

ヒト型患者ロボット SIMROID®の第一印象についてのアンケート調査

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
○北原沙也加, 石樽大嗣, 清水翔二郎, 日下部修介, 二階堂 徹

Questionnaire survey on the first impression of Patient Simulation System, SIMROID®

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

○KITAHARA Sayaka, ISHIGURE Hiroshi, SHIMIZU Shojiro, KUSAKABE Shusuke, NIKAIDO Toru

【目的】

ヒト型患者ロボット SIMROID®は、人間の特徴的な振る舞いを再現できることから、従来のファントムと比較すると歯科診療の練習を行うだけでなく、患者とのコミュニケーション能力や突発的な事態への対応といった臨場感を持った練習を行うことが可能である。本大学では、これまでに多くの高校生や海外の歯学生、本大学の歯学部生などに実際に SIMROID®を体験する実習を行っている。今回、SIMROID®を初めて体験した高校生、外国人歯学生および本大学歯学部生に対して第一印象についてのアンケート調査を行ったので報告する。

【方法】

被験者は本学を訪問した高校生(50名, 2019年8月, 朝日大学オープンキャンパスのプログラムの一環として実施), メキシコ州立自治大学, シエナ大学, 北京大学の歯科大学生(20名, 2019年9,10,11月, 朝日大学国際交流プログラムの一環として実施)および朝日大学の歯学部4年生(42名, 2020年1月, 朝日大学歯学部臨床前実習プログラムの一環として実施)である。SIMROID®の使用目的や動作についてスライド説明(20分)を行った後、実際に SIMROID®の反応や動作を体験し(20分), その後無記名方式でアンケート調査を行った。調査に用いたアンケートは歯科関係者以外的一般用(高校生用)と歯科関係者用(外国人歯学生・歯学部学生用, 日本語および英語版)の2種類を作成した。設問は、共通の質問として、①シムロイドはあなたの声かけに反応してくれたか、②シムロイドの動きは実際の患者の動きに近かったか、③シムロイドで歯科治療の練習をすることは病院実習前の練習として有効だと思うか、④シムロイドは話しやすかったか、⑤シムロイドの感触や触り心地は人間に近いと思ったか、⑥シムロイドを使用して訓練を行ってみたいか、⑦シムロイドは通常のマネキンと比較して練習の臨場感は出ると思ったか、⑧シムロイドを5点満点で総合評価、さらに歯科関係者用の設問として⑨シムロイドを用いてどのような練習がしてみたいか、⑩シムロイドにあれば良いと思う機能についての記載を加えた。また、最後に⑪自由記載欄を設けた。アンケートは回収後に集計し、結果の分析・評価した。設問⑧, SIMROID®を5点満点で総合評価においては、一元配置分散分析(one-way ANOVA)およびTukeyのHSDを用いて統計処理を行った(p<0.05)。

【結果と考察】

高校生、外国人歯学生および臨床前実習生からのアンケート回収率は各々100%であった。いずれの設問に対しても高校生、外国人歯学生および臨床前実習生ともに高い評価を得ることができた(Table 1)。また設問⑧, SIMROID®を5点満点で総合評価してもらったところ平均点は、高校生が4.56±0.50点、外国人歯学生が4.70±0.47点、臨床前実習生が4.05±0.82であり、高校生および外国人留学生は臨床前実習生よりも有意に満足度は高かった。設問⑨では、医療面接、う蝕治療、歯周病治療、抜歯、補綴、義歯、インプラント、矯正について練習してみたいという回答を、設問⑩では、「舌の動き」、「歯肉からの出血」、「唾液が分泌される」、「口腔内の繊細な感覚」、「反応パターンの増加」、「AIの搭載」など SIMROID®の更なる機能について有用な回答が得られた。設問⑪の自由記載欄には、高校生では「人に近いさわり心地でリアルだった」、「人間の動きに近いロボットで練習できると上手になれる気がする」、外国人歯学生では「動きや表現が自然である」、「自然な動きや表現をするため本当の患者に対しての準備ができる」という意見があった。

アンケート調査より SIMROID®は高校生、外国人歯学生および臨床前実習生にとって、実際の患者を模して、通常のマネキンより臨場感をもった練習が体験できるのではないかと考えられた。しかしながら、臨床前実習生の総合評価が高校生、外国人歯科大生より低かったことから、また、アンケート調査の結果より、SIMROID®の動きや感触、触り心地にもう少し改善が必要と考えられた。

Table 1. Results of Questionnaire survey(①~⑦)

設問	高校生	外国人歯学生	臨床前実習生
①	「はい」79%, 「いいえ」0% 「どちらでもない」21%	「はい」80%, 「いいえ」20% 「どちらでもない」0%	「はい」88%, 「いいえ」0% 「どちらでもない」12%
②	「近い」63%, 「少し近い」35% 「どちらともいえない」2%, 「近くない」0%	「近い」70%, 「少し近い」20% 「どちらともいえない」10%, 「近くない」0%	「近い」41%, 「少し近い」57% 「どちらともいえない」2%, 「近くない」0%
③	「はい」98%, 「いいえ」0% 「どちらでもない」2%	「はい」100%, 「いいえ」0% 「どちらでもない」0%	「はい」93%, 「いいえ」0% 「どちらでもない」7%
④	「はい」60%, 「いいえ」2% 「どちらでもない」38%	「はい」80%, 「いいえ」20% 「どちらでもない」0%	「はい」74%, 「いいえ」7% 「どちらでもない」19%
⑤	「近い」50%, 「少し近い」46% 「どちらともいえない」4%, 「近くない」0%	「近い」60%, 「少し近い」40% 「どちらともいえない」0%, 「近くない」0%	「近い」44%, 「少し近い」39% 「どちらともいえない」12%, 「近くない」5%
⑥	「はい」98%, 「いいえ」2% 「どちらでもない」0%	「はい」100%, 「いいえ」0% 「どちらでもない」0%	「はい」100%, 「いいえ」0% 「どちらでもない」0%
⑦	「思う」75%, 「少し思う」25% 「どちらともいえない」0%, 「思わない」0%	「思う」90%, 「少し思う」10% 「どちらともいえない」0%, 「思わない」0%	「思う」100%, 「少し思う」%, 「どちらともいえない」0%, 「思わない」%

歯石に含まれるフッ素性アパタイトの ^{19}F -MAS および ^1H - ^{31}P CP/MAS 固体 NMR による解析

東京医科歯科大学大学院歯学総合研究科う蝕制御学分野¹
 理化学研究所 放射光科学研究センターNMR 研究開発部門 NMR 応用利用グループ²

○小川友子¹、林文晶²、平石典子¹、田上順次¹

^{19}F - and ^{31}P - Solid-state NMR study on fluoridate apatite in Human Dental Calculus

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

²Advanced NMR Application and Platform Team, NMR Research and Collaboration Group, NMR Science and Development Division, RIKEN SPring-8 Center

○Yuko Ogawa¹, Fumiaki Hayashi², Noriko Hiraishi¹, Junji Tagami¹

【緒言】

歯科疾患実態調査報告で示されているように、歯石を有する日本人は全世代共通で見られる。沈着物である歯石に潜在しているフッ素濃度に関してはいくつかの先行研究があるが、歯石に含まれる全体量および分布に関する報告のみである。そこで、本研究では歯石にフッ化物が取り込まれ、う蝕予防の効果が限局的になる可能性に着目し、フッ化物の応用により歯石に潜在するフッ素の化学的状態を、固体 NMR (Nuclear Magnetic Resonance) を用い、 ^{19}F -MAS (Magic Angle Spinning) 法および ^1H - ^{31}P CP/MAS 法 (Cross Polarization MAS) により解析を行った。

【材料及び方法】

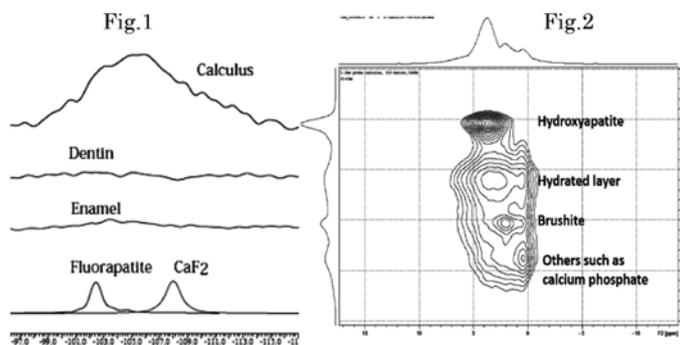
新鮮ヒト抜去歯から縁上歯石を採取し、エタノール浸漬、水洗後、粉碎し簡易乾燥し、固体 NMR 試料とした。比較群としてヒト象牙質およびエナメル質層を粉碎し用いた。固体 NMR 装置は、Bruker AVANCE NEO spectrometer (Bruker, MA, USA, ^1H Larmor frequency of 600.27 MHz) を使用した。 ^{19}F 核は、マジック角回転 (MAS = Magic Angle Spinning) 60kHz にて、 ^{31}P 核は、交差分極 (CP = Cross Polarization)、MAS 15kHz、さらに 2 次元固体 NMR 分析である、 ^1H - ^{31}P 交差分極異種相関分析法 HETCOR (Heteronuclear correlation) 法を用いた。歯石の性状、形態は、試料を固定後、SEM にて観測した。本研究で使用したヒト抜去歯は、本学倫理審査委員会 (承認番号 D2013-022-03 号)、国立研究開発法人理化学研究所内 (承認番号 29-52(2) 号) の承認済みである。

【結果及び考察】

ヒト象牙質およびエナメル質には、検出フッ素は微量であったが、歯石には多様な状態のフッ素が潜在していることが ^{19}F スペクトルから確認された (図 1)。波形分離により、フルオロアパタイト (FAp)、フッ化カルシウム (CaF_2) に同定した場合、スペクトル分析の結果比率は約 FAp: CaF_2 =約 3:7 であった。 ^{31}P スペクトルでは、ハイドロキシアパタイトを含む、Brushite 及びその他のリン酸カルシウムの存在が見られた (図 2)。以上の結果より、口腔内のフッ化物は、歯質エナメル質への直接的な効果は限局的であるが、歯石が形成される過程で、フッ化物が、容易に取り込まれている可能性が示唆された。さらに、歯石では、耐酸性のあるフルオロアパタイトも多く含まれていることが分かった。SEM 観測によって歯石に粗造な構造があることがみとめられた。

【結論】

フッ化物の応用により歯質の耐酸性の向上が期待されるが、固体 NMR による構造組成分析の結果、エナメル質への効果は限局的であった。一方、歯石には、フッ化物が多様な状態で歯石にとりこまれていたこと、一部耐酸性の高いフルオロハイドロキシアパタイトとして存続していたことが判明した。う蝕予防の観点よりフッ素塗布をするのであれば、口腔内ケアを徹底し、プラークや歯石を除去した状態での応用を奨励することが望ましいと考える。フッ素含有の歯石は、フッ素供給源と考えられるものの、口腔衛生状態によるフッ化物のう蝕抑制効果の違いについては、今後固体 NMR により検討する必要がある。



in vitro ・ *in vivo*における各種バイオセラミック系シーラーのアパタイト析出能に関する研究

1)新潟大学 医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 う蝕学分野

2)新潟大学 医歯学総合研究科 口腔生命福祉学専攻 口腔保健学分野

○イブンベラル ラジサイフラー¹, 枝並直樹¹, 白柏麻里¹, 吉羽邦彦², 大倉直人¹, 吉羽永子¹, 遠間愛子¹, 竹内亮祐¹, 野杵由一郎¹

**Apatite forming ability of different bioceramic based root canal sealers
in vitro and *in vivo***

○Razi Saifullah Ibn Belal¹, Naoki Edanami¹, Mari Shirakashi¹, Kunihiro Yoshida², Naoto Ohkura¹, Nagako Yoshida¹, Aiko Tohma¹, Ryosuke Takeuchi¹, Taisuke Hasegawa¹ and Yuichiro Noiri¹.

¹Division of Cariology, Operative Dentistry, and Endodontics, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata, Japan.

²Division of Oral Science for Health Promotion, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences.

Introduction: The use of bioceramic based root canal sealers have increased in recent times. In a biological environment, these sealers form a Calcium (Ca) and Phosphate (P) rich apatite layer, which plays a significant role in the success of the root canal treatment. This study aims to compare the apatite forming ability of different types of bioceramic based root canal sealers *in vitro* and *in vivo*.

Methodology: A premixed calcium silicate sealer (EndoSequence BC), a bioactive glass-based sealer (Nishika BG), and a resin based MTA containing sealer (MTA Fillapex) were compared. The Ca²⁺ and hydroxyl (OH⁻) ion release was measured after immersion of the freshly mixed sealers in distilled water (DW) for 6, 12, 24hrs and 7, 14, 28 days. *In vitro* apatite forming ability was analyzed with Scanning Electron Microscope (SEM) and Wavelength Dispersive X-ray Spectrometer (WDX) after storing freshly mixed sealers in Simulated Body Fluid (SBF) for 1, 7 and 28 days. *In vivo* apatite forming ability was analyzed with SEM, WDX, and Electron Probe Microanalyzer (EPMA) after subcutaneous implantation of freshly mixed sealers on the back of Wistar rats for 28 days. All animal experiments were reviewed by the Committee on the Animal Experimentation for the Niigata University (Approval number SA 00365)

Result: EndoSequence BC showed significantly higher initial release of Ca²⁺ and OH⁻ ion than MTA Fillapex and Nishika BG. The release of the ions decreased gradually with time. SEM analysis revealed that the surface of all sealers was completely covered with a homogenous layer of spherical apatite like crystals after 7 days of immersion in SBF. At the same time, the WDX examination showed an increase in the concentration of Ca and P and a decrease in the concentration of non-organic radiopacifying elements on the surface. The findings were similar after 28 days of immersion in SBF. SEM-WDX analysis of the sealers after subcutaneous implantation demonstrated that only EndoSequence BC formed a layer composed of rounded Ca-P rich crystals on the surface, whereas other sealers did not form any layer. The EPMA images further confirmed these findings.

Conclusion: EndoSequence BC exhibited the highest apatite forming ability compare to the other sealers *in vivo*, linking significantly higher initial Ca²⁺ and OH⁻ ion release of the sealer. *In vivo* condition negatively affected the apatite forming ability of bioceramic based root canal sealers.

ヒト歯髄における BMP-1 を起点とした GlcCerase の細胞内局在と酵素活性の制御

¹⁾神奈川歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 歯髄生物学分野、²⁾理化学研究所 生命医科学研究センター、³⁾日本大学 松戸歯学部 生理学講座、⁴⁾日本大学 生物資源科学部 獣医生化学研究室
○室町幸一郎¹⁾、中野令²⁾、吉垣純子³⁾、杉谷博士⁴⁾、石井信之¹⁾

BMP-1 regulates the subcellular localization and enzyme activity of GlcCerase in human dental pulp

¹⁾Division of Pulp Biology and Endodontics, Department of Oral Interdisciplinary Medicine, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University, ²⁾Laboratory for Cellular Function Conversion Technology, RIKEN Center for Integrative Medical Sciences, ³⁾Department of Physiology, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, ⁴⁾Laboratory of Veterinary Biochemistry, Nihon University College of Bioresource Sciences

○MUROMACHI Koichiro¹⁾, NAKANO Rei²⁾, FUJITA-YOSHIGAKI Junko³⁾, SUGIYA Hiroshi⁴⁾, TANI-ISHII Nobuyuki¹⁾

【目的】 Bone morphogenetic protein (BMP) -1 は dentin sialophosphoprotein (DSPP)や dentin matrix protein-1 (DMP-1)、I 型 collagen などの分解に関与することで象牙質の形成に関与するプロテアーゼであるが、細胞に対してどのような働きをするかは明らかではない。私たちはこれまでの研究から、齲蝕歯において BMP-1 の発現が増加し、BMP-1 がヒト歯髄培養細胞の不溶性画分のタンパク質の α 2,6-linked sialic acid (α 2,6-sia) 修飾を減少させることを明らかにした(第143回・145回 日本歯科保存学会)。加えて、 α 2,6-sia 特異的に結合する lectin を用いたサンプル精製と質量分析による解析を行い 6 つの候補タンパク質を同定した(第148回 日本歯科保存学会)。本研究ではその 1 つである glucosylceramidase (GlcCerase) に対して BMP-1 が及ぼす影響を解析した。

【材料および方法】 本研究は神奈川歯科大学倫理委員会の承認を得て行った(承認番号: 277)。

- 1) 細胞培養: 治療目的で抜歯予定の患者に研究のインフォームドコンセントを行い、同意後に抜去された健全歯から歯髄を抽出したのち、1~3代継代培養した細胞をヒト歯髄培養細胞(以下、hDPCs)として実験に用いた。
- 2) 可溶性/不溶性画分の抽出: hDPCs を recombinant human BMP-1 (500 ng/ml)で刺激したのちに、Mem-PER Eukaryotic Membrane Protein Extraction Reagent Kit を用いて可溶性画分および不溶性画分を抽出した。
- 3) 核画分/細胞質画分の抽出: hDPCs を rhBMP-1 および BMP-1 阻害剤である UK383367 (44 nM)で刺激したのちに、CellLytic NuCLEAR Extraction Kit を用いて核画分および細胞質画分を抽出した。
- 4) Western blot: 各タンパク質サンプルを SDS-PAGE にて展開後、ニトロセルロース膜へ転写し、anti-GlcCerase 抗体を一次抗体に用いて GlcCerase の発現量を解析した。また、核画分および細胞質画分の内部標準として lamin A/C 抗体および GAPDH 抗体をそれぞれ用いた。
- 5) Immunofluorescence: hDPCs を chamber slide に播種し rhBMP-1 で 5、15、30、60、180 分刺激したのちに、4% パラホルムアルデヒドにて固定後、anti-GlcCerase 抗体を一次抗体として蛍光免疫染色を行い GlcCerase の細胞内局在を解析した。観察には LSM 510 META confocal microscope (Carl Zeiss)を用いた。
- 6) GlcCerase activity assay: GlcCerase 特異的な蛍光基質である 4-Methylumbelliferyl β -D-glucopyranoside を用いて核画分および細胞質画分の GlcCerase 活性を測定した。

【結果】 BMP-1 によって可溶性画分の GlcCerase が減少する一方で、不溶性画分の GlcCerase は増加した。また、BMP-1 によって時間依存的に GlcCerase が核へと集積した。BMP-1 阻害剤である UK383367 の存在下では、BMP-1 による GlcCerase の核への集積は抑制されなかった。BMP-1 によって GlcCerase 活性は低下した。

【考察】 GlcCerase は Glucosylceramide を加水分解し glucose と ceramide を生成することでスフィンゴ糖脂質の代謝に関与する酵素である。今回の結果から、hDPCs において BMP-1 によって α 2,6-Sia が不活化することで GlcCerase の conformation が変化して不溶性が増大し、核への集積が促進する可能性が示唆された。また、BMP-1 による GlcCerase の核への集積は BMP-1 阻害剤に影響されないことからプロテアーゼ活性に非依存的であると考えられた。さらに BMP-1 は GlcCerase 活性を制御することでスフィンゴ糖脂質の代謝にも関与する可能性が考えられた。GlcCerase の遺伝子の欠損や酵素活性の不全によって生じる Gaucher 病では、歯の萌出遅延を生じることが報告されている。歯髄-象牙質複合体における GlcCerase を介した BMP-1 の新たな役割の解明が、Gaucher 病の治療の新たなターゲットにもなり得ると考えられた。

【謝辞】 本研究は、令和元年度科学研究費補助金(基盤研究(C) No. 18K09587)により行った。

髓床底穿孔を生じた近中央根管を有する下顎第一大臼歯に 感染根管治療を行った症例

東京歯科大学 歯内療法学講座

○鈴木 穂、山田雅司、佐古亮、佐野陽祐、田宮資己、中里晴香、丹沢聖子、
藤井理絵、古澤成博

Infected root canal treatment and floor of pulp chamber perforation repair of the mandibular first molar having middle mesial canal: A Case Report

Department of Endodontics, Tokyo Dental College

○SUZUKI MEGUMI, MASASHI YAMADA, SAKO RYO, SANNO YOUSUKE, TAMIYA YOSHIKI, NAKAZATO HARUKA,
TANNZAWA SEIKO, FUJII RIE, FURUSAWA MASAHIRO

緒言：根尖病変があり穿孔を有する歯の治療成功率は 56%と高くない。さらに、解剖学的形態が複雑であると十分なデブライドメントが困難となり、歯の予知性は低下する。また下顎第一大臼歯は 20%の確率で近中央根管(MM 根管)が発見すると報告されており、その発見と治療は難しい。今回我々は、髓床底穿孔を生じた近中央根管を有する下顎第一大臼歯に対して感染根管治療を行った症例について報告する。

症例：被験者は、35歳の男性。下顎左側第一大臼歯部の歯肉の腫れと痛みを主訴に来院した。臨床症状として、垂直打診痛と根尖部圧痛とを認め、頬側根分岐部で 5mm の深い限局性の歯周ポケットを認めた。デンタルエックス線写真で近心根の根尖部に透過像を認め、根尖付近から根分岐部まで連続する透過像が観察された。根尖性歯周炎と根分岐部付近での穿孔もしくは歯根縦破折の疑いと診断し、追加情報として CBCT の撮影を行った。CBCT 画像上で根分岐部の穿孔と穿孔部に連続する透過像が確認されたため、保存の可否の診断的治療もかねて感染根管治療を行うこととした。事前に口頭と書面で研究目的と内容を説明して、十分な研究に対する理解を得た上で参加の同意を得た。浸潤麻酔を行い、補綴物と齶蝕を除去した。隔壁を作製してラバーダム防湿を行い、根管治療はマイクロスコープを用いて開始した。メチレンブルーで染色を行い観察したところ、明らかな歯根破折は認めないが、髓床底の遠心舌側根管内彎側に直径 3mm ほどの穿孔を確認した。穿孔部より肉芽の侵入を認めたため、肉芽を除去して止血を行った後、穿孔部を修復材にて封鎖した。2 回目の来院時に、穿孔部の封鎖が得られていることを確認して根管治療を開始した。近心根に MM 根管を確認したため、根管を探索し拡大洗浄を行った。その後、水酸化カルシウム製剤を貼葉して仮封した。3 回目の来院時に 2.5%NaOCl と 17%EDTA を用いて根管を最終洗浄後に根管充填を行い、直接法で築造を行った後にテンポラリークラウンを装着した。

経過：根管充填後 3 か月の経過観察時で臨床症状と限局性の歯周ポケットは改善し、デンタルエックス線画像で近心根と根分岐部の透過像は縮小傾向を認めたため、治療中と診断し歯冠修復を行った。1 年後の経過観察で臨床症状に著変はなく、根尖部と根分岐部の透過像の消失を認めたため、治療と診断した。

考察：視野を拡大することにより適切に穿孔部を把握して前処置を行うことができ、穿孔部の周囲歯質に封鎖するための厚みを確保することによって十分な封鎖が得られた。また MM 根を発見して根尖性歯周炎の治療に必要なデブライドメントが行えたため、良好な治療が得られたと考えられる。

結論：本症例ではマイクロスコープ下で穿孔修復を行い、MM 根管と主根管を探索しデブライドメントすることで、確実な治療を行うことができ、良好な治療が得られた。

機能的モチーフ修飾自己組織化ペプチド水素ゲル応用がラットの歯周組織治癒に及ぼす影響

東京歯科大学歯周病学講座¹, 東京歯科大学口腔科学研究センター²

○松上 大亮^{1,2}, 深澤 俊也^{1,2}, 吉田 航¹, 今村 健太郎¹, 勢島 典¹, 齋藤 淳^{1,2}

Effects of designer self-assembling peptide nanofiber scaffold hydrogels on periodontal healing

Department of Periodontology¹, Oral Health Science Center², Tokyo Dental College

○Daisuke Matsugami^{1,2}, Toshiya Fukasawa^{1,2}, Wataru Yoshida¹, Kentaro Imamura¹, Fumi Seshima¹, Atsushi Saito^{1,2}

【目的】

必須アミノ酸由来合成ゲルである自己組織化ペプチド水素ゲル (RADA16) は三次元的足場材料として注目されている。これまで、我々は RADA16 の歯周組織治癒における効果を検討してきた。RADA16 は機能的モチーフを修飾することができ、機能的向上が期待される。細胞接着に関与している RGD 配列を修飾した RADA16+PRG (PRG) や、ラミニン修飾 RADA16+PDS (PDS) は RADA16 単体より、ヒト歯根膜線維芽細胞のゲル内への遊走、増殖を多く認めたと報告されている。しかし、歯周組織欠損内に応用した際の効果は明らかでない。本研究では RADA16, PRG, PDS をラット歯周組織欠損に応用し、歯周組織再生への影響を検討した。

【材料および方法】

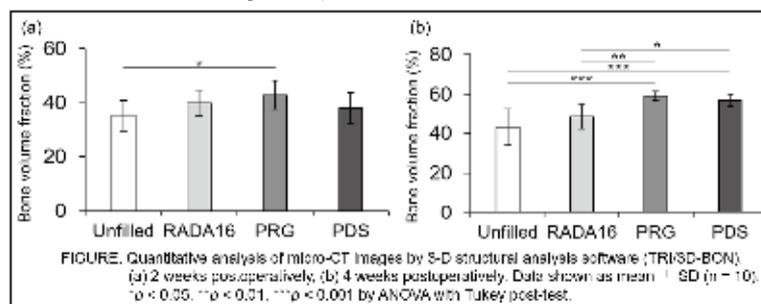
本研究は東京歯科大学動物実験委員会の承認を得ており (No.192202), 東京歯科大学動物実験委員会規定に従って適正に実施した。RADA16, PRG, PDS の微細構造を走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察した。ラットの上顎前歯を抜歯後、歯根膜細胞を培養し、各ゲル上に細胞を播種後、Cell Proliferation assay (WST-1) にて解析した。In vivo では、10 週齢の Wistar 系雄性ラットの上顎第一臼歯近心に外科的に規格化欠損 (幅 2.0 mm×長さ 2.0 mm×深さ 1.7 mm) を作製し、根面のルートプレーニングを行った。欠損内に生理食塩水 (対照群), RADA16, PRG, PDS を応用し、計 4 群を設定した。術後 2, 4 週で形態学的にはマイクロ CT による骨梁構造解析, 組織学的には H-E 染色, Azan 染色, 免疫組織化学的には PCNA 染色, VEGF 染色を行い、歯周組織の治癒への効果を検討した。

【結果および考察】

SEM で観察した結果、微細な網目状構造が認められた。Cell Proliferation assay (WST-1) の結果、培養 72 時間後 PRG 群は RADA16 および PDS 群より有意な歯根膜細胞の増殖を認めた。マイクロ CT による骨梁構造解析の結果、術後 2 週において、Unfilled 群と比較し、PRG 群 ($p < 0.05$) では骨体積率が有意に高い値を示した (FIGURE.1a)。術後 4 週で、RADA16 群と比較し、PRG ($p < 0.01$), PDS ($p < 0.05$) 群では骨体積率が有意に高い値を示した (FIGURE.1b)。H-E 染色では術後 4 週で、PRG と PDS 群は RADA16 群と比較し、より著明に新生骨様構造が認められた。Azan 染色では、術後 4 週で RADA16, PRG と PDS 群は Unfilled 群と比較し、骨欠損部付近の歯根表面に斜走する歯根膜様線維束が観察されたが、RADA16, PRG と PDS 群で差は認められなかった。PCNA 陽性細胞率, VEGF 陽性細胞率で、PRG 群は PDS, RADA16 および Unfilled 群と比較し、有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。

【結論】

機能的モチーフ修飾 RADA16, 特に PRG は細胞増殖を増加させ、VEGF の発現より、血管形成を調節することで歯周組織の治癒を促進したと示唆された。



メタトランスクリプトーム解析を用いた 歯周疾患ステージにおける細菌種間のネットワーク構造と機能組成の比較

1) 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯周病学分野

2) 日本大学 歯学部 基礎自然科学分野 (化学)

○根本 昂¹⁾ 芝 多佳彦¹⁾ 渡辺 孝康²⁾ 小柳 達郎¹⁾ 駒津 匡二¹⁾

片桐 さやか¹⁾ 竹内 康雄¹⁾ 岩田 隆紀¹⁾

Comparison of microbial network structure and functional composition of various periodontal conditions by using metatranscriptomic analysis

1. Department of Periodontology, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Tokyo Medical and Dental University (TMDU), Tokyo, Japan.

2. Department of Chemistry, Nihon University School of Dentistry

○Nemoto T¹⁾ Shiba T^{1,2)} Watanabe T³⁾ Koyanagi T¹⁾ Komatsu K¹⁾ Katagiri S¹⁾ Takeuchi Y¹⁾ Iwata T¹⁾

【目的】

歯周炎は、歯周細菌叢の構成バランスの異常(Dysbiosis)により生じる複合感染症と考えられている。歯周炎発症の原因究明とその治療法確立のためには、歯周炎とその前駆症状とされる歯肉炎、および炎症を呈していない健常歯肉における細菌種の存在量や遺伝子の発現量が、病態の進展に応じてどう変化するかを明らかにすることが重要である。近年のDNAシーケンス技術を用いた歯周炎の研究は16S rDNAを用いた細菌叢組成を解析したものが主流だが、DNAを対象としているために死菌の情報が混在し実際の活動性の適正な理解を妨げている。そこで本研究では、歯周炎、歯肉炎および健常歯周部位で実際に活動している生菌とそれらの遺伝子発現を、全RNAを対象としたメタトランスクリプトーム解析により調べ、細菌叢において中心的役割を担う細菌種および遺伝子を推定することを目的とした。

【方法】

慢性歯周炎に罹患し、同一口腔内の前歯部に慢性歯周炎、歯肉炎および健常歯周部位が認められる21名を被験者とした。これら3部位より歯肉縁下プラークを採取し、RNAを抽出後、cDNA合成を行った。次世代シーケンサーを用いてcDNAライブラリの塩基配列を取得後、データから16S rRNA配列を抽出し、データベースに対して相同性検索し細菌種組成を推定した。また、mRNAの塩基配列をデータベースに対し相同性検索し、遺伝子組成を推定した。さらに、各細菌種の存在量を基に細菌種間の相関係数を計算した上で、相関係数が高く6名以上の被験者で検出された細菌種のみを抽出し、これらを共起相関ネットワークとして可視化した。本研究は東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会の承認を得て実施された(D2015-535)。

【結果】

16S rRNAの塩基配列に基づいて、歯周炎部位から155菌種、歯肉炎部位から193菌種、健常歯周部位から169菌種が検出された。クラスター分析により、3群間の細菌種組成に統計学的に有意な違い($p < 0.05$)を認めた。歯肉炎部位の共起相関ネットワーク構造では、他の部位と比較して多くの細菌種が共起関係を取り、ネットワークが複雑な傾向を示した。また、ネットワークにおいて、歯周炎部位では*Prevotella nigrescens*、歯肉炎部位では*Parvimonas micra*、*Lautropia mirabilis*、*Rothia aeria*が他菌種と強い共起相関を示し、mRNAの発現量が大きかった。mRNAの発現に基づく遺伝子組成では、3群間に統計学的に有意な違いを認め、歯周炎部位では細菌の運動性・走化性に関連した遺伝子が多く発現していた。

【考察および結論】

歯肉炎部位における細菌種は、歯周炎部位や健常部位における細菌種と共通する種も多く、これら共通の菌種を含んだ複雑な共起ネットワーク構造が認められたことから、歯肉炎ではより多くの菌種がDysbiosisの成立に関わり、歯周炎の前駆状態として病態形成に関わっていると推測された。また歯周炎の成立および慢性化には*P. nigrescens*をはじめとした細菌が関与し、疾患に関与しない細菌種と競争及び淘汰することで、存在する細菌種の限定化とネットワークの単純化を引き起こしていることが推測された。歯周炎に存在する細菌種の限定化とともに、運動性・走化性といった特定の機能を中心とした遺伝子の発現量が高まり、病原性を発揮する遺伝子組成に特質化されることが示唆された。

妊娠マウスへの *Porphyromonas gingivalis* / *Fusobacterium nucleatum* 投与が
妊娠・出産へ与える影響

鹿児島大学大学院 医歯学総合研究科 歯周病学分野
○中村梢、町頭三保、中村利明、野口和行

Effect of *Porphyromonas gingivalis* and/or *Fusobacterium nucleatum* infection on abnormal pregnancy outcomes in pregnant mice.

