

Hyaluronic Acid Promotes the Differentiation of Human Neural Crest-like Cells into Periodontal Ligament Stem-like Cells

¹九州大学大学院歯学研究院 歯科保存学研究分野, ²九州大学病院 歯内治療科,
³九州大学大学院歯学研究院 DDR 研究センター, ⁴九州大学大学院歯学研究院 OBT 研究センター
○Manas Alhasan¹, 友清 淳^{2,3}, 小野 太雅¹, 一法師 啓太¹, 山下 梢¹, 濱野 さゆり^{1,4}, 長谷川 大学²,
杉井 英樹², 前田 英史^{1,2}

Hyaluronic Acid Promotes the Differentiation of Human Neural Crest-like Cells into Periodontal Ligament Stem-like Cells

¹Department of Endodontics and Operative Dentistry, Faculty of Dental Science, Kyushu University,

²Department of Endodontics, Kyushu University Hospital,

³DDR Research Center, Faculty of Dental Science, Kyushu University,

⁴OBT Research Center, Faculty of Dental Science, Kyushu University

○Manas Alhasan¹, Atushi Tomokiyo^{2,3}, Taiga Ono¹, Keita Ippoushi¹, Kozue Yamashita¹,
Sayuri Hamano^{1,4}, Daigaku Hasegawa², Hideki Sugii², Hidefumi Maeda^{1,2}

【Objective】 We previously induced iPSCs into neural crest-like cells (iPSCs-NC) and then into periodontal ligament stem cell (PDLSC)-like cells (iPSCs-PDLSCs). We have been trying to develop an efficient method to promote the differentiation of iPSCs-NC into iPSCs-PDLSCs. This study investigates the effect of hyaluronic acid (HA) on the differentiation of a neural crest-like cell line into PDLSCs.

【Materials and Methods】 **1) Expression of CD44 protein and HA-related genes in a neural crest-like cell line after induction to PDLSCs.** We previously demonstrated the development of PDLSC-like cells from a neural crest-like cell line (SK-N-SH) (Alhasan M Anas et al. The 154th Meeting of Japanese Society of Conservative Dentistry). The expression of CD44 protein in SK-N-SH cells and SK-N-SH cell-derived PDLSCs (SK-PDLSCs) was investigated by flow cytometric analysis. Their hyaluronic acid (HA)-related gene expression was also analyzed by real-time RT-PCR. **2) Differentiation of SK-N-SH cells into SK-PDLSCs with initial stimulation of hyaluronic acid.** SK-N-SH cells (1×10^4 cells) were seeded on 24 well plates coated with human periodontal ligament cell-derived extracellular matrix (PDL-ECM). The cells were cultured in the medium (α -MEM containing 10% fetal bovine serum; CM) with or without 2.0 mg/mL 8×10^5 Da hyaluronic acid (HA; Kikkoman) was added to each well. After 2 days of incubation, the medium was changed to CM. CM was changed every 2 days. After 2 weeks of incubation, their PDL-related gene expression was investigated by real-time RT-PCR. **3) Differentiation of CD44-downregulated SK-N-SH cells into SK-PDLSCs.** SK-N-SH cells were reverse transfected with siRNA targeting *CD44* (Dharmacon) and seeded on 24 well plates coated with PDL-ECM. After 2 weeks of culture in CM, PDL-related marker gene expression was investigated by real-time RT-PCR. **4) Differentiation of SK-N-SH cells into SK-PDLSCs in the presence of HA-grafted membranes.** The polycaprolactone (PCL) nanofibers were spun by the electrospinning system (NANON; MECC). HA (1.1% or 2.2%)-grafted PCL nanofibers were also spun. After the electrospinning, the membranes were named PCL-mem, PCL+1.1HA-mem, and PCL+2.2HA-mem, respectively. SK-N-SH cells were seeded on 24 well plates coated with PDL-ECM. Following the addition of CM to each well, PCL-mem, PCL+1.1HA-mem, or PCL+2.2HA-mem were placed on the medium. After 2 weeks of culture, PDL-related marker gene expression was investigated by real-time RT-PCR. *All procedures were performed in compliance with the requirements of the Research Ethics Committee at Kyushu University (Approval number : 27-76).

【Results】 The expression of CD44 protein and HA-related genes were up-regulated in SK-PDLSCs relative to SK-N-SH cells. Initial stimulation of SK-N-SH cells with HA resulted in significant up-regulation of PDL-related genes as well as HA-related genes compared with unstimulated SK-N-SH cells. *CD44* siRNA-transfected SK-N-SH cells decreased PDL-related gene expression relative to untreated and scramble siRNA-transfected cells after induction into PDLSC. Culturing SK-N-SH cells in the presence of PCL+2.2HA-mem resulted in an upregulation of PDL-related genes relative to cells with PCL-mem and PCL+1.1HA-mem.

Cellular Backpack による歯周免疫療法の開発研究

新潟大学大学院医歯学総合研究科 歯周診断・再建学分野

○中島 麻由佳, 多部田 康一

Cellular Backpack immunotherapy against Periodontitis

Division of Periodontology, Department of Oral Biological Science,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○Mayuka Nakajima, Koichi Tabeta

【研究背景および目的】

歯周炎において、マクロファージのM1型/M2型のバランスは病態形成に大きく関わる。病態形成期においては、炎症促進型のM1マクロファージが主体となって組織破壊を引き起こすが、炎症抑制型のM2マクロファージを早期に誘導することで過剰な免疫応答及び組織破壊を抑制することが期待される。しかし、炎症組織中に誘導されたM2マクロファージは容易にM1へと極性変化することから、歯周病病変部におけるM2性質の維持が課題である。マクロファージ結合微粒子(Cellular backpack:BP)によるBPシステムは、M1/M2形質転換を環境非依存的に意図的に操作するもので、IFN- γ 徐放性BPを結合させたM1マクロファージ(BP-M1マクロファージ)は、M2環境である腫瘍組織中においてもM1形質を維持し亢腫瘍効果を発揮し続けることが報告されている。今回、BPシステムを応用してBP-M2マクロファージを作製し、その歯周組織における動態と実験的歯周炎抑制効果について解析を行った。

【材料および方法】

BPはspin coating法を用いて作製し、IL-4(200 fg/BP)を浸漬法にて含有させた。IL-4含有BPからのIL-4徐放性についてELISAにて試験した。また、C57BL/6マウスより採取した骨髄由来マクロファージ(BMDMs)をIL-4含有BPと静置培養することでBPをBMDMs表面に結合させ、その結合効率と、M2性質誘導能についてフローサイトメトリーにて確認した。続いて、蛍光色素(vivotrack680)にて細胞を標識し、歯周組織中におけるBP-M2マクロファージの局在をIVIS imaging systemにて観察した。最後に、歯牙結紮及び*Porphyromonas gingivalis* W83株の口腔投与にて誘導した実験的歯周炎の歯肉組織中へBP-M2マクロファージ又はBP単独、M2マクロファージ単独を注射し、歯周炎抑制効果を歯槽骨吸収量測定にて評価すると共に、病変部歯肉組織中におけるマクロファージの局在と表現型を免疫組織学的に評価した。

【結果と考察】

IL-4含有BPからのIL-4徐放は5日間継続することが確認された。BPとBMDMsの結合効率はおおよそ60%と高く、その結合は3日間以上に渡って維持された。IL-4徐放性BPとBMDMsの結合により、M2マクロファージへと極性誘導されたことから、目的通りにBP-M2マクロファージが作製されたことが確認された。歯周組織中に投与されたBP-M2マクロファージは5日間に渡って組織中に局在し続け、病変部組織中においてもM2性質を維持し続けた結果歯槽骨吸収を有意に抑制することが明らかとなった。一方、M2マクロファージ単独投与後、細胞は歯周組織中へ局在し続けたが、M2性質が消失しており、その結果歯槽骨吸収が抑制されなかったことが考察される。以上より、M2マクロファージによる歯周炎抑制効果を得るためにはBPシステムの応用による極性操作が必要であることが明らかとなった。

【結論】

以上より、マウス歯周病モデルにおいてBP-M2マクロファージは病変部へ局在し続けると共にそのM2極性を維持することで、病変の進行を抑制することが示唆された。BP-M2マクロファージの投与が新規歯周病治療法として応用できる可能性が示された。

本研究における、全ての動物実験はInstitutional Animal Care and Use Committee of the Faculty of Arts and Sciences, Harvard Universityにより承認されたプロトコール(19-06-356)に従って実施した。

フッ化ジアンミン銀塗布とガラスアイオノマーセメント充填を併用した人工脱灰象牙質 における経時的構造変化

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
○陳 雪霏, 井上 剛, 島田 康史

Time-dependent structural change in artificial demineralized dentin after silver diammine fluoride and glass ionomer treatment.

Department of Cariology and Operative Dentistry,
Tokyo Medical and Dental University (TMDU)
○ Xuefei Chen, Go Inoue, Yasushi Shimada

【緒言・目的】近年技術の発展に伴い、保存修復材料が次々と開発され、修復治療の質大きく向上した。一方で齲蝕の進行抑制及び再石灰化促進に対する材料や手法の開発は未だ乏しいと言える。超高齢社会を迎え、高齢者における現在歯数の増加に伴う根面齲蝕罹患率の増加、有病者の増加及び個人の ADL 低下による歯科医院への通院困難、長時間治療困難であるケースが増え、そのため有効で非侵襲的な予防・進行抑制処置が求められる。現在使用されている齲蝕予防・進行抑制歯科材料としてフッ化ジアンミン銀 (SDF) とガラスアイオノマーセメント (GIC) が挙げられる。SDF は歯の齲蝕進行を抑制するとともに、潜在的に再石灰化促進することに対し有益であると提唱され、また GIC はフッ素徐放性を有し、長期継続的歯質へフッ素を放出することにより耐酸性が上がり、う蝕予防の一助を成している。2つの歯科材料は同じ効果を示しても作用機序は異なることが過去に報告されているが、これらを併用したときの効果について評価したことはこれまでにはなかった。そこで本研究は、SDF と GIC を併用することにより齲蝕部位の再石灰化及び器質的变化を *in vitro* 下で評価し、その有効性について検討した。

【方法】ウシ前歯歯冠を用いて大きさ $4 \times 4 \times 2$ mm の象牙質ブロックを作製した。唇側面に相当する象牙質ブロックの 1 面が露出するようエポキシ樹脂で包埋し、その後象牙質表面を研削した。露出象牙質面にネイルバーニッシュを用いて 3×3 mm の作用面を作製した。各々のブロックを 50mL の人工脱灰液 (pH4.5) に 37°C 、100rpm の条件下で 14 日間浸漬し、脱灰試料とした。実験群は、脱イオン水塗布 + デュラシール充填群 (以下コントロール群)、脱イオン水塗布 + GIC (フジ IX GP, GC) 充填群 (以下 GIC 群)、SDF (サホライド, ビープランドメディコデンタル) 塗布 + デュラシール充填群 (以下 SDF 群)、SDF 塗布 + GIC 充填群 (以下 SDF+GIC 群) の 4 群 (各 $n=15$) とした。各試料を 50mL の人工唾液 (pH7.0) 中に 37°C で浸漬した。試料脱灰前、脱灰後、処置直後、処置 1 週後、2 週後、1 ヶ月後、3 ヶ月後の時点でマイクロ CT 撮影を行い、脱灰部のミネラル密度 ($\text{g}/\mu\text{m}^2$) の変化を評価した。評価後試料を半割し、断面を超音波洗浄した後 FTIR, EDS 解析を行った (各 $n=10$)。統計学的分析では、二元配置分散分析、Bonferroni 法及び Kruskal-Wallis 法を用いた。

【結果】SDF 群及び SDF+GIC 群では塗布直後は銀による影響で CT 値の一時的な上昇を認めたが、処置 2 週後と 1 ヶ月後では SDF+GIC 群 (平均 $730.65\text{g}/\mu\text{m}^2$) > SDF 群 (平均 $574.36\text{g}/\mu\text{m}^2$) > GIC 群 (平均 $399.49\text{g}/\mu\text{m}^2$) > コントロール群 (平均 $320.53\text{g}/\mu\text{m}^2$) の順でコントロール群 - GIC 群の比較以外の全ての群において有意差が見られた ($p<0.05$)。一方 EDS 解析では、SDF+GIC 群における F 強度は他の 3 群と比較し有意に高く ($p<0.05$, $300\mu\text{m}$)、Ca 強度では高い傾向を示した ($p>0.05$)。Ag 強度については SDF 群のほうが SDF+GIC 群よりも有意に高かった ($p<0.001$)。FTIR 分析では、 PO_4^{3-} (1150cm^{-1} 付近のピーク) において、脱灰象牙質底面で SDF+GIC 群は他の 3 群よりも高い吸光度を示した。

【考察・結論】本研究の実験条件下において、Ag の放射線不透過性による影響があったにもかかわらず、SDF 塗布と GIC 充填を併用した場合、SDF 塗布のみあるいは GIC 充填のみの場合よりも高い再石灰化を示していることが確認された。特に脱灰層底面において、SDF+GIC 群では健全象牙質より高いミネラル密度を示し、過石灰化層の形成が示唆された。

歯周炎における PD-1/PD-L1 機構を介した破骨細胞分化調節機構の解明

¹東京歯科大学 歯周病学講座, ²東京歯科大学 口腔科学研究センター

○今村 健太郎^{1,2}, 小谷地 (中根) 咲¹, 村上 侑¹, 齋藤 淳^{1,2}

PD-1/PD-L1 pathway attenuates osteoclast differentiation in periodontitis

¹Department of Periodontology, Tokyo Dental College,

²Oral Health Science Center, Tokyo Dental College

○ Kentaro Imamura^{1,2}, Saki Koyacha-Nakane¹, Tasuku Murakami¹, Atsushi Saito^{1,2}

【目的】

歯周炎は細菌感染と宿主応答のバランスが関与する炎症性疾患であり, 全身の健康にも悪影響を及ぼす。プログラム細胞死-1 (programmed death-1, PD-1) /PD-リガンド-1 (PD ligand-1, PD-L1) 機構は, T細胞の機能を調節し, がん免疫において重要な役割を果たしていることが報告されている。宿主細胞におけるPD-L1の発現上昇は, 炎症の慢性化にも寄与しており, では, 健康者と比較して中等度歯周炎患者の歯周組織でPD-L1の発現が上昇し, 歯周組織に影響を及ぼすことが示唆されている。さらに, *Porphyromonas gingivalis* の感染およびその外膜や内膜による刺激が, ヒト扁平上皮がん細胞におけるPD-L1の発現を上昇させたことが報告されている。しかしながら, 歯周炎の発症・進展におけるPD-1/PD-L1機構の関与および詳細なメカニズムについては, 未だ明らかになっていない。そこで, 本研究の目的は歯周炎局所におけるPD-1/PD-L1機構と破骨細胞分化の関連を解明することとした。

【方法】

ヒト歯肉上皮細胞 (Ca9-22) に *P. gingivalis* ATCC 33277 を 12 時間感染させ, PD-L1 遺伝子発現量の変化を qRT-PCR によって測定した。さらに, *P. gingivalis* を 48 時間感染させた Ca9-22 と T 細胞を 24 時間共培養した後, ELSA にてインターフェロン γ (INF- γ) 量を計測することで, T 細胞の活性を評価した。PD-L1 が破骨細胞分化に及ぼす影響を検討するため, マウス破骨細胞前駆細胞に PD-L1 (10-500 ng/ml) を投与し, 破骨細胞分化マーカー (カテプシン K (Cat-k), C-fms) の定量および TRAP 染色による破骨細胞様細胞の観察を行った。さらに in vivo では, 全身麻酔下においてマウス上顎第 2 臼歯に絹糸を結紮し, 実験的歯周炎を惹起させた。処置後 5 日目に絹糸周囲の歯肉組織を採取し, PD-L1 の遺伝子発現変化を qRT-PCR を用いて健常側と比較した。なお, 東京歯科大学実験動物委員会により承認を受け動物実験を行った (承認番号: 302205)。

【結果】

P. gingivalis 感染は, Ca9-22 における PD-L1 の遺伝子発現量を約 5 倍上昇させた ($P < 0.05$) (Fig. 1)。さらに, *P. gingivalis* 感染により PD-L1 発現が上昇した歯肉上皮細胞と T 細胞を共培養すると, INF- γ の発現が低下した (Fig. 2)。破骨細胞分化マーカー (Cat-k, C-fms) の遺伝子発現量は PD-L1 (10 ng/ml) 投与により上昇した。TRAP 染色の結果においては, PD-L1 (10 ng/ml) 投与により破骨細胞様細胞数の上昇を認め, PD-L1 (500 ng/ml) 投与により減少した。また, 絹糸結紮歯周炎モデルマウスにおいて, 絹糸結紮周囲の歯肉では, 健常側と比較して約 7 倍の PD-L1 遺伝子発現の上昇 ($P < 0.05$) を認めた。

【考察】

P. gingivalis は上皮細胞に感染し, PD-L1 の発現を上昇させることで, T 細胞活性化を抑制, 宿主の免疫応答を乱し, 歯周病原細菌の生存・増殖に有利な環境を作り出している可能性がある。また, 実験的歯周炎の局所では PD-1/PD-L1 機構が, 破骨細胞分化に影響を及ぼすことが示唆された。

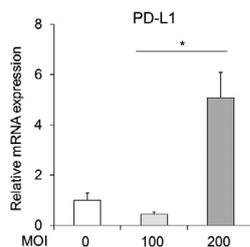


Fig. 1 The expression of PD-L1 Ca9-22 cells were cultured with *P. gingivalis* (MOI=100 of 200) 48 h by qPCR. * $p < 0.05$.

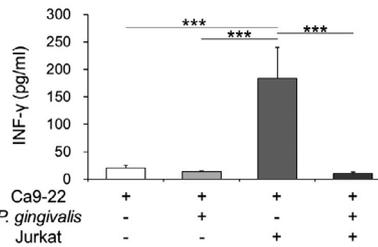


Fig.2 After Jurkat human T lymphocyte cells were co-cultured with Ca9-22 cells infected with/without *P. gingivalis*, expression of interferon γ (INF- γ) as an activation marker of T cells was measured by ELISA. *** $p < 0.001$.

