

エナメル質表層部の POs-Ca ならびに POs-Ca+F による再石灰化：ナノインデンテーション 及び SS-OCT による評価

¹東医歯大院・歯と骨の GCOE・う蝕制御 ²東医歯大院・う蝕制御

³サウジアラビアの衛生省 ⁴国立長寿医療センター ⁵江崎グリコ株式会社健康科学研究所

○マンドウラ モナ^{1,2,3}、サダル アリレザ¹、北迫勇一²、中嶋 省志²、島田康史²、
田上順次^{1,2}、角保徳⁴、田中智子⁵

Remineralization of Enamel Subsurface Lesion by POs-Ca and POs-Ca+F: Evaluation by Nanoindentation and SS-OCT

¹Global COE Program; IRCMSTBD, TMDU ²Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University

³Ministry of Health, Saudi Arabia, ⁴National Center for Geriatrics and Gerontology, Japan.

⁵Institute of Health Sciences, Ezaki Glico Co., Ltd.

○Mona MANDURAH^{1,2,3}, Alireza SADR¹, Yuichi KITASAKO², Syozi NAKASHIMA², Yasushi SHIMADA²,
Junji TAGAMI^{1,2}, Yasunori SUMI⁴, Tomoko TANAKA⁴

[Background and Objectives] Human enamel is under a natural balanced dynamic process of demineralization and remineralization, if demineralization continuously dominates, it may lead to caries. Swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) is a non-invasive method for clinical imaging of the tooth. On the other hand, early lesions can be reverted if there are sufficient bioavailable calcium and phosphate in a buffered oral environment. The addition of calcium and phosphate in the form of phosphoryl oligosaccharide of calcium (POs-Ca) or that with fluoride (POs-Ca+F) to a chewing gum (Ezaki Glico) enhanced enamel remineralization of subsurface enamel lesions in vivo. The aim of this study was to characterize the changes of subsurface demineralized enamel lesions subjected to POs-Ca and POs-Ca+F solutions in vitro by SS-OCT, and to confirm the changes with cross-sectional nanoindentation hardness and transverse microradiography (TMR) techniques.

[Materials and Methods] Twelve blocks of bovine anterior teeth imbedded in resin cube were divided into 3 groups in this study; first 2/3 of the enamel surface was demineralized, and then 1/3 of the demineralized surface was subjected to 10 ml of one of the three solutions; deionized water (control), POs-Ca and POs-Ca+F at 37°C up to 14 days. B-scan images were recorded after 4, 7, and 14 days of treatment using SS-OCT (IVS-2000, Santec) to monitor changes in lesion. Then, the specimens were cross-sectioned, fine polished and subjected to nanoindentation at 2 mN force (ENT-1100a, Elionix) to plot the hardness at each 1 μm or 10 μm depth in two consecutive 20w × 10d indentation matrices, and TMR to measure mineral density at each area.

[Results] On SS-OCT images in DEM area, reflectivity from superficial enamel increased and lesions appeared to be brighter than sound enamel. A boundary was observed suggesting the lesion front; which corresponded to the TMR lesion depth of approximately 120 ± 20 μm. Unlike control, both POs-Ca and POs-Ca+F resulted in decreased reflectivity, suggesting mineral deposition and recovery through the lesion, with POs-Ca+F exhibiting an appearance close to that of sound enamel (Fig. 1). Nanoindentation and TMR showed that both POs-Ca+F and POs-Ca resulted in significant remineralization of the whole lesion (Fig. 2), while there was no significant difference in recovery rates between them (p>0.05, Mann-Whitney U test). The hardness in the 10 μm region below the surface was 27 ± 5% of sound enamel in DEM but reached 64 ± 7% and 55 ± 8% in POs-Ca+F and POs-Ca respectively, affirming that POs-Ca+F was superior in the superficial zone (p<0.05, one-way ANOVA with Tukey HSD).

[Conclusion] POs-Ca+F enhanced reinforcement of the surface layer while similar to POs-Ca, it could still remineralize the lesion body in vitro. SS-OCT images demonstrated a potential for monitoring demineralization and remineralization and lesion depth measurements of early enamel lesions, paving the way for clinical use of this modality for monitoring of enamel white spots and evaluating efficacy of non-surgical interventions such as remineralization agents and gums. Further study on signal analysis is needed to establish correlations between SS-OCT and destructive quantitative measurements. This study was supported by Global COE at TMDU, JSPS grants-in-aid no 22791924, and research grant for longevity sciences (21A-8).

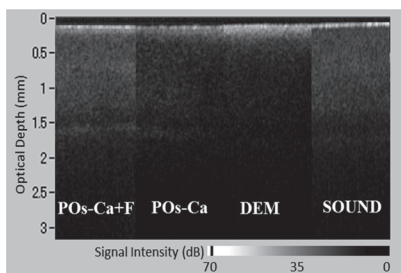


Fig. 1- SS-OCT images at day 14.

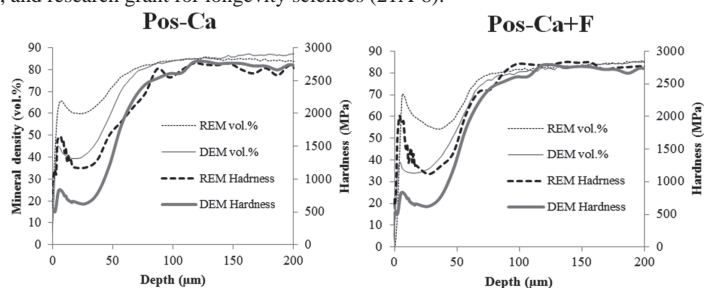


Fig. 2- Mineral density and hardness plots (DEM: demineralized, REM=remineralized zone)

PRG バリアコートの人工齲蝕乳歯エナメル質に対する齲蝕抑制効果

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科小児歯科学¹、

日本大学歯学部保存修復学講座²

○ 細矢由美子¹、安藤 進²、古宅真由美²、宮崎眞至²

Effect of PRG Barrier Coat application on arresting caries treatment for artificial caries enamel of primary teeth

Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences, Medical and Dental Sciences, Department of Pediatric Dentistry¹, Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry²

○ Yumiko Hosoya¹, Susumu Ando², Mayumi Kotaku², Masashi Miyazaki²

【研究目的】

本邦では、齲蝕進行抑制を目的にフッ化ジアンミン銀塗布が行われる場合がある。本材による変色は、感染歯質のみならず、再石灰化可能な健全歯質の一部にまで及び、切削以外に変色を除去する方法はない。審美性の破壊は、患者の精神衛生上問題であり、切削不要な部位にまで及ぶ広範囲な切削は、minimal intervention の概念に反する。

そこで、S-PRG フィラー含有の coating 材を人工脱灰乳歯エナメル質に塗布し、塗布面の組織/物性変化を測定し、本材の人工齲蝕部への影響を観察した。

【材料および方法】

抜歯後に生理食塩水中に冷凍保存した健全乳歯（長崎大学歯学部倫理委員会認証）8 歯を使用した。乳前歯の唇面と乳臼歯の頬舌面以外のエナメル質をマニキュアで coating 後（コントロール部）、塩化カリウムとリン酸二水素カリウムを含む pH 4.75 の乳酸緩衝液中で 5 日間脱灰した。唇・頬・舌面を中央部で 2 分し、PRG バリアコート（松風）塗布面（PRG）と非塗布面（non-PRG）とした。浸漬液の種類により 2 群を設け（1 群：蒸留水、2 群：人工唾液）、1 週間浸漬した。歯軸に垂直に切片を切り出し、鏡面研磨した。

<Nano-indentation test>: Nano-indentation tester ENT-1100（エリオニクス）により、超微小硬さ（H）とヤング率（Y）を測定した。測定は 10 μm 間隔にエナメル質表面から歯髄方向に行った。

<SEM/EDX 分析>: PRG 塗布もしくは非塗布エナメル質表面（計測点 0）、表面直下（計測点 1）、表面から 5 μm（計測点 2）ならびに 10 μm（計測点 3）下方の部位に対して、SEM/EDX 分析と SEM 撮影を行った。

統計処理には ANOVA Fisher's PLSD ($\alpha=0.05$)を用いた。

【成績ならびに考察】

<Nano-indentation test>: 1). エナメル質表面部の超微小硬さ(H)とヤング率(Y)を、コントロール部、non-PRG 部、PRG 部間で比較すると、H については、1 群では non-PRG 部がコントロール部と PRG 部より有意に低く、2 群では PRG 部がコントロール部より有意に高かった。Y については、1 群ではコントロール部が他の 2 部位より有意に高く、2 群では 3 部位間に有意差がなかった。2). エナメル質表面部と表面直下の H と Y は、1 群の non-PRG 部のみについて、表面付近の値が下方部と比較すると有意に低かった。

<SEM/EDX 分析>: [元素分析 wt %]; 1). 1 群では、non-PRG 部と PRG 部について、計測点 0 の P と Ca が計測点 1-3 より有意に低かった。Ca/P は、コントロール部、non-PRG 部ならびに PRG 部ともに、計測点間に有意差が見られなかった。2). 2 群では、コントロール部のみで計測点 0 と 1 の P と Ca は計測点 2 と 3 より有意に低かった。Ca/P については、コントロール部では、計測点 1 が計測点 0 と 2 より有意に高く、non-PRG 部は、計測点間に有意差がなく、PRG 部は、計測点 0 が計測点 1-3 より有意に高かった。

Nano-indentation test と SEM/EDX 分析の結果、PRG 塗布により脱灰エナメル質の硬さと弾性率は回復せず、また、コントロール部ならびに non-PRG 部よりも PRG 塗布部の再石灰化効果が高いという結果は得られなかった。さらに、PRG 塗布部から材料成分が溶出し、non-PRG 部に作用したというような結果も観察されなかった。他の材料使用時と同様に、一度脱灰された部位の再石灰化は難しい。また、実験歯の脱灰・再石灰化程度の差（個体差）による影響と思われるデータのばらつきがみられた。2 群の人工唾液中への浸漬群において、PRG 塗布面の Ca/P が下方のエナメル質の Ca/P よりも有意に高かったのは、脱灰により生じたエナメル質表面の凹凸に coating 材が残存していた可能性も考えられる。S-PRG フィラー含有 coating 材の乳歯エナメル質に対する齲蝕抑制効果の有無を確認する為には、実験歯を脱灰溶液中に浸漬して抗脱灰作用を観察するなど、さらなる研究が必要である。

【結論】

今回の結果からは、PRG 材で脱灰部を被った場合の人工唾液による再石灰化効果は観察できなかった。

【文献】

- 1) Han L *et al*: Evaluation of the ions release/ incorporation of the prototype S-PRG filler-containing endodontic sealer. *Dent Mater J* 30(6): 898-903, 2011.