Department of Periodontology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○Kozue Hasegawa-Nakamura, Miho Machigashira, Toshiaki Nakamura, Kazuyuki Noguchi

【背景と目的】

歯周病と早産・低体重児出産との関連に関する研究が現在までに多く報告され、その関連性については疫学的に明らかにされてきている。しかしながら、歯周病が妊娠出産に与える影響についてのメカニズムは現在の研究報告では十分に解明されていない。本研究は妊娠マウスへの歯周病原細菌の投与がマウスの妊娠・出産に与える影響を調べることで、歯周病が妊娠・出産に与える影響のメカニズムの一部を解明することを目的とした。

【材料と方法】

妊娠マウスへ 10^6 CFU の *Porphyromonas gingivalis* (*Pg*)、 10^6 CFU の *Fusobacterium nucleatum* (*Fn*)、または 10^6 CFU の *Pg* と *Fn* の混合 (*PF*)、コントロールとして PBS (control) を 1 日 1 回投与 100 μ l 静脈注射した。投与期間は妊娠初期として妊娠 8-10 日目 (GD8-10)、妊娠後期として妊娠 13-15 日目 (GD13-15) とした。妊娠 18 日目まで妊娠を継続したマウスを分析に用いた (各群 n=6)。妊娠 18 日目に屠殺し、胎児、胎盤を採取した。胎盤での細菌検出は PCR 法で、胎盤での炎症性物質 (IL-6, IL-1 β , TNF α) の遺伝子発現は Real-time PCR 法で、caspase-3 の発現は免疫染色法で分析した。

【結果】

GD8-10 の細菌投与は GD13-15 の細菌投与より、妊娠を継続したマウスの匹数が少ない傾向だった。GD13-15 では *Fn* 群または *PF* 群は、*Pg* 群あるいは control 群と比較し胎児異常が有意に多かった。胎児の体重は、GD13-15 において、細菌投与群は Control 群と比較し有意に小さく、同じ細菌投与群の比較では、GD13-15 投与は DG8-10 投与と比較し有意に胎児の体重が少なかった。DG8-10 では *Pg* 群または *PF* 群の胎盤の *Pg* 検出率はそれぞれ 5.2%, 1.8% であり、*Fn* は全ての胎盤で検出されなかった。DG13-15 投与では、*Pg* 群または *PF* 群の胎盤の *Pg* 検出率はそれぞれ 82.3%, 7.4% であり、*Fn* 群または *PF* 群の胎盤での *Fn* 検出率はそれぞれ 33.9%, 28.4% であった。GD8-10 では、control 群と比較し、*Pg* 群と *Fn* 群は IL-1 β の遺伝子発現が、*Fn* 群と *PF* 群は IL-6 と TNF α の遺伝子発現が有意に上昇していた。*Fn* 群と *PF* 群は *Pg* 群と比較し TNF α の遺伝子発現が、*Fn* 群は *PF* 群と比較し IL-1 β の遺伝子発現が有意に上昇していた。DG-13-15 では、control 群または *Pg* 群と比較し、*Fn* 群の IL-6, IL-1 β , TNF α の遺伝子発現と *PF* 群の TNF α , IL-1 β の遺伝子発現が有意に上昇していた。*Fn* 群の IL-1 β と TNF α の遺伝子発現は *PF* 群と比較し有意に上昇していた。細菌投与群の胎盤では caspase-3 の発現が主に海綿栄養芽層に認められ、その発現は DG8-10 投与、GD13-15 投与ともにコントロールと比較し上昇していた。

【考察・結論】

本研究結果より (1) 妊娠初期では歯周病原細菌は妊娠維持に影響すること、(2) 妊娠後期では歯周病原細菌が体重減少や胎児異常を引き起こす可能性があること、(3) 歯周病原細菌の投与は胎盤での炎症性物質の上昇やアポトーシスを引き起こすことが明らかにされた。このことより、歯周病原細菌である *Pg* と *Fn* は妊娠・出産に影響を及ぼし、そのメカニズムの一部は胎盤での炎症性物質の上昇とアポトーシスの誘導によることが示唆された。

※本研究は鹿児島大学動物実験委員会の承認 (承認番号: 第 D13013 号、第 D14024 号、第 D16021 号) のもとで行われた。

トゥースウェア症例に対する Simplified コンポジットレジン修復 ～デジタルワークフローとクリアマトリックスを活用した症例～

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¹,
東京医科歯科大学歯学部附属病院歯科技工部², 東京医科歯科大学歯学部附属病院歯科総合診療部³
○保坂啓一¹, 本山靖治², 長谷川勇一², 石原洋樹³, 高橋真広¹, 中島正俊¹, 田上順次¹

Simplified Direct Composite Restoration with a Digital Work Flow and Clear Matrices for Tooth Wear Cases.

¹Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU), ²Department of Dental Laboratory, Dental Hospital, TMDU, ³Clinics for General Dentistry, Dental Hospital, TMDU. ○Keiichi Hosaka¹, Yasuji Motoyama², Yuichi Hasegawa², Hiroki Ishihara³, Masahiro Takahashi¹, Masatoshi Nakajima¹, Junji Tagami¹

トゥースウェアは第3の歯科疾患として注目されており、審美性と機能性の回復、さらなる欠損防止の為、修復が必要となることが少なくない。重篤な症例では、従来アンレーやクラウンといった間接法修復が行われてきた。接着歯学の発展にもとづく低侵襲のコンポジットレジン修復の応用が期待されるが、その治療難易度は高い。今回、デジタルワークフローとクリアマトリックスの活用によって単純化された一連の修復技法を用いることで、多数歯にわたる中程度から重度のトゥースウェアの機能性と審美性を効率的かつ正確に回復した直接法コンポジットレジン修復3症例について報告する。

症例の概要

Case1 (24歳男性), Case2 (51歳女性) は歯のすり減りによる前歯部の審美性の改善を, Case3 (59歳女性, 唾液分泌の低下) は歯がしみることを主訴に来院し, Case1 と Case2 は中程度のトゥースウェア (Smith & Knight' Tooth Wear Index =2), Case3 は重篤なトゥースウェア (同3) と診断した。

治療経過

いずれの症例も口腔内スキャン (Trios3, 3shape) を行った後, 専用アプリケーション (Dental System, 3shape) を使用して, スマイルデザインとデジタルシミュレーションワックスアップを行った。Case1, Case2 は咬合挙上を必要とせず前歯部の審美性・機能性の回復が可能であると診断し, それぞれ上下顎前歯 12 歯の修復を行うこととした。Case3 は Turner のカテゴリー1 と診断し, 最小限の咬合挙上と 20 歯の咬合面および唇側の修復を行うこととした。3D プリンタ (Varseo, Bego) を用いて樹脂系模型材 (Varseowax Model, Bego) でリアルモックアップ模型を作製した後, Case1 では 2 層 (Erkoflex 1.5mm, Erkodur 3.0mm, ともに Erkodent), Case2 では 1 層 (エクザクリア, GC), Case3 では 2 層 (Erkodur, 2.0mm およびエクザクリア) のクリアマトリックスを模型上で製作した。修復治療当日, 修復歯の歯面清掃後, リン酸ジェルを用いたセレクトイブエナメルエッチングを行い, セルフエッチングシステム (Case1 ; トクヤマボンドマーライトレス, トクヤマデンタル, Case2 と Case3 ; G プレミオボンド, GC) を用いて接着操作後, クリアマトリックスを歯列に適合させ, インジェクタブルコンポジットレジン (Case1 ; エステライトユニバーサルフロー, ミディアムフロー (A1), トクヤマデンタル), Case2 と Case3 ; グレースフィルローフロー, E1, GC) を細路からインジェクションして照射を行い硬化させた。審美性を向上させる目的で Case2 と Case3 では切縁付近のカットバックと A1, A2 シェード (グレースフィルフロー, GC) の追加充填を行い, 咬合調整と研磨を行った。次回来院時に, あらためて咬合調整と最終研磨を行った。3 症例とも, 修復治療後ナイトガードを作製した。

治療成績・考察・結論

Case1, Case2, Case3 それぞれ, 6 ヶ月, 2 ヶ月後, 1 ヶ月の予後は良好で, メインテナンスを行っている (抄録提出時)。デジタルワークフローとクリアマトリックスの活用によって一連の修復術式が単純化され, 多数歯の直接法修復でありながら短いチェアタイムでデジタルワックスアップ通りの正確な修復結果を得ることができた。また, 術前のスマイルデザインやリアルモックアップによるシミュレーションが患者さんの不安を軽減し治療への協力を引き出すことにつながったことも重要な点であった。今後, 本症例の中長期予後を観察しなければならないが, これまでの良好な予後成績は, 近年の接着システムとインジェクタブルコンポジットレジンが重篤なトゥースウェア症例に適用可能であることを示しているものと考えられる。デジタルワークフローとクリアマトリックスを活用した合理的な修復技法を確立するためには, デジタル部分, アナログ部分でのより詳細な検討と改良が必要であり, トゥースウェア症例のみならず, 様々な難症例に対する直接法コンポジットレジン修復をより効率的にかつより確実に提供できるものとして期待される。

(東京医科歯科大学歯学部倫理審査 2014-094)

幼若永久歯の外傷に対応した1症例

大阪大学大学院歯学研究科口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)

○永山智崇、林美加子

Treatment of Traumatized Immature Permanent Teeth : A Case Report

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

○NAGAYAMA Tomotaka, HAYASHI Mikako

【緒言】

歯の外傷は受傷歯のみならず、受傷者の口腔機能や審美性、心理面にも大きな影響を与える。したがって、その診断と治療においては、科学的根拠に基づく治療 (EBM) のみでは不十分で、物語 (NBM) や患者中心 (POS) の要素も包含した全人的な対応が求められる。今回、軽度の歯科恐怖症を有する患者において、幼若永久歯の外傷に対応した症例を経験したので報告する。

【症例】

8歳女児。2014年11月初診。同年6月にブランコから転落して顔面を強打したため、口腔外科を受診。上顎左右中切歯に亜脱臼ならびに歯肉裂傷を認めたため、同部の縫合と整復固定を行った。7月に固定を解除して経過観察を行っていたが、9月にX線撮影を行ったところ上顎両側中切歯 (左上上1) に外部吸収を認めたため、保存的な治療を依頼されて当院紹介となった。

【結果】

X線撮影したところ、左上上1ともに根未完成歯でかつ根側に外部吸収を認め、右上1は根尖付近ですでに穿孔も起こしていた。EPTはともに(-)だった。右上1の根管治療を開始したところ、根管内から出血と排膿がありEMRが困難であった。マイクロスコープ下で根尖まで可及的に歯髄と感染源の除去を行い、2015年5月に局所麻酔で止血した上で、MTAにて根管充填を行った。一方で、左上1は経過観察中にEPTが(+)に回復した。外部吸収も止まって穿孔には至らなかったため、処置は行わなかった。また、2016年6月に右下2に違和感が出現してX線撮影したところ、根未完成歯で根尖病変が形成されていた。通法通りの根管治療を行い、同年8月にCa(OH)₂製剤を仮根管充填してアペキシフィケーションを期待した。しかし、約1年経過観察を行ったが根尖病変が消失しなかったため、2017年7月にMTAにて根管充填を行った。

【考察】

その後、右上1ならびに右下2の根尖病変は消失し、現在まで経過良好である。右上1の穿孔部は再評価においても炎症所見は認められず、組織学的にも安定していると思われる。また、左上1は根未完成のままであるが、歯髄は生活反応を示しており、臨床には問題ない。そして、右下2は2019年6月の再評価において、根尖病変の消失ならびにアペキシフィケーションの達成が確認された。いずれもMTAの消炎効果と生体親和性が高いことの証左であろう。一方で、外傷で右下2が受傷して根尖病変が形成されたことと、Ca(OH)₂製剤によるアペキシフィケーションが達成されなかった原因を考えると、切端咬合であり歯ぎしりも含めた咬合性外傷の影響が思い当たる。したがって、今後の歯根骨折のリスクを考えると、修復の方法に改善の余地を残したことが反省点である。さらに、患者は骨格的にⅢ級傾向であり、今後の成長発育を考慮すると前歯部への過重負荷が増加していく可能性が予測されるため、引き続き可能な範囲で対応しながら、注意深く経過観察していく必要があると考えている。

【結論】

外傷歯の治療においても炎症のコントロール (感染制御と組織再建) と力のコントロール (修復治療と咬合治療) が必要であり、歯を保存することが全人的な医療を行う上でも大きな要因となることが示された。

複雑な根管形態を認める難治性根尖性歯周炎を非外科的処置にて対応した一症例

福岡歯科大学口腔治療学講座歯科保存学分野

○牛尾悟志, 阿南 壽

A case report : non-surgical treatment for intractable apical periodontitis caused by complicated root canal system

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

○Satoshi Ushio, Hisashi Anan

【緒言】

大臼歯は非常に複雑な根管形態を有していることが多く、術前もしくは術中にその形態を可能な限り把握したうえで根管治療を行うことは、感染源の除去の観点から非常に有効である。今回、下顎第一大臼歯の慢性根尖性歯周炎において、歯科用コーンビームCT (CBCT) による画像診断および歯科用実体顕微鏡を用いることで、良好な治癒経過を示した症例について報告する。

【症例】

患者は21歳男性。近医にて9か月前に36の抜髄、根管充填処置を受けたが、咬合痛と打診痛が継続して認められ、再根管治療を行っても症状が改善しないとのことで、2018年12月に精査、加療のため本院へ紹介された。

初診来院時、36の自発痛はなく、軽度の咬合痛および垂直性の打診痛を認めた。動揺度は0度、歯肉腫脹は認められず、歯周ポケットも全周3mm以下であった。

口腔内エックス線所見では、歯根膜腔の拡大を認めたが、根尖部に透過像は認められなかった。また、CBCT所見より近心根は不完全分岐根管、遠心根は根尖約2mmの位置で3方向への分岐が認められた。

【治療経過】

2019年1月より感染根管治療を開始。1, 2回目の治療では、近遠心根の根管充填材を除去後、歯科用実体顕微鏡下にて遠心根の根尖分岐部の軟組織を確認。根管内麻酔を行い、マイクロファイルを用いて除去、拡大を行った。次亜塩素酸ナトリウムとEDTAを用いて根管の超音波洗浄後、カルシペックス® (日本歯科薬品) を根管貼薬した。仮封はキャピトン® (ジーシー) とストップングの二重仮封を行った。3回目の治療時には咬合痛、打診痛ともに改善傾向を示した。その後、歯科用実体顕微鏡下にて、超音波チップを用いて近心頬側根と近心舌側根との根管間歯質を除去、根尖部への穿通を確認し、根管拡大、根管洗浄、カルシペックスでの根管貼薬、二重仮封を行った。初回治療時から約5か月後に咬合痛、打診痛とも症状の消失が認められたため、根管充填を行った。根管充填には、ガッタパーチャポイントとキャナルシーラー-BG® (日本歯科薬品) を用いた。根尖分岐部に歯科用実体顕微鏡下にてキャナルシーラー-BG®を充填した後、側方加圧根管充填法にて根管充填を行った。十分な厚みの健全歯質が全壁に残存していたため、コンポジットレジンにて最終修復を行った。根管充填後、約7か月経過した現在まで、症状の再発もなく良好に経過している。

【考察と結論】

根管の複雑な解剖学的形態は、器具による拡大や根管洗浄を困難にするため、予後に大きな影響を及ぼすことがあり、場合によっては難治化することもある。今回の症例は近心根に不完全分岐根管、遠心根に根尖分岐が認められたが、口腔内エックス線検査ではその特定は困難であった。しかし、CBCTを用いた画像診断と歯科用実体顕微鏡を用いることで、その複雑な根管形態を把握し、感染源の可及的除去を可能にしたことが症状改善に結びついたものと考えられた。また、患者にも画像、写真、動画をを用いて分かりやすく説明できたことで良好な信頼関係が構築されたことも、治療を円滑に遂行できたことの一因と考えられた。

以上のことより、複雑な根管形態を有する難治性の根尖性歯周炎に対する再根管治療において、CBCTと歯科用実体顕微鏡の有用性が示唆された。

血糖管理不良の2型糖尿病に罹患する重度慢性歯周炎患者への歯周治療 Severe periodontitis in a type 2 diabetic patient with poor glycemic control

¹岡山大学病院 歯周科,²岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 歯周病態学分野
○山城 圭介¹, 新井 英雄², アリアス スレマ², 高柴 正悟²

¹Okayama University Hospital, Department of Periodontics and Endodontics
²Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Department of
Pathophysiology - Periodontal Science
○Keisuke Yamashiro¹, Hideo Arai², Zulema Arias², Shogo Takashiba²

キーワード：重度慢性歯周炎，2型糖尿病，血糖降下薬，歯周組織再生療法

【概要】血糖コントロール不良の糖尿病が歯周病を悪化させることは、周知の事実となっている。しかし、本症例では、血糖コントロール不良の2型糖尿病に罹患する重度慢性歯周炎患者に内科との連携の下で歯周組織再生療法を含む歯周治療を行って、全身的にも口腔的にも良好な結果を得た。その経過を報告し、成功因子を考察する。

【初診時】患者：2016年11月の初診時39歳の女性；主訴：21自然脱落による審美障害；全身既往歴：家族性の2型糖尿病（母，祖母，曾祖父も），仕事のストレスを常に感じており，歯ぎしりで目覚めることもある；喫煙歴：20歳から39歳まで10本/日，現在は禁煙；身長：158cm，体重：47kg，BMI：18.8

【診査・検査所見】**【口腔内所見】**：現在歯数は21本，プラークコントロールは不良，全顎的に歯肉は発赤・腫脹，頬粘膜に圧痕あり；**【デンタルエックス線所見】**：全顎的に水平骨吸収があり，25遠心，33近心，37遠心，そして47遠心には垂直的骨吸収，義歯の鉤歯である28には骨支持像なし；**【咬合所見】**：右側はほぼ犬歯誘導で14は動揺度I，左側は22-23のグループファンクション，前方滑走時に31-32が22-21に干渉，フレミタスあり。11-(21)-22は動揺度II；**【歯周組織検査所見】**：PPDは，平均4.2mm，1-3mm部52.4%，4-5mm部19.8%，6mm以上部27.8%，BOP(+)部51.6%，PISA=1,001.3mm²，PCR=35.7%；**【細菌DNA検査】**：Pg+++，Pi++，Aa+；**【細菌IgG抗体価】**：9菌種13菌株(-)

【診断（歯科）】広汎型慢性歯周炎 ステージIII グレードC，二次性咬合性外傷

【診断（内科）】2型糖尿病 インスリン非依存状態（HbA1c：13.3%，随時血糖値：180mg/dL），糖尿病性腎症（第1期）

【病態】多量の歯周病原細菌（Pg，Pi，Aa）の感染があるが液性免疫の反応性が低いという感染・免疫状態に加えて，重度の糖尿病の既往と外傷力によって，歯周炎が急速に進行した。

【治療方針】①患者教育，②感染源の除去，③外傷力の除去，④適切な咬合関係の付与，⑤継続的な口腔管理

【治療計画】①主訴の改善：21人工歯を両隣在歯と暫間固定，②歯周基本治療：28抜歯，TBI，スケーリング，咬合調整，22RCT，全顎SRP（アジスロマイシン内服とミノマイシン局所投与を併用），上顎前歯部と26の暫間被覆冠，ナイトガード使用，③再評価（血糖値を確認），④歯周外科治療，⑤再評価，⑥口腔機能回復治療，⑦再評価，⑧SPT

【内科治療】①血糖降下薬（SGLT2阻害剤）服用，②食事療法，③運動療法，④教育入院

【治療経過】①歯周基本治療への歯周組織の反応は良好で，HbA1c値が7%台と安定したため，歯周組織再生療法（bFGF使用；12-21部，46-47部，25-26部）を行った。②口腔機能回復治療として，13-12-11-(21)-22-23ブリッジを装着した。③SPT移行時には，PPDはすべて3mm以内，PCRは9.5%，PISAは23.9mm²となった。再生療法部位では著明に骨が再生した。④その後しばらくは糖尿病状態が良好であったが，仕事が多忙になるに伴って運動不足と不規則な食生活となり，体重が初診時から10kg増加し（BMI=22.8），HbA1c値が10%まで上昇した。そして，血糖降下薬度々変更された。⑤糖尿病の悪化に伴って25部の歯周炎が再発したので，浸麻下で再SRPを行って感染源を除去した。

【考察】患者は治療に協力的であり，40歳代前半と比較的若かったため，歯周治療に高い効果が得られた。しかし，糖尿病は家族性であり，当初は内科治療が奏功して血糖値が順調に降下したが，仕事が多忙になるに伴って体重は増加して血糖値が上昇した。SPT期には，糖尿病が悪化するに伴い，部分的に歯周病が再発した。本患者は，歯周病細菌に対する液性免疫が異常と考えられるうえに，糖尿病体質で，そしてストレスによるクレンチングがあるなど，リスク因子を多く抱えている。このような高リスク患者に対しては，短い間隔での歯周組織検査や咬合状態の観察を含むSPTが必要とされるが，細菌検査や内科検査のデータとも合わせて注意深く支援する必要がある。

包括的歯周治療により改善したステージ III 広汎型 グレード B 歯周炎の 15 年経過症例

- 1) 日本大学歯学部保存学教室歯周病学講座
- 2) 日本大学歯学部総合歯学研究所高度先進医療研究部門
○高山 忠裕^{1,2)}, 佐藤 秀一^{1,2)}

A clinical case report of comprehensive treatment for generalized Stage III Grade B periodontitis

- 1) Department of Periodontology, Nihon University School of Dentistry
- 2) Division of Advanced Dental Treatment, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry
○Tadahiro Takayama^{1,2)}, Shuichi Sato^{1,2)}

【はじめに】歯周治療の成功には、患者が歯周病という病態を理解し治療への協力とモチベーションの長期的な維持および動的治療後の Supportive Periodontal Therapy (SPT) が不可欠である。本症例は、包括的歯周治療の中でも改めて歯周基本治療の大切さを認識したケースである。ステージ III 広汎型 グレード B 歯周炎患者に対して、歯周基本治療、歯周外科治療、歯周矯正治療を含む包括的治療を行い、SPT に移行し 11 年経過した症例について報告する。SPT 期間中のリスクファクターの判断と対応にも配慮が必要である。

【初診】初診時 54 歳の女性。2005 年 9 月初診。40 歳代後半からブラッシング時の出血を気にしていた。3 年ほど前より上顎右側小白歯部 (15) の歯肉の腫脹、歯の動揺ならびに咬合痛を自覚していたが、近医にてスケーリング・ルートプレーニングや LDDS による応急処置を行うのみであった。最近、同部位の激しい疼痛と歯肉の腫脹などの症状が顕著になったことにより来院した。

【診査・検査所見】全顎的に辺縁歯肉および歯間乳頭部歯肉に発赤、腫脹および退縮を認める。上下顎臼歯部に 4-6 mm のプロービングデプスが散在しており、Bleeding Index は 55.6% であった。とくに 15, 26 には 7 mm 以上のプロービングデプスがあり 16, 15 からは排膿が認められた。初診時の PCR は 68.9% であった。患者には 10-20 歳頃に矯正治療の既往がある。下顎前歯部に軽度のクラウディングを認める。25-26 間はオープンコンタクトである。全顎的に水平性骨吸収が認められ、26 近心には根長 2/3 に及ぶ垂直性骨欠損が存在する。15 には歯根を取り囲むような拇指頭大のエックス線透過像が見られる。

【診断】ステージ III 広汎型 グレード B 歯周炎 (広汎型中等度および限局型重度慢性歯周炎)

【治療計画】歯周基本治療として、プラークコントロール、スケーリング・ルートプレーニング、歯内治療などを行い、再評価後、歯周外科治療 (フラップ手術) と歯内外科治療 (根尖切除術) を行う。さらに再評価後、口腔機能回復治療 (補綴治療, MTM) を行い、メンテナンスあるいは SPT へと移行することを計画した。

【治療経過】概ね治療計画に従って治療を行った。32 は歯内外科治療時に予後不良と判断し抜歯とした。15 は歯周基本治療終了後約 14 年経過しているが、プロービングデプスは 3 mm 以内、Bop は認められず臨床症状は安定している。

【考察・まとめ】ステージ III 広汎型 グレード B 歯周炎に対して包括的歯周治療によって、歯周組織の改善が認められ、SPT 移行時から 11 年 (初診時から 15 年) 経過し良好に維持されている。SPT 期間中のプロービングデプスは全顎的に 3 mm 以内で推移しており、PCR も初診時の 68.9% から 5% 前後に大きく改善した。15 に関しては、歯周基本治療として、プラークコントロールの徹底、スケーリング・ルートプレーニング、歯内治療を行うことで根尖病変の消失に伴い歯周組織の顕著な改善が認められ、その安定が図られている。26 近心に認められた垂直性の骨吸収像は、オープンコンタクトの修正と歯周外科治療を行うことで、クリニカルアタッチメントレベルの改善ならびにエックス線不透過性の亢進、歯槽硬線の明瞭化が見られる。11 に認められた根尖病変は、破折ファイルの除去を併行した根尖切除術を行ったところ顕著な改善が認められた。下顎歯列に対して歯周矯正治療を行うことで、歯列不正の改善が得られ、プラークコントロールを容易にする環境が整った。現在も 4 ヶ月ごとの SPT を継続している。

本症例は、診査・診断・治療計画立案から SPT に至るまでの一連の歯周治療が奏功した結果であると考えており、とくに歯周基本治療による早期の歯周環境の整備の重要性を改めて認識するとともに、今後さらに継続的かつ厳密な SPT を行っていくことが必要である。

ユニバーサルアドヒーズに対する光照射の有無が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⁾, 総合歯学研究科生体工学研究部門²⁾, 福石歯科医院³⁾

○吉中雄太¹⁾, 石井 亮¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 辻本暁正^{1,2)}, 鈴木美穂¹⁾, 水谷聖人¹⁾,
宮崎真至^{1,2)}, 吉野弘三³⁾

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

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

○YOSHINAKA Yuta¹⁾, ISHII Ryo¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, TSUJIMOTO Akimasa^{1,2)}, SUZUKI Miho¹⁾,
MIZUTANI Kiyoto¹⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, YOSHINO Kozo^{1,3)}

【研究目的】

自己接着性レジンセメントは、成分中に機能性モノマーを含有することで歯質接着性を発揮する。そのため、歯面への前処理を不要とし、間接修復物の装着術式が簡便となった。一方、歯質との間に高い接着性が求められる窩洞形態あるいは修復材に対しては、自己接着性レジンセメントの使用に制限がある。そのため、歯面および修復物への内面処理が必要な従来型レジンセメントが優先的に使用される症例も多い。しかし、その接着術式は煩雑であるとともにテクニックセンシティブである。

そこで、接着性の向上を目的に自己接着性レジンセメントを使用する際に、汎用性ととも接着術式が簡便なユニバーサルアドヒーズを前処理材とする臨床術式が提唱されている。しかし、その臨床術式については不明な点が多いのも現状である。そこで、自己接着性レジンセメントの臨床術式を確立する研究の一環として、前処理材として使用するユニバーサルアドヒーズへの光照射条件がその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電子顕微鏡 (SEM) 観察から検討した。

【材料および方法】

供試したユニバーサルアドヒーズは、OptiBond Universal (OU, Kerr), G-Premio Bond (GB, GC) および Scotchbond Universal (SU, 3M Oral Care) を使用した。また、自己接着性レジンセメントとしては、Maxcem Elite Chroma (MEC, Kerr), G-CEM LinkAce (GCL, GC) および RelyX Unicem 2 Automix (RUA, 3M Oral Care) を用いた。

1. 接着試験用試片の作成

接着試験用試片の製作に際して、ウシ下顎前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し、エナメル質あるいは象牙質平坦面を耐水性 SiC ペーパー# 320 を用いて研削し、被着歯面とした。これらの被着歯面に対し、各ユニバーサルアドヒーズを製造者指示条件 (セルフエッチモード) に従って塗布、エアブローを行った。ユニバーサルアドヒーズへの光照射に際しては、光照射を行ったもの (照射群) および、これを行わないもの (照射無し群) とした。ユニバーサルアドヒーズを使用せず、自己接着性レジンセメントのみの群をコントロール群とし、計3条件とした。各被着歯面に対し歯面処理を行った後、内径 2.4 mm、高さ 2 mm の円柱状ステンレス金型にセメントペーストを充填、光照射後、24 時間 100% 湿潤条件下に保管し、これを接着試験用試片とした。

2. 接着強さの測定

接着強さの測定に際しては、接着試験用試片を 37 °C 精製水中に 24 時間保管後、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いてクロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件で剪断接着強さを測定した。

3. SEM 観察

接合界面における形態学的な検討を行うため、通法にしたがって SEM 観察用試片を製作し、FE-SEM (ERA-8800FE, Elionix) を用いて加速電圧 10 kV の条件で観察した。

【成績および考察】

得られた接着強さ試験の結果から、エナメル質および象牙質に対する自己接着性レジンセメントの接着強さは用いた製品によって異なる傾向を示した。しかし、いずれの条件においてもユニバーサルアドヒーズに対して光照射を行った群の方が光照射無し群に対して優位に高い値を示した。また接合界面においては光照射群で顕著なボンド層を観察することができた。

【結論】

自己接着性レジンセメントの前処理材としてユニバーサルアドヒーズを用いる際は、適切な光照射をすることでその接着性の向上が期待できる。

バイオアクティブモノマー含有コーティング材が レジンセメントの象牙質接着強さに及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○寺井里沙, 黒川弘康, 柴崎 翔, 氏家真穂, 河津真美, 若松英輝, 宮崎真至

Effect of Coating Material Containing Bioactive Monomer on Dentin Bond Strength of Resin Cement

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○TERAI Risa, KUROKAWA Hiroyasu, SHBASAKI Sho,

UJIE Maho, KAWAZU Mami, WAKAMATSU Hideki, MIYAZAKI Masashi

【研究目的】

生活歯に対してセラミックインレーなどの間接修復を行う場合、窩洞形成によって露出した象牙質面をコーティングすることが推奨されている。すなわち、切削された健全象牙質では物質透過性が充進していることから、コーティングによって象牙細管を封鎖することで歯髄への外来刺激を遮断することが可能となる。象牙質のコーティングには、一般的にボンディングシステムとフロアブルレジンの組み合わせが応用されているが、最近では、バイオアクティブモノマーを含有したコーティング材も市販されている。すなわち、従来からのボンディングシステムと同様、象牙質に対して樹脂含浸層を形成するとともに、バイオアクティブモノマーが象牙細管内液と反応することでハイドロキシアパタイト様の結晶物を生成し象牙細管を封鎖する製品である。このことは、修復物の装着に用いるレジンセメントの接着性に影響を及ぼす可能性があるものの、その詳細については不明な点が多い。そこで、バイオアクティブモノマー含有コーティング材がレジンセメントの象牙質接着性に及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

バイオアクティブモノマー含有コーティング材として Bio コート Ca (サンメディカル) を用いた。また、レジンセメントとして、リライエックスアルティメイトレジンセメント (RU, 3M ESPE) およびユニセム 2 オートミックス (U2, 3M ESPE) を用いた。

1. 接着試験用試片の製作

ウシ下顎前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋した後、唇側面中央付近に直径 6~8 mm の象牙質平坦面が得られるように研削した。この研削面を、耐水性 SiC ペーパーの #320 を用いて調整したものを象牙質試片とした。

象牙質試片を、Bio コート Ca を用いて製造者指示条件で処理し、5 秒間照射して重合硬化させた。コーティング面の表層未重合層をアルコール綿球で除去した後、ウォッシュアップセップ (サンメディカル) を塗布し、レジン系仮封材 (デュラシール, ジーシー) で被覆した。この試片を 37°C の精製水中に 7 日間保管した後、仮封材を探針で除去した。次いで、コーティング面に対して、以下の条件でレジンセメントを接着させたものを接着試験用試片とした。

- 1) コーティング面に対して Ultradent 接着試験用治具を固定し、練和した RU あるいは U2 を充填、60 秒間照射した
- 2) コーティング面をスコッチボンドユニバーサルアドヒージブ (3M ESPE) を用いて製造者指示条件で処理した後、Ultradent 接着試験用治具を固定し、練和した RU を充填、60 秒間照射した

なお、象牙質試片に対して製造者指示条件で RU および U2 を接着させたものをコントロールとした。

2. 接着強さの測定

接着試験用試片を、 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $90 \pm 5\%$ の条件で 24 時間保管した後、剪断接着強さを測定した。