Cnm 陽性 *Streptococcus mutans* 歯髄感染が脳出血を誘導するメカニズムの解明

¹ 広島大学大学院 医系科学研究科 歯周病態学, ² 広島大学大学院 医系科学研究科 歯髄生物学,
³ 広島大学大学院 医系科学研究科 細菌学, ⁴ 広島大学大学院 医系科学研究科 脳神経内科学,
⁵ 広島大学病院 口腔検査センター
○谷口 友梨¹, 應原 一久¹, 北川 雅恵⁵, 松尾 美樹³, 濱本 結太¹, 加治屋 幹人^{1,5}, 松田 真司¹,
丸山 博文⁴, 小松澤 均³, 柴 秀樹², 水野 智仁¹

Elucidation of the mechanism by which Cnm-positive *Streptococcus mutans* pulp infection induces cerebral hemorrhage

¹Department of Periodontal Medicine, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University,
²Department of Biological Endodontics, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University,
³Department of Bacteriology, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University,
⁴Department of Clinical Neuroscience and Therapeutics, Graduate School of Biomedical and Health Sciences,
Hiroshima University,
⁵Center of Oral Clinical Examination, Hiroshima University Hospital

○ Yuri Taniguchi¹, Kazuhisa Ouhara¹, Masae Kitagawa⁵, Miki Matsuo³, Yuta Hamamoto¹,
Mikihito Kajiya^{1,5}, Shinji Matsuda¹, Hirofumi Maruyama⁴, Hitoshi Komatsuzawa³,
Hideki Shiba², Noriyoshi Mizuno¹

【目的】

脳卒中患者は年々増え続けており、世界的な死因の第2位を占めている。しかし、脳卒中中の危険因子の30%は原因不明である。近年、コラーゲン結合タンパク (Cnm) - 陽性 *Streptococcus mutans* (Sm) が、脳微小出血の発症に関与していると報告された。その作用機序は、損傷血管の露出コラーゲンと Sm が結合することで、血小板凝集が阻害されると考えられる。本研究では、高血圧を自然発症する stroke-prone spontaneously hypertensive (SHRSP) ラットで Sm 歯内感染モデルを確立し、脳微小出血に対する Cnm 陽性 Sm 歯内感染の影響を検証すると共に、Sm の Cnm 発現が細胞外基質 (ECM) や細胞に対する結合強度に関与するかを、Cnm 陽性 Sm である KSM153 (WT 株), KSM153 Δ Cnm (CnmKO 株) と臨床分離 Sm を実験に供して検討した。

【材料と方法】

1. 歯内感染モデルラットでの解析

SHRSP ラット (10 週齢) の下顎第一臼歯咬合面を切削し、歯髄腔へ WT 株を感染させる群 (WT 群), CnmKO 株を感染させる群 (CnmKO 群), そして無処置群 (Control 群) の3群を用いた。術後0, 3, 7, 10 日目に神経症状スコアを計測。10 日目に屠殺し、サンプルを回収した。出血面積の比較, 病理学的比較, そして血清サイトカイン量の比較を行った。また免疫染色で脳組織における Sm の存在を検討した。

2. ECM と細胞に対する Sm 付着実験, 細胞浸潤実験

ECM は、I型コラーゲン (Col I), IV型コラーゲン (Col IV), ラミニンおよびフィブロネクチンの4種類を対象とした。細胞は歯髄細胞 (HPDC), 血管内皮細胞 (HUVEC), および歯肉線維芽細胞 (HGF) を用いた。WT 株と CnmKO 株を培養後、 10^7 CFU/ml へ調整した菌液 $100 \mu\text{l}$ を 96well ECM coating plate へ加え、 10^2 CFU/ml へ調整した菌液 $100 \mu\text{l}$ を 96well plate の培養細胞へ加えた。37°C で1時間培養した後、plate をトリプシン処理し、寒天培地へ播種、生育したコロニーをカウント、ECM と細胞に対する Sm 付着率を測定した。また浸潤実験として、菌と細胞を共培養後、Gentamicin : $300 \mu\text{g/ml}$ を $100 \mu\text{l}$ 加えて 37°C で 1.5 時間培養し、同様に評価した。

3. siRNA を用いた HUVEC に対する付着実験

細胞付着における ECM の影響を検証するために、siRNA にて HUVEC における ECM をノックダウンした Δ ECM HUVEC を用い、同様の付着実験を行った。

4. 臨床分離 Sm を用いた Col IV と HUVEC に対する付着実験

Sm は広島大学口腔検査センターで患者唾液中から分離した臨床分離 35 株を供試し、付着実験を行った。

【結果と考察】

1. ラットの下顎骨を CBCT で比較したところ、Sm 感染群 (WT 群, KO 群) において根尖病変形成を認め、Western-blotting 解析した結果、Sm 感染群において根尖組織に Sm の存在を認めた。

ELISA 法にて Sm に対する血清抗体価の値を比較したところ、Sm 感染群において有意な血清抗体価の上昇を確認した。ラット血清を PCR 法にて解析し Sm 感染群の血清中に Sm の存在を確認した。

神経症状スコアを比較したところ、7 日目と 10 日目で WT 群における有意なスコアの上昇を認めた。IL-1 β 値を比較したところ、WT 群にて有意な血清抗体価の上昇を認めた。ラットの大脳において出血斑数と拡張血管数を比較したところ、WT 群において有意な出血斑と拡張血管の増加を認めた。WT 群では HE 染色にて出血像が見られるとともに、Sm に対する蛍光免疫染色において血管内皮の裏打ちが崩壊した箇所に沿って Sm の局在を認めた。

2. Col I, Col IV, ラミニン, HPDC, HUVEC, HGF に対する付着実験において、CnmKO 株と比べて、WT 株は付着率が有意に高かった。

3. WT 株を用いた付着実験において、HUVEC と比べて Δ Col IV HUVEC は有意に付着率が減少していた。

4. Col IV と HUVEC に対する付着実験において、Cnm 陰性株 24 株と比べて、Cnm 陽性 11 株は付着率が有意に高かった。また、HUVEC に対する浸潤実験において、CnmKO 株と比べて、WT 株は浸潤率が有意に高く、臨床分離株においても Cnm 陰性株 24 株と比べて、Cnm 陽性 11 株は浸潤率が有意に高かった。

【結論】

歯内感染モデルラットを用いた研究で Col IV に対して Cnm 陽性 Sm が付着することによって脳微小出血の悪化が引き起こされることが示唆された。

生物学的歯髄鎮静法確立の試み—炎症惹起分子の同定から歯内 - 歯周病変モデルでの検証まで -

九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯周病学分野

○川上 賢太郎, 渡邊 ゆかり, 林 千華子, 豊田 真顕, 新城 尊徳, 讃井 彰一, 福田 隆男, 西村 英紀

An Attempt to Establish Biological Pulp Sedation -From Identification of Inflammatory Molecules to Evaluation in Endodontic-Periodontal Lesion Models-

Department of Periodontology, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University

○ Kentaro Kawakami, Yukari Watanabe, Chikako Hayashi, Masaaki Toyoda, Takanori Shinjo, Terukazu Sanui, Takao Fukuda, Fusanori Nishimura,

(背景および目的)

歯髄がう蝕や酸, 熱などのストレスを受けると急激な炎症が惹起され, 組織は通常数日以内に壊死する. 演者らは, 先行研究において, 歯髄細胞が単球 / マクロファージ系細胞に強烈的な炎症反応を誘導する因子を放出することを発見した. その分子機構として, 弱いストレス刺激により歯髄細胞内で恒常的に活性化した PKR が細胞外微粒子であるマイクロベシクル (Microvesicle: MV) に内包され, 単球 / マクロファージ系細胞に供給されることで, TNF- α をはじめとした多量のサイトカインが産生されることを解明し, 細胞外微粒子炎症惹起説として提唱した (Suzuki et al., Sci Rep, 2019). しかしながら, 歯髄細胞内で恒常的に PKR を活性化する因子に関しては不明であった. 本研究は, PKR の内因性活性化因子をプロテオミクスにより解明し, さらに既存の PKR 阻害剤および解明した活性化因子と PKR の会合阻害分子による抗炎症効果を検証することを目的とした. さらに, この抗炎症効果を演者らが独自に開発したマウス実験的歯内—歯周炎モデルで検証した.

(材料および方法)

1 プロテオミクス解析: ヒト不死化歯髄細胞株 (DP-1) 培養上清から MV を回収し, プロテオミクス解析に供した.

2 PKR/ 会合阻害剤, ならびにそれらの細胞毒性と炎症抑制効果の評価: PKR 阻害剤として 2-AP, C16 を, PKR と同定した内因性活性化因子との会合阻害剤としてルテオリンを用いた. PKR/ 会合阻害剤の細胞毒性は, WST-8 Assay で評価した. PKR/ 会合阻害剤の有無で処理した DP-1 上清中でヒト急性単球性白血病細胞株 (THP-1) を培養したのちの TNF- α 遺伝子発現と分泌サイトカイン量を qRT-PCR, ELISA 法で評価した.

3 ルテオリンの PKR リン酸化抑制効果: PKR リン酸化をウェスタンブロッティング (WB) 法で評価した.

4 DP-1 上清に対するマウスマクロファージ様細胞株 (RAW264. 7) の炎症応答: マウス実験的歯内—歯周病変での検証に先立ち, RAW264.7 を用いて, PKR/ 会合阻害剤の有無で処理した DP-1 上清に対する炎症応答を TNF- α 遺伝子発現量の測定で評価した.

5 マウス結紮性歯周炎モデルの骨吸収量の評価: PKR/ 会合阻害剤の有無で処理した DP-1 由来 MV の結紮歯牙周囲歯肉への注入による歯槽骨吸収量を, μ CT 解析で評価した.

6 マウス結紮性歯周炎局所のサイトカイン発現: PKR/ 会合阻害剤の有無で処理した DP-1 由来 MV の結紮歯牙周囲歯肉への注入による TNF- α 遺伝子発現を qRT-PCR で評価した.

(結果および考察)

DP-1 由来 MV のプロテオミクス解析により, PKR および PACT の存在が確認された. PKR と PACT の会合がルテオリンで阻害されるとの報告 (Dabo et al., Sci Rep, 2017) を受け, DP-1 をルテオリン処理し, 細胞内および MV 内 PKR のリン酸化を検討したところ, その抑制が確認された. PKR の恒常的活性化に PACT が関与している可能性が示唆された. また, PKR/ 会合阻害剤の DP-1 に対する毒性および抗炎症効果を確認し, ルテオリンが安全な歯髄鎮静薬として応用可能であることを確認した. RAW264. 7 への DP-1 培養上清刺激による TNF- α 産生は, PKR/ 会合阻害剤処理により抑制され, ヒト歯髄細胞由来 MV は種の異なるマウスに対しても炎症を誘導し, 阻害剤が有効であることを確認した. また, マウス結紮性歯周炎モデルにおいて, Control 群と比較し DP-1 由来 MV 注入群で歯槽骨吸収量の増大が確認された. PKR/ 会合阻害剤処理した MV 注入群では骨吸収が抑制された. 歯肉中の TNF- α の遺伝子発現を検討したところ, DP-1 由来 MV 注入群で発現量が亢進し, PKR/ 会合阻害剤処理した MV 注入群では発現が抑制された. 歯髄細胞由来 MV に内包された PKR の活性化に PACT が関与する事, 両分子の会合阻害剤としてのルテオリンの抗炎症作用を確認した.

3次元有限要素モデルを用いた垂直歯根破折のメカニズム解析

¹ 大阪大学大学院歯学研究科口腔 分子感染制御学講座 (歯科保存学教室),

² 大阪大学大学院歯学研究科 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, 今里 聡², 林 美加子¹

Three-dimensional finite element analyses on initiation of vertical root fracture.

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

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

○ Ryosuke Tanaka¹, Satoshi Yamaguchi², Satoshi Imazato², 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。これまでに、数多くの in vitro 研究による垂直歯根破折の発生メカニズムの解析や予防法に関する報告が存在するが、これらの多くは近遠心的に破折線が走行しており、頬舌方向に破折線が走行する典型的な垂直歯根破折を再現していない。そこで、本研究では臨床における応力分布を再現したモデルによる有限要素解析を行い、歯質と支台築造体の接着状態変位を再現することで、垂直歯根破折の発生メカニズム、および発生に影響を与える因子を明らかにすることを目的とした。

[材料および方法]

本研究ではリバースエンジニアリングの手法を用いて3次元モデルの構築を行った。マイクロCT(μ -CT2, リガク, 東京)を用いて修復の無い上顎小白歯のDigital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) データを取得した。このDICOMデータをイメージベース構造解析ソフトウェア (VOXELCON2019, くいと, 東京) のエクスポート機能を用いてStandard Triangulated Language(STL) データに変換し, CADソフトウェア (SOLIDWORKS Premium) を用いてソリッドモデルの作成を行った。手作業によるモデリングを加えて, クラウン, 象牙質, 支台築造体, ファイバーポスト, 根管充填材, 歯根膜, 歯槽骨のモデルからアセンブリを作成した。材料特性に関しては過去の文献から弾性係数およびポアソン比を適用した。実験モデルとして, 支台築造材料の違い, ファイバーポストの有無, およびフェルールの有無により6種類を設定し, 象牙質における最大主応力を評価しその最大値と最小値を比較した。接着界面の状態が応力分布に与える影響を評価するため, すべての界面が結合している状態での解析に加え, 象牙質と支台築造体, 象牙質とガッタパーチャ, 象牙質とクラウン, 象牙質と歯根膜の界面に関して, 接触する要素が共通の接点を持たず, それぞれの接点が自由に動けるように境界条件を設定することで, 接着破壊が起こっている状態を再現した。結合しているモデルをBondedモデル, 接着破壊を起こしたモデルをDebondedモデルとし, 象牙質における最大主応力を解析しその最大値と最小値を比較した。また, Debondedモデルにおいて合成変位の分布図を作成し評価した。分布図におけるモデルは, 変形量を実スケールの30倍とした変形図として示した。

[結果および考察]

DebondedモデルとBondedモデルの比較では, 6種のモデル全てにおいてDebondedモデルがBondedモデルよりも高い引張応力ならびに圧縮応力を認めた。Debondedモデル間の比較では, メタルポストコアを使用したフェルールの存在しないモデルが引張応力と圧縮応力の両方において最大値を示した。フェルールの存在は, 象牙質に集中する引張応力を抑制する傾向が認められた。レジンコアを使用したモデルとファイバーポストを併用したモデルの比較では, BondedモデルとDebondedモデルの両方において, 象牙質における応力分布には明らかな違いは認められなかった。変形図結果においてフェルールの無いモデルは歯冠部がポストコアの中央付近を中心に回転していたのに対して, フェルールの存在するモデルは回転が抑制されており, このことがフェルールの存在する条件では象牙質に発生する応力が低く抑えたと考えられた。臨床においても支台築造体と象牙質が高い接着力により一体化されていることが, 象牙質への応力集中を防ぎ, 垂直歯根破折を予防する上で重要な要素であると示唆された。

本研究は大阪大学歯学部附属病院倫理審査委員会の承認のもと行われた (承認番号: R4-E6)。本研究の一部は科学研究費補助金 (20H00552) の補助のもとに行われた。

唾液 ATP 検査を利用した根面う蝕発生リスク評価法の構築

¹東京歯科大学 保存修復学講座, ²東京歯科大学短期大学 歯科衛生学科
○半場 秀典¹, 中野 岳志¹, 五十嵐 章智¹, 春山 亜貴子¹, 杉戸 博記^{1,2}, 村松 敬¹

Development of risk assessment method for root caries using saliva ATP measurement

¹Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College,

²Department of Dental Hygiene, Tokyo Dental Junior College

○ Hidenori Hamba¹, Takashi Nakano¹, Takatoshi Ikarashi¹, Akiko Haruyama¹, Hiroki Sugito^{1,2},
Takashi Muramatsu¹

【研究目的】

近年, 80 歳の 50% 以上が 20 歯以上の歯を有している一方で, 根面う蝕の発生率は上昇している。根面う蝕は高齢者の歯の喪失要因の一つとされ, 根面う蝕予防や管理の対応が急務である。Minimum Intervention Dentistry では, う蝕リスク評価のリスク因子として口腔内細菌の活動性を評価することが推奨されており, 我々は細菌活動性を推測する方法として細菌が消費したアデノシン三リン酸 (ATP) を短時間で測定可能な唾液 ATP 検査を利用した, 根面う蝕発生に関するリスク評価法に着目した。そこで本研究では, 根面う蝕発生リスク評価の構築のために, 根面う蝕の罹患状況を把握するとともに, 唾液 ATP 検査と他の唾液検査, 根面う蝕発生の関連因子との関連性を検討した。

【材料および方法】

本研究の被験者として, 東京歯科大学水道橋病院の来院患者のうち, 21 歳から 84 歳までの健常者 40 名 (平均年齢 49.3 ± 20.4 歳) を対象とした。唾液 ATP 検査機器 (CariScreen, ヨシダ) による下顎前歯舌側表面の唾液ふき取りおよび測定 (約 15 秒間), 多項目・短時間唾液検査システム (SMT, ライオン歯科材) を用いた唾液検査 6 項目 (う蝕活動性, 酸性度, 緩衝能, 白血球, タンパク質, アンモニア) による唾液採取および測定 (約 300 秒間) を行い, 医療面接 (年齢, 口腔内清掃等に関するチェック項目), 口腔内検査 (DMFT, 根面露出歯数, 根面う蝕歯数, 根面修復歯数), 唾液 ATP 値 (RLU), SMT6 項目 (反射率 %) の検査値を測定した。根面う蝕の診断では ICDAS コード 1 もしくは 2 をう蝕と判定した。検査結果に対して, Pearson の相関分析および「根面う蝕歯数」を目的変数とするステップワイズ法による重回帰分析を行った。本研究は東京歯科大学倫理審査委員会の承認 (1029) を得て実施した。

【結果および考察】

被験者 40 名のうち, 18 名に根面露出を認め, そのうち 8 名に根面う蝕を認めた。全被験者に対する相関分析の結果, 「年齢と根面露出歯数」($r = 0.631, p < 0.001$), 「唾液 ATP 値と根面う蝕歯数」($r = 0.644, p < 0.001$), 「唾液 ATP 値と根面露出歯数」($r = 0.459, p < 0.005$), 「唾液 ATP 値と DMF 歯数」($r = 0.392, p < 0.05$) などに有意な正の相関を認めた。相関分析の結果, 唾液 ATP 値は歯冠部う蝕の発生だけでなく, 根面露出や根面う蝕の発生にも関連すると考えられた。また, 目的変数である「根面う蝕歯数」に対し, 「根面露出歯数」(標準化係数 $\beta = 0.358, p = 0.012$), 「唾液 ATP 値」($\beta = 0.422, p = 0.002$), 「酸性度」($\beta = 0.281, p = 0.025$) を説明変数とする重回帰式が得られ, 有意な関連性が認められた。これらのことから, 歯肉退縮に伴って根面が露出すると, エナメル質より耐酸性の低い不潔域が増大することになり, さらに唾液の酸性度が高い場合には根面う蝕発生リスクが増大すると考えられた。

【結論】

以上の結果から, 根面う蝕発生には根面露出, 唾液 ATP 値, 唾液の酸性度が強く関連しており, 口腔内細菌の活動性を短時間で検出する唾液 ATP 検査の利用は根面う蝕発生リスク評価に有用であることが明らかとなった。根面う蝕発生を防止するためには唾液 ATP 検査による細菌活動性を評価しながら, 根面露出を防ぐための歯周病管理や唾液の酸性度上昇を防ぐ生活指導などが必要であることが示唆された。

ユニバーサルコンポジットレジン の窩洞深度による色調適合性の評価

¹北海道大学大学院歯学研究科歯科保存学教室, ²首都医科大学北京同仁病院

○呉 迪¹, 川本 千春¹, 遠山 晏梨¹, 松尾 友太¹, 矢後 亮太朗¹, 陳 菲², 田中 享¹, ヤマウチ モニカ¹, 佐野 英彦¹

Evaluation of the color matching ability of universal resin composites according to different cavity depths

¹Department of Restorative Dentistry, Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University

²Department of Stomatology, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University

○ Di Wu¹, Chiharu Kawamoto¹, Anri Toyama¹, Yudai Matsuo¹, Ryotaro Yago¹, Fei Chen², Toru Tanaka¹, Monica Yamauti¹, Hidehiko Sano¹,

【Objective】

Restorative esthetic has become a major concern in the field of contemporary dentistry. Universal shade resin composites have been developed to simplify the restorative procedure related to shade matching between the tooth structure and the restorative material. This study aimed to evaluate the color matching ability of two universal resin composites according to different cavity depths.

