒 (アルコール15%) を用いた。

直径25mmのアクリル試料台に直径10×3mmのくぼみを形成し、それぞれ、実験材料を填入し、光重合させた後、自動研磨機にダイヤモンド研磨盤を取り付け1200番まで研磨を行い、対照用研磨面試片とした。これらの試片をオレンジジュース、ココアコーラおよび純米酒を20mlの入れたポリ容器に8時間浸漬し、浸漬試片 (各n=3) とした。また、対照用研磨面試片は、蒸留水中に同様な時間で保管した。また、上記の方法で研磨面作成後、低速ハンドピースに装着したマイクロブラシにメルサーージュをつけ、50g程度の荷重を加えながら300rpmの速度で30秒間試片の研磨を行い、PMTC試片 (各n=3) とした。これら試片は、蒸留水中で2分間超音波洗浄後、金の薄膜蒸着を施したのち、走査電子顕微鏡 (S2300, 日立) による表面微細構造観察を行った。

結果

MI グレースフィルは、研磨面試片では細かいフィラーによるなめらかな表面形状を示しており、PMTC後ではマトリックスレジンの摩耗やフィラーの脱離が僅かに見られたが、酸性あるいはアルコールドリンク浸漬後では、フィラーの脱離は明瞭には観察されなかった。一方、クリアフィル® AP-Xでは、PMTCあるいは3種のドリンク浸漬後にフィラーの脱離やマトリックスレジンの摩耗が観察された。また、クリアフィル®マジスティ ES2では、PMTC後にフィラーの脱離が観察されるとともに、コーラ浸漬後も細かいフィラーの脱離が見られた。

考察

高い物性を求めるために、充填用コンポジットレジンに多くのフィラー (8割前後) が添加されている。従って、マトリックスレジジンにおけるフィラーとの接着状態、フィラーの充填率および均等配合などがコンポジットレジンの理化学的性質への影響が大きい。中にはフィラーのシラン処理が最も重要な因子である。即ち、徹底的なフィラーのシラン処理によって、フィラーとマトリックスレジジンとの接着は強固になり、酸性あるいはアルコール性物質などの外部要因によっても簡単に脱落を生じないと考えられる。MI グレースフィルは、ナノフィラーが高密度 (82%wt) にベースレジジンに配合されたことや、フィラーのシラン処理あるいはフィラーの均一配合などの諸要素によって研磨後における表面光沢の獲得や酸性やアルコール性飲料に対しても耐性が示され、表面構造の安定性に寄与すると思われる。

結論: フィラーのシラン処理、充填率あるいは均等配合等がレジンの表面微細構造の変化に影響を与える。

参考文献: 1, 韓 臨麟, 福島正義, 興地隆史: 新規フロアブルレジンの表面性状観察 —各種ドリンク浸漬後の変化—; 日歯保存誌 52: 184-189, 2009.

紅茶液に浸漬したフロアブルとペーストタイプの コンポジットレジンの変色について(第1報)

鶴見大学歯学部保存修復学講座

○堀 彩香, 小川由佳, 白井エミ, 林 応璣, 田崎達也, 大森かをる, 桃井保子

Discoloration of flowable- and paste-type resin composites immersed in tea solution (Part 1)

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○HORI Ayaka, OGAWA Yuka, USUI Emi, HAYASHI Oki, TASAKI Tatsuya, OHMORI Kaoru, MOMOI Yasuko

目的: フロアブルコンポジットレジンをペーストタイプと比較した場合に懸念される物性の1つに、色調安定性がある。私たちは、両タイプの色調安定性を照射前後の色調変化の点から検討し、本学会で報告した¹⁾。今回は、外来色素による変色の程度が両タイプでどのように異なるかを、3社の代表的なフロアブルとペーストタイプコンポジットレジンを紅茶液に浸漬することで比較検討した。ここでは、7日後までの初期の色調変化を報告する。

材料および方法: アルミ製モールド

(高さ3 mm, 内径7 mm) 内に, Table 1 に示すコンポジットレジンを (シェード A3) を充填し, 1方向から20秒間照射し (OPTILUX 501, Kerr) ディスク状試片を得た。照射側のレジン表面を, 同一術者が流水下で耐水研磨紙#1200