3. 走査電子顕微鏡観察

接着試験用試片とレジンセメントとの接合界面について、通法に従って FE-SEM を用いて観察した。

【成績および考察】

供試したレジンセメントの象牙質接着強さは、Bio コート Ca によるコーティングによって影響を受けるものの、その傾向は製品および歯面処理の有無によって異なるものであった。これらの要因としては、コーティングや歯面処理の有無によるレジンセメントのヌレ性の変化などが影響したものと考えられた。

【結論】

バイオアクティブモノマー含有コーティング材は、レジンセメントの接着強さに影響を及ぼすことが判明した。

酸蝕モデルを用いたユニバーサル接着システムのエナメル質接着性

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹⁾, 総合歯学研究科生体工学研究部門²⁾, 青島歯科医院³⁾
○陸田明智^{1,2)}, 矢吹千晶¹⁾, 杉村留奈¹⁾, 鈴木崇之¹⁾, 大内 元¹⁾, 嶋谷祐輔¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}, 青島 裕³⁾

Bond Strengths of Universal Adhesive Systems to Acid-eroded Enamel

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

○RIKUTA Akitomo^{1,2)}, YABUKI Chiaki¹⁾, SUGIMURA Runa¹⁾, SUZUKI Takayuki¹⁾, OUCHI Hajime¹⁾,
SHIMATANI Yusuke¹⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, AOSHIMA Yutaka³⁾

【研究目的】

光重合型レジンの歯質接着システムはステップ数の簡略化とともに、エッチアンドリンスあるいはセルフエッチモードのいずれとしても使用可能なユニバーサル接着システムが開発、臨床応用されている。一方、修復の対象となる歯質は、食生活習慣の変化に伴う酸蝕歯が問題視されているが、これらユニバーサル接着システムの酸蝕歯への影響は不明である。そこで、口腔内において繰り返し低 pH 環境に曝された被着歯面を想定し、クエン酸を用いて表層脱灰されたエナメル質に対するユニバーサル接着システムの接着性について剪断接着試験を行うことで検討した。

【材料および方法】

供試したユニバーサル接着システムは、All-Bond Universal (Bisco), Adhese Universal (Ivoclar Vivadent) および Scotchbond Universal Adhesive (3M ESPE) の3製品とした。また、コンポジットレジンは Clearfil AP-X (Kuraray Noritake Dental) を使用した。

接着試験には、ウシ下顎前歯エナメル質を耐水性 SiC ペーパーの#600 まで研磨し、超音波洗浄したものを被着歯面とした。

被着歯面に対する脱灰条件としては、1.23%クエン酸水溶液を用いて、1分間作用させ水洗と乾燥させる操作を5回繰り返した後、人工唾液に1分間保管したもの(直後群)、脱灰処理を1日2回、7日間繰り返したもの(7日群)の2条件とし、処理を行わなかったものをコントロールとした。次いで、エッチアンドリンス条件では、リン酸エッチングを行った後、被着面積を一定にするために、直径4mmの穴の開いた両面テープを貼付し、各製造者指示条件に従ってアドヒーズを塗布、照射した。次いで、内径4mm、高さ2mmの円筒形デュラコン型を置き、レジンペーストを填塞、ポリエチレンストリップスを介して照射を行い、これを接着試験用試片とした。これらの接着試験用試片を、37±1℃、相対湿度90±5%の条件で24時間保管した後、剪断接着強さを測定した。剪断接着試験は、万能試験機(Type 5500R, Instron)を用い、クロスヘッドスピード毎分1.0mmの条件で剪断接着強さを測定した。

【成績および考察】

供試したユニバーサル接着システムの接着強さは、コントロールと比較して、直後群においては、いずれの製品においても接着強さは向上する傾向が認められた。また、7日群においては、さらに接着強さが向上する傾向を示す製品も認められた。また、リン酸エッチングを行うエッチアンドリンス条件と比較して、これを行わないセルフエッチ条件では、いずれの製品および脱灰条件においても接着強さは低下する傾向が認められた。接着試験後の破壊形式は、接着強さが向上するに伴って、エナメル質の凝集破壊および混合破壊が増加する傾向を示した。これらは、クエン酸により脱灰されたエナメル質表層の形態の違いやアドヒーズ層の機械的強度などが影響しているものと考えられた。

【結論】

供試したユニバーサル接着システムにおいて、クエン酸によって脱灰されたエナメル質への接着性は製品によって異なることが示された。

窩洞深さの違いが構造色を有したコンポジットレジンの色調適合性に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○黒川弘康, 瀧本正行, 高橋奈央, 斎藤慶子, 寺井里沙, 宮崎真至, 鈴木敏裕

Influence of Cavity Depth on Color Adaptation of the Structural Colored Resin Composite

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○KUROKAWA Hiroyasu, TAKIMOTO Masayuki, TAKAHASHI Nao,

SAITO Keiko, TERAJ Risa, MIYAZAKI Masashi, SUZUKI Toshihiro

【研究目的】

コンポジットレジンとは半透明性という光学的性質を有することから、窩洞が深く残存歯質の明度が低い場合、一般的に色調適合性は低下する。すなわち、背景の暗さが反映されることで修復物自体の明度が低下し、グレーが強調された色となってしまう。このような症例で色調適合性を得るためには、オパーク性の高いレジンペーストを積層し、光線透過性を抑制することで、修復物の明度をコントロールする必要がある。一方、鮮やかで角度依存性のない構造色を発現するには、微細構造の背景に黒色を有する物質の存在が必要であり、既存のコンポジットレジンでは色調適合性の獲得が困難な症例であっても、構造色を応用したコンポジットレジンの使用が有効となる可能性が考えられる。そこで、人工歯に深さの異なる窩洞を形成し、構造色を有するコンポジットレジンで充填した際の、レジン充填部と窩洞周囲の人工歯との色調適合性について、他社製品のレジンペーストと比較、検討した。

【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クロマ (OC, トクヤマデンタル) を、対照としてフィルテック シューブリームウルトラ (FU, 3M ESPE) を用いた。人工歯として硬質レジン歯 (ゼンオパール, AU19, ジーシー) の上顎左側中切歯を用いた。

人工歯の近心隣接面中央付近に、半径 2 mm、深さ 2 mm あるいは舌側面に抜ける半円形の規格窩洞を形成した。次いで、窩洞の唇側面窩縁部に幅 1 mm の窩縁斜面を付与した。この窩洞の内面および窩縁斜面部を、アルミナ粒子 (50 μm) を用いて 5 mm の距離から垂直に、サンドブラスト処理 (0.2 MPa) を 5 秒間行い、3 分間超音波洗浄した後、ボンドマーライトレス (トクヤマデンタル) を用いて製造者指示条件で処理した。窩洞にレジンペーストを充填し、透明シリコンコアを用いて圧接して 30 秒間照射した。なお、人工歯のシェードと充填するレジンペーストのシェードの組合せは以下の通りとした (Table 1)。

Table 1 Combination of artificial tooth shade and resin paste shade

Artificial tooth shade	OC shade	FU shade
A2	Universal	A2B, A2D
A4		A4B, A4D

これらの試片を 37°C 精製水中に 24 時間保管した後、窩洞から溢出したコンポジットレジンを用いたデザインナイフを用いて除去した。次いで、ゴム製研磨材 (マイジンガーポリッシャー, ジーシー) を用いて研磨を行い、これを測定用試片とした。色調適合性の評価には、クリスタルアイ (CE100-DC/JP, オリパス) を用い、レジン充填部と窩洞周囲の唇側面中央付近の人工歯の色調を確認することで ΔE 値を算出した。

【成績および考察】

OC を充填した際のレジン充填部と窩洞周囲との ΔE 値は、いずれのシェードの人工歯においても、窩洞の深さにかかわらず、人工歯と同じシェードを充填した FU と同程度の ΔE 値を示した。FU が遮蔽により明度をコントロールするのに対し、OC ではフィラーの微細構造による構造色の発現に適したレジンペーストの光透過性とする事で明度がコントロールされたものと考えられた。

【結論】

OC はフィラーの微細構造による構造色がより効果的に発現するようにレジンペーストの屈折率を設定することで、異なる深さの窩洞に対しても良好な色調適合性を示すことが明らかとなった。

各種フロアブルレジンの粘度 (粘性係数) 比較

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

○宮野侑子¹、新海航一^{1,2}

Comparison of viscosity coefficients of various flowable resins

¹Advanced 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

○MIYANO Yuko¹, SHINKAI Koichi^{1,2}

【研究目的】

フロアブルレジンは粘性が低く、ダイレクトアプリケーションシリンジを用いて充填できるため操作が簡便であり、臨床で頻用されている。現在、粘性に変化を与えた様々なフロアブルレジンの製品として市販されており、状況に応じて使い分けられている。これまで、フロアブルレジンの粘性の違いは“流れやすさ”という大まかな対比のみで比較されてきたが、粘度 (粘性係数) の実測値で比較されていないのが現状である。そこで本研究では、各種フロアブルレジンの粘度 (mPa·s) を測定し、異なる粘性を実測値で比較検討した。

【材料および方法】

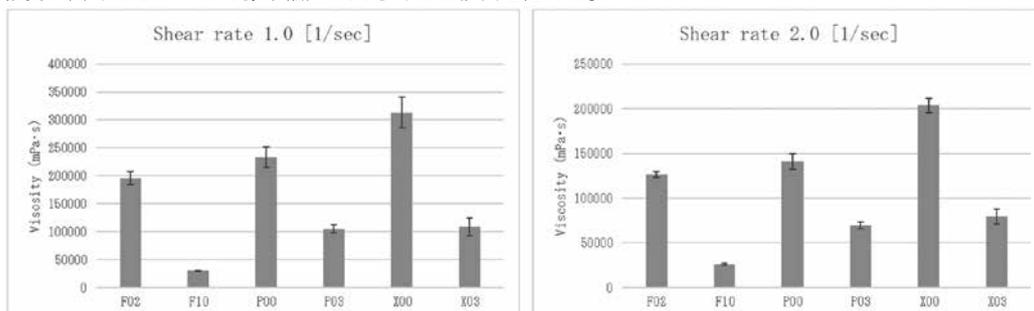
使用したフロアブルレジンを下表に示す。すなわち、ビューティフィル フロー F02、F10 (以下 F02、F10)、ビューティフィル フロー プラス F00、F03 (以下 P00、P03) およびビューティフィル フロー プラス X F00、F03 (以下 X00、X03) (松風) の6種類を用いた。

	F02 および F10	P00 および P03	X00 および X03
フィラー	S-PRG フィラー、MF (多機能) ガラスフィラー、超微細フィラー		
モノマー	Bis-GMA、TEGDMA、長鎖架橋モノマー、反応開始剤	Bis-GMA、TEGDMA、反応開始剤、その他	Bis-GMA、Bis-MPEPP、TEGDMA、反応開始剤、その他
フィラー含有量	F02 : 54.5wt% F10 : 53.8wt% 平均粒径 : 0.8 μm	P00 : 67.3wt% P03 : 66.8wt% 平均粒径 : 0.8 μm	X00 : 63.7wt% X03 : 63.4wt% 平均粒径 : 0.4 μm

回転式粘度計 (DV2THBCJ0・英弘精機) を使用し、25°Cの温度管理下で各種フロアブルレジンの粘度 (mPa·s) を測定して流動曲線を得た (n=6)。粘度測定は、剪断速度の粘性への影響を考慮し、剪断速度 1.0s⁻¹ の低速度群と、2.0s⁻¹ の高速度群に分けて各々実施した。得られたデータは、One-way ANOVA と Steel-Dwass post hoc test を用いて材料間の有意差を検定した (p<0.05)。

【結果と考察】

各フロアブルレジンの粘度を下図に示す。粘度は、両速度群とも F10<P03<X03<F02<P00<X00 となり、P03 と X03 の間を除くすべての実験群の間に有意差を認めた (p<0.05)。データの標準偏差は、最も粘度の低い F10 が最も少なく、粘度が高くなるにつれて標準偏差が大きくなる傾向を認めた。



この標準偏差の違いは、試験前にシリンジから押し出す際に受けた剪断応力により粘性が変化して生じたと考えられる。また、粘度の有意差を認めなかった P03 と X03 では、X03 の方が標準偏差が大きく、この違いはフロアブルレジに配合されるフィラーの粒形・含有率、マトリックスレジ成分の違いが影響したと推察される。

コア用コンポジットレジンに対する唾液汚染除去法が 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¹⁾, 総合歯学研究所生体工学研究部門²⁾,
市石歯科クリニック³⁾

○笠原悠太¹⁾, 石井 亮¹⁾, 廣兼榮造¹⁾, 斎藤達郎¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 辻本暁正^{1,2)},
宮崎真至^{1,2)}, 市石芳博^{1,3)}

Influence of Cleaning Methods on Bond Performance to Saliva Contaminated Resin Composite core Foundation

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾,
Nihon University School of Dentistry¹⁾, Ichiishi Dental Clinic³⁾

○KASAHARA Yuta¹⁾, ISHII Ryo¹⁾, HIROKANE Eizo¹⁾, SAITO Tatsuro¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, TSUJIMOTO
Akimasa^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, ICHIISHI Yoshihiro^{1,3)}

【研究目的】

審美的かつ Minimal Invasive な修復処置への要望から、根管治療後の失活歯においても歯根象牙質と機械的性質が近似したコア用コンポジットレジンを用いる症例が増加している。これら失活歯に対する修復物の装着に際しては、高い接着性を有するレジンセメントが多く用いられる。一方、修復物を装着する際に生じる唾液汚染は、その接着性を低下させる。そのため、修復物内面に対する汚染物質の除去法については、これまでも多くの報告がされている。しかし、コア用コンポジットレジンを用いた支台歯に生じた唾液汚染の除去法に関しては、未だ確立していないのが現状である。そこでコア用コンポジットレジンに生じた唾液汚染を効果的に除去する方法について、唾液汚染除去前後のコア用コンポジットレジンの表面自由エネルギーおよびレジンセメントとの接着強さ測定から検討した。また、考察資料として、その表面の走査電子顕微鏡 (以後、SEM) 観察を行った。

【材料および方法】

コア用コンポジットレジンとしてクリアフィル DC コアオートミックス ONE (クラレノリタケデンタル), レジンセメントは、パナビア V5 (クラレノリタケデンタル) を用いた。唾液汚染後の表面処理剤としてカタナクリーナー (KC, クラレノリタケデンタル), Ultra-Etch J (UE, Ultradent) および Multi Etchant (ME, ヤマキン) を使用した。

1. 接着強さの測定

接着試験用試片の製作に際して、コア用コンポジットレジンを経径 8.0 mm, 高さ 2.0 mm のテフロン型に填塞, 加圧整形し, ポリストリップス介して 60 秒間照射したものを常温重合レジンに包埋し, 耐水性 SiC ペーパー# 320 を用いて研削したものを被着面とした。これらの被着面に対し, ヒト唾液を 10 μ l 滴下してこれを汚染面とした。汚染面に表面処理を施すことなく測定を行ったものを未処理面とした。汚染面の表面処理法は, KC 処理, UE 処理もしくは ME 処理の, 合計 3 条件とした。各被着面に対し表面処理を行った後, 内径 2.4 mm, 高さ 2 mm の円柱状ステンレス金型にセメントペーストを填塞し, 接着試験用試片とした。これらの試片を 37 $^{\circ}$ C 精製水中に 24 時間保管後, 万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いてクロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件で剪断接着強さを測定した。なお, ヒト唾液の使用に関しては, 本学倫理委員会の審査を経て承認を得ている (倫許 2019-12)。

2. 表面自由エネルギーの測定

接着試験用試片と同様に調整した試片を全自動接触角計 (DM500, 協和界面科学) に静置し, 測定によって, 得られた接触角から拡張 Fowkes の理論式を用いて, 表面自由エネルギーを算出した。

3. SEM 観察

表面処理後のコア用コンポジットレジン表面における形態的な検討を行うため, 通法に従って試片を製作し, SEM を用いて加速電圧 10 kV の条件で観察した。

【成績および考察】

得られた接着強さ試験の結果から, その接着強さは唾液汚染の除去を行った条件においては, これを行わない条件に比較して有意に高い値を示した。表面処理後の表面自由エネルギーは, 汚染面と比較していずれの条件においても有意に高い値を示すとともに各構成成分は, 表面処理法の違いにより異なる傾向を示した。

【結論】

唾液汚染されたコア用コンポジットレジンに対するレジンセメントの接着強さは, 汚染面に対する表面処理により向上した。また, 唾液汚染されたコア用コンポジットレジンの表面自由エネルギーは, 汚染面に対する表面処理により上昇することが判明した。

HEMA 配合の割合が新規 2 ステップボンディング材の接着性能へ与える影響

株式会社ジーシー

○山下美樹, 有田明史, 熊谷知弘

Effect of HEMA blending ratio on bonding performance of novel 2-step adhesive

GC CORPORATION, TOKYO, JAPAN

○Miki Yamashita, Akishi Arita, Tomohiro Kumagai

【研究目的】

これまで 2 ステップボンディング材は、歯面処理を行う 1 ステップ目のプライマーと、その後浸透、ボンディング層を形成し強度を発現する 2 ステップ目のボンドから構成され、象牙質との親和性を向上することを目的として、HEMA を代表とする親水性モノマーがプライマーとボンドの両者に配合されてきた。しかしながら、ボンドに親水性が高く吸水しやすい HEMA を含むことにより、コンポジットレジンとの接着性の低下や吸水によるボンディング層の機械的強度の低下が懸念される。そこで弊社では、ボンディング層の接着性能向上を目指して、ボンドに HEMA 無配合である新規の 2 ステップボンディング材 (試作品, BZF-29) を開発した。本研究では、4 種類の 2 ステップボンディング材サンプル (BZF-29, HEMA 15% (BZF-29 ボンドに HEMA を 15%配合)、HEMA 30% (BZF-29 ボンドに HEMA を 30%配合)、既存製品の HEMA 含有 2 ステップボンディング材 (製品 A)) を用いて、歯質接着強さ及びボンドの物性 (表面硬さ) の測定・比較を行い、2 ステップボンディング材に対する HEMA 配合割合の影響を評価した。

【材料および方法】

せん断接着試験

ウシ下顎前歯の歯冠部象牙質の表面を SiC 製耐水研磨紙 (#400) にて注水下で研磨し、被着面とした。被着面をエア一圧で乾燥させた後、メーカー指示に従い各サンプルのプライマーを塗布・処理した。続けてボンドを塗布し、ISO29022 に準拠した内径 2.38 mm のモールドを被着面に固定して G-ライトブリマ II (ジーシー) で 10 秒光照射を行った。CR としてクリアフィル AP-X (クラレノリタケデンタル) をモールド内に充填し、20 秒光照射を行い硬化させて試験片を作製した。これらの試験体を 37°C 水中で 24 時間保管した後、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 でせん断接着試験を実施した (n=10)。得られた結果は t 検定により統計処理を行った (p<0.05)。

ビッカース硬さ試験

ボンドを用いて円盤状硬化体 (直径 15 mm、厚み 1.0 mm) を作製し、試験体とした。試験体を 37°C で 24 時間水中に保管した後、マイクロビッカース硬度計 (HMV-G、島津製作所) を用いて荷重 1.961 N、荷重時間 10 秒でビッカース硬さを測定した (n=3)。得られた結果は t 検定により統計処理を行った (p<0.05)。

【結果および考察】

せん断接着試験の結果を Table.1 に示した。HEMA の配合割合により接着強さが低下する傾向にあり、HEMA 30%と製品 A の間に有意な差が認められた。ビッカース硬さ試験の結果を Table.2 に示した。接着試験と同様の傾向が確認され、HEMA 配合のサンプルに対して BZF-29 は有意に高い硬度が見られた。ボンディング層の物性が HEMA の配合によって吸水して低下し、それに伴って接着強度が低下したと考えられる。

Table.1 Shear bond strength to dentin

	BZF-29	HEMA 15%	HEMA 30%	Product A
Shear bond strength (MPa)	50.6	44.9	39.6	40.1
Standard deviation	7.5	7.9	9.5	10.1

Table.2 Vickers hardness of bonding

	BZF-29	HEMA 15%	HEMA 30%	Product A
Vickers hardness (HV0.2)	26.9	22.6	14.9	18.7
Standard deviation	0.5	0.9	0.6	0.7

【結論】

HEMA の配合は、ボンディング層の物性低下を示し、接着性能を低下させる傾向にあることが示唆された。以上より、新規 2 ステップボンディング材 BZF-29 は、HEMA 無配合であり、高い接着強さを示したことから、臨床の場においても優れた接着性能を示すことが期待される。

水の添加量が MDP 含有ワンステップボンディング材の歯質脱灰能に及ぼす影響

日本大学松戸歯学部保存修復学講座

○藤田(中島)光, 寺中文字子, 岩井啓寿, 内山敏一, 岡田珠美, 神谷直孝, 平山聡司

Effect of the concentration of water in MDP-based all-in-one adhesive on the demineralization capacity

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

○FUJITA-NAKAJIMA Kou, TERANAKA Ayako, IWAI Hirotooshi, UCHIYAMA Toshikazu, OKADA Tamami,

KAMIYA Naotaka, HIRAYAMA Satoshi

[研究目的]

本研究では、水の添加量が異なる 3 種のワンステップボンディング材を調整し、これをウシ抜去前歯冠エナメル質または象牙質粉末と 30 秒間作用させ、得られたエナメル質または象牙質反応残渣の NMR スペクトルを測定し、ワンステップボンディング材への水の添加量が歯質脱灰能に及ぼす影響を検討した。さらに、これらのワンステップボンディング材への水の添加量が MDP-Ca 塩の分子種および生成量に及ぼす影響も検討した。

[材料および方法]

1. 材料 ワンステップボンディング材の調製: MDP, UDMA, TEGDMA, 4-META, 水およびアセトンをそれぞれ計量し、水の添加量が異なる3種のワンステップボンディング材(水の添加量: 46.6, 93.2, 208.1 mg/g)を調製した。

歯質粉末の調製: ウシ抜去前歯冠エナメル質または象牙質をエアタービンで切削し、デカンテーション法を用いて回収し、水洗乾燥後、調整して使用した。

2. 方法 反応生成物の解析: 各ボンディング材1.0gにエナメル質または象牙質粉末0.2gを添加し、30秒間相互作用させ、得られたエナメル質または象牙質の反応残渣を個体の核磁気共鳴(³¹P NMR)法を用いて測定した。NMRスペクトルは波形分離し、MDP-Ca塩分子種を同定し、MDP-Ca塩の生成量を求めた。また、測定で得られた反応生成物の構造解析は、Origin Pro解析ソフトにて波形分離を行った。

ボンディング材のpH測定: 水の添加量の異なるワンステップボンディング材(水の添加量: 46.6, 93.2, 208.1 mg/g)を測定した。

[結果および考察]

ワンステップボンディング材への水の添加量が 46.6 から 208.1 mg/g へと増加すると、ワンステップボンディング材の pH は 0.87 から 1.68 へと上昇した。ワンステップボンディング材の pH は、ボンディング材を構成するモノマーの種類および水を含む希釈剤ばかりでなく、その割合に強く依存した。また、ワンステップボンディング材への水の添加量を 46.6 から 208.1 mg/g へと増加すると、脱灰によって生成された MDP-Ca 塩の量は、エナメル質および象牙質ともに増加した ($p < 0.05$)。また、エナメル質および象牙質の MDP-Ca 塩の量は、93.2 mg/g の添加量で MDP-Ca 塩の生成速度に膝点を示した。

つぎに生成された MDP-Ca 塩の分子種を同定すると、エナメル質は脱灰過程を通して mono-calcium salt of the MDP monomer (MCS-MM) and dimer (MCS-MD) を生成するのに対し、象牙質は MCS-MM, MCS-MD 以外に di-calcium salt of the MDP monomer (DCS-MM) and dimer (DCS-MD) が生成された。さらにエナメル質の場合、ワンステップボンディング材への水の添加量が 93.2 mg/g で MCS-MM, MCS-MD の生成量が平衡状態となった。象牙質においては、水の添加量とともに DCS-MM の生成量は増加したが、MCS-MM, MCS-MD は 93.2 mg/g を境に生成量が減少し、DCS-MD は 93.2 mg/g を境に再度生成量が増加した。

エナメル質または象牙質のワンステップボンディング材への水の添加量が、反応残渣の NMR スペクトルより生成された MDP-Ca 塩の分子種を同定し、その生成量を求めることで、エナメル質または象牙質脱灰過程で生成された MDP-Ca 塩を解明することが出来た。

[結論]

エナメル質と象牙質によって生成される各 MDP-Ca 塩の量が、ワンステップボンディング材に含まれる水の添加量に強く依存することが示唆された。本研究の一部は、文部科学省委託事業ナノテクノロジープラットフォーム課題として物質・材料研究機構の支援を受けて実施された。本発表に関して、開示すべき利益相反はない。

歯質高浸透型新規レジン系材料に関する研究

大阪歯科大学 歯科保存学講座
 ○三浦 樹, 保尾謙三, 岩田有弘, 吉川一志, 山本一世

Study on permeability of new resin based material for tooth substrates

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University
 ○MIURA Tatsuki, YASUO Kenzo, IWATA Naohiro, YOSHIKAWA Kazushi, YAMAMOTO Kazuyo

【研究目的】クラレノリタケデンタルより開発された低粘度の歯質高浸透型新規レジン系材料は、溶剤を含まないためエアードライが必要なく、高い親水性・濡れ性を有するため歯質への馴染みがよく、エナメル質の微細亀裂（以下、エナメルクラック）や象牙細管への高い浸透性を有している。今回我々は、知覚過敏症罹患モデル歯質を用いて透過抑制率を測定することにより、歯質高浸透型新規レジン系材料のエナメルクラックならびに象牙細管の封鎖性について検討を行ったので報告する。

【材料および方法】歯質高浸透型新規レジン系材料 KEC-100 (Kuraray Noritake Dental, 以下 KE) と、レジン系知覚過敏抑制材として G-Premio Bond (GC, 以下 GP), Scotchbond Universal Adhesive (3M ESPE, 以下 SU) を使用した。被験歯として、健全ヒト抜去大白歯を用いた。象牙質ディスク試料は、咬合面よりモデリングトリマーと耐水研磨紙にて #600 まで研磨し、直径 8 mm, 厚さ 1 mm のディスク試料を作製した。エナメルクラック用ディスク試料は、近遠心的に切断後、頬側面または舌側面をモデリングトリマーと耐水研磨紙にて #600 まで研磨し、高さ 2cm より重さ 200 g の重りを 1 回落としエナメルクラックを作製し、直径 8 mm, 厚さ 1 mm のディスク試料とした。次に、善入ら¹⁾ に準じて作製した装置を用いて、象牙質ディスク試料またはエナメルクラック用ディスク試料を装着後に試料ステージの内圧を 25 mmHg に規定し、これを知覚過敏症罹患モデル歯質とした。KE, GP, SU を業者指定の通り操作を行い塗布したものをそれぞれ KE 群, GP 群, SU 群とし、各知覚過敏抑制材塗布前後の象牙細管内溶液の移動量から透過抑制率を測定した (n=5)。一元配置分散分析および Tukey の分析により統計処理を行い、走査型電子顕微鏡を用いてそれぞれの表面の SEM 観察を行った。なお、本研究は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号: 大歯医倫 110767 号)。

【結果および考察】透過抑制率の結果を Fig. 1, 2 に示す。エナメルクラックの封鎖性において、KE 群, GP 群, SU 群の透過抑制率に有意差はなく、高い透過抑制率を示した。また、GP 群, SU 群では被膜によるエナメルクラックの封鎖が認められたが、KE 群では被膜は認められず、エナメルクラックを封鎖するレジクタグが認められた。象牙細管の封鎖性において、KE 群, GP 群, SU 群の透過抑制率に有意差はなく、高い透過抑制率を示した。また、GP 群, SU 群では象牙質表面に被膜が認められたが、KE 群では被膜は認められず、象牙細管を封鎖するレジクタグが認められた。これは、溶剤を含まないため重合性が高く、低粘度・高い親水性・濡れ性を有するためエナメル質または象牙質表面には残置せず、エナメルクラックまたは象牙細管に浸透し封鎖したと考えられる。

【結論】

歯質高浸透型新規レジン系材料 KEC-100 は、エナメルクラックならびに象牙細管に対して従来のレジン系知覚過敏抑制材と同程度の高い封鎖性を有することが示唆された。

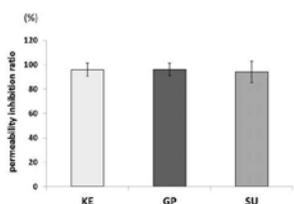


Fig. 1 Measurement of the permeability inhibition ratio of each dentin desensitizer in enamel crack (p>0.05)

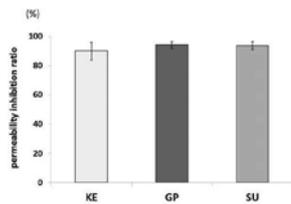


Fig. 2 Measurement of the permeability inhibition ratio of each dentin desensitizer in dentin (p>0.05)

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

コンポジットレジンの変色と吸水率および溶解率との関連

鶴見大学歯学部保存修復学講座

○相澤大地, 柴田奈々, 堀 彩香, 木村紗央里, 大森かをる, 英 将生, 山本雄嗣

Relation between discoloration and water sorption/solubility of resin composites

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○AIZAWA Daichi, SAKAEDA Nana, HORI Ayaka, KIMURA Saori, OHMORI Kaoru, HANABUSA Masao, YAMAMOTO Takatsugu

【研究目的】高分子技術の進歩でコンポジットレジンの変色は僅かになり、数年単位の長期経過にて散見される程度になっている。この変色には、コンポジットレジンの吸水性と溶解性が関連すると言われている。そこで本研究では、6種類のコンポジットレジンを対象に30日水中浸漬での変色と吸水率および溶解率の関連性を検討した。

【材料と方法】

実験1 (測色) : φ7mm × 3mm のモールドに Table 1 に示すコンポジットレジンを充填し、片面から20秒間光照射を行いディスク試料を製作した。照射面をSiC#1200で研磨し、分光色差計(SE2000, 日本電色)を用いてグレー背景で研磨面中央部の測色を行った。その後試料を37°C蒸留水に浸漬し、1, 3, 5, 30日後に繰り返し測色した。浸漬前後のL*a*b*値から色差(ΔE)を算出し、二元配置分散分析とTukeyの多重比較で統計的に比較した(n=5, α=0.05)。

実験2 (吸水率と溶解率) : 吸水率と溶解率をISO4049に準じて測定した。φ15mm × 1mmのディスク状コンポジット試料を製作した。光照射は上下面に10秒×9点ずつとした。24時間乾燥させたディスク試料の質量を測定し、以降質量が安定するまで乾燥を継続し、乾燥時の質量を測定した。試料を37°C蒸留水に7日間浸漬し、再度質量を測定した。再び試料を乾燥し質量を測定した。得られた質量から吸水率(W_{sp})と溶解率(W_{s1})を算出し、一元配置分散分析とTukeyの多重比較で統計処理した(n=5, α=0.05)。

【結果および考察】

実験1 : 各浸漬期間での色差をTable 1に示す。分散分析では一要因(期間)のみが有意であり、要因間の交互作用は認めなかった。これより各浸漬期間でのpooled ave.間で多重比較を行ったところ、30日浸漬の値が有意に高かった。

Table 1 Color difference (ΔE) of resin composites

Composite	Code	1-day	3-day	5-day	30-day	pooled ave.
CLEARFIL MAJESTY ES Flow	MA	0.86 (0.48) ^a	0.77 (0.56)	0.76 (0.35)	0.68 (0.40)	0.77 (0.42) ^b
GC MIHIL	MI	0.86 (0.44)	0.84 (0.46)	1.05 (0.41)	1.08 (0.34)	0.96 (0.39) ^a
FILTEK Supreme Ultra Flow	SU	0.60 (0.16)	0.44 (0.24)	0.62 (0.35)	1.70 (1.42)	0.84 (0.85) ^b
CLEARFIL MAJESTY ES-2	ma	0.48 (0.16) ^c	0.42 (0.32)	0.64 (0.47)	1.42 (0.55)	0.74 (0.55) ^a
GC MI GRACEFIL	mi	0.72 (0.29)	0.58 (0.24)	0.59 (0.25)	1.52 (0.22)	0.85 (0.46) ^b
FILTEK Supreme Ultra	su	0.39 (0.25)	0.47 (0.22)	0.58 (0.22)	0.99 (0.26)	0.61 (0.32) ^a
	pooled ave.	0.65 (0.35) ^d	0.59 (0.37) ^e	0.71 (0.36) ^a	1.23 (0.70) ^b	

Values having the same alphabet are not statistically different (p>0.05).