【Methods】

Thirty custom-made frames with an external diameter of 10.0 mm and varied depths (from 4.0 to 8.0 mm) were prepared using a nano-filled resin composite shade A2. The frames were designed to reproduce cylindrical class I cavities of 4.0 mm diameter and varied depths (1.0, 2.0, 3.0, 4.0, and 5.0 mm) in their center. A chemical-cured self-etch adhesive (Bondmer Lightless, Tokuyama Dental, Japan) was applied to the cavities following the manufacturer's instructions. Two universal shade resin composites, Omnichroma (OMC, Tokuyama Dental, Japan) and Essentia (ESS, GC Corporation, Japan), were used to restore the class I cavities. Each universal shade resin was inserted into the cavities using 1-mm increments, and each increment was light-cured for 10 seconds using an LED unit (Pencure 2000, Morita, Japan; irradiance : 1000 mW/cm²). After curing, the surfaces of the resin composites' restorations were polished using 1500-grit SiC paper under copious water. Specimens were stored in distilled water (37 °C /24h) before color measurement. Each specimen was placed on a black background beside a color chart (Casmatch, Dai Nippon Printing Co, Japan) and a digital image was acquired. The digital images were analyzed using Adobe Photoshop software (Adobe Inc., USA) and the CIE L*a*b* color parameters were determined for each specimen in the restoration and the frame (Figure. 1). Three measurements were done for each specimen. The mean values were calculated for each coordinate. The color change (ΔE) was obtained from the measurements of the universal resin composites and the frame and was calculated using the CIELab formula. Statistical analysis was performed using two-way ANOVA and Tukey HSD test with a significance level of 5%.

【Results】

Figure 2 shows the color change (ΔE) of universal resin composite according to different cavity depths. The ΔE of OMC was significantly higher than that of ESS (p=0.016). OMC showed the highest ΔE value (4.021 ± 0.248), and ESS presented the lowest ΔE value (2.142 ± 0.806). There were no significant differences in the color change between different cavity depths within the same universal composite resin.

【Conclusion】

Within the limitations of this study, the color matching ability of Essentia was superior to Omnichroma. Universal shade resin composites' thickness (following different cavities depths) did not affect their color matching ability.

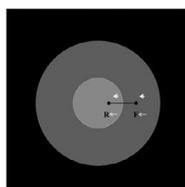


Figure 1. Schematic illustration of measurement of color parameters in the restoration (R) and in the frame (F)

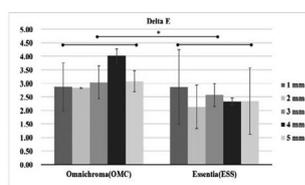


Figure 2. Color change of two universal resin composites according to different cavity depths (p<0.05)

強度湾曲根管に対して CBCT および Ni-Ti Single-file System を用いて根管治療を行った症例

¹ 丸紅健康保険組合 東京診療所歯科, ² 東京歯科大学 歯内療法学講座,

³ 東京歯科大学 水道橋病院 保存科, ⁴ 東京歯科大学 千葉医療センター 保存科,

⁵ 東京歯科大学 歯科放射線学講座

○浅井 知宏^{1,3,4}, 山田 雅司², 小高 研人⁵, 古澤 誉彰², 佐古 亮², 田宮 資己², 藤井 理絵², 土倉 康^{1,2},
古澤 成博²

**Root canal treatment for severe curved root canal with CBCT and Ni-Ti Single-file System :
A case report**

¹Marubeni Tokyo Dental Clinic, Health Insurance Association of Marubeni Corporation,

²Department of Endodontics, Tokyo Dental College,

³Division of Conservative Dentistry, Suidobashi Hospital, Tokyo Dental College,

⁴Division of Conservative Dentistry, Chiba Dental Center, Tokyo Dental College,

⁵Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Tokyo Dental College

○Tomohiro Asai^{1,3,4}, Masashi Yamada², Kento Odaka⁵, Yoshiaki Furusawa², Ryo Sako²,
Yoshiki Tamiya², Rie Fuji², Tokura Yasushi^{1,2}, Masahiro Furusawa²

【緒言】周知のように根管形態は様々な状態を呈している。多くの根管は湾曲しているが、湾曲の程度によって根尖の不正形態やリーマー・ファイル類の破折等を惹起する要因となり、根管治療において成功率を左右する一因となっている。近年、湾曲根管はCBCTによる診断とNi-Tiファイルによる根管形成によって、テクニカルエラーを軽減することが可能となってきているが、未だに臨床の難症例であることは論を俟たない。通常、強度に湾曲した根管に対してはテクニカルエラーを抑制するため、Ni-Ti Multiple-File System を用いるが、CBCTの検査のもとメカニカルグライドパスを行い、Ni-Ti Single-file System を用いて効率的に根管治療を行った症例について報告する。

【症例】患者は53歳女性。上顎左側前歯部の疼痛を主訴とし、他医院からの紹介より東京歯科大学水道橋病院保存科へ歯根端切除術依頼にて来院した。現病歴としては、3ヶ月前に飼犬の頭部で上顎前歯部を強打し、1週間後に自発痛が発現した。徐々に疼痛は緩和したが、上顎左側犬歯の根尖部圧痛・打診痛、疲労時の自発痛が認められた。初診時の診査の結果、自発痛(-)、垂直打診痛(+)、冷温痛(-)、歯髄電気診断(-)、根尖部圧痛(+)、動揺(-)、歯周組織検査の結果は全周2mmであった。デンタルエックス線写真では上顎左側犬歯が近心側への強い湾曲を呈しており、根尖部および歯槽骨辺縁にX線透過像は認められなかった。しかし、CBCT画像では、根尖部が歯槽骨より唇側に露出しており、フェネストレーションが認められた。以上のことから、慢性化膿性根尖性歯周炎(Pulp necrosis/Symptomatic apical periodontitis)と診断した。デンタルエックス線写真で湾曲角度を計測したところ68.6°であり、CBCT画像での曲率半径の測定では $r=3.23\text{mm}$ で、強度湾曲であると判明した。診査の結果、強度湾曲根管ではあるが非外科的歯内療法で対応できると判断し、感染根管治療を行うこととした。

【治療経過】本症例は患者に治療方針、それに伴うリスク、代替治療を説明し同意を得て治療を行った。初回治療ではラバーダム防湿後、マイクロスコープを用いて髓室開拓を行った。根管内から膿性および出血性の排膿は認められなかった。#10Kファイルでネゴシエーションを行い根管長測定後、WaveOne Gold Glider (Dentsply Sirona)を用いたメカニカルグライドパスを経て、WaveOne Gold Primary および medium (Dentsply Sirona)を用いて根管形成を行った。根管洗浄は、5%に希釈したNaOCl(ネオクリーナー「セキネ」、ネオ製薬)と3%EDTA(スメアクリーン、日本歯科薬品)を用いた。根管内バキュームおよびペーパーポイントを用いて乾燥し、メインポイントを挿入・試適確認をし、Hydraulic Condensation Techniqueによる根管充填(ニシカチャンネルシーラーBG、日本歯科薬品)を行い、ガラスアイオノマーセメント(Fuji I, ジーシー)にて仮封した。術後35日目に自覚症状が消失したことを確認し、ラバーダム防湿後、仮封材除去ののちコンポジットレジン修復(MIファイル, GC)を行った。術後2年での経過も良好で、デンタルエックス線写真での異常所見も認められなかった。

【考察】臨床において、根管形成の難易度を的確に分類するのは困難である。本症例では、CBCTを用いて歯根の湾曲度を3次的に計測することで、客観的な難易度の診断が可能となった。その上で、適切な器材を選択し、メカニカルグライドパスを行い、安全に根管形成を行うことで、良好な治癒を得ることができたと推察される。

【結論】強度湾曲根管の治療は、Ni-Ti Multiple-File Systemではなく、術前にCBCTの検査のもと適切なメカニカルグライドパスを行うことで、Ni-Ti Single-file Systemでも根尖部の不正形態を生じることなく、効率的に根管形成ができることが示された。

外傷により歯の動揺を有する重度慢性歯周炎に対し歯周組織再生療法を行った一症例

¹ 日本歯科大学生命歯学部 歯周病学講座, ² 東京慈恵会医科大学 基盤研究施設
○五十嵐 (武内) 寛子^{1,2}, 沼部 幸博¹

A case of periodontal tissue regeneration therapy for severe chronic periodontitis with tooth movement due to trauma

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

²Core Research Facilities for Basic Science, Research Center for Medical Science, The Jikei University School of Medicine

○ Hiroko Igarashi-Takeuchi^{1,2}, Numabe Yukihiko¹

【症例の概要】55歳女性。2014年5月初診。主訴：上顎前歯部の疼痛とかみ合わせの違和感。既往歴：3年前に交通事故で顔面を強打。4日前より上顎前歯部の疼痛とかみ合わせの違和感がある。かかりつけ医に11, 21の抜歯をすすめられたため本院を受診。最近、左側上顎白歯部歯肉の腫脹および歯肉から出血する。全身の既往歴：6年前に子宮筋腫、胆のう、ポリープの手術を行った。服用薬：なし。喫煙歴：なし。口腔清掃状況：1日2回(朝と就寝前)に電動歯ブラシにて口腔清掃を行っている。

【診査・検査所見】軽度の歯肉縁上歯石の沈着, 12に1度, 21に2度の動揺が認められた。エックス線所見では, 歯根の外部吸収により歯冠歯根比が逆転し, 12の遠心側には根尖まで到達する垂直性骨吸収が認められた。主訴以外の部位にも発赤・腫脹が認められ, プロービングデプス(以下, PD)が6mm以上の部位は1.9%, プロービング時の出血(以下, BOP)陽性部位が30.2%, 26の頬側には1度の根分岐部病変が認められた。初診時のPCRは50.8%であり口腔清掃は不良であった。また, 47, 46, 36, 37相当部にインプラントが埋入されていたが, BOPは陰性であるもののPDは3mm以上であり, エックス線所見では, 36, 37相当部位のインプラント周囲には垂直性骨吸収が認められた。

【診断】広汎型重度慢性歯周炎, ステージⅢグレードC

【治療方針】①歯周基本治療 ②再評価 ③歯周外科治療 ④再評価 ⑤メンテナンス

【治療経過】バス法と歯間ブラシの指導を中心とした全顎的な口腔清掃指導およびスクレーピング・ルートプレーニング(以下, SRP)を行った。歯周基本治療後, 21遠心の3壁性骨欠損部に対し, エナメルマトリックスタンパク質を応用した歯周組織再生療法, 15に歯肉剥離搔爬術, 16の3壁性の骨欠損に対し歯肉剥離搔爬術, オドントプラスチックによるエナメル真珠の除去, 歯槽骨整形術, 自家骨移植術を行った。上顎前歯部の歯肉退縮に伴い, 審美的回復の希望を訴えたため, 歯冠形態修正を行った。また, インプラント周囲のPDが4mm以上の部位に対しては, BOPが陰性であるため外科処置は選択せず, 徹底したプラークコントロールおよびSRPを行った。PDが3mm以下かつBOP陰性となったが, 32, 41に動揺度1度が残存し, SPTとした。SPT移行後約6年経過し, 良好な状態を維持している。特に36, 37相当部インプラントにはエックス線画像において, 骨の平坦化および歯槽硬線が認められた。

【考察・結論】本症例は, 交通事故により歯根吸収が生じ, 歯冠歯根比が逆転し根尖まで到達する垂直性骨吸収を有する重度慢性歯周炎に対し, 歯周再生療法を行い良好な経過をたどることが示された。さらに, プラークコントロールおよびSRPによって, 垂直性骨吸収の平坦化が認められ, インプラント周囲の安定がもたらされることが示唆された。今後も患者のモチベーションを維持し, 慎重なSPTを行っていく予定である。

本症例は, 手術および症例発表するにあたり患者の同意を得ており, 使用した薬物・材料は厚生労働省の認可済みである。

上顎前歯部の審美・機能障害に対し、デジタルワークフローを活用した
直接法コンポジットレジン充填を行った 1 症例

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 口腔制御学分野
○高橋 基, 高橋 礼奈, 島田 康史

**Direct composite restoration for the esthetic and functional disorder with a digital workflow :
A case report**

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

○Motoi Takahashi, Rena Takahashi, Yasushi Shimada

【緒言】

歯科矯正治療後、前歯部においては審美的・機能的観点から歯の形態修正を求められることがある。歯の形態修正には間接修復と比較して低侵襲であり、高い接着強さを示すことから直接法コンポジットレジン充填が用いられることが多く、コンポジットレジン充填を前提に歯科矯正治療が行われることもある。

11, 21 欠損による審美・機能障害に対し、歯科矯正治療後デジタルワークフローを活用したインジェクションテクニックを用いて 13, 12, 22, 23 へ直接法コンポジットレジン充填を行った症例を報告する。

【症例】

患者：50 歳女性

主訴：前歯の隙間を埋めたい。

全身状態：良好、特記事項なし

現病歴：11 は 2015 年以前に近医にて抜歯、21 は 2016 年根尖性歯周炎にて当院で抜歯し、13, 12, 22, 23 をコンポジットレジン充填にて 12, 11, 21, 22 の形態へ修正する保存修復処置前提で、マルチブラケット装置を用いた歯科矯正治療を行っていた。2022 年 3 月、白歯部を含めた動的治療が終了し、犬歯間保定装置にて前歯部の空隙を維持した状態で当院矯正科からむし歯科へ依頼があった。

現症：13, 12, 22, 23 は動揺度 1 度であった。

【治療経過】

初診時 (図表 1) 治療内容の説明を行い、後日矯正科にて犬歯間のワイヤー除去後来院された。ブラシコーンにて歯面清掃後、デジタルスキャナー (TRIOS 3 ; 3shape A/S) にて 15~25, 35~45 の光学印象、咬頭嵌合位での咬合採得を行った。

当院歯科技工士に依頼し、(Dental System ; 3shape A/S) のデザインソフト (Dental Designer ; 3shape A/S) を用いデジタルワックスアップを行い (図表 2)、アドオンソフトウェア (Model Builder ; 3shape A/S) と 3D モデリングソフト (Autodesk Meshmixer ; Autodesk) にてデジタルスキャンデータを 3D 模型用に最適化した。高精度光造形方式 3D プリンタ (Form 3B ; formlabs) にてワックスアップ前後の各 3D プリント模型を出力し、透明なポリビニルシロキサン (EXACLEAR ; GC) をワックスアップ後の 3D プリント模型上で重合、歯の切縁にフロアブルコンポジットレジン注入用開口部を設置して、光透過性シリコンインデックスを作製した。

再来院時、患者に 3D プリント模型にてコンポジットレジン充填後の形態を説明、同意を得た。12 切縁の旧コンポジットレジン除去後、歯面清掃、エナメル質に対して 37% リン酸エッチング (K-ETCHANT Syringe ; Kuraray Noritake Dental Inc) を行い、2 ステップ接着システム (CLEARFIL SE BOND 2 ; Kuraray Noritake Dental Inc) を用いて添付文書に従い歯面処理を行った。

光透過性シリコンインデックスを設置し、フロアブルコンポジットレジン (CLEARFIL MAJESTY ES FLOW A3 shade ; Kuraray Noritake Dental Inc) を切縁開口部から注入 (図表 3)、唇側及び舌側から 40 秒以上光重合させインデックスを取り外し、歯肉上のコンポジットレジン余剰部分を除去した。隣接面の連続したコンポジットレジンに舌側より槍状ダイヤモンドポイント・短針にて離開させた。離開時にコンポジットレジンの凹んだ部分は補修復し、咬合調整・研磨を行った (図表 4)。

【結論及び考察】

デジタルワックスアップを元に作製したシリコンインデックスを正確に設置し、フロアブルコンポジットレジンを充填した場合、咬合調整は最小限で済み、フリーハンドのコンポジットレジン充填と比較してチェアタイムは大幅に短縮される。コンポジットレジンに間接修復材料と比較すると破折や摩耗が生じる可能性があるが、作製した光透過性シリコンインデックスを保管し、再度使用することで補修復はより効率的に行うことができると考えられる。

(図表 1)



(図表 2)



(図表 3)



(図表 4)



ジルコニア接着ブリッジによる低侵襲な欠損補綴を行った 2 症例

神奈川県立歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野

○日高 恒輝, 向井 義晴

Minimally invasive prosthetics using zirconia adhesive bridge; two cases report

¹Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University

○ Kouki Hidaka, Yoshiharu Mukai

【目的】接着ブリッジは欠損した両隣在歯が健全な場合に用いられ、インプラント補綴治療あるいは従来のブリッジによる補綴と比して低侵襲な、Minimal Intervention Dentistry に基づいた治療法である。今回は前歯の欠損に対して行った 2 症例を報告する。