フッ化物含有コート材の象牙質における根面う蝕の抑制効果について

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 東京医科歯科大学 歯と骨の GCOE 拠点

○太嶋恵美¹, 半場秀典^{1,2}, 矢作智花¹, 二階堂徹¹, 田上順次^{1,2}

Preventive effect of root caries by a new coating material containing sodium fluoride

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

² Global COE program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone
Diseases, Tokyo Medical and Dental University

○OSHIMA Megumi¹, HAMBА Hidenori^{1,2}, YAHAGI Chika¹, NIKAIIDO Toru¹, TAGAMI Junji^{1,2}

【研究目的】

超高齢社会においては根面う蝕を予防して歯の喪失を防ぐことが急務である。我々は、露出根面をコーティングしてこれを保護し、根面う蝕を抑制することを検討してきた。本研究では、フッ化物を含有する新規知覚過敏抑制コート材 (MS Coat F) に着目し、その根面塗布による象牙質の脱灰抑制効果について、非破壊でミネラル量を測定可能なマイクロ CT 装置を用いて検討した。

【材料および方法】

ウシ歯根を抜髄し、歯根膜を除去後、唇側及び舌側歯根面を耐水研磨紙を用いて #1500 まで順次研削して試験面とした。次にダイヤモンドバー (D4010f) を用いてマイクロ CT 観察時の基準溝を作製した後、精密低速切断機 (Isomet, Buehler) にて歯軸と平行に唇舌方向に分割して 1 歯根から作製した試料を 3 群に分け、根面象牙質表面に対してフッ化物配合コート材である MS Coat F または無配合のコート材である MS Coat One (サンメディカル社製) を用いて業者指示に従って専用のチップで 30 秒間擦り塗り、10 秒間強エアードライを行った。また、コート処理なしを Control 群とした。試料はネイルバーニッシュで試験面を規定した後、人工脱灰液 (pH4.5) に 5 時間浸漬した後、24 時間蒸留水に保管した。その後、高解像度マイクロ CT 装置 (SMX-100CT, 島津製作所) を用いて試料の撮影を行った。根面象牙質表層の脱灰部の 3D 解析には、3D 骨梁構造計測ソフト (TRI/3D-BON, RATOC) を用い、得られた CT スケール値は基準濃度のハイドロキシアパタイト体を用いて、BMD (Bone Mineral Density) 値に変換し、表層からの深さ方向へのミネラル密度プロファイルを算出した。得られた脱灰部の 3D 画像の測定および脱灰深さの解析には 3D 骨梁構造計測ソフト (TRI/3DBON, RATOC) を用いた。

【結果および考察】

各群の典型的なミネラル密度プロファイルを図に示す。MS coat F はウシ歯根象牙質の表層部約 50 μm においてコントロール群よりも有意に脱灰抑制効果を示した。一方、MS Coat One においてはその有意な効果は認められなかった。MS Coat F の組成は、MS Coat One と同様な組成に加えて NaF を 3000 ppmF 含む。従って MS Coat F の脱灰抑制効果はこのフッ化物イオンによるものと考えられる。

【結論】

マイクロ CT によるミネラル密度プロファイルの解析の結果、フッ化物配合コート材である MS Coat F の歯根象牙質への塗布は、表層部の脱灰抑制効果を示すことが明らかとなった。

本研究の一部は、東京医科歯科大学 歯と骨のグローバル COE プログラムによって遂行された。

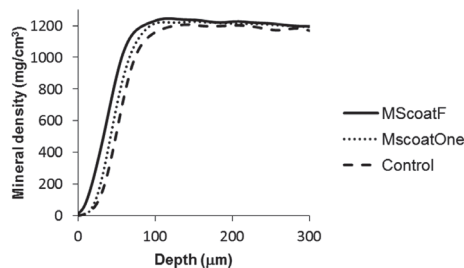


図 1 マイクロ CT により得られた典型的なミネラル密度プロファイル

非う蝕性歯頸部欠損の SS-OCT による断層画像観察

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)東京医科歯科大学歯と骨の GCOE, 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, サダルアリレザ^{1,2}, 中嶋省志¹, 田上順次^{1,2}, 角保徳³

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

Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University, Global Center of Excellence Program, IRCMSTBD at TMDU, National Center for Geriatrics and Gerontology
○Wada Ikumi, Shimada Yasushi, Sadr Alireza, Nakashima Syozi, Tagami Junji, Sumi Yasunori

【諸言】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。特にアブフラクションは、咬合ストレスによって歯頸部エナメル質に亀裂が生じ、そこから欠損を形成するといわれている。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、NCCL の定量的な評価に利用できることを第 3 回接着歯学会において報告した。本研究では、NCCL におけるアブフラクションの可能性に焦点をあて、咬合面エナメル質の咬耗ならびに NCCL 部のエナメル質剥離との関連性を調査し、SS-OCT の有用性を検討することを目的とした。

【材料及び方法】NCCL を有するヒト抜去歯 9 1 本を本実験に使用した。まず SS-OCT (Dental OCT System Prototype 2, パナソニックヘルスケア) を用い、咬合面における最大咬耗部の断層画像を非破壊で観察し、残存エナメル質の厚さ (RET) を計測した。次に、NCCL 部を SS-OCT 観察し、NCCL の深さ (d) と幅 (w)、ならびに EDJ におけるエナメル質の剥離の長さ (EC) を画像上で計測した。咬合部位の RET、ならびに NCCL の深さ×幅 (d×w) と EC について、それぞれ次の 4 グループに分け、RET における NCCL の分布を比較した。

RET; E0: 象牙質まで露出、E1: RET 1~1000 μm 、E2: RET 1001~2000 μm 、E3: RET 2001 μm 以上
d×w; dw1: 1~200000 μm^2 、dw2: 200001~400000 μm^2 、dw3: 400001~600000 μm^2 、dw4: 600001 μm^2 以上
EC; EC0: 剥離なし、EC1: EC 1~200 μm 、EC2: EC 201~400 μm 、EC3: EC 400 μm 以上
また、SS-OCT 画像で EDJ にエナメル質剥離のみられた歯を選別し、隣接面部を削除し研磨後、走査型レーザー顕微鏡 (CLSM) によりエナメル質の状態を観察した。

【結果】SS-OCT を用いることにより、RET と NCCL の非破壊計測が可能であった。また、NCCL の EDJ においてエナメル質の剥離を観察することができた (図 1)。RET の減少により、d×w の程度が著しくなる傾向がみられる (図 2a)、また EC も増加していた (図 2b) (図中、実線・破線参照)。また CLSM 観察から、SS-OCT 画像における EDJ のエナメル質剥離は、実際に剥離が生じていることが確認できた (図 1)。

【考察】SS-OCT 画像から、咬耗の進行によって NCCL の欠損量 (d×w) が増加しており、また歯頸部エナメル質の剥離 (EC) も増加する傾向がみられた。このことより、NCCL 形成における歯頸部の破壊に咬合ストレスが関与している可能性が示唆された。

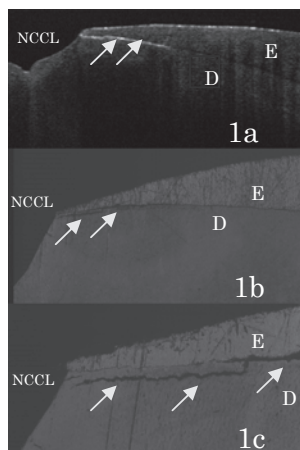
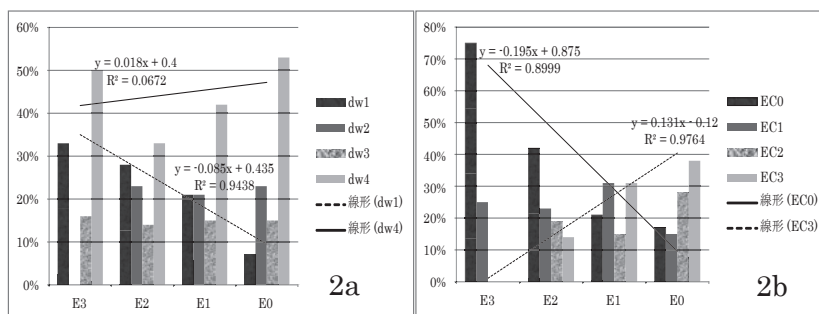


図 1a: NCCL の SS-OCT 画像、E: エナメル質、D: 象牙質。図 1b: CLSM 画像、図 1c: 1b の拡大像。EDJ 付近に剥離が確認できる (矢印)

図 2a: RET における dw の分布、図 2b: RET における EC の分布



象牙細管の走行が OCT イメージ像に及ぼす影響

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,
モリタ東京製作所³, 青島歯科医院⁴

○島村 穰¹, 飯野正義¹, 村山良介¹, 鈴木英梨子¹, 黒川弘康^{1,2},
安藤 進^{1,2}, 宮崎真至^{1,2}, 釜口昌平³, 三畑幸則³, 青島 裕⁴

Influence of dentinal tubular orientation on OCT images

Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry, J. Morita Tokyo Mfg. Corp.³, AOSHIMA Dental Clinic⁴
○SHIMAMURA Yutaka¹, IINO Masayoshi¹, MURAYAMA Ryosuke¹, SUZUKI Eriko¹, KUROKAWA Hiroyasu^{1,2},
ANDO Susumu^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, KAMAGUCHI Syohei³, MIHATA Yukinori³ and AOSHIMA Yutaka⁴

【緒言】

光干渉断層画像化法 (Optical Coherence Tomography, 以後, OCT) は, チェアサイドで簡便かつ非侵襲的に高解像度の組織精密断層像を得ることを特徴とする画像診断システムである。これまで演者らは, OCT イメージ像に及ぼす影響因子を検討するとともに, エナメル質病変に対する診査の有効性を報告している。一方, 象牙質においてはエナメル質とは異なり, 細管構造を有するとともに水分を多く含むことから, その読像法に違いがみられる可能性が考えられるものの, 不明な点が多いのが現状である。

そこで演者らは, OCT の効果的な臨床使用術式を確立するための基礎的研究の一環として, 象牙質の観察において, OCT イメージ像に影響を及ぼす可能性のある象牙細管の走行について検討した。

【材料および方法】

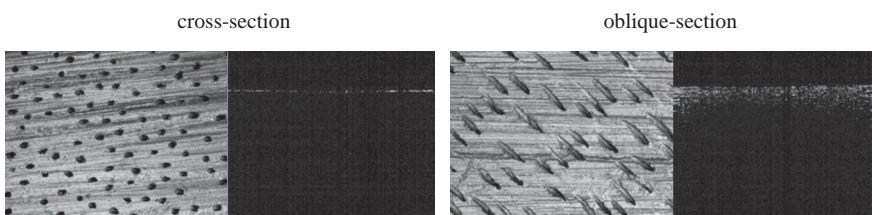
ウシ抜去下顎前歯を縦断および横断し, これらの断面を耐水性 SiC ペーパーを用いて平坦面が露出するように調整し, これを測定用試片とした。これらの測定用試片を, 実験期間を通じて 37°C 人工唾液あるいは精製水に保管する 2 条件を設定し, OCT を用いて経時的に観察した。

イメージ像の観察には, OCT 装置 (モリタ東京製作所) を用いた。本装置は, Super Luminescent Diode (SLD) 光源の低コヒーレンス性を応用したものであり, SLD 光源からの光を光分割器により 2 束に分割し, 1 束を参照鏡に, 他方を対象物に入射し, それぞれから反射してきた光を干渉させるものである。これによって, 測定対象物の表層から深層にわたる反射光分布を測定することでイメージ像を得ることを可能としている。

OCT を用いて各試片のイメージ像を観察するとともに, 形状測定レーザマイクロスコープ (VK-9710, キーエンス) を用いて撮影し比較, 検討した。なお, OCT および形状測定レーザマイクロスコープによる観察時期としては, 実験開始前および実験開始 1, 7, 14 および 28 日経過後とした。

【成績および考察】

OCT を用いてウシ抜去下顎前歯象牙質の観察を行ったところ, cross-section 試片において象牙質表面を示す 1 本の高輝度のラインが観察



LSM 像および OCT イメージ像比較 (実験開始前, 精製水保管)

された。一方, oblique-section 試片においては象牙質表面から深部に向かう帯状のシグナルが観察され, cross-section 試片とは異なる OCT イメージ像を示した。このように, 象牙細管の走行方向が得られる OCT イメージ像に影響を及ぼした理由としては, 象牙細管の走行および OCT の照射光線の侵入方向の一致度の違いによって, 象牙質内部における光線の反射, 散乱状態が変化したためと考えられた。すなわち cross-section 試片では内部からの反射光が減じたために試片歯面でのシグナルが強くなり, oblique-section 試片では内部からの反射光が反映されて帯状のイメージ像を形成したものと考えられた。

【結論】

ウシ抜去下顎前歯象牙質において OCT を用いて観察した場合, 象牙細管の走行方向によって得られる OCT イメージ像には変化が認められた。したがって, OCT を用いて歯質を観察する場合, 測定する部位によって象牙細管の走行を考慮した読像を行う必要があることが示唆された。

OCT を用いた二級コンポジットレジン修復の適合性の評価

¹東医歯大院・歯と骨の GCOE・う蝕制御 ²東医歯大院・う蝕制御

³キングアブドゥル・アズィーズ大サウジアラビア ⁴国立長寿医療センター

○バクシュ ターキ^{1, 2, 3}、サダル アリレザ¹、島田康史²、トルキスタニ アラー^{1, 2, 3}、
田上順次^{1, 2}、角保徳⁴

Optical Evaluation of Composite Adaption in Class-II Cavity Restoration using SS-OCT

¹Global COE Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases, Japan

²Cariology and Operative Dentistry, Graduate school, Tokyo Medical and Dental University, Japan

³King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia, ⁴National Center for Geriatrics and Gerontology, Japan.