実験2 : 各コンポジットレジンの吸水率と溶解率をTable 2に示す。吸水率(W_{sp})はsuが他5種よりも有意に高い値を示した。溶解率(W_{s1})はMAとmiがsuよりも有意に低い値を示した。30日での色差と吸水率ならびに溶解率の回帰分析を行なったところ、相関係数はそれぞれ0.1077ならびに0.3314となり相関は弱かった。以上より現在のコンポジットレジンにおいて、変色と吸水/溶解率とは関連性が低いことが示唆された。

Table 2 W_{sp} and W_{s1} of resin composites (μg/mm²)

	MA	MI	SU	ms	mi	su
W _{sp}	15.65 (1.25) ^d	22.17 (0.62) ^b	22.4 (0.50) ^b	22.90 (1.34) ^c	17.28 (0.59) ^d	28.38 (0.77) ^e
W _{s1}	0.79 (1.37) ^A	1.18 (0.45) ^{AB}	2.18 (0.46) ^{AB}	1.86 (0.75) ^{AE}	1.14 (0.23) ^A	2.62 (0.66) ^B

Values having the same alphabet are not statistically different (p>0.05).

研究に関連しCOIを開示すべき企業・団体はない。

シーリング・コーティング材の象牙細管封鎖性と コーティング面へのレジンセメントの接着性の評価

¹⁾サンメディカル株式会社 第一研究開発部, ²⁾日本大学松戸歯学部保存修復学講座
○大槻環¹⁾, 多田明世¹⁾, 岩崎小百合¹⁾, 平山聡司²⁾

Evaluation sealing ability of dentin tubules of the sealing-coating agent and bond strength of resin cement to the coated surface

¹⁾Sun Medical Co., Ltd., Research & Development Department, Region1

²⁾Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo
○Tamaki Otsuki¹⁾, Akiyo Tada¹⁾, Sayuri Iwasaki¹⁾, Satoshi Hirayama²⁾

【目的】

2019年12月より、シーリング・コーティング材による生活歯の支台形成歯に対するコーティング処置が新規に保険収載された。シーリング・コーティング材による処置は、切削された象牙質表面を被覆することにより疼痛の軽減や腐蝕細菌等による歯質と歯髄への感染予防を目的として行うため、象牙細管を確実に封鎖する性能が求められる。また、コーティング処置後にレジンセメントにて補綴物を装着するため、コーティング被膜面に対するレジンセメントの良好な接着性が必要である。そこで、シーリング・コーティング材としてハイブリッドコートⅡを用いた場合の象牙細管封鎖性とレジンセメントとしてスーパーボンドを用いた場合のコーティング被膜面に対する接着性評価を行った。

【材料及び方法】

①象牙細管封鎖性：ウシ抜去前歯の唇側エナメル質を耐水研磨紙（#180）で切削して象牙質面を露出させた。この象牙質表面にハイブリッドコートⅡ（サンメディカル社製／以下、HCⅡ）をメーカー指示通りに塗布し、硬化被膜を形成した。この試料を1%メチレンブルー溶液に15分間浸漬した後、水洗・乾燥した。染色後の試料を切断し、HCⅡ適用部と非適用部の象牙質内部への色素浸入状態をデジタルマイクロスコープ（VHX-900/KEYENCE社製）にて観察した。さらに、HCⅡ適用部と非適用部の切断面のSEM観察も行った。

②HCⅡコーティング被膜面へのスーパーボンドの接着性：ウシ抜去前歯の唇側エナメル質を耐水研磨紙（#180）で切削し象牙質を平滑に露出させ、この象牙質表面にメーカー指示通りにHCⅡを塗布し、硬化被膜を形成した。その後、エタノール綿球にて表面の未重合層を除去し、コーティング被膜面を仮着材（カチャックス/サンメディカル社製）にて被覆し、37℃の水中に1週間浸漬した。仮着材除去後、HCⅡコーティング面をティースブラシで清掃し、ティースプライマー（サンメディカル社製）にて前処理後、スーパーボンド（サンメディカル社製）を塗布した。この試料を37℃、水中に24時間浸漬後、精密低速切断機（ISOMET/BUEHLER社製）にて1×1mmのスティック状に切出し、毎分1mmの速度にて微小引張試験（EZ-test/島津社製）を行った。なお、比較としてティースプライマー非処理群についても同様に試験を行った。

【成績及び考察】

象牙細管への色素浸入状態の観察結果から、HCⅡ非適用部は色素の浸入が認められたのに対して、適用部には色素の浸入が認められなかった。さらに、SEM観察により、象牙質表面にHCⅡの被膜が均一に形成され、象牙質と接着していることが確認された。このことから、HCⅡが象牙質と象牙細管を封鎖し、色素の浸入を抑制したことが示唆された。また、HCⅡコーティング被膜面へのスーパーボンドの接着性は、ティースプライマー処理群において、非処理群と比較して有意に高い接着強さを示した。ティースプライマー処理群で接着強さが向上した理由として、ティースプライマーは本来歯質用のプライマーであるが、プライマー成分がHCⅡコーティング被膜に浸透し、被膜界面部におけるスーパーボンドの重合性が向上してHCⅡコーティング被膜とスーパーボンドが一体化したためであると推察される。

【結論】

HCⅡは象牙質表面に均一な被膜を形成し、象牙細管を封鎖した。また、スーパーボンドはティースプライマー処理によりHCⅡコーティング被膜面に対してより強固に接着することが明らかとなった。

象牙芽細胞様細胞に対する生体活性型モノマーCMETの *in vitro* 効果の解明：比較研究

¹北海道医療大学歯学部・う蝕制御治療学分野,²北海道医療大学歯学部・生化学分野
○邱 友靖¹, 唐 佳², 斎藤 隆史¹

Elucidation of the *in vitro* effect of bio-active monomer CMET on odontoblast-like cells: a comparative study.

¹Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation

²Division of Biochemistry, Department of Oral Biology

School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido, JAPAN

○Youjing Qiu¹, Jia Tang² and Takashi Saito¹

Introduction:

Due to their superior ability of adhere to demineralized dentin tissue and providing favorable sealing against bacterial leakage, recent studies have focused on the possibility of adhesive system as alternative to Ca(OH)₂ and MTA for vital pulp therapy. We previously reported that bio-active adhesive monomer CMET*, calcium salt of 4-MET, induces dentin remineralization *in vitro*, and it significantly promotes shear bond strength to dentin, bending strength and compressive strength of resin-based coating material. On 151st JSCD, we have presented that CMET promoted the proliferation, mineralization and odontogenic differentiation of odontoblast-like cell *in vitro***, it is necessary to investigate its mechanism and further functions. Therefore, the purpose of this study was to elucidate its possible mechanism, as well as compare its *in vitro* effect to the commonly used pulp capping reagent.

Materials and Methods:

MDPC-23 cells were cultured in DMEM supplemented with 5% FBS, mineralization inducing media (10mM β-glycerophosphate, 50μg/mL ascorbic acid, and 100nM dexamethasone) were incorporated into the culture media from day five. Saturated solution of each material was prepared using dH₂O, and pH of each aqueous solution was measured using a pH meter. CMET (138 mM/L) was added into the experiment group from day one. Addition of dH₂O was served as blank control, 4-MET (114 mM/L) was used as negative control, Ca(OH)₂ (119 mM/L) and MTA (30 mg/L) was employed as positive control. Cell proliferation was assessed using CCK-8 assay. Cell differentiation was evaluated by real-time RT-PCR and alkaline phosphatase (ALPase) activity. The MAPK pathway stimulated by CMET was confirmed by three MAPK inhibitors (20 μM), namely, SB202190 (p38 inhibitor), SP600125 (JNK inhibitor), and PD98059 (ERK inhibitor). Finally, the mineralization inducing capacity was evaluated using alizarin red staining. Statistical analysis was conducted using One-way ANOVA with post-hoc Tukey HSD Test.

Results and Discussion:

Cells treated by CMET and MTA showed slightly stronger proliferative activity than those treated by Ca(OH)₂. 4-MET did not exhibit any effect on cell proliferation. Additionally, we observed strong cytotoxicity of Ca(OH)₂ and MTA with the increasing concentration (1192 mM/L and 300 mg/L respectively). Conversely, cell viability in high concentration CMET treated group (1378 mM/L) was higher compared to that of any other group, stated its low cytotoxicity. Besides, we found that excellent durability of CMET on mineralization inducing capacity after long term storage. Exposure to SB202190 significantly decreased the ALPase activity as well as the mineral deposition in CMET-treated cells, indicating that the *in vitro* effect of CMET on MDPC-23 cells differentiation was predominantly via p38 signaling pathway, neither ERK nor JNK. Finally, CMET augmented the expression of several integrin subunits: ITGA3, ITGA5, ITGB1, and ITGB5, these integrins contribute to dynamic physical connection between the ECM and actin cytoskeleton, illustrating the involvement of CMET in odontogenic differentiation of MDPC-23 cells.

Conclusions:

The findings indicated that CMET promotes intracellular Ca²⁺ homeostasis and provide a signal for activation of downstream events that stimulate odontoblast-like cells differentiation and matrix mineralization. The results suggested that CMET has superior biocompatibility than Ca(OH)₂ and MTA, and possible less negative influences on cell viability. The bio-active adhesive monomer CMET might has a great potential in dentin regeneration.

*Japanese Patent Registration No.4969800; T. SAITO, S. ITO, Y. TUCHIYA, A. YAMAMOTO, A. KANEMATSU, T. YAMAMOTO

**Japanese Patent Application No.2019-193019; T. SAITO, Y. QIU, et al.

フッ化ジアンミン銀塗布が脱灰した象牙質の再石灰化に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○杉村留奈, 黒川弘康, 須田駿一, 三枝 眞, 白土康司, 近藤 貢, 日野浦 光, 宮崎真至

Effect of silver diamine fluoride for Remineralization of Dentin

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○SUGIMURA Runa, KUROKAWA Hiroyasu, SUDA Shunichi, SAEGUSA Makoto,

SHIRATSUCHI Koji, KONDO Mitsugu, HINOURA Ko, MIYAZAKI Masashi

【研究目的】高齢者においては、全身的な問題から歯科治療に制限を受ける場合も多い。そこで、根面齲蝕の対応についても、実質欠損を生じる以前の初期段階で積極的に再石灰化療法を行い、その進行を抑制することが重要となる。根面齲蝕の活動性を判断する基準としては、一般的に探針を病巣部に挿入した際の抵抗感を参考としている。この方法は術者の主観によるところが大きく、病巣内部での歯質の経時的な変化を客観的に捉えることは困難である。そこで、根面齲蝕モデルに歯質の再石灰化を期待してフッ化ジアンミン銀を作用させ、その状態変化を光干渉断層画像法 (Optical Coherence Tomography, OCT) を用いて数値化することで再石灰化の効果を確認するとともに、同一試片のヌーブ硬さを経時的に測定することで、OCTの有効性についても検討した。

【材料および方法】

1. 根面齲蝕モデルの作製

ウシ抜去歯歯根部唇側面象牙質をブロックとして切り出した後、耐水性 SiC ペーパーを用いて調整した。この象牙質ブロックの歯髄側および側面をワックスで被覆した試片を、0.1 M 乳酸緩衝液 (pH4.75) に 10 分間浸漬した後、精製水を用いて水洗、乾燥し、人工唾液中に保管した。この操作を 1 日 2 回、28 日間行い根面齲蝕モデルを製作した。

2. OCT による最大ピーク強度値および $1/e^2$ 幅の測定

根面齲蝕モデルを以下に示す条件で保管した際の状態変化を、OCT を用いて非破壊に検討した。

1) 未処理群：根面齲蝕モデルを乳酸緩衝液に 10 分間浸漬した後、水洗、乾燥し、人工唾液中に保管。この操作を 1 日 2 回、28 日間継続した。

2) 処理群：歯科用 38%サホライド液 (ビーブランド・メディコーデンタル) を、マイクロブラシを用いて製造者指示条件で塗布、3 分間放置した。これらの試片を実験期間中 1 日 2 回、乳酸緩衝液に 10 分間浸漬した後、水洗、乾燥し、人工唾液中に保管した。なお、サホライド液の塗布は、実験開始時および実験開始から 1 週ごとに 21 日まで行った。

Time-domain 型 OCT 装置 (モリタ東京製作所) の A-scan mode で得られた信号強度分布を解析、最大ピーク強度値 (dB) を検出するとともに、最大ピーク強度値が 13.5%に減少した際の信号強度が含まれる範囲から波形幅 ($1/e^2$ 幅, μm) を求めた。なお、測定時期としては、根面齲蝕モデル製作時および実験開始 0, 7, 14, 21 および 28 日後とした。

3. ヌーブ硬さの測定

OCT による信号強度分布測定に用いた試片について、微小硬さ測定装置 (DMH-2, 松沢) を用い、荷重 0.25 N, 荷重保持時間 30 秒の条件で行った。なお、ヌーブ硬さの測定部位は、試片の中央部付近 5 点ずつとし、その平均値をその試片における各測定時期のヌーブ硬さとした。

【成績および考察】OCT を用いた $1/e^2$ 幅は、未処理群で実験期間の経過に伴って低下したのに対し、処理群では上昇した。一方、ヌーブ硬さは、未処理群で実験期間の経過に伴って低下したのに対し、処理群では上昇した。OCT は、近赤外線歯質に照射してその表層および内部で反射あるいは散乱した光の様相を光学干渉計によって捉えるものであり、 $1/e^2$ 幅は歯質内部における光線透過性変化の指標となる。したがって、処理群ではサホライド液の塗布により石灰化が亢進することで歯質内部への光線透過量が増加し、 $1/e^2$ 幅が大きくなったものと考えられ、この結果はヌーブ硬さの変化と一致するものであった。

【結論】根面齲蝕モデルにサホライド液を塗布した後の歯質の状態変化を、OCT で経時的に観察することが可能であり、その結果はヌーブ硬さと相関があることが認められた。また、サホライド液の塗布は根面齲蝕モデル象牙質の再石灰化に有効であることが示された。

亜鉛ガラス含有グラスアイオノマーセメントの根面齲蝕の進行抑制効果

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○三枝 眞, 黒川弘康, 須田駿一, 大倉直修, 金井鈴奈, 柴崎 翔, 宮崎真至, 金丸壽良

Effect of Glasionomer Cement Containing Zinc Glass on Suppression of Root Surface Lesion Progression

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○SAEGUSA Makoto, KUROKAWA Hiroyasu, SUDA Shunichi,

OKURA Naomichi, KANAI Reina, SHIBASAKI Sho, MIYAZAKI Masashi, KANAMARU Toshiro

【研究目的】

根面齲蝕においては、無機質の脱灰とともに細菌の産生するタンパク質分解酵素群によって有機質の崩壊が生じる。そこで、根面齲蝕モデルに BioUnion フィラー含有グラスアイオノマーセメントを応用した際の歯質における状態変化について、超音波透過法を用いて非破壊に検討した。すなわち、BioUnion フィラーを含有することで、従来からのグラスアイオノマーセメントが有する F 徐放性に加えて、Zn²⁺イオンを徐放することから、根面齲蝕でのコラーゲン層の分解を抑制する可能性があるところから、その検証を行った。

【材料および方法】

BioUnion フィラー含有グラスアイオノマーセメントとして、ケアダインレストア (CD, ジーシー) を、対照としてフジVII (FV, ジーシー) およびグラスアイオノマーFX ウルトラ (FU, 松風) を用いた。

1. 根面齲蝕モデルの製作

ウン抜去歯歯根部唇側面の歯頸部付近象牙質を、直径 4~6 mm, 厚さ 2~3 mm のブロックが得られるよう切り出した後、耐水性 SiC ペーパー#2000 まで順次研磨し、4×4×2 mm の大きさに調整した。この象牙質ブロックを、精製水で超音波洗浄した後、25°C の 0.5 M EDTA (ニッポンジーン) に 6 日間浸漬することで根面齲蝕モデルを製作した。

2. 試片の保管条件

根面齲蝕モデルを精製水中で 3 日間攪拌洗浄した後、デシケーター内に 24 時間保管した。この試片の唇側面を、各製造者指示条件で練和したセメントで被覆、マトリクスを用いて加圧、成形し、セメント厚さが 0.5 mm となるよう規定して大気中で 10 分間硬化させたものを測定用試片とした。また、各セメントを用いて直径 4 mm, 高さ 0.5 mm の円柱状試片を製作し、大気中で 10 分間硬化させたものをセメント試片とした。根面齲蝕モデル、測定用試片およびセメント試片を、それぞれ 37°C 精製水および人工唾液に 28 日間保管した際の状態変化を、超音波透過法を用いて検討した。

3. 超音波測定

超音波測定装置を用いて、各条件で保管した試片を透過する超音波の伝搬時間を計測し、試片の厚さとの関係から超音波縦波音速を求めた。なお、測定用試片で得られた縦波音速からセメント試片の縦波音速を除いた値を、最終的な測定用試験の縦波音速とした。超音波の測定時期としては、根面齲蝕モデル製作時および実験開始から 7 日まで 1 日毎、および 14, 21 および 28 日後とし、試片の数は各条件についてそれぞれ 6 個とした。また、超音波測定に用いた試片について、形状測定レーザ顕微鏡 (VK-9710, キーエンス) を用いて表面性状を観察した。

【成績および考察】

根面齲蝕モデル製作時の縦波音速は、EDTA 浸漬前と比較して、浸漬 28 日後で有意に低下した。根面齲蝕モデルを人工唾液に保管した際の縦波音速は、実験期間を通して変化が認められなかったのに対し、精製水に保管する条件では低下する傾向が認められた。CD で被覆した測定用試片の縦波音速は、人工唾液保管条件で上昇し、とくに実験開始 7 日まで顕著であったのに対し、精製水保管条件では縦波音速に変化は認められなかった。一方、FV および FU で被覆した測定用試片の縦波音速は、人工唾液保管条件において実験開始 7 日まで上昇したのに対し、その後、低下する傾向を示した。硬組織中を伝搬する縦波音速の変化は、歯質の石灰化の程度と相関があり、無機成分の増加に伴って上昇する。したがって、CD の使用は、根面を被覆することで脱灰抑制効果を発揮するとともに、Zn²⁺イオンを徐放することで再石灰化を促進する可能性が示唆された。

【結論】

ケアダインレストアは、脱灰された歯根部象牙質に影響を及ぼすことが示された。

フッ化チタン処理における各種イオンの歯質への分布と脱灰抑制効果 —溶液の濃度および pH による影響—

¹ 朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科理工学分野

² 北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系う蝕制御治療学分野

³ 大阪大学大学院歯学研究科口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)

○奥山克史¹、松田康裕²、山本洋子³、櫻井雅彦²、内藤克昭³、新谷耕平¹、斎藤隆史²、
林美加子³、玉置幸道¹

Ions distribution to tooth structure and inhibition of demineralization by titanium fluoride —Effects of concentrations and pH of the titanium fluoride solution

¹ Department of Dental Materials Science, Asahi University School of Dentistry

² Division of Clinical Cariology and Endodontology, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

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

○Katsushi OKUYAMA¹, Yasuhiro MATSUDA², Hiroko YAMAMOTO³, Masahiko SAKURAI², Katsuaki NAITO³,
Kohei SHINTANI¹, Takashi SAITO², Mikako HAYASHI³, Yukimichi TAMAKI¹

【緒言】

フッ化チタン (TiF₄) 溶液による局所的フッ化物応用により、う蝕抑制が認められるという報告がある¹⁾。しかしこの溶液は酸性度が強いいため、日本での使用は認められていないのが現状である。本研究では、様々な濃度および pH に設定した TiF₄ 溶液を象牙質面に適用し、各種イオンの歯質への分布を PIXE/PIGE 法を用いて測定、評価するとともに、脱灰深さを測定することで、至適濃度および pH を検討することを目的とした。

【材料と方法】

ヒト抜去臼歯を薄切後砥石で約 200 μ m の厚さに調整し、頬側象牙質面を除くすべての面をワックスで被覆した。ヒト抜去歯使用については朝日大学倫理審査委員会で承認済みである (承認番号 30008)。象牙質試料はう蝕発生環境をシミュレートした自動 pH サイクル装置 (pH:4.5-7.0) に 4 週間供した。各群の試料数はいずれも 6 (n=6) とした。サイクルの期間中 1 週間に 1 度、以下に示す TiF₄ 溶液に 5 分間浸漬し、水洗後サイクルに戻した。使用した溶液は 2, 1, 0.1%TiF₄ 溶液 (2, 1%: pH1, 0.1%: pH3) と 1%TiF₄ 溶液を pH4, 5 または 6 に調製したものである。また 1%TiF₄ と同じフッ素濃度のフッ化ナトリウム (NaF) 溶液 (1.35%) も使用し、フッ化物処置を行わない群をコントロールとした。サイクル期間終了後、高崎量子応用研究所所有大気マイクロ PIXE/PIGE 装置で、各試料におけるフッ素、カルシウムおよびチタンの分布を測定した。カルシウムとフッ素は標準試料を測定することで濃度を算出し、チタンは同時に測定している銅のカウント数との比をチタン量とした。試料の健全部のカルシウム量の 5% を示す位置を試料表層と規定し、表層から深さ 100 μ m までのフッ素量とチタン量を評価、検討した。各試料の脱灰深さについて、偏光顕微鏡 (Nikon OPTIPHOTO) を用い倍率 20 倍で観察、撮影後、ソフトウェア Image J にて測定した。得られたデータは Kruskal-Wallis test および Steel-Dwass 法により統計解析 (危険率 5%) を行った。

【結果および考察】

フッ素は表層から深部まで広がっている分布が認められたのに対し、チタンは試料表層にのみ分布が認められた。深さ 100 μ m までの累積フッ素およびチタン量について、溶液濃度において 0.1%群が 1%、2%群よりも小さい値を示し、さらにフッ素量では NaF 群が 0.1%群や 1%群よりも高いフッ素量を示した。これは、溶液濃度がそのまま結果に反映したものと思われる。pH においては、フッ素量では pH1 群が pH5 群よりも高いフッ素量を認めたが、pH4, 5, 6 群間および、pH1, 4, 6 群間で差を認めなかった。チタン量は pH が大きく (酸性度が小さく) なるに従い、少なくなっていた。pH によるフッ素とチタンの浸透の違いは原子量の大きさの差によるものと考えられる。原子量の大きいチタンは酸性度の違いによる象牙質表面の脱灰程度によって浸透の程度が異なってきたが、フッ素はその影響が少ないため pH による差が認められなかったと思われる。

脱灰深さでは、フッ化物処理した群はコントロールよりも小さい脱灰深さを認めた。溶液濃度では 1%、2%群が 0.1%群や NaF 群と比べ小さい脱灰深さを示した。pH による差では、いずれの pH4, 5, 6 に調整した溶液間や NaF との間に差を認めなかったが、pH1 (1%) 群は pH4, 5, 6 群よりも小さい脱灰深さであった。含まれるフッ素濃度が結果に影響を及ぼしていると思われるが、同じフッ素濃度でもチタンを含んでいる群で小さい脱灰深さを認めていることから、チタン化合物が象牙質脱灰に対する抵抗性があることが考えられる。pH による脱灰深さの違いはチタンやフッ素の浸透の差があるためと考察する。

【結論】

う蝕進行抑制を目的にフッ化チタン溶液を象牙質に作用させたところ、今回の研究では 1%フッ化チタン溶液の使用が脱灰抑制に効果があることが示唆された。また pH を 4~6 に調整した場合は、同じフッ素濃度の NaF と脱灰で差を認めなかった。今後は溶液の細胞毒性などを検討していく必要がある。

文献

1) Vieira AM. *et al.*, Caries Res 2011; 45, 142-147.

塩化ストロンチウム配合象牙質知覚過敏抑制材の脱灰抑制効果

¹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、²Department of Restorative Dentistry, University of Washington、³国立長寿医療研究センター、⁴東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 う蝕制御学分野
 ○松崎久美子¹、佐藤奈月¹、神農泰生¹、山路公造¹、大原直子¹、島田康史¹、Sadr Alireza²、角 保徳³、
 田上順次⁴、吉山昌宏¹

Demineralization inhibition effect of dentin desensitizers containing strontium chloride

¹Department of Operative Dentistry, Okayama University、²Department of Restorative Dentistry, University of Washington、³National Center for Geriatrics and Gerontology、⁴Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University
 ○Kumiko MATSUZAKI¹、Natsuki SATO¹、Yasuo SHINNO¹、Kozo YAMAJI¹、Naoko OHARA¹、Yasushi SHIMADA¹、Alireza SADR²、
 Yasunori SUMI³、Junji TAGAMI⁴、Masahiro YOSHIYAMA¹

【目的】

ストロンチウムは象牙質に吸着すると報告されていることから、象牙質脱灰抑制効果が期待できる。また、ティースメイト®ディセンシタイザー(クラレノリタケデンタル)は、粉材と液材を混和して得られるハイドロキシアパタイトにより象牙細管を封鎖する。本研究では、ティースメイト®ディセンシタイザーの液材に塩化ストロンチウム六水和物を配合した象牙質知覚過敏抑制材を試作し、人工脱灰象牙質に対する脱灰抑制効果を、波長走査型光干渉断層計(Swept-source Optical Coherence Tomography, SS-OCT)を用いて評価した。

【材料と方法】

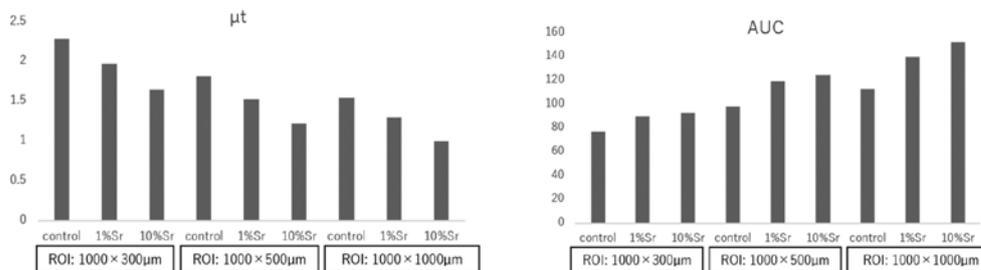
本研究は岡山大学倫理委員会の承認を得て行った(承認番号189号)。ティースメイト®ディセンシタイザー塗布群(control)、ティースメイト®ディセンシタイザーの液材に1wt%塩化ストロンチウム六水和物配合群(1%Sr)、10wt%塩化ストロンチウム六水和物配合群(10%Sr)の3群を評価した。う蝕のないヒト抜去大白歯15本をランダムに5本ずつ3群に分けた。歯冠部中央を、歯軸に対して垂直に切断し、象牙質ディスクを作製した。ディスクの表面を#600耐水研磨紙で研磨し、歯髄側および側面をネイルバーニッシュでコーティングしたのちに、人工脱灰溶液(pH=5.0)に3日間浸漬した。ディスク表面に対してそれぞれの知覚過敏抑制材を20秒間塗布し、水洗したのち、さらに3日間、人工脱灰溶液に浸漬した。SS-OCT(IVS-2000, Santec)を用いて、1試料につき5か所、試料表面の観察を行った。得られた画像から、画像解析ソフト(Image J, NIH)を用いて、幅1000 μ m、表面からの深さ300 μ m、500 μ mおよび700 μ mの関心領域(ROI)内の信号強度の減衰係数(μ_t)と信号強度の積分値(AUC)を算出した。統計解析はOne-Way ANOVA、Tukey's Testを使用し、有意水準5%とした。

【結果ならびに考察】

結果を下図に示す。SS-OCTでは、歯質内部で散乱した光の様相を光学干渉計が捉える。歯質が粗造である脱灰領域では光の散乱が生じ、信号強度は高値を示す。より深層の脱灰下層領域では信号強度は大きく減衰し、その差が大きいほど減衰係数は大きくなる。そのため、ROIの深さが浅いほど、また、脱灰が強いほど減衰係数は大きくなる。このことから、本研究においてストロンチウム配合ティースメイト®ディセンシタイザーは、ティースメイト®ディセンシタイザーと比較して脱灰抑制効果を有することが示唆された。また、一般に脱灰が強いほど、最大信号強度が高くなり、AUCは大きな値を示す。しかし、本研究ではROIの深さが深くなるほどAUCが大きい値を示したことから、象牙質知覚過敏抑制材による象牙質脱灰抑制について、信号強度のプロファイルをより詳細に分析する必要がある。

【結論】

塩化ストロンチウムは、象牙質脱灰抑制に有用である可能性が示された。



ftTCP および 1450ppmF 配合歯磨剤によるエナメル質表層下脱灰層の再石灰化効果

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

Effect of remineralization of enamel subsurface lesions by toothpaste containing ftTCP and 1450ppmF

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

【目的】

歯磨剤に配合するフッ化物イオン濃度の上限が ISO 基準と同じ 1500ppm へ引き上げられたために、高濃度フッ化物配合歯磨剤による齲蝕予防が注目されている。初期齲蝕、いわゆる表層下脱灰病変に対して、再石灰化療法を行うことが推奨されており、喪失したミネラルの回復や歯質を強化することが期待されている。WHO によれば、フッ化物イオン濃度 1,000ppm 以上の歯磨剤では、フッ化物濃度が 500ppm 上昇するごとに齲蝕予防効果が 6% ずつ上昇すると報告されている。そこで、 β -TCP に機能性を付与した機能性 β -TCP (ftTCP) はフッ化物存在下でフッ化カルシウムを析出しにくく設計されており、石灰化を誘導すると期待される。我々は ftTCP および 950ppmF 配合歯磨剤は ftTCP, 950ppmF 単独含有歯磨剤よりも高い再石灰化効果を示すことを報告した(第 65 回日本歯科理工学会)。そこで、ftTCP に 1450ppm のフッ化物イオン濃度を配合することで再石灰化効果がより高まるのではないかと考えた。本研究では、ftTCP および 1450ppmF 配合歯磨剤がエナメル質表層下脱灰層に及ぼす影響について検討するために、エナメル質表層下脱灰層のミネラル変化および取り込まれた元素の分析を行った。

【材料および方法】

ウシ下顎切歯を精密低速切断機 (Isomet, Buehler) にて 3×3×2 mm のエナメル-象牙質ブロックを切り出し、エナメル質表面が露出するようにエポキシ樹脂にて包埋した。エナメル質側面を耐水研磨紙#2000 まで研削後、2×2 mm の処理面を規定した。試料は脱灰液 (17.8 mM Ca, 8.8 mM P and 100 mM lactic acid, pH 4.3) に 6 日間浸漬し、100-150 μ m の表層下脱灰層を作製した。実験群は(1) 蒸留水; DW 群 (コントロール), (2) ftTCP, 950ppmF 配合歯磨剤 (試作歯磨剤, 3M); TCP+950F 群, (3) ftTCP, 1450ppmF 配合歯磨剤 (試作歯磨剤, 3M); TCP+1450F 群の 3 群とし、すべて 3 倍希釈に調整した。口腔内を想定した pH サイクルとして、脱灰液 1 時間、各群塗布 6 分、再石灰化液 (1.5 mM Ca, 0.9 mM P, 130 mM KCl, and 20 mM HEPES, pH 7.0) 23 時間で浸漬する 1 日 1 サイクルを 12 日間の設定で行った。試料のミネラル変化を測定するため、脱灰後、pH サイクル後にマイクロ CT (SMX-100CT, 島津製作所) で撮影した (解像度 10 μ m)。3D 骨梁歯質評価用ソフト (TRI/3D-BON, ラトック) を用いて、表層からの深さ方向のミネラル密度プロファイル (vol% $\cdot\mu$ m) を測定し、ミネラル回復率を測定した。ミネラル回復率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。SEM (SU-6600, 日立) で pH サイクル後の試料表面と垂角方向に切断した面の微細構造を観察した。また、電子線マイクロアナライザー (EPMA) (JXA-8200, 日本電子) で pH サイクル後の切断した面の表層から内側方向へ Ca, F および P の元素分析を行った。