【方法】症例 1；患者は 70 代女性。前医の退職に伴い治療を引き継いだ。全顎的に歯肉退縮があり、根面齶蝕やくさび状欠損、またそれらの修復後の二次齶蝕を認めた。上顎左側中切歯には 6mm を超える歯周ポケットと出血、排膿を認め、両隣在歯と接着固定されていた。デンタルエックス線写真および歯科用 CBCT 画像より抜歯適応と診断した。両隣在歯は一部修復治療が行われているものの、ほぼ健全であったため切削量を少なくする治療法として接着ブリッジを提案したところ患者の同意を得られた。抜歯の他に齶蝕修復、咬合調整などの歯周基本治療を行い、欠損部位にはプロビジョナルレストレーションを作製した。基本治療後、抜歯窩の治癒を待ち、クリアランスやガイドに大きな問題はなかったため上顎左側中切歯を支台歯とする片側リテーナーのモノリシックジルコニアによる接着ブリッジを設計した。ブリッジ試適後、リテーナー内面にアルミナサンドブラスト処理を施し、MDP 含有のプライマーにより表面処理を行った。支台歯はラバーダム防湿後、歯面清掃およびセレクトイブエッチング、プライマー処理を行った。ブリッジの装着には接着性レジンセメントを用いた。

症例 2；患者は 40 代女性。歯がしみることを主訴に来院。また、前歯を治療しようと通院していた歯科医院が閉院してしまったとのことであった。上顎右側中切歯には簡易的なテンポラリーが装着され、両隣在歯と接着固定されていた。デンタルエックス線写真では歯根が短く、6mm を超える歯周ポケットも認められた。過去に打撲の経験があるということから外部吸収によるものと考え、抜歯適応と診断した。症例 1 と同様に、抜歯の他に齶蝕修復、咬合調整などの歯周基本治療を行い、欠損部位にはプロビジョナルレストレーションを作製した。また、抜歯の際には抜歯窩の唇舌的な陥凹を防ぐため、コラーゲンを成分とする抜歯創用保護剤を抜歯窩に充填し、テンションの方向を考慮した縫合を行った。抜歯窩の治癒に合わせてプロビジョナルを新製し、さらにプロビジョナルを基準に上顎左側中切歯近心の形態をコンポジットレジンで修復し、ポンティックとのコンタクトを修整した。症例 1 同様にクリアランスやガイドに大きな問題はなかったため、上顎右側側切歯を支台歯とする片側リテーナーのモノリシックジルコニアによる接着ブリッジを設計した。接着ブリッジリテーナー内面は症例 1 と同様の処理を行った。支台歯は簡易防湿後、症例 1 と同様の処理を行い、ジグを用いてブリッジの装着を行った。

【結果】接着ブリッジ装着後、症例 1 は 1 年以上、症例 2 は 10 か月以上経過した。2 症例とも脱離や破折等の問題は起きておらず良好な予後および患者満足度が得られている。また、2 症例ともに患者は 3-4 か月に一度の SPT を継続中である。

【考察】歯科材料や接着技術の向上により接着ブリッジの適応が拡大される一方、十分な診断や設計、正しい接着操作が必要となる。2 症例ともに、くさび状欠損、歯面の亀裂、象牙質知覚過敏、くいしばりの自覚など外傷性咬合を疑う所見が多く、プロビジョナル期間中に咬合の確認と調整を慎重に行った。その後クリアランスやガイドに大きな問題は認めなかったため、適応症例と判断した。さらに審美領域の補綴であるため、フレームデザインやポンティックの形態等、技工士との相談も十分に行った。接着ブリッジは、支台歯の歯質削減量を低減できることから、インプラント補綴治療や従来のブリッジよりも低侵襲治療であることが患者の大きな利点になり得るが、症例の選択は慎重に行うべきと考えた。

包括治療により関節炎症状の改善がみられた口腔崩壊症例

¹ 日本鋼管福山病院歯科, ² 広島大学大学院医系科学研究科歯周病態学研究室

○永原 隆吉¹, 岩田 倫幸², 應原 一久², 水野 智仁²

Comprehensive treatment for a patient with arthritis

¹Nippon Kokan Fukuyama Hospital, Department of Dental, ²Hiroshima University Graduate School of Biomedical and Health Sciences Department of Periodontal Medicine

○ Takayoshi Nagahara¹, Tomoyuki Iwata², Kazuhisa Ouhara², Noriyoshi Mizuno²

【緒言】日本鋼管福山病院整形外科で原因不明の関節炎で入院し、原因追及のため歯科紹介となった口腔崩壊患者への包括的歯科診療を経験した症例報告をする。

【患者】28歳(2018年7月初診)男性 BMI=24.51 喫煙(2箱/週)以外は特記事項なし。現病歴:誘因もなく当病院初診1週間前より左肘の疼痛と腫脹を自覚するも放置。症状が増悪傾向で左腕の機能障害(伸展不可)が生じたため日本鋼管福山病院整形外科へ受診し入院となった。左肘関節の関節穿刺により膿汁を認めたため感染性関節炎を疑い細菌検査(関節液と静脈血)をするも陰性であった。当病院内科, リウマチ科, 眼科にて痛風, 偽痛風, 結核, 膠原病, 感染性心内膜炎, ペーチェット病などの鑑別診断のため各種検査を実施するも原因の特定と診断につながらなかった。問診にて「幼少時の歯科治療のトラウマから, 歯科受診はなく放置しているむし歯等が多数ある。」とのことで歯科紹介となった。

【口腔内所見・診断】14・26・38・48のC4, 18・11・21・22・23・24・34のC3, 17・36・37のC2, 12・35・45の先天性欠損, 22の舌側転位, 23の唇側転位, 46の近心傾斜を認めた他、口腔衛生状況は不良で全顎的に発赤と腫脹があり、口腔崩壊を認めた。デンタルX線検査にて、11・21・22・23・24・34の根尖透過像と14・26・38・48のC4は歯槽骨から浮遊しており、特に36は歯根を中心に近遠心幅約12mm x 上下幅約9mmの大きな透過像が認められた。歯周組織検査の結果は、1-3mm:51.2%, 4-5mm:40.5%, 6mm以上:8.3%, BOP(+):89.3%, PISA:1734.1mm², PCR:60.7%で広汎型慢性歯周炎(グレードⅢ/ステージB)と診断した。

【治療経過】入院期間中は口腔衛生指導を中心として保存不可能歯の抜歯を実施した。口腔内サンプル(唾液, 抜歯した歯, 6mmの深い歯周ポケット部位からの滲出液)からは *Streptococcus (Str.) anginosus*, *Str. mitis*, *Prevotella melaninogenica*, グラム陽性桿菌が培養同定された(口腔内サンプルの細菌検査は当病院検査部の協力の下で実施)。退院後、歯周治療(スケーリング・ルートプレーニング, 小矯正, 歯肉弁根尖側移動術)と歯内治療(感染根管治療とスーパーEBAセメントを用いた歯根端切除術), 修復・補綴治療の包括的歯科治療が実施された。

【考察・まとめ】本症例では関節穿刺の内容物が膿汁にも関わらず、関節液と静脈血の細菌培養が陰性のため原因菌の同定ができなかったが、口腔崩壊した病態から咀嚼等により慢性的な敗血症を起し得ると推察される。感染性関節炎の25-70%の割合で血液培地が陽性になると言われており(Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases. Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders; 2019), 必ずしも培養同定ができるわけではない。一方で、口腔内サンプルで同定された口腔内細菌, 特に *Str. anginosus group* は胸膈・胸膜炎・肺膿瘍などの他臓器への感染症を起すことがよく知られており(JAID/JSC 感染症治療ガイドライン-呼吸器感染症-), 培養同定された関節炎も報告されている(Helene Lotz et al: Infection. 2019, Yu-Cheng Cheng et al: Medicine (Baltimore). 2019, Gokhan Kuyumcu et al: World Neurosurg. 2017)。本症例のような口腔崩壊の病態を考えると、関節炎への感染源であったことは否定できない。歯科治療初期での歯根端切除術後の関節水腫の発生, そして、保存学的処置を中心とした包括的歯科治療により口腔内環境が改善されてSPTへ移行した2020年4月から現在までは関節炎症状が認められていないことから、口腔内細菌と関節炎の関連性が強く疑われる。そのため、当科では2か月ごとのSPTを継続して、口腔内衛生状態の維持および歯周組織の安定化と関節炎再発防止に努めている。患者からは学術大会で症例資料等を利用することの同意を取得済みである。

ピロリドンカルボン酸を配合した歯磨剤の根面う蝕抑制効果に関する研究—第2報—

¹ 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科歯科保存学分野,

² 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科口腔機能再建工学分野

○星加 知宏¹, 池田 正臣², 高 裕子¹, 西谷 登美子¹, 勝俣 環¹, 永山 祥子¹, 勝俣 愛一郎¹,
西谷 佳浩¹

Study on the effect of suppressing root caries on new dentifrice formulated with pyrrolidone carboxylic acid : Second Report

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

²Department of Oral Prosthetic Engineering, Graduate School Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

○ Tomohiro Hoshika¹, Masaomi Ikeda², Yuko Takashi¹, Tomiko Nishitani¹, Tamaki Katsumata¹, Shoko Nagayama¹, Aiichiro Katsumata¹, Yoshihiro Nishitani¹

【研究目的】

超高齢社会の我が国では、高齢者の根面う蝕の増加が問題となっている。歯肉退縮によって露出した根面象牙質は、部分的に清掃不良となりやすく、障害を抱えた高齢者では一層困難となるため、根面う蝕の予防は極めて重要である。根面う蝕では、ハイドロキシアパタイトの脱灰のみならず象牙質コラーゲンの細菌由来コラーゲナーゼによる分解が生じており、我々は、第149回日本歯科保存学会学術大会にて従来のフッ化物配合歯磨剤に象牙質コラーゲンへ影響するピロリドンカルボン酸 (PCA) を配合した歯磨剤 Check-Up rootcare(ライオン歯科材株式会社) の効果について、従来型歯磨剤 Check-Up standard (ライオン歯科材株式会社) と比較し検討を行い、3か月後の影響について報告した。本研究では6か月後の影響について検討を行った。

【材料及び方法】

前回と同様の条件で、鹿児島大学病院保存科外来を受診した初期の根面齲蝕を有する患者で、本研究への参加に同意を得られた被験者23名に対し、鹿児島大学病院臨床研究倫理委員会の承認(#27-244)のもと、次の研究を行った。被験者の口腔清掃具の種類、使用回数、歯磨剤の使用量、嗜好品の有無を聞き取り調査し、う蝕をダイアグノデント (カボデンタルシステムズジャパン株式会社) にて測定したのち、PCAを配合した新規歯磨剤かPCA無配合の従来型歯磨剤を被験者に無作為に割り当て、提供した。その後、歯磨剤使用3か月、6か月後に再度ダイアグノデントの値を測定した。口腔清掃の回数、歯磨剤の使用量、洗口剤使用の有無、嗜好品の有無、PCA配合の有無によるダイアグノデント値の経時的な変化についてはt-test および Paired t-test を用いて危険率5%にて検定した。また、口腔清掃の回数、歯磨剤の使用量、洗口剤使用の有無、嗜好品の有無とPCA配合歯磨剤を使用した被験者数に偏りが無いかを確認するため、Chi-square test を用いて、危険率5%にて検定した。

【結果】

口腔清掃の回数、歯磨剤の使用量、洗口剤使用の有無、嗜好品の有無の各群間の3か月、6か月後のダイアグノデント値に有意差は認められなかった (p>0.05)。PCA配合の有無では、歯磨剤使用前の群間のダイアグノデント値に有意差は認められなかったが、歯磨剤使用3か月および6か月後では、PCA配合群はPCA無配合群に比べ、有意に低いダイアグノデント値を示した (p<0.05)。また、歯磨剤使用前後間のダイアグノデント値には有意差は認められなかった (p>0.05)。一方、口腔清掃の回数、歯磨剤の使用量、洗口剤使用の有無、嗜好品の有無とPCA配合歯磨剤を使用した被験者数には有意な偏りは認められなかった (p>0.05)。

【考察および結論】

歯磨剤使用3か月および6か月後のPCA配合群のダイアグノデント値は、PCA無配合群の値と比較し、有意に低い値を示した。これは、PCA配合群とPCA無配合群ともに、歯磨剤使用前後間のダイアグノデント値に有意差は認められなかったことから、PCA配合の歯磨剤使用群では、PCAが根面象牙質の脱灰の抑制や再石灰化の亢進などに寄与することで、ダイアグノデント値の上昇を抑制したことが原因と考えられる。

Using dentifrice		Without PCA	With PCA
Before		15.4±4.4	13.3±4.8
After	3 months	16.8±5.0 ^a	12.4±4.2 ^a
	6 months	18.1±5.5 ^b	13.3±5.1 ^b

Table. DIAGNODENT values before and after using dentifrice with or without PCA
Same letters are significantly different (p<0.05)

「味覚の敏感さ」と「う蝕」の関連

¹千葉県立保健医療大学, ²明海大学, ³株式会社ジーシー
○荒川 真¹, 金子 潤², 園田 秀一³

Association between taste sensitivity and dental caries

¹Chiba Prefectural University of Health Sciences, ²Meikai University, ³GC corporation
○ Makoto ARAKAWA¹, Jun KANEKO², Hidekazu SONODA³

【目的】

ショ糖は「う蝕発症に最も影響を及ぼす食物」と考えられており、これを頻回もしくは多量に摂取するとう蝕リスクが高まることは周知の事実である。しかしながら「その摂取量や頻度はどう決定されているのか?」という点に関しては今まで不明な点多かった。

実は先天的な味覚の鋭敏さが摂食行動に影響している事は以前から報告されていた。例えば、味覚の鋭敏な子供は、味の濃い食べ物を好まないことが報告されている。また、近年では苦味や甘味に鈍感な子供は、ショ糖の摂取回数および頻度が高く、結果的にう蝕リスクが高まる可能性があることも報告されている。

そこで「味覚の敏感さ」を調べることにより、う蝕リスクを判定することが可能ではないかとの仮説の下、本研究を遂行した。

【方法】

対象は千葉県立保健医療大学・歯科診療室を受診中の患者で、研究参加へ同意を得られた方とした。まず最初に、研究対象者を「PROP test」という方法により、「Super-taster」(=味覚がとても敏感な人)、「Medium-taster」(=同じく中程度の人)および「Non-taster」(=敏感ではない人)の3群に区分した。具体的には6-n-propylthiouracil (PROP) という薬剤を染み込ませた濾紙のディスクを舌背部に乗せ、それをどの程度の濃度まで認識出来るかを調べた(濾紙ディスク法)。本法はごく一般的な味覚検査法であり、PROP に対して敏感な人は苦味および甘味に敏感であるという事実に基づく。

その上で、視診により各群における研究対象者のう蝕歯数および DMFT 指数をカウントした。得られた結果は Fisher's exact test にて統計学的検討を行った。統計ソフトには JMP Pro. 13 を使用した。

なお、本研究は千葉県立保健医療大学研究等倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号:2018-11)。

【成績】

各群の存在比率は概ね Super-taster : 約 12%, Medium-taster : 約 42%, Non-taster : 約 44% であった。

未処置う蝕の数は Super-taster 群 : 0~4 本, Medium-taster 群 : 0~4 本, Non-taster 群 : 0~16 本であった。すなわち、「Super-taster」はう蝕が少なく、「Non-taster」はう蝕が多くなる傾向が認められた。

【結論】

「味覚の敏感さ」はう蝕リスクの指標となる可能性があると考えられた。

(本研究は科学研究費補助金:基盤(C), 課題番号 18K09579 の助成を受けて実施した。)

フルオロジンクシリケートガラス配合知覚過敏抑制剤の 知覚過敏抑制効果に関する 2 群間並行ランダム化比較試験

¹長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 歯周歯内治療学分野, ²長崎大学病院 口腔管理センター

³長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 歯科補綴学分野 (保存修復学部門)

○松裏 貴史¹, 前 めぐみ¹, 大平 真之¹, 三原 有美子¹, 山下 恭徳¹, 杉本 浩司², 山田 志津香³,
吉村 篤利¹

The efficacy of a desensitizer containing fluoro-zinc-silicate glass on dentin hypersensitivity : a randomized controlled trial

¹Department of Periodontology and Endodontology, Nagasaki University Graduate School of
Biomedical Sciences,

²Oral Management Center, Nagasaki University Hospital,

³Department of Prosthetic Dentistry, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

○ Takashi Matsuura¹, Megumi Mae¹, Masayuki Ohira¹, Yumiko Mihara¹, Yasunori Yamashita¹,
Kouji Sugimoto², Shizuka Yamada³, Atsutoshi Yoshimura¹

【背景】

知覚過敏抑制剤ケアデザインシールド (ジーシー, 東京) は, 象牙細管を化学的に封鎖することによって機能するタイプの象牙質知覚過敏抑制剤であり, カルシウムイオン, フッ化物イオンおよび亜鉛イオンを徐放するフルオロジンクシリケートガラスを含有している. 亜鉛はエナメル質および象牙質の脱灰を減少させ, バイオフィルムの形成, プラークの増殖や象牙質のコラーゲン分解を抑制することが報告されていることから, 知覚過敏抑制効果のほかに根面齶蝕予防効果も期待されている. しかし, 本剤は知覚過敏抑制効果自体においてもいまだ不明な点が多いため, 今回我々は本剤の象牙質知覚過敏症における有効性を評価することを目的として研究を行った.

【方法】

本研究プロトコルは SPIRIT2013 声明と CONSORT ガイドラインに準じて作成された単施設 2 群間並行ランダム化比較試験であり (Matsuura T. et al, Trials 2020), 長崎大学病院臨床研究倫理委員会の承認を得て UMIN 臨床試験登録システム (UMIN-CTR) へ登録した後に研究を開始した (許可番号: 19102101; 登録番号: UMIN000038072). 本研究は全て長崎大学病院歯科保存治療室で実施された. 歯頸部にエアーによる誘発痛があり, その他の適格基準を満たす患者に対し, 術者が同意説明文書を用いてインフォームド・コンセントを行い, 研究参加の同意が得られた者を本研究に組み込んだ. その後, 評価者がエアーによる誘発痛の程度を 5 段階の Verbal Rating Scale (VRS) を用いて評価し, 患歯の Plaque Index (PI) および辺縁歯肉の Gingival Index (GI) の評価を行った. そして, 術者が計 40 歯を封筒法にてランダムに実験群と対照群の 2 群に 1:1 で割り付け, 実験群ではケアデザインシールドを塗布し, 対照群ではナノシールを塗布した. 評価者および被検者に対して, 試験終了まで割り付けを秘匿した. 塗布 4 週間後に, 評価者が再度患部に対してエアーによる誘発痛, GI および PI の評価を行った. ベースラインから塗布 4 週間後のエアーによる誘発痛の変化量を主要評価項目とし, 患歯の PI および辺縁歯肉の GI の変化量を副次評価項目とした. 主要評価項目および副次評価項目の統計解析にはウィルコクソンの符号順位検定およびフィッシャーの正確検定を用いた. また, 歯種別でサブグループ解析を行った.

