

ユニバーサルタイプ CR の光拡散性が色調適合性に及ぼす影響

株式会社松風 研究開発部
○宮田 俊介、信野 和也、吉本 龍一

Effect of light diffusion of universal type CR on color matching

Shofu Inc. Research and Development Dept.
○Shunsuke Miyata, Kazuya Shinno, Ryuichi Yoshimoto

【目的】

近年、単一または少ないシェードで幅広い歯質に対して高い色調適合性を発現するユニバーサルタイプ CR が普及してきている。一方、ユニバーサルタイプ CR における光拡散性が色調適合性に及ぼす影響について明らかにした報告は少ない。そこで本研究では、光拡散性の異なる試作 CR を用いて、人工歯模擬窩洞に対する色調適合性評価を行い、光拡散性が色調適合性に及ぼす影響を評価した。

【材料および方法】

本研究では、S-PRG フィラーに起因した光拡散性を有するユニバーサルタイプ CR として、「ビューティフィル ユニシェードフロー (松風)」をベース組成とし、ユニシェードフローにおける光の拡散度を 100% としたときに、拡散度が 60% および 10% となるように光拡散性の強さを調整した試作 CR を作製し、評価に用いた。

1. 色調の評価

各種 CR の硬化体 (直径 15mm、厚み 1.0mm) を用いて、カラーガイド測色計 (BYK Gardner) にて色調を測定した。

2. 光拡散性の評価

各種 CR の硬化体 (直径 15mm、厚み 0.8mm) を用いて、ゴニオフォトメーター GP-200 (株式会社村上色彩技術研究所) にて光拡散性を測定し、拡散度を算出した。

3. 色調適合性の評価

人工歯のバラシア (松風、形態: ST5、部位: 1-1、A1~A4 シェード) に 5 級規格窩洞 (2mm×4mm、深さ 2mm) を形成した後、ブロック HC セム HC プライマー (松風) により接着処理を行い、シリコーンインデックスを用いて各種 CR を充填、照射を行い、元の形態を回復させた。コンボマスター (松風) にて研磨後、DCCM-1 (松風) にて修復部位の色調を測色し、窩洞形成前の測色値との色差を、より人の目の識別と近似しているとされる CIEDE2000 (ΔE_{00}) として算出した。

【結果】

CR の光拡散性の増加に伴い、硬化後の不透明性が増加した。また、窩洞における色調適合性も向上する傾向を示した (Fig 参照)。

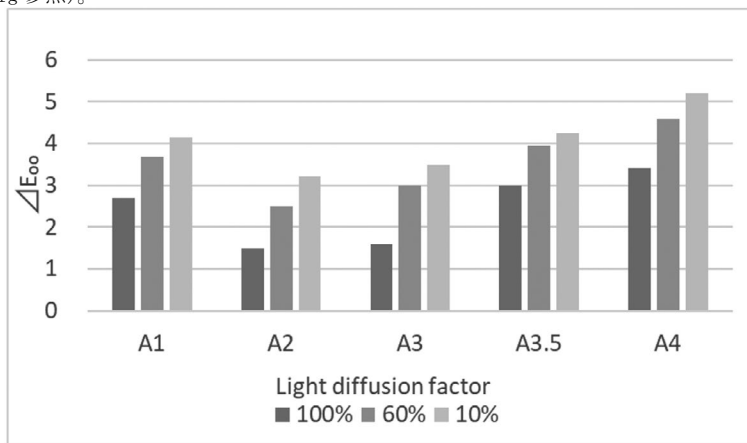


Fig. Results of color matching to artificial teeth

【結論】

S-PRG フィラーによる光拡散性が、ビューティフィル ユニシェードフローの幅広いシェードに対する色調適合性に寄与していることが示唆された。

松本歯科大学病院臨床研修における修復領域必修ならびに実施症例

¹松本歯科大学病院研修管理委員会, ²初診室(総合診断科, 総合診療科), ³大学院健康増進口腔科学講座
○音琴淳一^{1,2,3}, 森 啓^{1,2}, 安西正明^{1,2}, 山本昭夫^{1,2,3}, 亀山敦史^{1,3}

Compulsory restorative cases in clinical training at Matsumoto Dental University Hospital

¹Department of Graduate Dental Training Management Committee and ²Department of General Dentistry, Matsumoto Dental University Hospital and ³Department of Oral Health Science, Matsumoto Dental University Graduate School of Dentistry
○Junichi OTOGOTO^{1,2,3}, Hiroshi MORI^{1,2}, Masaaki ANZAI^{1,2}, Akio YAMAMOTO^{1,2,3}, Atsushi KAMEYANMA^{1,3}

【緒言】

歯科医師臨床研修は大きな制度変更¹⁾が行われたが、従来の目標設定と一口腔単位治療の取り組みの省察が必要である。C領域の診療内容では、1. 基本的診療能力等の(2)基本的診療技能等として②一般的な歯科疾患に対応するために必要となる基本的な治療及び管理を実践する。(必修)があり、a 歯の硬組織疾患が示されており、上記の適切な必須症例数の提示が求められている。

松本歯科大学病院における、本研修プログラムが課した修復領域の必修症例目標数と実際に研修歯科医が行った症例数を、指導歯科医や診療システムなどを参考に比較し、必修症例関係を検証したので報告する。

【対象および方法】

1) 対象人数と対象研修システム

- (1) 2003～2019年度に松本歯科大学病院単独型プログラムで研修を行った研修歯科医延べ426名である。
- (2) 研修システムは3種類、①総合診療科のみ、②総合診療科+専門診療科、③専門診療科のみ、である。

2) 分析方法

- (1) 保存修復の研修システム毎による必修症例数を算出した。
- (2) 必修症例全体数における修復症例の割合を年度毎に算出した。
- (3) 保存修復の実施症例数を研修システム毎・年度毎に算出した。
- (4) 1口腔単位症例数に占める保存修復症例の実施症例数を研修システム毎・年度毎に算出した。
- (5) 全修復必修症例数と実施修復症例数の相関、実施修復症例数と1口腔単位症例数の相関を算出した。
- (6) 指導歯科医が保存修復専門医あるいは認定医であった場合とそうでない場合の症例数の比較を行った。

【結果】

- 1) 保存修復の必修症例数は約20年で数症例の増減はあったが、大きな変化はなかった。
- 2) 必修症例全体に占める修復症例の割合は、増減があったが、20数%前後であったが1/3は越えなかった。
- 3) 1口腔単位実施症例に占める保存修復実施症例の割合は、増減があったが、30%以上を推移していた。
- 4) 実施全体の症例数と保存修復実施症例数には明確な相関は認められなかった。
- 5) 指導歯科医が保存修復専門医あるいは認定医であった場合は、実施全体の症例数と保存修復症例実施数に相関を認めた。また実施症例数は他の指導歯科医と比較して有意に多い傾向を認めた。

【考察】

保存修復の必修症例数は、病院全体の患者数と各年度の実施状況を鑑みて、増減を行わなかった。そのため、保存修復実施症例数や全体に占める割合は大きな変化を認めなかったと推察される。しかしながら、指導歯科医の専門性は実施症例数に有意な相関を認めたため、研修歯科医の実施症例数に影響を与えることが示された。

【結論】

修復症例の1口腔単位症例を研修期間中に適切かつ均等に管理するには目標(必修)症例を考慮し、指導歯科医の専門分野のバランスも考慮することが望ましいことが示された。

参考文献

- 1) 厚生労働省医政局歯科保健課(2020) 歯科医師臨床研修の制度改正の概要について。
<https://www.mhlw.go.jp/content/000677772.pdf>. (2022年10月21日最終確認)

新規アドヒーズブを用いたレジン材料に対する接着性評価

株式会社松風 研究開発部

○山本健蔵、原大輔、信野和也、吉本龍一

Evaluation of bond testing to resin materials using novel adhesives

○KENZO Yamamoto, DAISUKE Hara, KAZUYA Shinno, RYUICHI Yoshimoto

【研究目的】

歯科切削加工用 CAD/CAM レジン材料は従来、主流であった金属補綴材料の代替として普及が進んでいる。近年、従来のハイブリッドレジンブロックとは異なる種類の材料であるスーパーエンジニアリングプラスチックに分類されるポリエーテルエーテルケトン (PEEK) 樹脂からなる歯科切削加工用 CAD/CAM レジン材料 (松風 PEEK) が上市されている。PEEK 樹脂は強靱性、衝撃吸収性、生体親和性など補綴装置として優れた特性を有するものの、表面が不活性であることから接着方法について改善の余地があった。そこで、弊社ではPEEK樹脂材料を含むレジン材料に使用することが可能である新規アドヒーズブ (CAD/CAM レジン用アドヒーズブ) を開発した。新規アドヒーズブはレジンセメントを用いてPEEK樹脂を接着する際の前処理材として用いることで、良好な接着性を発現させることができる。また、レジンセメントを用いてPEEK樹脂以外のハイブリッドレジンブロックや歯冠用硬質レジン接着する際の前処理材としても使用することができる。本研究では新規アドヒーズブを用いたPEEK樹脂への接着強さを評価した。

【材料および方法】

本試験は新規アドヒーズブである CAD/CAM レジン用アドヒーズブ、セラレジンボンドおよび松風ポーセレンプライマー (いずれも松風) を用いて評価を行なった。試験体には厚み 3mmの板状に切断した松風 PEEK (松風) に対してアルミナサンドブラスト (松風ハイアルミナ, 0.2MPa 圧) を行なったもの PEEK 試験体とした。PEEK 試験体に対して添付文書に従い CAD/CAM レジン用アドヒーズブまたはセラレジンボンド、松風ポーセレンプライマーを用いて処理した後、ビューティボンド Xtreme (松風) を添付文書に従って処理したジルコニア棒 (Φ4.0mm) に練和したレジセム EX (松風) を塗布し、PEEK 試験体の被着面に設置した。ジルコニア棒に対して垂直に 200N の荷重をかけて余剰セメントを除去した後に、セメントマージン部にペンブライト (High モード) を用いて 5 秒×2 回の照射を行なった。その後、作製した試験体を 37°C 水中に 24 時間浸漬を行い、さらにサーマルサイクルを 5000 回 (4°C と 60°C 水槽に各 30 秒間浸漬で 1 回) 実施した。作製した試験体は万能試験機 (INSTORN) を用いて、剪断接着強さを測定し、統計処理した (ANOVA, Turkey's, $\alpha=0.05$)。

【結果】

CAD/CAM レジン用アドヒーズブは松風 PEEK に対する接着強さがセラレジンボンドおよび松風ポーセレンプライマーを用いた場合と比較して有意に高い接着強さを示すことが確認された。

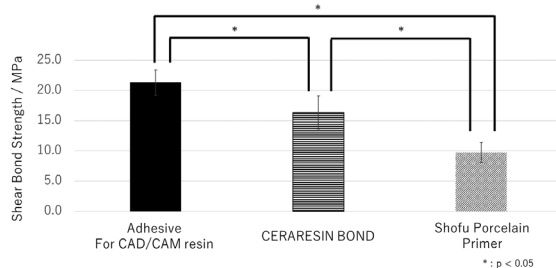


Fig1. Shear bond testing results for SHOFU PEEK

ファイバーポスの表面処理が引き抜き強さへ及ぼす影響

¹⁾ 岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野

²⁾ 岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 総合歯科学分野

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

Effect of surface pretreating of fiber-post on the pull-out strength

¹⁾ Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences. ²⁾ Department of General Dentistry,

○Masao IRIE¹⁾, Masahiro OKADA¹⁾, Atsushi YABE²⁾, Hiroaki TAKETA²⁾, Tadashi YAMAMOTO²⁾, Takuya MATSUMOTO¹⁾

【 緒言 】

近年、審美歯科への関心度がより高まり、ファイバーポストが普及、その適応に際して種々の検討が行われてきた¹⁾。レジン修復同様、ポストとコア材による修復処置の維持力、接着性は危惧する点である。そこで、今回はファイバーポスト表面処理材の影響を引き抜き強さから検討した。

【 材料と方法 】

下記の Table に使用したコア材と処理材、およびポスト (極力 $\phi 1.6$ mm) を示す。テフロンモールド (厚さ 5 mm, 維持装置の部分は内径 8 mm, 植立部分は内径 3.6 mm) にコア材を充填, 植立装置を用いて中心部にポストを植立, ファイバーポスト表面処理材有無の影響を試み, 光照射 (20×4 sec.) し, 硬化後テフロンモールドから撤去し, サーマルサイクル 20,000 回負荷後コア材とポストを試作装置で固定して, 万能試験機 (Shimadzu, AG-X, 20kN) で引き抜き強さを測定, 結果を kgf で表示した¹⁾。

【 結果と考察 】

下記の Table に、ファイバーポスト表面処理材有無について、サーマルサイクル 20,000 回負荷後の引き抜き強さを示す。各システムそれぞれファイバーポスト表面処理材有では 20 - 44 kgf, ファイバーポスト表面処理材無では 20 - 35 kgf を示し, どちらも幅広い値を示した。トクヤマのシステムがどちらも優れた値を示した。両者有意差のあるシステムもあれば, ないシステムもあった。引き抜き後のポストの表面は, コア材が付着した凝集破壊像がほとんどの試料で観察され, コア材の機械的強さの影響が考えられる¹⁾。本結果から, メーカー指示に沿って確実なポストとコア材の維持力が継続されるよう努めるべきである。

本研究に関連し開示すべき COI 関係にある企業などはありません。

Table Pull out force (kgf) between fiber post and core materials

Core or cement material / Fiber post (Pretreating agent, Manufacturer)	Mean (S.D.)		t-Test ^a
	with primer	without primer	
RelyX Universal Resin Cement / RelyX Fiber Post: 1.6 mm (Scotchbond Universal Plus Adhesive, 3M)	25.6 (3.1)	23.0 (2.5)	NS
MultiCore Flow / FRC Postec Plus: 1.6 mm (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent)	20.8 (3.5)	19.5 (2.6)	NS
NX3 (Kerr) / BeautiCore Fiber: 1.6 mm (Shofu) (Porcelain Primer, Shofu + OptiBond XTR, Kerr)	27.9 (4.6)	25.7 (3.8)	NS
UniFil Core EM / GC Fiber Post: 1.6 mm (GC Ceramic Primer II, GC)	34.1 (5.0)	27.6 (3.0)	S
BeautiCore Flow Paste / BeautiCore Fiber Post: 1.6 mm (Shofu Porcelain Primer, Shofu)	31.9 (7.7)	31.2 (4.6)	NS
ESTECORE Hand Type / Tokuyama FR Post: 1.6 mm (BONDMER Lightless II, Tokuyama Dental)	44.4 (3.3)	34.5 (5.0)	S
i-TFC system: Luminous Post resin / Luminous Fiber Post: 1.6 mm (Fiber Post Primer, Sun Medical)	37.5 (5.7)	34.8 (5.8)	NS
Clearfil DC Core Automix ONE / Clearfil AD Fiber Post: 1.6 mm (Clearfil Universal Bond <i>Quick</i> + Clearfil Porcelain Activator, Kuraray Noritake Dental)	29.2 (2.2)	27.9 (1.9)	NS

^a: Significantly different by t-Test between the two results. S: Significant difference ($p < 0.05$),

NS: Not significantly difference ($p > 0.05$), N=10

【 文献 】

1) Irie M *et al.*, *Polymers* **2020**, 12, 2947; doi:10.3390/polym12122947

シランカップリング層の接着耐水性に関する研究 -長鎖アルキル基を有するシランカップリング剤の効果-

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

² 関東学院大学 材料・表面工学研究所

³ 神奈川歯科大学 基礎歯科学系 分子生物学講座 口腔生化学分野

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

Study on adhesive water resistant of silane coupling layer - Effect of silane coupling agent having long-chain alkyl groups -

¹Dept. of Clinical Biomaterials, Kanagawa Dental Univ., ²Dept. of Materials & Surface Engineering Research Institute, Kanto Gakuin Univ., ³Dent. of Oral Biochemistry, Kanagawa Dental Univ.

○Tomotaro NIHEI^{1,2}, Yuta KATAYAMA¹, Tomoyasu NIDONO¹, Kaori MIYAKE¹, Katsura OHASHI¹, Keisuke HANDA³

【研究目的】

シランカップリング層は、吸水によりシロキサン結合が加水分解し、マトリックスレジンとシリカ界面の劣化により、接着強度やコンポジットレジンの機械的性質の低下を招く。研究者らは、シランカップリング層の耐水性を向上させるために、シランカップリング剤にフルオロカーボン鎖を導入したり、重合性基を有した芳香族系の分子構造のシランカップリング剤を合成し、その効果を報告してきた¹⁻⁶⁾。しかしながら、シランカップリング剤を合成する原料が高価であること、合成法や精製法が煩雑であることから、さらに新たなシランカップリング剤の開発が必要と考えられる。

今回、アルキル鎖長が長い分子構造を導入したシランカップリング剤 (8-MOS; γ -メタクリロイルオキシオクチルトリメトキシシラン) のガラス面処理に対する接着性と耐水性の効果を検討した。

【材料および方法】

供したシランカップリング剤は、 γ -メタクリロイルオキシプロピルトリメトキシシラン (3-MPS, KBM-503, 信越シリコーン) ならびに 8-MOS (KBM-5803, 信越シリコーン) とした。各シランカップリング剤をエタノールにて 50mmol/L に調製後、ガラス面に塗布し、乾燥後に 120°C で 15 分間加熱処理を施した (heat 群)。その後、コンポジットレジンの Clearfil II (クラレノリタケ) を用いてステンレス接着子を 1kg 荷重で 5 分間接着し、室温 1 日保管、37°C 脱イオン水に 360 日まで保管、あるいは 5°C と 55°C の各水槽に各 40 秒間浸漬したサーマルサイクルを 10,000 回負荷した。各保管後にオートグラフを用いて 1mm/min で引張接着試験を行った。また、シランカップリング剤をガラス面に塗布後、室温大気中に 15 分間保管した後にコンポジットレジンを接着した群 (room 群) の試料も作製した。さらに処理面に対して、水およびジヨードメタンを滴下した時の接触角を測定した。試料数は各群 10 個とし、得られた値は平均値と標準偏差を求め、一元配置分散分析を行い、有意差を認められた場合は、さらに多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った。

【結果および考察】

3-MPS の heat 群の接着強さは、保管期間に関わらず room 群と比較して有意に高い値であった ($p < 0.05$)。また、3-MPS の room 群および heat 群の 360 日水中保管ならびにサーマルストレス後の接着強さは、室温保管 1 日後と比較して有意に低い強さであった ($p < 0.05$)。

8-MOS の heat 群の接着強さは、保管期間に関わらず room 群と比べて有意に高い強さであった ($p < 0.05$)。また、8-MOS の room 群の 360 日水中保管ならびにサーマルストレス後の接着強さは、室温保管 1 日後と比較して有意に低い強さであった ($p < 0.05$)。一方、8-MOS の heat 群の 360 日水中保管ならびにサーマルストレス後の接着強さは、室温保管 1 日後と比較して有意な強さの低下は認められなかった ($p > 0.05$)。さらに、8-MOS の接着強さは、room 群および heat 群ともに 3-MPS と比べて有意に高い傾向を維持した ($p < 0.05$)。

各処理ガラス面に対する接触角は、3-MPS と 8-MOS では未処理のガラス面と比較して、水の接触角は有意に高く ($p < 0.05$)、ジヨードメタンでは有意に低い値であった ($p < 0.05$)。また、8-MOS は 3-MPS と比べてジヨードメタンの接触角は有意に低い値であったことから、レジンとのぬれが向上すると示唆された。

以上の結果より、分子鎖を長くしたシランカップリング剤 (8-MOS) で処理した層は、ベースレジンとの優れた相溶性と高い疎水層を構築できたため、水中保管およびサーマルストレス後においても接着性も維持し、耐水性も向上したと示唆された。

【文献】

- 1) Nihei et. al, J Dent Res 81: 482-486, 2002.
- 2) 二瓶智太郎ら, 歯材器 24: 1-8, 2005.
- 3) Nihei T et. al, Dent Mater 24: 760-764, 2008.
- 4) Nihei et. al, Dent Mater J 32: 83-87, 2013.
- 5) Nihei, J Oral Sci 58: 151-155, 2016.
- 6) 片山裕太ら, 接着歯学 39: 97-105, 2022.

なお、開示すべき COI 関係にある企業などありません。

テオブロミンおよびS-PRG フィラー含有歯面コーティング材の細菌付着抑制効果

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⁾,

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科口腔機能再建工学²⁾

○清水翔二郎¹⁾, 日下部修介¹⁾, 鶴田はねみ¹⁾, 高垣智博¹⁾, 池田正臣²⁾, 二階堂 徹¹⁾

Effect of bacterial adhesion inhibitory to tooth surface coating materials containing theobromine and S-PRG filler

Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, School of Dentistry, Asahi University¹⁾,

Oral Biomedical Engineering, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University²⁾

○Shojiro Shimizu¹⁾, Shusuke Kusakabe¹⁾, Hanemi Tsuruta¹⁾, Tomohiro Takagaki¹⁾, Masaomi Ikeda²⁾, Toru Nikaido¹⁾

【目的】

歯面コーティング材は、歯の表面に塗布することによって歯面への細菌付着と脱灰を防ぐことが期待できる。テオブロミン (TB) はチョコレート等の食品に含まれるカカオの成分で、抗菌作用が報告されている。一方、S-PRG フィラーはマルチイオンの徐放によって歯質の耐酸性強化や脱灰抑制効果が報告されている。また、テオブロミン添加の S-PRG 含有歯面コーティング材は、初期の細菌付着抑制効果に影響を認めないことが報告されている。

本研究の目的は、S-PRG 含有歯面コーティング材にテオブロミンを添加し、24 時間後における細菌付着性、テオブロミン溶出量とイオン徐放性への影響について検討することである。

【材料および方法】

1. 試作コーティング材料

試作コーティング材は、ベース (4 種類) と PRG バリアコートアクティブ (松風) を等量混和して調整した。ベースには、添加材料としてシリカ (SC)、シリカ+5.0 wt%テオブロミン (SC/TB)、S-PRG (PR)、または S-PRG+5.0 wt% テオブロミン (PR/TB) を用い、その他の組成は同じとした。

2. 実験方法

各試作コーティング材をステンレス製型枠に填入し、光硬化させて試料とした。さらに試料の裏面にネイルバーニッシュを施した後、#2000 耐水研磨紙で研削し、生理食塩水を用いて 1 分間超音波洗浄した。細菌付着性試験は、ラベルした細菌 (*S. mutans*) を集菌して菌液として調製し、人工唾液に 24 時間浸漬した各試料を菌液中に 24 時間浸漬後、全自動試料燃焼装置 (ASC-113B, 日立) を用いて、試料片に付着した菌体を完全燃焼させて ³H₂O として回収し、液体シンチレーションカウンター (AccuFLEX LSC-8000, 日立) で放射能を測定した。イオン徐放量およびテオブロミン溶出量の測定は、試料を純水に 24 時間浸漬後、希釈溶出液を用い、F を除く各種イオン (Na, B, Al, Si, Sr) は ICP 発光分析法 (ICPS-8000, SHIMADZU) を用いて各イオン徐放量を換算した。F はフッ素電極法 (Fluoride ion electrode: Model 9609BN, pH/ion meter: Model Orion 2115010 Dual Star, Orion Research) を用いて測定した。テオブロミンの溶出量は、高速液体クロマトグラフィー (Alliance, Waters) で測定した。実験データは正規性、等分散性の検定後、細菌付着は 2-way ANOVA and *t*-test, イオン徐放量は Dunn's test にて検定した。危険率は Bonferroni の方法にて 5 % に調整した。テオブロミン溶出量は Student's *t*-test にて検定し、危険率 5 % にて統計処理を行った。

【結果および考察】

細菌付着性試験では、テオブロミン添加の有無による細菌付着量に有意な差は認められなかった。一方、S-PRG 配合試料においては、シリカ配合と比べて細菌付着量の有意な減少が認められた。イオン徐放量では、SC および SC/TB の B, Sr, F については検出限界以下であり、PR および PR/TB では S-PRG 由来のイオンが確認された。また、SC および PR では SC の Na の有意な増加が認められた。SC/TB および PR/TB では B, Si, Sr, F の有意な増加が認められた。テオブロミンの溶出量は SC/TB および PR/TB において、フィラーの種類による有意な差は認められなかった。試作コーティング材からの S-PRG 由来の各種イオン徐放とテオブロミン溶出が 24 時間後においても確認された。またテオブロミンの添加は、コーティング材からのイオン徐放量に変化が認められず、コーティング材に対する細菌付着性に影響を与えなかった。

【結論】

テオブロミンの歯面コーティング材添加は、細菌付着に影響を及ぼさないため、う蝕抑制を備えた新規歯科材料の開発に応用可能であることが示唆された。

アローマインジェクションにおける流動性の評価

株式会社ジーシー

○小田 琴佳, 立野 敦史, 篠崎 裕

Evaluation of the flowability of Aroma Injection

GC Corporation

○Kotoka Oda, Atsushi Tachino, Yutaka Shinozaki

【研究目的】

日本の歯科診療においては精密印象採得時に寒天アルジネート連合印象がよく用いられている。しかし、寒天印象材は操作時間の短さや患者への熱刺激があることに加えて、ボイリング操作が必要で使用準備が煩雑といったデメリットがある。そこで寒天印象材と同様に精密印象採得が可能なペーストタイプの連合印象用アルジネート印象材として「アローマインジェクション」(ARI, GC)が2020年11月に発売された。ARIはミキシングチップにより、簡便な練和が可能なオートミックスタイプの連合印象用アルジネート印象材であり、寒天印象材とは異なり常温で使用できるため歯肉・歯髄への熱刺激がなく、ボイリングが不要ですぐに使用でき、ボディマテリアルの圧接のタイミングが合わせやすいというメリットがある。本発表では、フロー試験と稠度試験を行うことでARIの無圧時と圧接時の流動性を評価し、寒天印象材と比較した結果を報告する。

【材料および方法】

材料には、ARIに加えて寒天印象材であるアローマロイド (ARL, GC) を使用した。

(1) フロー試験

内径 10 mm のガラス管にペーストを 0.5 mL 充填し、練和紙に押し出した。練和開始から 15 秒後にその練和紙を 60° に傾け、流れたペーストの長さを測定した。(n=5)

(2) 稠度試験

ISO4823:2021 を参考にして試験を実施した。内径 10 mm のガラス管にペーストを 0.5 mL 充填し、アクリル板に押し出し OHP シートを乗せた。練和開始から 25 秒後に 14.7 N の荷重を 5 秒間かけた後、広がったペーストの最大部と最小部の寸法の平均値を稠度とした。(n=5)

【結果および考察】

フロー試験において、ARI のフローは 14.6 mm, ARL のフローは 21.0 mm となり、ARI の方が無圧時に歯面上で流れにくいことが示唆された (Fig. 1)。また、稠度試験において、ARI の稠度は 40.8 mm, ARL の稠度は 39.1 mm となり、ARI の方が圧接時により広がることが示唆された (Fig. 2)。

【結論】

連合印象用アルジネート印象材である ARI は無圧時は流れにくく歯面上に留まるため、狙った部位に印象材を盛ることができ、またボディマテリアルを圧接することで寒天印象材よりも広がる性質があることが分かった。

今回の結果から、特に印象材の無圧時の流動性の高さが問題となる部分床義歯のような症例の場合、ARI は寒天印象材よりも優れていることが示唆された。

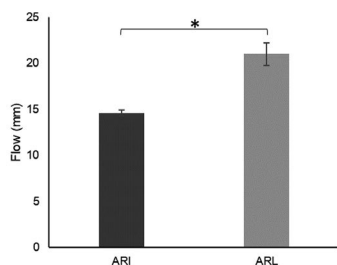


Fig. 1 Flow test (t-test, *p<0.01)

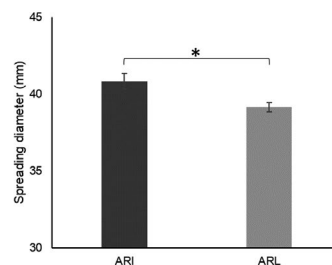


Fig. 2 Consistency test (t-test, *p<0.01)