【結果および考察】

マイクロ CT 解析の結果、すべての群で pH サイクル後にミネラル上昇を示した。TCP+1450F 群は最も高いミネラル回復率を示し、TCP+950F 群および TCP+1450F 群は DW 群との間に有意差を認めた。SEM 画像では、TCP+1450F 群および TCP+950ppmF 群でエナメル質表層に微細な沈着物を認め、TCP+1450F 群の方が顕著であった。また、EPMA の結果、Ca, P の濃度はミネラル密度プロファイルと同様の傾向を示したが、F の濃度は表層から脱灰部分にかけて健全部よりも多い取り込みが確認され、TCP+1450F 群の方がより高い濃度を示した。以上のことから、本実験条件下において、ftTCP, 1450ppmF 配合歯磨剤および ftTCP, 950ppmF 配合歯磨剤はエナメル質表層下脱灰層のミネラルの回復を示すことが示唆された。また、ftTCP, 1450ppmF 配合歯磨剤はエナメル質脱灰表層から内部へ F を取り込み、ftTCP, 950ppmF 配合歯磨剤よりもエナメル質表層下脱灰層への F の取り込みを促進することが示唆された。

フッ素含有知覚過敏抑制材を塗布した歯質中のフッ素分布測定

¹北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 口腔制御治療学分野

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, 奥山克史², 山本洋子³

松田康裕¹, 林美加子³, 斎藤隆史¹

The fluoride uptake to dentin surfaces by fluoride-containing prophylactic agent for dentin hypersensitivity

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

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

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

○SAKURAI Masahiko¹, OKUYAMA Katsushi², YAMAMOTO Hiroko³, MATSUDA Yasuhiro¹, HAYASHI Mikako³, SAITO Takashi¹

【緒言】

歯面にフッ素を塗布・供給する材料としてフッ化物ゲルが国内で広く用いられている。フッ素含有知覚過敏抑制材であるMSコート HyS ブロックジェル (サンメディカル)を露出象牙質に塗布すると、スルホン酸基を有する共重合体とシュウ酸が同時に歯質のCa成分と化学反応してシュウ酸Ca結晶を含む高分子保護皮膜を象牙質表面に形成する。これにより知覚過敏を抑制するが、この被膜はフッ化物を含んでおり象牙質へのフッ化物の供給源として期待される。我々は第145回日本歯科保存学会学術大会においてフッ化物ゲルが脱灰象牙質に対してフッ化物を供給し脱灰抑制効果を示すことを報告した。しかしながら、フッ化物ゲルの健全象牙質に対するフッ素の供給効果についてはこれまで検討されていない。そこで今回、MSコート HyS ブロックジェルを塗布した健全象牙質における材料からのフッ素供給について検討を行った。

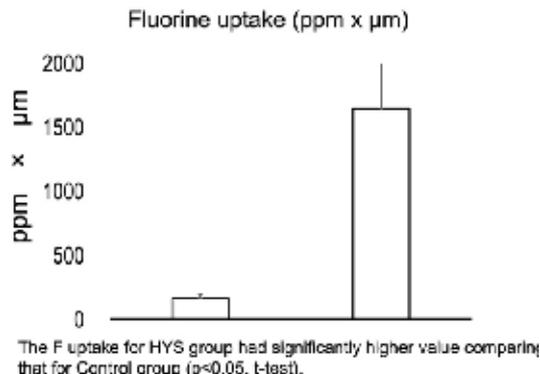
【材料と方法】

本研究は北海道医療大学歯学部・歯学研究科倫理委員会の承認を得て行った(承認番号第47号)。フッ素含有知覚過敏抑制材としてMSコート HyS ブロックジェル (サンメディカル、以下HS)を使用した。ヒト新鮮抜去大白歯を4本使用し(n=4)、それぞれ頬舌的、近遠心的に切断し4分割した。分割後、根面の表層を#1000の耐水ペーパーを用いて研磨し健全象牙質を露出させた。露出象牙質含む厚さ300 μ mのSingle-section試料を作製した。作製した試料の露出象牙質を約3mmの幅で残して他の部位をスティッキーワックスで約1mmの厚さになるように被覆して観察試料とした。各試料の露出象牙質にHS材料を塗布したものをHS群、HS材料を塗布しなかったものをコントロール群とした。各試料は37 $^{\circ}$ C脱イオン水中に24時間浸漬後、スティッキーワックスを除去し測定試料を作製した。In-air μ PIXE/PIGE法を用いて、表層から100 μ mまでの象牙質表層に取り込まれたフッ素量を測定した。コントロール群とHS群間の測定したフッ素量をT-test ($p < 0.05$)を用いて統計分析を行った。

【結果及び考察】

象牙質表層に取り込まれたフッ素量は、コントロール群では163.7 \pm 31.6ppm、HS群では1651.3 \pm 372.6ppmで、HS群におけるフッ素の取り込み量が有意に高い結果が示された。このことから、MSコート HyS ブロックジェルからフッ素が健全象牙質に取り込まれたことが確認された。

今回の結果から、MSコート HyS ブロックジェルの塗布によって健全象牙質へのフッ素取り込みが示され、同材のフッ化物局所応用としての有効性が示唆された。このことから、MSコート HyS ブロックジェルはフッ素による知覚過敏抑制作用のほかに根面齲蝕予防効果を併せ持つ多機能齲蝕予防材料としての可能性が示唆された。



フォトンカウンティングを用いたう蝕象牙質の 実行原子番号および電子密度のカラー画像化

- 1) 東北大学大学院歯学研究科 口腔診断学分野
 - 2) 東北大学大学院歯学研究科 歯内歯周治療学分野
 - 3) 静岡大学電子工学研究所 ビジョン・インテグレーション分野
- 飯久保正弘¹、藤澤純也¹、佐藤由加¹、西岡貴志¹、石幡浩志²、青木 徹³

Color images showing the effective atomic number and electron density of the dentin caries using photon counting.

- 1) Division of Oral Diagnosis, Tohoku University Graduate School of Dentistry
 - 2) Division of Periodontology and Endodontology, Tohoku University Graduate School of Dentistry
 - 3) Nanovision Research Division, Shizuoka University Research Institute of Electronics
- Masahiro Iikubo¹, Junya Fujisawa¹, Yuka Sato¹, Takashi Nishioka¹, Hiroshi Ishihata², Toru Aoki³

【背景】現在のX線撮影装置の検出器は、シンチレータと CCD/CMOS イメージャーの組合せの間接式検出器（シンチレーション検出器）が主流である。X線は CCD で直接検出できないため、シンチレーション検出器ではX線をシンチレータで光に変換して CCD で検出するが、光の拡散や散乱、減衰によって高い空間分解能を得ることはできず、照射線量を下げることは難しい。近年、X線を直接信号化する素子として、テルル化カドミウム (CdTe) 半導体が注目されている。CdTe 半導体検出器はX線を直接検出できるため、光の拡散や散乱、減衰に伴う検出感度の低下や「ボケ」が発生しないという特徴がある。さらに CdTe 半導体検出器では、X線の光子（フォトン）をエネルギー毎にカウントする、いわゆるフォトンカウンティングが可能である。フォトンカウンティングによって任意のX線エネルギーにおける被写体の線減弱係数の算出が可能であるため、2つの異なるエネルギーの線減弱係数を用いることで被写体の実効原子番号、電子密度が算出できる。現在我々は、CdTe 半導体検出器を用いた歯科用X線撮影装置の開発を進めており、CdTe 半導体検出器のもつフォトンカウンティング機能の有用性を明らかとすることを目的に、う蝕に罹患した象牙質の実効原子番号と電子密度を算出し、それぞれの値を反映したカラー画像化について検討を行った。

【方法】う蝕に罹患した第三大臼歯をレジン包埋し (GC 社製; スプリントリターナーレジン)、切断機 (メイワフォーシス社製; MODEL 650 Low Speed Diamond Wheel Saw) を用いて厚さ 5mm の試料を作製した。マイクロフォーカスX線管 (浜松ホトニクス社製; L12161-07) を搭載したX線撮影装置にフォトンカウンティング型の CdTe 半導体ラインセンサ (Direct Conversion AB 社製; XC-Hydra FX20) を設置し、管電圧 70 kV、管電流 300 μ A で、検出するX線のエネルギーの下限値を 20、40、60 keV と変化させ、さらに試料を上下に走査させることで2次元画像として撮影した。20 から 40 keV、40 から 60 keV のそれぞれのエネルギーの範囲での線減弱係数から試料の実効原子番号及び電子密度の値を算出し、512 階調のカラー画像を作製した。単純X線画像を参考に健全象牙質部分に 12 点、う蝕象牙質部分に 3 点の関心領域 (1.0 \times 1.0 mm²) を設定し、実効原子番号および電子密度の平均値を算出し、過去の論文¹⁾ の象牙質の実効原子番号および電子密度の値と比較した。なお、本実験は東北大学大学院歯学研究科研究倫理委員会の承認 (承認番号: 2018-3-5) のもと行った。

【結果】実効原子番号および電子密度を反映したいずれのカラー画像においても、う蝕象牙質部分は健全象牙質と異なる色調を呈していた。実効原子番号の平均値に関しては、本実験の健全象牙質部は 13.9 (\pm 0.39) であり過去の論文¹⁾ に記載されている 14.7 に比較して僅かに低い値であった。う蝕象牙質部の平均は 9.26 (\pm 0.44) であり、健全象牙質部に比較して明らかに低い値であった。一方、電子密度の平均値に関しては、本実験の健全象牙質部は 6.02 (\pm 0.69) $\times 10^{23}$ cm⁻³ であり同論文¹⁾ に記載されている 6.42 $\times 10^{23}$ cm⁻³ に比較して僅かに低い値であった。う蝕象牙質部の平均は 2.45 (\pm 0.15) $\times 10^{23}$ cm⁻³ であり、健全象牙質部に比較して明らかに低い値であった。

【考察】CdTe 半導体検出器を用いたフォトンカウンティング機能は、う蝕象牙質の実効原子番号、電子密度を反映した多元分析カラー画像化に有用であることが示唆された。

【参考文献】1) Azizi M. et al.: Dosimetric evaluation of scattered and attenuated radiation due to dental restorations in head and neck radiotherapy: Journal of Radiation Research and Applied Sciences. 11. 23-28. 2018.

根面う蝕予防に関するランダム化比較試験 (パイロットスタディ)

¹⁾長崎大学大学院医歯薬学総合研究科齲蝕学分野、²⁾長崎大学病院口腔管理センター、³⁾長崎大学生命医科学領域総合歯科臨床教育学分野

○久保至誠¹⁾、鎌田幸治²⁾、林田秀明²⁾、角 忠輝³⁾

Randomized Controlled Trial for the prevention of root caries – a pilot study

¹⁾ Division of Cariology and Restorative Dentistry, Graduate School of Biomedical Science, Nagasaki University

²⁾ Oral Care Center, Nagasaki University Hospital, ³⁾ Department of Clinical Education in General Dentistry, Institute of Biomedical Sciences, Nagasaki University

○KUBO Shisei¹⁾, KAMADA Kohji²⁾, HAYASHIDA Hideaki^{2,4)}, SUMI Tadateru³⁾

【緒言】

高校生のう蝕有病率は1960年代後半から約30年間90%以上であったが、それ以降に急速に低下し、2018年には45.4%まで低下した。これに対し、根面う蝕の有病率は1990年代初頭の頃には50歳代でピーク(45%)に達してその後は減少(21~25%)していたが、今日では年齢と共に増加し80歳代で70%を示すようになってきていることが最近明らかにされた。この原因は8020運動の成果により、多くの歯を有する高齢者が増えたことに他ならない。このように歯科領域における疾病構造に大きな変化が起きている。人生100年時代を迎えようとするわが国では、今後も根面う蝕の増加が見込まれ、その予防法や治療法に関する研究の必要性は高まっている。しかし、根面う蝕に関する研究の質や量はまだ充分と言いがたく、根面う蝕の予防や管理法について、明らかにすべき点が多く残っている。本研究では、ランダム化比較試験を本格的に実施するため、基本的な情報を得ることとデータ解析法に検討を加えることを目的として、パイロットスタディを行った。

【材料ならびに方法】

本臨床研究は長崎大学大学院医歯薬学総合研究科倫理委員会の承認を得て行われた(15020547, UMINID000017211)。演者の担当患者において、少なくとも1歯以上において頬(唇)側あるいは舌(口蓋)側に露出根面を有するなど、適確/除外基準を満たした者を候補者(30人)とした。研究協力者(ST)が無作為に20人を抽出してフッ化物配合歯磨剤群(チェックアップ;ライオン, CH)とフッ化物無配合歯磨剤群(エチケットライオン;ライオン, EL)に割付けた。研究対象者には文書および口頭で十分な説明を行い、自由意思による同意を文書で取得した。研究期間は2016年10月からの2019年1月までの2年3か月であった。3か月ごとに、歯磨剤の回収と配布を行いながら、ノンフッ素歯面研磨ペースト(プレサージュ、松風)を用いたPMTC後、根面う蝕発生の有無をチェックした。盲検化した環境下で試験開始前、1年後、2年後の口腔内写真を見て、評価担当者2名(KK, HH)がICDASの検出基準に従って根面う蝕の発生の有無を判定した。一方、既往歴、アンケート調査、唾液検査等の根面う蝕と関連ありそうな情報収集に努め、これらと研究期間中の口腔内所見を基に、被検者のカリエスリスクを総合的に判定した。人単位ではFisher exact testを、1人が複数有する歯単位、歯面単位の解析ではPoisson regression analysisを用いて解析した(p<0.05)。さらに、う蝕リスク別のサブグループ解析も行った(p<0.05)。

【結果ならびに考察】

ELにおいて研究開始当初から1人の参加協力を得ることができなかったが、残り19人(男性11名、女性8名;平均年齢68.2歳)は2年間追跡できた。1年後のう蝕発生件数は計3例(3人)と少なかった。CHとLEの人、歯および歯面単位のう蝕リスク別根面う蝕の発生割合をTable 1に示す。いずれの単位でもCHとLE両群の間に有意な差は認められなかった:人単位 Relative Risk = 0.360 (95% CI: 0.094~1.232), p = 0.170。フッ化物配合の有無にかかわらず、全ての高リスク被験者で根面う蝕の発生が見られたのに対し、低リスク者には根面う蝕の発生は認められず、有意な差があった:人単位における中/高リスク比較 Relative Risk = 0.222 (95% CI: 0.222~0.617), p = 0.021; 低/中リスク比較 Relative Risk = 0.000 (95% CI: 0.000~2.923), p = 0.505。

		Caries risk			Total
		Low	Medium	High	
CH	Subject	0/3	0/5	2/2	2/10
	Tooth	0/33	0/66	3/16	3/115
	Tooth surface	0/45	0/81	3/23	3/149
EL	Subject	0/2	2/4	3/3	5/9
	Tooth	0/29	2/53	5/24	7/106
	Tooth surface	0/38	2/77	5/34	7/149

【結論】

歯磨剤に配合されるフッ化物の根面う蝕予防効果は認められなかった。研究対象者のう蝕リスクが大きな影響を及ぼしていたので、本格実施にあたっては研究対象候補者の適格基準設定の重要性が示唆された。また、追跡期間も短くても2年必要であることが示された。

乳酸アルミニウム及びカチオン化セルロース配合歯磨剤の 象牙細管封鎖効果

ライオン株式会社 研究開発本部 オーラルケア研究所

○小田理加、内藤香菜、飯島浩

Effects of aluminum lactate and cationic cellulose containing Tooth Paste on sealing dentinal tubules

Oral Care Research Laboratories,

Research & Development Headquarters, Lion Corporation

○ODA Rika, NAITO Kana, IIJIMA Hiroshi

【研究目的】

近年 8020 達成者が 5 割を超え、残存歯の増加に伴い様々な根面のトラブルが生じている。その中で象牙質知覚過敏症は、しみる痛みにより QOL を低下させるだけでなく、口腔ケアが不十分になり、歯の維持に悪影響を及ぼす可能性がある。象牙質知覚過敏症の緩和法の一つとして、乳酸アルミニウム（以下、乳酸 A1）による象牙細管封鎖が挙げられるが、歯磨剤中では活性本体のアルミニウムイオン（以下、A1 イオン）が清掃剤や増粘剤等に吸着し、十分な効果が発揮されていない可能性がある。そのため遊離 A1 イオンを増加させることで、象牙細管封鎖機能の更なる向上が期待される。そこで本研究では、遊離 A1 イオン量に着目して乳酸 A1 配合歯磨剤の象牙細管封鎖機能を検討した。

【材料及び方法】

<実験 1：遊離 A1 イオン量の測定>

[評価試料]分散液①：乳酸 A1+シリカ+カチオン化セルロース（ヒドロキシエチルセルロースジメチルジアリルアンモニウムクロリド、以下、CC）、分散液②：乳酸 A1+シリカ

[方法]各分散液の上清に 5%硝酸を加えた後、発光・分光分析装置を用いて、遊離 A1 イオン量を測定した。

<実験 2：象牙細管封鎖性評価>

[材料]牛歯根象牙質ブロック：（処置面：約 5mm×5mm）

[評価試料]試験歯磨剤①：2.18%乳酸 A1+0.15%CC 配合、試験歯磨剤②：2.18%乳酸 A1 配合（各歯磨剤を人工唾液（CaCl₂:1.5mM, KH₂PO₄:5mM, NaCl:100mM, pH6.5）で 3 倍希釈）、コントロール（人工唾液）

[方法]牛歯根から厚さ 5mm のブロックを切り出し、耐水性研磨紙 800 番及び 2000 番にて研磨後、37%リン酸に浸漬して象牙細管を露出させ、形状測定レーザマイクロスコプ（KEYENCE、VK-X100）にて象牙質表面を観察した。その後、象牙質ブロックを評価試料へ 3 分間浸漬、水洗浄、人工唾液に浸漬する一連の工程を 5 回繰り返して、同様に象牙質表面を観察した。画像解析ソフト（Image J）にて象牙細管面積を算出し、処置前後の象牙細管封鎖率を比較した（n=3）。

【結果及び考察】

<実験 1>遊離 A1 イオンは、乳酸 A1+シリカ分散液に CC を添加することで増加した。これは、CC がシリカへの遊離 A1 イオンの吸着を抑制したためであると推察される。

<実験 2>脱灰させた象牙質ブロックに、試験歯磨剤①、試験歯磨剤②、コントロール（人工唾液）を処置した結果、試験歯磨剤①では象牙細管の封鎖が観察され、象牙細管封鎖率は 79.0±2.5%であった。また、試験歯磨剤②での象牙細管封鎖率は 57.8±10.6%であり、CC の添加により象牙細管封鎖面積が増加した。一方、コントロールでは象牙細管の封鎖は観察されなかった。正電荷の CC は清掃剤等の負電荷表面に吸着しやすい性質を持ち、遊離 A1 イオンの清掃剤等への吸着抑制を介して、象牙細管封鎖率の向上に寄与したと推察される。

【結論】

In vitro 評価において、乳酸 A1+シリカ分散液にカチオン化セルロース（CC）を配合すると、CC 無配合と比較して遊離 A1 イオンが増加することを確認した。更に、象牙細管を露出させた脱灰象牙質に対し、乳酸 A1 配合歯磨剤に CC を添加することで、象牙細管封鎖面積が増加することが明らかとなった。これらより乳酸 A1 と CC を配合した歯磨剤は、象牙質知覚過敏症に対する有効性が向上する可能性が示唆された。

軟性清掃材配合弱アルカリ性歯磨剤を用いたブラッシングによるホームホワイトニングの 後戻り抑制効果 (12 か月経過時の評価)

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

³ 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

○吉井 大貴²、海老原 隆¹、関 秀明¹、若木 卓¹、加藤 千景¹、

佐藤 史明³、宮野侑子³、鈴木 雅也^{2,3}、新海 航一^{2,3}

Effect of tooth brushing with alkaline toothpastes containing soft cleaning powders on re-staining of home-bleached teeth

¹Comprehensive Dental Care, The Nippon Dental University Niigata Hospital,

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

³Advanced Operative Dentistry· Endodontics, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata

○YOSHII Daiki², EBIHARA Takashi¹, SEKI Hideaki¹, WAKAKI Suguru¹, KATO Chikage¹,

SATO Fumiaki³, MIYANO Yuko³, SUZUKI Masaya^{2,3}, SHINKAI Koichi^{2,3}

【緒言】

我々は第 150 回日本歯科保存学会 2019 年度春季学術大会にて、新規ホームホワイトニング剤「ティオン ホーム ブラチナ (ジーシー)」を用いた歯の漂白後の後戻り抑制効果について 3 か月と 6 か月経過時の評価を報告した。歯の漂白を 2 週間行い、その直後における評価では、顕著な歯の漂白効果を示した。また、歯磨きペースト ルシエロホワイト (ジーシー)あるいはルシエロ マスデント F (ジーシー)とルシエロ 歯ブラシ W-10 (ジーシー)を用いて漂白期間中にブラッシングを行うことにより、着色性食品摂取や喫煙を行っても、摂取制限した場合と同等の漂白効果を得るのに有効であることを明らかにした。ルシエロホワイトは弱アルカリ性にすることでステイン中のタンパクを加水分解し、ステインを除去しやすくする効果がある。ホームホワイトニング期間中におけるホームケアとしてこの歯磨剤を併用したブラッシングを実施することにより、漂白されたエナメル質表面を侵襲せずに着色性微粒子の再付着を妨げ、ホワイトニング後における歯の色の後戻りを抑制できると思われる。

本研究では、「ルシエロ 歯磨きペースト ホワイト」を用いてホームホワイトニング期間中から継続して行ったブラッシングが、歯の色の後戻りに及ぼす影響について臨床的に評価しており、今回は、12 か月経過時の評価が得られたので報告する。

【材料と方法】

漂白剤としてティオンホームブラチナ (ジーシー)、歯磨きペーストとしてルシエロ ホワイト (ジーシー)、ルシエロ マスデント F (ジーシー)、歯ブラシとしてルシエロ 歯ブラシ W-10 (ジーシー)を用いた。被験者は、本研究についてインフォームド・コンセントを行い、承諾が得られた日本歯科大学新潟生命歯学部の学部学生と新潟生命歯学研究科の大学院生を研究対象者とした (合計 40 名)。なお、本研究は日本歯科大学新潟生命歯学部倫理審査委員会の承認を得て行った (許可番号: ECNG-R-310)。実験群は 4 群 (規制 - ルシエロ ホワイト使用群: RW、規制 - ルシエロ マスデント F 使用群: RM、自由 - ルシエロ ホワイト使用群: FW、自由 - ルシエロ マスデント F 使用群: FM) を設定し、各実験群に 10 名ずつ割り当てた。ホワイトニング中、RW は着色性食品摂取と喫煙を禁止し、「ルシエロ ホワイト」を使用してブラッシングを行った。RW と RM は着色性食品摂取と喫煙を禁止し、RW は「ルシエロ ホワイト」を、RM は「ルシエロ マスデント F」を使用してブラッシングを行った。FW と FM は着色性食品摂取と喫煙を禁止せず、FW は「ルシエロ ホワイト」を、FM は「ルシエロ マスデント F」を使用してブラッシングを行った。ホームホワイトニングはティオンホームブラチナを用い、メーカー指示に従って 2 週間実施した。ホワイトニング終了後は 4 群とも着色性食品摂取と喫煙を規制せずにそれぞれの歯磨きペーストを用いたブラッシングを継続した。歯の測色は、上顎前歯に対しホワイトニング前、終了時、終了後 3 か月、6 か月および 1 2 か月経過時にクリスタルアイ (オリンパス) を用いて行った。L*a*b*の測色値からホワイトニング終了時と 3 か月、6 か月および 1 2 か月経過時の色差値 ΔE を算出した。二元配置分散分析 (主因子 a: 着色性食品摂取と喫煙に対する制限の有無、主因子 b: 歯磨きペーストの種類) を用いて ΔE のデータを統計的に分析し (有意水準 5%)、各因子が歯の色の後戻りに及ぼす影響について比較検討した。

【結果と考察】

ホワイトニング終了時から 1 2 か月後の ΔE の平均値は、#13 (RW:1.81, RM:2.23, FW:2.25, FM:3.32)、#12 (RW:2.61, RM:1.39, FW:2.14, FM:2.89)、#11 (RW:1.87, RM:1.30, FW:1.14, FM:2.64)、#21 (RW:1.45, RM:1.90, FW:1.76, FM:2.22)、#22 (RW:1.85, RM:1.61, FW:1.84, FM:3.73)、#23 (RW:2.48, RM:2.25, FW:2.31, FM:4.15) であった。二元配置分散分析の結果、12 か月後の #11 の主因子 a と b にのみ有意差を認め、それ以外の歯種では、ともに有意差を示さなかった。すなわち、ホワイトニング期間中からルシエロ ホワイトあるいはルシエロ マスデント F を用いてブラッシングを継続して行った場合、ホワイトニング期間中の着色性食品摂取と喫煙ならびにブラッシングに用いる歯磨きペーストの種類は、ホワイトニング終了後 12 か月経過時において、歯の色の後戻りに有意な影響を与えなかった。

おとなのトータルケア歯みがきジェルにおける BioUnion 配合充填材カプセルタイプに対する F⁻ と Zn²⁺イオン供給量の評価

株式会社 ジーシー

○鈴木 利弥, 横沼 久美子, 山中 克之, 熊谷 知弘

**Evaluation of supply of Zn ion and F ion from Total Care Toothgel
to capsule type BioUnion filling material.**

GC CORPORATION

○Toshiya Suzuki, Kumiko Yokonuma, Katsuyuki Yamanaka, Tomohiro Kumagai

【緒言】

残存歯の増加により高齢者の根面う蝕が増加しており、根面う蝕の修復を目的とした BioUnion (F⁻・Zn²⁺・Ca²⁺イオン) ガラスを配合した材料が開発されている。これらのイオン放出型充填材に対するイオン供給源となり得る高イオンリリースジェル歯磨剤「おとなのトータルケア歯みがきジェル(以下 TC)」を開発した。本研究では TC と他ジェル歯磨剤の BioUnion 配合充填材カプセルタイプ(以下 ZIF-C)への Zn²⁺イオン供給量と材料による F⁻イオン供給量の違いを評価することを目的とした。

【材料および方法】

「試験 1: TC と他ジェル歯磨剤の ZIF-C への Zn²⁺イオン供給量の評価」

歯磨剤は TC (GC、Zn450ppm、F1450ppm 配合)、プレスバランスペースト (GC、Zn450ppm 配合、以下 BB) を使用した。ZIF-C を露出面積を規定して充填し、37℃湿度 90% の恒温槽に 1 時間静置して硬化体を作製後、耐水研磨紙 #600 にて研磨した。pH4.5 酢酸緩衝液 (50 mM) に 1 時間浸漬させて、イオンを放出後、各試験片をペースト 0.1g で 3 分間ブラッシングを行い、水洗した後、酢酸緩衝液に 15 分間浸漬させ、溶出した Zn²⁺イオンを ICP 発光分析装置にて測定した。コントロールはブラッシングを行わず、酢酸緩衝液に浸漬する群とした。統計解析は Steel の多重検定を用いた。(n=5)

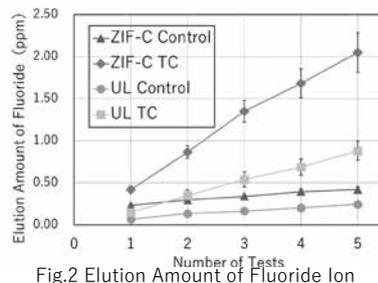
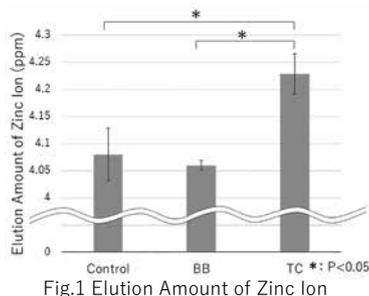
「試験 2: TC の ZIF-C とコンポジットレジン充填材への F⁻イオン供給量の評価」

充填材は ZIF-C と F⁻イオン徐放性のあるコンポジットレジン充填材であるユニフィルローフロープラス (GC、以下 UL)、歯磨剤は TC を使用した。UL は添付文書に従って硬化体を作製後、試験 1 と同様の方法で試験を実施した。試験を 5 回続け、F⁻イオンの経時的な溶出量の変化をイオン電極法にて測定した。(n=5)

【結果と考察】

Zn²⁺イオンの測定結果を Fig. 1 に示す。TC を用いた群はコントロールと BB を用いた群と比較し、溶出量が有意に高かった。BB と TC はどちらも同濃度の Zn²⁺が配合されているが、TC はジェルが高密着し、Zn²⁺イオンが高リリースする設計であるため、ZIF-C にイオンを多く供給し、溶出量が増加したと推察した。

F⁻イオンの測定結果を Fig. 2 に示す。ZIF-C と UL 共に TC を用いた群では、コントロールよりも溶出量は多かった。また ZIF-C は UL より溶出量は多かった。これは UL では F⁻イオンが表面に吸着したのに対し、ZIF-C においては、材料内に F⁻イオンが取り込まれたためだと考えた。



【結論】

「おとなのトータルケア歯みがきジェル」は既存ジェル歯磨剤と比較し、イオン放出型充填材に対しイオン供給量が高かった。特に BioUnion 配合充填材に対し高い供給量を示したため、併用することで口腔内でのイオンリリース量を増加・維持させることにより、高いう蝕予防効果が得られることが示唆された。

過飽和液中レーザー照射法による象牙質表面へのフッ素担持アパタイト成膜と抗菌特性

¹北海道大学大学院歯学研究院 歯周・歯内療法学教室, ²産業技術総合研究所 ナノ材料研究部門
○ 薮 佳奈子¹, 宮治 裕史¹, 菅谷 勉¹, 古賀 健司², 中村 真紀², 大矢根 綾子²

Fluoride-incorporated apatite coating on human tooth dentin by laser irradiation in supersaturated solutions and antibacterial properties

¹Department of Periodontology and Endodontology, Hokkaido University Faculty of Dental Medicine
²Nanomaterials Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
○ SHITOMI Kanako¹, MIYAJI Hirofumi¹, SUGAYA Tsutomu¹, KOGA Kenji², NAKAMURA Maki², OYANE Ayako²

研究背景

過飽和液中レーザー照射法は, 材料のレーザー照射部位に迅速かつ簡便にリン酸カルシウム (CaP) 膜を形成する技術である。本法を用いることで歯質の表面に機能性物質を担持させた CaP 膜を構築できれば, 歯の表面改質や治療に役立つと考えられる。我々は第 148 回日本歯科保存学会において, フッ素添加 CaP 過飽和溶液中に静置した焼結水酸アパタイト材にレーザー照射を行うことで, 基材表面にフッ素担持アパタイト膜が形成され, 耐酸性や抗菌性を示したことを報告した。本研究では, 過飽和液中レーザー照射によりヒト象牙質表面へのフッ素担持アパタイト成膜を試みた。さらに, 得られた膜の構造と組成, ならびに *Streptococcus mutans* に対する抗菌効果を検討した。

材料と方法

患者の同意を得て提供された抜去歯牙より, 象牙質基材を厚さ約 1 mm, 1 辺 3~6 mm の角型サイズで切り出し, 表面を耐水ペーパー #240, 600, 2000 で研磨後, 超音波洗浄および 3%EDTA 処理を施した。フッ化ナトリウム (1 mM) を添加したリン酸カルシウム過飽和溶液 (Ca: 3.75 mM, P: 1.50 mM) 中に象牙質基材を設置し, 基材表面に Nd:YAG ナノ秒パルスレーザー (30 Hz, Quanta-Ray LAB-150-30, Spectra-Physics 製) の非集光ビーム (355 nm, 6 W/cm²) を 30 分間までの種々の時間照射した。レーザー照射面の分析を, SEM, EDX, FT-IR, XRD によって行い, 基材表面組織の断面分析を TEM, EDX により行った。さらに, 成膜した象牙質基材上での抗菌効果検証のため, *Streptococcus mutans* (ATCC 35668) を播種, 12 時間培養後の CFU を測定した。なお, 本実験は北海道大学病院自主臨床研究審査委員会 (登録番号: 自 16-72), 北海道大学大学院歯学研究院病原体等安全管理委員会 (承認番号 R1-3) および産業技術総合研究所生命倫理委員会の承認 (整理番号: ヒ 2016-217) を受けて実施された。