【結果】

同意の得られた 26 歳から 80 歳の 24 名の被検者の 40 歯が本研究に組み込まれ, 被検者の年齢 [平均値 (標準偏差)] は 65.5 (11.6) 歳であり, 21 名 (87.5%) が女性で 3 名 (12.5%) が男性であった. 40 歯中, 前歯および犬歯が 16 歯 (40%), 小白歯が 11 歯 (27.5%), 大白歯が 13 歯 (32.5%) であった. そのうち, 体調不良や多忙などが原因で 4 名 (7 歯) が脱落し, 40 歯中 33 歯が塗布 4 週間後に再評価された (追跡率 82.5%). エアーによる誘発痛の変化量 [平均値 (標準偏差)] はケアデザイン群で 0.75 (1.15), ナノシール群で 0.53 (0.78) であり, 両群ともに有意な誘発痛の減少を認め, 2 群間に有意差は認められなかった. また歯種別でサブグループ解析を行った結果, 前歯および犬歯ではケアデザイン群で 0.86 (1.12), ナノシール群で 0.88 (0.60) であり, 小白歯ではケアデザイン群で 0.00 (1.41) であり, ナノシール群で 0.20 (0.75), 大白歯ではケアデザイン群で 1.20 (0.40), ナノシール群で 0.25 (0.83) であり, どの歯種においてもケアデザイン群とナノシール群の 2 群間で変化量に有意差は認められなかった. また, 両群ともに塗布前後での PI および GI のスコアに明らかな変化は認められなかった.

【考察・結論】

本研究の結果, ケアデザインシールドに象牙質知覚過敏症に対する有効性が認められ, 抑制効果はナノシールと同程度であった. また, 歯種別でも同様の結果が得られた. 一方, 本剤を塗布することによって PI および GI の値が減少することを期待していたが, 明らかな変化は認められなかった. これは, 本研究に取り込んだ歯の多くが塗布前から PI および GI が 0 であったことが原因の 1 つとして考えられるため, 今後 GI のスコアが高い歯に限定して研究を実施することによって, 本剤の根面齶蝕予防効果を評価することを検討している.

高齢者の根面齲蝕に対するフッ化ジアンミン銀塗布が唾液検査値に及ぼす影響

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座 歯科保存学分野 歯冠修復学
○二階堂 徹, 村瀬 由起, 鶴田 はねみ, 高垣 智博

Influence of application of silver diammine fluoride to root caries of the elderly on saliva test parameters.

Department of Operative Dentistry, Asahi University, School of Dentistry
○ Toru Nikaido, Yuki Murase, Hanemi Tsuruta, Tomohiro Takagaki, Toru Nikaido

【目的】

近年, 38% フッ化ジアンミン銀 (以下 SDF, サホライド, ビーブランド・メディコ-デンタル) が, 活動性根面う蝕の進行抑制に高い効果を有することが報告され (Zhang 他, 2013, Li 他, 2016), う蝕治療ガイドライン (日本歯科保存学会編, 第 3 版, 2020) においてもその優れた効果が記載されている. 本研究では, 根面う蝕を有する高齢者に対して SDF を塗布し, その前後における唾液検査を行って SDF 塗布前後の唾液検査値に及ぼす影響について検討した.

【方法】

1. 被検者: 本臨床研究は, 朝日大学歯学部倫理審査委員会の承認を得て行った (承認番号 32031). 研究対象者は, 朝日大学医科歯科医療センター・保存科を 2021 年 3 月~2022 年 3 月に受診し, 根面のう蝕治療を必要とする 68 歳以上の高齢者 20 名である. まず唾液検査と根面う蝕の関連性や本研究における SDF の効果, SDF を活用した根面う蝕に対する治療法について十分に説明を行い, 同意を得て実施した.

2. 唾液検査: 患者から採取した唾液は, 唾液検査キット (Salivary Multi Tests, ライオン, 以下 SMT) を用いて 7 項目 (むし歯菌, 唾液の酸緩衝能, 酸性度, 潜血, 白血球, タンパク質, アンモニア) について検査した. 唾液検査の実施は, SDF 塗布前 (術前), 次回来院時 (塗布後) の 2 回とした.

【結果】

被験者は合計 20 名 (男性 15 名, 女性 5 名, 平均年齢 76.5 歳) であり, SDF 塗布を行った根面う蝕歯は, 合計 90 本 (前歯 51 本, 小白歯 23 本, 大白歯 16 本) であった.

SMT による唾液検査の結果を表 1 に示す. SMT の各値と SDF 塗布による影響について検討したところ, SMT の各因子については SDF 塗布前後で有意な差は認められなかった. 各症例によって検査値の変動が大きいため, 各症例毎の SDF 塗布前の値に対する SDF 塗布後の値の割合を変化率として算出し, さらに変化率の平均値と標準偏差から変動係数を計算した. その結果, 変動係数は, 細菌数のみ 1.97 であり, 他の 6 項目の 0.26-0.67 に比べ, 2 倍以上の値を示した. 図 1 に症例毎の SDF 塗布前後での細菌数の増減を示す. 症例毎に細菌数の変動の傾向は異なり, SDF 塗布後に細菌数が増加した症例 (14 例), 変化なし (1 例), 低下した症例 (5 例) であった.

【考察】

各種唾液検査の結果から, SDF の根面塗布前後における 7 項目の数値に有意な変化は認められなかった. しかし, 菌数については, SDF 塗布後の細菌数の値は症例によって大きなバラツキを認め, SDF の塗布が細菌数の増減に影響を及ぼすことが示唆された. 一方, 高齢者においては唾液分泌機能が低下し, 検査時に必要な唾液量が採取できているのか不明確であった. さらに唾液採取前の患者の行動をコントロールすることは困難であり, 唾液検査を用いた高齢者に対する各種検査法の適正についてはさらに検討が必要である.

Table.1 SMT inspection values before and after SDF application and coefficient of variation after application

Inspection item	Before	After	Rate of change after application	Coefficient of variation
Caries fungus	22.9 ± 16.6	34.7 ± 25.1	10.89 ± 21.43	1.97
Acidity	54.2 ± 21.7	54.6 ± 21.1	1.22 ± 0.84	0.69
Buffer capacity	40.1 ± 23.1	42.1 ± 24.1	1.25 ± 0.74	0.59
Latent blood	49.3 ± 22.0	48.9 ± 20.8	0.94 ± 0.28	0.30
Leucocyte	75.7 ± 21.8	73.0 ± 25.2	1.01 ± 0.27	0.26
Protein	66.3 ± 22.7	66.7 ± 22.6	1.16 ± 0.59	0.51
Ammonia	47.2 ± 22.5	43.4 ± 27.7	1.09 ± 0.58	0.53

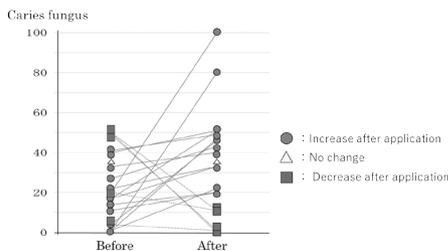


Fig.1 Changes in SMT test values (caries bacteria) before and after SDF application

口腔プロバイオティクス候補菌 *Lactobacillus gasseri* YIT 12321 のう蝕原性について

¹ 鶴見大学歯学部保存修復学講座,

² 元鶴見大学歯学部探索歯学講座, ³ 株式会社ヤクルト本社中央研究所微生物研究所,

⁴ 上海理工大学光触媒産業技術研究院公衆衛生・健康医療部門

○岡田 彩子¹, 今井 奨², 寺井 智彦³, 奥村 剛一³, 山本 雄嗣¹, 花田 信弘⁴

Evaluation of the Cariogenic Potential of a Probiotic Candidate Strain *Lactobacillus gasseri* YIT 12321 in vitro

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

²Former Department of Translational Research, Tsurumi University School of Dental Medicine,

³Yakult Central Institute,

⁴Photocatalyst Research Center, University of Shanghai for Science and Technology

○Ayako Okada¹, Susumu Imai², Tomohiko Terai³, Takekazu Okumura³, Takatsugu Yamamoto¹, Nobuhiro Hanada⁴

【目的】本研究は、口腔プロバイオティクス候補菌である *Lactobacillus gasseri* YIT 12321 のう蝕原性について検証した。

【方法】供試細菌として、*Lactobacillus gasseri* YIT 12321 (*L. gasseri* YIT 12321) と *Streptococcus sobrinus* ATCC 33478 (*S. sobrinus*) を用いた。バイオフィルムの形成能とう蝕原性を検証するために、事前にビッカース硬さを測定した牛エナメル質歯片を人工口腔装置 (AMS) 内の3つのチェンバ-内に固定した。上記細菌懸濁液、1% スクロ-ス含有 TS・MRS 混合培地およびリン酸緩衝液を連続的に16時間滴下し、3種類の人工バイオフィルムを形成した：① *L. gasseri* YIT 12321 のみ培養、② *L. gasseri* YIT 12321 と *S. sobrinus* の共培養、③ *S. sobrinus* のみで培養。各人工バイオフィルム直下の pH は、AMS 内臓 pH センサ-で連続的に16時間測定した。形成した人工バイオフィルム中の菌体量については分光光度計を用いて濁度を測定した (OD₅₄₀)。非水溶性グルカンについては、フェノール・硫酸法を用いて比色定量した (OD₄₉₀)。また人工バイオフィルムを除去した牛エナメル歯片のビッカース硬さを測定した。さらに *L. gasseri* YIT 12321 資化性を検証するために、*L. gasseri* YIT 12321 と *S. sobrinus* の各細菌懸濁液を、7種類の糖質 (グルコース、ガラクトース、フルクトース、スクロース、マルトース、ラクトース、ラフィノース) を含有した TS broth without dextrose 培地で16時間培養した。培養後の pH の変化を測定した。得られた各データは、Kruskal-Wallis test, Bonferroni correction および Wilcoxon signed-rank test を用いた統計学的検討を有意水準 5% にて行った。

【結果】*L. gasseri* YIT 12321 群の人工バイオフィルム直下の pH は、pH 6.52 から緩やかに減少し、pH 5.8 以上を16時間後まで維持した。*S. sobrinus* 群では、16時間後に pH 4.15、共培養群では pH 4.66 を示した。*L. gasseri* YIT 12321 群の菌体量と非水溶性グルカン量は、*S. sobrinus* 群と比較し有意に少なかった ($p < 0.05$)。共培養群については、*S. sobrinus* 群と比較し少なかったが、有意差は認められなかった。培養前後でのビッカース硬さの差については、*L. gasseri* YIT 12321 群が最も小さく、共培養群との有意差が認められた ($p < 0.05$)。

資化性試験では、pH の変化量について、*L. gasseri* YIT 12321 と *S. sobrinus* で有意差が認められた ($p < 0.01$)。ラフィノース含有培地以外の培地で培養した *S. sobrinus* の pH は 5.5 以下を示した。特に、グルコースとスクロース含有培地では、pH 3.98 を示し、最も低い値であった。一方、スクロース、マルトース、ラクトースおよびラフィノース含有培地で培養した *L. gasseri* YIT 12321 の pH はわずかな低下にとどまった。

【考察・結論】*L. gasseri* YIT 12321 は、スクロース存在下でも成熟した人工バイオフィルムを形成することなく、バイオフィルム直下の pH の著しい低下がみられないことから、エナメル質の脱灰が抑えられたと考えられた。う蝕原性細菌との共培養においても、そのう蝕原性を著しく増悪させることはなかった。また *L. gasseri* YIT 12321 のスクロースの資化性は低いことがわかった。以上より *L. gasseri* YIT 12321 のう蝕原性は低いことが示唆された。

ペン型超音波トランスデューサーを用いた根面齲蝕の治療指針立案に関する基礎的研究

¹ 日本大学歯学部保存学教室修復学講座, ² 日本大学歯学部総合歯学研究所生体工学研究部門
○三枝 真¹, 黒川 弘康^{1,2}, 若松 賢吾¹, 村山 良介¹, 岩間 弘明¹, 宮崎 真至^{1,2}

Fundamental study on the formulation of guidelines for treatment of root caries lesion using a pencil-type transducer

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry,
²Division of Biomaterials Science, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry
○ Makoto Saegusa¹, Hiroyasu Kurokawa^{1,2}, Kengo Wakamatsu¹, Ryosuke Murayama¹,
Hiroaki Iwama¹, Masashi Miyazaki^{1,2}

【研究目的】

口腔清掃が困難な高齢者の露出根面に対しては、齲蝕の予防や進行の抑制を目的にフッ化ジアンミン銀 (Silver Diamine Fluoride, SDF) が応用されている。SDF の応用は齲蝕象牙質を黒変させることから、実質欠損が認められず、探針による触診においても検出困難な初期根面齲蝕を明確化し、待機的な治療から修復処置に移行する際の指標とすることも可能となる。一方、SDF による病変の検出では、象牙質の色調変化を肉眼で捉える必要があるが、これは術者の主観によるところが大きく、初期病変の微細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 SDF を応用した際の状態変化を、ペン型超音波トランスデューサーを用いて数値化するとともに、同一試片を写真撮影し、デジタル画像解析処理によって色調を確認することで、これらの相関性について検討した。

【材料および方法】

1. 根面齲蝕モデルの製作

ウシ抜去歯根根部唇側面象牙質を、直径 5~6 mm、厚さ 2~3 mm の象牙質ブロックが得られるようにモデルトリマーを用いて調整した。この象牙質ブロック全面を、耐水性 SiC ペーパー # 2,000 まで順次研磨して 4 × 4 × 1 mm に調整した後、ブロックの底面 (歯髄側) および側面をワックスで被覆した。この試片を、0.1 M 乳酸緩衝液 (pH4.75) に 10 分間浸漬し、精製水で水洗した後にキムワイプを用いて余剰水分を除き、人工唾液に保管した。この操作を 12 時間毎に 1 日 2 回、それぞれ 1, 7, 14, 21 および 28 日間行う 5 条件を設定し、脱灰程度の異なる根面齲蝕モデルを製作した。

2. 超音波測定

ペン型超音波トランスデューサーを用いて、各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、超音波測定は、以下に示す 2 条件に対して行なった。

1) 未処理群: 実験開始前および各実験期間を経過した根面齲蝕モデルについて、超音波測定を行なった。

2) 処理群: 未処理群に対して、SDF (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。SDF 塗布直後および塗布後精製水中に 1 週間保管した根面齲蝕モデルについて、それぞれ超音波測定を行なった。

3. デジタル画像解析

処理群の各試片をデジタルカメラで撮影し、この画像を専用ソフトを用いて解析することで、各条件での根面齲蝕モデルの色調を確認した。

4. 走査電子顕微鏡 (SEM) 観察

未処理群および処理群と同様に製作した試片表層での形態変化を、フィールドエミッション SEM (ERA-8800 FE, エリオニクス) を用いて観察した。

【成績および考察】

未処理群の縦波音速は、実験開始前と比較して、実験期間の経過に伴い有意に低下した。処理群の縦波音速は、SDF 塗布直後で明らかな変化は認められなかったものの、塗布後 1 週間経過した試片では有意に上昇した。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、SDF の使用は、根面齲蝕モデルの石灰化を亢進させる可能性が示された。一方、SDF 塗布による根面齲蝕モデルの色調変化は、象牙質の脱灰程度および SDF 塗布後の経過期間によって異なる傾向を示した。

【結論】

脱灰程度の異なる根面齲蝕モデルに SDF を塗布した際の状態変化を、ペン型超音波トランスデューサーおよび写真撮影によるデジタル画像解析処理で観察することが可能であった。また、SDF の塗布は根面齲蝕モデルの再石灰化に有効であることが示された。

歯冠・根面う蝕からの細菌叢 DNA の抽出と細菌構成の比較

¹ 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野,
² 東京医科歯科大学医歯学総合研究科小児歯科・障害者歯科学分野
○権藤 理夢¹, 平石 典子¹, 黒厚子 璃佳², 岩本 勉², 島田 康史¹

Extraction of microbiome DNA from root and crown caries and comparison of bacterial composition

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

²Department of Pediatric Dentistry/Special Needs Dentistry,
Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

○Tadamu Gondo¹, Noriko Hiraishi¹, Rika Kurogoushi², Tsutomu Iwamoto², Yasushi Shimada¹

【緒言】

近年では超高齢化社会の到来と合わせて、高齢者においても残存歯数が増加し、歯肉退縮に伴う根面う蝕が多数認められ、深刻な問題となっている。歯冠部と歯根部は表面の構造が異なっており、脱灰に至るプロセスが異なっていることが考えられるが、このプロセスについての詳細な研究は過去にない。また、軟化象牙質からの細菌叢 DNA の抽出の先行研究も少なく、方法が確立されているとは言い難い。本研究では抜去歯をサンプルとし、細菌叢 DNA の抽出方法の検討を行い、根面う蝕と歯冠部う蝕のそれぞれにおいてう蝕の原因菌とされている菌の構成割合を比較した。

【材料及び方法】

本研究はヒト抜去歯からのサンプル採取を行うため、本学病院の倫理審査委員会の承認（承認番号 D2021-034-01）を得た。サンプルは新鮮凍結抜去歯のうち歯冠部または歯根部にう蝕を有するものから採取した。抜去歯をクリーンベンチ内の無菌環境下に移し表面を次亜塩素酸にて消毒し、さらに滅菌した雑用エキスカベーターにて表層を一層除去した。その後、軟化象牙質を滅菌したスプーンエキスカベーターにて採取しこれを検体とした。この際に検体の質量を計量した。検体はグアニジン塩酸塩と EDTA からなる保存液に浸漬し -30℃の冷凍庫にて DNA の抽出まで保存した。検体からの DNA 抽出は、まずサンプルを解凍・遠心し、保存液を捨て、あらたに EDTA とジルコニアビーズを添加し 37℃で加温しながら振盪させ、69 時間脱灰を行った。さらに、Proteinase K を添加しコラーゲン線維の消化を 3 時間、その後、Tissue Lyser LT にて 50Hz 5 分間のビーズ破碎処理を行い、これを細菌懸濁液として使用した。この細菌懸濁液から、ISOSPIN Fecal キットの糞便懸濁液プロトコールに準じて、細菌叢 DNA の抽出を行い、抽出した DNA は Nanodrop にて濃度と吸光波長のピークを確認した。S. mutans (UA159) の標準菌液から、ゲノム DNA を抽出し細菌叢同様の手順にて精製し、リアルタイム PCR のプライマーと反応条件の確認を行った。検体 (n=10) からの抽出 DNA に対して、リアルタイム PCR を行い、全細菌および全レンサ球菌群と比較することで、検体中の標的菌群の割合の比較を行った。

【結果及び考察】

抽出した細菌叢 DNA は微量分光光度計にて濃度と純度を確認し、収量は 450ng~3500ng であった。採取したサンプル量と抽出できた DNA 量に相関関係は認められなかった。S. mutans (UA159) の標準菌液のリアルタイム PCR の結果から、検量線を引き、各プライマーの増幅効率が 90% を超えることを確認した。また、この検量線からそれぞれのう蝕サンプル中に含まれる、細菌数を推定した。それぞれのう蝕サンプル中の全細菌に占めるレンサ球菌群の割合は 0.01~2.5% であった。また根面う蝕では歯冠部う蝕と比較して、全細菌数に対し、S. mitis 含めレンサ球菌数が多く検出されたう蝕病変部のアンプリコンシーケンスによる細菌叢解析ではレンサ球菌群が 4.5~26% を占めるとの報告があり、本実験でも同様な結果となった。

【結論】

歯冠、歯根ともに全細菌に占めるレンサ球菌群の割合は小さく、さらにレンサ球菌群に占めるそれぞれの細菌の割合からも、それぞれの細菌叢は多様で複雑な構成と考えられる。レンサ球菌数には歯冠部と根面で有意差が認められ、根面う蝕では、全細菌数に対してのレンサ球菌数が多く、初期付着菌である S. mitis も多く認められた。本研究は、科学技術振興機構 JST 後援の TMDU 卓越大学院生制度の支援を受けたものである。

色調適合性を有するシングルシェードコンポジットレジンの歯ブラシ摩耗について

¹ 日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻, ² 日本大学松戸歯学部歯科生体材料学講座,

³ 日本大学松戸歯学部保存修復学講座

○塚原 弾¹, 永田 俊介², 岩崎 太郎², 寺中 文子³, 谷本 安浩², 平山 聡司³

Toothbrush wear of single shade resin composites with color-matching ability

¹Nihon University Graduate School of Dentistry at Matsudo,

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

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

○ Dan Tsukahara¹, Shunsuke Nagata², Taro Iwasaki², Ayako Teranaka³, Yasuhiro Tanimoto², Satoshi Hirayama³

【目的】

従来のコンポジットレジン (以下 CR) は, 歯の色調および CR が有する半透明性に応じて複数のシェードを組み合わせ使用することが多い. そのため近年, シングルシェードで広い範囲の色調に適合可能な CR が開発されている. 一方, 色調適合性を有するシングルシェード CR の機械的性質に関する詳細について明らかにした報告¹⁾は少ない. そこで本研究では, 色調適合性を有するシングルシェード CR および従来の CR に対する歯ブラシ摩耗試験を行い, それらの摩耗特性について評価・検討を行った.