○Turki BAKHSH^{1,2,3}, Alireza SADR¹, Yasushi SHIMADA², Alaa TURKISTANI^{1,2,3}, Junji TAGAMI^{1,2}, Yasunori SUMI⁴

[Background and Objectives] Micro-leakage and loss of adaption between tooth and resin considered as one of the causes of recurrent caries and subsequent composite restoration failure. In class-II restorations, the failure is commonly located at gingival floor. Therefore, the objective of this study is to assess the cavity adaptation of different adhesive systems in combination with flowable and universal composites in class-II restoration using swept source optical coherence tomography (SS-OCT).

[Materials and Methods] Three restorative systems were used in this study; (1) PrimeFil with Estelite Posterior composite (PF; Tokuyama Dental) (2) Tokuyama Bond Force all-in-one adhesive with Estelite Flow Quick flowable and Estelite Posterior composites (BF; Tokuyama Dental), and (3) Clearfil SE-One newly introduced all-in-one adhesive with Majesty LV flowable and Majesty Posterior composite (SO; Kuraray Medical). PrimeFil is a new class of restorative with a single-bottle self-etching agent which is chemically cured when its light-cured flowable composite is applied. Box shaped proximal class-II cavities were prepared on 18 human, non-carious third molar teeth. (5 mm height × 4 mm width × 1.5 mm depth). The specimens were divided into three groups according to the restorative system used. The entire preparation of each group (pulpal, axial walls and gingival floor) was lined with flowable composite and then restored using bulk filling technique. After 48 hours, the coronal part of the restoration (3.5 mm occluso-gingival) was reduced and serial B-scan images were obtained throughout each cavity (pulpal wall and gingival floor) by a hand-held SS-OCT probe (Dental SS-OCT Prototype II, Panasonic Healthcare Co., Ltd.) for each specimen at a center wavelength of 1330 nm to evaluate adaptation (Bakhsh et al., Dent Mater 2011). Confirmatory images were obtained for the bonded/debonded tooth-resin interfaces using confocal laser microscopy (CLSM) after cross-sectioning of the specimens.

[Results] Representative B-scan images in all groups (presented in figure with binarized interfaces) demonstrated significant increase in signal intensity confirmed as interfacial micro-gaps by CLSM. Kruskal-Wallis test with Mann-Whitney U multiple comparisons with Bonferroni correction showed significant differences among groups ($p < 0.05$). There was no significant difference in adaptation between PF and SO at both gingival and pulpal locations ($p > 0.05$). For pulpal wall, PF and SO showed better adaptation compared to BF; while in gingival floor only PF showed superior results compared to BF. In case of BF, the gaps were frequently observed at the adhesive/composite interface.

[Conclusion] Success of flowable lining for class-II restoration relies on interactions of resin-dentin and resin-resin interfaces, and the SS-OCT evaluation is sensitive to gaps formed at both interfaces. The newly introduced PrimeFil system showed improved adaptation and promising results for lining a large class-II cavity. Study supported by Global COE and longevity sciences grant 21-8A. Also, the support from King Abdulaziz University was appreciated.

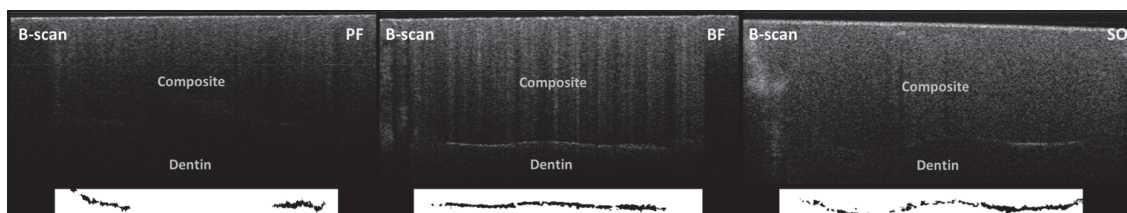


Figure: SS-OCT scans of composite restorations, with corresponding binarized images of the interface indicating gaps.

OCT を用いたレジンインレーの適合性とレジンコーティングの有効性の評価

¹東医歯大院・歯と骨の GCOE・う蝕制御 ²東医歯大院・う蝕制御
³キングアブドゥル・アズィーズ大サウジアラビア ⁴サウジアラビアの衛生省 ⁵国立長寿医療センター
○トルキスタニ アラー^{1, 2, 3}、サダル アリレザ¹、島田康史²、
マンドウラ モナ^{1, 2, 4}、田上順次^{1, 2}、角保徳⁵

Effect of resin coating on sealing of indirect composite inlays using SS-OCT

¹Global COE Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases, TMDU,
²Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University,
³King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia, ⁴Ministry of Health, Saudi Arabia
⁵National Center for Geriatrics and Gerontology, Japan
○Alaa TURKISTANI^{1,2,3}, Alireza SADR¹, Yasushi SHIMADA², Mona MANDURAH^{1,2,4}, Junji TAGAMI^{1,2}, Yasunori SUMI⁵

[Objectives]:

Several resin cements have been recently introduced for bonding of indirect composites. It was previously suggested that the resin-coating technique improved the performance of resin cements. The aim of this study is to use swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) to investigate the effect of resin coating technique on the adaptation of indirect composite inlays luted with resin cements and to confirm the results with conventional microscopy.

[Materials and Methods]:

Round class-I cavities (4 mm diameter × 2 mm depth) were prepared on flat occlusal surfaces of human third molars divided into three groups according to the resin cement used; self-etching dual-cured Bistite II (BST; Tokuyama Dental), self-etching auto-polymerizing MMA-based Multibond-II (MLB; Tokuyama Dental), and dual-curing self-adhesive Clearfil SA Luting (CSA, Kuraray Medical). Each group was divided into two subgroups, an experimental group that received resin coating and a control group without the resin coating. In the resin coated group, the cavity surface was prepared using a two-step self-etching system (Clearfil SE Bond, Kuraray Medical) and low viscosity microfilled resin (Protect Liner F, Kuraray Medical). After 24 hour temporarization, indirect composite inlays (Majesty Posterior, Kuraray Medical) were cemented to the cavities using one of the resin cements according to the manufacturer's instructions. After 24 hours water storage, 3D optical evaluation of the restoration interface was conducted using SS-OCT on all groups. Interfacial dentin seal was measured along the cavity floor on B-scans obtained through the restorations at 500 μm intervals. Afterwards, the cavities were sectioned and interfacial examination was carried out under confocal laser scanning microscopy (CLSM) to confirm the gap location. SS-OCT results were compared using two-way ANOVA with multiple t-test comparisons and Bonferroni correction at significance level of 0.05. The factors investigated were resin cement and resin coating.

[Results]:

The optical sealing was affected by both the material and resin coating, and the interaction was also significant ($p < 0.05$). Without resin coating, CSA and MLB significantly showed better sealing compared to BST. Resin coating improved the cavity floor sealing of BST, so that there was no significant difference among the resin coated groups (figure below).

[Conclusion]:

Resin coating using a bonding agent and flowable composite prior to taking impression benefits the adaptation of indirect restorations placed with resin cements, and ensures sealing of the dentin, which is the key interface within a restoration. SS-OCT is a quick 3D imaging technique to study the interface without the difficulties of common leakage tests. This study was supported by the Global COE program at TMDU and and research grant for longevity sciences (21A-8).

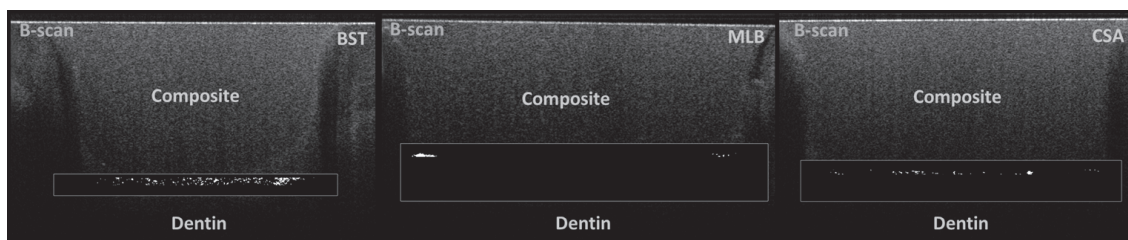


Figure shows adaptation of indirect resin inlays in the non-coated group. Interfacial area is binarized to highlight gaps.