**γ -D-グルタミル-メソ-ジアミノピメリン酸 (iE-DAP) は、ヒト歯髄線維芽細胞様細胞
におけるマトリックスメタロプロテイナーゼ-1 産生を調節する**

大阪歯科大学 生理学講座

○柯正建、井上博、合田征司

**γ -D-glutamyl-meso-diaminopimelic acid (iE-DAP) regulates the production of matrix
metalloproteinase-1 by human dental pulp fibroblast-like cells**

Department of Physiology, Osaka Dental University

○Zhengjian Ke, Hiroshi Inoue, Seiji Goda

【目的】

自然免疫系は体の防御の最前線であり、多くの炎症性疾患の病因において重要な役割を果たしている。パターン認識受容体 (PRR) が病原体関連分子パターン (PAMPs) を認識することで防御反応が惹起される。ヒト歯髄線維芽細胞様細胞 (hDPF) で構成的に発現されるヌクレオチド結合オリゴマー化ドメイン 1 (NOD1) は PRR の 1 種で、PAMPs の 1 種である γ -D-グルタミル-メソ-ジアミノピメリン酸 (iE-DAP) を感知することにより、バクテリアからの歯髄免疫応答を引き起こす。

マトリックスメタロプロテイナーゼ 1 (MMP-1) は、細胞外マトリックス成分である I 型コラーゲンを分解する重要な酵素であり、歯髄組織の破壊に関与している。

本研究では、hDPF の MMP-1 産生における iE-DAP の影響について検討した。

【方法】

(1) hDPF に 10 μ g/mL iE-DAP 刺激を加えて 24 時間刺激した。刺激後、フローサイトメーターによる死細胞の測定を行うことで細胞毒性の検討をおこなった。また、同様の刺激を加えた後に細胞増殖試薬 WST-8 と反応させ細胞増殖能力の検討もおこなった。

(2) hDPF を 12 well plate に 1.0×10^5 cells / well で播種し、各種濃度の iE-DAP で 24 時間刺激した。刺激後に上清を濃縮してサンプルを作成し、MMP-1 をウエスタンブロッティングにて確認した。

(3) (2) 同様に hDPF を播種し、10 μ g/mL iE-DAP にて 10 分間刺激した。ERK1/2 のリン酸化をウエスタンブロッティングにより検討した。

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 111112)。

【結果】

(1) iE-DAP は、hDPF に対して細胞毒性がなく、増殖にも影響を与えなかった。

(2) iE-DAP 刺激により、hDPF の MMP-1 産生は濃度依存的に増強し、そのピークは 10 μ g/mL であった。

(3) iE-DAP 刺激は、無刺激のコントロールと比較して ERK1/2 のリン酸化レベルを増強した。

【考察】

以上の結果から、iE-DAP 刺激が hDPF からの MMP-1 産生を増強する可能性が示唆された。また、その作用のメカニズムには ERK1/2 のリン酸化が関与している可能性が示唆された。

【利益相反】

本研究において開示すべき利益相反関係にある企業はない。

ムラミルジペプチド (MDP) は、ヒト歯髄線維芽細胞様細胞における マトリックスメタロプロテイナーゼ-3 の産生を調節する

大阪歯科大学 生理学講座¹、歯科保存学講座²

○閻楊¹、井上博¹、諸頭秀俊²、山本一世²、合田征司¹

Muramyl dipeptide (MDP) regulates the production of matrix metalloproteinase-3 by human dental pulp fibroblast-like cells

¹Department of Physiology, ²Department of Operative Dentistry, School of Dentistry,
Osaka Dental University

○Yang Yan¹, Hiroshi Inoue¹, Hidetoshi Moroto², Kazuyo Yamamoto², Seiji Goda¹

【目的】

自然免疫応答は、体の防御の最前線であり、齶蝕による歯髄の炎症調節において重要な役割を果たす。歯髄組織の主な構成要素である歯髄細胞は、パターン認識受容体 (PRR) を発現している。PRR は病原体関連分子パターン (PAMP) と呼ばれる微生物特異的分子を認識して自然免疫応答を惹起する。ヒト歯髄線維芽細胞様細胞 (hDPF) で構成的に発現されるヌクレオチド結合オリゴマー化ドメイン 2 (NOD2) は PRR の 1 種で、PAMPs の 1 種であるムラミルジペプチド (MDP) を感知する。マトリックスメタロプロテイナーゼ-3 (MMP-3) は、急性歯髄炎で豊富に発現し、抗炎症および再生因子として歯髄の治癒におけるメディエーターとして機能する。

本研究では、hDPF の MMP-3 産生における MDP の影響について検討した。

【方法】

(1) hDPF に 10 $\mu\text{g/mL}$ MDP 刺激を加えて 24 時間刺激した。刺激後、フローサイトメーターによる死細胞の測定を行うことで細胞毒性の検討をおこなった。また、同様の刺激を加えた後に細胞増殖試薬 WST-8 と反応させ細胞増殖能の検討もおこなった。

(2) hDPF を 12 well plate に 1.0×10^5 cells / well で播種し、各種濃度の MDP で 24 時間刺激した。刺激後に上清を濃縮してサンプルを作成し、MMP-3 をウエスタンブロッティングにて確認した。

(3) (2) 同様に hDPF を播種し、10 $\mu\text{g/mL}$ MDP にて 10 分間刺激した。ERK1/2 のリン酸化をウエスタンブロッティングにより検討した。

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 111112)。

【結果】

(1) MDP は、hDPF に対して細胞毒性がなく、増殖にも影響を与えなかった。

(2) MDP 刺激により、hDPF の MMP-3 産生は濃度依存的に増強し、そのピークは 10 $\mu\text{g/mL}$ であった。

(3) MDP 刺激は、無刺激のコントロールと比較して ERK1/2 のリン酸化レベルを増強した。

【考察】

以上の結果から、MDP 刺激が hDPF からの MMP-3 産生を増強する可能性が示唆された。また、その作用のメカニズムには ERK1/2 のリン酸化が関与している可能性が示唆された。

【利益相反】

本研究において開示すべき利益相反関係にある企業はない。

新規アクリルアミド系モノマー含有充填用レジン添加型ガラスアイオノマーセメント における光照射の有無が経時的な表面硬化性に及ぼす影響

株式会社 松風 研究開発部
○塚本 雅広, 内田 潤, 吉本 龍一

Effect of the presence/absence of light-irradiation on change of surface hardness over time in a new acrylamide monomer-containing resin-modified glass ionomer cement for filling

Shofu Inc. Research and Development Dept.
○Masahiro Tsukamoto, Jun Uchida, Ryuichi Yoshimoto

【緒言】

充填用レジン添加型ガラスアイオノマーセメント(以下、充填用 RMGIC)は、光照射直後から形態修正・研磨工程を行えることが特長であるが、照射光が届きにくい部位では、十分に硬化が進行するまで前記工程を行えない場合がある。そのため、化学重合反応やガラスアイオノマー反応により早期に高い表面硬化性を発現することが望ましい。演者らは、水の存在下においても重合性に優れる新規水溶性アクリルアミド系モノマーを応用することで、重合硬化性を向上させた充填用 RMGIC「ガラスアイオノマー FX-LC」(以下、FX-LC)を開発した。そこで本研究では、FX-LC について光照射の有無における硬化直後からの表面硬化性の推移を評価した。

【材料及び方法】

評価材料として FX-LC に加え、市販の充填用 RMGIC である製品 A、製品 B、製品 C を用いた。各充填用 RMGIC を製造業社指定の方法で練和した後、練和物を内径 12.0±0.1mm、厚さ 1.0±0.1mm の金型に充填した。光照射群では充填物に対して指定の光照射時間(FX-LC:10 秒、製品 A, B:20 秒、製品 C:40 秒)にて光照射を行った後、硬化物を練和開始から 10 分、1 時間、24 時間又は 1 週間、37℃湿度 90%以上の恒温槽中で静置し、それらを試験体とした。光未照射群では光照射を行わなかった以外は前記と同様の方法にて試験体を作製した。各試験体を耐水研磨紙#2000 を用いて研磨後、微小硬さ試験機(HM-102, Mitutoyo 社製)にて試験体表面のビッカース硬さ(HV)を測定した。なお、測定は荷重 1.961N、荷重保持時間 10 秒の条件にて行った(n=3:各 5 点測定)。統計処理は、一元配置分散分析及び Tukey の検定にて行った (p<0.05)。

【結果及び考察】

各充填用 RMGIC についてビッカース硬さの推移を評価した結果(Fig 1, 2), FX-LC の光未照射群は、硬化直後(10 分後)から光照射群と同等のビッカース硬さを示した。一方、他の充填用 RMGIC では硬化直後(10 分後)において、光未照射群は光照射群よりも有意に低いビッカース硬さを示した。更に FX-LC は光照射の有無に関わらず、硬化直後(10 分後)から他の充填用 RMGIC よりも有意に高いビッカース硬さを示した。これは FX-LC に含まれる新規水溶性アクリルアミド系モノマーの優れた重合硬化性によるものと考えられる。

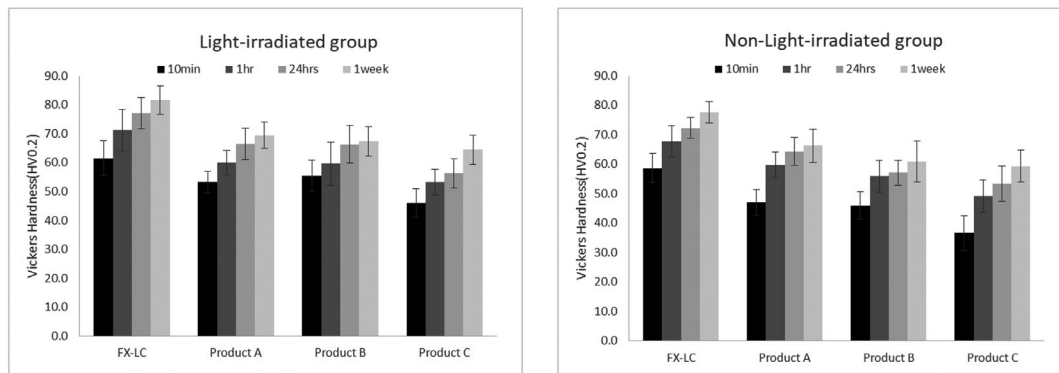


Fig 1. Vickers Hardness (Light-irradiated group) Fig 2. Vickers Hardness (Non-Light-irradiated group)

【結論】

FX-LC は光照射の有無に関わらず、硬化直後から高い表面硬化性を発現したことから、照射光が届きにくい部位においても窩洞に填入後、早期に形態修正・研磨を行えるものと想定される。

新規レジン添加型ガラスイオノマーセメント (RMGIC) 用歯面処理材の 接着強さ及び術式の異なる RMGIC 用歯面処理材との比較評価

株式会社 松風 研究開発部
○内田 潤, 塚本 雅広, 吉本 龍一

Bond Strength of a Novel Tooth Conditioner for Resin-modified Glass Ionomer Cement (RMGIC) Compared to That of Conventional Tooth Conditioners for RMGIC with More Operational Steps

SHOFU INC. Research and Development Dept.
○Jun Uchida, Masahiro Tsukamoto, Ryuichi Yoshimoto

【緒言】

充填用レジン添加型ガラスイオノマーセメント (充填用 RMGIC) は歯質に対して自己接着性を有するものの、より確実な接着を発現させるために RMGIC 用歯面処理材の併用が推奨されている。その RMGIC 用歯面処理材は製品によって処理工程 (術式) が異なるが、その術式の違いが接着強さに及ぼす影響については明らかにされていない。そこで本研究では、術式の異なる RMGIC 用歯面処理材を併用した際の各種充填用 RMGIC の歯質に対する接着性を評価した。

【材料及び方法】

RMGIC 用歯面処理材として FX-LC コンディショナー (FX-C) (術式: 塗布→放置・水洗・照射無し→乾燥) (松風), 製品 A (塗布→放置 30 秒→水洗無し→照射 20 秒→乾燥), 製品 B (塗布→放置 10 秒→水洗・照射無し→乾燥) を、充填用 RMGIC としてガラスイオノマー-FX-LC (松風), 製品 C, 製品 D 及び製品 E をそれぞれ用いた。また、ウシ下顎前歯をエポキシ樹脂に包埋後、耐水研磨紙#600 を用いて流水下で研磨を行い、エナメル質又は象牙質を露出させたものを被着体とした。被着面を各 RMGIC 用歯面処理材を用いて製造業社指定の方法で歯面処理を行った後、そこに内径 φ4mm, 高さ 2mm のシリコンモールドを設置した。モールド内に各 RMGIC 用表面処理材と同一メーカーの充填用 RMGIC の練和物を充填した後、指定の照射時間にて照射を行い、接着試験体を得た。接着試験体を 37°C 湿度 90% 以上の恒温水槽中に 1 時間静置し、次いで 37°C の水中に 24 時間浸漬 (初期) 後又はサーマルサイクル 5000 回 (5°C, 55°C 水中に各 30 秒間) 後、せん断接着強さ (万能試験機 type5967: Instron, CHS 1mm/min) を測定した (n=6)。統計処理は、一元配置分散分析及び Tukey の検定にて行った (p<0.05)。

【結果及び考察】

Fig 1, 2 より、FX-C はエナメル質、象牙質に対して、初期及びサーマルサイクル 5000 回後共に製品 A 及び製品 B よりも有意に高い接着強さを示した。一方、製品 A と製品 B 間には統計学的有意差は認められなかった。このことから、歯質に対する接着性は RMGIC 用歯面処理材を塗布後の放置時間や、照射の有無等の術式の違いによる影響は少なく、RMGIC 用歯面処理材の組成による影響が大きいものと考えられる。

【結論】

新規 RMGIC 用歯面処理材 FX-LC コンディショナーは、従来の歯面処理材と比較して術式が簡便にも関わらず歯質に対して優れた接着性を発現すると共に、長期間に渡り安定してその接着性を維持することが示唆された。

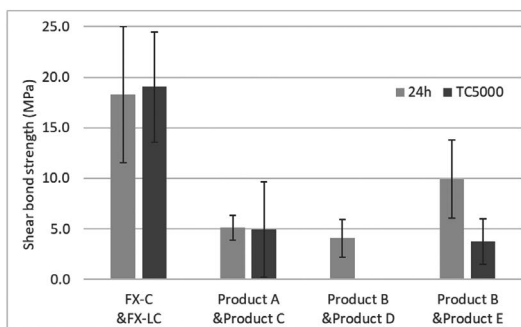


Fig 1. Shear bond strength to enamel

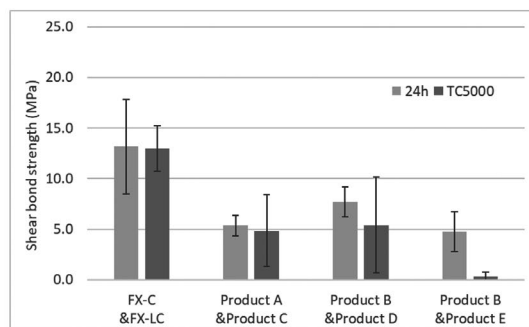


Fig 2. Shear bond strength to dentin

アドヒーズの塗布がポリエーテルエーテルケトン (PEEK) への レジンセメント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

○崔 慶一, 黒川弘康, 高橋奈央, 須田駿一, 柴崎 翔, 岩間弘明, 小池 慶, 宮崎真至

Effect of adhesive application on resin cement bonding to polyetheretherketone (PEEK)

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○SAI Keiichi, KUROKAWA Hiroyasu, TAKAHASHI Nao, SUDA Shunichi, SHIBASAKI Sho,
IWAMA Hiroaki, KOIKE Kei, MIYAZAKI Masashi

【研究目的】

スーパーエンジニアリングプラスチックは、高い耐熱性と機械的強度を有する高機能性樹脂であり、金属代替が可能なことから、先端分野を支える材料として注目されている。なかでも、ポリエーテルエーテルケトン (以後、PEEK) は、切削加工性や寸法安定性に優れているところから、歯科医療の分野では歯冠補綴装置用材料として応用されている。PEEK は透明性が低いため、審美性が要求される部位での使用には歯冠色材料による前装が必要であり、前装用コンポジットレジンと PEEK との接着性の獲得には、レーザー処理やプラズマ処理が有効とされている。一方、チェアサイドでは、PEEK で製作された補綴装置をレジンセメントを用いて口腔内に装着するが、レジンセメントと PEEK との接着性については不明な点が多く、とくに、簡便な方法での接着性の獲得が望まれている。そこで、各種アドヒーズの塗布が PEEK 樹脂へのレジンセメントの接着性に及ぼす影響について、剪断接着強さを測定するとともに、アドヒーズ処理面の表面自由エネルギーを算出することで検討した。

【材料および方法】

PEEK を含む CAD/CAM レジンブロック用アドヒーズとして、CAD/CAM レジン用アドヒーズ (松風) を用いた。対照として、ユニバーサルアドヒーズである BeautiBond Xtreme (松風), Scotchbond Universal Plus Adhesive (3M) およびユニバーサルプライマーとアドヒーズの組み合わせとして、Monobond Plus と Adhese Universal (Ivoclar Vivadent) を用いた。また、レジンセメントとしてユニセム EX (松風) を、PEEK として松風 PEEK ブロック (松風) を用いた。

1. PEEK 試片の製作

PEEK 樹脂ブロックをスライスし、常温重合レジンに包埋した後、ブロックの露出面を耐水性シリコンカーバイドペーパーの #320 で研削した。この研削面に対して、50 μm のアルミナ粒子を用いて 10 秒間、0.2 MPa の条件でサンドブラストを行い、これを PEEK 試片とした。

2. 接着試験用試片の製作

接着試験用試片の製作は、PEEK 試片に対して以下に示す 2 条件で行なった。

1) Ad-群：円柱状ステンレスロッド (内径 4 mm, 高さ 2 mm) の底面をアルミナサンドブラストした後、金属接着用プライマー (メタルリンク, 松風) を用いて製造者指示条件で処理した。次いで、練和したレジンセメントを円柱状ステンレスロッドの被着面に適量塗布した後、PEEK 試片の被着面に加重 10N で 10 秒間圧接した。マイクロブラシを用いて余剰セメントを除去した後、レジンセメントに対して 2 方向から 30 秒間照射して硬化させた。

2) Ad+群：アドヒーズを用いて PEEK 試片の被着面を製造者指示条件で処理した後、未処理群と同様に円柱状ステンレスロッドを接着させた。

3. 接着強さの測定

接着試験用試片を 37°C の精製水中に 24 時間保管した後、Test Base Clamp (Ultradent Products) を万能試験機 (Type 5500R, Instron) に設置して、クロスヘッドスピード毎分 1.0 mm の条件で剪断接着強さを測定した。なお、各条件における試片数は 10 個とした。

4. 表面自由エネルギーの測定

PEEK 試片被着面および PEEK 試片被着面を各アドヒーズで処理した面に対して、表面自由エネルギー (SFE) が既知である 3 種類の液体を 1 μl 滴下し、全自動接触角計 (Drop master DM 500, 協和界面科学) を用いて接触角の測定を行い、total SFE (γ_s) の各成分である分散 (γ_s^d)、双極子 (γ_s^p) および水素結合成分 (γ_s^h) を算出した。

【成績および考察】

PEEK 樹脂に対するレジンセメントの接着強さは、Ad-群と比較して Ad+群で高くなる傾向を示したが、その程度はアドヒーズの違いによって異なるものであった。

【結論】

PEEK 樹脂へのアドヒーズの塗布は、レジンセメントの接着強さに影響を及ぼす可能性が示された。

構造色を応用した試作バルクフィルフロアブルレジンの色調適合性評価

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○黒川弘康, 三枝 眞, 林 佳奈, 庄司元音, 若松賢吾, 宮崎真至, 日野浦光, 佐藤幹武

Evaluation of Color Matching Ability of Experimental Bulk-fill Flowable Resin Composite Applying Structural Color

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry
 ○KUROKAWA Hiroyasu, SAEGUSA Makoto, HAYASHI Kana, SHOJI Mone,
 WAKAMATSU Kengo, MIYAZAKI Masashi, HINOURA Ko, SATO Mikitake

【研究目的】

色調の異なる人工歯に規格窩洞を形成し、構造発色を応用したバルクフィルフロアブルレジンを充填した際の、レジン充填部と人工歯との色調適合性について検討した。

【材料および方法】

構造色を応用した試作バルクフィルフロアブルレジンとして OCFB-001 (OB, Tokuyama Dental) を用いた。対照として Estelite Bulk Fill Flow (EB, Tokuyama Dental) および Filtek Bulk Fill Flowable Restorative (FB, 3M) を用いた。

人工歯として硬質レジ歯 (ゼンオパール, PL16 形態, ジーシー) の下顎左側第一大臼歯を用いた。

1. 測定用試片の製作

人工歯咬合面中心小窩に、直径 4.0 mm、深さ 4.0 mm の、窩縁形態をバットジョイントとした規格円形窩洞の形成を行った。この窩洞内面に対して、サンドブラスト (アルミナ粒子: 平均粒径 50 μm) を 5 秒間、0.2 MPa の噴射圧で行った。窩洞の内面および窩縁部にボンドマーライトレス II (トクヤマデンタル) を塗布、エアブローした後にレジンペーストを充填し、透明シリコンコアを用いて加圧成形して各製造者指示条件で光照射した。

人工歯のシェードと充填するバルクフィルフロアブルレジペーストのシェードの組み合わせは、以下のとおりとした (Table 1)。

Artificial tooth	Cavity depth	OB	EB	FB
A2	4.0 mm	Universal	Universal	Universal
A4				

これらの試片を、37°C精製水中に 24 時間保管した後、窩洞辺縁から溢出したコンポジットレジンを、デザインナイフで除去した。次いで、コンポジットレジ用研磨材 (マイジンガーポリッシャー, ジーシー) を用いて研磨した。

2. 色調適合性の評価

色調適合性の評価にはクリスタルアイ (CE100-DC/JP, オリンパス) を用いた。測定用試片のバルクフィルフロアブルレジ充填部および窩洞形成がなされていない人工歯の咬合面中心小窩付近を測色し、各部位の色を CIE L*a*b* を用いて表示した。得られた測色値をもとに、計算式を用いて各測色部位間における色差 (ΔE^*ab) を算出した。

3. Translucency parameter (TP) 値の算出

各バルクフィルフロアブルレジンを内径 8.0 mm で、厚さが 4.0 mm のテフロン型に充填した後、各製造者指示条件で光照射して重合、硬化させた。これらの試片を 37°C精製水中に 24 時間保管した後、高速分光光度計 (CMS-35F S/C, 村上色彩) と、これに接続したフレキシブルセンサー (FS-3, 村上色彩) を用いて、標準黒色板および標準白色板上で測色した。それぞれの標準板上での L*値, a*値および b*値をもとに、計算式から TP 値を算出した。

【成績および考察】

OB はいずれのシェードの人工歯に対しても比較的良好な色調適合性を示したのに対し、EB および FB では、人工歯の明度が低い条件で ΔE^*ab 値が大きくなる傾向を示した。また、各バルクフィルフロアブルレジンの TP 値は異なる値を示した。

【結論】

OB は、窩が深い条件においても比較的良好な色調適合性を示すことが明らかとなった。

研磨法の違いがバルクフィルユニバーサルシェードコンポジットレジンの表面性状に及ぼす影響

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⁾,
○岩瀬 慶¹⁾, 石井 亮^{1,2)}, 嘉月 駿¹⁾, 廣兼榮造¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)},
林 康二¹⁾, 渡邊 論¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}

Influence of polishing method on the surface characteristics of a bulkfil universal shade resin composites

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

○IWAE Kei¹⁾, ISHII Ryo^{1,2)}, KATSUKI Shun¹⁾, HIROKANE Eizo¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)},
HAYASHI Koji¹⁾, WATANABE Satoru¹⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}

【研究目的】

近年、窩洞周囲歯質の色調と調和することで、単一シェードの使用でも優れた色調適合性が得られるユニバーサルシェードコンポジットレジンの使用頻度が増加している。また、ユニバーサルシェードコンポジットの更なる応用範囲の拡大を目的として、硬化深度を向上させることで大型窩洞に対して一括で充填できるバルクフィルタイプのユニバーサルシェードコンポジットレジンの開発がされた。しかし、このコンポジットレジンの優れた色調適合性を有しつつ、口腔内で長期間機能する性能を有しているかについては情報が少ないのが現状である。

そこで演者らは、新規バルクフィルユニバーサルシェードコンポジットレジンの機械的性質を評価するとともに、このコンポジットレジンの研磨面性状の違いを表面粗さ、光沢度および表面自由エネルギーの測定とともに研磨後の表面性状を観察することによって検討を加えた。

【材料および方法】

供試したコンポジットレジンは、バルクフィルユニバーサルシェードコンポジットレジンの OCFB-001 (OB, トクヤマデンタル), ユニバーサルシェードコンポジットレジンのオムニクロマフロー (OF, トクヤマデンタル), バルクフィルフロアブルレジンの Estelite Bulk Fill Flow (EB, トクヤマデンタル) および Filtek Bulk Fill Flowable Restorative (FF, 3M Oral Care) を用いた。形態修正には、ダイヤモンドポイント# SF102R (SF, 松風) あるいはカーバイトバー# FG 7714 (CB, Kerr) を、最終研磨には、スーパースナップ (SS, 松風) あるいはコンボマスター (CP, 松風) を使用した。

表面自由エネルギーの測定に際しては、直径 8.0 mm, 高さ 2.0 mm のテフロン型にコンポジットレジンを充填、ポリストリップス介して 60 秒間照射することで、これを表面自由エネルギー測定用試片 (Baseline) とした。この試片に対して SiC ペーパーの #320 まで研磨した後、SF あるいは CB で形態修正を行った条件、さらにこれらの条件に SS あるいは CP を用いて最終研磨を行った条件を加え、合計 7 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、接触角を測定することで表面自由エネルギーを算出した。

コンポジットレジンの表面性状については、レーザー顕微鏡 (VK-9710, キーエンス) および付属ソフトから表面粗さ (Ra, μm) を測定するとともに表面性状を観察した。また、光沢度の測定はデジタル光沢度計 (M-26D, 村上色彩技術研究所) を用い、入射角および受光角を 60° とし、黒ガラス標準板でキャリブレーションした後に測定した。

ヌーブ硬さ測定は、表面自由エネルギー算出用試片と同様に製作した試片を耐水性研磨紙の #2,000 まで順次研磨した後、微小硬度計 (Via-S, Matsuzawa) を用いて、ヌーブ硬さを測定した。

【成績および考察】

得られた表面自由エネルギーは、研磨法の違いおよび用いたコンポジットレジンによって異なるものであった。とくに、最終研磨法の違いは、形態修正法の違いにかかわらず表面自由エネルギーに有意な影響を及ぼすことが明らかとなった。また、形態修正および最終研磨法の違いは、用いたコンポジットレジンの種類にかかわらず、表面粗さおよび光沢度に影響を及ぼすことが判明した。硬化コンポジットレジン表面のヌーブ硬さは、OB および OF が他のコンポジットレジンに比較して有意に高い値を示した。

【結論】

バルクフィルタイプの OB は、OF に比較して同等の研磨面表面性状およびヌーブ硬さを有していた。また、コンポジットレジンに対する研磨法の違いは、表面性状、光沢度および表面自由エネルギーに影響を及ぼすことが明らかとなった。このことから、形態修正および研磨操作は、その後の審美性やその保持性に影響を及ぼすことから、その操作法とともに研磨器具の選択が重要であることが示された。

大白歯用ハイブリッドレジンプロックにおける水中浸漬1年間後の吸水量

株式会社ジーシー
○棚澤 公貴, 荻谷 周司, 篠崎 裕

Water sorption of hybrid resin blocks after one year immersion GC Corporation ○Kimitaka Tanazawa, Syuji Kariya, Yutaka Shinozaki

【研究目的】

近年、ハイブリッドレジンプロックによる CAD/CAM 冠の保険適用範囲が拡大している。2022 年 4 月からは新たに CAD/CAM インレーが保険収載となったことで、保存修復においてもハイブリッドレジンプロックを用いた臨床が広く行われるようになった。一方で、こうしたハイブリッドレジンプロックは、レジンマトリックスの経時的な吸水により機械的および審美的特性が低下する恐れがある。日本歯科材料工業協同組合規格 JDMAS 245 : 2020 には吸水量の規格値が設けられているが、その水中浸漬期間は 7 日間であり、長期的な吸水の影響は不明な部分が多い。そこで本研究では、JDMAS 245 : 2020 タイプ 3 に該当する各種大白歯用ハイブリッドレジンプロックにおける水中浸漬1年間後の吸水量を評価した。

【材料および方法】

大白歯用ハイブリッドレジンプロックとして、セラスマート 300 (A3LT, ジーシー) および Product A~Product C を用いて吸水試験を行った。各ブロックからダイヤモンドカッターを用いて一辺が $9.0 \sim 14.0 \pm 0.1$ mm で厚さが 1.0 ± 0.2 mm の平板を切り出し、各面を水に懸濁させたアルミナ研磨粉末とフェルトを用いて光沢研磨することで試験片を作製した。JDMAS 245 : 2020 の試験方法に準拠して蒸留水中の浸漬期間を 7 日間とした群と、浸漬期間を 1 年間とした群についてそれぞれ吸水量を測定した (各 n=5)。なお、1 年間浸漬した群については、蒸留水の腐敗を防ぐため 7 日間おきに蒸留水を交換した。得られた結果は、有意水準 5% で Tukey-Kramer 検定を行い解析した。

【結果および考察】

各製品の吸水量を Figure 1 に示す。7 日間浸漬後の吸水量は Product A が有意に低い値を示した一方で、1 年間浸漬後の吸水量はセラスマート 300 が最も低く、Product A~Product C と比較して有意に低くなった。また、水中浸漬 7 日後から 1 年後の吸水量の増加率は、セラスマート 300 が 6.5%、Product B が 10% と低い値であったのに対し、Product A および Product C では大幅な増加が認められたことから、これらは口腔内において経時的に劣化しやすい材料であることが示唆された (Product A : 116%, Product C : 197%)。製品によるこうした吸水挙動の違いは、レジンマトリックスの組成や無機フィラーの表面処理状態が製品ごとに異なるために生じると考えられる。

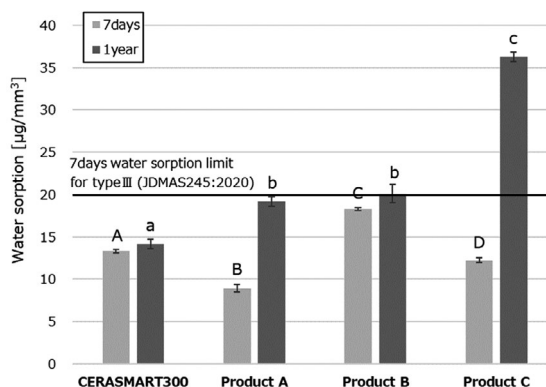


Figure 1 Water sorption after 7days and 1year immersion.
※Same alphabet means no significant difference ($p > 0.05$).