結果

SEM, EDX, TEM, FT-IR の結果によると, 過飽和液中レーザー照射 5 分以内に象牙質基材表面にフッ素を含む CaP が析出しはじめ, 照射 30 分後にはサブミクロン凹凸構造を有する厚さ数ミクロンのフッ素担持アパタイト膜へと成長した。TEM および XRD 分析の結果, 同膜は, 象牙質基材表面に対し垂直方向に c 軸配向した柱状アパタイト微結晶からなり, 象牙質と直接結合していることが明らかとなった。レーザー照射により EDTA 脱灰層がアブレーションによって消失して, 露出した象牙質表面に直接フッ素担持アパタイトが形成したと考えられた。また成膜象牙質基材上で *Streptococcus mutans* の培養を行った結果, 非成膜基材と比較して有意に菌の増殖が抑制されたことから, フッ素担持アパタイト成膜基材は抗菌性を有すると考えられた。

結論

過飽和液中レーザー照射法によりヒト象牙質表面にフッ素担持アパタイトを成膜できた。また同膜は *Streptococcus mutans* に対する抗菌性を示した。

謝辞

本研究は産業技術総合研究所, 坂巻育子氏, 齋藤徳之氏, 吉澤徳子博士にご協力頂いた。本研究は JSPS 科研費 (17H02093, 19K22991) の助成を受けて実施された。

神奈川県立歯科大学附属病院オーラルケア科におけるオーラルクロマを用いた口臭測定

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科口腔統合医療学講座保存修復学分野¹⁾ 歯周病学分野²⁾

○椎谷 亨¹⁾, 両角俊哉²⁾, 青山典生²⁾, 三辺正人²⁾, 向井義晴¹⁾

Measurement of odor using OralChroma at oral care department in Kanagawa Dental University Hospital

Div. of Restorative Dentistry¹⁾, Div. of Periodontology²⁾, Dept. of Oral Interdisciplinary Medicine, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University, Yokosuka, Japan

○SHIYA Toru¹⁾, MOROZUMI Toshiya²⁾, AOYAMA Norio²⁾, MINABE Masato²⁾, MUKAI Yoshiharu¹⁾

【研究目的】

口臭の有無を評価するには、数値を使用した客観的な評価が重要である。揮発性硫黄化合物 (VSC) である硫化水素、メチルメルカプタン、ジメチルサルファイドの気体量測定において、ランニングコストや測定機器設置スペースの面から、現在はオーラルクロマ (NISSHA エフアイエス株式会社) が広く利用されている。本病院においても新病院設立時に医科歯科連携センターとオーラルケア科にて導入された。2019年4月から本格的にオーラルケア科における口臭測定に使用されており、今回その一端を報告する。

【研究方法】

今回の研究の対象は、2019年4月から2020年1月31日の期間に口臭症の疑いにて来院され、オーラルクロマによる測定を行った18名の患者である (神奈川県立歯科大学研究倫理審査委員会承認番号: 第453号; 申請課題名: 口臭を主訴に神奈川県立歯科大学附属病院に来院される患者様の口臭症の実態に関する研究)。期間後半の12名の患者については、オーラルクロマによる検査の前に官能検査を行った。口臭検査は、月曜日～水曜日および金曜日、土曜日の午前に行っており、来院患者にはあらかじめ以下の注意事項を遵守していただいた。注意事項は、I. 前日: 飲酒およびニンニクなどの臭いの強い食品の摂取は控える。また、歯磨きは食後のみで、就寝前の歯磨きは行わない。II. 当日: 起床後の水以外の飲食は控える、歯磨きや洗口剤の使用はせず来院する。の2項目である。

【成績】

患者18名のうち、男性は4名、女性が14名であり、男性は20代:1名、30代:1名、60代:2名、女性は10代:2名、40代:9名、50代:1名、60代:1名、70代:1名であった。口臭の主訴を持って来院された18名のうち、オーラルクロマにより「明らかに口臭を感じ明確に不快感を感じる」と判定されたのは10名であり、「口臭はあるがほとんど臭いを感じない」と判定されたのが5名、「各ガスの産生過程上ほとんど存在しないパターンです。口臭はありますが、口臭の強さは中程度以下が多いようです。」と判定されたのが3名であった。官能検査にて+もしくは±と判断された患者は、3つの気体のデータ全てが閾値以上であり、結果も「明らかに口臭を感じ明確に不快感を感じる」と判定された。官能検査にて-の患者に関して、7名のうち4名において、3種類の気体のうち1種類以上の気体データで閾値を超えており、3つの気体データとも閾値を超える症例も1例であるが認められた。

【考察】

官能検査にて+もしくは±と判断された患者においてオーラルクロマから得られた3種類の気体のデータが各閾値 (=認知閾値) を超えていた一方で、オーラルクロマで認知閾値を超えていたにも関わらず官能検査で-と判断された患者も1名いた。このことはオーラルクロマが口臭検査の客観的データにはなるものの官能試験の結果と必ずしも一致しないことを示すものである。本研究では症例数が少ないことや、官能検査の実施方法にも改良の余地があると思われたことから、今後症例数を蓄積し、相関係数等のデータ分析を続けていきたいと考えている。

【結論】

オーラルクロマによるVSC量の測定は、口臭症で来院された患者に対して客観的なデータを提示できる一手法となりうる可能性が示された。

CAD/CAM 用コンポジットレジンブロックと 4-META/MMA-TBB レジンの 接着強さに対するシラン含有プライマーの効果

長崎大学大学院 歯歯薬学総合研究科 歯科補綴学分野 保存修復学部門

○介田 圭, 平 曜輔, 江越貴文, 久保至誠

Effects of primer containing silane on the bond strength of 4-META/MMA-TBB resin to resin-composite blocks for CAD/CAM system

Div. of Cariology and Restorative Dentistry, Dept. of Prosthetic Dentistry, Graduate School of Biomedical Sciences,
Nagasaki University

○Kaida K, Taira Y, Egoshi T, Kubo S

【目的】

近年コンポジットレジンブロックをコンピュータ支援設計製造 (CAD/CAM) システムで加工したインレーやクラウンが広く臨床応用されている。しかしながら、時として口腔内に装着されたコンポジットレジン製修復物の脱離や局所的な破損を経験することがある。このような不具合は複数の要因が重なって生じると考えられるが、中でも CAD/CAM 用コンポジットレジンと装着材料の間の接着力不足が大きな要因として挙げられる。特定のコンポジットレジンブロックを被着体とした研究では、その表面にシラン化合物を含有するプライマーと 4-メタクリロイロキシエチルトリメリット酸無水物/メタクリル酸メチル-トリブチルボラン (4-META/MMA-TBB) レジンを適用することによって接着強さが改善されることが報告されている^{1,2)}。しかし多くのコンポジットレジンブロックに関しては未検討であったため、本研究では 5 種類のコンポジットレジンブロックと 4-META/MMA-TBB レジン系装着材料の接着強さに対するシラン含有プライマーの効果の調べることを目的とした。

【材料および方法】

コンポジットレジンブロックとしては (Gradia Block (GR, ジーシー), Cerasmart (CE, ジーシー), Katana Avencia Block (KA, クラレノリタケデンタル), Estelite Block (ES, トクヤマデンタル), KZR-CAD HR (KZ, ヤマキン), プライマーとしてはシラン化合物とリン酸エステル系モノマーを含有する Super-Bond PZ Primer (サンメディカル) を使用した。各ブロックから厚さ 3 mm の板状試料を切り出し、表面を #600 の耐水研磨紙で研削し、水中で超音波洗浄を行い、乾燥した。被着面をテープで直径 2 mm に規定し、プライマーを塗布し、4-META/MMA-TBB レジン (Super-Bond C&B, サンメディカル) を用いてステンレス棒と接着した。また、コントロールとしてプライマーを用いない試料 (No primer) も同様に作製した。接着した試料を 37°C 水中に 24 時間浸漬し、万能試験機を用いてクロスヘッドスピード 1.0 mm/min で引張り試験を行い、接着強さを求めた。試料数は各条件 8 個とし、有意水準 5% で分散分析と平均値の多重比較 (Tukey-Kramer HSD) 検定を行った。

【結果と考察】

接着強さの平均値は 9.7 MPa (KA/No primer) ~ 26.6 MPa (GR/PZ primer) の範囲であった (Fig. 1)。値の高い方から GR/PZ primer, ES/PZ primer, KZ/No primer, KZ/PZ primer, KA/PZ primer であり、これらに有意差はなく、次いで GR/No primer, CE/PZ primer, ES/No primer, CE/No primer, KA/No primer の順であった。また KZ を除く 4 種類のブロック (GR, CE, KA, ES) では PZ primer を用いた方が No primer より接着強さが高い傾向が認められた。各ブロックに含まれているフィラーや有機材料の組成の違いが接着強さに影響したのではないかと推察される。結論として、4-META/MMA-TBB レジンをを用いた場合のシラン含有プライマーによる接着強さの改善効果は、コンポジットレジンブロックの種類によって異なることが示された。

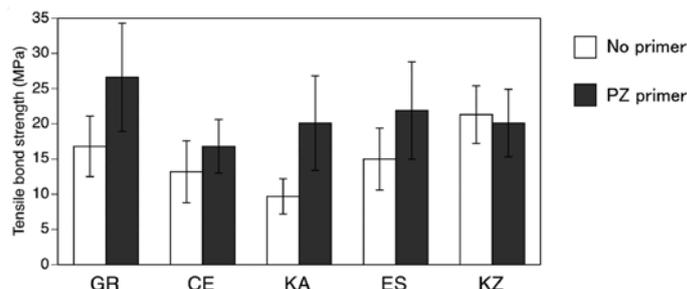


Fig. 1 Tensile bond strengths between 4-META/MMA-TBB resin and resin-composite blocks.

【文献】

- 1) Shinagawa J, Inoue G, Nikaido T, Ikeda M, Burrow MF, Tagami J. Early bond strengths of 4-META/MMA-TBB resin cements to CAD/CAM resin composite. Dent Mater J 2019; 38: 28-32.
- 2) Shinohara A, Taira Y, Sakihara M, Sawase T. Effects of three silane primers and five adhesive agents on the bond strength of composite material for a computer-aided design and manufacturing system. J Appl Oral Sci 2018; doi: 10.1590/1678-7757-2017-0342.

光学印象採得による CAD/CAM アンレー修復を行った 1 症例

¹ 日高歯科医院, ² 神奈川歯科大学大学院歯学研究科口腔統合医療学講座保存修復学分野
○¹ 日高恒輝, ² 向井義晴

A case of CAD/CAM onlay restoration with optical impression

¹Hidaka Dental Clinic,

²Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Interdisciplinary Medicine,
Graduate School of dentistry, Kanagawa Dental University

○¹ HIDAKA Kouki, ²MUKAI Yoshiharu

【緒言】近年の歯科治療におけるデジタル技術の発展は目覚ましく、保存修復、補綴分野においても CAD/CAM 冠の保険導入も含め、メタルフリー、審美修復といった観点より需要が広がっている。一方で欧米での歯科医院では既に 50% 以上が口腔内スキャナを導入しているのに比較し、わが国での導入、使用状況はまだ少ない。今回一般開業医の診療で口腔内スキャナによる光学印象および CAD/CAM を用いた修復治療を行ったので症例を報告する。

【症例】患者は 51 歳の男性。右下奥の詰めものが欠けた事を主訴に来院。下顎右側第一大臼歯にはインレー修復が行われており、遠心舌側咬頭の破折およびインレー下に齶蝕を認めた。自発痛はないが冷水による一過性の疼痛を訴えていた。同部位は 10 年前にハイブリッドレジンインレーで修復治療が行われていた。

【診断】 辺縁性二次齶蝕による歯質の破折

【治療方針】 打診痛や温熱痛がないことと、隣在歯をはじめ咬耗歯を認めたことより歯髄および歯質を可及的に保存したうえで材質の強度を考慮し、光学印象を用いたジルコニアアンレーでの再修復治療を行うこととした。

【治療経過】 シェード確認(A4)後、浸潤麻酔を行いインレーを除去した。齶窩の開拓後、窩洞内に軟化象牙質を認めため、齶蝕検知液およびスプーンエキスカバータを使用し除去した。接着強度および歯質の強度を可能な限り確保するため遠心辺縁隆線を保存し、咬頭を被覆する部位では最大豊隆点を超えず、エナメル質を保存しフィニッシュラインを形成した。また窩洞内象牙質面に対しては簡易防湿下に窩洞を清掃後、2 液性 1 ステップボンディングシステム(ボンドマーライトレス, トクヤマデンタル)にて歯面処理し、フロアブルレジン(MI フロー II, ジーシー)でレジンコーティングを行った。クリアランスの確認後、口腔内スキャナ(TRIOS3, 3shape)で窩洞歯列, 対合歯列, 咬合時類側面歯列の光学印象採得を行った。窩洞にはプロビジョナルクラウンを作製し、仮着した。その後、コンピュータ上で光学印象のデータ, クリアランス, マージンライン等を確認, 設定し, 技工所にデータを送信した。修復物の作製はジルコニアブロック(DD バイオ ZX², Dental Direkt)および CAD/CAM システム(Zeno Tec System, 3Shape)で行った。次回来院時に症状がないことを確認し, マージンの適合の確認後, コンタクト, 咬合調整を行った。修復物を研磨後, 内面を清掃しプライマー処理(G-マルチプライマー, ジーシー), 窩洞に対してはエナメル質およびレジンコーティング部分にセレクトティブエッチング(エッチャント, ジーシー)を行った後, デュアルキュア&タッチキュア型プライミングボンドシステム(G-プレミオ, G-プレミオボンド DCA, とともにジーシー)で処理を行った。修復物内面にレジンセメント(ジーセムリンクフォース, ジーシー)を塗布し, 支台歯に圧接, 光照射を行い, タックキュア後に余剰セメントを除去した。ついで各方向から追加で光照射を行った。1 週間後に予後確認を行い, 現在は術後 2 カ月以上が経過しているが問題なく経過している。今後もメンテナンス, フォローアップを行っていく。

【考察】 光学印象を用いる臨床的な利点として, 印象材・石膏のコスト削減, これらの材料に起因するテクニカルエラーを解消できる点がある。また, 咬合した状態での印象採得や, その場でアンダーカットやクリアランスの確認等も, 行うことで術者のイメージをより技工物に反映しやすいと考えられる。本症例でも体感ではあるが試適時の適合精度は高く, 調整も少なく済んだ。適切な形成を行うことが前提ではあるが, ある程度複雑な窩洞形態でも印象(スキャン)精度は非常に高いと考えられる。また, 患者に口腔内スキャナ使用の感想を尋ねたところ, 特に不快感があると聞いたこともなく, 通常的印象材を用いた印象法よりも硬化時間を要しないことも含め, 負担は少ないと思われる。

研磨システムの違いがポリマー含浸セラミック CAD/CAM 冠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⁾, 日野浦歯科医院³⁾

○田村友彦¹⁾, 辻本暁正^{1,2)}, 野尻貴絵¹⁾, 嶋谷祐輔¹⁾,
名倉侑子¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 宮崎真至^{1,2)}, 日野浦 光³⁾

Influence of Polishing Systems for CAD/CAM Polymer Infiltrated Ceramic Crown

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

○TAMURA Tomohiko¹⁾, TSUJIMOTO Akimasa^{1,2)}, NOJIRI Kie¹⁾, SHIMATANI Yusuke¹⁾,
NAGURA Yuko¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, HINOURA Ko³⁾

【研究目的】

近年、臼歯部に対する歯冠修復として、保険収載された CAD/CAM 冠の臨床使用頻度が増加している。一方、CAD/CAM 冠は、従来の歯冠修復装置とは異なった製作法および材料が用いられることから、その研磨法に関しては独自の配慮が必要であると考えられている。そこで、各種研磨システムの違いがポリマー含浸セラミック CAD/CAM 冠の表面性状に及ぼす影響について、原子力間顕微鏡を用いて検討を行った。

【材料および方法】

供試したポリマー含浸セラミック CAD/CAM ブロックとして VITA ENAMIC (VITA Zahnfabrik) を用いた。また、供試した研磨システムは、製造者推奨の VITA ENAMIC Polishing Set (VEna, VITA Zahnfabrik), セラミック研磨用の Shofu Porcelain Laminate Polishing Kit (SCer, Shofu) および Brasseler Dialite Feather Lite All Ceramic Adjusting & Polishing System (BCer, Brasseler USA), コンポジットレジン研磨用の Shofu Composite Polishing Kit (SCom, Shofu) および Brasseler Composite Polishing Kit (BCom, Brasseler USA) の、合計 5 製品を用いた。

下顎第一大臼歯の歯牙模型に対して、マージンをシャンファー形態、フィニッシュラインを歯肉縁上とし、削除量が軸面および咬合面ともに 1.5 mm となるよう支台歯形成を行った。これらの支台歯を口腔内スキャナー (Bluecam, CEREC, Dentsply Sirona) を用いて光学印象した後、全部被覆冠加工用データを作製し、供試した CAD/CAM ブロックを用いて切削加工 (CEREC MC XL, Dentsply Sirona) した。これらの切削加工によって得られた CAD/CAM 冠を、各種研磨システムによって研磨し、その類側面中央部の表面粗さおよび表面積を、原子力間顕微鏡 (Agilent 5420 SPM/AFM, Agilent Technologies) を用いて測定した。また、研磨を行わなかった CAD/CAM 冠についても同様に測定を行った。

【成績および考察】

各種研磨システムを用いて研磨したポリマー含浸セラミック CAD/CAM 冠の表面粗さは 204.9-295.2 nm, 表面積は 934.1-1000.4 μm^2 であり、未研磨面 (表面粗さ: 534.4 nm; 表面積: 1131.0 μm^2) と比較して有意に低い値を示した。また、ポリマー含浸セラミック CAD/CAM 冠の表面粗さはいずれの研磨システムの違いによる影響は認められなかったものの、その表面積は製造者推奨およびセラミック研磨用システム (表面積: 934.1-970.6 μm^2) で研磨した際にコンポジットレジン研磨用システム (表面積: 990.1-1000.4 μm^2) と比較して有意に低い値を示した。

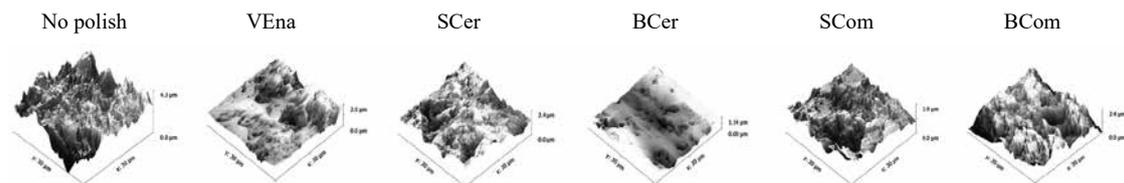


Figure: AFM images of the polished CAD/CAM polymer infiltrated ceramic crowns

【結論】

ポリマー含浸セラミック CAD/CAM 冠の表面性状は、各種研磨システムを用いて研磨することによって向上することが判明した。また、各種研磨システムの CAD/CAM 冠に対する研磨性はシステムによって異なり、その表面粗さに影響を及ぼさないものの、表面積に影響を及ぼすことが明らかとなった。このことから、ポリマー含浸セラミック CAD/CAM 冠の研磨に関しては、製造者推奨あるいはセラミック研磨用の研磨システムを用いることが推奨されることが明らかとなった。

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性

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学¹⁾,

○清水翔二郎¹⁾, 日下部修介¹⁾, 二階堂 徹¹⁾

Bacterial Adhesion of Tooth Coating Materials Containing Theobromine and/or S-PRG Filler

Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation,
Asahi University, School of Dentistry¹⁾

○Shojiro Simizu¹⁾, Shusuke Kusakabe¹⁾, Toru Nikaido¹⁾

【目的】

齲蝕は歯質表面への細菌付着と脱灰により生じる。そのため初期の細菌付着と脱灰を阻止できれば歯質破壊を阻止することが可能である。歯面コーティング材に齲蝕の抑制機能を加えることができれば、カリエスリスクの高い場合にも応用できて Minimal Intervention Dentistry にも一致する。

テオブロミンは、カカオに含まれる物質であることから生体に安全であり、さらに歯の再石灰化を促し、歯質強化に有効であることが報告されている (B.T. Amaechi et al. Caries Res, 2013)。Kusakabe ら (2016, 2018, IADR) は、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を試作し、本コーティング材の脱灰エナメル質、象牙質の再石灰化効果について報告した。そこで本研究においては、テオブロミンおよび S-PRG 含有歯面コーティング材の細菌付着性について検討したので報告する。

【材料および方法】

1. 供試コーティング材料

試作歯面コーティング材として、以下の4種類を使用した。①S-PRG フィラー含有、②S-PRG フィラー+5.0%テオブロミン含有、③シリカフィラー+5.0%テオブロミン含有、④シリカフィラー含有。

2. 細菌付着性試験

各供試コーティング材料は、PRG バリアコートアクティブ (松風) と等量採取して混和後、金属製型枠 (4 mm×4 mm×1 mm) に填入し、ガラス板を圧接後、20 秒間光照射して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 の耐水研磨紙で研磨し、生理食塩水を用いて1分間超音波洗浄した。一方、TSBY 寒天培地を用いて細菌 *Streptococcus mutans* ATCC25175 を培養後、[methyl-³H]thymidine (ARC) にてラベルした。その後、遠心 12,000 g で15分間、4°Cで集菌し、PBSでの洗浄を3回繰り返した後に、ラベルされた調整菌液中に各試料を浸漬し、37°Cで2時間振盪した。その後、試料を取り出してPBSで3回洗浄後、全自動試料燃焼装置 (ASWC-113, Aloka) を用いて試料片に付着した菌体を完全燃焼させ、³H₂Oとして回収し、放射線量を液体シンチレーションカウンター (LSC-903, Aloka) で測定した。得られた値の統計学的処理は一元配置分散分析 (ANOVA) および Tukey の HSD ($\alpha = 0.05$) を用いて行った。

【結果および考察】

各供試材料に対する細菌付着量は、①166.0±13.7 dpm、②166.9±12.6 dpm、③207.5±7.1 dpm、④204.9±7.9 dpmであった。S-PRGを含む①および②は、③、④と比較して有意に細菌付着量が少なかった ($p < 0.05$)。一方、①と②、③と④間で細菌付着量に有意な差は認められなかった。

テオブロミンは、S-PRG フィラーと比べてもコーティングした直下における歯質の強い再石灰化能が報告されており、S-PRG との相乗効果が期待できる。しかし、本研究の結果からは、テオブロミンが細菌付着抑制する効果は認められず、S-PRG フィラーとの相乗効果もなかった。このことから S-PRG フィラー+テオブロミン配合コーティング材は、S-PRG フィラー単独に比べて再石灰化能が高く、さらに細菌付着抑制能を有する効果が期待できる。

【結論】

テオブロミンの細菌付着抑制効果は認められなかった。しかし、S-PRG フィラー+テオブロミン配合コーティング材は、歯質の再石灰化及び細菌付着抑制効果を発揮する可能性が示唆された。

機能的糖脂質ビザンチンの *Streptococcus mutans* に対する 抗バイオフィーム作用の機序の解明

新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学専攻口腔健康科学講座う蝕学分野
○竹中彰治、長谷川泰輔、Naksagoon Traithawit、永田量子、大墨竜也、野杵由一郎

Elucidation of mechanisms associated with anti-biofilm activity of sulfated vizantin against *Streptococcus mutans*.

Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics,
Faculty of Dentistry & Graduate School of Medical and Dental Science, Niigata University
○TAKENAKA Shoji, HASEGAWA Taisuke, NAKSAGOON Traithawit, NAGATA Ryoko,
OSUMI Tatsuya, NOIRI Yuichiro

【目的】機能的糖脂質ビザンチン (Viz-S) は、50 μ M では *Streptococcus mutans* UA159 株 (以下 UA159) のバイオフィームを易剥離性に変化させ、75 μ M では付着を抑制する。本研究では、UA159 に対する抗バイオフィーム効果の機序を解明するために、バイオフィーム形成関連遺伝子の転写量、グルコシルトランスフェラーゼ (GTF) の発現量および表面性状の変化について解析を行った。さらに、培養条件のうち、スクロース濃度を変化させた時の抗バイオフィーム効果への影響も検討した。

【材料および方法】培地は、0.2, 0.4, 0.8, 1.6%のスクロースを添加した Brain Heart Infusion 液体培地を用いた。

(実験 1 : バイオフィーム形成関連遺伝子の発現動態の解析) 0, 10, 50 μ M の Viz-S 存在下で 24 時間培養後の UA159 バイオフィーム形成菌を回収した。また、0, 50, 75 μ M の Viz-S 存在下で 4 時間培養後の UA159 を回収した。細菌菌体をリン酸緩衝生理食塩水 (以下 PBS) で洗菌後、mRNA を抽出し、cDNA を合成した。16S rRNA を内部標準として、付着およびバイオフィーム形成に関与が想定される遺伝子 (*gtfB*, *gtfC*, *gtfD*, *gbpA*, *gbpB*, *gbpC*, *gbpD*, *pac*, *spaP*, *srtA*, *comC*, *comD*, *comE*, *luxS*) の転写量を Real-time PCR 法により解析した。

(実験 2 : ウェスタンブロットング解析) 0, 10, 50 μ M の Viz-S 存在下で UA159 を 24 時間培養後、細菌菌体と上清をそれぞれ回収し、タンパクを抽出後 SDS-PAGE を行なった。疎水性膜に転写し、菌体結合型 GTF (CA-GTF) 抗体および遊離型 GTF (CF-GTF) 抗体 (岡山大学 仲野道代博士より供与) を反応させた後、酵素標識二次抗体を反応させた。化学発光法により可視化し、タンパクの発現量を比較した。

(実験 3 : 菌体表面性状の解析) UA159 の PBS 懸濁液 1ml に、Viz-S を終濃度が 0, 50, 75 μ M となるように添加した。10 分間作用させたのち、n-ヘキサデカン 200 μ l を添加し 1 分間攪拌した。15 分間静置後、疎水性率を Microbial adhesion to hydrocarbon test により評価した。

(実験 4 : Viz-S 処理した UA159 の付着抑制効果) 緑色蛍光タンパク質を導入した UA159 変異株 (ZsG) (筑波大学野村暢彦博士より供与) を OD₆₀₀=0.025 となるように培地に加えた。唾液処理したカバーガラスチェンバー内に細菌懸濁液を送り込み、1 時間静置後の付着細菌の割合を、共焦点レーザー顕微鏡を用いて解析した (新潟大学遺伝子倫理審査委員会組換え実験承認番号 SD00908)。

【結果および考察】バイオフィーム形成菌の *gtfB* および *gtfC* 遺伝子の転写は、0.4%以上のスクロース含有条件で、コントロール群 (Viz-S 非含有) と比較して有意に増加したが、*gtfD* の転写は、すべてのスクロース含有群で 0.46-0.66 倍に減少した。ウェスタンブロットング解析で 50 μ M Viz-S 群の GtfB および GtfC の産生量を比較したところ、コントロール群と比較して 0.2 および 0.4%スクロース含有条件下で有意に低下し、0.8 および 1.6%スクロース含有条件下で有意に増加した。一方、GtfD は、すべての実験群で、コントロール群と比較して 1/20 以下に産生量が減少した。この結果から、抗バイオフィーム作用の機序のひとつは、GtfD のタンパク発現を低下させることによるバイオフィームの構造安定性の低下によるものと推定された。4 時間培養後の *gtfD* の転写も、コントロール群と比較して、それぞれ 0.38-0.5 倍 (50 μ M Viz-S 群) および 0.33-0.36 倍 (75 μ M Viz-S 群) に有意に低下していた ($p < 0.05$)。

コントロール群の菌体表面の疎水性率 (% \pm SD) は 57.5 \pm 13.4 であった。50 μ M および 75 μ M の Viz-S 存在下では疎水性率が低下し、それぞれ、29.4 \pm 10.4 ($p < 0.05$)、14.9 \pm 7.0 ($p < 0.01$) であった。50 および 75 μ M Viz-S 群の ZsG の付着面積は、コントロール群と比較して、それぞれ 1/8-1/10 (50 μ M Viz-S 群) および 1/40-1/55 (75 μ M Viz-S 群) に減少した。この結果から、Viz-S は、UA159 の表面性状を親水性に変化させることで付着を減弱させたと考えられた。

【結論】Viz-S は、50 μ M では、GtfD のタンパク発現を低下させることでバイオフィームを易剥離性に変化させ、75 μ M では、*gtfD* の転写の低下と、表面性状の親水性変化の 2 つの機序により付着を抑制した。

本研究の一部は、科学研究費補助金 (19H03958H, 19K24087) の補助を受けて実施された。

カプセル練和型ガラスアイオノマーセメントの抗菌性・抗バイオフィーム効果

¹大阪大学大学院歯学研究科 先端機能性材料学共同研究講座

²大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座 (歯科理工学教室)

○神野 友樹¹, 壺井 莉理子¹, 北川 晴朗², 今里 聡^{1,2}

Antibacterial and anti-biofilm properties of encapsulated type of glass ionomer cements

¹Osaka University Graduate School of Dentistry, Department of Advanced Functional Materials Science

²Osaka University Graduate School of Dentistry, Department of Biomaterials Science

○Tomoki KOHNO¹, Ririko TSUBOI¹, Haruaki KITAGAWA², Satoshi IMAZATO^{1,2}

【目的】

う蝕が歯肉縁下に及び防湿が困難な状況下での根面の修復処置には、水分の存在下でも硬化や歯質接着性に悪影響が生じにくいという点から、ガラスアイオノマーセメント (GIC) の使用が推奨されている。さらに、近年は、より予後良好な根面修復治療を目指して、酸性環境で効率的に亜鉛を溶出して抗菌性を発現する BioUnion フィラーを含有した GIC (ケアダインレストア、GC) や、高濃度にフッ素を徐放する GIC (フジ VII、GC) 等が市販され、臨床で使用されている。ただし、操作性の点では、粉液タイプよりも、簡便な練和が可能で窩洞に直接填入できる材形が有利であり、カプセル練和型 GIC の開発も進んでいる。そこで本研究では、試作のカプセル練和型 BioUnion フィラー含有 GIC と、すでに市販が開始されているカプセル練和型のフジ VII のイオン溶出性および抗菌性・抗バイオフィーム効果について検討した。

【材料および方法】

1. イオン溶出性の評価

BioUnion フィラー含有試作 GIC (以下 BC) またはフジ VII カプセル (以下 F7) をカプセルミキサー (CM-II、GC) にセットして 10 秒間練和し、アクリルモールドに形成した直径 7 mm、深さ 2 mm のウェルに填入した。硬化後の各試料をモールドごと 8 mL の酢酸-酢酸ナトリウム水溶液 (pH4.5) または蒸留水 (pH7.0) に浸漬し、37°C 下で 24 時間保管後に、Zn²⁺および F⁻の溶出濃度をそれぞれ ICP-OES、F⁻選択性電極を用いて測定した。

2. 抗菌性の評価

直径 9 mm、厚さ 2 mm の BC あるいは F7 の硬化体をヒト唾液に 2 時間浸漬 (大阪大学大学院歯学研究科倫理審査委員会 No. H25-E23-1) した後、各試料上に 1%スクロースを添加した 10⁶ CFU/mL の *Streptococcus mutans* NCTC10449 の懸濁液 15 μL を播種した。37°C 下で 24 時間培養後、コロニーカウント法により生菌数を測定した。コントロールとして市販 CR (グレースフィルローフロー、GC ; 以下 GL) を使用した。

3. 抗プラーク性の評価

実験 2 と同様にして調整したスクロース添加 *S. mutans* 菌液 1 mL に BC、F7、または GL の各硬化試料を浸漬し、37°C 下で培養した。24 時間培養後、試料上に形成されたバイオフィームに LIVE/DEAD 染色を施し、共焦点レーザー顕微鏡 (CLSM) 観察を行い、得られた三次元画像からバイオフィームの厚みを測定した。

【結果および結論】

BC の酸性溶液中での Zn²⁺および F⁻の溶出濃度は、それぞれ 14.4±1.1 ppm、11.9±0.8 ppm で、Zn²⁺、F⁻ともに蒸留水への溶出濃度に比べて有意に高かった ($p<0.05$, Student's *t*-test)。F7 からの酸性溶液への F⁻の溶出濃度は 38.7±0.9 ppm で、BC と同様に蒸留水への溶出濃度に比べて有意に高かった ($p<0.05$)。24 時間培養後の GL、F7、および BC 上での *S. mutans* の生菌数は、それぞれ 3.5±0.4×10⁷、4.2±0.9×10⁴、1.4±0.6×10⁴ CFU で、3 群の間には有意差が認められた ($p<0.05$, Tukey's HSD test)。また、各試料上に形成されたバイオフィームの厚みは、GL>F7>BC の順に小さかった。

以上より、試作のカプセル練和型 BioUnion フィラー含有 GIC およびフジ VII カプセルは、ともに酸性環境で Zn²⁺や F⁻を溶出することで *S. mutans* に対する抗菌性を発揮し、コンポジットレジンに比べて材料表面でのバイオフィーム形成を抑制できることが明らかとなった。

試作大型ファイバースリーブを用いた直接法によるレジン支台築造法の評価

1. 大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)
2. 大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座 (歯科理工学教室)

○田中 亮祐¹, 山口 哲², 須崎 尚子¹, 今里 聡², 林 美加子¹

Evaluation of resin-based abutment construction by direct method using an experimental fiber-reinforced sleeve.