S-PRG フィラー含有率の変化によるコンポジットレジンへの各種唾液タンパク吸着と抗菌活性

朝日大学歯学部 口腔機能修復学講座 歯科保存学分野 歯冠修復学

○田村大輔 堀田正人

Anti-bacterium Revitalization and Saliva Protein Adsorptions to Resin Composite by Change S-PRG Filler Mixing Rate

Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Department of Operative Dentistry,

Asahi University School of Dentistry

○Tamura Daisuke Hotta Masato

【研究目的】

当研究室ではこれまでの一連の研究で、S-PRG フィラーを含むコンポジットレジンが抗ブラーク性を有しており、そのレジン表面には抗菌性タンパクを含んだペリクル様構造物が形成され、さらにS-PRG フィラーの各種無機イオンがレジン表面から溶出することで、付着する細菌になんらかの影響を及ぼしている可能性を報告してきた。

口腔内において、エナメル質表面に対して唾液タンパクの特異的吸着によりペリクルが形成されるのと同様に、修復材料表面にもタンパクの吸着による被膜が形成されるが、そのタンパク組成は吸着面の材質などで異なることが示唆されている。そこで本研究ではこれらの事実を詳細に検討するために、S-PRG フィラー未含有および含有率の異なるレジンを試験し、*in vitro* 条件下にてコンポジットレジンへの各種唾液タンパクの吸着量を測定し、さらに各種唾液タンパクにコートされたコンポジットレジンの抗菌活性を比較検討した。

【材料と方法】

1. 供試材料:S-PRG フィラー未含有のものおよびS-PRG フィラーを30wt%, 60wt%含有したものを供試レジンとした。
2. 各種唾液タンパクの調整: 唾液タンパク吸着試験に用いたのは①ムチン1, ②ラクトフェリン, ③IgA, ④シスタチンC, ⑤リゾチームの5種類であり、おのおのヒト全唾液中での濃度の範囲に近似するようPBSにて希釈し調整した。
3. 唾液タンパク吸着試験: 各供試レジンに前述の条件にて調整された各種唾液タンパク溶液に入れ37°Cでインキュベートし、2, 8 および 24 時間後の吸光度測定 (OD₂₈₀) を行った。また吸光度の減少より各種唾液タンパクの吸着量を算出した。
4. 細菌付着試験: 前述の各種唾液タンパクで2時間コートした供試レジンに、RI (3H) にてラベルした *S.mutans* 溶液中に2時間浸漬し、付着した菌数を放射活性値 (DPM 値) により比較定量した。
5. 電子顕微鏡観察: 前述の細菌付着性試験の各供試レジンに SEM 観察し、*S.mutans* の付着状態を観察した。

【成績及び考察】

各種唾液タンパク吸着試験の結果、いずれの唾液タンパクにおいても時間の経過に伴い吸光度は減少した。また、各種唾液タンパクの吸着量を算出した結果、最も多量に吸着したのはムチン1であった。さらに、S-PRG フィラーの含有率上昇に伴い吸着量が増加傾向を示したのはリゾチームであった。次にRIを用いて細菌付着数を定量した結果、最も付着を抑制した唾液タンパクはムチン1、ついでリゾチームであったが、S-PRG フィラー含有率の変化における有意差は認めなかった。さらに、これらの試料をSEM観察した結果、ムチン1はS-PRG フィラーの含有率に関係なく相対的に細菌付着数が少ない傾向を示した。またS-PRG フィラーの含有率上昇に伴い、細菌付着数が減少傾向を示したのはリゾチームであった。

【結論】

本実験において、S-PRG フィラーの含有率に関係なく吸着量が多かった唾液タンパクはムチン1であり、相対的に細菌付着数は少ない傾向を示した。またS-PRG フィラーの含有率上昇に伴い吸着量が増加傾向を示した唾液タンパクはリゾチームであり、その細菌付着数を検討した結果、有意差は認めなかったが減少傾向を示した。

コンポジットレジン研磨法がその表面自由エネルギーと着色性に及ぼす影響

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, 横須賀共済病院³

○大塚詠一朗¹, 清水裕亮¹, 辻本暁正¹, 利根川雅佳¹, 砂田識敦¹,

高見澤俊樹^{1,2}, 宮崎真至^{1,2}, 宮直利³

Influence of Polishing Procedures on Surface Free Energy and Staining Susceptibility of Resin Composites

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

Nihon University School of Dentistry, Yokosuka Kyosai Hospital³

○OTSUKA Eiichiro¹, SHIMIZU Yusuke¹, TSUJIMOTO Akimasa¹, TONEGAWA Motoka¹, SUNADA Noriatu¹,
TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, MIYA Naotoshi^{1,3}

【研究目的】

優れた審美性を有する光重合型コンポジットレジンとは、歯冠修復処置において欠くことのできない材料のひとつである。とくに、コンポジットレジン修復処置における形態修正および研磨は、審美性の獲得のみならずメンテナンスビリティを高めるためにも重要である。これまで、最終研磨がなされた研磨表面の評価は、その粗さ、光沢度あるいは走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた形態観察などによって行ってきた。

演者らは、研磨したコンポジットレジン表面について、表面粗さおよびSEM観察に加え、表面自由エネルギーを指標とした界面化学的観点から検討することを試みた。すなわち、研磨法を変更した際のコンポジットレジン表面の自由エネルギーを測定するとともに、コーヒー浸漬後の着色性についても検討した。

【材料および方法】

供試したコンポジットレジンとは、Clearfil AP-X (Kuraray Medical, 以後 AP) および Estelite Σ Quick (Tokuyama Dental, 以後 EQ) の2製品とした。

1. 表面自由エネルギーの測定

重合硬化させたコンポジットレジンを用いて、37°C精製水中に24時間保管後、ダイヤモンドポイント102R (Shofu, 以後 DP), SF102R (Shofu, 以後 SF) あるいはコンポジット・フィニッシングカーバイドバーFG7714 (sds/Kerr, 以後 CB) を用いて形態修正した試片に対して、研磨システムのSuper Snap (Shofu, 以後 SS) およびCompomaster (Shofu, 以後 CP) を用いて、研磨した試片を表面自由エネルギー測定用試片とした。これらの試片を、全自動接触角計 (DM500, Kyowa Interface Science) に静置し、プロモナフタレン、ジヨードメタンおよび蒸留水を用い、セシルドロップ法でそれぞれの液滴を1 μ L 滴下し、被着面との接触角を $\theta/2$ 法で測定した。得られた接触角から拡張Fowkesの理論式を用いて、各条件における表面自由エネルギーを算出した。

2. 表面粗さ(Ra)およびSEM観察

表面自由エネルギー測定用試片と同様に製作した試片についてレーザー顕微鏡 (VK-9710, KEYENCE) および付属のソフトを用いて、その表面粗さ (Ra) を求めた。また、通法に従って試片を製作し、各条件の表面性状についてSEM (ERA-8800FE, Elionix) 観察を行った。

3. 着色性

形態修正および研磨が終了した試片について精製水あるいはコーヒー希釈液に浸漬し、着色性についてその色差から検討した。測色は、高速分光光度計 (Spectro-Photo Meter CMS-35FS/c, 村上色彩技術研究所) を使用し、浸漬前後の測色から色差 ΔE^*_{ab} を求めた。なお、測定時期として1, 3 および7日とした。

【成績および考察】

各条件の表面自由エネルギーは、いずれのコンポジットレジンにおいても、最終研磨面で形態修正面より有意に低い値を示した。とくに、CP研磨面は最も低い値を示した。このことは、形態修正および最終研磨によりコンポジットレジンの表面性状に変化が生じ、その結果として表面自由エネルギーが低くなった可能性が考えられた。一方、最終研磨法における表面粗さには、有意差は認められないものの、形態修正面で比較するとDPは他の条件に比較して有意に高く、CBでは有意に低い値を示した。また、コンポジットレジンの着色性については形態修正および研磨法によって異なる傾向を示した。

【結論】

コンポジットレジンの形態修正および研磨法の違いは、表面自由エネルギーおよび着色性に影響を及ぼすことが判明した。

セラミックスの表面処理が表面自由エネルギーおよびレジンセメントとの接着性に及ぼす影響

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，
公益財団法人愛世会 愛誠病院³

○辻本暁正¹，川本 諒¹，市野 翔¹，生形奈緒子¹，
高見澤俊樹^{1,2}，安藤 進^{1,2}，宮崎真至^{1,2}，藤井清一^{1,3}

Influence of Ceramic Surface Treatment on Surface Free-energy and Bonding of Resin Cement

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

Nihon University School of Dentistry, Aisei Hospital³

○TSUJIMOTO Akimasa¹，KAWAMOTO Ryo¹，ICHINO Syo¹，UBUKATA Naoko¹，
TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}，ANDO Susumu^{1,2}，MIYAZAKI Masashi^{1,2}，FUJII Seiichi^{1,3}

【研究目的】

近年，CAD/CAM を用いたオールセラミックス修復材は，安定した機械的性質が得られるとともに，技工操作に関する時間も短縮されることから，その臨床応用については期待がもたれている。これら修復物の装着に際しては，修復物内面の前処理後の化学的結合を伴った接着の獲得が必要不可欠とされている。一方，セラミックスの表面処理法についての検討が進められているものの，その詳細については不明な点も多い。

そこで演者らは，表面処理法が CAD/CAM 用セラミックスブロックのレジンセメントとの接着に及ぼす影響について検討した。また，セラミックスブロックに対する表面処理後の SEM 観察を行い，その考察資料とした。

【材料および方法】

供試した CAD/CAM 用セラミックスブロックは，IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, 以後 EP) および IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, 以後 EM) の 2 製品を，製造者指示に従って焼成したものを用いた。

また，供試したレジンセメントは，Multilink Automix (Ivoclar Vivadent, 以後 MA) および RelyX Unicem 2 (3M ESPE, 以後 RU) の 2 製品である。

1. 表面自由エネルギーの測定

供試したセラミックスブロックを，SiC ペーパーの#600 まで研削し，被着面とした。被着面の表面処理法は，シランカップリング剤を塗布，フッ酸処理，フッ酸処理後シランカップリング剤を塗布，アルミナサンドブラスト処理およびアルミナサンドブラスト処理後シランカップリング剤を塗布の，合計 5 条件とした。これらの試片を，全自動接触角計 (DM500, 協和界面科学) に静置し，プロモナフタレン，ジヨードメタンおよび蒸留水の接触角を測定し，得られた接触角から拡張 Fowkes の理論式を用いて，表面自由エネルギーを算出した。また，被着面に表面処理を施すことなく測定を行ったものを未処理面とした。

2. 接着試験

接着試験に際しては，表面自由エネルギーの測定と同様に調整した試片にテフロン型を静置し，供試したレジンセメントを充填し，接着試片を製作した。これらの試片は，37 °C 精製水中に 24 時間保管後，万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて，クロスヘッドスピード 1 mm/min の条件で剪断接着強さを測定した。

3. SEM 観察

セラミックスブロックに対する表面処理後の形態的な検討を行うため，通法に従って試片を製作し，FE-SEM (ERA-8800FE, Elionix) を用いて，その処理面を加速電圧 10 kV の条件で観察した。

【成績および考察】

EP および EM における表面処理後の表面自由エネルギーは，未処理面と比較していずれの条件においても有意に高い値を示し，また，表面処理法の違いによって異なる傾向を示した。これは，各種表面処理によるセラミックス表面の改質効果によって，その表面自由エネルギーが影響を受けたことを示すものと考えられた。また，表面処理後の EP および EM に対するレジンセメントの接着は，未処理面に対するものと比較していずれの条件においても有意に高い値を示した。これは，被着面の表面処理による表面自由エネルギーの上昇により，レジンセメントの接着強さも向上したと考えられた。

【結論】

セラミックスブロックの表面自由エネルギーは，被着面に対する表面処理により上昇することが判明した。また，セラミックスブロックに対するレジンセメントの接着強さは，被着面に対する表面処理により向上した。

コンポジットレジン修復物のカメレオン効果に及ぼす歯牙の加齢変化による影響について

¹東京医科歯科大学大学院 摂食機能保存学講座 う蝕制御学分野

²歯と骨の GCOE

○田中梓¹ 中島正俊¹ 田上順次^{1,2}

The chameleon effect of resin composites restored in young and old teeth

¹Cariology and Operative Dentistry, Graduate school, Tokyo Medical and Dental University

²Global COE Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases

○Azusa Tanaka¹, Masatoshi Nakajima¹, Junji Tagami^{1,2}

【目的】

コンポジットレジンとは半透明色であるため、背景色の影響を受けることが知られており、充填時にコンポジットレジンと周囲歯質の色調とが反映し、カラーシフトすることをカメレオン効果と呼んでいる。しかしながら、ヒト抜去歯を用いてカメレオン効果を評価した報告はあまり多くない。象牙質は加齢によりその光学的特徴は変化すると考えられ、カメレオン効果の発現に影響を及ぼすものと予想される。そこで、矯正治療により便宜抜去された歯牙と歯周病により抜去された歯牙を用いて 5 種類の光重合型コンポジットレジンを用いて充填・測色し、カメレオン効果について検討を行った。