【結論】

セラスマート 300 は 1 年間の水中浸漬後においても JDMAS 245 : 2020 タイプ 3 の規格 ($20 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) 内の結果であるだけでなく、吸水量の増加率も極めて低いことから、大白歯用ハイブリッドレジンプロックの中で口腔内での安定性が長期的に優れた材料である。

高純度ハイドロキシアパタイト含有知覚過敏抑制材料 APASHIELD の臨床的有効性

Sangi Dental Clinic

○宮崎 千絵

The clinical effectiveness of APASHIELD high purity hydroxyapatite desensitizing paste

Sangi Dental Clinic

○Chie Miyazaki

緒言：象牙質知覚過敏症の治療は、疼痛を抑制する保存療法が主流であるが、こうした保存療法の治癒率は約 60%程度とされており、痛みを再発することが多いと報告されている。本研究に用いた歯科用知覚過敏抑制材料 APASHIELD の有効成分は、歯とほぼ同じ成分のハイドロキシアパタイトで、生体親和性が高く、溶解性の低い物質である。抜去歯牙を用いた先行研究において、電子顕微鏡による観察から露出した象牙細管は同材料によって緊密に封鎖され、その封鎖率は高く、象牙質知覚過敏症の新治療材料として有効である可能性が示唆されている。本研究は APASHIELD の象牙質知覚過敏症の治療材料としての臨床的有効性を評価することを目的とした。

材料と方法：象牙質知覚過敏症の患者 11 名 (13 症例) に対して、ラバーカップを用いて対象歯に APASHIELD ペーストを 30 秒ほど塗布し、水洗した。処置前後及び処置後 1 週間において、一定流量 (15±3L/min) に設定したエアーストリーミング、冷水刺激 (15℃)、擦過刺激 (20g) に対する痛み及び自発痛の程度を数値評価スケール NRS (Numerical Rating Scale) で評価した。日常臨床において、一般的に知覚過敏の刺激の確認として用いられているエアーストリーミングで NRS 値が 0 とならない場合、最大 3 回まで塗布、水洗を繰り返し、処置ごとに痛みを評価を行った。また処置前後、処置後 1 週間における対象歯の歯肉炎指数 GI 及びポケット深さにより、APASHIELD 処置による歯肉の損傷、炎症の程度を評価した。処置前の NRS 値に対する処置後、処置後 1 週間の NRS 値について Wilcoxon signed-rank test にて統計解析を行い、刺激に対する痛みが緩和したか評価を行った。多重性の補正は Bonferroni 法にて行った。

結果および考察：冷水及びエアーストリーミングでは、APASHIELD 処置後、処置後 1 週間において有意に痛みが緩和効果がみられ (P<0.05)、象牙質知覚過敏症に対する有効性及び持続性が認められた。また、処置回数を重ねるごとに痛みが緩和効果は増大する傾向がみられた。フッ化物と β -TCP を配合した歯磨剤を継続的に歯根部に塗布した場合、塗布回数を重ねるごとに象牙細管の封鎖率は上がり、さらに象牙細管の奥深くまで入り込むことが報告されている。本研究でも同様に、処置回数を重ねることによりアパタイトによる象牙細管の封鎖率が上がり、痛みが徐々に増大した可能性がある。処置後 1 週間における NRS の平均値は、処置後よりも若干上昇しており、痛みが後戻り傾向がみられた。ハイドロキシアパタイトは酸性環境下で溶解するため、日常生活において、プラークの付着や酸性の飲食物を摂取することにより、象牙細管を封鎖していたハイドロキシアパタイトが溶解、脱離し、痛みが後戻りしている可能性が考えられる。ただし、上述したように処置を繰り返すことによって、象牙細管の奥深くまで入り込めば、酸性の飲食物へ暴露されず、脱離もしづらくなると考えられ、痛みが後戻りの防止が期待できる。擦過刺激に対する痛み及び自発痛は、ほとんどの患者で処置前から NRS 値が 0 であったため、統計解析は実施しなかった。APASHIELD 処置により、歯肉の損傷、炎症の悪化はほとんど観察されず、安全性の高い処置であると考えられた。今後は、APASHIELD 処置による痛みがどこまで持続するか確認すると共に、繰り返し塗布による象牙細管の封鎖状況の形態学的な観察など、in vitro における客観的な評価を実施する予定である。本研究は株式会社サンギ倫理審査委員会の承認 (No. 2021001) を得た後、実施した。

新規自己接着性コンポジットレジンの象牙質微小引張接着強さの評価

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 歯科保存修復学分野

○横山 章人, 大原 直子, 高橋 圭, 松崎 久美子, 神農 泰生, 山路 公造, 吉山 昌宏

Evaluation of μ TBS of new self-adhesive composite resin on dentin

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

○YOKOYAMA Akihito, OHARA Naoko, TAKAHASHI Kei, MATSUZAKI Kumiko, SHINNO Yasuo, YAMAJI Kozo, YOSHIYAMA Masahiro

【緒言】

歯面処理を必要としない自己接着性コンポジットレジンとは、簡便に、短時間で接着することを可能とし、被着面の汚染リスクの低減や治療環境の整っていない訪問診療などでの有用性が期待される。自己接着性コンポジットレジンにおける課題として歯質接着と重合収縮応力のバランスをとる必要がある。歯質の水分に溶解する新規光重合開始剤と重合収縮応力を緩和する新規オリゴマーを配合した新規自己接着性コンポジットレジン SA-100R (クラレノリタケデンタル) が開発された。そこで本研究では、自己接着性コンポジットレジン SA-100R の微小引張接着強さ (以下 μ TBS) の測定を行うことで、象牙質に対する接着性を評価することとした。

【材料と方法】

本研究は岡山大学大学院医歯薬学総合研究科の倫理審査委員会の許可 (承認番号 189 号) のもと行った。ヒト大臼歯の抜去歯咬合面に健全象牙質平坦面を作成し、耐水研磨紙#600 で研磨し被着面とした。接着材料として、新規自己接着性コンポジットレジン SA-100R (クラレノリタケデンタル, 以下 SA)、既存の自己接着性コンポジットレジン Vertise Flow (Kerr, 以下 VF) および Fusio (Pentron, 以下 FU) を使用した。製造者の指示に従った手順で被着面に積層した。すなわち SA はエアージェット乾燥後 0.5mm 以下の厚みで充填し 10 秒経過後、光照射を 10 秒間行い積層充填、VF はエアージェット乾燥後付属のブラシで 0.5mm 以下に広げ 20 秒経過後、光照射を 20 秒間行い積層充填、FU は弱エアージェットで湿潤状態の被着面に 1mm 以下の厚みで充填しニードルチップで混ぜながら 20 秒間経過後、光照射を 10 秒間行い積層充填した。光照射器はペンブライト (松風) H1 モード (光強度 1200 mW/cm²) を使用した。24 時間 37°C 水中保管し硬組織精密切断機 (IsoMet, Buehler) を用いて接着面が約 1×1 mm (1mm²) あるいは約 2×2 mm (4mm²) となるように角柱型切片を作製した。得られた切片は小型卓上試験機 (EZ-S, 島津製作所) を用いてクロスヘッドスピード 1mm/min の条件下で微小引張接着試験を行い、また破断した接着面の断面積を測定した。得られた μ TBS は Dunnett's test にて有意水準 5% で統計処理を行った。

【結果と考察】

SA の断面積 1mm² 切片の μ TBS は、18.38±5.63 MPa (n=22) であった。一方 VF および FU の 1mm² 切片は角柱型切片作製中にすべての試料が脱離し有効な値が得られなかった (各群被験歯数 3 歯)。4mm² 切片の μ TBS は、SA が 4.77±3.25 MPa (n=14)、VF が 2.53±1.76 MPa (n=9)、FU が 2.46±1.61 MPa (n=12) であり、SA は VF あるいは FU と比較して有意に高い値であった。SA は 1mm² 切片作製において特に支障はなかった一方、VF と FU は 1mm² 切片の作製が困難であった。これは本研究の環境において VF および FU の接着強さが試料切断時の摩擦力に耐えられなかったことが要因と考えられる。また 4mm² 切片において SA の μ TBS が他より有意に高く、これらから SA は VF や FU と比べて優れた象牙質接着性を持つことを示していると考えられる。SA に配合された新規重合開始剤が歯質に接する面で高濃度となり重合硬化性を高め歯質界面接着強化が得られたこと、また本研究では各材料の適応として想定する窩洞よりも大きい被着面で接着操作を行っており、SA の新規オリゴマー配合による重合収縮応力の低減が有効に働いた可能性が考えられる。

SA において接着面の大きい切片は μ TBS の低下を示した。微小引張接着試験において、接着面積が大きくなるに従い μ TBS が低下することが報告されている。現在は μ TBS 試験は 1mm² での評価が行われることが多い。接着面積の異なる角柱型切片間での μ TBS の単純な比較はできないことが本研究で改めて確認できた。

【結論】

新規自己接着性コンポジットレジン SA-100R は、既存の材料と比べ良好な象牙質接着性を有することが示唆された。

血液汚染が自己接着性コンポジットレジン象牙質せん断接着強さにおよぼす影響

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科歯科保存学分野

○三浦滉毅, 星加知宏, 西谷佳浩

Effect of blood contamination on dentin shear bond strengths of self-adhesive composite resin.

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

○MIURA Koki, HOSHIKA Tomohiro, NISHITANI Yoshihiro

【研究目的】

高齢者の残存歯数の増加に伴い、歯頸部や露出した根面に対するう蝕治療は増加している。これらのう蝕は歯肉縁付近となることが多く、血液、歯肉溝浸出液、唾液などによる接着阻害因子の影響を受ける可能性が高い環境である。窩洞形成後の歯面処理や充填材料の填塞に要する時間を短縮できれば、接着阻害のリスクを下げられる場合も多いことから、歯面処理を必要としない自己接着性コンポジットレジンに着目し、血液汚染が生じた場合の接着強さへの影響について検討を行った。

【材料および方法】

自己接着性コンポジットレジンとして SA-100R (クラレノリタケデンタル) を実験に供した。象牙質は 30 週齢未満の新鮮ウシ抜去前歯 40 本を用い、歯冠部にて切断・エポキシ樹脂に包埋後、唇側面を #600 耐水研磨紙にて研削した。4 種類の比較群として、① 健全象牙質 (Control), ② 健全象牙質に歯面処理材としてカタナクリーナー (クラレノリタケデンタル) をメーカー指示通りに使用したもの (KC), ③ 健全象牙質に汚染物としてウシ血清 (F7254, Sigma-Aldrich) を 10 秒間塗布し水洗後、カタナクリーナーでメーカー指示通りに表面処理したもの (BK), ④ 健全象牙質に汚染物としてウシ血清 (F7254, Sigma-Aldrich) を 10 秒間塗布し水洗したもの (BW) を準備した。各接着象牙質に対して内径 2.37 mm のモールド (ウルトラデント) を設置し、モールド内に SA-100R を填入、10 秒静置後に照射器にて光硬化させた。24 時間 37°C インキュベーター内で蒸留水に浸漬し保管した。その後、接着試料を卓上小型万能試験機 (EZ-SX, SHIMADZU) にて、クロスヘッドスピード 1.0mm/min の条件下でせん断接着試験を行った。試料数を各 9 個とし、得られた結果は One Way ANOVA Holm - Sidak method を用いて有意水準 5% にて統計処理を行った。また、同じ条件で作製した各群の接着試料に関して走査電子顕微鏡を用いて SA-100R と象牙質との接着界面および象牙質処理面の観察を行った。

【結果】

せん断接着強さは、Control, KC, BK, BW の順にそれぞれ、 7.80 ± 0.97 MPa, 7.79 ± 1.69 MPa, 6.49 ± 1.80 MPa, 5.49 ± 1.01 MPa であった。Control 群と KC 群は BW 群と比較して有意に高く、Control 群と KC 群と BK 群では有意差を認めなかった。また、接着界面の微細構造を観察したところ、すべての群で SA-100R から象牙質への移行的な界面が観察された。

【考察】

接着試験の結果から、Control 群と KC 群に有意差はなく、健全象牙質にカタナクリーナーを歯面処理材として使用しても接着強さに影響はなかった。また、BW 群が Control 群と KC 群と比較して有意に低い値を示したことから、血液による汚染が SA-100R の象牙質への接着を阻害し、カタナクリーナーによる歯面処理によって接着強さを改善することが示唆された。今後は、市販の製品も含め、自己接着性コンポジットレジンの長期的な辺縁封鎖性について検討する予定である。

BioUnion ガラス含有水硬性仮封材の脱灰抑制能の評価

株式会社ジーシー
○勝又淳友, 篠崎裕

The effect of demineralization suppression by new hydraulic temporary filling material containing BioUnion glass

GC Corporation

○Atsutomo Katsumata, Daiki Machida, Yutaka Shinozaki

【緒言】

株式会社ジーシーでは、マルチイオンを放出するバイオアクティブ性ガラスとして BioUnion ガラスを開発しており、ケアラインシリーズ (ケアラインシールド, ケアラインレストア) や 2022 年 2 月に上市された水硬性仮封材のキャビトンファストに配合されている。BioUnion ガラスはフッ化物イオン, 亜鉛イオン, カルシウムイオン等を放出するため, 様々な文献で述べられているような, ミュータンス菌の生育抑制能, 脱灰抑制能, 再石灰化促進効果^{1)~3)}といった効果が期待される。キャビトンファストにおいても BioUnion ガラスからのマルチイオン放出により, バイオアクティブ性能が期待できる。本研究では, 各水硬性仮封材における脱灰抑制能について評価したので報告する。

【材料と方法】

サンプルとして, キャビトン ファスト (CF ; GC), キャビトン (CV ; GC), 水硬性仮封材 (製品 A, 製品 B, 製品 C) を用いた。試験体作製を以下手順で行った。包埋した牛歯冠部の唇側面を耐水研磨紙 1500 番で表面研磨しエナメル質部を露出させた。その中央部に直径 3mm, 深さ 2.5mm の窩洞を形成した。窩洞に材料を充填し, 37°C 蒸留水中に 1h 浸漬し材料を硬化させ, これを試験体とした。試験体は同種類の材料につき 5 個ずつ作製した。

水中浸漬 1h 後の試験体を 1 日 1 回 pH4.5 の酢酸緩衝液中に 2h 浸漬し, それ以外の期間は pH7.0 の人工唾液中に保管する脱灰試験を 28 日間繰り返し行った。

脱灰抑制能の評価については, 各浸漬期間 (0~28 日間浸漬試験後) ごとのビッカース硬度を測定 (試験力 : HV0.1N, 保持時間 15s) し, 比較することで評価した。測定箇所として窩洞形成したエナメル質部の窩洞辺縁から 100 μm 離れた所を選択し, 1 試験体につき 5 箇所測定した平均値を測定値とした (n=5)。

【結果と考察】

Fig.1 より, ビッカース硬度はすべての期間において CF が最も高い値であった。牛歯歯質表面の硬さは脱灰が進むにつれ低下するため, CF が最も高い脱灰抑制能を示した結果となった。

CF は BioUnion ガラスが配合されており, BioUnion ガラスからはフッ化物イオン等が放出される。フッ化物イオンにより脱灰抑制能を有していることが文献で報告されている³⁾。したがって, フッ化物イオンを放出するため CF は高い脱灰抑制能を示した。

【結論】

BioUnion ガラスを配合した水硬性仮封材であるキャビトン ファストは, 4 週間に渡り窩縁部エナメル質に対する高い脱灰抑制能を示した。

【参考文献】

- 1) G. He et al. Arch Oral Biol. 2002 Feb;47(2):117-29.
- 2) 桑木ら 小児歯科学雑誌 31(3):460-465 1993
- 3) N. R. Mohammed et al. J. Dent 42 (2014) 1096-1104

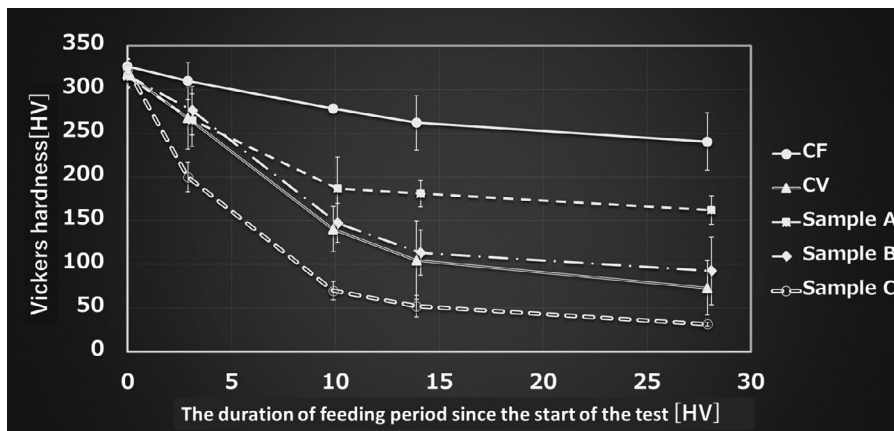


Fig.1 Demineralization test results of hydraulic temporary filling material (0-28 days)

Streptococcus sobrinus 感染象牙質に対する抗菌的光線力学療法の殺菌効果

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

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

○山口耀平¹, 新海航一^{1,2}, 葛城啓彰³

Sterilization effect of antimicrobial photo dynamic therapy for *Streptococcus sobrinus* infected dentin

¹Advance Operative Dentistry-Endodontics, 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 Microbiology, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

○Yohei Yamaguchi¹, Koichi Shinkai^{1,2}, Hiroaki Katsuragi³

【緒言】

抗菌的光線力学療法 (aPDT) は感染象牙質に対しても応用できるが、その殺菌効果を検討した基礎研究は少ない。当講座では、*Streptococcus mutans* や *Lactobacillus acidophilus* を感染させた象牙質に対する aPDT の殺菌効果を評価してきたが、その他の齶蝕原生菌に対する aPDT の殺菌効果についても検討が必要である。そこで、本研究では *Streptococcus sobrinus* (*S. sobrinus*) を感染させた象牙質に対して aPDT を行い、その殺菌効果を評価した。また、レーザーの照射条件の違いが aPDT の殺菌効果に及ぼす影響についても検討した。

【方法】

ウシ下顎前歯を用いて約 3×3×1mm の象牙質プレートを作製し、40%リン酸水溶液で酸処理してスマヤー層の除去と象牙細管の開口を行った後、超音波洗浄を行ってからオートクレーブ (2atm, 121°C, 15min) にて滅菌した。次いで 24 ウェルプレートに象牙質プレートを静置し、吸光度 0.3 に調整した *S. sobrinus* (ATCC 33478) 懸濁液を象牙質プレートに 20 μL ずつ滴下した後、遠沈 (2000rpm/10min) によって象牙細管内に細菌を侵入させ、BHI 液体培地を添加してから 37°C、10%CO₂ 環境下で 3 時間培養を行った。培養後、象牙質プレートの表面をリン酸緩衝液 (PBS) にて洗浄し細管外の細菌を可及的に除去したものを感染象牙質プレートとした。光感受性色素 (PS) は、Brilliant Blue (BB)、Acid Red (AR) を PBS に溶解し 1% に調整した後、0.2 μm メンブレンフィルターを用いて濾過滅菌したものを使用した。半導体レーザーは P2 Dental Laser System (Picon Laser Technology) を使用し、波長を 650nm に設定、出力は 50mW、100mW および 200mW とし、照射時間はエネルギー密度が均等 (11.9 J/cm²) となるように 50mW×120 秒、100mW×60 秒および 200mW×30 秒に設定した。なお、照射モードは CW、照射距離は 10mm とした。PS と各照射条件を組合せた aPDT は、BB50、BB100、BB200、AR50、AR100 および AR200 の 6 実験群を設定し、aPDT を行わないものを Control とした (n=6)。aPDT 群は、試料を PS 溶液に浸漬し暗所で 5 分間静置した後に各照射条件にてレーザーを照射した。照射後は、PBS にて表面に付着した余分な色素を洗浄した。次に PBS 1.0mL が入ったマイクロチューブに各試料を浸漬し、3 分間の超音波洗浄を行って象牙質プレートから *S. sobrinus* を剥離させて細菌懸濁液を作製し、懸濁液の ATP 測定とコロニーカウントを行った。各データは Kruskal-Wallis test と Steel-Dwass post hoc test を用いて有意差検定を行った。

【結果】

ATP 測定とコロニーカウントのデータについて有意差検定を行った結果、いずれの実験群も Control と比較して細菌数は減少しているもののコントロールとの間に有意差は認められなかった。また、各々の実験群の間にも細菌数に有意差は認められなかった。しかし、BB、AR とともに、レーザー出力の上昇に伴い細菌数が減少する傾向がみられた。

【考察】

今回はデータに大きなバラツキがみられたが、吸光度 0.3 の細菌懸濁液を作製してもその液中の細菌数が一定にならないこと、一定時間超音波洗浄を行っても象牙質プレートからの細菌剥離率に差が生じたことがその要因として考えられる。今後はこれらの要因を排除しながら実験を進める予定である。照射出力が高いと殺菌効果が強くなる傾向は、照射エネルギー量を一定にしても高出力のほうが aPDT による活性酸素量が多くなったためと推察される。

【結論】

半導体レーザーと Brilliant Blue あるいは Acid Red を組み合わせた aPDT は、*S. sobrinus* に対してある程度の殺菌効果を示した。また、照射エネルギー量が一定であっても照射出力を高くした方が、殺菌効果が高くなることが示唆された。

アドヒーズに対する照射の有無が 自己接着性レジンセメントの象牙質接着性に及ぼす影響

¹ 日本大学歯学部保存学教室修復学講座, ² 福本歯科医院, ³ かなまる歯科クリニック
○白土康司¹, 林 佳奈¹, 庄司元音¹, 高見澤俊樹¹, 宮崎真至¹, 福本敬一², 金丸壽良³

Influence of light irradiation to the universal adhesive on dentin bond strength of self-adhesive resin cements

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry,
²Fukumoto Dental Clinic, ³Kanamaru Dental Clinic
○SHIRATSUCHI Koji¹, HAYASHI Kana¹, SHOJI Mone¹, TAKAMIZAWA Toshiki¹,
MIYAZAKI Masashi¹, FUKUMOTO Keichi², KANAMARU Toshiro

【研究目的】

近年、自己接着性レジンセメントのプライマーとしてユニバーサルアドヒーズを使用するシステムが市販、臨床応用されている。一方、これらのアドヒーズには光照射を行わず使用することが製造者から指示されている製品も多い。そこで演者らは、自己接着性レジンセメントのアドヒーズへの光照射の有無が歯質接着性に及ぼす影響について、剪断接着強さ試験および接着界面の走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察を行うことによって検討した。

【材料および方法】

自己接着性レジンセメントおよび付属のアドヒーズとして、Clearfil Universal Bond Quick ER+SA Luting Multi (SAQ, クラレノリタケデンタル) および Scotchbond Universal Plus Adhesive + Rely X Universal Resin Cement (RUS, 3M Oral Care) を用いた。また、35 %リン酸エッチング剤として Ultra-Etch (Ultradent Products) を用いた。

1. 接着試験用試片の製作

接着試験用試片の製作に際しては、ウシ下顎前歯の歯冠部を常温重合レジンに包埋し、象牙質平坦面を耐水性研磨紙の #320 を用いて研削した。歯面処理に際しては、アドヒーズの塗布に先立ってリン酸エッチングを 15 秒間エッチングを行い、水洗乾燥した条件 (ER mode) あるいはこれを行わない条件 (SE mode) とした。アドヒーズの塗布については、製造者指示条件に従って塗布を行い、光照射を行った条件 (照射群) およびこれを行わない条件 (照射無し群) とした。これらの被着面にレジンセメントを用いてステンレスロッド (直径 4 mm, 高さ 2 mm) を接着させた。その際、ステンレスロッド被着面にはアルミナブラスト処理 (50 μm) を 0.4 気圧の条件で 10 秒間行った。次いで、セメントペーストをステンレスロッド処理面に塗布、被着面にステンレスロッドを静置し、定荷重加圧器を用いて 196.8 N の条件で圧接した。荷重負荷条件で、ステンレスロッドとアドヒーズ塗布面の間から溢出したセメントペーストをマイクロブラシにて除去し、異なる 4ヶ所から 10 秒間ずつ、合計 40 秒間光照射を行い、これを接着試験用試片とした。これらの試片は、37°C 精製水中に 24 時間保管後、5~55°C の温熱負荷を 10,000 回負荷した。

2. 剪断接着強さの測定

所定の保管条件が終了した試片に対して万能試験機を用いて剪断接着強さを測定した。なお、接着試片製作後 24 時間水中に保管した条件をベースラインとした。試片の数は、各条件についてそれぞれ 12 個とした。