を用い15秒間研磨した。その後, 試片を紅茶液に浸漬し37°Cで保管した。紅茶液は, ティーバッグ (コープ, 2 g) 3袋を250 mLの熱湯で5分間抽出した後, 15分間室温で放冷し作製した。測色は, 紅茶液浸漬前, 浸漬後1, 3, 5, 7日後に, 分光式色差計 (SE2000, 日本電色) を用い白, 黒, グレー背景で行った。なお, 試片は測色直前に超音波で15秒間洗浄した。色差 (ΔE) は, 各試片の表面中央部の $L^*a^*b^*$ 値から算出した。結果は, 分散分析と Tukey の多重比較で統計処理した ($\alpha=5\%$, $n=5$)。多重比較は, 同一メーカーのフロアブルとペーストタイプの比較と, 各コンポジットレジンにおける経時的変化の比較に用いた。

結果および考察: 各レジンの色差の結果を Table 2 に示す。MA-ma の比較では, 全浸漬期間において有意差を認めなかった。MI-mi の比較では, 5日後にフロアブルの方が色差が大きく, SU-su の比較では, 全浸漬期間においてペーストの色差がフロアブルタイプより有意に大きかった。浸漬期間による比較で, MA, ma, および MI では, 1日後と5日後の間に有意差が認められ, mi と SU では有意差を認めなかった。また, su では, 1日後と比べ5日後と7日後の色差が有意に大きい値を示した。色差は, 全ての試片で浸漬5日を過ぎると変化が小さくなる傾向にあった。変色の程度はフィラー

含有量の差と必ずしも一致せず, フィラーとマトリックスの界面, ベースモノマーの成分, 触媒などの因子が変色に関与する事が示唆された。視認できる色の差は色差値 3.3 以上との報告²⁾から, 今回の加速変色試験の評価では, 試験に供したコンポジットレジンの初期の色調安定性は良好といえる。今後, 長期的な評価を検討する予定である。

結論: フロアブルレジンの紅茶液浸漬による初期の色調変化は, ペーストタイプと同等かそれ以下であった。

参考文献: 1) 林応璣ら, フロアブルタイプとペーストタイプコンポジットレジンの照射前後の色調変化-第138回日本歯科保存学会 p165, 2) Ruyter IE *et al.*, Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent. Mater. 3: 246~251, 1987.

Table 1 Resin composites tested in this study

	Composite	Code	Filler content (wt%)	Manufacturer
Flowable	CLEAFIL MAJESTY ES Flow	MA	75	Kuraray Noritake Dental
	GC MIFIL	MI	69	GC
	FILTEK Supreme Ultra	SU	65	3M ESPE
Paste	CLEAFIL MAJESTY ES-2	ma	78	Kuraray Noritake Dental
	MI GRACEFIL	mi	82	GC
	FILTEK Supreme Ultra	su	78	3M ESPE

Table 2 Color difference (ΔE) of flowable- and paste-type resin composites immersed in tea solution. Mean (s.d.), n=5

	1-day	3-day	5-day	7-day
MA	0.6 (0.3) [#]	0.8 (0.2)	1.3 (0.4) [#]	1.0 (0.4)
ma	1.0 (0.2) [#]	1.2 (0.3)	1.6 (0.3) [#]	1.3 (0.2)
MI	1.7 (0.4) [#]	2.4 (0.6)	3.3 (0.7) [#]	2.5 (0.7)
mi	1.2 (0.6)	1.5 (0.6)	2.0 (0.6)	1.9 (0.6)
SU	1.0 (0.3)	1.2 (0.2)	1.5 (0.4)	1.5 (0.4)
su	2.0 (0.3) ^{#○}	2.7 (0.3)	3.1 (0.4) [#]	3.4 (0.9) [○]

Vertical lines exhibit statistical differences between flowable and paste resin composites. Mean having same symbols indicate statistical differences among each immersion period within each resin composite.