【材料および方法】

実験材料として、5 種の光重合型コンポジットレジン KALORE (GC USA), SORALE (GC), CLEARFIL MAJESTY (KURARAY), BEAUTIFIL II (SHOFU), ESTELITE Σ QUICK (TOKUYAMA) の A2 シェードを用いた。矯正抜去小白歯と歯周抜去小白歯のうち A2 シェードの歯牙 20 本の類側歯冠部中央に、直径 2 mm、深さ 3 mm の窩洞を形成した。無作為に抽出したコンポジットレジン接着システムを使用せずに窩洞に充填し、恒温水中にて 24 時間保存・研磨後、分光測色器 (Crystal eye, OLYMPUS) を用いて 0.4 mm × 0.4 mm の範囲で L*a*b* を 4 箇所測色した。測色箇所は①歯牙部、②レジンに接する歯牙部、③歯牙に接するレジン部、④レジン中央部の 4 点とした。測色後、充填したコンポジットレジン除去し、残りのコンポジットレジンの中から無作為に 1 種を選び、同様の手順で充填・測色を繰り返し行った。各 2 点間の色差 ΔE 、さらにマージン部におけるカラーシフトを示す比 ($\Delta E_{23}/\Delta E_{14}$)、歯のカラーシフトを示す比 ($\Delta E_{24}/\Delta E_{14}$)、コンポジットレジンカラーシフトを示す比 ($\Delta E_{13}/\Delta E_{14}$) を算出した。得られた値は、二元配置分散、Tukey's test および t-test を用いて統計学的検定を行った。また、上記 5 種の光重合型コンポジットレジン及び矯正抜去歯と歯周抜去歯の歯冠部象牙質より、厚さ 0.5 mm の板状試片を作成し、自動変角光度計 (GP-200, 村上色彩) を用いて、透過光特性についても併せて評価した。

【結果および考察】

ΔE_{14} は、矯正抜去歯の方が歯周抜去歯よりも小さかったが、 $\Delta E_{23}/\Delta E_{14}$ は矯正抜去歯の方が歯周抜去歯より小さく、すなわちマージン部におけるカラーシフトは矯正抜去歯の方が歯周抜去歯よりも大きい傾向を示した。 $\Delta E_{24}/\Delta E_{14}$ は矯正抜去歯の方が歯周抜去歯より小さく、すなわち歯のカラーシフトは矯正抜去歯の方が歯周抜去歯より大きい傾向を示した。一方で、 $\Delta E_{13}/\Delta E_{14}$ は矯正抜去歯の方が大きく、すなわちコンポジットレジンカラーシフトは矯正抜去歯の方が歯周抜去歯より小さい傾向を示した。矯正抜去歯においては、どの材料も歯のカラーシフトの方がコンポジットレジンカラーシフトより大きかったが、歯周抜去歯においては、その傾向は材料によって様々であった。また、矯正抜去歯、歯周抜去歯ともに、 $\Delta E_{23}/\Delta E_{14}$ 、 $\Delta E_{24}/\Delta E_{14}$ 、 $\Delta E_{13}/\Delta E_{14}$ それぞれにおいて、材料間に有意差は認められなかった。

【結論】

カメレオン効果は、コンポジットレジン及び歯の色調変化により発現していることが明らかとなった。その発現は、歯の加齢による光学的特徴の影響を受けることが示唆された。

複合ストレス負荷・非負荷条件下における 新規汎用性オールインワン接着システムの歯頸部接着信頼性

¹日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座、²ハーバード大学歯学部修復学生体材料学講座²

○前野雅彦¹、秋山沙絵子¹、小川信太郎¹、山田 正¹、原 学¹

柵木寿男¹、奈良陽一郎¹、勝海一郎¹、I. L. Dogon²

Cervical bonding reliability of new multiple-use all-in-one adhesive systems with / without combination stress

¹Dept. of Endodontics and Operative Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo¹

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

○MAENO Masahiko¹, AKIYAMA Saeko¹, OGAWA Shintaro¹, YAMADA Tadashi¹, HARA Manabu¹,

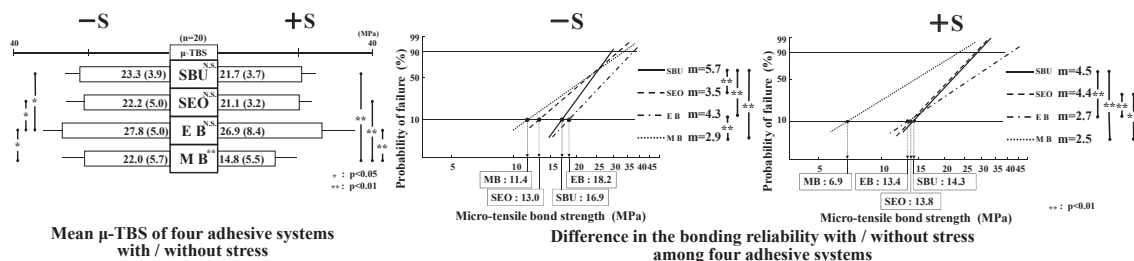
MASEKI Toshio¹, NARA Yoichiro¹, KATSUUMI Ichiroh¹, I.L.Dogon²

【研究目的】 今日、簡便な操作性と優れた歯質接着性を兼備したオールインワン接着システムが臨床において広く活用されている。しかし、それらシステムを活用したコンポジットレジン修復の口腔内環境下における接着の実態や信頼性は不明な点が多い。そこで本研究では、新たに市販された汎用性オールインワン接着システムの接着信頼性を明らかにすることを目的に、口腔内環境想定複合ストレス負荷の有無条件下における歯頸部修復窩洞内の象牙質窩壁に対する微小引張接着強さ(μ-TBS)を測定し、評価検討を行った。

【材料および方法】 被験歯には、本学部研究倫理委員会の承認を得てヒト抜去健全下顎小臼歯 80 本を用いた。新規に開発市販された汎用性オールインワン接着システムとして、Scotchbond Universal (SBU: EXL759, 3M ESPE)ならびに Clearfil Bond SE ONE(SEO,クラレメディカル)を選択した。また、優れた歯質接着性を有しているとの国内外評価を得ている先行市販のオールインワン接着システム: Adper Easy Bond (EB, 3M ESPE)および2ステップ型セルフエッチングプライマーシステム: Clearfil Mega Bond (MB, クラレメディカル)を対照として用いた。なお、修復用コンポジットレジンには各製造者推奨の光重合型コンポジットレジンを用いた。試料調整は、まず被験歯に対し、歯頂側壁がエナメル質と象牙質によって、歯肉側壁が象牙質のみによって構成される規格化 V 字状窩洞を形成した。ついで、製造者指定の歯面処理、修復用レジンの一塊充填、照射を行い、37℃湿ボックス中に 24 時間保管後、Soflex® XT(3M ESPE)による一連の研磨を行った。修復試料は複合ストレス非負荷群(−Stress : −S)と負荷群(+Stress : +S)に区分し、5℃/55℃間 2,000 セットのサーマルサイクリングと 12 kgf ×10 万回(90 回/分)の繰り返し荷重による同時負荷を加えた。全試料は窩洞中央部を歯軸と平行に半切研磨後、近心・遠心 2 試料それぞれから厚さ 1.0 mm の板状切片を切り出し、歯肉側壁中央部の象牙質面に対する μ-TBS 値測定のために、被着面積 1.0mm²、最狭窄部幅・厚さ・平行部長さ各 1.0 mm の規格化ダンベル状試料に調整し、テストスピード 1.0 mm / min 下における μ-TBS 値の測定(n=20)を行った。なお、μ-TBS 値は Tukey の q 検定ならびにメジアンランク法によるワイブル分析によって統計学的解析を行った。

【成績】 4 種システムの −S/+S 条件下における μ-TBS 値(s.d.)ならびに[ワイブル係数 : m 値] は SBU : 23.3(3.9)[5.7] / 21.7(3.7)[4.5]、SEO : 22.2(5.0)[3.5] / 21.1(3.2)[4.4]、EB : 27.8(5.0)[4.3] / 26.9(8.4)[2.7]、MB : 22.0(5.7)[2.9] / 14.8(5.5)[2.5] であった。分析の結果、新規汎用性オールインワン接着システムである SBU と SEO の μ-TBS 値は複合ストレス負荷の有無による影響を受けていなかった。また、−S 条件下における SBU 値と SEO 値は MB 値と同等の値を示したが、+S 条件下の両システム値は MB より高度に有意(p<0.01)な大きい値を示した。一方、信頼性の指標となる m 値に関して、−S 条件下における新規汎用性システムの値は MB と同等または有意に大きい値を示し、さらに+S 条件下の両システムの m 値は EB ならびに MB より高度に有意(p<0.01)な大きい値を示した。更に、臨床的意義が高いと考えられる累積破壊確率 10%における推定破壊応力値について、新規汎用性システムと EB の値は MB 値よりも有意(p<0.05)に大きい値を示した。

【考察ならびに結論】 新規汎用性オールインワン接着システムである SBU と SEO は、ポリアクリル酸コポリマーの配合、シラン剤の添加、接着機能性モノマーMDPの活用、新規光重合触媒・多官能親水性モノマーの導入などによって、口腔内環境想定苛酷なストレス条件下においても安定かつ高いレベルでの歯頸部接着信頼性を示し、臨床においても良好な予後獲得に寄与することが考えられた。



2 ステップセルフエッチング接着システムにおけるボンド中の MDP の役割

¹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系専攻摂食機能保存学講座う蝕制御学分野

²東京医科歯科大学歯学部口腔保健学科口腔臨床科学分野

³歯と骨の GCOE

○松井 七生子¹、高垣 智博¹、二階堂 徹¹、池田 正臣²、田上 順次^{1,3}

The role of MDP in a bonding resin of a 2-step self-etching adhesive system

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

²Clinical Oral Science, Department of Oral Health Care Sciences, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University

³Global COE Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases

○Naoko Matsui¹, Tomohiro Takagaki¹, Toru Nikaido¹, Masaomi Ikeda², Junji Tagami^{1,3}

[研究目的]

レジン-象牙質接着界面の酸-塩基処理後に観察される Acid-base resistant zone (ABRZ) の形成には、機能性モノマーと HAp との化学的な相互作用が重要な役割を果たすことが示唆されている。現在、臨床で使用されている 2 ステップセルフエッチング接着システムは、セルフエッチングプライマーとボンドの両者に機能性モノマーが配合されており、それらの役割については未だ不明な点が多い。本研究の目的は、リン酸エステル系モノマーである MDP に着目し、ボンド中の MDP の有無が、象牙質に対する接着強さと ABRZ の形成に及ぼす影響について検討し、ボンドにおける MDP の役割について明らかにすることである。

[材料及び方法]

ヒト第三大臼歯を歯軸に垂直に切断して象牙質を露出させ、#600 耐水研磨紙にて研削した。クリアフィルメガボンド (クラレメディカル) 付属で MDP 配合のプライマーを 20 秒処理後、MDP を配合した付属のボンド (MM)、または MDP 無配合の試作ボンド (M0) を塗布し、それぞれ 10 秒間光照射を行った。その後、クリアフィル AP-X (クラレメディカル) を充填し、37°C 水中に 24 時間保管して接着試料とした。接着試験においては、接着界面を含む 1 mm 角のビーム状に試料を調整後、サーマルサイクル試験 (5 °C-55 °C) 0, 5000, 10000 回 (TC0, TC5000, TC10000) 後にクロスヘッドスピード 1.0 mm/min にて微小引張り接着試験を行った。また、接着界面の ABRZ の観察には、Inoue ら (Oper Dent, 2006) の方法に準じて酸-塩基処理を施した後、SEM 観察 (JEOL JSM-5310LV) を行った。