3. 走査電子顕微鏡観察

レジンセメントと象牙質との接合界面については、通法に従って試片を製作し、走査電子顕微鏡によって観察した。

【成績および考察】

24 時間後の接着試験の結果から、いずれのレジンセメントにおいても、エッチングモードの違いにかかわらず照射群が照射無し群と比較して高い接着強さを示した。RUS の ER mode 条件は、SE mode 条件と比較して同程度の接着強さを示したものの、SAQ では SE mode 条件と比較して ER mode 条件で低い値を示した。一方、TC 後の接着強さは、セメントの種類、エッチングモードおよび光照射の有無によってその傾向は異なるものであった。

【結論】

本実験の結果から、アドヒーズに対する光照射の有無は自己接着性レジンセメントの象牙質初期接着強さおよび接着耐久性に影響を及ぼすことが判明した。

保管条件による接着材料の劣化

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

日本大学松戸歯学部教養学(化学)講座^{3, 4}

○藤田(中島)光¹, 小嶋康世², 庫川幸利¹, 成田興治¹, 神谷直孝¹, 布施 恵³, 内山敏一¹, 平山聡司¹

Deterioration of adhesive materials due to storage conditions

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

Department of Liberal Arts (Chemistry)³, Nihon University School of Dentistry at Matsudo,

○Kou Fujita-Nakajima, Yasutoshi Ojima, Yukitoshi Kurakawa, Kouji Narita, Naotaka Kamiya,
Megumi Fuse, Toshikazu Uchiyama, Satoshi Hirayama

【研究目的】

ワンステップボンディング材は、接着性能の向上と共に操作が簡便なことから幅広く使用されている。しかし、この接着材の使用により、機能性モノマー中のメタクリロキシエステル部分の加水分解に起因する化学的劣化が起こることが、いくつかの研究により報告されている。

コンポジットレジン修復で使用する接着材は、保管温度や保管期間により、歯質に対する接着強さが低下する。本研究は、ワンステップおよび2ステップのセルフエッチングプライマーで処理した歯質に対するコンポジットレジンの接着強さが、プライマーおよびボンディング材の劣化によって低下する原因を究明することを目的として、核磁気共鳴(¹³C NMR)法とせん断接着強さ試験を行い、比較検討した。

【材料および方法】

ワンステップボンディング材は機能性モノマーとして4-METを含有するG-プレミオボンド(G-PrB)を使用し、2ステップセルフエッチングプライマーは機能性モノマーとしてHEMAを含有するメガボンド2(MB2)を使用した。保管場所はそれぞれ2℃(冷蔵庫)、20℃(室温)および37℃(恒温槽)中の3条件とし、保管期間は0(コントロール)、3,7および14週とした。¹³C NMR測定試料は、各G-PrBおよびMB2 300 mgとジメチルスルホキシド250 mgをNMR管に精秤し、¹³C NMRの測定はECZ 500スペクトロメーター(日本電子,東京)を用い、G-PrBおよびMB2水溶液の¹³C NMRスペクトルを45°パルス、パルス間隔9秒、積算回数817回、測定温度21℃の条件で測定し、解析した。せん断接着強さの測定は、新鮮ウシ抜去前歯冠部エナメル質および象牙質を用いて、モールドに即時重合レジンで包埋し、エナメル質および象牙質を耐水カーバイドペーパー#1000まで平坦に研磨して被着試料とした。試料は37℃24時間保管後、せん断試験機(TG-5KN)に設置し、クロスヘッドスピード1.0 mm/minの条件で、2, 20および37℃で保管したG-PrBおよびMB2を用いて、保管期間の違いによるエナメル質および象牙質のせん断接着強さを測定した。

【結果および考察】

G-PrBおよびMB2を37℃に保管すると、¹³C NMRスペクトルからメタクリル酸のカルボキシル基カルボニルカーボンおよびエチレングリコールのメチレンカーボンに帰属されるピークが検出され、保管期間の延長に伴い、NMRピーク強度は増大した。保管温度を変化させたG-PrBおよびMB2中の加水分解量は、2℃から37℃の変化に伴い、保管期間が14週になると、G-PrBで5.52%から13.78%、MB2で11.40%から42.87%と著しく増加した。この加水分解は、両接着材料に含有している酸性モノマーMDPが、HEMA中のエステル部分の加水分解を誘発する量のプロトンを供給しているためである。37℃まで温度を上げると、保管温度2℃や20℃のときよりも加水分解速度が速くなった。エナメル質のコントロールの接着強さは、G-PrBは16.41 MPa、MB2は21.92 MPaであったが、37℃で14週間保管するとG-PrBは13.98 MPa、MB2は18.42 MPaと低下した。同様に象牙質のコントロールの接着強さは、G-PrBは15.80 MPa、MB2は16.77 MPaを示したが、37℃で14週間保管するとG-PrBは14.05 MPa、MB2は10.39 MPaまで低下した。

【結論】

加水分解速度は、保管温度の上昇に伴い、MDP中のリン酸の解離が促進されたためと考えられ、G-PrBおよびMB2中の4-METおよびHEMAのエステル部分の加水分解が、保管温度に強く依存し、接着強さは低下した。エナメル質および象牙質に対するコンポジットレジンの接着強さの低下は、4-METおよびHEMAの加水分解による接着材料の保管温度および経時的劣化に起因することが示唆された。

う蝕影響象牙質が1ステップセルフエッチングボンディング材の性能に与える影響

株式会社ジーシー

○佐藤 憂菜, 平野 恭佑, 篠崎 裕

Effect of caries-affected dentin on 1-step self-etch adhesive performance.

GC Corporation

○Yuna Sato, Kyousuke Hirano, Yutaka Shinozaki

【目的】 コンポジットレジン(CR)によるMI修復において, 感染象牙質のみを除去して, 非感染のう蝕影響象牙質を温存する方法が推奨されている. 感染象牙質から健全象牙質にかけての硬度の段階的な変化を判断することは困難であるため, う蝕検知液やスプーンエキスカペータなどによる繊細な切削操作が必要となる. しかし, う蝕影響象牙質では, ミネラルの含有量の低さが示唆されており, スメアには通常よりもコラーゲンが多く含まれ, 接着性能への懸念がある1). そこで本研究では, 脱灰水溶液に浸漬した歯質に対して, う蝕検知液を用いながら種々の方法で表面の軟化象牙質を除去したう蝕影響象牙質モデル(Artificial caries-affected dentin, ACAD)を作製し, 1ステップセルフエッチングボンディング材であるG-プレミオボンドを使用した際の, 接着性能への影響を評価することとした.

【材料及び方法】 せん断接着試験は ISO 29022:2013 に準拠して行った. ウシ前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し, #600の耐水研磨紙で注水研磨し, 象牙質を露出させた. 脱灰水溶液(CaCl₂ 1.5 mM, KH₂PO₄ 0.9 mM, 酢酸 50 mM, Na₃ 0.02%, NaOHでpH4.5に調整)に浸漬し, 37°Cで2.5日間静置することで脱灰象牙質モデルを作製した2). 被着体の条件は, (i)健全象牙質を#400研磨(control), (ii)う蝕検知液(ニシカカリエスチェック・ブルー, 日本歯科薬品)を用いながら, 脱灰象牙質モデルを#400研磨, (iii)う蝕検知液を用いながら, 脱灰象牙質モデルをスプーンエキスカペータで研削とした. 添付文書に従いG-プレミオボンド(GPB, GC)で処理した後, LED光照射器(G-ライトブリマII, GC)にて10秒間光照射した. モールド(Φ2.38 mm, ultradent)にCR(クリアフィルAP-X, クラレ)を充填し, 20秒間光照射を行った後, 作製した試験片を37°C, 24時間水中浸漬した. せん断接着強さはオートグラフ(EZ-S, Shimadzu)にてクロスヘッドスピード1 mm/min.で測定した(n=5). 得られた結果は, one way ANOVA(p値:0.05)にて統計解析した. また, 回収したCR片の破断面をSEMにて観察した(T:Tooth, B:Bond, C:CR, c:cohesive, i:interface).

【結果及び考察】 健全象牙質同様, ACADにおいても研削方法によらず, 有意差なく安定した接着強さを示した. 破壊形態はACADでは歯質の凝集破壊が増加し, 健全象牙質と比較して硬度が低下していることが明らかとなったが, それでも高い接着強さを示し, GPBの象牙質への高い浸透性が示唆された. GPBは水を多く含みpHが低いため, 厚いスメア層を効果的に溶解することができ, 低い粘性と適度な親水性モノマーによって, 残されたコラーゲン線維に対する親和性が高いと考えられる.

【結論】 う蝕影響象牙質は非感染ではあるが, ミネラル相の減少による硬度低下やコラーゲン線維を多く含む厚いスメア層の存在によるボンディング材の接着性能低下に伴う, 二次う蝕への懸念が拭えない. しかしそのような状況においても, 再石灰化の可能性がある象牙質との高い親和性を示し, 高い辺縁封鎖性が期待されるGPBは, MI治療が謳われる昨今, 長期的な予後を見据えた有用な製品であるといえる.

【参考】 1)M. Nakajima, Japanese Dental Science, Review, 2011, 47, 102-114 2)G. J. Joves, Dental Materials Journal, 2013, 32(1), 138-143

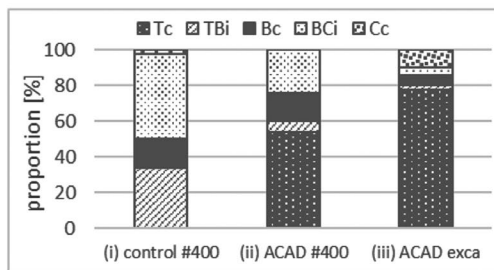
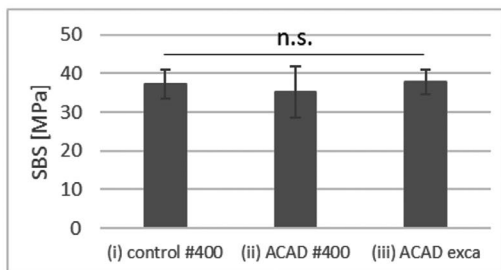


Fig. 1 Results of shear bond strength (SBS) test Fig. 2 Fracture morphology proportion by SEM observation

イオン徐放性歯科用セメントの *Streptococcus mutans* に対する抑制効果

岩手医科大学歯学部う蝕治療学分野

○東 兼司¹, 中村 友宣¹, 清水 峻介¹, 志賀 華絵¹, 浅野 明子¹, 野田 守¹

Suppressive effect of sustained ion release dental cement on *Streptococcus mutans*

¹Division of Operative Dentistry and Endodontics, Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Iwate Medical University.

○Kenji Higashi, Tomohisa Nakamura, Shunsuke Shimizu, Hanae Shiga, Akiko Asano, Mamoru Noda

【緒言】

歯科保存修復学の分野において、抗齲蝕作用を期待して、主にフッ素イオン徐放性歯科用セメントが使用されてきた。近年では、亜鉛イオンやカルシウムイオンの徐放性を加え、齲蝕関連細菌への抗菌効果により、長期にわたり抗齲蝕性を期待できる材料として臨床応用されている。その効果は、訪問診療や治療制限が多い有病高齢者、またはセルフケア困難者の根面齲蝕や二次齲蝕発生を抑制できると考えられる。亜鉛含有歯科用セメントが *Streptococcus mutans* (以下 *S. mutans*) の付着を抑制するという研究や、口腔内細菌に対し抗菌性を示すという研究もある。本研究では、市販のイオン徐放性歯科用セメントの放出するイオンの抗菌性を究明し、より効果的な臨床応用を目的とする。

【材料と方法】

試料には、歯科充填用ガラスポリアルケノエートセメント (ケアダイネレストア, GC) (以下 CD), 歯質保護用ガラスアイオノマーセメント (FUJIVII, GC) (以下 F9) の2種類の歯科用セメントを使用した。対照群として光重合型コンポジットレジン (グレースフィル, GC) (以下 GF) を用いた。CD, F9, および GF を直径 6mm, 高さ 2mm のプラスチックモールドに充填し、上部から金属板で圧接し硬化させ、各材料それぞれ 6 つの円板状試料を得た。試験菌株には *S. mutans* を用いた。抗菌性の評価は、Todd-Hewitt broth (以下 THB) 寒天培地を用いたディスク拡散法で行った。THB 寒天培地に *S. mutans* の菌液 100 μ l を均一に塗布し、培地の中央にリン酸緩衝液を浸した直径 8mm の円状の濾紙を留置した。その上に作製した円板状試料を静置し、培地を 37°C の恒温槽で 48 時間培養した、その後、取り出した培地を観察し、試料周囲の阻止円の有無について検討を行った。

【結果】

観察の結果、CD, F9, および GF いずれの試料でも阻止円は確認できなかった。

【考察】

今回の実験条件では、セメント硬化体の抗菌性が現れない可能性が示唆された。酸性条件下で抗菌性を示すという実験結果もあるので、pH の影響で溶出する可能性もあるのかもしれない。他には培養時間も検討の余地があると考えられる。セメント硬化体表面上で抗菌性が発現する可能性も検討が必要である。

【結論】

この実験形態ではイオン徐放性歯科用セメントの *S. mutans* への抗菌効果は現れなかった。今後の方針としては、他の実験方法での抗菌作用の評価を行い、どのような条件、メカニズムで抗菌作用が発現するのかを今後も調べていくことが必要である。

S-PRG フィラー配合ガムベース材によるエナメル質表層下脱灰の再石灰化 in vitro 評価

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯制御学分野
 ○Soe Kay Thwe Than Naing, 平石典子, 陳雪霏, 島田康史

In vitro remineralization assessment of enamel subsurface lesions using gum-base material containing surface pre-reacted glass-ionomer filler

Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
 Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

○Soe Kay Thwe Than Naing, Noriko Hiraishi, Chen Xuefei, Yasushi Shimada

Objectives: To identify the remineralization activity of enamel subsurface lesions using different percentages of surface pre-reacted glass-ionomer (S-PRG) filler containing gum-base material.

Methods: Gum extracts from gum-base materials containing 0wt%, 5wt%, and 10wt% S-PRG filler were prepared as GE0, GE5, and GE10, respectively. A total of 50 bovine enamel specimens were used, and the polished enamel surface of a 3 x 3 mm window area was exposed. The specimens were then immersed in demineralizing solution for seven days to obtain the subsurface enamel lesion. The remineralization was conducted for seven days by following the pattern of three times a day by immersing the specimens in the prepared gum extracts (GE0, GE5, and GE10) and artificial saliva of pH 7 (Control) for 20 min at 37°C. Remineralization evaluation was then performed using Swept Source Optical Coherence Tomography (SS-OCT) and micro-computed tomography (μCT). Surface morphology and elemental analysis were conducted by scanning electron microscopy (SEM) and energy-dispersive X-ray spectrometry (EDS). Data were statistically analyzed using one-way ANOVA followed by multiple comparison with Tukey HSD post hoc test.

Results: Table 1 and Table 2 are the depth of the demineralized lesion examined by SS-OCT and the mineral loss of subsurface examined by μCT, respectively. Remineralization was significantly promoted in the GE5, and GE10 groups was significantly lower than that of the Control and the GE0 groups. SEM observations showed remineralized morphology on the enamel surfaces for GE5 and GE10 groups with S-PRG-related elements present.

Conclusion: The GE5 and GE10 S-PRG-containing gum-base materials showed significantly improved surface remineralization and reduced demineralization of enamel lesions. EDS analysis suggested that the released ions from the S-PRG filler might be responsible for surface remineralization.

Groups	Depth of demineralization (μm)
Control	141.0 ± 8.9 ^a
GE 0	142.5 ± 6.9 ^a
GE 5	128.3 ± 3.8 ^b
GE 10	127.1 ± 10.7 ^b

Table 1
 Depth of enamel demineralization (μm) after remineralization

Groups	Mineral loss of enamel
Control	705.2 ± 163.2 ^a
GE 0	756.3 ± 133.3 ^a
GE 5	427.0 ± 145.0 ^b
GE 10	441.1 ± 223.0 ^b

Table 2
 Mineral loss of subsurface enamel lesion after 7 days of remineralization (Vol%μm)

The same lowercase letters indicate no significant differences.

試作セルフアドヒーズコンポジットレジン[®]の歯質接着強さと弾性率

鶴見大学歯学部保存修復学講座

○英 將生, 大川一佳, 黒澤祥世, 今井 潤, 相澤大地, 山本雄嗣

Enamel/Dentin Bond Strengths and Elastic Modulus of an Experimental Self-Adhesive Resin Composite

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○HANABUSA Masao, OKAWA Kazuyoshi, KUROSAWA Sachiyo, IMAI Jun, AIZAWA Daichi, YAMAMOTO Takatsugu

【研究目的】

一般的にコンポジットレジン修復には歯質接着材が必須であり, その接着操作の容易化あるいはチェアタイムの短縮を図るために開発や改良が繰り返され, 現在では臨床ステップを減らした 1 ステップ接着システムが臨床で多用されるに至っている. 今日までに歯科用接着材は飛躍的な進歩を遂げたが, 臨床ではさらなる治療時間の短縮が望まれる状況に遭遇する. 現時点で, 接着材を不要とするセルフアドヒーズコンポジットレジン (以下 SACR) がいくつか販売されているものの, 頻繁な臨床応用はなされていないようである. 今回クラレノリタケデンタル社は試作 SACR (SA-100R) を開発した. 本研究では, この SA-100R の歯質に対する接着強さと弾性率を検討した.

【材料および方法】

剪断接着試験: ウシ下顎前歯を常温重合レジンに包埋後, 唇側面のエナメル質および象牙質を露出させた後に耐水研磨紙 #600 で研削し, 接着試験の被着面とした. 内径 2.38 mm の接着試験用治具をエナメル質および象牙質被着面に固定し, SA-100R ならびに市販の 3 種 SACR の Vertise Flow (Kerr), FUSIO (Pentron) および Constic (DMG) をメーカー指示通りにそれぞれ充填, 照射して接着試片を作製した (n = 10). すなわち, SA-100R は深さ 2.0 mm まで一括充填, 照射して硬化させ, Vertise Flow, FUSIO および Constic は第 1 層を 0.5 mm 充填, 照射後に第 2 層を 2.0 mm まで積層充填, 照射して硬化させた. 試片を 24 時間 37°C 水中に浸漬後, 万能試験機 (Type 4443, INSTRON) を使用して, クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件にて剪断接着試験を行った. 結果は Steel-Dwass 法と Mann-Whitney の U 検定で比較した.

曲げ試験: 剪断接着試験で使用した各種 SACR で 2 mm x 2 mm x 25 mm の棒状試片を作製し (n = 5), 24 時間 37°C 水中に浸漬した. その後, 万能試験機 (EZ Test EZ-LX, SHIMADZU) を使用して, クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件にて曲げ試験を行い, 各 SACR の弾性率を測定した. 結果は一元配置分散分析と Tukey の多重比較検定で比較した.

【成績および考察】

剪断接着試験の結果を Table 1 に示す. 象牙質に対して, SA-100R は他 3 種の SACR より有意に高い接着強さを示した. 一方エナメル質に対する接着強さは, SA-100R は Constic より有意に低いものの, Vertise Flow および FUSIO よりも有意に高かった. またエナメル質と象牙質を比較すると, SA-100R は象牙質への方が有意に高い接着強さを示した.

弾性率は, SA-100R, Vertise Flow および FUSIO で有意差は認められず, SA-100R は Constic より有意に高かった. これより試作 SACR である SA-100R は, 市販製品と比較してより優れた象牙質接着性能と遜色ない弾性率を有することが示された.

Table 1 Shear bond strengths of self-adhesive resin composites to tooth substrates (MPa)
Mean (S. D.)

	SA-100R	Vertise Flow	FUSIO	Constic
Enamel	6.8 (1.7) ^{Aa}	7.2 (4.1) ^{ACa}	2.6 (2.3) ^{Ba}	10.5 (3.0) ^{Ca}
Dentin	10.0 (2.9) ^{Ab}	5.0 (2.9) ^{BCa}	5.8 (2.7) ^{Bb}	1.9 (1.9) ^{Cb}

Values in a line with the same capital letters are not significantly different ($p > 0.05$).
Values in a column with the same lowercase letters are not significantly different ($p > 0.05$).

Table 2 Elastic moduli of self-adhesive resin composites (GPa)
Mean (S. D.)

	SA-100R	Vertise Flow	FUSIO	Constic
	7.3 (1.3) ^{AC}	5.9 (0.8) ^{AB}	7.7 (0.9) ^C	5.3 (0.6) ^B

Values with the same capital letters are not significantly different ($p > 0.05$).

本研究に関連し, COI を開示すべき企業・団体はない.

ラット培養骨髄細胞の分化における半導体レーザー照射の影響

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存治療学分野

○磯 英介, 加藤 邑佳, 横瀬 敏志

Effects of diode laser irradiation on differentiation of rat bone marrow cultured cells

Division of Endodontics and Operative Dentistry, Department of Restorative and Biomaterials
Sciences Meikai University School of Dentistry

○Eisuke Iso, Yuka Kato, Satoshi Yokose

【目的】 これまで、レーザー照射による骨形成の促進を認めた症例は数多く報告されてきたが、その一方で、骨吸収を促進するという相反する報告も存在する。レーザー照射が骨代謝に与える作用を明らかにするため、本研究では、ラット大腿骨より得られた骨髄細胞を骨形成系の培養と骨吸収系の培養に分けて行い、それぞれの培養細胞に半導体レーザー (808 nm) を照射し、骨代謝に影響を及ぼす細胞の増殖と分化について探索した。

【材料と方法】 本研究は、明海大学歯学部動物実験倫理委員会における承認を受けた (B2104) 。8週齢の雌性 Sprague-Dawley (SD) ラットをイソフルラン吸入麻酔下にて無痛、無菌的に屠殺し、大腿骨を摘出後、骨髄細胞を分離し、全ての実験群に使用した。培養初日に培養骨髄細胞に対して半導体レーザー照射を行い、半導体レーザーのガイド光のみを照射した群 (Control 群) と半導体レーザー照射を行なった群を 50 J (50 J 照射群) , 150 J (150 J 照射群) とした。骨形成系の培養では培養 14 日後、アルカリフォスファターゼ (ALP) 染色、総 CFU-F コロニー数、ALP 陽性 CFU-F コロニー数、総 CFU-F コロニー数に対する ALP 陽性 CFU-F コロニー数の割合を検索し、Real time PCR を用いて *Alp*, *Type I collagen (Col 1)* の遺伝子発現量を mRNA レベルで検索した。骨吸収系の培養では、培養 12 日後、TRAP 染色により TRAP 陽性細胞数の検索を行い、Real time PCR を用いて *IL-6*, *IL-17*, *RANKL*, *OPG* の遺伝子発現量を mRNA レベルで検索した。

【結果】 骨形成系の培養では、総 CFU-F コロニー数と ALP 陽性コロニー数はレーザーのエネルギー出力が上昇するに従い増加した。また、総 CFU-F コロニー数に対する ALP 陽性 CFU-F コロニー数の比率は 50 J 照射群のみで有意な増加を示した。*Alp* と *Col 1* の mRNA 遺伝子発現量は、50 J 照射群で最も増加した。骨吸収系の培養では、Control 群と比較して 150J 照射群において TRAP 陽性細胞数が有意差を持って増加し、また *IL-6*, *IL-17*, *RANKL* の mRNA 発現量に関しても Control 群と比較して 150J 照射群で有意差を持って増加した。なお、*OPG* の mRNA 発現量は有意差を認めなかった。

【考察】 半導体レーザーは骨細胞、骨髄細胞を通して骨芽細胞の増殖、分化を亢進することにより骨形成を誘導し、また非感染性の炎症を通して破骨細胞の分化を亢進し、骨吸収を誘導することが示された。レーザーによる骨代謝のバランスは照射エネルギーに依存することが示唆された。

【結論】 骨髄培養細胞に半導体レーザーを照射すると ALP 陽性コロニー数の増加により骨形成を促進、また TARP 陽性細胞の増加、OPG/RANKL 比率が減少したことにより骨吸収を促進することが示唆され、レーザー照射によって骨形成系と骨吸収系の両方を促進することが示された。半導体レーザー照射が骨髄細胞に対して骨再生療法に応用できる可能性を示した。

支台築造用コンポジットレジンに対する コンポジット系レジメンセメントの接着耐久性に及ぼすシラン処理の有効性

¹松本歯科大学歯科保存学講座 ²松本歯科大学大学院歯学独立研究科健康増進口腔科学講座
吳佳瑩^{1,2} 中村圭吾¹ 宮下 彩^{1,2} 高坂怜子^{1,2} 吉成伸夫^{1,2} 亀山敦史^{1,2}

Effect of Silane Treatment on the Bond Durability between Resin-based Core Build-up Material and Resin-based Composite Luting Cement

¹Dept. of ODEP, School of Dentistry, Matsumoto Dental University,
²Dept. of Oral Health Promotion, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University
WU Chia-Ying^{1,2}, NAKAMURA Keigo¹, MIYASHITA-KOBAYASHI Aya^{1,2},
KOHSAKA Reiko^{1,2}, YOSHINARI Nobuo^{1,2}, KAMEYAMA Atsushi^{1,2}

【目的】

根管治療後や深い齲蝕など、大きな歯質欠損を伴う場合の間接修復では、デュアルキュア型のコンポジットレジンを用いた支台築造が必要になることが多い。このような場合、築造後に形成された支台歯の表面には歯質とコンポジットレジンが混在することになるが、その後の歯冠修復物の装着時に、それぞれの被着面に適した処理材を厳密に塗り分けることは困難である。近年ではエナメル質や象牙質だけでなく、歯科用合金やセラミックス、コンポジットレジンなどあらゆる被着体に応用可能であるとされている接着システムが上市されている。しかし、これらの接着システムを支台歯に応用する場合、象牙質と支台築造用コンポジットレジンのどちらの被着面に対しても同様の処理でよいのか、あるいは支台築造用コンポジットレジンにはシラン処理を追加すべきなのかについての報告は少ない。

そこで、本研究では支台築造用コンポジットレジンに対してコンポジットレジン系セメントを接着する場合における、接着前処理の相違および接着システム応用前におけるシラン処理の有無が初期（7日間）および長期（6か月）の水中浸漬後での微小引張り接着強さ（ μ TBS）に及ぼす影響について検討を行った。

【材料および方法】

支台築造用コンポジットレジン（エステコア、トクヤマデンタル）をシリコンモールドに填塞し、LED型光照射器（デミプラス、Kerr）を用いて硬化させ、16個のサンプルブロック（12×14×9mm³）を作製した。被着面をGel Etchant（Kerr社製）で処理した後、1. シランプライマー（Kerr, Sil）+ オプチボンド eXTRa アドヒーズブ（Kerr, EXA）、2. オプチボンド eXTRa プライマー（Kerr, EXP）+ EXA、3. Sil+ オプチボンドソロプラス（Kerr, SP）、4. SPのみ、5. オプチボンドユニバーサル（Kerr, UNI）、6. Sil+UNI、7. Silのみ、8. 無処理の8群に無作為に振り分け、それぞれ処理を行った（n=2）。処理後の試料に対し、コンポジット系レジメンセメント（エヌ・エックス・スリー、Kerr）を用いて厚さ9mmに調整したCAD/CAM用コンポジットレジンブロック（KZR-CAD HR 3 GAMMATHETA, YAMAKIN）を接着し、ブロックの4方向から合計80秒間光照射を行った。接着試料を37℃水中に7日間浸漬後、硬組織低速切断機を用いて接着面積が約1mm×1mmとなるようマッチ棒状の接着試験片を切り出し（n=60）、このうち半数の試料を無作為に抽出、クロスヘッドスピード1.0mm/minの条件下で μ TBSを計測した（n=30）。残った接着試験片（n=30）は、37℃水中でさらに6か月間保管後、同様の条件下で μ TBSを計測した。

【結果および考察】

各群における μ TBSの結果をTable 1に示す。1週間水中浸漬後では、3種類の接着システムのいずれにおいても、事前のシランプライマー処理の有無で有意差は認められなかった（p>0.05）。90日の水中浸漬によって、いずれの群においても有意に接着強さが低下した（p<0.05）。また、オプチボンドユニバーサルとオプチボンドソロプラスでは事前のシランプライマー処理の有無での有意差は認められず（p>0.05）、オプチボンド eXTRa ではオプチボンド eXTRa プライマー処理の方がシランプライマー処理に比べて有意に高い接着強さを示した（p<0.05）。

したがって、コンポジットレジン築造を伴う支台歯に対して接着処理を施す場合、あえて築造部のみにシラン処理を施す必要がないことが示唆された。

Table 1 Microtensile bond strength (μ TBS) of each group (Mean \pm S.D., MPa)

Silane treatment	OptiBond eXTRa		OptiBond Universal		OptiBond Solo Plus		without adhesive	
	1 week	90 days	1 week	90 days	1 week	90 days	1 week	90 days
with Silane Primer	58.01 \pm 4.68 abc	28.87 \pm 5.89 ef	54.70 \pm 11.51 bc	25.27 \pm 7.26 efg	59.31 \pm 9.64 ab	27.15 \pm 4.17 ef	56.37 \pm 4.83 abc	23.70 \pm 3.47 fg
w/o Silane Primer	61.17 \pm 4.46* a	33.90 \pm 5.04* d	52.60 \pm 6.38 c	21.06 \pm 6.03 g	61.41 \pm 3.06 a	29.64 \pm 4.04 de	60.91 \pm 5.31 a	28.05 \pm 5.29 ef

The same letters indicate the absence of statistically significant difference (p > 0.05).