紅茶への浸漬とブラッシングが二ケイ酸リチウムガラスセラミックスの色調変化に及ぼす影響

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歯科保存学第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

○佐藤治美¹ 鈴木雅也² 加藤千景² 菊地ひとみ¹ 宮崎晶子¹ 土田智子¹ 筒井紀子¹
元井志保¹ 煤賀美緒¹ 両角祐子³ 佐野 晃⁴ 新海航一²

Effects of short-term immersion in tea and toothbrushing on color changes of lithium disilicate glass-ceramics

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.

○Harumi Sato¹, Masaya Suzuki², Chikage Kato², Hitomi Kikuchi¹, Akiko Miyazaki¹, Satoko Tsuchida¹,
Noriko Tsutsui¹, Shiho Motoi¹, Mio Susuga¹, Yuko Morozumi³, Akira Sano⁴ and Koichi Shinkai²

【目的】

歯冠修復に用いる材料の色調安定性は、予後を大きく左右する要因である。これまで我々は、光重合型コンポジットレジンにコーヒークリーム液に浸漬した場合、1週後で統計学的有意な色調変化を認めたことを報告した(第138回日本歯科保存学会)。また、二ケイ酸リチウムガラスセラミックスを紅茶液に3週間浸漬した場合、表面が荒いほど経時的に色差値が有意に増加したことを報告した(第22回日本歯科色彩学会)。セラミックスはコンポジットレジンに比較して硬度、耐摩耗性および化学的安定性に優れる特徴をもつが、ブラッシングによる色調変化についてはあまり明らかにされていない。そこで今回は、刷毛あるいはラバーを植立した歯ブラシを試作し、紅茶液に浸漬した二ケイ酸リチウムガラスセラミックスの色調に対するブラッシングの影響について検討した。

【材料および方法】

1. 試料および歯ブラシ:二ケイ酸リチウムガラスセラミックス(IPSe. max プレスLT インゴット, A2, Ivoclar Vivadent)を直径12mm、厚さ3mmのディスク状に切断した。両面を耐水研磨紙#2400で仕上げたものを試料とした。歯ブラシはナイロン毛(7ミル, ふつう)と粒子無配合ラバー(熱可塑性エラストマー)の2種類を試作した(デンタルプロ)。

2. 紅茶液への浸漬:紅茶ティーバッグ(日東紅茶デイルークラブティーバッグ, 三井農林)1袋を150mLの熱湯に1分間入れて抽出した紅茶液を300mL作製した。作製した紅茶液をビーカーに移し、セラミック試料表面がビーカー内面や他の試料と接触しないよう袋に入れ、37°C恒温恒湿槽で3週間浸漬した。対照群として蒸留水を用いた(n=6)。

3. ブラッシング:試料の測色面に対して歯ブラシ清掃面が90°に接するよう試料を刷掃試験機に固定し、ブラッシングを行った。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:測色は白色シートを背景とし、歯科用測色計(Shade eye NCC, 松風)を用いて行った。1試料につき3回計測して平均値を算出し、浸漬前、1週後、2週後、3週後およびブラッシング後のL*a*b*を計測し、色差(ΔE)を算出した。結果は、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)。

【結果および考察】

1. 浸漬前と3週後のL*a*b*は、紅茶液ではa*とb*が有意に増加し、蒸留水ではa*が有意に減少した。L*に変化は認められなかった。

2. 浸漬前と3週後のΔEは、紅茶液が1.44~1.45、蒸留水が0.83~1.33であった。

3. 紅茶液に浸漬した試料の3週後とブラッシング後のL*a*b*を比較した結果、ナイロン毛ではブラッシング後でa*とb*の有意な減少を認めた。ラバーではa*で減少傾向を示したが、b*に変化は認められなかった。また、両者ともL*に変化は認められなかった。

4. 浸漬前と3週後と浸漬前とブラッシング後の色差を比較した結果、紅茶液と蒸留水、ナイロン毛とラバーのいずれの条件においても有意差は認められなかった。

本実験条件では、紅茶液に浸漬したセラミック試料はナイロン毛でのブラッシングによりa*とb*が有意に減少したが、色差に有意な影響を及ぼすものではなかった。今後、セラミック表面の性状を観察して紅茶液の着色状態を明らかにするとともに、試験条件や刷毛素材による影響についてさらに検討を加える予定である。