【材料および方法】

本研究では色調適合性を有するシングルシェード CR として, トクヤマデンタル社製: Omnichroma (OMC), Omnichroma flow (OMF), 松風社製: Beautifil unishade (BUN), クラレノリタケデンタル社製: Clearfil majesty ES flow universal U (CLM), Clearfil majesty ES flow universal UD (CLD), Clearfil majesty ES flow universal UW (CLW) の計 6 種類を用いた. また, 対照群として従来の CR であるトクヤマデンタル社製: Estelite Σ quick (EST), Estelite universal flow (ESF), 松風社製: Beautifil II (BF II), Beautifil flow plus X (BFF), クラレノリタケデンタル社製: Clearfil majesty ES-2 (CMP), Clearfil majesty ES flow (CMF) の計 6 種類を用いた. 歯ブラシ摩耗試験に使用する試料は, 各 CR について 20 × 7 × 2 mm のステンレス製割型へ充填し, ポリエチレンテレフタレート製シートを介してガラス板で圧接後, 光照射器 (アルファライト V, モリタ) にて上面と下面をそれぞれ 90 秒間照射し, 37℃ の水中に 24 時間保管することで作製した. 歯ブラシ摩耗試験は, 4 連摩耗試験機 (K921, 東京技研) を用いて, 歯磨剤 (ホワイトアンドホワイト, ライオン) スラリー (歯磨剤: 蒸留水 = 120 g : 120 ml) 中にて, 試験時間 120 分, ストローク回数 20,000 回, ストローク幅 30 mm, 負荷 2.5 N の条件で行った (n=10). 分析精密 電子天秤を用いて摩耗試験前後の試料の質量を測定し, 摩耗率を算出した. また, 走査型電子顕微鏡 (S-3400N, 日立, SEM) を用いて摩耗試験後の表面性状について観察を行った.

【結果および考察】

Fig. 1 に歯ブラシ摩耗試験の結果を示す. 摩耗率は, BUN と EST の間において有意な差を示し, 他の CR 間においては有意な差を認めなかった. また, 摩耗率とフィラー含有率との間に負の相関を示した (Fig. 2). 摩耗試験後の SEM 観察の結果から, BUN は他の試料と比較して粒径の大きな不定形フィラーを有しており, そのフィラーの脱落が少なく露出した様子が観察された. その結果, BUN はフィラーの重量損失量が少なく, 摩耗率が低い傾向であったものと考えられた. 以上により, 色調適合性を有するシングルシェード CR と従来の CR との間における歯ブラシ摩耗による摩耗量に顕著な差は確認できなかった. 一方, 各種 CR の摩耗特性はフィラー特性 (フィラー粒径および含有量) に大きな影響を受けることが示された. 今後は色調への影響などについて検討を行う予定である.

【文献】

- 1) 永田 他. 日歯理工誌 2022; 41(3): 印刷中

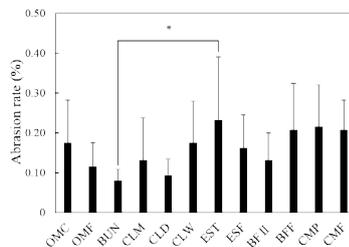


Fig. 1 Abrasion rate of each CRs. Asterisk indicates significantly different (p<0.05).

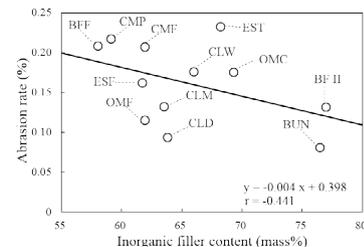


Fig. 2 Correlation between filler content and abrasion rate (r = -0.44). Date of filler content taken form Ref.#1.

低重合収縮性と高重合性を有する新規光重合型裏層材「DP-022」の評価

サンメディカル株式会社
○清水 考朗, 八尾 勉, 上木 秀幸

Evaluation of new Light Cured Composite Resins for Lining “DP-022” with Low Polymerization Shrinkage and High Degree of Conversion

Sun Medical Co., Ltd.
○ Takaaki Shimizu, Tsutomu Yao, Hideyuki Ueki

【緒言】深い窩洞に積層充填なしで一括充填可能な裏層材が各社から上市されているが、フロー性についてはバリエーションを有する製品が少なく症例に応じた使い分けが難しい。

これまで弊社では低重合収縮性を有する裏層材としてバルクベースシリーズを上市しており、今回、本製品の特長である低重合収縮性を維持し、かつ、3種類のフロー性、高重合性および高硬化性の特長を有する DP-022 を新たに開発した。本発表では、これらの性能について DP-022 と従来製品での比較評価を行った。

【材料および方法】本実験では、DP-022 H フロー、DP-022 M フローおよび DP-022 L フローを使用し、従来製品 A、B および C と比較評価した。

1. フロー性の評価

ガラス板に各材料を 0.05 mL のせ、2 分間直立させ、ペーストの垂れた長さを測定した。

2. 稠度の評価

ペーストの硬さは、2 枚のガラス板の間に各材料を 0.1 mL 挟み、940 g の重りを 2 分間のせた。その後、4 か所の直径を測定し平均値を算出した。

3. 低重合収縮性の評価

直径 15 mm、高さ 3 mm のテフロン型に各材料を充填し、歯科技工用光重合器 (α - ライト V, モリタ製) にて片面 180 秒の光照射を両面行った。重合前および重合後の試験片の密度を乾式密度計 (アキュピック II 1340, 島津製) で測定し、その密度差から重合収縮率を算出した。重合収縮率の計算式は「 $\text{重合収縮率} = (\text{重合後密度} - \text{重合前密度}) / \text{重合後密度} \times 100$ 」で行った。

4. 重合性の評価

FT-IR (Spectrum Two, Perkin Elmer 製) を用いて全反射吸収測定法 (ATR 法) で重合率の測定を行った。重合率の算出は、プリズム上に各材料を厚み 1 mm のテフロン型内に充填し、歯科用 LED 照射器 (PENCURE2000, モリタ製) で光照射前および光照射 20 秒後のそれぞれの IR スペクトルを測定し、光照射後の残存二重結合量 (RDB) を求めて行った。重合率の計算式は、光照射前の RDB を 100% として $100 - \text{RDB} (\%)$ で行った。

5. 硬化性の評価

直径 4 mm、深さ 15 mm の穴を持つ金型に各材料を充填し、歯科用 LED 照射器 (PENCURE2000, モリタ製) で 20 秒間光照射した。重合後、硬化体を取り出し、未硬化部分を除去し、硬化深さを測定した。

【結果】フロー性の異なる各 DP-022 の垂れおよび稠度は、DP-022 H フロー > DP-022 M フロー > DP-022 L フローであり、その重合収縮率は従来製品 A、B および C より低値を示した。また、各 DP-022 の重合率は従来製品 A、B および C より高値を示した。硬化深度は従来製品 C > DP-022 L フロー > DP-022 M フロー > DP-022 H フロー > 従来製品 B > 従来製品 A であった。

(図表 1)

【結論】開発品である DP-022 は従来製品と比較すると、異なる 3 種類のフロー性に加え、低重合収縮性、高重合性および高硬化性の 3 つの特長を兼ね備えた材料であることが示された。これらの特長を活かした臨床使用への有用性が期待できる。

Table 1 Performance comparison results between DP-022 and conventional products

	DP-022 H	DP-022 M	DP-022 L	A	B	C
Flow [mm]	13	6	1	0	5	9
Consistency [mm]	36	36	33	32	32	31
Polymerization shrinkage [vol%]	3.2	3.2	3.2	3.8	3.5	3.5
Degree of conversion [%]	59	61	64	32	46	53
Curing depth [mm]	4.5	4.6	4.7	3.4	4.1	5.1

S-PRG フィラー含有水硬性仮封材による象牙質脱灰抑制能

神奈川県立歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野
○平岩 昂樹, 椎谷 亨, 向井 義晴

Effect of S-PRG filler-containing Hydraulic Temporary Filling Material for Inhibition of Dentin Demineralization

Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University
○Takaki Hiraiwa, Toru Shiiya, Yoshiharu Mukai

【目的】

周囲象牙質に脱灰抑制効果が付与されるような水硬性仮封材が開発できれば、仮封材が破損した際に細菌感染による脱灰から歯質を守ることが可能となる。今回の実験目的は、S-PRG (surface pre-reacted glass-ionomer) フィラーを含有した水硬性仮封材を試作し、その象牙質脱灰抑制能について調べることである。

【材料および方法】

1. 試料の作製ならびに仮封材の填塞

ウシ抜去歯根象牙質試料の上に直径 4 mm, 厚さ 2 mm のテフロンモールドを置き、周囲をスティッキーワックスで固定後、水硬性仮封材を填塞した。水硬性仮封材は S-PRG フィラー含有水硬性仮封材 (S-PRG), S-PRG フィラー含有水硬性仮封材とはほぼ同等の F 徐放量となる NaF 含有水硬性仮封材 (NaF), S-PRG フィラー非含有水硬性仮封材 (S-PRG free) の 3 種類とした (各群 n = 4)。各試料を 10 ml の脱イオン水に浸漬し、37°C で 1 週間静置した。なお脱イオン水は 2 日間に 1 度交換した。浸漬期間終了後、仮封材およびモールドを流水下で除去し、脱イオン水で洗浄した。

2. 脱灰実験

各群の象牙質試料を、別々のプラスチック製容器底部にスティッキーワックスにて固定し、耐酸性パーニッシュにて試験面積を 3 × 2 mm に設定した。その後 2 層式脱灰法 (8%MCgel および脱灰溶液 (1.5 mM CaCl₂, 0.9 mM KH₂PO₄, 50 mM acetic acid, pH 5.0)) で 10 日間の脱灰を行った。

3. TMR 撮影, 分析

脱灰試料を 300 μm に薄切し、Transverse Microradiography (TMR) 撮影 (管電圧 35 kV, 管電流 15 mA, 照射時間 15 分) した後、分析用ソフト (TMR2006・2012, Inspektor Research Systems, The Netherlands) を用いて、平均ミネラルプロファイルの作成およびミネラル喪失量 (IML), 病巣深度 (Ld) の測定を行った。IML および Ld の比較には、One-way ANOVA および Tukey の検定を用いた (有意水準 5%)。

【結果】

平均ミネラルプロファイル: 3 群とも、象牙質表面から約 10~20 μm 付近に表層のミネラル密度の高まりが認められたが、それらの値は S-PRG 群では 46 vol%, NaF 群では 43 vol%, S-PRG free 群では 28 vol% であった。また、3 群とも病巣体部は象牙質表面から 20~25 μm 付近に認められたが、それらのミネラル密度の値は S-PRG 群: 38 vol%, NaF 群: 35 vol%, S-PRG free 群: 22 vol% であった。

IML: S-PRG 群では 2,090 vol%・μm, NaF 群では 1,161 vol%・μm, S-PRG free 群では 852 vol%・μm であり、S-PRG 群と NaF 群および S-PRG 群と S-PRG free 群との間に有意差が認められた。

Ld: S-PRG 群では 145 μm, NaF 群では 113 μm, S-PRG free 群では 69 μm であり S-PRG 群と S-PRG free 群および NaF 群と S-PRG free 群との間に有意差が認められた。

【考察】

S-PRG フィラーにはリリリースしたフッ化物をさらに取り込むリチャージ能があるため、一旦リリリースされたフッ化物イオンが仮封材中の S-PRG フィラーに取り込まれ、持続的なフッ化物イオンのリザボアとして機能した可能性が考えられた。また、S-PRG フィラーには NaF 仮封材に含有されないストロンチウムイオンなどが含まれており、これが脱灰抑制に寄与した可能性が考えられた。

カプセル練和型マルチイオン徐放性歯科用充填材ケアダイン® ZIF-C の内部気泡に関する研究

岩手医科大学歯学部歯科保存学講座う蝕治療学分野

○中村 友宣, 志賀 華絵, 浅野 明子, 飛嶋 彩恵子, 東 兼司, 大塚 泰寛, 清水 峻介, 菅 徹也,
千田 弥栄子, 工藤 義之, 野田 守

**Study of Caredyne® ZIF-C, a capsule-mixed multi-ion release filling material
on internal cavities by air.**

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

○Tomohisa Nakamura, Hanae Shiga, Akiko Asano, Saeko Tobishima, Kenji Higashi,
Yasuhiro Otsuka, Syunsuke Shimizu, Tetsuya Kan, Yaeko Chida, Yoshiyuki Kudo,
Mamoru Noda

【目的】

近年、高齢者の根面齲蝕の増加が問題となっている。根面齲蝕の修復は、抗齲蝕作用を発揮するグラスアイオノマーセメントが選択されるが、グラスアイオノマーセメントに Zn²⁺ を添加し抗菌作用を持つマルチイオン放出型グラスアイオノマーセメント Caredyne Restore® (GC) が 2018 年に市販された。演者らは、カプセル練和 Caredyne ZIF-C の長期予後について臨床研究を行い、United States Health Service に準じて評価を行ったところ、セメントの維持や適合性は良好だが、修復処置 1 か月後から修復物表面の粗造感やプラーク染色液の染色性が増加することを明らかにし、第 154 回日本歯科保存学会で発表した（鹿児島大学 医歯学総合研究科 保存修復学分野、株式会社 GC との共同研究）。しかし、これらの原因は明らかにされておらず、演者らは、セメント練和時の気泡混入が関連しているのではないかと考えた。本研究では、Caredyne ZIF-C のセメント内部気泡について調査し、他のカプセル型グラスアイオノマーセメントと比較検討を行った。

【材料および方法】

3 種類のカプセル型グラスアイオノマーセメント (Caredyne ZIF-C : CD, Fuji VII : F7, Fuji IX Extra Capsule : F9, GC) を使用した。カプセルミキサーで 10 秒間練和し、カプセルアプライヤーで内部のセメントを全て排出後、カプセルを常温で 24 時間以上静置した。カプセルのノズル部を内部のセメントとともに根元で切断し、ノズル内部のセメントを取り出した。走査型電子顕微鏡 (SU-8010, HITACHI) にてセメントの切断面を 60 倍で観察し、切断面の中心から 1mm² に観察される気泡様構造の数を計測した。得られたデータは One-way ANOVA (post-hoc test : Tukey HSD) にて統計解析を行った。(n=10, p<0.05 ; SPSS statistics Ver22 ; IBM, USA)

【結果および考察】

各セメントの切断面 1mm² で観察された気泡様構造の数を Fig. 1 に示す。CD は F7, F9 と比較して有意に多くの気泡様構造がみられた。本研究では、ノズル内部のセメントを観察していることから、CD は練和直後にはすでにセメント内部に多くの気泡を含んでいると考えられ、セメント硬化後に空洞となった部位が、バーによる切削や歯ブラシ摩擦で表面化し、表面粗造感の原因となったのではないかと推測された。プラーク染色液の染色性については、表面化した空洞部への染色液浸入が考えられたが、*in vitro* でのさらなる原因解明が必要と思われる。以上のことから、CD はセメント内部に多くの気泡が存在することを考慮する必要があり、臨床応用では、充填時の圧子の使用、最小限の形態修正、バーニッシュによるセメント表面の保護が長期予後につながると考えられた。

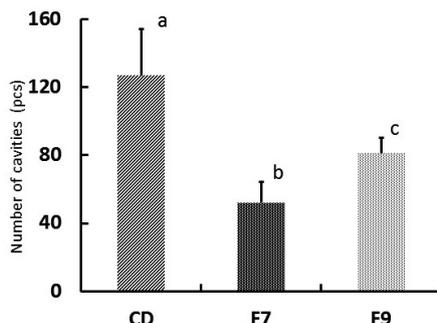


Fig.1 Number of cavities caused by the air in GIC at 1mm².
Different letters mean significant differences. p<0.05, n=10

ニケイ酸リチウムおよびケイ酸リチウムガラスセラミックスを用いた
インレーの製作工程が窩洞適合性に与える影響

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門
○新妻 由衣子, 小林 幹宏, 菅井 琳太朗, 真鍋 厚史, 北原 信也

**Effect of different manufacturing processes on the marginal and internal adaptation of
lithium disilicate and lithium silicate glass ceramic inlay**