[結果および考察]

2way - ANOVA の結果、交互作用が認められ、MM ではサーマルサイクルにより接着強さが減少する傾向を示した。一方、M0 では接着強さの減少は認められなかった (表 1)。一方、SEM 観察においては、MM、M0 とともに約 1 μm の厚みの ABRZ が観察されたが、M0 では ABRZ 直下に漏斗状の erosion が観察された (図 1)。以上よりボンドへの MDP の添加は、初期接着強さの向上には寄与するが、接着耐久性の低下要因となる可能性が示唆された。一方、ボンド中の MDP の有無は ABRZ 直下の Erosion 形成に影響し、MDP 無配合のボンドでは、ABRZ 直下にモノマーが十分に浸透せず、脱灰抵抗性が低下する可能性が示唆された。

表 1 各群の微小引張り接着強さ (MPa)

	TC 0	TC 5000	TC10000
MM	84.5±10.1 a	59.8±10.0	54.5±16.7 b
M0	68.8±12.6 a	66.3±12.5	67.2±9.4 b

統計: 2way - ANOVA a: p<0.05 b: p<0.05, n=35

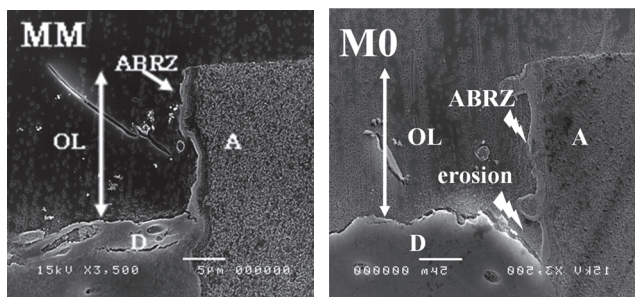


図 1 各群の Acid-base resistant zone SEM 像 (3500 倍)

セルフエッチングプライマーおよびリン酸エッチングを採用した シーラント材の牛歯エナメル質への接着性

いとた歯科医院¹, 北歯科医院², 株式会社松風³
○糸田俊之¹, 大前正範², 中塚稔之³

Shear bond strength of fissure sealants employed self-etching adhesive and phosphoric acid to bovine enamel
Itota Dental Clinic¹, Kita Dental Clinic², Shofu Inc.³
○ITOTA Toshiyuki¹, OMAE Masanori², NAKATSUKA Toshiyuki³

【目的】 フィッシャーシーラントは、エナメル質を酸処理することによってエナメル質との機械的嵌合力および辺縁封鎖性を向上させる。しかし、リン酸による酸処理はシーラント充填部位に近接したエナメル質に対しても脱灰を生じさせ、過度に脱灰されたエナメル質が口腔内に露出することによって二次齲蝕の誘因となる可能性がある。

コンポジットレジンと歯質への接着に用いられるセルフエッチングプライマーは、歯質脱灰作用がマイルドである上に処理時間の短縮と優れた接着性が発揮できる。それゆえ、シーラント材においてもセルフエッチングプライマーを導入した製品が **BeutiSealant** として松風社から市販され、臨床での優れた操作性と歯質接着性が期待されている。

本研究では、セルフエッチングプライマーおよびリン酸エッチングを採用したシーラント材のエナメル質接着性について検討を行った。

【材料と方法】 セルフエッチングプライマーのシーラント材として **BeutiSealant** (松風) と **Clinpro Sealant** (3M Espe)、リン酸エッチングのシーラント材として **Fluorosealant** (松風) と **TeethmateF-1_{2.0}** (クラレメディカル) を使用した。牛下顎前歯の唇側面にモデルトリマーと #600 耐水研磨紙でエナメル質平坦面を作製した。平坦面はプレサージュ研磨材 (松風) で 15 秒間研磨後水洗した。研磨面に直径 4 mm の被着面を規定後、業者指示に従いセルフエッチングプライマーまたはリン酸エッチング処理を行い、内径 4 mm のテフロンモールドを設置後にモールド内に各シーラント材を充填して照射を行った。試料体は 37°C で 24 時間水中浸漬後にインストロン試験機を用いて剪断接着強さを測定した。試料は各群で 10 個として測定値は ANOVA と Fisher's PLSD test を用いて有意水準 5% で統計処理を行った。また、各種エッチング処理後のエナメル質面の SEM 観察も行った。

【成績】 各群の剪断接着強さの値 (MPa±SD) を以下に示す。

BeutiSealant	Clinpro Sealant	Fluorosealant	TeethmateF-1 _{2.0}
17.9±2.0	18.1±2.2	16.7±3.3	12.6±1.7

BeutiSealant を含むセルフエッチングプライマー群はリン酸エッチング群より接着強さは高い傾向を示した。リン酸エッチングの **TeethmateF-1_{2.0}** は他のシーラント材より有意に接着強さが低く、他の 3 種シーラント材間で有意差は認められなかった。SEM 観察では、リン酸エッチング群のエナメル質表面に微細凹凸構造が観察されたが、セルフエッチングプライマー群では微細凹凸構造は明瞭には観察されなかった。

【考察】 リン酸エッチング群ではプライマーを使用していない為、リン酸エッチングによって形成された微細凹凸構造内へのレジンの浸透不足が生じ、接着界面に脆弱層が形成されたと考えられる。特に **TeethmateF-1_{2.0}** では他よりも長いエッチング時間が接着強さに影響を与えたと考えられた。一方、**BeutiSealant** や **Clinpro Sealant** などのセルフエッチングプライマー群では、使用したプライマーがエッチングとともにエナメル質へ浸透して硬化するため、脆弱層の形成が生じなかったと考えられた。また、使用したセルフエッチングプライマーは歯質表面で化学的に結合している可能性があり、このような特性によって高い接着性を示したと考えられた。

【結論】 セルフエッチングのシステムを導入した **BeutiSealant** や **Clinpro Sealant** は、リン酸エッチングを用いたシーラント材よりも優れたエナメル質接着性を有することが示唆された。

【謝辞】 本研究にご協力いただいた株式会社松風 研究開発部 信野和也氏ならびに立石新悟氏に感謝の意を表す。

ワンボトルワンステップボンディングシステムに関する研究
—ボンディング材の塗布量が接着強さに与える影響—

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○松田有之, 谷本啓彰, 野津繁生, 吉原正晃, 大前正範, 岩本圭司, 吉川一志, 山本一世

A Study of One-Bottle One-step Bonding Systems
—Influence of The Amount of Bonding Material on Dentin Bond Strength—

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University.

○Matsuda Tomoyuki, Tanimoto Hiroaki, Nodu Shigeo, Yoshihara Masaaki, Omae Masanori,
Iwamoto Keiji, Yoshikawa Kazushi, Yamamoto Kazuyo.

【目的】

近年 MI の概念に基づいた治療が一般的になり, コンポジットレジン修復が増加している. それに伴い, 歯質接着システムの性能は著しく向上し, さらにワンボトルワンステップタイプのボンディングシステムが広く普及している. しかし, 臨床ステップ数の少ないこれらのボンディングシステムはテクニックセンシティブであると言われており, 操作方法によっては期待される接着性能が発揮されない可能性も存在する. 本研究では, コンポジットレジン修復時のワンボトルワンステップタイプのボンディング材の塗布量に着目し, 塗布量が接着強さに与える影響について検討した.

【材料および方法】

冷凍保存された抜去牛歯を試験直前に解凍し, モデルトリマーで象牙質平坦面を作製し, 耐水研磨紙を用いて #600 まで研磨して象牙質被着面とした. 被着面積を直径 3mm の円形に両面テープで規定し, 内径 3mm, 高さ 2mm の金属製円筒形モールドを固定した. 次に, アドバー™ イージーボンド (3M ESPE) を用いて製造者指示に従って歯面処理を行った. 塗布するボンディング材の量を 2 μ l, 10 μ l, 20 μ l, 30 μ l, 40 μ l の 5 条件で歯面処理を行い, 高出力 LED 照射器 Elipar™ S10 (3M ESPE 以下, S10) を用いてライトガイド先端をモールドに密着させた状態で 10 秒間照射を行った. その後, クリアフィル AP-X (クラレメディカル, シェード A3) を充填し, S10 にて硬化した. 37°C 水中で 24 時間保管した後, 引張試験機 (IM-20 INTESCO) を用いて CHS=0.3mm/min にて接着強さを測定した. また引張試験後の被着面の破壊形態を SEM にて観察した. 試料数は各条件につき 8 試料とし, 統計処理は一元配置分散分析および Tukey の検定を行った ($p < 0.05$).

【結果】

引張試験の結果を Fig. 1 に, 被着面の破断形態を Table. 1 に示す. 各条件の引張接着強さにおいて, 20 μ l で最大値 13.1MPa となった. 40 μ l で最小値 8.8MPa となったが, すべての条件間で有意差は認められなかった. また, 破断面の破壊形態を観察すると大部分は混合破壊であった. 塗布量が多くなるとボンディング材凝集破壊が多くなる傾向が認められた.

【考察】

30 μ l と 40 μ l でボンディング材凝集破壊が多く認められたのは, ボンディング材の塗布量が多くなるとボンディング層が厚くなり, 応力が集中しやすくなったためと考えられる. また, 20 μ l で接着強さが高く, 象牙質凝集破壊が認められたのはボンディング材の塗布量が適量であったためと考えられる.

【結論】

ワンボトルワンステップタイプのボンディング材の塗布量には至適量がある可能性が示唆された.

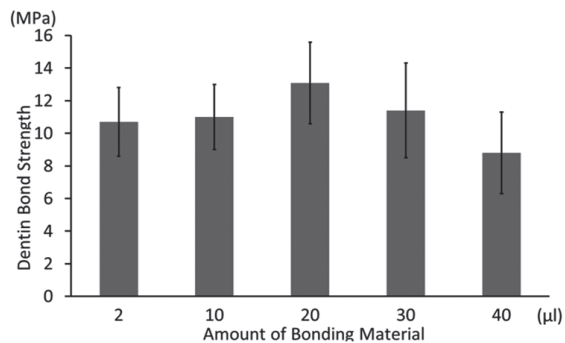


Fig. 1 引張接着強さ

Table. 1 被着面の破壊形態

	2 μ l	10 μ l	20 μ l	30 μ l	40 μ l
象牙質凝集破壊	0	0	3	0	0
界面破壊	3	0	0	3	2
ボンディング凝集破壊	0	1	1	2	2
混合破壊	5	7	4	3	4

象牙質に対するセルフアドヒーズセメントの接着耐久性

¹⁾ 虎の門病院歯科,

²⁾ Leuven BIOMAT Research Cluster, Catholic University of Leuven

○陶山雄司^{1), 2)}, 森上 誠¹⁾, 杉崎順平¹⁾, 宇野 滋¹⁾, 山田敏元¹⁾, Van Meerbeek Bart²⁾

Bond durability of self-adhesive composite cements to dentin

¹⁾ Department of Dentistry, Toranomon Hospital,

²⁾ Leuven BIOMAT Research Cluster, Catholic University of Leuven

○Yuji Suyama^{1), 2)}, Makoto Morigami¹⁾, Jumpei Sugizaki¹⁾, Shigeru Uno¹⁾, Toshimoto Yamada¹⁾,
Bart Van Meerbeek B²⁾