修復用ガラスアイオノマーにおけるナノフィラー含有レジンコーティング材の有用性

株式会社ジーシー

○吉満亮介, 福島庄一, 熊谷知弘

The effect of nano filled resin-coating on glass ionomer restoratives

GC CORPORATION, Tokyo, Japan

○Ryosuke Yoshimitsu, Syouichi Fukushima, Tomohiro Kumagai

[緒言]

修復材料として使用される従来型ガラスアイオノマーは修復用コンポジットレジンと比較して、歯質への自己接着性、フッ素徐放性等の利点を有しているが、強度、耐摩耗性等の物性が劣っている。この問題の解決策として充填用ガラスアイオノマーとレジンコーティング材を組み合わせることでガラスアイオノマーの特長を有したまま、高強度、高い耐摩耗性等の特長を持ったシステムとして弊社ではEQUIAシステムを海外にて提供してきた(EQUIAは充填用ガラスアイオノマーであるEQUIA Fil, 国内販売名「フジIXGPエクストラ」とナノフィラー含有レジンコーティング材であるEQUIA Coat, 国内販売名「G-ガード」を組み合わせたシステム)。また、2015年には新規技術によりさらに物性向上したEQUIA Forte(EQUIA Forte Fil, EQUIA Forte Coat)を開発した。本発表ではEQUIA システムの有用性に着目し、三体摩耗試験と三点曲げ試験による曲げ強度と耐摩耗性について報告する。

[実験内容]

EQUIA Forte (EQUIA Forte Fil, EQUIA Forte Coat), EQUIA (EQUIA Fil, EQUIA Coat), 製品A, 製品Bを使用した。

1. 三体摩耗試験

咬合摩耗試験用金型にサンプルを充填, 37°C, 100%R. H. の条件下で1時間静置した。金型から取り外した後, 37°C, 蒸留水中で23時間静置し, コーティング群は各コーティング材を塗布, 照射し, 試験体とした。対牛歯エナメルにおいて, PMMA (アクリロン AC) : グリセリン=1 : 1 のスラリーを介して荷重 300g の水平滑走 20000 回後の摩耗量を測定した。

2. 三点曲げ試験

2mm×2mm×25mm の金型にサンプルを充填し, 37°C, 100%R. H. の条件下で10分間静置した。#320 耐水研磨紙にて研磨し, コーティング群は各コーティング材を1面のみ塗布, 照射し, 37°C, 蒸留水中で24時間静置し試験体とした。荷重面の反対がコーティング面となるように試験体を置き, オートグラフ (クロスヘッドスピード: 1 mm/min) を用いて曲げ強度を測定した。

[結果・考察]

各試験結果を Fig. 1, 2 に示す。各試験より EQUIA Forte, EQUIA は他のガラスアイオノマーよりも少ない摩耗量であり, 高い曲げ強度を示した。これはナノフィラー含有レジンコート材を塗布することでガラスアイオノマー表面の凹凸が滑沢になり, クラックが入りにくくなるためだと考えられる。

[結論]

ガラスアイオノマー表面へのナノフィラー含有レジンコート材塗布によって高い耐摩耗性, 曲げ強度を付与できることを示し, 歯冠修復に有用であることが示唆された。

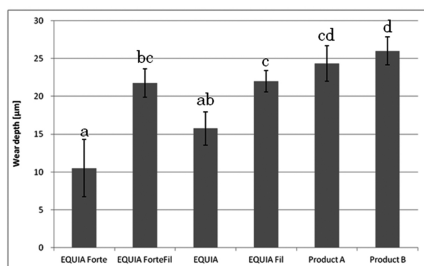


Fig.1 Wear Resistance

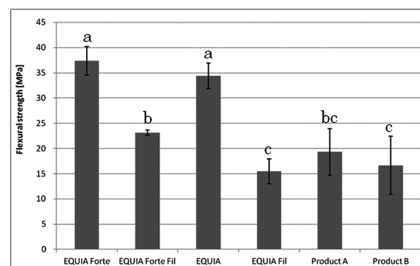


Fig.2 Flexural Strength

*Same letters in a graph indicate no significant difference.