* Pre-treated with OptiBond eXTRa Primer

新規接着性フロアブルコンポジットレジン材料の接着性

¹⁾岡山大学病院 歯科・総合歯科部門, ²⁾岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 生体材料学分野
 ○矢部 淳^{1, 2)}, 入江正郎²⁾, 岡田正弘²⁾, 武田宏明¹⁾, 山本直史¹⁾, 松本卓也²⁾

Evaluation of bond efficacy of newly self-adhesive flowable composite resin

¹⁾Comprehensive Dental Clinic, Okayama University Hospital,
²⁾Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences.
 ○Atsushi Yabe^{1, 2)}, Masao Irie²⁾, Masahiro Okada²⁾, Hiroaki Taketa¹⁾, Tadashi Yamamoto¹⁾, Takuya Matsumoto²⁾

【 緒言 】

歯科臨床においてコンポジットレジン材料を使用する際、接着材料の選択が問題となってきた。その一方で近年接着性コンポジットレジン材料 (Self-Adhesive Flowable Composites : SAFCs) の開発が進められてきた。接着材料を必要としない SAFCs は特に防湿操作が困難な高齢者や小児への応用において接着材料のテクニカルエラーの低減に期待できる。今回我々は新規のものを含めた4種類の SAFCs のヒトエナメル質、ヒト乳歯エナメル質およびヒト象牙質に対する接着性を評価検討したので報告する。

【 材料と方法 】

SAFCs として SA-100R (Kuraray Noritake Dental), Vertise Flow (Kerr), Fusio (Pentron) および Constic (DMG) を使用した。方法は、ISO の接着強さの測定指針 (ISO/TR 11405) を参考にして行った。ヒト象牙質、ヒト乳歯エナメル質およびヒトエナメル質は、被着面を# 320 の耐水研磨紙で最終研磨後、蒸留水で水洗し、エアーで十分に乾燥させた。

テフロンモールド (内径 3.6 mm, 深さ 2 mm) をサンプル表面に固定し、モールド内に上記 SAFCs を充填した。充填操作はメーカー指示に沿って実施した。すなわち、SA-100R は深さ 2 mm まで一括充填、比較の SAFCs は、積層法で充填した。光照射による硬化後、接着操作直後および 24 時間 37 °C 蒸留水中に浸漬後、せん断接着強さを測定、Dunnett's test にて SA-100R をコントロールに設定して各条件の 4 群をそれぞれ比較する統計処理を行った。

【 結果と考察 】

下記の Table に結果を示す。エナメル質および乳歯エナメル質に対する接着性はいずれの SAFCs においても有意差を示さなかった。他方象牙質に対する接着性において、直後の接着性は SA-100R が全ての材料に対して有意差を示した。また、1 日後の接着性においてもほとんどの材料に対して有意差を示した。以上から、SA-100R はエナメル質に対して既存材料と同等の接着性を有するとともに、象牙質に対して有意に優れた接着性を示した。この理由として、SA-100R は単に機械的嵌合力によって接着しているのみならず配合の機能性モノマーによって接着を形成しており、象牙質に対しても有意に優れた接着強さを発揮していることが示唆された。これらのことから、臨床において永久歯根面う蝕や乳歯の充填に応用の可能性が示唆された。

本演題内容は、本学倫理審査委員会 (研 1901-036) で承認を受けています。演題発表に関しまして、開示すべき COI 関係にある企業はありません。

Table Shear bond strengths [Mean (S.D.), MPa] to dentin and enamel surface.

Product (Manufacturer)		Enamel		Deciduous Enamel	Dentin	
		Immediate	1-day	1-day	Immediate	1-day
SA-100R (Kuraray Noritake Dental)	Bulk filling technique (control)	6.2 (1.7)	9.8 (2.0)	10.4 (1.7)	8.9 (2.3)	10 (1.9)
Vertise Flow (Kerr)	Two-layer incremental filling technique (experimental)	5.9 (2.2)	8.3 (2.2)	8.6 (1.7)	3.2 (0.9) *	7.6 (1.2) *
Fusio (Pentron)		6.9 (1.3)	13.1 (1.7)	9.0 (1.2)	6.2 (1.5) *	8.5 (2.1)
Constic (DMG)		5.6 (1.5)	9.0 (2.1)	10.2 (2.1)	5.2 (1.1) *	4.8 (1.5) *

Comparison of means (Dunnett's test) for shear bond strength *: p<0.05 (n=10)

半導体レーザーの照射条件がヒト歯髄幹細胞の増殖活性に与える影響

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

²日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第1講座

³日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座

○鎗田 将史¹、北島 佳代子^{1,2}、新海 航一^{1,3}

Effects of diode laser irradiation condition on the proliferation of human dental pulp stem cells.

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

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

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

○YARITA Masafumi¹, KITAJIMA Kayoko^{1,2}, SHINKAI Koichi^{1,3}

【目的】

低反応レベルレーザー治療 (LLLT) は、光化学作用によって組織にダメージを与えずに細胞の活性化を促進し、創傷治癒の促進や疼痛緩和をもたらすという。また、組織透過性レーザーである半導体レーザーのレーザー光は歯質を透過し、歯髄を活性化させる。しかしながら、レーザーには光熱作用もあるため照射条件によっては、レーザー照射された歯髄は熱損傷を受ける可能性がある。そこで、本研究では半導体レーザーを用い、レーザー照射条件の違いがヒト歯髄幹細胞 (hDPSC) の増殖活性に与える影響について *in vitro* で比較検討することを研究目的とした。

【材料と方法】

本実験では、ヒト成人第三大臼歯由来 (継代数 4~5) の hDPSC (Lonza) を用いた。96well プラスチックプレートに分注した 10%FBS 添加 Dulbecco's Modified Eagle Medium 中に hDPSC を 2×10^4 cells/mL の濃度で播種し、培養を行った。半導体レーザーは波長 650nm の P2 Dental Laser (Pioon) を用いた。レーザーの照射出力は、10mW、30mW および 150mW に設定し、連続波 CW を用い、照射時間は 40 秒間とした。レーザー照射は、播種後 6 時間培養してから 1 回行い (初回照射)、その後 4 日毎に 12 日目まで計 4 回実施した。実験群としては、初回照射のみ行った群 (LS) と初回照射を行った後 4 日毎に計 4 回照射した群 (LM) に分け、これらを照射出力と組み合わせて合計 6 つの実験群 (LS-10、LS-30、LS-150、LM-10、LM-30 および LM-150) を設定した。また、レーザー照射を行わない群をコントロール (C) とした。なお、レーザーハンドピースは aPDT 用 (スポット径: $\phi 8$ mm) を用いたので、照射面のエネルギー密度は 10mW : 0.8 J/cm^2 、30mW : 2 J/cm^2 、150mW : 10 J/cm^2 であった。培養を開始してから、1、3、5、7、10 および 14 日後に alamarBlue® を用いて蛍光度を測定し、蛍光度を細胞数に換算した。各実験群の細胞数を培養期間ごとに比較した。

【結果】

各実験群のデータは等分散性を示さなかったため、実験群間の比較は LS と LM に分け、ノンパラメトリック検定 (Kruskal-Wallis test と Steel-Dwass post-hoc test) を用いて有意差を検定した (有意水準 5%)。その結果、LS の細胞数は、いずれの培養期間においても LS-10、LS-30、LS-150 および C の間に有意差は認められなかった。一方、LM の細胞数は 7 日後までの実験群の間にも有意差は認められなかったが、10 日後では LM-10、LM-30 および LM-150 は実験群間に有意差は認められない ($p > 0.05$) もの、いずれの実験群も C と比較して有意に多い細胞数を示した ($p < 0.01$)。また、14 日後では、LM-30 が C あるいは LM-150 と比較して有意に多い細胞数を示した ($p < 0.01$) が、LM-10 と他の実験群の間、LM-10 と LM-150 の間にはいずれも細胞数に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

【考察】

コントロールと比較し、LS は全培養期間において有意な細胞増殖を示さなかったが、LM は培養後 10 日目と 14 日目で有意な細胞増殖を示した。したがって、半導体レーザーを用いたレーザー照射は、今回の照射条件下で、単回照射では hDPSC を活性化できないが、照射日の間隔をあけた複数回照射では活性化できることが示された。この結果は、レーザー照射による hDPSC の活性化には、ある程度の照射エネルギーの蓄積が必要であることを示唆していると考えられる。今後は、レーザー照射が hDPSC の象牙芽細胞様細胞への分化誘導に及ぼす影響について検討する予定である。

【結論】

半導体レーザーを用い、異なる照射条件で hDPSC に対してレーザー照射を行った結果、単回照射より複数回照射のほうが有意に細胞数を増加させた。また、今回の照射条件では、30mW・複数回照射が最も多い細胞増殖を示した。

市販洗口剤の歯科疾患に対する臨床効果

岡山大学大学院医歯薬学域 歯科保存修復学分野

○大原直子, 小野瀬里奈, 浅野依理子, 佐藤奈月, 横山章人, 高橋圭, 松崎久美子, 山路公造, 吉山昌宏

Clinical effect of commercial mouthwash on dental disease

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

○OHARA Naoko, ONO Serina, ASANO Eriko, Natsuki Sato, YOKOYAMA Akihito,
TAKAHASHI Kei, MATSUZAKI Kumiko, YAMAJI Kozo, YOSHIYAMA Masahiro

【 緒 言 】

歯科疾患(歯周病・う蝕)の予防・管理において, 歯科医院等で行うプロフェッショナルケアよりも, 患者自身が日常行うセルフケアが大きな比重を占める。セルフケアには歯ブラシや歯間ブラシ等による機械的コントロールと, 歯磨剤や洗口剤による化学的コントロールがある。洗口剤「モンダミンプレミアムケアセンシティブ」(アース製薬)は, 塩化セチルピリジニウム, グリチルリチン酸ジカリウム, トラネキサム酸の有効成分を配合している医薬部外品である。本研究は, 「モンダミンプレミアムケアセンシティブ」のセルフケア剤としての有用性を検討することを目的とした。

【 材料と方法 】

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科の倫理審査委員会の許可(臨 1904-001)を得て, 本研究を実施した。洗口剤は「モンダミンプレミアムケアセンシティブ」と, 薬効成分を除外し外見・色・性状等を同様に調整したプラセボ洗口剤(アース製薬より提供)とし, ランダム化二重盲検プラセボ対照並行群間比較試験を行った。被験者は, 積極的な歯科治療を終了している者とし, 治療直後の影響を排除するために4週間以上の準備期間ののち, 1日3回各30秒間を4週間継続した。また, 準備期間および洗口期間中の歯磨きにおいて歯磨剤の使用を禁止した。洗口期間開始前と洗口期間終了後に口腔内診査およびGI, PII, PCR, ポケット深さ, BOP値を測定した。統計的分析は, 洗口期間前後の検査値の変化量に対して, 有意水準5%にてt検定を行い比較した。

【 結果および考察 】

被験者18名(プラセボ洗口グループ9名, モンダミンプレミアムケアセンシティブ洗口グループ9名)において実施した。中断者および併用禁止薬服用者を除いた14名に対して検査結果の検討を行った。どちらのグループもう蝕の発生, 知覚過敏症状の変化は認められず, どの検査値においても洗口後の平均値は低下した。グループ間の比較では, 統計的有意差は認められなかった。プラセボ洗口グループでも検査値の改善を認めたのは, この研究に参加することにより, 定期的なブラッシングと洗口が求められたことが口腔内環境の改善に影響したためと考えられる。ポケット深さの変化は洗口期間前後での変化量は最も少ない値を示したが, プラーク付着量(PII, PCR)は増減のばらつきが大きい傾向を示した。歯肉出血を示す検査(GI, BOP)は統計的な有意差は認められなかったものの, モンダミンプレミアムケアセンシティブ洗口グループの方が, プラセボ洗口グループと比較し, 洗口後の検査値の平均値が50%と大きく低下した。

【 結論 】

モンダミンプレミアムケアセンシティブ洗口グループにおいて, 歯肉出血改善の傾向を示した。本臨床研究においては, 薬効による効果は認められなかったが, 日常的な洗口剤の使用はセルフケア剤として口腔健康維持に有用であるといえる。

演題発表に関連し, 開示すべき利益相反関係にある企業などはありません。

色調適合性を有するシングルシェードコンポジットレジン着色性

¹ 日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻

² 日本大学松戸歯学部歯科生体材料学講座

³ 日本大学松戸歯学部保存修復学講座

○塚原 弾¹, 永田俊介², 谷本安浩², 平山聡司³

Discoloration for single shade resin composites with color-matching ability

¹Nihon University Graduate School of Dentistry at Matsudo

² Department of Dental Biomaterials, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

³ Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○Dan Tsukahara¹, Shunsuke Nagata², Yasuhiro Tanimoto², Satoshi Hirayama³

【目的】

近年、シングルシェードで広範囲な色調に適合可能なコンポジットレジン (以下 CR) が開発され、上市されている。CR の問題点として、時間の経過とともに摩耗や着色性の飲食物、唾液などの吸水により、審美性の低下が生じると報告されているが、色調適合性を有するシングルシェードCRの歯ブラシ摩耗後の着色に関する報告は少ない。そこで本研究では、歯ブラシ摩耗試験を行った色調適合性を有するシングルシェードCRについて着色試験を行い、その着色性に関して従来のCRと比較・検討を行った。

【材料および方法】

本研究では色調適合性を有するシングルシェードCRとして、トクヤマデンタル社製: Omnichroma (OMC), Omnichroma flow (OMF), 松風社製: Beautifil unishade (BUN), クラレノリタケデンタル社製: Clearfil majesty ES flow universal U (CLM), Clearfil majesty ES flow universal UD (CLD), Clearfil majesty ES flow universal UW (CLW) の計6種類を用いた。また、対照群として従来のCRである、トクヤマデンタル社製: Estelite Σquick (EST), Estelite universal flow (ESF), 松風社製: Beautifil II (BF II), Beatifil flow plus X (BFF), クラレノリタケデンタル社製: Clearfil majesty ES-2 (CMP), Clearfil majesty ES flow (CMF) の計6種類を用いた。歯ブラシ摩耗試験を行った試料¹⁾を用いて、コーヒー液 (Nescafe Gold Blend 無糖, Nescafe) に浸漬し、37°Cの恒温槽に28日間保管を行った。浸漬液は7日ごとに交換を行った。浸漬前と浸漬後7日、14日、21日、28日において分光測色計 (CM-700d, コニカミノルタ) を用いて L*a*b*表色系により任意の3点で測色を行い、その平均値を試料の値とした (n=5)。得られた値から、色差 ΔE^* ($\Delta E^* = (\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2)^{1/2}$) を算出した。

【結果および考察】

Fig.1 に浸漬試験の結果を示す。色調適合性を有するシングルシェードCRのOMC, OMF, BUNと、従来のCRのBFII, BFFは他のCRと比較して色差 (ΔE^*) の上昇を示した。 ΔE^* が3.3以上の場合、臨床的には許容できない色調変化とされており²⁾、これらのCRはBFFを除いて3.3以上の ΔE^* を示した。また、それぞれの浸漬期間におけるCR間の ΔE^* を比較した場合、BUNは他のCRより有意に高い ΔE^* を示した。CRの色調安定性は、マトリックスレジンへの水への親和性、フィラーの形態や粒子径等の影響を受けることから³⁾、色調適合性を有するシングルシェードCRにおいても同様の傾向があることが示唆された。今後、各CRの吸水膨張率や溶解率の測定等を行い、多角的に検討を重ねていく予定である。

【文献】

- 1) 塚原 他. 日本歯科保存学会 秋季学術大会 (第157回) 2022; 77.
- 2) Ertan E et al. Dent Mater 2006; 25: 371-376.
- 3) Gonlol N et al. J Esthet Restor Dent 2015; 27: 300-306.

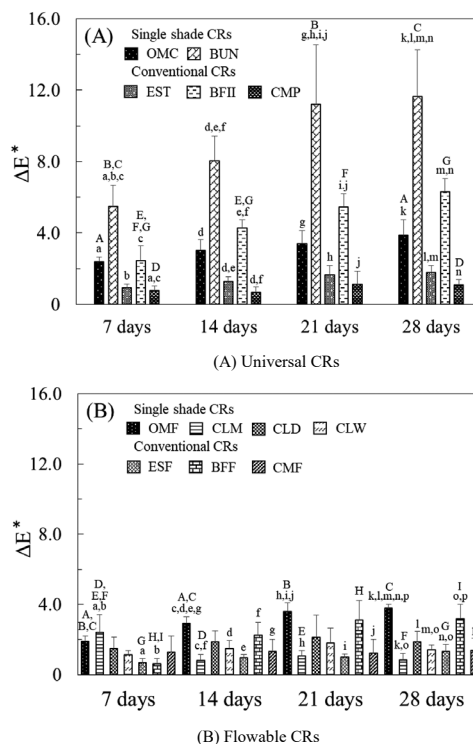


Fig. 1 Total color differences (ΔE^*) after immersion in coffee. Same upper-case letters indicate significant differences among samples that are the same kind of CRs but different immersion period at $p < 0.05$. Same lower-case letters indicate significant differences among samples that are the same immersion periods but different kind of CRs at $p < 0.05$.

エナメル質結合性ペプチド WGNAYK の塗布による
in vitro でのエナメル質表層下脱灰の再石灰化促進

東京歯科大学 保存修復学講座
○宮吉美仁, 半場秀典, 石塚久子, 中村圭喜, 村松 敬

Application of enamel binding peptide, WGNAYK, promotes remineralization of enamel subsurface lesion *in vitro*.

Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College
○MIYAYOSHI Yoshihito, HAMBА Hidenori, ISHIZUKA Hisako,
NAKAMURA Keiki, MURAMATSU Takashi

【目的】

初期エナメル質齲蝕は、エナメル質表面が連続性を有し、齲窩を形成していない状態であり、表層下のカルシウムイオンやリン酸イオンが酸により溶出した表層下脱灰を特徴とする病変である。現在、治療法の1つとしてエナメルタンパクやペプチドを用いた再石灰化療法が注目されており、近年エナメル質を標的とした7アミノ酸長(7-mer)リニアペプチドライブラリーから数種類のエナメル質結合性ペプチド(EBP)が特定された(Mao *et al.* Materials 2016)。EBPは再石灰化溶液中の hidroキシアパタイト(HAp)表面に Amorphous calcium phosphate (ACP) 粒子を析出することから HAp の結晶成長に関与するとされているが、エナメル質表層下脱灰の再石灰化効果については明らかになっていない。そこで、本研究ではエナメル質特異的結合性ペプチドの初期エナメル質齲蝕の再石灰化効果について検討することとした。

【材料および方法】

エナメル質特異的結合性蛍光標識ペプチド(FITC 標識 EBP, WGNAYK)を合成して使用した。抜去後凍結保存したウシ下顎切歯歯冠を精密低速切断機(Isomet, Buehler)にて3×3×2mmに切出し、エナメル質平滑面が露出するようにエポキシ樹脂にて包埋した。次にエナメル質表面を耐水研磨紙#2000まで研削後、5分間超音波洗浄を行った。ネイルバーニッシュを用いて処理面を2×2mmに規定し試料とした。まず、EBPのエナメル質への結合を確認するために、蒸留水(DW)および0.4 mM EBPをエナメル質試料表面に応用し、共焦点レーザー顕微鏡(LSM880 Airy NLO, Zeiss)で表面の観察を行った。また、再石灰化効果を確認するために、試料を人工脱灰液に浸漬し、初期エナメル質齲蝕を作製した。作製試料は(1)DW群、(2)0.4 mM EBP群、(3)4.0 mM EBP群、(4)7.0 mM EBP群に無作為に分けられた。各群の濃度調整した溶液10μLを処理面に滴下し、30分間反応させた後、水洗、乾燥し、再石灰化液に7日間浸漬した。脱灰後および再石灰化後にマイクロCT装置(SMX-100CT, Shimadzu)で撮影した。3D評価ソフト(TRI/3D-BON, Ratoc)を用いて、ミネラル密度を測定し、ミネラル喪失量(ML)を算出し、再石灰化率を求めた。統計処理は一元配置分散分析および多重比較検定により有意水準5%で統計処理を行った。また、一部の試料は走査型電子顕微鏡(SEM, SU-6600, Hitachi)で試料表面及び縦断面の微細構造を観察した。

【結果および考察】

蛍光標識検出のための共焦点レーザー顕微鏡観察の結果、EBPはコントロールであるDWと比べて蛍光強度の増加が確認された。再石灰化後のマイクロCT像の結果、初期齲蝕脱灰内部の不透過性の上昇が観察された。再石灰化率はDW群と0.4 mM群、4.0 mM群間、および0.4 mM群、4.0 mM群、7.0 mM群間に有意差は認められなかったが、DWと7.0 mM間に有意差が認められた($p < 0.05$)。SEM観察では7.0 mM群で処理面に堆積物様の構造物が認められた。これらの結果から、エナメル質特異的結合性ペプチドEBPはエナメル質表面に結合し、初期エナメル質齲蝕内のHAp結晶化を誘導させることが推察された。また、本実験条件下において、7.0 mM濃度のEBPは初期エナメル質齲蝕の再石灰化効果を有することが示唆された。今後、再石灰化効果の詳細な検討を行うため、硬さ試験および結晶解析を行う予定である。

ラット脛骨を用いた注水機能を備えた炭酸ガスレーザー照射による骨形成に及ぼす作用

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存治療学分野

○加藤 邑佳, 石田 結, 横瀬 敏志

Effect of bone formation by Carbon Dioxide Laser irradiation with water mist on rat tibiae

Division of Endodontics and Operative dentistry Department of Restorative and Biomaterials Sciences
Meikai University School of Dentistry

○Yuka Kato, Yui Ishida, Satoshi Yokose

【目的】近年, 歯科領域では様々な目的でレーザー機器が活用されるようになり, 新しいデバイスとして臨床で使用されている. 特に, レーザー照射によって骨形成を誘導する症例報告が数多くあり, 骨組織再生療法への応用も期待されている. 一方で, レーザー照射は, 熱の発生を伴うことから, 臨床ではしばしば経験的に注水下での使用によりその有害作用を軽減し, 治療に用いられている. したがって, 本研究は, 注水機能を搭載した炭酸ガスレーザーを用いて, 注水下または非注水下でラット脛骨に照射し, 炭酸ガスレーザー照射の注水または非注水下における骨に対する作用を組織学的, 形態学的に探索した.

【材料と方法】10 週齢の雌 SD ラットの下腿部を切開・剥離後, 脛骨を露出させ, 炭酸ガスレーザー (Neos, YOSHIDA, 東京) を注水下または非注水下にて照射した. 設定は「照射エネルギー 25 W, 照射時間 2 ms, 休止時間 30 ms, 照射距離 1.5-2 cm, 移動スピード 15 cm /15 s」とした. 非注水下でレーザー照射を行なった群 (非注水群), 注水下でレーザー照射を行なった群 (注水群), ラウンド型スチールバーを用いて, 注水下で脛骨を切削した群 (対照群) を作成し, ただちに筋層・皮膚層を縫合し, 閉創した. 1 週間後, 脛骨を摘出し, ただちに 10% 中性緩衝ホルマリン液を使用し, 固定を行い, 脱脂・脱水後, パラフィンへ包埋した. 厚さ 4 μm に薄切した連続切片を作成し, HE 染色及び免疫組織化学的染色 (Sclerostin) を行い, 検鏡した. なお, サンプルングした脛骨を μCT で撮影し, データを取得後, 3D 画像を構築し, 画像を取得した. なお, 明海大学実験動物倫理委員会の承認を得て行った (A2130).

【結果】HE 染色の結果から, 対照群は, 骨欠損部の骨髄側には骨形成を認めなかった. しかしながら, 炭酸ガスレーザーを照射し, 骨欠損を作成した非注水群, 及び注水群では骨髄側に新生骨の形成を認めた. さらに, μCT 画像からも対照群と比較して, 炭酸ガスレーザーを照射した注水群及び非注水群では新生骨増加を認めた. さらに, 免疫組織化学的染色 (Sclerostin) の結果から, 非注水群では全層に渡って, Sclerostin の発現は認めなかった. 一方で, 注水下では, 深部に Sclerostin の発現を認めた.

【考察】炭酸ガスレーザー照射による骨欠損では, デンタルバーで作成した骨欠損と比較して, 新生骨形成の促進を確認した. さらに, 非注水下でのレーザー照射と注水下でのレーザー照射での新生骨形成作用は両者ともに確認できたことから, 注水下でのレーザー照射は炭化層を作らず, 新生骨形成が可能であることが示された.

【結論】レーザー照射により, 新生骨形成の誘導を認めた. また, 骨形成作用は, 注水下であっても非注水下と同様に骨増加を認めた. 注水下でのレーザー照射は, 骨組織へのダメージを抑制し, なおかつ新生骨形成が可能であることから, 注水下でのレーザー照射は新生骨誘導に有用であることが示された.
なお, 本演題に関連し, 開示すべき利益相反関係にある企業等はない.