Department of Conservative dentistry, Division of Aesthetic dentistry & Clinical cariology, Showa
university school of Dentistry

○ Niizuma Yuiko, Kobayashi Mikihiro, Sugai Rintaro, Manabe Atsufumi, Kitahara Nobuya

【目的】

現在 CAD/CAM 用ニケイ酸リチウムおよびジルコニア強化型ケイ酸リチウムガラスセラミックスは、製作工程により 2 種類に分けられる。すでに結晶化された最終形で供給される【1 ステップ】または、ミリング後に焼成結晶化されるために部分的に結晶化されて供給される【2 ステップ】がある。しかし、インレー修復における窩洞適合性に対する製作工程の影響はこれまでほとんど報告されていない。インレー修復の辺縁および内部の窩洞に対する適合性は臨床的予後に関する重要な因子だと考えられる。本研究では、2 種類の製作工程が、CAD/CAM システムを用いて製作されたニケイ酸リチウムおよびジルコニア強化型ケイ酸リチウムガラスセラミックスインレーの辺縁および内部の窩洞適合性に及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

人工下顎左側第一大臼歯に class II MO(mesio-occlusal) インレー窩洞を形成後、CEREC Omnicam を使用して各々光学印象採得を実施した (n=10)。インレーの設計と製作はそれぞれ CEREC (ソフトウェア 4.6.1)、CEREC MC XL を使用した。本研究ではニケイ酸リチウムガラスセラミックスの IPS e-max CAD (Ivoclar Vivadent・IE)、Initial LiSi ブロック (GC・LS) およびジルコニア強化型ケイ酸リチウムガラスセラミックスの VITA SUPRINITY (VITA・SP)、CELTRA DUO (Dentsply Sirona・CD) を用いた。IE および SP は CEREC Speed Fire を使用して焼成結晶化した。辺縁および内部のギャップの測定はシリコンレプリカ法にて行った。辺縁のギャップは歯頸部および咬合面、内部のギャップは軸壁、および歯髄壁について実体顕微鏡を用いて測定した。得られた値は一元配置分散分析および Tukey HSD Test (p=0.05) を用いて統計学的分析を行った。

【結果および考察】

一元配置分散分析より内部の軸壁および歯髄壁の適合性に有意差は認められなかった。しかし、咬合面および歯頸部の辺縁適合性に関しては有意差が認められた (p<0.001)。Tukey HSD Test では LS, CD【1 ステップ】群と IE, SP【2 ステップ】群の間で咬合面および歯頸部の辺縁適合性について有意差を示した (P<0.05)。IE および SP 群は、LS および CD 群と比較して、咬合面および歯頸部のギャップが有意に大きかった。製作工程で比較すると、1 ステップの方が辺縁の歯頸部と咬合面について良好な適合性を示した。焼成結晶化プロセスの有無は、CAD/CAM システムで製作されたニケイ酸リチウムおよびジルコニア強化型ケイ酸リチウムガラスセラミックスインレーの窩洞適合性に影響を与える可能性が示唆された。

【結論】

CAD/CAM システムを用いて 1 ステップで製作されたニケイ酸リチウムおよびジルコニア強化型ケイ酸リチウムガラスセラミックスインレーは 2 ステップと比較して辺縁の窩洞適合性が高かった。

フッ化物徐放性コンポジットレジンのフッ化物徐放量の経時的な減少
および細菌付着抑制の変化に関する研究

¹YAMAKIN 株式会社, ²高知大学医学部歯科口腔外科学講座
○林 未季¹, 松浦 理太郎¹, 水田 悠介¹, 山本 哲也²

**Study on the time-dependent decrease of fluoride and the change of bacterial adhesion inhibition
in the fluoride-releasing composite resin**

¹YAMAKIN CO., LTD.,
²Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kochi Medical School, Kochi University
○Miki Hayashi¹, Ritaro Matsuura¹, Yusuke Mizuta¹, Tetsuya Yamamoto²

【目的】

フッ化物は口腔内の二大疾病の一つであるう蝕の原因菌に対する抗菌性、歯質の再石灰化促進や歯質強化などの機能性を有するため、う蝕予防を期待してさまざまな歯科材料に配合されている。近年、フッ化物が配合された歯科材料としてフッ化物徐放性コンポジットレジン (F-CR) が臨床応用されている。演者らは、これまでに F-CR の徐放するフッ化物が、代表的なう蝕原性菌である *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) の付着の抑制に寄与することを報告してきた。一方、F-CR のフッ化物徐放量は経時的に低下するため、必然的に、細菌付着の抑制も低減するものと推察される。そこで本研究では、F-CR から一定期間フッ化物を徐放させた後の F-CR の *S. mutans* の付着抑制、および F-CR に対するフッ化物配合歯磨剤によるフッ化物のリチャージ特性について検証したので報告する。

【材料および方法】

材料: F-CR として新しく開発した「ア・ウーノ」、対照材料としてフッ化物徐放性を有さない硬質レジン「ルナウィング」(いずれも YAMAKIN 株式会社製) を用いた。直径 12 mm, 厚さ 1 mm のディスク上に成形後、P2000 の耐水研磨紙で研磨した。PBS (-) に 0, 1, 3, 7 日間 37℃ で浸漬し、フッ化物を徐放させた後、回収した各材料を以下の試験に供した。

S. mutans 付着試験: 24 穴培養プレートの上ウエルにディスクを設置し *S. mutans* 菌液 (JCM 5175 株, 1.0×10^7 CFU/mL, 1% スクロース含有 BHI 液体培地) を 1 mL 添加後、37℃ で 24 時間好気培養した。PBS (-) で洗浄後、ディスクをクリーンなウエルに移し、PBS (-) 0.95 mL, Microbial Viability Assay Kit-WST (同仁化学) の試験薬 0.05 mL を順次添加し 2 時間呈色させ、450 nm における吸光度を測定した。

フッ化物定量試験: 各検体を 15 mL の蒸留水に 24 時間浸漬し、浸漬液のフッ化物イオン濃度を、イオンメーター (F-55, 堀場製作所) を用いて測定した。

【結果および考察】

S. mutans 付着試験の結果、浸漬 0 日のア・ウーノが最も吸光度が低下し、フッ化物徐放性を有さない対照材料に比べ有意に細菌付着を抑制した。しかし、浸漬時間が長くなるにつれ、付着抑制が減弱する傾向が認められた。ア・ウーノからのフッ化物徐放量を検証したところ、浸漬 0 日が最も多く、事前に 1 日浸漬した後のディスクでは徐放量が約 60% まで減少し、その後浸漬期間に応じて徐々に減少する傾向を示した。上述の通り、F-CR から徐放されるフッ化物が、細菌の付着抑制に大きく関与しているため、PBS (-) 浸漬によって、ア・ウーノから徐放可能なフッ化物が減じそれに応じて細菌の付着抑制も低下したと考えられる。一方、一部の F-CR は、フッ化物配合歯磨剤などのフッ化物源を活用することで、フッ化物をリチャージする特性を有する。発表に当たっては、フッ化物を徐放させたア・ウーノにフッ化物配合歯磨剤を用いてフッ化物をリチャージした際の *S. mutans* 付着抑制がどのように変化するのかについても報告する予定である。

ユニバーサルシェイドコンポジットレジンの二軸曲げ強さに関する検討

愛知学院大学歯学部保存修復学講座

○佐久間 恵子, 友田 篤臣, 岸本 崇史, 前迫 真由美, 堀江 卓, 富士谷 盛興

Study on the biaxial flexural strength of universal shade composite resins

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University

○Keiko Sakuma, Shigetaka Tomoda, Takafumi Kishimoto, Mayumi Maesako, Taku Horie, Morioki Fujitani

【研究目的】

構造発色技術が導入されたユニバーサルシェードコンポジットレジンは、有機複合フィラーとベースレジンの接合が極めて強固であることが報告されている。一方、レジンの破壊靱性はフロアブルの方がペーストに比べ一般的に高く、ベースレジンの物性および有機複合フィラーとの接合界面に負荷が加わったときの破壊抵抗などが関与することも明らかにされている。

本研究は、ペーストあるいはフロアブルタイプのユニバーサルシェードレジンにおいて、この接合状態が二軸曲げ強さに及ぼす影響について、アルカリ劣化試験を併用した場合を合わせて検討した。

【材料および方法】

ユニバーサルシェードレジンとして OMNICHROMA (OC), OMNICHROMA FLOW (OCF) (トクヤマデンタル), および対照として従来型レジンの ESTELITE Σ QUICK (ES), ESTELITE UNIVERSAL FLOW (ESF) (トクヤマデンタル) を使用した。テフロンモールド (10 mm 径, 1 mm 厚) に各種レジンを充填後, ポリエチレンフィルム / スライドガラスで圧接し 60 秒間光照射した。嫌気下で 24 時間保管後, 試料両面を #2000 研磨し円盤状試料を調製した。一部試料は, 0.1N NaOH 水溶液 (60°C, pH12.7) に 24 時間浸漬し劣化試料とした。これら試料を用いて, EZ test (島津製作所) によりクロスヘッドスピード 0.5 mm/min の条件下で二軸曲げ強さを測定し, 統計学的処理を施した (n=10, t 検定, α =0.05)。また, 破断面の様相を走査電子顕微鏡観察した (VE-9800, Keyence)。

【結果および考察】

劣化していない群の二軸曲げ強さにおいて, ES は ESF に比し有意に低かったが, OC と OCF 間には有意差は認められなかった。OC と OCF あるいは ES と ESF は, それぞれフィラーの含有率は異なるがレジンの構成がほぼ同じであり, またフィラー / ベースレジンの界面における破壊抵抗等を勘案すると, OC における有機複合フィラーとベースレジンの強固な接合が示唆された。また, 劣化した群の二軸曲げ強さは, 本実験の条件下では全ての試料間において有意に低下していた。二軸曲げ強さによる物性評価としての劣化条件を再検討する必要性が示された。

(Fig. 1)

【結 論】

ユニバーサルシェードレジンでは, ペーストタイプ (OC) とフロアブルタイプ (OCF) の二軸曲げ強さに差が認められなかった。OC および OCF におけるフィラー / ベースレジン間の接合状態が, これらレジンの二軸曲げ強さに大きく影響することが示された。

本研究に関連し, 開示すべき COI 関係にある企業等はない。

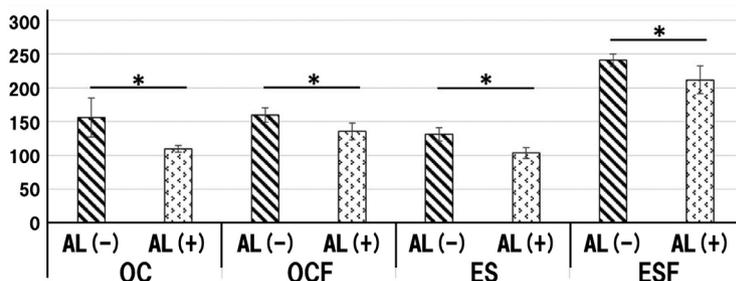


Fig. Biaxial Flexural Strength (MPa)
AL: Alkali deterioration test * Significant difference (t-test, α=0.05)

インレー修復に適したハイブリッドレジンブロックの機械的強度

株式会社ジーシー
○向 映紀, 篠崎 裕

Mechanical properties of hybrid resin blocks for CAD/CAM inlay

GC corporation
○ Eiki Mukai, Yutaka Shinozaki

【目的】

近年, CAD/CAM 冠の保険収載およびデジタルシステムの普及により, 多くの CAD/CAM 冠用材料が販売されている。また, 令和 4 年 4 月より CAD/CAM インレーが保険収載されたため, 弊社では CAD/CAM 冠用材料である「セラスマート プライム」や「セラスマート 300」に透光性に優れた HT 色を追加した。

本研究では, 各社インレー修復に推奨している CAD/CAM 冠用材料 (II) を用いて, 保険収載に必要な条件である機械的強度を評価したので報告する。

【試験方法】

CAD/CAM 冠用材料 (II) として, 「セラスマート プライム (Code : CSP)」(A1 HT, ジーシー), 製品 A および製品 B (両製品とも A1 のインレー修復に適したシェード) を用い, 3 点曲げ試験を実施した。試験片はダイヤモンドカッターを用いて切り出し, 耐水研磨紙 #2000 で厚さ 1.2mm, 幅 4.0mm となるように研磨した。試験片は 37℃ の恒温槽にて 7 日間水中浸漬した後に試験を実施した (n=10)。各サンプルにおいて万能試験機 (AG-5KNXplus: 島津製作所) を用いて, 支点間距離 12mm, クロスヘッドスピード 1mm/min. にて 3 点曲げ試験を実施した。試験結果に関しては, 有意水準 1% で Tukey-Kramer 検定を行い解析した (異なるアルファベット間に有意差あり)。

【結果および考察】

Figure 1 に水中浸漬後における各製品の 3 点曲げ強さを示した。(Figure 1) この結果から, CSP は製品 A, B に対して有意に高い曲げ強さを示し, CAD/CAM 冠用材料 (II) の保険収載条件である「水中浸漬 7 日後の曲げ強さ: 160MPa 以上」を優に超える値であった。対照的に製品 B は水中浸漬後の曲げ強さが 160 MPa を下回り, 規格を満たさなかった。CSP の曲げ強さが有意に高い理由はナノフィラーに最適な表面処理を施し, モノマーに最適な元液を配合することにより高充填・均一分散させているためだと考えられる。

【結論】

セラスマート プライムの HT 色は優れた透光性による歯質との親和性と併せて, 高い機械的強度を持っているため口腔内でも安定して機能する製品である。

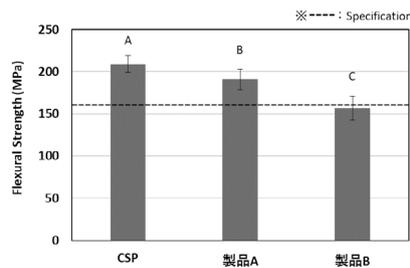


Figure1 Flexural Strength

S-PRG フィラー含有試作水硬性仮封材のエナメル質脱灰抑制効果

日本大学歯学部付属歯科病院 保存学教室修復学講座

○庄司 元音, 黒川 弘康, 須田 駿一, 宮崎 真至, 林 康二, 渡邊 論, 佐藤 幹武, 福本 敬一

Effects of decalcification suppression of experiment hydraulic temporary sealing material containing S-PRG filler

nihondaigakusigakubuhuzokusikabyouin hozongakukyousitsushuuhukugakukouza

○ Mone Shoji, Hiroyasu Kurokawa, Shunichi Suda, Masashi Miyazaki, Koji Hayashi,

Satoru Watanabe, Mikitake Sato, Keiichi Fukumoto

【研究目的】

間接修復において、レジンコーティングされた窩洞の仮封には水硬性仮封材が応用されている。しかし、水硬性仮封材は水分と反応して硬化することから、その辺縁封鎖性が十分でない可能性がある。したがって、レジンコーティングされていないエナメル質窩縁については、修復物装着までの間に脱灰が進行し、とくにセラミックインレー修復など、接着性レジンセメントを用いる歯冠修復においては、その予後に影響を与える可能性がある。そこで、S-PRG フィラーを含有した水硬性仮封材を試作し、これをウシ抜去歯に形成した規格窩洞に適用した際の、窩縁部エナメル質の状態変化を、光干渉断層画像法 (Optical Coherence Tomography, OCT) を用いて数値化することで、脱灰抑制効果について検討した。

【材料および方法】

S-PRG フィラーを含有した試作水硬性仮封材 (以後、S-PRG+, 松風) および S-PRG フィラー未含有の水硬性仮封材 (以後、S-PRG-, 松風) を用いた。

1. 測定用試片の調整

ウシ抜去下顎前歯歯冠部の唇側面中央付近に、直径 4mm、深さ 2mm で窩縁形態がバットジョイントの規格円形窩洞を形成した。歯髄腔をユニバーサルアドヒーズ (Clefil Universal Bond Quick ER, クラレノリタケデンタル) を用いて製造者指示条件で処理した後、フロアブルコンポジットレジン (Clefil Majesty ES Flow Universal, クラレノリタケデンタル) を充填、30 秒間照射した。次いで、窩洞周囲に幅 2mm のエナメル質が露出するよう、歯冠部全体をネイルパーニッシュで被覆した。この規格窩洞に、S-PRG+あるいは S-PRG-をそれぞれ充填したものを測定用試片とした。

2. 測定用試片の保管条件

測定用試片は、以下に示す各条件に保管した。

1) 仮封材維持群: 測定用試片を実験期間中 1 日 2 回、0.1 M 乳酸緩衝液 (pH4. 7.5) に 10 分間浸漬した後、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 日間継続した。

2) 仮封材交換群: 測定用試片を実験期間中 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。この操作を 1 日 2 回、28 日間継続した。なお、実験開始 7、14 および 21 日後に、S-PRG+あるいは S-PRG-を新たなものと交換して実験に供した。

3. OCT による最大ピーク強度値および $1/e^2$ 幅の算出

Time-domain 型 OCT 装置 (モリタ東京製作所) の A-scan mode から試片の信号強度分布を解析、最大ピーク強度値を検出することで、その座標を算出した。次いで、この座標を中心として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を算出し、その波形幅 ($1/e^2$ 幅) を求めた。信号強度分布の測定部位は、窩縁から 1mm の距離で、近心側、遠心側、切縁側および歯頸側の 4 点とし、その平均値をその試片における信号強度分布とした。なお、信号強度分布の測定時期は実験開始および開始 7、14、21 および 28 日後とした。

4. 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、微小硬さ測定用装置を用い、荷重 0.20 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、OCT による信号強度分布測定と同様とし、その平均値をそれぞれ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 による $1/e^2$ 幅は、いずれの保管条件においても、S-PRG-で実験期間の経過に伴って低下したのに対し、S-PRG+では変化は認められなかった。また、ヌーブ硬さは、S-PRG-で実験期間の経過に伴って低下したのに対し、S-PRG+では変化が認められなかった。 $1/e^2$ 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、S-PRG+では、エナメル質の脱灰が抑制されることで歯質内部への光線透過量が影響を受けることなく、 $1/e^2$ 幅に変化が認められなかったものと考えられ、この結果はヌーブ硬さの測定結果と一致するものであった。