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

2. Department of Biomaterials Science, Osaka University Graduate School of Dentistry

○Ryosuke TANAKA¹, Satoshi YAMAGUCHI², Naoko SUZAKI¹,
Satoshi IMAZATO², and Mikako HAYASHI¹

[研究目的]

永久歯の喪失原因の一つとして、垂直性歯根破折が挙げられる。近年では、垂直性歯根破折を防止するために、天然歯に近似した弾性係数を持つファイバーポストがメタルコアに代わり一般的に用いられている。しかし、ファイバーポストを築造体の中央に配置する従来の修復法では、残存歯質の薄くなった歯を十分に強化できるかという点で疑問が残る。構造力学的には、曲げ強さおよび弾性係数の高い材料をファイバーポストの外周に配置することが構造体の強化に有効であると言われている。そこで本研究では、ファイバー材料を外周に配置するために、試作大型ファイバースリーブを新規に開発し、牛歯に対して直接法で支台築造した試料の破断荷重および破折様式を評価し、さらに得られた破断荷重をもとに有限要素解析することで、従来の修復法との比較検討を行った。

[材料および方法]

湿潤環境下で約1か月保存した牛歯30本を低速精密切断機 (ISOMET、BUEHLER) および回転研磨機 (ECOMET III、BUEHLER) を用いて根尖から15 mmの長さに切断し、ISO #60で根管拡大形成をした後、シーラーとガッタパーチャによる根管充填を行った。残存歯質の厚みが全周にわたり約1 mmに、かつ根管充填材を5 mm残すようにポスト孔形成を行った。歯根を支台築造法によってファイバーポストのみ用いた群 (FP)、ファイバーポストと小型スリーブを用いた群 (SS)、およびファイバーポストと大型スリーブを用いた群 (BS) に分類した。各群の修復歯の歯冠部の断面積に有意な差を認めないよう分類した。支台築造した試料の支台歯形成を行い、オールセラミッククラウンの装着の後、歯根部をエポキシ樹脂に包埋した。歯軸に対して45度の方向よりオートグラフ (AG-IS 20kN、島津製作所) を用いてクロスヘッドスピード0.5 mm/minにて試料が破断するまで圧縮荷重を加え、破断点における荷重、および圧子の変位量を測定した。得られた試料の破断面はう蝕検知液にて染色後に肉眼、およびマイクロCT (R_mCT2、Rigaku) にて観察した。フィニッシュラインから破折線の最深部までの距離を計測し、これを破折深度とした。

CADソフトウェア (Solid Works 2011, SolidWorks) を用いて各群に相当する有限要素モデルを作製した。各種材料の弾性係数およびポアソン比は過去の文献をもとに決定した。歯軸に対して45度の方向から、圧縮試験の結果をもとに定義した800 Nの荷重を基底結節部に負荷し、各モデルの象牙質における変位、最大主応力、およびせん断応力を解析した。

[結果および考察]

各群の破断荷重は、FPが 861 ± 270 N、SSが 782 ± 271 N、BSが 836 ± 342 Nとなり、各群間に有意差を認めなかった。破断変位および破折深度においても、各群間に有意差を認めなかった。有限要素解析の結果、歯頸部象牙質における変位ベクトルの方向が、圧縮試験で生じた破折線の方向と一致する傾向があることを確認した。歯軸断面を側方から観察したところ、最大主応力の分布が明らかに異なることが分かった。また、BS群の象牙質内に生じたせん断応力は、FPやSSと比べて低い値を示した。このことから、牛歯を用いた圧縮試験では各群間に有意差を認めなかったものの、試作大型スリーブを使用することで、ファイバーポストや小型スリーブでの修復と比べて、象牙質に生じる応力を分散し、垂直性歯根破折の予防に役立つ可能性があることが示唆された。

本研究の一部は科学研究費補助金 (17H04382) の補助の下に行われた。

新規ウォッシュタイプ・アルジネート印象材に関する研究

¹ 神奈川歯科大学大学院歯学研究科口腔科学講座クリニカル・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

○二瓶智太郎^{1,2}, 和田悠希¹, 大橋 桂¹

Study on novel wash type alginate impression materials

¹Div. of Clinical Biomaterials, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

²Materials & Surface Engineering Research Institute, Kanto Gakuin University

○Tomotaro Nihei^{1,2}, Yuuki Wada¹, Katsura Ohashi¹

【緒言】

近年、歯科用 CAD/CAM システムの発展により、口腔内スキャナーも同時に発達しつつある。しかしながら、一般歯科診療においては、従来から使用されているアルジネート印象材単独、あるいは寒天印象材との連合印象法による精密印象採得の術式がまだ頻用されている。しかしながら、寒天印象材の機械的強度が低いため、硬化後の撤去時にアルジネート印象材から剥離、あるいは寒天印象材自体の破壊が生じる場合がある。また、寒天印象材は術者の操作、あるいはボイリング状態に左右されやすい。そして、体温よりも高温で使用するため、患者への負担、生活歯では歯髄刺激の原因にもなる。そこで、寒天印象材に換わるウォッシュタイプのアルジネート印象材を連合印象用として開発することにより、上述の懸念される臨床上ででの問題の回避は可能と考えられる。また、練和操作なしでミキシングチップを装着し、自動練和（オートミックス）することにより、均一な性状が保たれ、操作時間の短縮も得られ、臨床上で非常に有用と考えられる。

本研究は、新規に開発したウォッシュタイプのアルジネート印象材の強度を引裂き強さ試験により寒天印象材と比較、検討した。

【材料および方法】

供したウォッシュタイプ印象材は開発したアローマインジェクション (ARI, ジーシー)、寒天印象材としてアローマロイド (ARL, ジーシー) とデントロイドプロ (DLP, デントロニクス)、ベースタイプのアローマファインプラス (AFPN, ジーシー) の 4 種とした。

各印象材の引裂き試験は、JIS T 651:2016 (寒天印象材) 5.7 引裂き強さ試験に準じて、長さ 102mm, 幅 19mm, 厚さ 4mm の金型に流し込み、金属平板で試料を挟むように圧接し、金型を 35℃の恒温槽に保持した。保持後、恒温槽より金型を取り出し、試料はオートグラフ (EZ-L, 島津製作所) を用いてクロスヘッドスピード 500mm/min で引裂き強さ試験を行った。なお、各群 5 個とし、平均値と標準偏差を求め、一元配置分散分析を行い、有意差が認められた場合は多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った。

【結果および考察】

新規ウォッシュタイプの ARI の引裂き強さは 0.9N/mm であり、ARL および AFPN と比較して有意に高い値であった ($p < 0.05$)。また、ARI の引裂き強さは DLP とは有意差は認められなかったが ($p > 0.05$)、平均値は高い傾向であった。これは、ウォッシュタイプの ARI はアルギン酸塩印象材で網状の高分子であり、線状高分子の寒天印象材と比べて強度が高いためと示唆された。また、ARI はベースタイプの AFPN より引裂き強さが有意に高い値であったことから、印象採得撤去時に寒天印象材で生じやすい切り裂かれる危険性は低いと示唆された。

レジン添加型 MTA 配合覆髄剤の有効性の検討

大阪歯科大学 歯科保存学講座
○津谷佳代, 保尾謙三, 谷本啓彰, 吉川一志, 山本一世

Study on Rehardening of Demineralized Dentin with the resin modified Pulp-capping Agents containing MTA

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University
○TSUTANI Kayo, YASUO Kenzo, TANIMOTO Hiroaki, YOSHIKAWA Kazushi, YAMAMOTO Kazuyo

目的

Minimal Intervention (MI) の概念に基づき、齲蝕が深部象牙質にまで進行し歯髄に近接する場合、歯髄に近接する深部象牙質を保存し、露髄を回避する目的で暫間的間接覆髄法 (IPC) が行われる。本研究では、Knoop 硬さ測定システムであるカリオテスター-SUK-971 (三栄エムイー) を用いて象牙質試料の硬さを測定し、レジン添加型 MTA 配合覆髄剤が軟化象牙質へ与える影響を検討した。

材料と方法

実験材料として、本学附属病院歯科口腔外科で抜去され、 -40°C で冷凍保存したヒト大白歯を解凍して使用した。抜去歯の歯冠部および歯根部をモデルトリマーで除去し、耐水研磨紙 #1000 で研磨して厚さ 2mm の円盤状の象牙質試料 (デンティンディスク) を作製した。デンティンディスク中央部の直径 3mm 内で Knoop 硬さをカリオテスター-SUK-971 (三栄エムイー) を用いて 5 か所測定し、その平均値をデンティンディスクの Knoop 硬さとした。Knoop 硬さが 62 ± 3 のデンティンディスクを、ULVAC 社製アスピレーター-MDA-006 を用いて歯髄腔から 0.01MPa で吸引した状態で、20mM 乳酸溶液 (pH2.8) 50mL に 10 時間浸漬して脱灰した。脱灰後、同様に Knoop 硬さを測定して Knoop 硬さが 20 前後のデンティンディスクを軟化象牙質試料とした。その後、軟化象牙質試料に、覆髄剤として MTA (Mineral Trioxide Aggregate) セメントとして TMR-MTA セメント (YAMAKIN 社製)、レジン添加型 MTA 配合覆髄剤としてセラカル LC (Bisco, Inc. 社製)、スーパーMTA ペースト (サンメディカル社製) を貼付し、ベースセメント (松風, BC) で被覆したものを覆髄試料とし、覆髄剤を貼付せずにベースセメント BC のみで被覆したものをコントロールとした。作製した覆髄試料は、湿度 100% 容器中で 1 か月間保管後、軟化象牙質の Knoop 硬さを測定した。試料数は各条件につき 3 試料とし、得られた値は一元配置分散分析および Tukey の検定にて統計解析を行った ($p < 0.001$)。 (大阪歯科大学・医の倫理委員会 (許可番号: 大歯医倫 第 111023 号))

結果および考察

覆髄剤貼付後の Knoop 硬さ測定の結果、TMR-MTA セメント貼付群では、蒸留水中保管 1 ヶ月で、脱灰後 22.0 ± 3.17 が保管後 41.33 ± 3.76 となり、Knoop 硬さが有意に大きくなった。セラカル LC 貼付群では蒸留水保管 1 ヶ月で、脱灰後 10.5 ± 2.33 が保管後 11.63 ± 3.87 となり、Knoop 硬さに有意差はみられなかったものの、高くなる傾向がみられた。コントロールであるベースセメント BC のみ群では、蒸留水中保管 1 か月で 20.8 ± 2.6 から 22.4 ± 1.2 となり、有意差は認められなかった。

本実験により、MTA を配合したレジン添加型覆髄剤を脱灰象牙質に貼付することによって、脱灰象牙質の再石灰化を促し、軟化象牙質の硬化が認められた。

結論

以上の結果により、MTA を配合したレジン添加型覆髄剤の軟化象牙質の硬化への有効性が示唆された。

亜鉛置換型ハイドロタルサイト含有 EVA シートの試作と評価

朝日大学歯学部歯科保存学分野歯冠修復学¹⁾, 口腔生化学分野²⁾, 歯科理工学分野³⁾,
さくデンタルクリニック⁴⁾, 中川歯科医院⁵⁾, 大阪市立大学⁶⁾, 朝日大学⁷⁾
○尾池和樹¹⁾, 川木晴美²⁾, 上野恭平²⁾, 新谷耕平³⁾, 作誠太郎⁴⁾, 中川豪晴⁵⁾, 二階堂徹¹⁾, 横川善之⁶⁾,
堀田正人⁷⁾

Evaluation of the prototype EVA sheet containing Zn-substituted hydroxalcite

Department of Operative Dentistry¹⁾, Department of Oral Biochemistry²⁾,
Department of Biomaterials³⁾, Asahi University School of Dentistry,
Saku Dental Clinic⁴⁾, Nakagawa Dental Clinic⁵⁾, Osaka City University⁶⁾, Asahi University⁷⁾
○OIKE Kazuki¹⁾, KAWAKI Harumi²⁾, UENO Kyohei²⁾, SHINTANI Kohei³⁾, SAKU Seitaro⁴⁾, NAKAGAWA Takeharu⁵⁾,
NIKAIDO Toru¹⁾, YOKOGAWA Yoshiyuki⁶⁾, HOTTA Masato⁷⁾

【研究目的】

ハイドロタルサイト(HDT)は $Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$ (Mg-HDT)などに代表されるアニオン交換能を有する層状複水酸化物である。ハイドロタルサイト層間の陰イオンは外部の陰イオンと交換可能であるため、吸着剤として医薬品や難燃剤などの分野で使用されている。また、構造中の Mg は合成条件によって他の 2 価の金属イオンと置換が可能である。我々は、Mg-HDT の吸着材としての性質に着目し、Mg を硫黄と親和性の高い Zn と置換することにより、口臭の主要な原因物質である揮発性硫黄化合物(VSC)を特異的に吸着する Zn-HDT を合成した。そして、Zn-HDT の硫化水素吸着能を *F. nucleatum* 培養系で評価し、さらに試作 Zn-HDT 含有エチレン・ビニル・アセテート(EVA)シートを用いてマウスピースを作製し、VSC 除去に有用であることを本学会にて報告してきた。

今回は、Zn-HDT の分散性の改善と、実用化に向けたシートの厚みの改善により、口臭除去マウスピース、あるいはその他の口腔ケア用品への応用を目指し、厚さ 1 mm の Zn-HDT 含有 EVA シートを作製し、Zn-HDT 粒子の分散状態を検討した。

【材料および方法】

Zn-HDT は、既報¹⁾に従い、硝酸亜鉛 6 水和物、硝酸アルミニウム 9 水和物、炭酸ナトリウムおよび水酸化ナトリウムを用いて合成した。合成した Zn-HDT を 20 あるいは 39 wt%の割合で EVA に混合し 10 cm × 10cm × 1mm のシートを作製した。さらにシートを 1 cm × 1 cm × 1 mm に切断して試験片とし、ランダムに選んだ試験片を用いて SEM-EDX にて元素分析を行った。

【結果】

HDT を含まないブランクの半透明 EVA シートと Zn-HDT 含有シリコンシートを黒色マット上に静置し観察したところ、目視では Zn-HDT の凝集等は観察されなかった。また、SEM-EDX を用いた解析から、Zn-HDT 含有 EVA シート試験片から Zn および Al が検出され、元素マッピングを行った結果、Zn-HDT 粒子がシート中に一様に分散していることが確認された。

【考察および結論】

近年口臭への関心が高まっているが、口臭の原因物質や有害物質の除去を目的とした歯科材料はほとんどみられない。そこで我々は HDT の吸着材としての性質に着目し、VSC の吸着除去を目的として Zn-HDT の VSC 吸着能を検討し報告してきたが、マウスピース素材の EVA シート中での挙動に関する基礎的研究が不十分であった。一方で、我々は以前に試作した Zn-HDT 含有 EVA シートの硫化物吸着特性を調べ、 H_2S 溶液は Zn-HDT 含有 EVA シート内部に浸透し、Zn-HDT に吸着されること(未発表データ)、また、Zn が蒸留水、唾液中に溶出することを明らかにしている。今回の検討では Zn-HDT を 39%含有する EVA シート中でも粒子が凝集せずに分散していることが確認できた。今後は Zn-HDT 含有 EVA シートからの Zn と Al の溶出挙動と、これらの溶出による HDT 骨格および VSC 吸着能の変化を評価し、高機能化への知見を得たいと考えている。

【引用文献】

¹⁾ 森田侑宜、藤井和夫、尾池和樹、佐野宏弥、横川善之、川木晴美、堀田正人. Zn 置換 Hydroxalcite の歯周病関連菌産生 H_2S の吸着効果と抗菌作用. 日本歯科理工学会誌 2019 ; 38:109-118.

多機能型ガラスアイオノマーセメントの辺縁封鎖性に関する研究

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○保尾謙三, 岩崎和恵, 韓 嘯宇, 森川裕仁, 黄地智子, 小正玲子, 横田啓太, 竹内 撰,
谷本啓彰, 山本一世

Study on the marginal seal of multifunctional glass ionomer cements

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○YASUO Kenzo, IWASAKI Kazue, HAN Xiaoyu, MORIKAWA Yuto, OUCHI Satoko, KOMASA Reiko,
YOKOTA Keita, TAKEUCHI Osamu, TANIMOTO Hiroaki, YAMAMOTO Kazuyo

【研究目的】

従来のフッ化物イオンによる脱灰促成効果や抗菌性に加えて, 金属イオンによる *Streptococcus mutans* 菌の酸生成抑制効果, 脱灰抑制効果, 細胞壁合成阻害による抗菌性を目的とした多機能型ガラスアイオノマーセメントが開発され臨床応用されているが, 辺縁封鎖性に関する報告は少ない。今回我々は, 多機能型ガラスアイオノマーセメントの辺縁封鎖性について辺縁漏洩試験を行い検討したので報告する。

【材料および方法】

充填用ガラスアイオノマーセメントとして, 従来型のフジIX GP エキストラ (GC, 以下 GP), 多機能型のケアデザインレストア (GC, 以下 CR), グラスアイオノマー FX ウルトラ (松風, 以下 FX) を使用した。辺縁漏洩試験: 抜去ヒト大臼歯を被験歯とし, 近遠心側歯頸部に長径 3mm・幅径 2mm・深さ 1.5mm の楕円形窩洞を形成した。GP, CR, FX を業者指定の通り充填し, それぞれを GP 群, CR 群, FX 群とした。硬化後 37°C 水中に 24 時間保管した。その後, 5-55°C・2000 回のサーマルストレスを負荷し, 色素浸透試験を行った。エナメル質壁, 象牙質側それぞれについて 0~3 のスコアリングを行い, Mann-Whitney 法により有意差を検討した (n=10)。なお, 本研究は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号: 大歯医倫第 111085 号)。

【結果および考察】

辺縁漏洩試験の結果を Table 1 に示す。GP 群, CR 群, FX 群は, エナメル質側ならびに象牙質側において, 漏洩度に有意差は認められず, 良好な辺縁封鎖性ならびに窩壁適合性が認められた。これは, グラスアイオノマーセメントの歯質接着性に対して, 各種金属イオンが影響していないためと考えられる。

【結論】

多機能型ガラスアイオノマーセメントは従来型のガラスアイオノマーセメントと同程度の良好な辺縁封鎖性を有することが示唆された。

Table 1 Leakage scores of each glass ionomer cements

score		0	1	2	3
GP	E	9	1	0	0
	D	7	3	0	0
CR	E	8	2	0	0
	D	9	0	1	0
FX	E	8	2	0	0
	D	9	1	0	0

E: enamel side, D: dentin side
(p > 0.05)

透過型光電脈波法を用いたヒト歯髄血流の足浴による変動の検出

東京医科歯科大学 (TMDU) 大学院医歯学総合研究科¹ 歯髄生物学分野,² 小児歯科学/障害者歯科学分野
○Thaw Dar Oo¹, 柿野聡子², 草野雅彦¹, 池田英治¹, 宮新美智世², 興地隆史¹

Transmitted-light plethysmography detects changes in human pulpal blood flow

¹ Department of Pulp Biology and Endodontics, and ² Department of Pediatric Dentistry/Dentistry for Persons with Special Needs, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University (TMDU), Tokyo, Japan
○Thaw Dar Oo¹, Satoko KAKINO², Masahiko KUSANO¹, Hideharu IKEDA¹, Michiyo MIYASHIN², Takashi OKIJI¹

Introduction: The pulpal microcirculatory system plays a role in maintaining tissue homeostasis and in enabling a dynamic response to injury. It is significant to determine the vitality of dental pulp on the basis of pulpal microcirculation. Transmitted-light plethysmography (TLP) is an objective and non-invasive optical method that utilizes a single light-emitting diode (LED) to detect blood volume changes in the dental pulp. The aim of this experiment was to investigate any changes in pulpal blood flow of healthy human permanent teeth elicited by innocuous foot warming using TLP.

Materials and Methods: Thirty healthy permanent maxillary central incisors in 30 volunteers aged 25-35 years with no history of cardiac disease or long-term medication were examined (approved by the Ethics Committee of Faculty of Dentistry, TMDU, No.D2017-033). An individual acrylic resin cap was fitted to each experimental tooth with a photodiode and a 525-nm LED fixed through a hole made on the labial and palatal sides of each tooth cap. The transmitted light on the labial side was recorded as TLP signals, and finger photoplethysmography was simultaneously recorded⁽¹⁾. All the subjects underwent a footbath using 43°C hot water for 30 minutes. During TLP examination, body temperature, blood pressure, heart rate, and skin blood flow were monitored. The changes of values were measured every 5 minutes. Data obtained at: (a) -5 to 0 min before footbath (baseline), (b) 0 to 5 min after footbath beginning, (c) 25 to 30 min after footbath beginning, (d) 0 to 5 min after footbath, and (e) 10 to 15 min after footbath, were statistically analyzed using a repeated measures one-way ANOVA followed by Tukey post hoc test.

Results: TLP amplitudes decreased significantly after footbath beginning (a, b). They increased immediately upon removal of foot warming (d) ($P < 0.05$) and returned to levels similar to the baseline. Body temperature, heart rate and skin blood flow increased significantly during the footbath ($P < 0.05$) and showed a gradual decrease afterward. Mean arterial pressure did not change during the footbaths, but increased significantly afterward (d) ($P < 0.05$).

Discussion: The TLP signal was originated from cyclic changes of pulpal blood volume, caused by the diastole and systole of the heart. The transient decrease and increase of pulpal blood flow induced by innocuous foot warming might be affected by evoked changes in autonomic nerve activity, involving activation of both vasodilator and vasoconstrictor nerves to vessels serving the tooth through somato-sympathetic reflex. The TLP detected a slight change of pulpal blood flow caused by passive innocuous stimulus.

Conclusion: Passive innocuous circulatory stimulus by foot warming to the healthy permanent teeth caused a transient decrease in pulpal blood flow, followed by a return to baseline level. The results of the present study confirmed that TLP is a reliable method for a long-term measurement of blood volume changes in the dental pulp.

Reference

(1) Ganbold K, Kakino S, Ikeda H, Miyashin M. Human pulpal blood flow in different root formation stages measured with transmitted-light plethysmography. Arch Oral Biol. 2017;83:327-33.

唾液および血液汚染に対する新規汚染除去材の効果について(第一報)

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

○吉山 知宏, 高橋 圭, 横山 章人, 吉山 昌宏

Effect of new decontamination material on saliva and blood contamination

Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

Department of Operative Dentistry

○Tomohiro Yoshiyama, Kei Takahashi, Akihito Yokoyama, Masahiro Yoshiyama

【研究目的】

臨床の現場において、唾液および血液による被着面への汚染は接着阻害因子として知られており、CAD/CAM レジン冠を始めとした歯冠補綴物の脱離を引き起こす原因のひとつだと考えられている。先行研究により新規汚染除去材(カタナ®クリーナー、クラレノリタケデンタル)には人工唾液に対して唾液除去効果があることが明らかになっているが、ヒト唾液およびヒト血液汚染については未だ汚染除去効果が明らかになっていない。本研究では CAD/CAM レジン冠適時の汚染を想定してヒト唾液およびヒト血液汚染に対する微小引張接着強さを比較することで、新規汚染除去材の効果について検討を行った。

【材料および方法】

本研究は岡山大学臨床研究審査専門委員会において承認された研究計画(研 1908-015)に準じて行われた。接着試験には新鮮なヒト抜去健全大白歯を用い、歯冠中央部を耐水研磨紙#600 まで研磨した象牙質面を被着面とした。また被着体には CAD/CAM 用レジン材料カタナアベンシアブロックユニバーサル(クラレノリタケデンタル)を用い厚さ 6mm となるように切断し、平面を耐水研磨紙#600 で研磨し被着面とした。唾液汚染には実験ごとに採取した安静時唾液を用い 1 分間浸漬した。血液汚染には、表在静脈から注射針による穿刺により採取した静脈血を用い 1 分間浸漬した。本研究では 1) レジンブロック汚染なし(コントロール群)、2) レジンブロックを汚染後乾燥、3) レジンブロックを汚染後水洗乾燥、4) レジンブロックを汚染後イボクリン(Ivoclar Vivadent)で処理、5) レジンブロックを汚染後マルチエッチャント(YAMAKIN)で処理、6) レジンブロックを汚染後カタナ®クリーナー処理した唾液および血液汚染を各 6 群に分け、合着用セメントには接着性レジンセメントであるバナビア V5(クラレノリタケデンタル)をメーカー指示通りに用いた。作製した試料体は 24 時間 37°C で水中浸漬後切断しマイクロテンサイル法による引張接着試験を行った。卓上万能試験機(EZ Test, Shimadzu)を用いてクロスヘッドスピード 1.0mm/min の条件下で微小引張試験を行った。試料数を各 10 個とし、得られた結果は one-way ANOVA と Tukey's test を用いて有意水準 5% にて統計処理を行った。

【結果および考察】

引張接着試験の結果を以下に示す。1) コントロール群 30.14±3.25(MPa)、2) 唾液 6.32±2.65(MPa) 血液 7.13±2.44(MPa)、3) 唾液 12.90±5.00(MPa) 血液 10.26±5.72(MPa)、4) 唾液 22.86±3.61(MPa) 血液 19.77±4.31(MPa)、5) 唾液 19.00±3.81(MPa) 血液 15.85±2.31(MPa)、6) 唾液 25.36±4.41(MPa)、血液 22.29±3.56(MPa)。CAD/CAM レジンブロックに対してヒト唾液およびヒト血液汚染により接着強さは有意に低下した。CAD/CAM レジンブロックに対するヒト唾液汚染後、各汚染除去材(イボクリン、マルチエッチャント、カタナ®クリーナー)を用いることで接着強さは回復したが、カタナ®クリーナーで処理した群のみがコントロール群と同等の接着強さまで回復した。ヒト血液汚染では、各汚染除去材ともコントロール群と同等の接着強さまででは回復しなかったが、カタナ®クリーナーで処理した群は他の汚染除去材で処理した群と比較して最も高い接着強さを示した。これはカタナ®クリーナーは CAD/CAM レジンブロックのヒト唾液およびヒト血液汚染に対して、MDP 塩の界面活性効果により他の材料よりも高いタンパク質除去効果が認められたものと考えられる。今後はさらに走査型電子顕微鏡(SEM)による接着界面の観察ならびに X 線光電子分析法(XPS)による分析によりタンパク質除去効果を確認する必要がある。

【結論】

新規汚染除去材(カタナ®クリーナー、クラレノリタケデンタル)はヒト唾液およびヒト血液汚染された CAD/CAM 用ハイブリッドレジンブロックに対して高い汚染除去効果があることが示された。

ヒト血漿汚染被着面に対する汚染除去材の効果：接着強さからの検討

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⁾, 武田宏明²⁾, 鳥井康弘²⁾, 松本卓也¹⁾

Effect of shear bond strength to ceramics contaminated with human plasma of self-adhesive resin cement on various cleaning procedures

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

²⁾ Department of General Dentistry,

○Masao IRIE¹⁾, Masahiro OKADA¹⁾, Hiroaki TAKETA²⁾, Yasuhiro TORII²⁾, Takuya MATSUMOTO¹⁾

【 緒言 】

近年、審美修復材料は従来の陶材に代わるべく、CAD/CAM の導入に伴い種々のセラミックス修復材料が登場して、その接着、維持の重要性はますます高まり、被着面汚染はより重要な問題である。そこで、今回は汚染除去材の効果も、ヒト血漿で汚染された被着面に対する接着強さから検討したので報告する。

【 材料と方法 】

下記の Table に、ヒト血漿に使用した除去材とその手順を示した。今回は被着面として最近のジルコニア セラミックス (KATANA Zirconia HT: Kuraray Noritake Dental), 合着用セメントとして Self-adhesive resin cement (SA Luting Multi, Kuraray Noritake Dental) を使用した。方法は、ISO の接着強さの測定指針 (ISO/TR 11405) を参考にして行なった。ジルコニア セラミックスをトリミングして被着面 (直径約 5 mm, 厚さ約 2 mm) を確保した。それぞれの被着面を、# 320 の耐水研磨紙で最終研磨後、サンドブラスト (粒子径 50 μm のアルミナを 0.3 MPa, 10 秒間) で処理し、蒸留水で水洗, エアーで十分に乾燥させた。その後、下記の Table に示すようにヒト血漿を塗布, エアーで乾燥後、それぞれの汚染除去材で除去して、テフロンモールド (内径 3.6 mm, 深さ 2.0 mm) を固定、このモールド内にセメントを用いてステンレスロッド (被着面は粒子径 50 μm のアルミナを 10 秒間噴射のサンドブラスト処理後, Alloy Primer, Kuraray Noritake Dental で被着面を処理) を接着させた。光照射 (20×2 秒間) して硬化させ、1 日間 37°C 蒸留水中浸漬後、せん断接着強さを測定した。

【 結果と考察 】

下記の Table に 1 日後の接着強さを示す。KATANA Zirconia HT に対して汚染されない場合は 36 MPa を示し、これを基準 (Base) とした。KATANA Cleaner や Ivoclean で処理することにより、Base と比較しても有意に低下しなかった。両者で処理することにより最低 20MPa の接着強さを発揮し、安定した接着強さを示すことがわかった。ZirClean や K-enchant GEL 処理では Base と比較すると有意に低下した。以前からセラミックスの汚染除去には、リン酸処理が推奨されていたが、本結果から KATANA Cleaner や Ivoclean 処理の方がより効果的であることがわかる。破断面を観察すると、接着強さが高い処理ほど混合破壊の割合が高く、剥離破壊の割合が低下、こんな点からも汚染除去効果が垣間見える。

本演題内容は、本学倫理審査委員会 (研 1912-014) で承認を受けている。発表に関連しまして、開示すべき COI 関係にある企業などはありません。

Table Effect of shear bond strength to KATANA Zirconia HT contaminated with human plasma of self-adhesive resin cement on various cleaning procedures (MPa)

Cleaning procedure (Manufacturer)	Mean (S.D., n=10)	Range	Fracture mode [#]
Base	36.2 (6.3) a*	27.0 – 45.0	AF: 1, MF: 9, CF: 0
Plasma (COSMO Bio, 10 sec.) → dry	15.7(3.6) d	9.5 – 19.9	AF: 8, MF: 2, CF: 0
Plasma (10 sec.) → dry → KATANA Cleaner (10 sec., Scrubbing, Kuraray Noritake Dental) → washing → dry	30.3 (6.5) a b c	18.4 – 38.4	AF: 4, MF: 6, CF: 0
Plasma (10 sec.) → dry → Ivoclean (20 sec., Ivoclar Vivadent) → washing → dry	32.2 (2.8) a b	28.8 – 37.4	AF: 3, MF: 7, CF: 0
Plasma (10 sec.) → dry → ZirClean (20 sec., Bisco) → washing → dry	26.0 (7.2) b c	15.5 – 35.8	AF: 2, MF: 8, CF: 0
Plasma (10 sec.) → dry → K-enchant GEL (5 sec., Kuraray Noritake Dental) → washing → dry	23.6 (6.0) c	11.9 – 30.8	AF: 6, MF: 4, CF: 0

[#]: AF: Adhesive failure at the bonding site, MF: Mixed failure, CF: Cohesive failure.

*: Means with the same letters were not significantly different by Tukey test ($p > 0.05$).