フロアブルコンポジットレジンの研磨性評価

株式会社 ジーシー

○大宮 圭司, 荻谷 周司, 篠崎 裕

Polishability evaluation of flowable resin composite

GC corporation

○Keiji Omiya, Shuji Kariya, Yutaka Shinozaki

研究目的

フロアブルコンポジットレジンは近年、物性の著しい向上に伴い前歯、臼歯、咬合面問わず広範囲に適用可能となっており、臨床の場で多く使用されている。一方で従来のコンポジットレジンは仕上げ研磨に時間を要することから、チェアタイムを短縮できる製品が求められる。直接充填用コンポジットレジン「グレースフィル」シリーズは、異なるフロー性のラインナップによって多様な症例への使用が可能であり、均一に表面処理を施したナノフィラーを高密度に充填することで優れた機械的強度や研磨性を有している。本発表では、形態維持性が高く幅広い症例に適用可能なインジェクタブルコンポジットレジン「グレースフィル ゼロフロー」の研磨性について評価した結果を報告する。

材料及び方法

グレースフィルゼロフロー（ジーシー）及びフロアブルコンポジットレジン製品A, Bを使用し、研磨性の評価を実施した。各製品をφ15 mm、厚さ2 mmの金型に充填し硬化させた。中仕上げ研磨用ラバーポイント「プレシャイン」（ジーシー）に相当する粒径10-20 μmの研磨紙を使用して1分間研磨、その後艶出し研磨用ダイヤモンドポリッシャー「ダイヤモンドシャイン」（ジーシー）に相当する粒径4-8 μmの研磨紙を使用し注水下で10秒間、20秒間それぞれ研磨し、各段階でのサンプル表面の光沢度をGloss Meter VG2000（日本電色）で測定することで研磨性を評価した（n=4）。得られた結果については、ANOVA, Tukey's HSD test (p<0.01)により統計解析を行った。

結果と考察

グレースフィルゼロフローは中仕上げ、艶出し研磨のいずれの段階においても最も高い光沢度を得た (Fig. 1)。フィラー粒径が大きいコンポジットレジンは研磨時のフィラーの脱落が生じやすく、またそれに伴い形成される硬化体表面の窪みが大きく、光を反射することで光沢が得られにくいと考えられる。グレースフィルゼロフローは平均粒径150nmのナノフィラーが高密度で均一に充填されていることにより (Fig. 2)、フィラー脱落后も表面が平滑に保たれるために光沢が容易に得られ、維持されると考えられる。

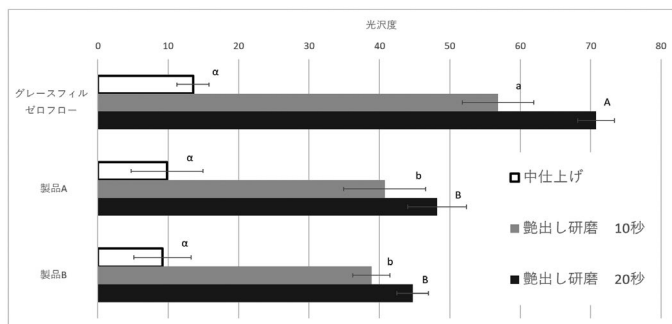


Fig.1 Glossiness of specimen after polishing

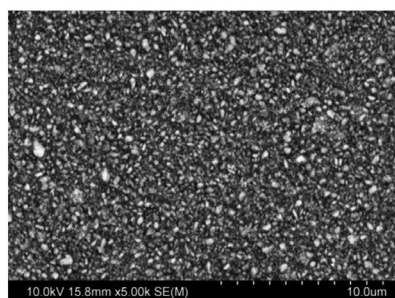


Fig.2 SEM image of Gracefil Zero Flo

結論

グレースフィルゼロフローは研磨性に優れ、臨床においては短時間の仕上げ研磨で容易に光沢が得られることが示唆された。また、十分な研磨により高い光沢が得られ審美性の獲得が期待できる。

バルクフィルレジンの重合収縮挙動

- 1 神奈川県立歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野 2 ウリドルエンデンタルクリニック
3 やお歯科クリニック 4 神奈川県立歯科大学総合歯科学講座国際歯科医療学分野
5 神奈川県立歯科大学総合歯学教育学講座歯学教育学分野

○武村 幸彦¹, 向井 義晴¹, 尹 榮浩^{1,2}, 八尾 有紀³, 川股 亮太⁴, 花岡 孝治⁵

Polymerization Shrinkage of Bulk Fill Resin

- 1 Department of Restorative Dentistry, KANAGAWA DENTAL UNIVERSITY 2 Wooridleyoon Dental Clinic
3 Yao Dental Clinic 4 Department of Global Dentistry, KANAGAWA DENTAL UNIVERSITY

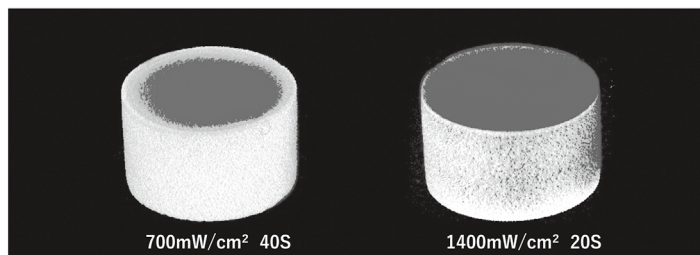
5 Department of Dental Education, KANAGAWA DENTAL UNIVERSITY

○TAKEMURA Yukihiro¹, MUKAI Yoshiharu¹, YOON Youngho^{1,2}, YAO Yuki³, KAWAMATA Ryota⁴, HANAOKA Koji⁵

【目的】 コンポジットレジンの臨床応用が拡大しており、重合収縮は避けられない欠点であり収縮挙動を把握することは重要である。近年、低重合収縮レジンのバルクフィルレジンの普及が進んでおり重合時の収縮と窩壁適合性は大きな関心事である。今回の研究目的は、照射条件を変えることで生じる円筒形窩洞内のバルクフィルレジンの重合収縮挙動をマイクロフォーカス線 CT (μ CT) にて三次元的に検討をすることである。

【材料と方法】 実験にはバルクフィルレジンのバルクベースハード (ミディアムフロー) (BUL: サンメディカル) を用いた。GN-I COMPOSITE BLOCK (GC: $13 \times 10 \times 17$ mm) に歯科用 CAD/CAM システム (GM1000: GC) を用いて内側性の円筒形窩洞を形成した。円筒形窩洞は直径 6mm, 高さ 3.6mm (C-factor: 3.4) とした。窩壁とレジンを接着させた接着条件での収縮挙動を評価するためにリライエックスセラミックプライマー (3M ESPE) を窩洞内面に塗布した。窩洞に BUL を一括充填し、直ちに μ CT (ScanXmate-L080, コムスキャンテクノ株式会社; 管電圧 80kV, 管電流 100 μ A, 拡大率 5 倍, 10 μ m/pixel) 撮影を行った。次いで μ CT 装置内で①halogen 照射器 (700mW/cm²: JET ライト 3000: J. Morita USA) で光照射 40 秒間と②LED 照射器 (1400 mW/cm²: PENCURE2000: J. Morita) で光照射 20 秒間の条件下で、それぞれに対し 1mm 上方から光照射し μ CT 撮影を行った。重合前後の μ CT 画像から差分を抽出し、自由開放面、側壁および窩底部での重合収縮量および間隙形成量を測定した。レジンの収縮挙動の評価には TRI/3D Bon (Ratoc システムエンジニアリング) を使用した。

【結果】 以下に、照射条件と抽出された形態変化の重ね合わせ画像を示す。



これまでの我々の報告としては、円筒形窩洞 (直径 4mm, 高さ 2.4mm) の一括照射した場合、自由開放面では大きな収縮が観察され、窩洞中央部から最も離れた側壁の一方に間隙が認められ、その対称側壁には間隙は認められなかった。今回もこれまでと同様に、自由開放面では重合起始点近傍で大きな収縮が認められ光源から離れた部位ではわずかであった。halogen 照射の自由開放面での収縮は $0.86 \pm 0.45\text{vol}\%$ となり LED 照射の $2.29 \pm 0.59\text{vol}\%$ と比べて少ない収縮を示した。また halogen 照射の自由開放面では窩壁に近い辺縁部では重合収縮は少なかった。総収縮率でも halogen 照射は $1.40 \pm 0.42\text{vol}\%$ で LED 照射の $3.59 \pm 1.14\text{vol}\%$ と比べて有意に低い値を示した。このことより、バルクフィルレジンはフロアブルレジンの重合収縮は少ないものの光強度が強いと重合収縮も大きくなる傾向にあり、光照射条件を考慮した充填が重要であると示唆された。

【結論】 μ CT 画像分析から光照射条件の違いにより、重合収縮挙動が異なることが示された。

異なるエッチングモードがユニバーサルアドヒーズブ 応用型自己接着性レジンセメントの歯質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⁾, 川本歯科医院³⁾

○廣兼榮造¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 林 佳奈¹⁾, 新井友依子¹⁾, 嘉月 駿¹⁾,
岩瀬 慶¹⁾, 渡邊 諭¹⁾, 小池 慶¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}, 川本 諒^{1,3)}

Bond effectiveness of self-adhesive resin cements utilizing universal adhesives in different etching mode

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

○HIROKANE Eizo¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, HAYASHI Kana¹⁾, ARAI Yuiko¹⁾,
KATSUKI Shun¹⁾, IWASE Kei¹⁾, WATANABE Satoru¹⁾, KOIKE Kei¹⁾, MIYAZAKI Masashi¹⁾

【緒言】

近年, 異なるエッチングモードで使用が可能なユニバーサルアドヒーズブを自己接着性レジンセメントのプライマーとして使用するシステムが市販, 臨床応用されている。しかし, 異なるエッチングモードで使用した際のユニバーサルアドヒーズブ応用型自己接着性レジンセメントの歯質接着性については, 不明な点が多い。

そこで演者らは, 異なるエッチングモードで使用した際のユニバーサルアドヒーズブ応用型自己接着性セメントの歯質接着性を評価することを目的とした。すなわち, 温熱負荷後の剪断接着強さ試験によってエナメル質および象牙質接着耐久性について検討するとともに, セメント-歯質接着界面について走査電子顕微鏡 (SEM) 観察を行うことで考察資料とした。

【材料および方法】

ユニバーサルアドヒーズブ応用型自己接着性レジンセメントおよび付属のプライマーとして, RelyX Universal Resin Cement+Scotchbond Universal Plus Adhesive (RUS, 3M Oral Care) および SA Luting Multi+Universal Bond Quick ER (SAQ, Kuraray Noritake Dental) を用いた。また, 従来型レジンセメントの Panavia V5 + Tooth primer (PV5, Kuraray Noritake Dental) およびユニバーサルアドヒーズブをプライマーとして使用するものの, レジンセメント自体には自己接着性を持たない BeautiXtream+Resicem (BXR, Shofu) を対照として用いた。接着試験用試験片の製作に際しては, 被着体としてウシ下顎前歯の歯冠部エナメル質および象牙質を用いた。歯面処理に際しては, プライマーの塗布に先立ってリン酸エッチングを 15 秒間行い, 水洗乾燥した条件 (ER モード) あるいはリン酸エッチングを行わない条件 (SE モード) を設定した。また, プライマーの塗布については, 製造者指示条件に従って塗布を行った条件と, 自己接着性レジンセメントについては, プライマーを塗布しない条件についても検討を行った。被着面にレジンセメントを用いてステンレスロッド (直径 4 mm, 高さ 2 mm) を接着させた。その際, ステンレスロッド被着面にはアルミナブラスト (アルミナ粒子, 50 μm) を 0.4 気圧の条件で 10 秒間行った。次いで, 少量のセメントペーストをステンレスロッド表面に塗布, 被着面にステンレスロッドを静置し, 定荷重加圧器を用いて 196.8 N の条件で圧接した。荷重負荷下で, ステンレスロッドとアドヒーズブ塗布面の間から溢出したセメントペーストをマイクロブラシにて除去し, 異なる方向の 4ヶ所から 10 秒間ずつ, 合計 40 秒間照射した。これらの試片は, 37°C 精製水中に 24 時間保管後, 5~55°C の温熱負荷を 10,000 回負荷した後, 万能試験機を用いて接着強さを測定した。なお, 接着試片製作後 24 時間水中に保管した条件をベースラインとした。試片の数は, 各条件についてそれぞれ 12 個とした。接着界面の微細構造については, 通法に従って SEM 観察した。

【成績および考察】

ベースラインの接着強さは, いずれのレジンセメントにおいても, エナメル質では ER モードが SE モードに比較して有意に高い値を示した。一方, 象牙質においては RUS を除くすべてのレジンセメントで, SE モードが ER モードに比較して有意に高い値を示した。温熱負荷後の接着試験から, エナメル質においてはいずれのレジンセメントおよびエッチングモードにおいても, ベースラインと同等な接着強さを示した。一方, 象牙質では温熱負荷による影響は用いたレジンセメントによって異なった。

【結論】

本実験の結果から, エッチングモードの違いはエナメル質においては ER モードで接着強さが向上したものの, 象牙質においては RUS を除いてエッチングモードに影響を受けることが判明した。

Bioactive Adhesive Monomer, CMET, Promotes Odontoblast Differentiation in 3D Cell Culture System

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

○Yaxin RAO, Bayarchimeg ALTANGHISHIG, Masanobu IZUMIKAWA, Yasuhiro MATSUDA, Takashi SAITO

Introduction

The development of multifunctional adhesive materials has long been expected for the establishment of next-generation caries treatment. We previously reported that CMET, a calcium salt of 4-methacryloxyethyl trimellitic acid (4-MET), induces dentin remineralization *in vitro* and increases the mechanical properties of resin-based coating materials. It was also found to inhibit the formation of *Streptococcus mutans* biofilm and to exhibit low cytotoxicity and a high differentiation-inducing ability to odontoblast-like cells. Thus, CMET has been recognized as a promising multi-functional material in Restorative Dentistry and Endodontology.

The superiority of 3D cell culture over 2D cell culture has been increasingly recognized in recent years due to its capacity to emulate complex physiological cues better and support long-term cell viability, making it an attractive option for various biomedical applications.

This study aimed to evaluate the effects of the bioactive adhesive monomer, CMET, on odontoblast differentiation in a 3D cell culture system, with a view to future clinical application.

Materials and Methods

The material that is CMET in atelocollagen neutral solutions (DME-02H, Koken) was used in these experiments. The CMET was diluted to 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, and 0.6% (w/v) for addition into the medium with gel. Rat odontoblast-like MDPC-23 cells were cultured in Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM) supplemented with 5% fetal bovine serum. Cell proliferation was assessed using CCK-8 assay. Mineralization-inducing capacity was evaluated by alkaline phosphatase (ALPase) activity. Statistical analyses were performed using one-way ANOVA and post hoc Tukey's HSD test, with the significance level at 5%.

Results and Discussion

Cell proliferation was significantly greater in the 0.4% gel-CMET group than in other groups ($P < 0.05$). ALPase activity was significantly augmented on day seven in the 0.3% gel-CMET group compared to other groups. These results were consistent with our previous study regarding 3D cell culture and CMET.

The results showed that the bioactive adhesive monomer, CMET, induced the proliferation, differentiation, and mineralization of odontoblast-like cells in a 3D cell culture system under appropriate concentrations. CMET is suggested to exhibit excellent biocompatibility and great potential in dentine regeneration.

脱灰象牙質に対する試作非晶質リン酸カルシウム製剤の効果

¹鶴見大学歯学部保存修復学講座, ²鶴見大学歯学部電顕室センター, ³鶴見大学歯学部解剖学講座
 ○佐々木里那¹, 千葉敏江², 浅田由佳³, 下田信治³, 山本雄嗣¹

Effect of an Experimental Calcium Phosphate Agent on Demineralized Dentin

¹Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine,

²Research Center of Electron Microscopy

³Department of Anatomy, Tsurumi University School of Dental Medicine

○SASAKI Rina¹, CHIBA Toshie², ASADA Yuka³, SHIMODA Shinji³, YAMAMOTO Takatsugu¹

【研究目的】

リン酸カルシウムは生体硬組織の主構成成分であり, またバイオアクティブ材料として再生医療に広く応用されている. 中でも非晶質リン酸カルシウム (ACP) は優れた骨伝導性や生理活性を示し, HEPES 緩衝液と混和すると短時間でヒドロキシアパタイト (HAP) へ相転換すると報告されている¹⁾. 我々はこの特徴に着目し, 象牙質実質欠損に対する ACP の応用の可能性を検討することを目的として ACP 製剤を試作し, 以下の評価を行なった.

【材料および方法】

1) HAP へのカルシウム吸着の評価

まず ACP と HEPES を 1:2000 で混合し HAP 粉末を作製した¹⁾. 次に ACP を pH5.3 と pH8.1 の HEPES と混和して 2 種の上澄液を採取, それらを混合して pH7.4 の Ca²⁺溶液を作製した. この溶液 10ml 内に先に作製した HAP 5mg を混和し, 溶液中の Ca²⁺量の変化を 10 分ごとに 60 分まで測定した.

2) ACP ならびにウシ歯脱灰象牙質の動態観察

ウシ下顎前歯の歯頸部付近の歯根象牙質を厚径 5mm の円盤状に切り出し, その円盤を四分割した. それぞれの歯根表面にダイヤモンドポイントを用いて幅約 2mm, 深さ約 1mm の窩洞を形成した. 窩壁以外の象牙質表面をマスキングしたのちに, 0.5M 乳酸液内 37°C で 48 時間浸漬し窩壁象牙質を脱灰した. そして窩洞内に ACP を充填し, pH5.3 に調整した HEPES を 5 分間滴下した. 続いて pH8.1 の HEPES を滴下し, 37°C 環境下で静置した. またコントロールとして ACP を充填せず HEPES のみ滴下した試料も作製した. 静置 20 分, 40 分, 60 分経過時にそれぞれの試料を包埋し, 窩洞を跨ぐように切断した. 窩洞内の ACP を TEM で, 窩底脱灰象牙質の変化を反射電子像で観察した. 加えて画像処理ソフトを用いて, 健全象牙質に対する窩底象牙質の画像上での相対輝度値を求めて比較した.

【成績および考察】

1) HAP へのカルシウム吸着

Ca²⁺量 (mg/dl) の測定結果を表に示す. (n=8)

0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
10.96 (0.76)	10.80 (0.63)	10.06 (0.68)	10.08 (0.44)	10.01 (0.20)	10.01 (0.60)	9.74 (0.31)

溶液中の Ca²⁺量は経時的に減少し, 特に 20 分経過時までの減少が顕著であった. Ca²⁺は混和後 20 分間で急激に HAP に吸着することが示された.

2) ACP と窩底脱灰象牙質の変化

ACP は静置 20 分で球状から板状に変化し, 40 分で針状を呈した. この変化は象牙質窩洞内での ACP から HAP への相転換を示すものと考えられた. 窩底脱灰象牙質の相対輝度範囲は 20 分経過時で 10.0~38.9 であり, コントロールの -5.3~33.5 と比して高い輝度を示す傾向であった. その後 60 分になると輝度は 4.8~55.0 となり, コントロールの 11.9~45.7 と同等な範囲となった. 試作 ACP 製剤は短時間で脱灰象牙質の石灰化効果を示すことがわかった.

【まとめ】

試作リン酸カルシウム製剤は象牙質窩洞内で HAP に相転換し, 加えて脱灰象牙質の再石灰化能を有することが判明した. この結果から, 生体内成分のみで構成されるリン酸カルシウム充填材の可能性が示された.

【参考文献】

1) Yoshino et al. J Hard Tissue Biol 2022; 31: 1-8.

本研究に関連し, COI を開示すべき企業・団体はない.

2 価金属イオンによる象牙質再石灰化の検討

¹北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 歯制御治療学分野

²朝日大学歯学部 口腔機能修復学講座 歯科理工学分野

³大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子感染制御学講座

○櫻井雅彦¹, 松田康裕¹, 奥山克史², 山本洋子³

泉川昌宣¹, 油井知雄¹, 林美加子³, 斎藤隆史¹

Dentin demineralization inhibition analysis of divalent metal ions

¹Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

²Department of Dental Materials Science, Asahi University School of Dentistry

³Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

○SAKURAI Masahiko¹, MATSUDA Yasuhiro¹, OKUYAMA Katsushi², YAMAMOTO Hiroko³,
MASANOBU Izumikawa¹, TOMOO Yui¹, HAYASHI Mikako³, SAITO Takashi¹

【緒言】

高齢者のう蝕は、歯肉退縮し露出した根面に好発することが特徴であり、オーラルフレイルを予防するためにも高齢者の根面う蝕予防が重要である。初期の根面う蝕は再石灰化が期待され、フッ化物などにより活動性根面う蝕が回復することが示されている。象牙質の再石灰化では結晶を核とした古典的経路だけでなく、コラーゲン線維を核とした非古典的経路による石灰化も生じる。したがって象牙質う蝕の予防のためにはハイドロキシアパタイトの脱灰抑制だけでなくコラーゲン線維の保護も重要である。亜鉛、銅などの2価の金属イオンはそれぞれ抗菌性などの生物活性や脱灰抑制効果もあることが報告されているが、脱灰抑制効果、再石灰化促進効果における微量元素の作用はこれまでほとんど報告されていない。本研究ではIn-air micro PIXE/PIGE解析法を用い2価の金属イオンの象牙質再石灰化に対する影響を検討することとした。

【材料と方法】

ウシ抜去下顎乳前歯 (n=3) を低速回転切断機 (IsoMet, Buehler;ダイヤモンドブレード使用) を用いて水平方向に300 μmの厚さに切り出し、牛歯象牙質試料を作製した。得られた試料は10%乳酸溶液に37℃で48時間浸漬し、脱灰牛歯根試料を作成した。得られた試料をそれぞれ50mlの1%のMgCl₂, CuSO₄, NaF, ZnCl₂溶液に、コントロール群は脱イオン蒸留水に72時間浸漬した。浸漬後、各試料を50mlの脱イオン水で洗浄し、その後50mlの再石灰化溶液に1週間浸漬し再石灰化試料とした。得られた再石灰化試料中のCaおよび各元素をIn-air Micro PIXE/PIGE法で元素量分析した。ミネラル喪失量、ミネラル喪失深度、試料中の元素濃度の統計解析にはSPSS Statistics version 25 (IBM, Armonk, NY, USA)を用いて一元配置分散分析 (One-way ANOVA) とTukey HSDを行い、有意水準5%で統計解析を行った。

【結果及び考察】

In-air micro PIXE/PIGE法による脱灰象牙質へのカルシウム量ではコントロール群と比較してMgCl₂群, CuSO₄群, NaF群, ZnCl₂群で優位にカルシウム量の増加を認めた。また各元素の取り込み量ではFの取り込み量がほかの群と比較して優位に多い結果であった。本結果から亜鉛、銅、マグネシウム等の2価の金属イオンに脱灰象牙質の再石灰化作用が示唆され、抗菌性等も併せ持つ再石灰化処理剤への発展が期待される。

S-PRG フィラー含有矯正用レジンによるエナメル質脱灰抑制能の検討 —脱灰溶液攪拌による影響—

神奈川県立歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野

○平岩 昂樹, 椎谷 亨, 向井 義晴

Effect of S-PRG filler containing orthodontic resin for inhibition of enamel demineralization - Influence of demineralization solution stirring -

Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University

○HIRAIWA Takaki, SHIYA Toru, MUKAI Yoshiharu

【研究目的】矯正治療に用いる機能的矯正装置、スプリント、リテーナー、あるいは小児矯正に用いる拡大床には、常温および加熱加圧にて重合可能なレジンが用いられている。このレジンにエナメル質脱灰抑制能を付与することができれば、矯正治療期間中の齲蝕や酸蝕症の発生頻度を下げることができると考えた。我々は第 151 回日本歯科保存学会学術大会において、歯質の脱灰を抑制することが報告されている S-PRG フィラーを異なる重量パーセント (0wt%, 3wt%, 5wt%, 10wt%) で含有する 4 種類の歯科矯正用レジンの試作を行い、そのエナメル質脱灰抑制能について報告した。その結果、0→3→5→10wt% と含有量が増加するにつれ、エロージョンが生じなくなる傾向が認められた。本実験の目的は同様の S-PRG フィラー含有歯科矯正用レジンを試作し、溶液を攪拌させた状況下でエナメル質脱灰抑制に与える影響を検討した。

【材料および方法】凍結保存したウシ下顎中切歯の歯冠から中空ドリルを装着した卓上小型ボール盤 (E-Value Drill-Press DP-375V) で直径 5mm の歯片をくり抜いた。エナメル質表面は 2,000 番の耐水研磨紙で研磨し、直径 5 mm, 厚さ 3 mm の円柱状試料を作製した。S-PRG フィラー含有量の異なる 4 種類の歯科矯正用レジン硬化体 (0, 3, 5, 10 wt%, 直径 5mm, 厚さ 7 mm) を試作し、それぞれに上述した円柱状エナメル質試料を挿入できる凹部を作製後、同間隔に 4 個ずつ挿入した。歯片を組み込んだこのようなレジン硬化体をプラスチック容器の底部に固定後、脱灰溶液 (50 mM 酢酸, 1.5 mM CaCl₂, 0.9 mM KH₂PO₄, pH 4.6) を 15 ml 注入、中央に回転子 (10×φ4mm) を入れ攪拌を行いながら (500 rpm) 37°C で 4 日間脱灰を行った。脱灰期間終了後、レジン硬化体から撤去したエナメル質試料を脱水、レジン包埋し、ダイヤモンドワイヤー式精密切断機 (Well3242) を用いて、厚さ 150 μm の薄切片を歯軸方向に切り出した。各歯片は Transverse Microradiography (TMR) 撮影 (管電圧 35kV, 管電流 15mA, 焦点-試片間距離 570mm, 照射時間 15 分, PW3830) 後、分析用ソフト (TMR2006, 2012) を用いてミネラルプロファイルを作成し、ミネラル喪失量および病巣深度を測定した。4 群間の比較には One-way ANOVA および Tukey-Kramer の多重比較検定 (有意水準 5%) を用いた。

【結果】レジン硬化体中の S-PRG フィラー含有量が 0% の歯片ではエナメル質は強い脱灰を受け、エロージョン状態を示していたが、フィラー含有量が 3% 以上の歯片では表層下脱灰の様相を呈していた。0, 3, 5, および 10 wt% のレジン硬化体に挿入したエナメル質試料の平均ミネラル喪失量はそれぞれ、2417±165, 1209±407, 1080±385, および 645±170 vol%×μm であり、0% と他の 3 群との間に有意差が認められた (p<0.05, n=4 (0%群のみ n=3))。また平均病巣深度はそれぞれ 60±22, 54±18, 48±13, および 41±8 μm であり 4 群間に有意差は認められなかった。

【考察】S-PRG フィラー含有量が 0→3→5→10 wt% と増加するにつれて、脱灰は抑制される傾向を示した。また 0% 群で認められたエロージョン様の脱灰様相は S-PRG フィラーを含ませることにより観察されなくなった。これらの結果は、矯正用レジンに含まれる S-PRG フィラーからリリースした様々なイオンが脱灰抑制を誘導したものと考えられるが、フッ化物イオンのフルオロアパタイト形成作用やナトリウムイオンの緩衝作用が脱灰抑制に寄与しているものと考えられた。本実験条件はレジン製矯正用装置を装着した状態でスポーツドリンク等を飲用した口腔内を再現しているものと考えられるため、本レジンを用いた矯正用の床材料に使用することで酸蝕症の予防やエナメル質初期齲蝕の発症抑制に寄与できる可能性が示された。

P38 α はヒト歯肉細胞における TNF- α 誘導性 IL-8 産生に寄与する

大阪歯科大学 生理学講座
○毛 丹, 井上 博, 合田 征司

P38 α contributes to TNF- α -induced IL-8 production in human gingival cells

Department of Physiology, Osaka Dental University

○Dan Mao, Hiroshi Inoue, Seiji Goda

目的

慢性歯周病は歯面に付着した口腔細菌を原因として発症する慢性炎症であり、免疫担当細胞が産生する TNF- α は炎症初期において多彩な役割を果たすことが知られている。MAPK ファミリーは、p38、ERK1/2 および JNK の主要なグループで構成され、細胞増殖、分化および移動などさまざまな細胞応答の重要な調節因子として関与している。ヒト p38 MAP キナーゼには $\alpha/\beta/\gamma/\delta$ 4 つのサブファミリーが存在しており機能分担がなされていると考えられている。TNF- α 刺激により p38 MAP キナーゼが活性化することは知られているが、p38 MAP キナーゼの 4 つのサブファミリーについての詳しい検討はされていない。今回、TNF- α 刺激歯肉上皮細胞株 (Ca9-22) の IL-8 産生における p38 α MAP キナーゼの関与について検討した。

材料および方法

1) 細胞培養：歯肉上皮細胞株 Ca9-22 は、10% 脂肪牛血清 (FBS)、100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ペニシリン、100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ストレプトマイシン、2 mM L-グルタミンを含むダルベッコスモディファイイーグル培地 (DMEM) (ハイグルコース) で培養を行った。Ca9-22 は、5% CO₂、37°C で培養した。2) TNF- α (0, 2, 5, 10 ng/ml) にて 24 時間刺激後、細胞中の IL-8 mRNA を RT-PCR 法にて確認した。3) TNF- α (0, 2, 5, 10 ng/ml) で 48 時間刺激し、上清中の IL-8 を ELISA 法にて測定した。4) TNF- α (2ng/ml) で (0, 1, 3, 5, 10, 15, 30 分) 刺激し、p38 MAP キナーゼのリン酸化と I κ B α のタンパク量をウエスタンブロッティングにて確認した。5) 各種 p38 MAP キナーゼ阻害剤 (p38 $\alpha/\beta/\gamma/\delta$ 阻害: Doramapimod、p38 α/β 阻害: SB203580、p38 α 阻害: VX-745) で 1 時間前処理した後 TNF- α (2 ng/ml) にて 48 時間刺激した。