【研究目的】 本研究の目的はセルフアドヒーズセメントの象牙質に対する接着性および、スマイヤー層の有無が接着耐久性に及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】 人抜去臼歯 60 本の咬合面に、ダイヤモンドポイントによる切削面 (平均粒径 100 μm)、割断面を形成した。これらの被着面に 4 種のセルフアドヒーズセメント (Clearfil SA Cement, Kuraray; G-Cem, GC; SmartCem2, Dentsply; Unicem 3M ESPE)、エッチアンドリンスシステムセメント (VariolinkII, Icoclar-vivadent) およびセルフエッチングシステムセメント (Esthetic Cement, Kuraray) を使用し、セラミックブロック (Vita Mark II, Vita) を接着、37°C 水中に静置保管した。7 日経過後に接着面積 1mm² の棒状接着試片を作製した。各歯牙から作製した試片のうち半数についてはただちに、残りの半数については 37°C 水中に半年間保管した後、微小引張り接着強さの測定を行なった (クロスヘッドスピード 1 mm/min)。また接着試験後の破断面を実体顕微鏡および走査電子顕微鏡で観察し、更に接合界面を透過電子顕微鏡にて観察した。

【成績および考察】

μTBS to dentin
(MPa)

	Clearfil SA Cement		G-CEM		SmartCem2	
	control (1 week)	6 month	control (1 week)	6 month	control (1 week)	6 month
Fractured	8.6 ± 7.9 ^{AC}	8.2 ± 7.1 ^{ABCD}	4.5 ± 5.5 ^{ACD}	4.5 ± 5.2 ^{ACDE}	1.2 ± 3.3 ^{CD}	2.7 ± 5.6 ^{CE}
Diamond bur	10.2 ± 5.5 ^{ACD}	9.8 ± 3.8 ^{AD}	14.9 ± 4.9 ^{AB}	15.0 ± 6.5 ^{AB}	8.7 ± 6.2 ^{ACD}	2.6 ± 2.7 ^{BE}
	Unicem		VariolinkII		Clearfil Esthetic Cement	
	control (1 week)	6 month	control (1 week)	6 month	control (1 week)	6 month
Fractured	17.0 ± 6.2 ^B	14.7 ± 4.7 ^{ABF}	9.4 ± 8.0 ^{AC}	9.1 ± 6.4 ^{ABCD}	16.6 ± 9.0 ^B	11.4 ± 7.1 ^{ABDF}
Diamond bur	8.2 ± 4.7 ^{CD}	8.0 ± 3.2 ^{ABD}	13.0 ± 7.5 ^{ABC}	8.6 ± 7.4 ^{AD}	12.8 ± 9.3 ^{ABC}	5.0 ± 4.6 ^{ABE}

Same superscripts indicate absence of significant difference (Tukey HSD, p<0.05)

三要因分散分析の結果、接着システム間、被着象牙質間、および保管条件間のいずれにも統計学的有意差を認めなかった (p<0.05)。Unicem を除くすべてのセルフアドヒーズセメントが割断象牙質に対して低い接着強さを示した。また、透過電子顕微鏡による接合界面の観察においてバー切削象牙質、割断象牙質の間には異なる微細構造が観察された。

【結論】 セルフアドヒーズセメントは従来のエッチアンドリンスシステム、セルフエッチングシステムのセメントと同等の象牙質接着性能を有することが示唆され、スマイヤー層の有無すなわち被着面の性状が接着性能に影響を及ぼすことが明らかになった。

動的荷重因子が被根管処置レジンコア併用コンポジットレジン 2 級修復歯の象牙質接着強さに及ぼす影響

日本歯科大学 生命歯学部 歯科保存学講座

○小川信太郎, 前野雅彦, 秋山沙絵子, 原 学, 山田 正, 柵木寿男, 奈良陽一郎, 勝海一郎

Effect of dynamic load factor on dentin bond strength of class 2 direct resin composite restoration to endodontically treated case with resin core system

Dept. of Endodontics and Operative Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University

○OGAWA Shintaro, MAENO Masahiko, AKIYAMA Saeko, HARA Manabu, YAMADA Tadashi,

MASEKI Toshio, NARA Yoichiro, KATSUUMI Ichiroh

【目的】近年、レジン接着システムの性能や修復材料の物性・審美性などの向上に伴い、患歯の生死にかかわらず、歯質補強と歯質保存を両立させたメタルフリー直接修復が可能となっている。特に、根管治療を施した歯冠部広範囲実質欠損症例においても、レジン接着システムとレジンコアシステムとの併用によって低侵襲性の審美的直接修復が行える時代を迎えている。しかし、これら C-factor による影響を強く受ける症例の接着挙動は未知となっている。そこで本研究では、髄床底を窩底とする 2 級 MO 直接修復を想定し、動的荷重因子がレジンコア併用例の窩壁象牙質接着強さに及ぼす影響を明らかにすることを目的に評価検討を行った。

【材料および方法】被験歯には、本学部研究倫理委員会の承認を得てヒト抜去健全下顎第一大臼歯 32 本を用いた。はじめに、被験歯に対し透明レジンによる咬合面再現用コアの作製を行った後、通法に従い髄腔開拡、根管充填を行った。湿ボックス 24 時間保管後、被験歯の近心頬・舌側咬頭頂と遠心頬側咬頭頂とによって決定される平面が植立用規格化円筒モールド底面と平行になるよう被験歯を植立した。ついで、規格化窩洞形成器と基準窩洞模型の併用により、Fig.1 に示す髄床底を窩底とする規格化 2 級窩洞を形成した。その後、2 種レジンコアシステム、すなわち Clearfil DC Bond と Clearfil DC Core Automix (以後 DC, Kuraray Medical 社製)、ならびに Clearfil Bond SE ONE と Clearfil DC Core Automix ONE (以後 SE, Kuraray Medical 社製)を用いて製造者指定の歯面処理、髄腔内窩底部から 5 mm 上縁までのコア材一層塗布を経た 2 層の分割充填を行った。そして、咬合面再現用コア併用の Clearfil AP-X(Kuraray Medical 社製)による 2 層の分割充填を施した。試料は湿ボックス 24 時間保管後に形態修正・研磨を行い、動的荷重負荷(S+)群と非負荷(S-)群に区分し、S+群に対しては複合機能試験機を用いて 37°C 水中、16kgf × 30 万回(90 回/分)の繰り返し動的荷重を負荷した。両試料群は、歯冠部歯肉側象牙質(G 壁)、髄床底象牙質(P 壁)、歯冠部軸側象牙質(CA 壁)、側側軸側象牙質(PA 壁)を含む断面 1.0×1.0mm の角柱状試料(n=8)に調整後、微小引張接着強さ(μ-TBS)値を測定し、平均値の差の検定により評価を行った。

【成績ならびに考察】 Fig. 2, 3 に得られた μ-TBS 値(s.d.)を示す。分析の結果、S-条件下ではコアシステムにかかわらず、G 壁値は他の窩壁値より有意に高かった。また、髄腔内象牙質である P 壁と PA 壁との μ-TBS 値間に有意差は認められなかった。一方、S+条件下においてもコアシステムにかかわらず G 壁値が他の窩壁値より有意に高く、P 壁値と PA 壁値との有意差は SE のみで認められた。さらに、同一窩壁における S-値と S+値との比較では、コアシステムにかかわらず P 壁のみにおいて動的荷重負荷による有意な影響が確認された。被根管治療歯に代表される C-factor によって強い影響を受ける症例では、重合収縮に配慮したコア材の充填法が不可欠であることを、当教室の報告¹⁾で確認しており、本研究においても髄腔内窩壁に対するコア材一層塗布法を施した。その結果、S-条件下においてコアシステムを問わず P 壁と PA 壁は同等の接着強さ獲得が可能となったものの、S+条件下では P 壁における接着が著しい影響を受けることが明らかとなった。また、歯冠部窩壁である G 壁と CA 壁には動的荷重因子による影響が認められないものの、CA 壁値は G 壁値より有意に小さかった。CA 壁の開放自由面積は G 壁に比べ少なく、レジンのフローによる重合収縮応力緩和が十分に働かず、接着への侵襲が強いことが考えられた。本研究で検討した髄床底を窩底とする 2 級症例は、臨床における遭遇機会が多く、包括的なコアシステムの改良のみならず、術者による治療法の工夫の大切さが示唆された。

1)小川ら, 日本歯科保存学会 2011 春季大会プログラムおよび抄録集, B8, 26, 2011.

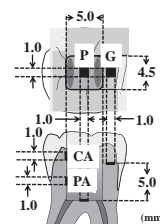


Fig. 1 Dimension of standardized core cavity and μ-TBS measuring area

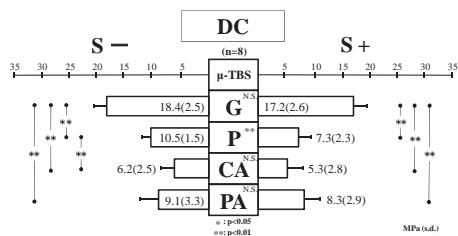


Fig. 2 Mean μ-TBS to gingival and pulpal and two axial dentin wall of DC Bond with DC Core Automix

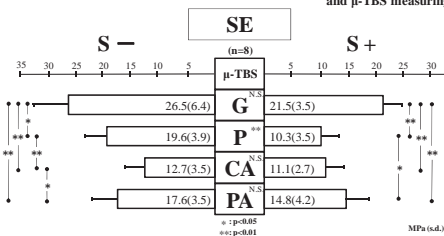


Fig. 3 Mean μ-TBS to gingival and pulpal and two axial dentin wall of Bond SE ONE with DC Core Automix ONE

各種レジンセメントを応用したポストの維持力

東京歯科大学歯科理工学講座
○副島寛貴、河田英司、小田豊

Retention force of post adhered by various adhesive resin cements
Department of Dental Materials Science, Tokyo Dental College
○Soejima Hirotaka, Kawada Eiji, Oda Yutaka

[研究目的]

根管処置歯に対してファイバー強化型コンポジットレジンポスト (FRC ポスト) とレジンでポストにて支台築造する方法が広く応用されている。しかし、ポストの維持力に及ぼす各種接着性レジンセメントの影響は不明な点も多い。本研究では牛歯根管処置歯に対して各種接着性レジンセメントでポストを合着し、セメントの種類と合着後の保管期間が維持力に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

[材料と方法]

冷凍保存した未処置の牛前歯を解凍後、歯根と歯冠を分割し、根管径が 3mm 以下の歯根を用いた。この歯根にガッタパーチャとシーラーにて根管充填した。ポストスペースは直径 3mm のドリルにて深さ 4 mm になるようにガッタパーチャを除去し、18% EDTA にて洗浄した。これらの根管処置歯に対して FRC ポスト (Fibrekleer Post, ペントロンジャパン: $\phi 1.5\text{mm}$) とポストレジン (PostResin, サンメディカル) を用いて、直接間接法にてポストを作製した。硬化したポストは、スーパーボンド C&B (SB: サンメディカル)、パナビア F2.0 (PA: クラレメディカル)、SA ルーティング (SA: クラレメディカル) および G-ルーティング (GL: ジーシー) を用い、水洗乾燥した根管処置歯に各メーカーの指示通りに合着した。試料は 37°C の水中に 1 日または 14 日間静置した (1day, 14days と表記)。試料は各条件で 7 個ずつとした。