自己接着型多種イオン徐放性直接覆髄材をラット歯に応用した際の歯髄反応

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

○佐藤史明¹、鈴木雅也^{1,2}、新海航一^{1,2}

Histopathologic responses of rat pulps directly capped with self-adhesive resin-based materials containing multi-ion releasing filler

¹Advanced 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

○SATO Fumiaki¹, SUZUKI Masaya^{1,2}, SHINKAI Koichi^{1,2}

【緒言】直接覆髄法の代表的な薬剤として水酸化カルシウム製剤が長年用いられてきたが、近年は様々な新規覆髄材が開発されている。なかでも、Mineral Trioxide Aggregateセメント（以下：MTA）は、臨床において高い成功率が報告されている。しかしながら、MTAは操作性（賦形性や硬化時間）が良いとは言えず、歯質接着性を持たないなどの欠点も有している。一方、松風社より6種のイオン（Na⁺、BO₃³⁻、Al³⁺、SiO₃²⁻、Sr²⁺およびF⁻）を徐放する機能性フィラー（Surface Pre-Reacted Glass-ionomer フィラー、以下：S-PRG フィラー）が開発され、コンポジットレジンをはじめとする各種歯科材料に応用されている。S-PRG フィラーから徐放されるBO₃³⁻とSr²⁺は、硬組織誘導能を有するとの報告もある。本研究の目的は、試作自己接着型多種イオン徐放性直接覆髄材（以下：SRD、松風）を応用したラット歯露髄面を病理組織学的に評価し、SRDの直接覆髄効果を明らかにすることである。なお、本研究は本学動物実験倫理審査委員会の承認を得て行った（承認番号：193）。

【材料と方法】8週齢のSD系雄性ラットを用いた。全身麻酔後に、球状ダイヤモンドポイントMI-1R（松風）を用いて上顎第一臼歯近心咬頭に楕円形の窩洞を形成した。同ポイントで露髄した後、創面を6%NaClOと3%H₂O₂の交互洗浄により止血した。滅菌生理食塩水で洗浄後、乾燥した露髄面に対して3種類の試作覆髄材（右表）で各々覆髄し、光照射を10秒間行った。対照群にはMTA（ProRoot MTA、Dentsply Maillefer）を用いた。窩洞をBeautiBond Multi（松風）で処理後、フロアブルレジン（Beautifil flow plus X、松風）を充填して、光照射を10秒間行い修復を完了した。所定期間（2週、4週）の経過観察を行った後、ラットを屠殺し、摘出した試料を4%PFA溶液で固定、10%EDTAで脱灰させ、通法に従いパラフィン連続薄切切片を作製した。H-E染色を施した試料を光学顕微鏡で観察し、歯髄組織の変化（PTD）、炎症性細胞浸潤（ICI）および修復象牙質・象牙質橋の形成（RDF）について4段階で評価した。また、グラム染色により細菌侵入（BP）を判定した。得られた結果から、各観察期間における材料間の比較にKruskal-Wallis test、各材料における観察期間の比較にMann-Whitney U testをそれぞれ用いて統計学的有意差を検定した（P<0.05）。

Experimental group	
Capping materials (n=20)	S-PRG filler loadings (wt%)
SRD-0	0
SRD-3	30
SRD-6	60
MTA (Control)	

【結果】各観察項目の成績を材料間で比較した結果、いずれの観察期間でもすべての観察項目でMTAとSRD-0、SRD-3およびSRD-6との間に有意差を認めた（P<0.01）。各覆髄材において2週と4週を比較した結果、どの覆髄材も有意差を認めなかった（P>0.05）。また、すべての試料においてBPは観察されなかった。RDFの観察では、SRD-0は覆髄面直下に薄い硬組織形成を、SRD-3とSRD-6は覆髄面より若干離れた位置から歯髄内側に向かう厚い硬組織形成を認めた。一方、MTAは覆髄面直下に明瞭な完全象牙質橋の形成を認めた。

【考察】S-PRGフィラーを30wt%、60wt%含有するSRDは、覆髄面直下ではなく覆髄面から若干離れた歯髄内に厚い硬組織を形成したが、この硬組織は緻密ではなく、歯髄細胞を内包している箇所が散在していた。これは、SRDから徐放されたBO₃³⁻やSr²⁺が露髄面直下の歯髄に浸透し、硬組織形成を誘導したものと考えられる。しかし、SRDによる露髄面の閉鎖は、MTAが示したような良質な象牙質橋によるものではないため、今後のさらなる検討が必要である。

【結論】直接覆髄に応用した各SRDの歯髄反応は、すべての観察期間において、いずれもMTAより劣っていた。

各種バイオセラミック系覆髄材のアパタイト析出能に関する研究

1)新潟大学 医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 う蝕学分野

2)新潟大学 医歯学総合研究科 口腔生命福祉学専攻 口腔保健学分野

○枝並直樹¹, イブンバラル ラジサイフラー¹, 白柏麻里¹, 吉羽邦彦², 大倉直人¹, 吉羽永子¹,
遠間愛子¹, 竹内亮祐¹, 野杵由一郎¹

Comparison of apatite forming ability of various bio-ceramic based pulp capping materials

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

2)Division of Oral Science for Health Promotion, Department of Oral Health and Welfare, Niigata
University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○EDANAMI Naoki¹, Ibn Belal Razi Saifullah¹, YOSHIBA Kunihiko², OHKURA Naoto¹, YOSHIBA Nagako¹,
TOHMA Aiko¹, TAKEUCHI Ryosuke¹ and NOIRI Yuichiro¹

【緒言】

近年、ProRoot MTA を皮切りに多数のバイオセラミック系覆髄材が開発・発売されている。これら覆髄材は、生体内において材料表層にアパタイトを析出させ、封鎖性および硬組織誘導能を発揮する点で臨床的有用性が高い。従って、各覆髄材のアパタイト析出能、およびアパタイト析出能に関連するカルシウムイオン(Ca²⁺)・水酸化イオン(OH⁻)放出能の高低は、各覆髄材の優劣に直結しうる重要な特性である。本研究は 8 種類のバイオセラミック系覆髄材について、アパタイト析出能および Ca²⁺・OH⁻放出能を評価し、その高低を相互比較可能にすることを目指した。

【方法】

・試料作製

一端をガッタパーチャで封鎖した内径 2mm 長さ 5mm の PTFE チューブに以下のバイオセラミック系覆髄材を充填した。

ProRoot MTA (PR), TMR-MTA セメント ミエール (TMR), EndoSequence RRM シリンジタイプ (ES-S), EndoSequence RRM パテタイプ (ES-P), well pulp ST (WP-S), well pulp PT (WP-P), セラカル LC (TH), スーパー MTA ベースト (SP)。

セラカル LC はチューブに充填後、蒸留水中に浸漬した状態で光照射を行い、硬化させた。その他のセメントはチューブに充填後、すぐに以下の実験に供した。

・Ca²⁺・OH⁻放出能

各覆髄材を蒸留水に 24 時間浸漬し、浸漬液の Ca²⁺含有量と pH をカルシウムイオンメーターと pH メーターを用いて計測した。

・アパタイト析出能

各覆髄材を simulated body fluid (SBF) に 7 日間浸漬した。その後、走査型電子顕微鏡によりセメント表層の構造を観察すると共に、波長分散型 X 線分析によりセメント表層の元素構成を解析した。

【結果】

覆髄材浸漬液中の Ca²⁺含有量は ES-S>ES-P>SP>PR>TMR>WP-S>TH>WP-P の順で多かった。覆髄材浸漬液の pH は ES-S>PR>ES-P>TMR>WP-S>WP-P>TH>SP の順で高かった。SBF 浸漬後には、すべての覆髄材表層で球晶状のアパタイト様構造が認められた。SBF 浸漬後の覆髄材表層はアパタイトの主成分であるカルシウム、リン、酸素、炭素原子によって、その大部分が構成されていた。

【結論】

各種バイオセラミック系覆髄材間で Ca²⁺・OH⁻放出能は異なっていたが、そのすべてが本実験条件下ではアパタイトを析出させた。今後はアパタイト析出能に関して、より短期間での比較や、よりアパタイトの析出が困難な条件下での比較が必要である。

フェルールのない歯に新規中空ファイバーポストを用いた支台築造の検討

¹九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野

²Department of Biomaterials Science and Turku Clinical Biomaterial Centre,
TCBC, Institute of Dentistry, University of Turku, Finland

○吉居慎二¹, Lassila Lippo², Vallittu Pekka², 北村知昭¹

Study of Core Construction Using New Sleeve Fiber for Non-Ferrule Teeth

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

²Department of Biomaterials Science and Turku Clinical Biomaterial Centre,
TCBC, Institute of Dentistry, University of Turku, Finland

○YOSHII Shinji¹, Lassila Lippo², Vallittu Pekka², KITAMURA Chiaki¹

【目的】近年、ファイバーポストを併用した支台築造システムが多用されているが、その適応範囲はフェルールが存在する歯に限られている。しかしながら、臨床においてフェルールとなる歯肉縁上歯質の存在しない歯の保存治療を行うことは少なくない。今回、フェルールが存在せず帯冠効果の得られない歯に応用可能な支台築造システムの開発を目的として、新規ファイバーポストを試作し、フェルールのない抜去歯に対して築造後に加重試験を行い破壊強度と破壊様式を観察することでその有用性を検討した。

【方法】本研究はフィンランド トゥルク大学倫理規定に則り実施した。ファイバーポストはGC ファイバーポスト (GC Europe), i-TFC ファイバーポストおよびスリーブ (i-TFC) (Sun Medical), およびE グラスを平織して作成した布をスリーブ状に巻き Bis-GMA / TEGDMA に浸漬・硬化させ作成した新規中空ファイバーポスト (NS) の3種類を用いた。まず各ファイバーポストの物性を評価するため万能試験機を使用して3点曲げ試験により弾性率・最大応力を測定した。次にヒト抜去歯 (上顎前歯) に応用した各支台築造システムの破壊強度と破壊様式を観察した。30本の抜去歯歯冠部をダイヤモンドディスクでカットし歯根長を15mmに調整した。手用ファイルで#60まで根管拡大を行い、EDTA・次亜塩素酸・生理食塩水にて洗浄、ペーパーポイントで乾燥後に側方加圧根管充填を行った。その後、深さ10mm、歯根象牙質の厚さが歯冠側で1mmとなるようフレア状にポスト孔を形成した抜去歯試料を調整した。試料を10本ずつ3つのグループ (GC群, i-TFC群, NS群) に分け各ファイバーポストを用いて支台築造を行った。GC群ではポスト窩に Gradia core (GC Europe) を充填後、ファイバーポストを挿入し照射を行った。i-TFC群ではスリーブ内にコアレジンプロー (Sun Medical) を満たした後ファイバーポストを挿入した複合体をコアレジンプローを充填したポスト窩に挿入し照射を行った。NS群ではファイバーポスト内を Gradia Core で充填し、同じく Gradia core を充填した窩洞内に挿入し照射を行った。築造した各試料に対し、ポスト全長13mm、歯冠長5mmとなるよう支台歯形成およびコンポジットレジン (G-aenial, GC Europe) 直接修復による歯冠作製を行った。各試料は歯根13mmをアクリルレジンに包埋し固定し24時間室温保存した。万能試験機に各試料を装着し、破壊が発生するまで歯軸に対して45度の角度で口蓋側から歯冠切縁に対し加重試験を行い歯根の破壊様式を観察した。破折の起こった荷重平均は一元配置分散分析および Tukey HSD テストで検定を行った ($p = 0.05$)。

【結果】3点曲げ試験においてGCでは弾性率は27.2GPa、最大曲げ応力は1.1GPaであった。i-TFCはそれぞれ6.9GPa・0.2GPa、NSでは6.6GPa・0.4GPaを示した。築造した抜去歯に対する加重試験では、破壊強度はGC群で333N、i-TFC群で365Nであったのに対し、NS群では551Nと他群と比較して有意に高い破壊強度を示した ($p < 0.05$)。破壊様式はGC群で5例、i-TFC群で2例、NS群で1例の歯根破折を認め、他の試料はすべて歯冠部で破折していた。

【考察】3点曲げ試験においてGCは他のファイバーポストに比べ約4倍の弾性率を示し、最大曲げ応力も最も高かったが、加重試験での破壊強度は低く再修復が不可能な歯根破折を多く認めた。i-TFC群では破壊強度は低かったが再修復可能な破壊様式がほとんどであった。これに対しNS群は加重試験において他のグループに比べ有意に高い破壊強度を示し歯根破折も最も少なかった。以上の結果は、NSがフェルールのない条件に耐えうる適度な弾性と曲げ応力を有していることを示唆している。

【結論】新規中空ファイバーポストはフェルールのない歯の支台築造材料として有用である。

新規 Bioactive glass 配合直接覆髄材の *in vivo* 評価

九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野

○諸富孝彦, 村田一将, 鷲尾絢子, 北村知昭

in vivo Evaluation of the Newly Developed Bioactive Glass-based Direct Pulp Capping Agent

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

○MOROTOMI Takahiko, MURATA Kazumasa, WASHIO Ayako, KITAMURA Chiaki

【目的】

直接覆髄材には優れた封鎖性, 生体適合性, 操作性, そして修復象牙質形成誘導能等の多岐にわたる性質が求められる。これまでに我々は, 企業との共同研究で開発した Bioactive glass 配合根管充填用シーラーであるニシカキナルシーラーBG (CS-BG: 日本歯科薬品) が直接覆髄材としても有用であることを *in vitro* および *in vivo* 実験で明らかにしてきた。しかしながら, CS-BG の硬化時間は 27 分間 (JIS T 6610: 2013) を要することから, 実際の臨床で覆髄材として応用するには硬化時間の短縮が必要となる。最近我々は, CS-BG に添加し粘稠性や硬化速度を任意に変化させることが可能な Bioactive glass 配合粉末 (開発コード: NSY-224) を開発した。今回, CS-BG に任意の割合で NSY-224 を添加した新規 Bioactive glass 配合セメント (CS-BG+NSY-224) の操作性と, 直接覆髄に用いた後の歯髄反応を評価した。

【材料と方法】

本研究は九州歯科大学動物倫理委員会の承認を得て行われた (実験承認番号: 18-031)。9 週齢雄性 Wistar 系ラットの上顎第一臼歯歯冠近心面に規格窩洞形成器を用いて窩洞を形成し, K-file (#15) にて窩洞中心部を点状露髄させ, 10% NaClO, 3% H₂O₂ および滅菌生理食塩水で窩洞を洗浄した。その後, CS-BG の重量に対して NSY-224 を 10, 20, 30 wt% の割合で練和した新規セメント (CS-BG+NSY-224) で覆髄し, Super-Bond C&B (サンメディカル) にて封鎖した。比較群には NSY-224 を添加しない CS-BG 単体とプロルート MTA (デンツプライシロナ) を直接覆髄材として用いた。処置 2 週間後, 全身麻酔下にて 4% パラフォルムアルデヒド/PBS による灌流固定を行い, 組織を摘出した。Morse 法による脱灰後, 通法に従ってパラフィン包埋を行い 5 μm 厚の連続切片を作成した。切片はヘマトキシリン-エオジン染色を施し, 露髄部周囲の炎症性細胞の浸潤状態や修復象牙質の形成状態を病理組織学的に評価した。また, 画像解析ソフトウェア Image J を用いて修復象牙質の形成範囲を半定量的に解析した。

【結果】

〈操作性〉 新規セメント (CS-BG+NSY-224) の操作性は, 10 wt% の NSY-224 添加では CS-BG 単体と殆ど差がなく, 20 wt% の NSY-224 添加では流動性が僅かに低下したが既存の直接覆髄材の操作性と同程度であった。30 wt% の NSY-224 添加では粘度の上昇が明確となり無圧的かつ死腔が生じないよう露髄面を封鎖するのがやや困難になった。

〈組織所見〉 覆髄処置 2 週間後では, 全ての群で露髄面を完全に覆う修復象牙質の形成と, 修復象牙質に沿って配列した象牙芽細胞類似細胞を認めた。また, 炎症性細胞の浸潤は殆ど認められなかった。修復象牙質形成範囲の半定量的解析では, 全ての群間で差はなかった。

【考察】

CS-BG に NSY-224 を加えた新規セメント (CS-BG+NSY-224) の直接覆髄材としての効果を評価した結果, 練和する NSY-224 の量を適切な比率にすることで臨床問題のない操作性と硬化時間が得られること, いずれの新規セメント (CS-BG+NSY-224) も CS-BG と同様に MTA に劣らない硬組織形成誘導能を有することが示された。以上の結果は, 新規セメント (CS-BG+NSY-224) は覆髄材として良好な性質を有することを示唆している。

【結論】

新しく開発した Bioactive glass 配合セメントは, 直接覆髄用バイオマテリアルとして有用である。

新規 Bioactive glass 配合逆根管充填材の *in vitro*における物理化学的特性と生体親和性の評価

九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野

○村田一将, 鷲尾絢子, 諸富孝彦, 北村知昭

In vitro Evaluation of Physicochemical Properties and Biocompatibility of Newly Developed Bioactive Glass-based Retrofilling Material

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

○MURATA Kazumasa, WASHIO Ayako, MOROTOMI Takahiko, KITAMURA Chiaki

【目的】

歯根尖切除法は、歯根嚢胞摘出と歯根尖部の切除・搔爬により歯を保存し機能させる外科的歯内療法の一つであり、同時に逆根管充填を行うことで治療の成功率は上昇する。近年、MTA (Mineral Trioxide Aggregate) や tricalcium silicate 系セメントを逆根管充填材として応用することによる優秀な臨床成績が数多く報告されており、それを裏付けるための基礎研究が進められている。一方で、操作性の問題や長い硬化時間、硬化時に十分な水分を必要とするなど、MTA や tricalcium silicate 系セメントには臨床上の課題もある。これまでに我々は、企業との共同研究において根管用シーラーであるニシカキャナルシーラーBG (以下、CS-BG, 日本歯科薬品) を開発した。本シーラーは操作性が良く物理化学的に安定しており、生体親和性が非常に高く、硬化シーラー表面にヒドロキシapatite が析出し象牙質と結合することで高い封鎖性を示す。最近我々は、CS-BG の良好な特性を逆根管充填材へ応用することを目的に、CS-BG に配合することで充填物の粘稠性・硬化速度を変化させることのできる Bioactive glass 配合粉末 (開発コード: NSY-224) を開発した。今回、CS-BG に任意の割合で NSY-224 を練和した新規 Bioactive glass 配合セメント (CS-BG+NSY-224) の物理化学的特性および生体親和性を評価した。

【材料と方法】

〈物理化学的特性の評価〉ペーストである CS-BG の重量に対して NSY-224 を 0, 20, 40, および 60 wt% の割合で練和し CS-BG+NSY-224 を作製した。各練和物の物理化学的特性について、表面性状, pH 変化, 耐 wash out, および JIS T 6522:2015 に基づいてちよう度, 硬化時間, 溶解率 (崩壊性), X線造影性を検討した。

〈生体親和性の評価〉ヒトセメント芽細胞 (HCEMs, 広島大学 高田 隆 教授 (現徳山大学学長) より供与) を Transwell の下層 well に播種・培養後、各練和物を充填した insert を挿入した。共培養後、トリパンブルー染色により細胞生存に対する影響を、ALP 染色, およびアリザリンレッド S 染色により細胞分化に対する影響を評価した。比較対照として逆根管充填材として実績のある White ProRoot® MTA (以下, MTA, DENTSPLY Tulsa Dental) および SuperEBA® (以下, Super EBA, Bosworth) を用いた。

【結果】

〈物理化学的特性〉CS-BG+NSY-224 の各練和物表面に網状の結晶構造が析出しているのが観察された。pH 変化の測定では、精製水への各練和物浸漬直後はいずれも pH10~10.5 を示し、浸漬後 7 日目以降は pH11 で安定した。浸漬期間を通して各練和物の崩壊はなかった。また、CS-BG ペーストに対する NSY-224 の割合が多いほど練和物のちよう度は低下し、硬化時間は短くなり、X線造影性は低下した。一方、溶解率は各練和物間で差はなかった。

〈生体親和性〉トリパンブルー染色, ALP 染色, およびアリザリンレッド S 染色において、CS-BG ペーストに対する NSY-224 の割合による有意な差は認められず、いずれの練和物も未刺激の control と同程度であった。一方、細胞生存数を MTA および Super EBA と比較したところ、CS-BG+NSY-224 では有意に高値を示した。

【考察】

今回、CS-BG ペーストに NSY-224 を加えた CS-BG+NSY-224 を評価した。その結果、CS-BG+NSY-224 は CS-BG の基本的性質を維持していること、セメント芽細胞様細胞の生存および分化を阻害せず、既存材料と比較しても生体親和性に優れることが明らかになった。以上より CS-BG+NSY-224 は逆根管充填剤として適切な物理化学的特性および生体親和性を有することが示唆された。

【結論】

新しく開発した Bioactive glass 配合セメントは、逆根管充填用バイオマテリアルとして有用である。

根管深部における根管充填用シーラーと築造用コンポジットレジンとの界面に関する研究

九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野

○三浦弘喜, 吉居慎二, 藤元政考, 鷺尾絢子, 諸富孝彦, 北村知昭

Study of the Interface between the Root Canal Sealer and the Composite Resin for Construction in the Deep Area of the Root Canal

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

○MIURA Hiroki, YOSHII Shinji, FUJIMOTO Masataka, WASHIO Ayako, MOROTOMI Takahiko, KITAMURA Chiaki

【目的】

近年多用されているファイバーポストと築造用コンポジットレジン（築造用レジン）による支台築造システムの根管深部における築造用レジンの重合にファイバーポストの構造が影響するという報告がある。また、支台築造後の根管深部における築造用レジンと根管充填材との関係は十分に解明されていない。築造用レジンの重合状態と根管充填材との接着は根管の封鎖性や材料の一体化を維持する上で重要である。本研究では、ファイバーポストの構造が支台築造後の封鎖性に与える影響を明らかにすることを最終目的として、ファイバーポストの光透過性、および規格根管ポストモデルにおける築造用レジンと根管充填用シーラー（根管用シーラー）との接着状態を検討した。

【材料と方法】

ファイバーポストは i-TFC ルミナスファイバー (Sun Medical), GC ファイバーポスト (GC), FibreKor Post (PENTRON) を、築造用レジンに光重合型の i-TFC ルミナスコア LC フロー (Sun Medical), デュアルキュア型の GC ユニフィルコア EM (GC), Build-It FR (PENTRON) を用いた。ファイバーポストの光透過性は 18 mm に切断した各ファイバーポスト歯冠側直上から光照射器 (Radii Plus, SDI) にて光照射を行いファイバーポスト根尖側先端の光透過量 (単位: counts) をマルチチャンネル分光器 (FLAME-S-XR1-ES, Ocean Optics) を用いて測定した。次に築造用レジンと根管用シーラーとの接着状態を評価した。根管用シーラーは、バイオセラミックス系シーラーのニシカキャナルシーラー-BG (CS-BG, 日本歯科薬品), レジン系シーラーの Meta Seal soft (Sun Medical), ユージノール系シーラーのニシカキャナルシーラー-E-N (CS-E-N, 日本歯科薬品) を使用した。ディスク状のモールド内で硬化させた根管用シーラーの上に規格根管ポストモデルを配置し各種築造用レジンで充填した。周囲から光が届かないように遮光した上で根管内に各ファイバーポストを挿入後直上より 20 sec 光照射し, 1 週間保留した後, 万能試験機 (AGS-H, Shimadzu Corp) を用いてクロスヘッドスピード 1.0 mm/min にてせん断接着強さを測定した。得られた結果は一元配置分散分析により統計処理をおこなった ($p < 0.05$)。その後, 接着界面を実体顕微鏡にて観察した。

【結果】

ファイバーポスト根尖側先端における光透過量は, i-TFC ルミナスファイバーが他に比べ有意に高い数値 (62331 counts) を示し, FibreKor Post は光透過性がほとんどなかった (400 counts)。

築造用レジンと根管用シーラーとの接着は, せん断接着強さの測定ではどの築造システムも Meta Seal soft と CS-BG には接着しており Meta Seal soft 群で有意に高い接着力を示した。CS-E-N にはどの築造システムも接着していなかった。接着断面の観察では, Meta seal soft 群と CS-BG 群は全ての支台築造システムとの間で凝集破壊が認められた。

【考察】

規格根管ポストモデルを用いた本研究において, 光透過性の高いファイバーポストと組み合わせた光重合型コンポジットレジンにデュアルキュア型コンポジットレジンと同等の根管用シーラーに対する接着強さを持つこと, ファイバーポスト先端部の築造用レジンにバイオセラミックス系シーラーおよびレジン系シーラーと接着するがユージノール系シーラーとは接着しないことが示された。以上の結果は, 支台築造システムおよび根管充填に用いる根管用シーラーの種類は, その界面における封鎖性や一体化に影響することを示唆している。

【結論】

支台築造用ファイバーポストの構造と築造用レジンの重合様式, および根管充填に用いる根管用シーラーの種類は, 支台築造システムと根管充填材との界面における接着に影響する。

試作メタクリル酸エステル系根管充填シーラーの根管象牙質に対する接着性および封鎖性

大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)¹,
大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座 (歯科理工学教室)²,
○北川蘭奈¹、北川晴朗²、林 美加子¹、今里 聡²

Bonding and sealing abilities of experimental methacrylate ester-based root canal sealers

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

²Department of Biomaterials Science, Osaka University Graduate School of Dentistry

○KITAGAWA Ranna¹, KITAGAWA Haruaki², HAYASHI Mikako¹, IMAZATO Satoshi²

【研究目的】

メタクリル酸エステル系根管充填シーラーであるメタシール Soft (サンメディカル) は、HEMA や接着性モノマー 4-META を含有するため、根管象牙質に対する接着性が期待できる材料である。現在、粉液タイプのもので市販されているが、さらなる操作性の向上を目的として、メタシール Soft と同様の組成からなるペーストタイプのシーラーが試作された。本研究では、この試作シーラーの根管象牙質に対する接着性および根管封鎖性を市販型のメタシール Soft と比較した。

【材料および方法】

本研究では、大阪大学大学院歯学研究科倫理審査委員会の承認 (No. H25-E23-1) のもとに得られたヒト抜去単根管歯を使用した。

1. 微小引張接着強さ (MTBS) の測定: 歯根を歯軸に平行に切断した後、根管内側および外側面を研磨して厚さ約 1 mm の象牙質片を作製した。根管内側面を次亜塩素酸ナトリウム (NaOCl) 溶液と EDTA 溶液を用いて洗浄し、乾燥後、メタシール Soft (MSS) または試作シーラー (MSSP-ZS) を圧接して 37°C の湿潤下で 24 時間保管した。その後、シーラーの厚みが 100~200 μm となるように研磨し、スーパーボンド C&B (サンメディカル) を用いて象牙質面およびシーラー面にアクリルブロックを固定した。試料を接着界面と垂直に厚さ 0.7 mm となるように切断した後、接着面積が 1.0 mm² となるように短冊型試料を作製し、万能試験機を用いてクロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件で引張試験を行った。コントロールとして、歯質結合性を有することが報告されているバイオセラミックス系のキャナルシーラー BG (BG; 日本歯科薬品) を使用した。
2. 接着界面の観察: 根尖から 5 mm の位置で抜去歯を切断し、根管を 70 号まで形成後、NaOCl 溶液と EDTA 溶液を用いて超音波洗浄した。ペーパーポイントを用いて根管を乾燥した後、各シーラーとガッタパーチャポイントを用いて根管充填を行った。歯根を歯軸に平行に切断した後、切断面を 6 mol/L 塩酸と 1% NaOCl 溶液で処理し、走査型電子顕微鏡にて観察した。
3. 色素漏洩試験: 上記と同様にして根管充填を行った後、歯根上部にメチレンブルー溶液を注入したガラス管を取り付け、根尖部が蒸留水に浸るように試料を固定して 37°C の湿潤下で保管した。4 週間後、根管を通過した色素を含む溶液の吸光度を測定し、色素漏洩量を算出した。

【結果および結論】

MTBS 測定の結果、BG 群では引張試験前の試料の脱落により接着強さを測定できなかったのに対して、MSS および MSSP-ZS 群は、それぞれ 11.2 \pm 2.4 MPa、14.1 \pm 2.0 MPa の接着強さを示し、両シーラーの接着強さに有意差は認められなかった ($p > 0.05$, Student's *t*-test)。MSS、MSSP-ZS のいずれにおいても、根管象牙質とシーラーの接着界面には樹脂含浸層と明瞭なレジクタグの形成が観察された。また、両シーラーとも 4 週間保管後まで色素の漏洩は認められなかった。

以上より、試作のペーストタイプのメタクリル酸エステル系根管充填シーラーは、粉液タイプの市販型と同様に根管象牙質に対して接着性を有し、良好な根管封鎖性を発揮することが明らかとなった。

本研究の一部は科学研究費補助金 (17K17128) の補助の下に行われた。

Bioactive Glass 配合根管充填シーラーの生体親和性評価

1 北海道大学大学院歯学研究院 歯周・歯内療法学教室, 2 北海道大学病院 口腔総合治療部

○吉野友都¹, 宮治裕史¹, 金本佑生実¹, 浜本朝子¹, 西田絵利香¹, 加藤昭人¹, 菅谷 勉¹, 田中佐織^{1,2}

Biocompatible assessments of root canal sealer containing bioactive glass

Department of Periodontology and Endodontology, Hokkaido University Faculty of Dental Medicine

○YOSHINO Yuto¹, MIYAJI Hirofumi¹, NISHIDA Erika¹, KANEMOTO Yukimi¹, HAMAMOTO Asako¹,

KATO Akihito¹, SUGAYA Tsutomu¹, TANAKA Saori^{1,2}.

【研究目的】

根管充填シーラーは、根管充填時から長期的に根尖部歯周組織に接触するため、優れた生体親和性を有することが望ましい。近年、Bioactive Glass を配合した根管充填シーラーとして、ニシカチャンネルシーラーBG が上市された。ニシカチャンネルシーラーBG はラット皮下埋植において、酸化亜鉛およびユージノール配合の根管充填シーラーに比較して炎症性細胞浸潤が軽度であることが報告されている。そこで本研究ではラット背部皮下埋植試験により、ニシカチャンネルシーラーBG と、同じく類似したバイオセラミックスの一種としてケイ酸カルシウムを主成分とする EndoSequence BC Sealer の炎症性細胞浸潤の程度について比較し、生体親和性を評価した。

【材料と方法】

被験根管充填シーラーとして、ニシカチャンネルシーラーBG (BG, 日本歯科薬品), EndoSequence BC Sealer (ES, Brasseler), またコントロールとして、酸化亜鉛とユージノールを主成分とするニシカチャンネルシーラーE-N (NC, 日本歯科薬品), 酸化亜鉛を主成分としユージノールを含まないニシカチャンネルシーラーN (NCN, 日本歯科薬品) の4種類を用いた。各シーラーをシリコンチューブ ($\phi 7\text{mm} \times 3\text{mm}$) に填入後、 37°C , 100%湿度で3日間静置し、硬化したものを試料とした。ラット背部皮下に各試料を埋植し、術後10日、35日目に試料と周囲組織を取り出し、マクロファージのマーカーであるCD68免疫染色を行い、ソフトウェアにて発現強度を測定した (N=3)。また10日、35日の試料周囲の炎症性細胞浸潤の程度についてHE染色後に光学顕微鏡で観察し、0:なし, 1:軽度, 2:中等度, 3:重度で数値化して評価した (N=6)。なお動物実験は国立大学法人北海道大学動物実験に関する規程に従って行った (承認番号第13-122号)。

【結果と考察】

BG, ES, NC, NCN の10日および35日のCD68蛍光強度は、 2.8 ± 0.3 , 1.9 ± 0.4 , 6.4 ± 0.5 , 6.6 ± 0.9 , および 0.3 ± 0.3 , 0.5 ± 0.3 , 3.5 ± 0.4 , 1.8 ± 0.6 であり、BG, ES の発現強度は同程度で有意差を認めず、NC, NCN に比較して有意に低い値を示した。一方、HE染色試料の観察において、BG, ES, NC, NCN の10日および35日の炎症性細胞浸潤のスコアは、1.7, 1.5, 2.6, 2.7, および1.4, 1.5, 2.2, 2.3 であり、4群間に有意差を認め、BG, ES はNC, NCN に比較して低い値であった。以上より、BG とES は炎症細胞浸潤が同程度でありNC, NCN に比較して軽度であることが示された。過去の報告によると、BG とES は配合される生体活性ガラスあるいはケイ酸カルシウムの特性により、表面に硬組織に類似のリン酸カルシウム塩が形成されることが明らかになっており、本実験でも良好な生体適合性を示したと考えられた。

【結論】

BG とES の生体親和性はNC, NCN に比較して良好であることが示唆された。