結果

1) TNF- α の濃度依存的に IL-8 の遺伝子発現量増加が確認できた。TNF- α の濃度依存的に IL-8 の分泌増強が確認された。2) p38 MAP キナーゼのリン酸化は時間とともに増強し、15 分でピークを認めた。I κ B α のタンパク量は時間とともに減少した。3) TNF- α 刺激による IL-8 の分泌増強は p38 MAP キナーゼの阻害により減少した。また、p38 α MAP キナーゼを阻害した時の減少が最も大きかった。

考察

以上の結果から、p38 α MAP キナーゼは、歯肉上皮における TNF- α 誘導性 IL-8 産生において重要な役割を果たしている可能性があることが示唆されている。

利益相反

利益相反はありません。

構造発色するコンポジットレジン of 重合収縮応力

日本大学松戸歯学部 保存修復学講座

○神谷 直孝, 内山 敏一, 藤田(中島)光, 庫川 幸利, 成田 興治, 平山 聡司

Polymerization shrinkage stress of a structural colored resin composite

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

○Naotaka Kamiya, Toshikazu Uchiyama, Kou Fujita-Nakajima, Yukitoshi Kurakawa, Kouji Narita, Satoshi Hirayama

【研究目的】

構造色を応用した発色により、優れた色調適合性を発揮するコンポジットレジンが臨床で使用されている。構造発色するためペーストに色素や顔料を含有せず、従来のコンポジットレジンとは重合収縮応力(以下収縮応力)の発生挙動が異なる可能性がある。そこで、照射開始から24時間後までの収縮応力を経時的に測定し、従来のコンポジットレジンと比較し評価した。

【材料および方法】

構造色を有するコンポジットレジンとしてオムニコロマ (OC, トクヤマデンタル), 従来のコンポジットレジンとしてエステライト Σ クイック A2 シェード (ES, トクヤマデンタル) を用いた。収縮応力は、本学歯科生体材料学講座試作のサーボ駆動式収縮応力測定装置を用いて測定した。コンポジットレジンで充填する窩洞部分は、被着面をアルミナサンドブラスト処理した黄銅製の円筒と円柱を組み合わせて、外形10mm, 内径6mm, 深さ3mmでC値が3.0となる形状とした。窩洞内面を金属接着プライマー(アロイプライマー, クラレノリタケデンタル)で処理後、ボンディング材(メガボンド2, クラレノリタケデンタル)を塗布し、照射器(ペンキュア, モリタ)で10秒間照射を行った。コンポジットレジンで窩洞を一括填入し、ポリエチレンシートを介して圧接後20秒照射した。照射開始と同時に収縮応力の測定を開始し、24時間連続して記録した。OCとESの収縮応力は、照射開始から60秒経過までは10秒毎、その後5, 10, 30, 60分経過時、さらに測定時間内に記録した収縮応力の最大値について平均値で比較した(n=7)。

【結果および考察】

OCとESの収縮応力の経時変化について、照射開始から60秒経過までをFig.1に、60分経過までをFig.2に示す。Fig.3に、24時間以内に記録したOCとESの収縮応力の最大値の比較を示す。OC, ESともに、収縮応力は照射開始から数秒経過後に発生し、その後照射中の収縮応力は急峻な上昇を示し、照射終了後は緩徐な上昇に変化した。収縮応力の緩徐な上昇は60分経過後も継続したが、数時間~24時間以内にすべての試料で最大値を示した後、プラトーな状態か下降に変化した。OCとESの収縮応力の大きさの比較では、照射開始10秒後のみOCが有意に小さかったが、最大値を含めその他すべての測定点で有意差は認めなかった。OCの収縮応力が10秒後のみ有意に小さかったのは、照射開始直後から硬化するまでの数秒にみられるペーストの流動性が異なるためと考えられた。

【結論】

構造発色するコンポジットレジンが重合硬化時に発生する収縮応力の経時変化やその大きさは、従来のコンポジットレジンと同等の挙動を示すことが分かった。

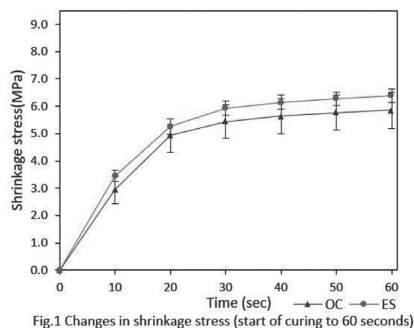


Fig.1 Changes in shrinkage stress (start of curing to 60 seconds)

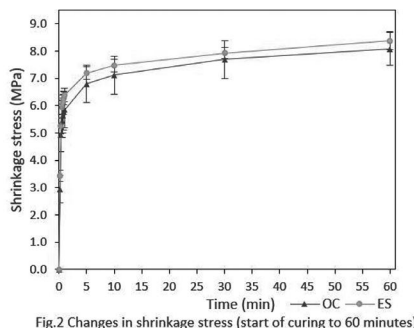


Fig.2 Changes in shrinkage stress (start of curing to 60 minutes)

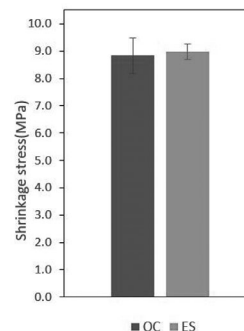


Fig.3 Maximum shrinkage stress (start of curing to 24 hours)

ヒト歯髄由来線維芽細胞様細胞の
tissue inhibitor of metalloproteinase-1 産生における
ムラミルジペプチド (MDP) の影響

大阪歯科大学 歯科保存学講座¹、生理学講座²

○張 皓男¹、井上 博²、諸頭秀俊¹、毛 丹²、伍 光幸¹、吉川一志¹、合田征司²、山本一世¹

**Effect of muramyl dipeptide (MDP) on tissue inhibitor of metalloproteinase-1 production
in human dental pulp fibroblast-like cells**

¹Department of Operative Dentistry, ²Department of Physiology, School of Dentistry,
Osaka Dental University

○Haonan Zhang¹, Hiroshi Inoue², Hidetoshi Moroto¹, Dan Mao², Guangxing Wu¹, Kazushi
Yoshikawa¹, Seiji Goda², Kazuyo Yamamoto¹

【目的】

歯髄組織には、う蝕などの外的刺激から損傷を受けたときに修復および再生する固有の能力がある。歯髄の可逆性および不可逆性歯髄炎で起こる炎症性破壊は、マトリックスメタロプロテアーゼ (MMPs) および tissue inhibitor of metalloproteinases (TIMPs) によって複雑に制御されている。TIMPs/MMPs のバランスが維持されることで、細胞外マトリックスの恒常性とリモデリングが正常に保たれる一方、それらが崩れることで様々な疾患がもたらされる。TIMP-1 は、歯髄細胞のコラーゲン合成の調節に関与しておりヒト歯髄の修復と再生に重要な役割を果たしている。ヒト歯髄由来線維芽細胞様細胞 (hDPFs) で構成的に発現されるヌクレオチド結合オリゴマー化ドメイン 2 (NOD2) はムラミルジペプチド (MDP) を感知する。ムラミルジペプチド (MDP) は、細菌の構成成分であり、NOD2 によって微生物特異的分子として認識され自然免疫応答を惹起する。そこで本研究では、hDPFs の TIMP-1 産生における MDP の影響について検討した。

【方法】

(1) hDPFs に 10 μ g/mL MDP 刺激を加えて 24 時間刺激した。刺激後、フローサイトメーターによる死細胞の測定を行うことで細胞毒性の検討をおこなった。

(2) (1)と同様の刺激を加えた後に細胞増殖試薬 WST-8 と反応させ細胞増殖能の検討をおこなった。

(3) hDPFs を 12 well plate に 1.0×10^5 cells / well で播種し、各種濃度の MDP で 24 時間刺激した。刺激後に上清を濃縮してサンプルを作成し、TIMP-1 をウエスタンブロッティングにて確認した。

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 111112)。

【結果および考察】

MDP 刺激は hDPFs に対して細胞毒性はなく、細胞増殖能に対して影響を与えなかった。一方、MDP 刺激によって hDPFs の TIMP-1 産生は増強した。以上の結果から、hDPFs は MDP 刺激によって自然免疫応答が活性化され、TIMP-1 を産生することでコラーゲン合成を調節し、歯髄の修復と再生に関与する可能性が示唆された。

【利益相反】

本研究において開示すべき利益相反関係にある企業はない。

CAD/CAM インレー修復におけるレジンコーティング法がセメント層に及ぼす影響

東京歯科大学保存修復学講座

○半場秀典, 中野岳志, 田代憲太郎, 増山絢子, 宮吉美仁, 春山亜貴子, 村松 敬

Effect of Resin Coating on Cement Layer in CAD/CAM Inlay Restoration

Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College

○HAMBA Hidenori, NAKANO Takashi, TASHIRO Kentaro, MASUYAMA Ayako, MIYAYOSHI Yoshihito,
HARUYAMA Akiko, MURAMATSU Takashi

【研究目的】

CAD/CAM レジンインレー修復が保険収載され、臨床応用が広まりつつある。さらに、生活歯の修復では歯髄の保護および接着性の向上のためにレジンコーティング法の応用が推奨されている。一方で、CAD/CAM インレー修復におけるレジンコーティングがセメント層に及ぼす影響は明らかになっていない。我々は μ CT におけるエックス線不透過性を有する 1 ステップユニバーサルタイプボンディング材の窩洞内での高い識別性を報告しており、 μ CT による直接修復や間接修復の非破壊解析が可能となった。そこで本研究では、CAD/CAM インレー修復におけるレジンコーティングの有無がインレーの適合性および接着性レジンセメントに及ぼす影響について、非破壊観察が可能な μ CT を用いて検討することとした。

【材料および方法】

牛歯前歯歯冠部を精密低速切断機 (Isomet, Buehler) にて 5 mm×8 mm×4 mm のエナメル象牙質ブロックを作製し、卓上ドリルおよびダイヤモンドポイント (FG#207CR、松風) を用いて、直径 3.1 mm、幅、6.2 mm 深さ 2.5 mm の規格複雑窩洞を形成した。試料をコーティングあり群とコーティングなし群に分けた。レジンコーティング材としてエックス線不透過性を有するスコッチボンドユニバーサルプラスアドヒージブ (3M、以下 SU) を用いた。窩洞の光学印象 (TRIOS) を行い、CAD/CAM レジンブロック (セラスマート、ジーシー) からレジンインレー体を作製した。装着にはエックス線不透過性を有する接着性レジンセメント (リライエックスユニバーサルレジンセメント、3M) を用いた。セメントの業者指示に従い、インレー体へのアルミナサンドブラスト後、SU にて処理し、すべての窩洞を SU にて処理した。インレー体を窩洞に接着し、余剰セメントの除去後、インレー体表面の 2 方向から光照射を行った。装着後に水中に 24 時間保管し、 μ CT (μ CT50、Scanco) にて解像度 5 μ m で撮影を行った。得られた CT データから解析ソフト (TRI 3DBON、Ratoc) にてインレー窩洞内のセメント層を抽出し、セメント層の 3 次元解析を行い、セメント層の体積および微小空隙の体積、セメント層に含まれる微小空隙の割合を求めた。得られた測定値の統計学的解析には Mann-Whitney U 検定 (有意水準 5%) を用いた。

【結果および考察】

μ CT 撮影の結果、CAD/CAM レジンインレー修復におけるセメント層界面に微小空隙が観察された。セメント層の 3 次元解析の結果、コーティングあり群はコーティングなし群と比べてセメント層の空隙体積、空隙割合、空隙最大体積で有意に低い値を示した。一方、セメント層の体積および空隙の数はコーティングあり群とコーティングなし群において有意差を示さなかった。レジンコーティング法を行うことにより、窩洞面がコーティングされ、表面のぬれ性が向上し、セメント層の微小空隙の直径が小さくなったことが考えられ、最終的に空隙体積を減少させたと考えられた。

【結論】

3 次元解析の結果、CAD/CAM インレー修復におけるレジンコーティング法はインレーの適合性には影響しないが、接着性レジンセメント内に発生する微小空隙の体積を減少させる可能性を示した。レジンコーティング法はセメント層の質を高めることでインレーと象牙質の接着強さに寄与することが示唆された。

東京歯科大学歯内療法学講座における 歯根端切除術の術後経過と病理組織診断についての調査

東京歯科大学 歯内療法学講座

○岩澤 弘樹、佐古 亮、倉持 仁、番場 桃子、中島 克真、中島 龍、関矢 日向子、
谷 洸希、壺内 かれん、山田 雅司、古澤 成博

Investigation of the postoperative course of apicoectomy and pathological diagnosis in the Department of Endodontics, Tokyo Dental College

Department of Endodontics, Tokyo Dental College

OIWASAWA Hiroki, SAKO Ryo, KURAMOCHI Jin, BAMBAMA Momoko, NAKAJIMA Kazuma,
NAKAJIMA Ryo, SEKIYA Hinako, TANI Koki, TSUBOUCHI Karen, YAMADA Masashi,
FURUSAWA Masahiro

【目的】

根尖性歯周炎に対する治療の多くは、感染根管治療が第一義的に選択され、広く一般臨床で行われている。しかしながら、感染根管治療が奏功しない場合、患歯の根尖周囲に肉芽腫や嚢胞が形成されている可能性が疑われる。このような場合、外科的歯内療法による感染源の除去と根尖周囲組織の搔爬が必要となる。一般に歯根端切除術では、感染が残存している根尖付近の根管や炎症に伴う不良な軟組織を外科的に摘出し、根尖部歯根の切断面から逆根管充填を行う。近年、マイクロスコープを併用すると成功率が向上することが報告され、当講座でも、以前からマイクロスコープを併用した歯根端切除術を実施しており、多くの症例で摘出した軟組織を病理組織学的に検査し、診断をしている。本研究では、当大学付属病院で歯内療法を診療の主とする医局員が行ったマイクロスコープ併用の歯根端切除術において、「施行前後の症状」、「エックス線画像所見」および「病理組織学的な診断結果」を収集し、その実態についてまとめた結果を報告する。

【材料および方法】

調査対象は、「2017年4月から2022年3月の期間に東京歯科大学水道橋病院保存科に来院していること」、「マイクロスコープ下で歯根端切除術を行っていること」、「摘出した組織に病理組織検査を実施し、歯根肉芽腫や歯根嚢胞と診断されたこと」の3つの条件をすべて満たすものとした。該当者のうち、デンタルエックス線画像による術後経過が12か月未満の場合は除外した。評価は、歯根端切除術後の経過に関する評価法として知られるRudらの基準に基づいて、臨床症状ならびにデンタルエックス線画像の評価を行った。なお、本研究は東京歯科大学倫理審査委員会における承認を得て実施した（東京歯科大学倫理委員会 承認番号1131号）。

術後の臨床症状は、打診痛、根尖部歯肉圧痛および瘻孔の有無を評価対象とし、いずれかの症状があるものを失敗とした。デンタルエックス線画像所見の評価は当講座の医局員2名が独立して行い、評価が分かれた場合には同一になるまで討論した。討論後も一致しない場合は、当講座に所属する第三者により最終的な評価を行った。これらの評価と東京歯科大学水道橋病院臨床検査科に提出した検体の病理組織診断結果を併せて、治療の成否の評価を行った。なお、一人の患者で行われた一回の施術の際に複数歯の根尖部にわたる病変に処置した場合は、合わせて1症例として評価した。

【結果および考察】

設定した条件を満たす430症例中、12か月以上のリコールに応じて受診していた118症例を最終的な調査対象とした。118症例のうち、術後の臨床症状を認めなかったのは78症例であり、成功に該当する「完全な治癒」と「不完全な治癒」と評価したのは74症例であった。118症例中、病理組織検査においてRadicular cystと診断されたのは約34%であり、そのうちの45%は失敗と評価された。歯根端切除術後の病理組織診断結果は、SchulzらのRadicular granulomaが70%であったとの報告と近似していると思われた。

また、症例数は、性別では女性が約70%、年齢では40代が約30%であった。性別と年齢を併せると、40代の女性が約24%と最も多く、日本人における歯根端切除術を施行した患者の年齢は、10代が最も多かったという過去の報告とは異なる結果となった。今後は成功率に影響する因子の調査や、Radicular granulomaとRadicular cystの病理組織診断結果と歯根端切除術後の予後における相関関係の調査が必要であると思われた。

象牙質接着材のセメント芽細胞に対する細胞障害性に関する研究

神奈川県立歯科大学歯科保存学講座歯内療法学分野¹、総合歯学教育学講座教養教育学分野²、
分子生物学講座口腔細菌学分野³

○王珽萱¹、渡邊清子²、浜田信城³、石井信之¹

The cytotoxic properties of dentin adhesives on cementoblasts.

Department of Endodontic¹, Department of Liberal Arts Education², Department of oral microbiology³,
Kanagawa Dental University

Ting-Hsuan Wang¹, Kiyoko Watanabe², Nobushiro Hamada³, Nobuyuki Tani-Ishii¹

【緒言】

象牙質知覚過敏、歯牙破折、および窩洞形成時の疼痛制御を目的として、接着性レジン被覆によるレジンコーティングの重要性が認識されつつある。接着性レジン被覆時は象牙質とセメント質形成面への象牙質接着材（ボンディング材）塗布が必須であるが、成分中に Bis-GMA、TEGDMA、および HEMA が含有成分であるため、硬化後の未重合メタクリレート系モノマーによる抗原性や細胞障害性に対する配慮が必要とされている。本研究は接着性レジン修復時の象牙質接着材が塗布される象牙質およびセメント質への傷害性を検討することを目的とした初期研究として、セメント芽細胞に対する細胞障害性を解析することを目的とした。

【材料および方法】

■細胞培養

ヒトセメント芽 (HCEM) 細胞は元広島大学 高田隆教授より供与を受けた不死化細胞系を用いて行った。HCEM は 10% fetal bovine serum (FBS) 含有 α -MEM を用いて、37°C、5% CO₂ 条件下で培養した。

■試料の作製

象牙質接着材として、BONDMER Lightless (BL: トクヤマデンタル)、FLUORO BOND SHAKE ONE (SO: SHOFU)、クリアフィルニューボンド (NB: モリタ) を供試し、使用説明書に従い、混合液を混和し 24 時間硬化後の硬化体を試料とした。硬化体の作製はホットプレート (HP-4530N: アズワン) 上に PP シートを用い、37 度に加温した。抽出には各混和溶液を 1 ml あたり 6 cm² に拡大し厚さ約 50 μ m の硬化シートを作製後 4×7.5 cm に裁断し、一部の試料をジメチルスルホキシド (DMSO: 石津製薬) に溶解後、硬化体 10 mg/ml 濃度を 10 ml 得た。被験試料は、 α -MEM で希釈し 10 段階希釈し 1、0.1、0.01、0.001、0.0001 mg/ml とした。又、それぞれの混合液についても DMSO で可溶化後、同様の濃度で実験に供試した。さらに、各硬化体を 1 mg/ml 濃度に α -MEM で調整し、経時的に 1、2、4、8 週間浸漬後の溶液に対して細胞障害性を解析した。

■細胞障害性及び細胞増殖抑制試験

Cell Titer 96 Aqueous Non-Radioactive Cell Proliferation Assay (Promega, USA) を用いて判定した。統計処理は、Tukey 法により解析した。

【結果】

BL、SO、NB 硬化体を DMSO で溶解し、1、0.1、0.01、0.001、0.0001 mg/ml 濃度で HCEM に対する細胞障害性を検討した結果、0.1 mg/ml 濃度以下では細胞障害性は認められなかった。増殖抑制試験では 24 時間後に 1 mg/ml 濃度でコントロール群に対しては BL (63.3±6.3%)、SO (43.6±0.6%)、NB (38.1±1.8%) に細胞生存率が減少したが、0.1 mg/ml 濃度以下では細胞増殖抑制が認められなかった。さらに、各試料の混合液にも 1 mg/ml 濃度で細胞増殖抑制作用が認められた。一方、 α -MEM に浸漬した各硬化体 (1 mg/ml) に対して、経時的に細胞障害性を解析した結果、浸漬 8 週間まで細胞障害性は認められなかった。

【考察】

象牙質接着材の未重合成分である Bis-GMA、TEGDMA、および HEMA 等による影響について HCEM に対する細胞障害性を検討した結果、未重合成分および DMSO で溶解した高濃度の硬化体は HCEM に対する細胞障害性が認められた。一方、培養液に浸漬した各硬化体試料は、細胞障害性が認められなかった。以上の結果は、象牙質接着材の各硬化体から未重合モノマーの遊離による HCEM への細胞障害性の影響は殆どないと考えられた。

ラット骨窩洞内に埋植した水酸化カルシウム系根管充填剤に対する組織反応

1 北海道大学病院口腔総合治療部, 2 北海道大学大学院歯学研究院歯周・歯内療法学教室
○田中佐織^{1,2}, 宮治裕史², 加藤昭人², 金本佑生実², 菅谷 勉²

Tissue response to calcium hydroxide root filling formulation in rat bone defect

1 Division of General Dentistry Center for Dental Clinics, Hokkaido University Hospital
2 Department of Periodontology and Endodontology, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University
○TANAKA Saori^{1,2}, MIYAJI Hirofumi², KATO Akihito², KANEMOTO Yukimi², SUGAYA Tsutomu²

【緒言】

水酸化カルシウムを主成分とする根管充填材料は、抜髄や感染根管治療の貼薬材として使用され、強アルカリによる優れた殺菌効果を示すことから広く臨床で用いられている。近年、新規水酸化カルシウム系根管充填材料としてジーシー カルフィー・ペーストが開発され、ペースト化材に水溶性の増粘剤を使用していることから、根管貼薬後の除去性に優れることが報告されている(第43回日本歯内療法学会学術大会, 2022年)。一方で、根尖孔が大きいケースなど、根管充填材料が貼薬時に根尖部歯周組織に溢出する可能性があることから、本材の生体親和性評価が望まれる。そこで本研究では、ラット臼歯根尖部に実験的骨欠損を作製し、本材を直接填入した場合の生体反応を免疫組織学的に観察し、市販の水酸化カルシウム系根管充填材料と比較を行った。

【材料および方法】

被験水酸化カルシウム系根管充填材料として、ジーシー カルフィー・ペースト(ジーシー昭和薬品)、およびカルシベックスII(日本歯科薬品)を用いた。実験動物はウイスター系ラット(雄, 10週齢)とし、セボフルランによる吸入麻酔後、3種混合麻酔薬による全身麻酔、キシロカインカートリッジによる局所麻酔を行った。上顎第1臼歯の歯肉剥離後、サージカルパー(#2, マニー)にて臼歯の根尖と歯槽骨を削除した。洗浄後、各水酸化カルシウム系根管充填材料を添付のシリンジを用いて骨欠損を満たすように填入し、歯肉弁を復位して縫合した。術後3週後に、ホルマリンによる灌流固定を行い、臼歯を含む組織を摘出、マイクロCT撮影を行った。その後、EDTAを用いて脱灰し、通常に従ってパラフィン薄切標本作製、組織学的観察と定性評価を行った。組織学的解析には、ヘマトキシリンエオシン染色、および免疫組織化学的染色(1次抗体CD3, CD68, CD204, MMP9, DAB染色)を実施した。またエネルギー分散型X線分析(EDX)とラマン分光分析を実施した。なお動物実験は北海道大学動物実験委員会の承認を受け(承認番号20-0159)、関係ガイドラインに従って行った。

【結果および考察】

ジーシー カルフィー・ペースト填入サンプルでは、マイクロCT画像において骨窩洞内にX線不透過性の強い領域を認め、材料の残留と考えられた。EDTAによる脱灰後に組織を半切して肉眼的に観察したが材料の残留は確認できず、材料は脱灰により消失したと思われた。組織学的観察の結果、骨窩洞は炎症性肉芽組織で満たされ、CD68あるいはCD204陽性マクロファージの強い集積を認め、材料が貪食されていることが示唆された。CD3は陰性で、MMP9は軽度の染色を示した。

カルシベックスII埋植サンプルでもマイクロCT画像でX線不透過性の強い領域を認め、一方で脱灰後サンプルの肉眼的観察において白色の材料残留が認められた。そこでEDXにて元素同定を行ったところ白色部位にチタンが認められ、ラマン分光分析の結果、アナターゼ型酸化チタンであることが示された。組織学的観察の結果、骨窩洞は炎症性肉芽組織で満たされるとともに、多くの黒色の微粒子が認められた。これら微粒子はCD68あるいはCD204陽性マクロファージの細胞内に取り込まれており、マクロファージに貪食された酸化チタンであると考えられた。CD3とMMP9はジーシー カルフィー・ペースト填入サンプルと同様の所見であった。

【結論】

ジーシー カルフィー・ペースト、カルシベックスIIともにマクロファージによる貪食を受けることが示唆され、ジーシー カルフィー・ペーストの生体吸収性はカルシベックスIIより良好である可能性が示された。今後さらに長期的な組織反応を調査する予定である。

取り下げ

歯内療法後の補綴治療 (クラウン) の生存時間—多機関共同研究

¹長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 歯科補綴学分野 保存修復学部門, ²丸山歯科医院,
³おおい歯科, ⁴難波歯科医院, ⁵堀坂歯科医院, ⁶やまもと歯科クリニック, ⁷鶴見大学
 ○久保至誠¹, 丸山和久², 大井孝友³, 難波秀樹⁴, 堀坂肇介⁵, 山本修平⁶, 桃井保子⁷,
 江越貴文¹, 介田 圭¹, 平 曜輔¹

Longevity of crowns on endodontically treated teeth – a multicenter study

¹Div. of Cariology and Restorative Dentistry, Dept. of Prosthetic Dentistry, Graduate School of Biomedical Sciences, Nagasaki University,
²Maruyama Dental Clinic, ³Oi Dental Clinic, ⁴Nanba Dental Clinic, ⁵Horisaka Dental Clinic, ⁶Yamamoto Dental Clinic, ⁷Tsurumi University
 ○Kubo Shisei¹, Maruyama Kazuhisa², Oi Takatomo³, Nanba Hideki⁴, Horisaka Yasuyuki⁵, Yamamoto Shuhei⁶, Momoi Yasuko⁷,
 Egoshi Takafumi¹, Kaida Kei¹, Taira Yohsuke¹

【目的】

歯内療法後、わが国では補綴治療 (クラウン) が多く行われている。本研究は、多機関との共同で歯内療法後の失活歯を対象とした全部鋳造冠 (MC) と前装鋳造冠 (FC) の生存分析を行い、その生存時間を知る目的で行われた。

【材料および方法】

長崎大学病院臨床研究倫理委員会の承認を得て (承認番号 22031402)、6 共同研究機関 (一般歯科医院) において行われたクラウン (MC, FC) の生存時間とそれに関連している可能性のある診療情報を収集した。対象とした患者は、調査期間中に各共同研究機関を受診した患者で、初めての来院から 10 年以上経過し、かつ自院でのクラウン作製・装着の既往歴がある者とした。先ず、既報データを基に研究に必要なサンプルサイズを求めた (MC:500 例, FC:250)。データの独立性を担保し、選択バイアスを可及的に小さくするため、記録するのは 1 研究対象者から MC と FC の両方、またはどちらか一方の最初の症例のみとした。イベントはクラウンを装着した歯に再治療や補修が行われた場合、または調査期間中の診察時にクラウンの再治療や補修が必要と診断された場合とした。生存時間は装着時からイベント発生時まで、あるいは最終来院時までの時間とした。生存分析には、Kaplan-Meier method と Log-rank test を用いた (有意水準 (α) = 0.05)。全てのイベントを対象とした場合 (All events)、イベント発生の理由が歯周病と補綴便宜的要求であったものを打ち切りとして除外した場合 (Censor 1)、さらに歯内療法に関連したイベントを除外した場合 (Censor 2)、歯内療法に関連したイベントのみの場合 (Censor 3) と、それぞれの条件別に生存率を求めた。Cox 比例ハザードモデルによる多変量解析は Censor 1 と 3 の条件下で実施した。

【結果と考察】

6 共同研究機関において、682 人の研究対象者 (装着時平均年齢: 49.6 歳) から 824 例のクラウンの生存時間に関する情報が得られた。生活歯が 15 歯、生失不明は 31 歯、歯内療法後の失活歯は 778 歯 (MC: 507 例, FC: 271 例) あり、失活歯に装着されたクラウンを解析に用いた。MC と FC の 10 年後、15 年後、20 年後の生存率を Table 1 に示す。多変量解析の結果、生存時間に有意な影響を及ぼしていた要因は、初回作製か再作製のクラウン装着か、術者の違いおよび装着時の患者の年齢であった。Censor 3 で解析した場合、さらにクラウンのタイプが追加され、FC が MC より優れた成績を示した。また、根尖性歯周炎を理由とする再治療はう蝕、クラウンの脱離、歯根破折を理由とする再治療より早期に発生していた。歯内療法が行われた歯の 90%程度は、10 年後も臨床的に大きな問題なく機能していた。ただし、本研究の術者が意識の高い歯科医師であった点は考慮すべきかと考える。

Table 1 Survival rates of crowns under various conditions (%)

Event and censor	Type	10 yrs.	15 yrs.	20 yrs.
All events	MC	73.2	61.2	51.9
	FC	75.4	65.1	49.6
Censor 1	MC	79.3	69.7	59.8
	FC	81.7	71.9	59.1
Censor 2	MC	89.0	82.6	75.9
	FC	88.0	80.5	68.0
Censor 3	MC	90.3	85.6	80.8
	FC	95.4	92.2	90.7

All events: all retreatments are included as events regardless of reason.