各種セメントにてポストを合着した根管処置歯はアクリルリング (高さ 30mm、直径 17mm) に常温重合レジン (Tray Resin, 松風) で固定した後に、万能材料試験機 (Autograph AG-I 20kN, 島津) を用いクロスヘッドスピード 0.5 mm/min でポストの引抜き試験を行い、その最大荷重を維持力とした。引抜き試験後のポスト表面を光学顕微鏡 (VH-5000, Keyence) で観察し、FRC ポストとポストレジンの界面で破壊した試料 (P/R)、ポストレジンと象牙質の間で破壊した試料 (R/D)、P/R および R/D の混合で破壊した試料 (Mix) に分類した。保管期間およびセメント間のポストの維持力は、一元配置分散分析および Tukey の多重比較検定により統計処理を行った ($\alpha=0.05$)。

[結果および考察]

ポストの維持力は 1day が SB ; 301.2 \pm 112.5 N、PA ; 290.0 \pm 46.9 N、SA ; 134.5 \pm 40.3 N、GL ; 171.9 \pm 71.4 N であった。SB と PA 間および SA と GL 間には統計学的な有意差は認められなかったが、SB と PA は SA と GL よりも維持力が大きかった。14days では SB ; 296.2 \pm 97.0 N、PA ; 286.3 \pm 44.3 N、SA ; 239.8 \pm 31.9 N、GL ; 237.7 \pm 20.8 N となり、すべてのセメント間で統計学的な有意差は認められなかった。引抜き試験後のポスト表面を観察した結果、半数以上が R/D および Mix にて破壊し、ポスト表面にはセメント層が観察された。このことからほとんどのポストの破断はレジンセメントの凝集破壊かセメントと象牙質の界面破壊であったと推測された。

SB および PA は、エッチング&リンスまたはセルフエッチングプライマーによる表面処理を行っているため接着初期から十分な接着力が得られたと考える。一方、SA および GL はセルフアドヒーシブタイプのデュアルキュア型接着性レジンセメントであり、照射による接着性レジンセメントの硬化後、化学重合によるレジンセメントの重合が進行する。この化学重合による後重合が接着性レジンセメントの重合度を高め、セメントの強度が増加したため、接着 1 日後より接着 14 日後においてポストの維持力が大きくなったものと考えられる。

[結論]

接着 1 日においてはセメントの種類、前処理方法の違いでポストの維持力に差を示したが、接着 14 日後には各種セメント間でポストの維持力に差異は認められなかった。

S-PRG フィラー配合試作レジンセメントの機械的性質

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¹、生体材料学分野²

○塩出信太郎¹、山路公造¹、西谷佳浩¹、入江正郎²、吉山昌宏¹

A mechanical property of experimental resin cement incorporated S-PRG filler

Department of Operative Dentistry¹, Department of Biomaterials², Field of study of Biofunctional Recovery and Reconstruction, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Science

○Shintaro Shiode¹, Kozo Yamaji¹, Yoshihiro Nishitani¹, Masao Irie² and Masahiro Yoshiyama¹

【研究目的】

接着技術は歯科臨床において重要なものとなっており、間接法での修復において合着用セメントの機械的性質は修復物の予後を決める大きな要因である。歯質との接着が弱い場合やセメントの機械的性質が低い場合は修復物が脱離したり、歯質の二次う蝕の発生の原因となりうる。二次う蝕の抑制のために合着用セメントへフッ素を添加することが注目されている。松風より修復材料へのフッ素添加のためにガラス粒子表面にガラスアイオノマー相が形成された Surface reaction type Pre-Reacted Glass-ionomer filler (S-PRG フィラー) を添加することが試みられている。S-PRG フィラーはフッ素のリリースおよびリチャージ能に優れていることが知られている。しかしながら S-PRG フィラーは機械的性質がレジンに比べ弱いガラスアイオノマー相を含んでいることから、S-PRG フィラーを添加するとレジン系材料の機械的性質が低下する可能性が考えられる。そこで本研究では S-PRG フィラーを添加した新規レジンセメントを試作し、S-PRG フィラー増加に伴う機械的性質の変化を 3 点曲げ試験、圧縮試験を行うことにより評価することとした。

【材料および方法】

試作レジンセメントとしてフルオロアルミノシリケートガラス (FASG) フィラーを 68.5wt% 含有した UDMA ベースのレジンセメント及び FASG フィラーを S-PRG フィラーで 5wt%、10wt%、15wt%、20wt%、25wt%、30wt% ずつ置換したものを作製し、S-PRG フィラーが含まれていないものを RCPRG-0、以降添加量が少ないものから RCPRG-1, 2, 3, 4, 5, 6 と名付けた。3 点曲げ試験片は長さ 25mm、幅 2.5mm、高さ 2.5mm のテフロンモールドにセメントを充填後光照射 (blue shot, shofu) し各 10 個の試料を作製した。24 時間 37°C で水中保管した後、支点間距離 20mm、クロスヘッドスピード 1.0mm/min の条件でオートグラフ (AGS-10kND, SHIMADZU) を用いて 3 点曲げ試験を行うとともにサーマルサイクル (TC) 20,000 回の影響についても評価した。一方、圧縮試験片は、高さ 6mm、直径 4mm のステンレスモールドにセメントを充填後光照射しそれぞれ 10 個の試料を作製した。作製した試料を 24 時間 37°C で水中保管した後、クロスヘッドスピード 1.0mm/min の条件でオートグラフを用いて圧縮試験を行うとともに TC20,000 回の影響についても評価した。統計は one way ANOVA および t 検定を用い、有意水準は 5% とした。

【成績および考察】

3 点曲げ試験において 24 時間水中保管群は RCPRG-0 から RCPRG-6 の各群いずれも曲げ強さに有意差が認められなかった。また、圧縮試験は RCPRG-5 及び RCPRG-6 で圧縮強さが有意に低下した。TC20,000 回負荷後の 3 点曲げ試験の結果、いずれの群間でも有意差は認められなかったが、24 時間水中保管後と比較して曲げ強さは有意に低下していた。TC20,000 回負荷後の圧縮強さは、RCPRG-5 及び RCPRG-6 で圧縮強さが有意に低下した。24 時間水中保管群に対して TC 負荷による圧縮強さの低下を示したのは RCPRG-6 のみであった。これは、圧縮強さは内部強度に依存する試験であると考えられており、S-PRG フィラーが増加することによって内部強度が低下し、圧縮強さが低下したと推察した。一方曲げ強さは表面性状の影響を受ける試験方法であると考えられており、曲げ強さに各群の変化が認められないのは、表面性状に差がないと考えられ、TC20,000 回負荷後において曲げ強さが各群有意に低下したのは TC によって表面から劣化が生じたためであると推察した。圧縮強さに TC の影響が RCPRG-6 のみに認められたのは、RCPRG-0 から 5 では表面のみに限局して劣化が生じているが RCPRG-6 では内部まで劣化が生じている可能性があるかと推察した。以上の結果 S-PRG フィラーの添加が 20wt% 以下の場合、圧縮強さ、曲げ強さに影響を及ぼさない可能性が示唆された。

各種自己接着性レジンセメントの CAD/CAM マシーナブルセラミック介在下における硬化度の検討

¹新潟大学大学院 う蝕学分野, ²きたしろ歯科診療所, ³東京医科歯科大学大学院 部分床義歯補綴学分野,
⁴新潟大学歯科総合診療部, ⁵新潟大学大学院生体材料学分野, ⁶新潟大学大学院口腔保健学分野,
○渡部平馬^{1,2}, 浅井哲也¹, 風間龍之輔³, 石崎裕子⁴, 渡邊孝一⁵, 福島正義⁶, 興地隆史¹

Microhardness of self-adhesive resin cements polymerized through CAD/CAM machinable ceramics

¹Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Graduate School, Niigata University,
²Kitashiro Dental Office, ³Removable Partial Denture Prosthodontics, Graduate School, Tokyo Medical and
Dental University, ⁴General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University, ⁵Division of Biomaterial
Science, Niigata University ⁶Division of Oral Science for Health Promotion, Niigata University
○ WATANABE Heima^{1,2}, ASAI Tetsuya¹, KAZAMA Ryunosuke³,
ISHIZAKI Hiroko⁴, WATANABE Koichi⁵, FUKUSHIMA Masayoshi⁶, OKIJI Takashi¹

【目的】 CAD/CAM セラミック修復物を口腔内で長期間安定して保持するためには、フィラーを含有したレジンセメントで歯質と一体化させる必要がある。近年ではこの目的で、接着前処理を簡略化した自己接着性レジンセメントが開発・使用されているが、これらのセメントのセラミック修復物下での硬化度は十分に検証されていない。そこで本研究では、CAD/CAM 用マシーナブルセラミック材を介して各種自己接着性レジンセメントに光照射を行い、セメントの種類および照射時間がセメントの硬さに与える影響を検討した。

【材料と方法】

自己接着性レジンセメントとしてクリアフィル SA ルーティング (クラレメディカル, 以下 SC), RelyX Unicem 2 (3M, 以下 UC) およびビューティセム SA (松風, 以下 BC) を、また接着操作に歯面前処理を要するデュアルキュア型レジンセメントとしてクリアフィルエステティックセメント (クラレメディカル, 以下 EC) を用いた。長石系セラミックブロック (Vita Mark 2: A2, Vita Zahnfabrik) を硬組織切断機にて切断後、表面を耐水研磨紙 #1000 で研磨して 12.0 × 10.0 × 2.0 mm のセラミック板を作製した。次いで、各種レジンセメントを内寸 12.0 × 2.0 × 2.0 mm のステンレス金型に填塞し、透明ポリエチレンフィルムおよびセラミック板の介在下あるいは非介在下で、LED 照射器 (Demi, Kerr) を密着させて光照射を行った。照射時間はセラミック板非介在下では 20 秒 (デュアルキュア型レジンセメントに対するメーカー指定照射時間)、セラミック板介在下では 20 秒あるいは 40 秒とした。また、光照射を行わずに硬化させたものを対照群とした。全ての試料は暗室中で 37°C 蒸留水に 24 時間浸漬保管後、耐水研磨紙 #1500 まで研磨を行い、微小硬度計 (MVK, 明石製作所; 荷重 50g, 荷重保持時間 15 秒) を用いて、光照射側から 100 μm の位置で 3 カ所ヌーブ硬さを計測して平均値を求めた。得られたデータはそれぞれのセメントについて AVOVA および Bonferroni の多重検定により統計処理を行った ($\alpha = 0.05$)。

【結果および考察】 メーカー指定照射時間 (20 秒) では、UC および EC でヌーブ硬さはセラミック板介在下で有意に低下した ($p < 0.05$)。一方、照射時間を 40 秒とした場合は、各セメントともセラミック板非介在下と同等のヌーブ硬さを示した ($p > 0.05$)。また、光照射を行わない場合は、セラミック板非介在下で光照射した場合と比較して、全被験セメントでヌーブ硬さは有意に低下したが ($p < 0.05$)、その減少率は自己接着性レジンセメントでは 14-15%であったのに対して、EC では 49%と顕著であった。

以上の結果から、オールセラミック修復物をレジンセメントで接着する場合、メーカー指定の照射時間ではセメントの種類によっては硬化度が低下するものの、照射時間を 2 倍とすることにより硬化度の低下が回避されることが示唆された。また、自己接着性レジンセメントでは、デュアルキュア型レジンセメントと比較して光照射を行わない場合の硬化度の低下が軽度であり、光の到達が困難な窩洞に対して接着操作を行う場合に有用であることが示唆された。

【結論】 本実験条件においては、自己接着性レジンセメントの一部の製品ではセラミック板介在下で硬化度が低下すること、および、光照射時間の延長により硬化度の低下を回避できることが示された。