Censor 1: events due to severe periodontitis and prosthetic requirement are treated as censored.

Censor 2: events due to severe periodontitis, prosthetic requirement and endodontics-related reasons are treated as censored.

Censor 3: Only retreatment for endodontics-related reasons are included as events.

【結論】

歯内療法後に装着されたクラウンの生存時間の中央値は 20.7 年であった。歯内療法に関連した理由が再治療の 26.2%を占め、クラウンの生存時間を短くする主要因の一つであった。

髓室開拓において致命的な偶発症をもたらす2次元ユークリッド空間の検証

日本歯科大学附属病院 総合診療科1 (歯内療法)

○井出 葵, 渡邊 大悟, 塩田 恭子, 大西 小雪, 小柳 圭史, 長谷川 達也, 北村 和夫

Validation of mis-recognition regarding orifice locations and the access outline under the two-dimensional euclidean space

Division of General dentistry 1 (Endodontics), Nippon Dental University Hospital

○Aoi Ide, Daigo Watanabe, Katofumi Koyanagi, Tatsuya Hasegawa, Kazuo Kitamura

【目的】

根管治療において、髓室開拓の適否は根管治療全体の成否を大きく左右する極めて重要な治療過程である。不適切な髓室開拓は器具操作を妨げるだけでなく、側壁穿孔や過剰切削を招くことにより、患歯の予後を大きく左右する可能性がある。これらの状況の多くは、より経験の浅い歯科医師で生じるケースが多いと推察される。そこで演者らは、経験年数によって根管口の認識が向上することで、より洗練された適切な髓室開拓形態が生まれ、それらはある程度の範囲内に収束するのではないかという仮説を立てた。本研究では、上顎第一大臼歯(#16)および上顎第二大臼歯(#17)における根管口の認識差を2次元ユークリッド空間で明らかにすることで、理想的な髓室開拓窩洞の形態を卒後早期で理解することの重要性を示し、致命的な穿孔や逸脱といった偶発症を減らすことを目的とする。

【材料・方法】

本研究は、日本歯科大学生命歯学部研究倫理委員会の承認のもと実施した(承認番号:NDU-T2022-07)。適格基準として、日本歯科大学附属病院に所属する臨床研修歯科医師と総合診療科に所属する歯科医師のうち、本研究の趣旨に同意を得ることができた者を対象とした(Resident群(N=73)、General Dentist (GD)群(N=75))。匿名化された回答用紙を回収後、中心基準点(CRP; Central reference point)を基準とした座標位置をそれぞれ取得した。CRPは頬側面溝と中心溝の交点(x, y)=(0, 0)と定義し計測を行った。計測は3名の測定者により実施され、平均値を代表値とした。窩洞外形の境界点(MP; Margin point)として外形線上のX軸-正方向の最大点をMBMP、X軸-負方向の最大点をDBMP、Y軸-負方向の最大点をPMPと定義し座標を取得した。一般的に典型とされる位置関係(TAO; Typical access outline)、抜去歯サンプルより得られた平均的な位置関係(SAO; Suggested access outline)との誤差を比較するため、既存の論文(Willcox *et al.* 1989 JOE)により示された座標から回答より得られた座標を減算した絶対値を認識差として定量化し比較を行った。集計データは、変動係数ならびにノンパラメトリック検定(Steel-Dwass法)にて統計解析を行った。

【結果】

根管口の位置関係は、#16と#17ともにResident群において根管口の認識が遠心側に偏っている傾向が認められた。また、変動係数からResident群においてはP根管にそれぞれ近遠心的なばらつきが認められた(#16, #17=1.45, 1.95)。Resident群とGD群の根管口の認識差に関して、SAOにおいてMB根管の頬舌のおよび近遠心的誤差に、TAOにおいてはMB根管に加えてDB根管の近遠心的誤差にそれぞれ有意差を認めた。窩洞外形に関して、Resident群ではDBMPがより遠心側に設定されており正三角形の形状をとる傾向が認められた。これは特に#16に顕著に認められた。変動係数からResident群においてPMPに近遠心的なばらつきがそれぞれ認められた(#16, #17=1.93, 3.21)。窩洞外形の認識差に関して、#16, #17共にSAOにおいて群間での有意差は認められなかったが、TAOにおいてはDBMPの近遠心的誤差に有意差を認めた。

【考察】

Resident群では上顎第一大臼歯において根管口の遠心側への認識の偏りがあることから、窩洞外形が遠心側に過剰に設定されている傾向が示された。その結果、MB根管の見落としや遠心側への過剰切削による穿孔などの偶発症の潜在性が示唆された。また、P根管の近遠心的な認識のばらつきから、口蓋側の窩洞外形設定が曖昧になっていることも示唆された。今後、他の歯種における傾向を検証することに加えて、所属間や年度間での差異や教育介入による認識差の是正の検証など随時行っていく必要がある。

Caffeic acid phenethyl ester (CAPE)が マウス骨芽細胞様細胞の組織修復関連因子発現に与える影響

徳島大学大学院医歯薬学研究部 再生歯科治療学分野
○蔵本 瞳、中西 正、武川大輔、三枝克啓、保坂啓一

The effects of Caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on tissue repair-related factor expression in mouse osteoblastic cells

Department of Regenerative Dental Medicine, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences

○Hitomi KURAMOTO, Tadashi NAKANISHI, Daisuke TAKEGAWA,
Katsuhiko MIEDA and Keiichi HOSAKA

【緒言】

根尖性歯周炎は、根管内の細菌感染が根尖歯周組織に波及することで惹起される炎症性疾患であり、病状の進行に伴い根尖周囲の骨吸収が顕在化する。根尖性歯周炎の治療は根管内の病原因子を除去することであり、治療が奏功すれば根尖部の炎症が消退するとともに吸収された骨が修復に向かうが、一方で、通法の根管治療では治癒が見込めない症例に遭遇することがある。このような難治性根尖性歯周炎に対しては、外科的歯内療法を検討することになるが、全身状態等により外科的処置が困難な症例では対応に苦慮することもある。

Caffeic acid phenethyl ester (CAPE)はプロポリスの生理活性物質であり、抗炎症作用や抗菌作用など多彩な作用を有している。演者らは、CAPEがマウス骨芽細胞様細胞株 (MC3T3-E1)に対し、血管新生に関わる成長因子であり骨リモデリングに重要な役割を果たしていると考えられるVascular endothelial growth factor (VEGF)の産生を有意に増強させることを本学会 (第148回春季学術大会)で報告した。本研究では、失われた骨組織の再生を期待した侵襲性の低い根尖性歯周炎の治療法の確立を目指し、MC3T3-E1細胞における組織修復関連因子発現に対するCAPEの影響についてさらなる解析を行った。

【方法】

MC3T3-E1細胞を10% FBS添加α-MEM培地にて培養を行い、実験に用いた。まず、MC3T3-E1細胞を96-well plateに播種し、サブコンフルエントまで培養後に各濃度のCAPEにて24時間または48時間処理を行い、Cell Counting Kit-8を用いて細胞増殖についての検討を行った。またMC3T3-E1細胞を24-well plateに播種し、サブコンフルエントまで培養後に6時間CAPE処理を行い、total RNAを回収した。精製total RNAを逆転写した後にreal-time PCR法を用いてConnective tissue growth factor (CTGF)、Platelet-derived growth factor (PDGF)、Alkaline phosphatase (ALP)やFibroblast growth factor 2 (FGF2)といった組織修復関連因子の発現量について解析を行った。

【結果】

細胞増殖試験の結果、10 mg/ml以下の濃度のCAPEにはMC3T3-E1細胞に対する細胞障害性は認められず、48時間後において有意な細胞増殖が認められた。またreal-time PCR解析の結果、CAPE処理を行うことにより、VEGF mRNAに加えてCTGF mRNAとPDGF-a mRNAの有意な発現増強を認めた。しかし、PDGF-b mRNAやALP mRNA、FGF2 mRNAの発現には影響を与えなかった。

【考察】

これらの結果より、CAPEはMC3T3-E1細胞に対し、VEGFに加えてCTGFやPDGF-aの発現を誘導させることが明らかとなり、CAPEにより誘導された成長因子が骨組織の修復に関与する可能性が示唆された。

本研究はJSPS科研費22K17041の助成を受けたものである。

再活性化 Epstein-Barr ウイルスは RANKL の産生を誘導する

日本大学歯学部歯科保存学第Ⅱ講座¹, 日本大学歯学部総合歯学研究所高度先端医療研究部門²

○宮田泰伎¹, 田村隆仁¹, 大原絹代^{1,2}, 安川拓也^{1,2}, 林 誠^{1,2}, 武市 収^{1,2}

RANKL induction by reactivated Epstein-Barr virus in refractory apical periodontal lesions
Department of Endodontics¹, Division of Advanced Dental Treatment², Dental Research Center, Nihon University
School of Dentistry

○Taiki Miyata¹, Takahito Tamura¹, Kinuyo Ohara^{1,2}, Takuya Yasukawa^{1,2}, Makoto Hayashi^{1,2}, Osamu Takeichi^{1,2}

【背景および目的】

根尖性歯周炎は口腔内常在菌の感染によって惹起され、根尖部歯周組織の炎症や支持歯槽骨の破壊を誘発する。しかし根管治療を行っても、臨床症状が消退せず治療が長期化するケースがあり、炎症組織内部の病態は未だ不明な部分が多い。Epstein-Barr virus (EBV) は、世界中の90%以上の人々への感染が報告されている。EBVは潜伏感染するため直ちに病原性を示さないが、再活性化することにより様々なサイトカイン産生を誘導し病原性を発揮する。EBVは、潜伏感染時にはLatent membrane protein (LMP) 1の発現を誘導するが、再活性化するとEBV感染B細胞からBamHI fragment Z leftward open reading frame (BZLF) -1遺伝子の発現およびその遺伝子産物であるZEBRA蛋白の発現を誘導する。これらとともに、EBVの再活性化マーカーとして用いられる。演者らは第156・157回本学会学術大会において、歯根肉芽腫中のBZLF-1およびインターロイキン (IL) -1 β および6 mRNAの発現に有意な相関関係が認められることを発表した。そこで本研究では、難治性根尖性歯周炎におけるEBVと破骨細胞の分化誘導に関与するRANKLの関与を検討するため、採取した歯根肉芽腫を試料とし病理組織学的、免疫組織化学的および分子生物学的に検索することを企図した。なお、本研究は日本大学歯学部倫理委員会(倫許EP21D012)の承認に基づいて実施された。

【材料および方法】

1. 供試試料の採取: 口腔内診査およびエックス線診査に基づいて、慢性根尖性歯周炎と診断された患者のうち、根尖切除法または抜歯が適応とされた患者から摘出された根尖病変を供試した。同様に水平埋伏智歯の抜去時に採取した健全歯肉組織をコントロールとして用いた。なお、被験者には採取した組織を本研究に使用することを説明し、文書にて同意を得た。採取した組織は速やかに二分割し、一方は10%ホルマリンを用いて24時間固定後、パラフィン包埋を行った。もう一方はOCT-compound (Tissue-TEK) に包埋後、液体窒素を用いて凍結保存した。
2. 病理組織学的検索: パラフィン薄切切片を作製し、ヘマトキシリン・エオジン染色を用いて病理組織学的検索を行い、歯根肉芽腫と診断した組織を以降の実験に供試した。
3. 免疫組織化学的検索: パラフィン薄切切片を使用し、抗ヒトZEBRAマウスモノクローナル抗体と抗ヒトRANKLウサギモノクローナル抗体を用いた蛍光二重染色法を行った。
4. 分子生物学的検索: 凍結した試料からtotal RNAを抽出し相補的DNAを作製後、Real-time PCR法を用いてBZLF-1およびRANKLの遺伝子発現量を検索した。またGlyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase (GAPDH)を用いてサンプル間の標準化を行った。
5. 統計学的分析: Real-time PCR法で得られたBZLF-1とRANKL発現量についてピアソンの相関係数を用いた統計分析を行い、有意水準0.05にて相関性の検討を行った。

【結果】

1. 病理組織学的検索では55サンプル中、45サンプルが歯根肉芽腫であった。
2. 免疫組織化学的検索の結果、歯根肉芽腫中の炎症細胞にZEBRA蛋白とRANKLの共発現を認めた。一方、健全歯肉中の細胞ではZEBRA蛋白およびRANKLの発現は認められなかった。
3. 分子生物学的検索および統計学的分析の結果、BZLF-1とRANKL遺伝子発現に相関関係がみられた。

【考察】

慢性炎症性疾患である歯根肉芽腫において再活性化したEBVはRANKL産生を誘発する可能性が示唆された。

感染根管モデルにおけるプラス帯電性オゾンナノバブル水の 根管清掃薬としての殺菌効果

¹愛知学院大学歯学部歯内治療学講座

²東京大学物性研究所

○藤田 将典¹, 大平 猛², 樋口 直也¹, 堀場 直樹¹, 諸富 孝彦¹

Bactericidal Effect of Plus Charge Ozone Nano - bubble Water as a Root Canal Cleaning Agent in an Infected Root Canal Model.

¹Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University

²Institute For Solid State Physics, The University of Tokyo

○FUJITA Masanori¹, OHDAIRA Takeshi², HIGUCHI Naoya¹, HORIBA Naoki¹, MOROTOMI Takahiko¹

【目的】

次亜塩素酸ナトリウム液は優れた抗微生物作用と有機質溶解作用を有していることから、効果的な根管清掃薬として頻用される。しかし、組織刺激性を併せ持ち根尖孔外への溢出などによる歯周組織への傷害が危惧される。海外ではグルコン酸クロルヘキシジンが根管清掃薬として使用されているが、細胞傷害性やアレルギーが報告されている。そのため、安全かつ効果的な根管清掃薬の開発が望まれる。オゾンナノバブル水は歯周炎やインプラント周囲炎、骨髄炎において治療効果と安全性が報告されている。近年、バブル表面がプラスの電化を帯びたプラス帯電性バブルが開発された。我々はプラス帯電性オゾンナノバブル水のバイオフィームへの効果を報告した(第156回本学会学術大会)。本研究ではブタ感染根管モデル^[1]を用いて、細菌学的手法によりオゾンナノバブル水の有用性を検討した。

【材料と方法】

・実験に用いたオゾンナノバブル水

平均粒子径: 183.8nm, 濃度: 1.3E+8 Particles/mL, 帯電極性: +, 帯電量: 平均+18.41±0.10 mV, 半減期: 180day<(測定機器: ZetaView). 気体: オゾン, オゾン濃度: 1.38mg/l (計測機器: O₃-3F). 溶媒: 生理食塩水.

・感染根管モデルにおけるプラス帯電性オゾンナノバブル水による洗浄効果の細菌学的評価

E. faecalis(ATCC19433株)を用いて感染根管モデルを作製した^[1]。感染根管モデルにおいて根管洗浄を行い、その前後に鈎菌を行った。その後根管内に生理食塩水を満たし、37℃にて2日間好気条件湿潤下にて保管した。同様の実験を連続3回行った。さらに2日間保管し再度鈎菌を行った。鈎菌したサンプルは段階希釈法で細菌数を測定した。根管洗浄はシリンジを用いて生理食塩水(大塚)、3~6%次亜塩素酸ナトリウム溶液(アンチホルミン: 日本歯科薬品)、2%グルコン酸クロルヘキシジン(富士フィルム)、オゾンナノバブル水にて行った。また、歯科用超音波機器ピエゾン250(EMS, スイス)と生理食塩水、2%グルコン酸クロルヘキシジン、オゾンナノバブル水を用いて超音波洗浄(出力: 3)を行った。いずれも洗浄液の使用量は5ml、洗浄時間は1分間で行った。

【結果】

生理食塩水にて超音波洗浄した根管からは $10^3 \sim 10^4$ CFU/mlレベルの細菌が検出された。次亜塩素酸ナトリウム溶液およびグルコン酸クロルヘキシジンにて洗浄を行った直後は細菌が検出限界以下となったが、2日後には $10^3 \sim 10^4$ CFU/mlレベルの細菌が検出された。グルコン酸クロルヘキシジンにて超音波洗浄を行った直後は細菌が検出限界以下となったが、1, 2回目の2日後には $10^3 \sim 10^4$ CFU/mlレベルの細菌が検出された。3回目の2日後では検出限界以下であった。オゾンナノバブル水にて洗浄を行った根管からは洗浄直後および2日後に 10^3 CFU/mlレベルの細菌が検出された。オゾンナノバブル水にて超音波洗浄を行った根管は3回目に検出限界以下となり、その2日後も検出限界以下であった。

【考察】

プラス帯電性オゾンナノバブル水による根管洗浄は、感染根管において次亜塩素酸ナトリウム溶液とグルコン酸クロルヘキシジンと同等の殺菌効果を有していると考えられる。また、超音波洗浄との併用は感染根管において殺菌効果を向上させることが示唆された。

【謝辞】

本研究実施にあたり御協力賜りました東京大学物性研究所北方恵美先生、大平研究所株式会社須田昂之先生に深く感謝申し上げます。

【参考文献】: [1] 藤田将典ら. 日歯保存誌 2021 ; 64(2) : 133-140.

Bioactive Glass- β TCP 複合粒子の物理化学的特性と象牙芽細胞様細胞への影響

¹九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野

²九州歯科大学口腔機能学講座生体材料学分野

○村田一将¹, 鷲尾絢子¹, 池田 弘², 北村知昭¹

Physicochemical Properties and Effects on Odontoblast-like Cells of Bioactive Glass- β TCP Composite Particles

¹Division of Endodontics and Restorative Dentistry

²Division of Biomaterials,

Department of Oral Functions, Kyushu Dental University

○MURATA Kazumasa¹, WASHIO Ayako¹, IKEDA Hiroshi², KITAMURA Chiaki¹

【目的】我々は、象牙質・歯髄複合体および根尖周囲組織の創傷治癒を誘導する生体材料の開発を目的として、生体適合性に優れた生体活性セラミックスである Bioactive Glass(BG)に着目し、BG 配合生体材料の開発を進めてきた。その成果 (Murata, et al., Nanomaterials, 2021) の一部として、歯内治療用の多用途製材・ニシカキナルシーラー-BG multi が製品化され臨床応用されている。しかしながら、象牙質・歯髄複合体の損傷が広範囲の場合は、通常の覆髄による組織再生は困難である。BG は、生体内でその表層へのハイドロキシアパタイト (HAp) 形成が早く安定して誘導される一方で、完全には HAp へと置換されない。そこで、生体内で最終的に HAp へと置換される生体吸収性セラミックスの1つである β TCP に着目した。本研究では、局所的再生誘導用生体材料の開発を目的として、BG と β TCP の特徴を併せ持つ複合粒子 (BG-TCP) を作製し、物理化学的特性を評価するとともに、象牙芽細胞様細胞 (KN-3) に対する細胞毒性と細胞分化への影響を評価した。

【材料と方法】**<BG-TCP 複合粒子の作製>** BG 粉末と β TCP 粉末を所定の比率で混合後、900°C で1時間焼成し得られた焼結体を乳鉢・乳棒を用いて粉碎した。その後、粉碎物を篩にかけることで粒径が 70 μ m 以下の BG-TCP 複合粒子 (BG-TCP) を作製した。**<BG-TCP 複合粒子の物理化学的評価>** BG-TCP の微細構造は、SEM 観察、およびエックス線回折 (XRD) 法によって評価した。また、7日間浸漬した時の pH の変化を測定した。**<BG-TCP 抽出溶媒の作製>** BG-TCP 1 g に対して培地 10 mL を加えて 37°C・5% CO₂ にて静置し、24 時間後に filtration することで BG-TCP 抽出溶媒 (100%試験液) を作製した。その後、100%試験液が 1/16, 1/12, 1/8, 1/6, 1/4, 1/3, および 1/2 の割合になるよう培地を加え、各希釈溶液を作製した。**<細胞毒性評価>** KN-3 細胞を播種から 4 時間後に BG-TCP 希釈溶液および 100%試験液で刺激し、培養 2 日目に CCK-8 assay で細胞毒性を評価した。**<ALP 染色>** KN-3 細胞を播種から 24 時間後に BG-TCP 希釈溶液および 100%試験液で刺激し、培養 7 日目に ALP 染色を行った。

【結果】**<BG-TCP 複合粒子の物理化学的評価>** BG, β TCP, および BG-TCP の材料学的評価では、BG は非晶質であるのに対し、BG-TCP および β TCP は結晶構造を示した。焼成前後の試料について XRD 法で試料表面の結晶分析を行ったところ、焼成により BG-TCP 中の BG が結晶化し、ケイ酸カルシウム系化合物を生成することが示された。精製水浸漬 7 日目の pH は、BG が 10.5, BG-TCP が 9.7-9.9, β TCP が 8.0 であった。**<細胞毒性評価>** β TCP 群は、BG 群よりも低い細胞毒性を示し、BG-TCP 群においても、 β TCP の混合割合が大きい程、細胞毒性が低下した。**<ALP 染色>** ALP 染色の染色強度は、BG-TCP 各群と Control 群との間に明らかな違いは認められなかった。 β TCP 群は、BG 群よりも高い染色強度を示す傾向にあり、BG-TCP 群においても、 β TCP の混合割合が大きい程、染色強度が高くなる傾向を示した。

【考察】 BG と β TCP を混合し焼成・粉碎することによりマイクロサイズの BG-TCP 作製が可能であること、BG-TCP の pH は 9.7-9.9 で安定すること、900°C・1時間の焼成で BG-TCP は結晶構造を示し複合粒子表層にはケイ酸カルシウム系の化合物が生成することが示された。また、BG-TCP は、 β TCP の割合が大きい程 KN-3 細胞に対する細胞毒性は低く、細胞の分化初期段階に明らかな影響を及ぼさないことが示唆された。今後、複合粒子作製時の焼結温度を変化させることで性質の異なる複数の複合粒子を作製・検証する予定である。

【結論】 BG-TCP 複合粒子は、象牙質・歯髄複合体の局所的再生誘導に用いる生体材料の構成要素として有用である。

歯内治療における裸眼 3D 立体表示の有用性

—根管長測定機能の評価—

¹⁾神奈川歯科大学 歯科保存学講座 歯内療法学分野

²⁾神奈川歯科大学歯学部 総合歯学教育学講座 教養教育学分野

○附田孝仁¹⁾、中野亜希人²⁾、板宮朋基²⁾、武藤徳子¹⁾、石井信之¹⁾

Utilization of Naked Eye 3D Stereoscopic Display in Endodontic treatment

—Evaluation of root canal length measurement function—

¹⁾Department of Endodontics, Kanagawa Dental University

²⁾Department of Liberal Arts Education, School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○TSUKUDA Takato¹⁾, NAKANO Akihito²⁾, ITAMIYA Tomoki²⁾, MUTOH Noriko¹⁾, TANI-ISHII Nobuyuki¹⁾

【目的】歯内治療における技能習得には、正確な知識と技能を修得可能な教育環境が必要である。特に、技能習得のためにバーチャルリアリティ (VR) や拡張現実 (AR) の応用は有用であり、すでに様々なデバイスを用いた試みがなされている。VR, AR には 2D 表示から、3D 表示が可能となり、従来は盲目的に把握していた根管形態の立体可視化が可能となっている。しかしながら、ヘッドマウンティッドディスプレイ (HMD) などの装着が必要なデバイスの利用は臨床において煩雑性が伴い、臨床では CBCT 等で撮影した DICOM データは、一般的なモニターに 2D 画像として表示させることが一般的であり、3D 表示デバイスで拡大・縮小・回転操作等の測定方法に関する研究はない。我々は何もデバイスを装着せず裸眼で 3D 立体視が可能であり、表示内容の精度が確立されている空間再現ディスプレイ (SRD: Sony, ELF-SR1, Tokyo, Japan) を用いて、根管形態を立体的に把握しながら根管長測定が可能なアプリケーション「SR View for Endo」を開発した。本アプリケーションによって 3D 表示された根管モデルを拡大・縮小・回転操作を行った状態で、根管長と想定される最大長径の測定を行う。従来の 2D 表示利用と裸眼 3D 立体表示利用における根管長測定について、精度と測定時間比較検討と考察を行う。

【材料および方法】3D 表示は、頭部用 X 線 CT 装置 3D Accuitomo (3DAccuitomo; J Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japan) によって歯牙模型を最も障害陰影が少ない設定で撮影し、出力された DICOM データを Materialise Mimics (Materialise NV, Leuven, Belgium) を用いて領域分割 (セグメンテーション) し、STL (Stereolithography) 出力した。出力された STL データを基に、空間再現ディスプレイで歯牙の精確な 3DCG モデルを表示し、根管長を容易に測定できるアプリケーション「SR View for Endo」を用いた 3D 測定環境を構築した。2D 表示は、神奈川歯科大学附属病院で使用されているデバイスとアプリケーション (要アプリ名) にて測定環境を構築した。各表示間の根管長測定の評価として、神奈川歯科大学歯内療法学分野に所属している歯科医師 40 名によってそれぞれの表示での根管長測定を行った。測定者は、まず 5 分間トレーニングを行った後、根管長測定を実施した。表示を切り替える際には 5 分間のインターバルを設け、測定順序はランダムに選択された。測定時にはバイアスを避けるため、測定者に測定結果が見えないようにした。測定後に 3D 表示で測定した主観的評価としてアンケートを実施した。統計解析は、クラス内相関 (ICC) を用いて測定者内の信頼性と測定者間の信頼性を検証した。また、一致限界のプロットを作成し、Bland-Altman 解析を用いて比較した。絶対的測定誤差については、Wilcoxon 符号順位検定による解析を行い、表示間による測定時間は、t 検定による解析を行った。

【結果および考察】本研究は、従来の 2D 表示での根管測定方法と新たな 3D 表示での根管長測定の精度と測定時間の差を比較検討した。3D 表示では、SRD による立体的かつ鮮明な根管形態の把握と 3DCG モデル表面上の任意の 2 点間を容易に測定できる手法を実現した。まず、クラス内相関では測定者内と測定者間での測定に信頼性が高く、絶対的測定誤差は 2D 表示と 3D 表示による有意差は認められなかった。測定時間については、2D 表示と 3D 表示で有意な差が認められ、SRD を用いた 3D 表示の方がより精確で迅速な測定が可能であることが示唆された。主観的評価として、画面酔いや操作性の評価、3D 表示上で拡大表示が可能になったことによる画質評価にばらつきが認められたが、その他、立体度の評価や映像遅延といった技術的な評価と今後の有用性については一定の評価を得ることができた。従来の 2D 表示と比較して SRD を用いた裸眼 3D 立体表示による根管長測定の有用性が示唆された。今後はさらなる改良改善を行い、デジタル技術を活用した新しい歯科医療技能習得の実現を目指す。