【結論】

S-PRG フィラーを含有した、試作水硬性仮封材は、窩縁部エナメル質の脱灰抑制に寄与することが示された。

新規直接充填用コンポジットレジン耐摩耗性の評価

株式会社ジーシー
○大宮 圭司, 篠崎 裕

Wear Resistance Property of a Novel Direct-Filling Resin Composite

GC Corporation
○ Keiji Omiya, Yutaka Shinozaki

I. 研究目的

直接充填コンポジットレジン (CR) による修復においては、歯質に調和するための優れた審美性と咬合に耐える高い機械的強度が求められる。中でも、コンポジットレジンの長期的な安定のためには耐着色性、耐摩耗性等の特性を有する材料を選択することが重要である。コンポジットレジンの破壊や欠損、摩耗は光沢を失う、外観を損なうなど審美性への問題だけでなく、咬合やマージンギャップの変化を引き起こし、咬合摩耗により生じた粗面が対合歯にも影響を及ぼす。そのため、コンポジットレジンが長期的に安定であることによって再治療のリスクが軽減され、医師や患者の負担を軽減することができる。そこで弊社は、「FSC テクノロジー」によって均一に表面処理されたナノフィラーを高密度に充填し機械的特性を向上させたコンポジットレジンを開発した。本発表では、「ジーニアルアコード」の耐摩耗性について評価した結果を報告する。

II. 材料及び方法

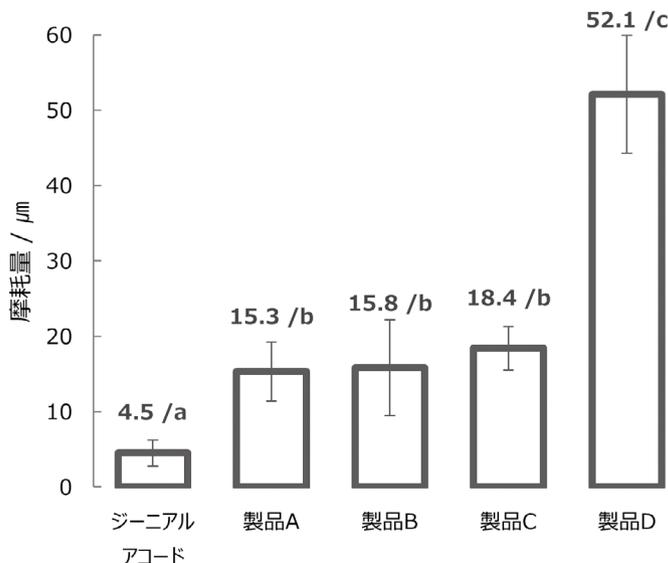
試験にはジーニアルアコード (ジーシー) と直接充填用コンポジットレジン製品 A, B, C, D を使用した。試験体作製用金型にペーストを充填し、上面及び下面から G- ライトプリマ II プラス (ジーシー) にて 10 秒間光照射して硬化体を作製、両表面の未重合層を #1000 の耐水研磨紙で除去し、試験体とした (n = 4)。37 °C の水中に 24 時間保管した後、マイクロメーターにて試験体の寸法を測定し、三体摩耗試験機 (東京技研) に固定し、疑似食物として PMMA: グリセリン = 1: 1 のスラリーを介して荷重 0.85 MPa で 100,000 回の三体摩耗試験を行った。試験後の試験体の寸法をマイクロメーターにて測定し、試験前後の寸法差を算出して摩耗量とした。得られた結果について Tukey-Kramer の検定 (有意水準 5 %) によって統計解析を行った。

III. 結果と考察

ジーニアルアコードは摩耗量が最も少なく、優れた耐摩耗性を示した (Fig. 1)。本製品は平均粒径 300nm のナノフィラーを使用しており、摩耗後も平滑な表面が保たれることによってフィラーの脱落による摩耗の急激な進行が抑制されていると考えられる。また、有機無機複合フィラーにも同様に均一なシランカップリング処理が施されたナノフィラーを高密度に充填していることから無機フィラー、レジンマトリクスとの界面が無く、有機無機複合フィラーが起因となる摩耗の発生を抑制していると考えられる。

IV. 結論

ジーニアルアコードは優れた耐摩耗性を有しており、咬合摩耗に対する長期的な耐久性が期待できることが示唆された。



ユニバーサルシェード型コンポジットレジンの背景色ごとの色調評価

YAMAKIN 株式会社
○水田 悠介, 加藤 喬大

Color Evaluation with Various Background Colors of Universal-Shade Direct Composite Resins

YAMAKIN CO., LTD.
○ Yusuke Mizuta, Takahiro Kato

【目的】

コンポジットレジン修復は、う蝕や事故等で損傷した歯の修復方法の1つであり、患者それぞれの歯質の色調を考慮した修復をおこなうことが可能である。近年、1色のみでVITAクラシカルシェードガイド(16色)のすべてに対応することができるユニバーサルシェード型コンポジットレジンが上市されている。このタイプのコンポジットレジンにはシェード選択の手間を省くことで治療時間の短縮を達成できるほか、在庫管理を容易にできることから注目を集めている。2022年6月にはア・ウーノ(YAMAKIN社製)が上市され、この種の製品数はさらに増加している。

ユニバーサルシェード型コンポジットレジンには1色で歯質の色調を再現することができるという共通のコンセプトで設計される製品であるが、材料自体の色が変化するというよりも、充填修復部周囲の色調に材料自体が影響を受けることで色調適合性は発現している。すなわち、ユニバーサルシェード型コンポジットレジンにおいて、いかに周囲の色調を材料自体に取り込みやすくするのが設計のコア技術であり、例えば「透明性を高くすることで下地の歯質の色を取り込みやすくする」、「光を拡散させることで周囲の色調に馴染ませる」などのように様々なアプローチで設計をおこなっている。

本研究では、ユニバーサルシェード型コンポジットレジンの測色評価(透過率、明度、色調、コントラスト比)をおこなうとともに、下地の色調が変化したときの影響についても評価をおこなう。

【方法】

ア・ウーノを含む4製品のユニバーサルシェード型コンポジットレジンおよび比較試料として従来型のTMR-ゼットフィル10。(YAMAKIN A3)や試作レジン(直径15mm、厚さ1.0mmの金型に充填、光硬化することで試験体とした。試験体は分光測色計(CM3610A, コニカミノルタ社製)および濁度計(NDH4000, 日本電色社製)を用い、色調(L*値, a*値およびb*値)と透過率を測定した。また、白色および黒色を背景色として試験体を測色し、得られたY値の比からコントラスト比を算出した。

また、TMR-ゼットフィル10.のA1, A3およびA4シェードを歯色基準試験体とし、各ユニバーサルシェード型コンポジットレジン(直径15mm、厚さ1.0mm)を評価用試験体として用いた評価をおこなった。最初に直径15mm、厚さ1.0mmの基準試験体のみでの測色をおこない、次に基準試験体の上に同じ形状の評価用試験体を重ねた状態で測色をおこなった。その後、得られた測色値と基準試験体のみでの測色値との差分を評価することで、背景色を変えた色調評価とした(Fig. 1)。

なお、測色は背景色として白色と黒色の両方でおこない、値を平均し測色値を算出した。

【結果】

各社ユニバーサルシェード型コンポジットレジン(直径15mm、厚さ1.0mm)の色調は、周囲の歯質の色調を取り込みやすくするため透明性が高めに設計されているという共通点がある一方で、測色値に違いがあるなど、それぞれに特徴があることを確認された。特に材料のコントラスト比と明度は、背景色を変えた場合の色調にも大きく影響を与えることが示唆された。さらに、ユニバーサルシェード型コンポジットレジンでは、透明性を高くすることで背景や周囲の色を取り込むだけでなく、材料自体の明度とコントラスト比が色調に影響することが推察された。

さらに本報告では、背景色を変えた色調評価試験結果について詳細な議論をおこなう。

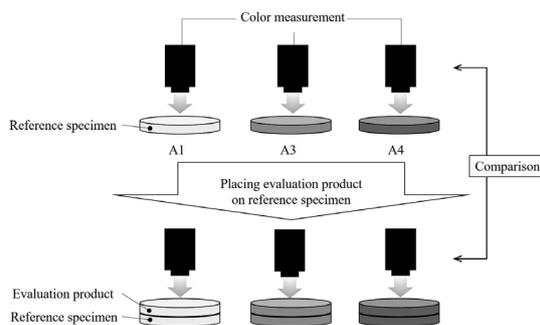


Fig. 1 Color measurement method with various background colors

新規ユニバーサルフロアブルコンポジットレジンの変色性

日本歯科大学附属病院 総合診療科

○関口 詠子, 西口 瑞, 森田 翔平, 山本 陸矢, 多村 美希, 渡邊 慧子, 河合 貴俊, 北大樹,
光安 廣記, 新田 俊彦

Discoloration of new universal flowable resin composite.

General Dentistry, The Nippon Dental University Hospital

○Eiko Sekiguchi, Mizu Nishiguchi, Shohei Morita, Rikuya Yamamoto, Miki Tamura,
Keiko Watanabe, Takatoshi Kawai, Daiju Kita, Hiroki Mitsuyasu, Toshihiko Nitta

【目的】

光重合型コンポジットレジンとは審美修復材料として臨床に広く普及しており、様々なシェードを組み合わせることによって自然観溢れる治療を行うことが可能となってきた。しかし、部位や個体による差が大きく、歯の色調に適合する材料の選択には経験や技術を要する。近年、単一シェードで対応可能とされる新しいコンセプトのユニバーサルタイプのフロアブルコンポジットレジンが開発されている。そこで本実験では、この新規フロアブルコンポジットレジン2種を用いて、蒸留水および紅茶に浸漬した後に1週間後および4週間後の色調を計測し、従来のフロアブルコンポジットレジンとの比較検討を行った。

【材料及び方法】

新規フロアブルコンポジットレジンとして、クリアフィル マジェスティ ES フロー <Low>Universal (クラレ ノリタケデンタル, ES), オムニクロマ フロー (トクヤマデンタル, OC), 対照としてグレースフィル ローフロー (A2)(GC, GF), フィルテック シュープリムウルトラ フロー (A2) (3M, SU) を選択した。まず、上顎左側中切歯メラミン人工歯 (ニッシン) 40本の唇側面に対し、耐水研磨紙 (トラスコ中山) を用いて #600 までの順次研磨を行って平滑面を得た。次いで、エグザファイン <パテタイプ >(GC) を用いて、すべての試料平滑面とパテ面が水平となるよう人工歯を埋入するシリコーンコアを作製した。その後すべての試料平滑面に、直径 5.0mm、深さ 2.0mm の円形窩洞を形成した。G-プレミオボンド (GC) を用いて製造者指示通りに歯面処理を行った後、4種フロアブルコンポジットレジン を 2 回積層法によって充填し (n=10)、厚さ 100 μ m の透明クリアフィルムで圧接しながら G-Light Prima-II Plus(GC) を用いて多方向から計 30 秒間の光照射を行った。その後 37°C 蒸留水中に 24 時間浸漬後、耐水研磨紙を用いて #2000 までの順次研磨を行い、色彩色差計 (CR-400, コニカミノルタ) を用いて測色を行った (Co)。その後各試料の半数を蒸留水に、残り半数を紅茶 (シンビーノジャワティーストレート レッド, 大塚食品) に浸漬させ 37°C にて保管し、1 週間後 (1w) および 4 週間後 (4w) に測色を行った。なお、液は 1 週間ごとに交換を行った。測色で得られた L^* , a^* , b^* から色差 (ΔE^*ab) を算出し、二元配置分散分析、一元配置分散分析ならびに Tukey の q 検定を用いて検討した ($p<0.05$)。

【結果及び考察】

ES/OC/GF/SU における蒸留水浸漬群では、1 週間経過後 (1w-Co) の ΔE^*ab (0.93/0.99/1.27/0.80) および 4 週間経過後 (4w-Co) の ΔE^*ab (1.25/0.81/1.32/0.91) とも有意差は認めず、本実験で行った蒸留水浸漬条件下では変化は認めなかった。紅茶浸漬群では、浸漬時間およびレジンの違いによって有意差を認め、交互作用効果も認めた。また 1w-Co の ΔE^*ab は 1.65/4.12/1.60/3.08 と、OC は他の 3 種と比較して有意に大きな値であった。さらに 4w-Co の ΔE^*ab は 3.65/7.69/3.13/6.20 と、OC は他の 3 種と比較して有意に大きい値であり SU は ES・GF と比較して有意に大きな値であった。本結果からは、4 週間経過すると、肉眼的に識別可能とされる $\Delta E^*ab=3.3$ (Ardu et al, Quint Int 2010) を超える試料を認めたが、これは、フィラーの形状や配合率、ベースレジンの種類など、様々な因子が複合的に作用した結果であることが推測された。したがって臨床においては、定期的なメンテナンスとともに、必要に応じた再研磨を行っていく必要がある。今後はさらなる長期的な浸漬の影響について評価検討を行うが必要である。

【結論】

本実験において、新規ユニバーサルフロアブルコンポジットレジンとは蒸留水浸漬による色調変化は認めなかったものの、紅茶浸漬によって変色を生じ、製品によりその程度に差があることが明らかとなった。

構造色を有するコンポジットレジンの色調適合性評価 - 表面粗さの違いが色調適合性に及ぼす影響 -

¹ 日本大学歯学部保存学教室修復学講座, ² 日野浦歯科医院

○白玉 康司¹, 黒川 弘康¹, 三枝 眞¹, 岩瀬 慶¹, 嘉月 駿¹, 日野浦 光², 宮崎 真至¹

Effect of surface roughness difference on color-matching of a structural colored resin composite.

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry,

²Hinoura Dental Clinic

○ Koji Shiratsuchi¹, Hiroyasu Kurokawa¹, Makoto Saegusa¹, Kei Iwase¹, Shun Katsuki¹, Ko Hinoura², Masashi Miyazaki¹

【研究目的】

近年、バイオミメティクスである構造色に着目し、これを応用することで単一ペーストでより多くの症例において色調適合性を得ることが可能なコンポジットレジンが開発された。構造発色には入射光が関与するため、構造色によるコンポジットレジンの表面粗さが、発色現象および色調適合性に影響を及ぼす可能性がある。そこで、人工歯に形成した規格窩洞に構造色を有するコンポジットレジン充填し、表面粗さを数段階に変化させた際の、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評価した。

【材料および方法】

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), オムニクロマフロー (OCF, トクヤマデンタル), クリアフィルムジェスティ ES フロー <Low> Universal (CM, クラレノリタケデンタル) およびビューティフィルムユニシェード (BU, 松風) 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) の上顎切歯を用いた。

1. 表面粗さの違いが分光反射率に及ぼす影響

レジンペーストを内径 8.0mm で、厚さ 1.5mm あるいは 3.0 mm のテフロン型に充填し、透明マトリックスを介して加圧成形後、30 秒間照射して硬化させた。これらの試片を 37 °C 精製水中に 24 時間保管後、SiC ペーパーの #320, #600, #800 および #2,000 を用いて研削したものを、分光反射率測色用試片とした。測色は、高速分光光度計 (CMS-35F S/C, 村上色彩) を用いて、各基準板上に精製水を介して測色用試片を静置し、試片の中央付近を 3 回ずつ行い、その平均値を求め、波長 400-700 nm の範囲内の反射光を 10 nm 間隔で捉えた分光反射率をグラフ化した。

2. 表面粗さの違いが色調適合性に及ぼす影響

シェード A2 および A4 の人工歯の唇側面中央付近に、直径 4.0 mm、深さ 1.5 mm あるいは 3.0 mm で、窩縁形態がバットジョイントの規格円形窩洞を形成した。この窩洞内面に対して、プラスト処理 (アルミナ粒子) を 5 秒間、0.2 MPa の噴射圧で行った。窩洞の内面および窩縁部にボンドマーライトレス (トクヤマデンタル) を塗布、エアブローした後レジンペーストを充填し、透明マトリックスを用いて加圧成形して各製造者指示条件で光照射した。これらの試片を 37 °C 精製水中に 24 時間保管後、窩洞から溢出した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、分光反射率の測定に用いた試片と同様に研削したものを、それぞれ色調測定用試片とした。色調適合性の評価には高速分光光度計とフレキシブルセンサーを用いて、試片のレジン充填部および窩洞周囲における人工歯の切縁側および歯頸部側を測色し、得られた測色値をもとに、各測色部位間における色差 (ΔE^*ab) を算出した。

【結果および考察】

1. 表面粗さの違いが分光反射率に及ぼす影響

分光反射曲線では、背景色が白の条件では、OC は 650 nm 付近の長波長領域でも高い分光反射率を示した。一方、BU は 470nm 付近で減少しシグモイド曲線を描き、600 nm 付近から分光反射率が低下していく傾向が見られた。背景色が黒の条件では、OC は 650 nm 付近で分光反射率が最も高くなったのに対し、BU は 430 nm 付近で分光反射率が最も高くなり、波長が長くなるにつれて低下していくことが認められた。上記の結果から、研磨を行うことで、背景色が白の条件は、いずれの試片においても、正反射光が弱くなり拡散光が強くなることで、分光反射率は上昇し、明度が増加したと考えられた。

2. 表面粗さの違いが色調適合性に及ぼす影響

OC では、いずれのシェード及び窩洞深さでも良好な色調適合性を示した。BU では、A2 シェードでは良好な色調適合性を示したが、A4 シェードでは低下した。BU の A4 シェードの窩洞が深い条件では表面荒さの違いで色調適合性が著しく低下した。OC は 260nm のスープラナノ球状フィラーで構成されており、フィラーが取れた後にできる窪みは、不定形フィラーのそれと比較して小さく、滑らかである為、研磨による影響を受けなかったと考えられた。

【結論】

表面粗さの違いは、コンポジットレジンの構造発色現象ならびに色調適合性に影響を及ぼす可能性が示された。

硬質レジン歯に対するユニバーサルシェードコンポジットレジンの色調適合性評価

¹ 日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科硬組織機能学,

² 日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座

○高橋 天佑¹, 大野 寛¹, 山口 耀平¹, 鈴木 雅也², 新海 航一^{1,2}

Evaluation of shade matching of universal shade composite resin on hard resin teeth

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

²Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata
○ Tenyu Takahashi¹, Hiroshi Ohno¹, Yohei Yamaguchi¹, Masaya Suzuki², Koichi Shinkai^{1,2}

【研究目的】

近年、シェード選択の簡便化や効率的な材料消費によるコストダウンなどの点からユニバーサルシェードコンポジットレジン（以下USCRと略す）が臨床応用されている。当講座では、3種類のUSCRのカメレオン効果（色調同化）について、CAD/CAM用セラミックブロックに形成した規格窩洞にUSCRを充填して色彩学的に検討した。その結果、セラミックブロックに対する色調適合性は3種類のUSCRの間で差が認められた。そこで、今回は硬質レジン歯に対するUSCRの色調適合性を評価した。

【材料および方法】

USCRとして、オムニクロマフロー（OF, トクヤマデンタル）、クリアフィルマジスティ ES フロー（MU, クラレノリタケデンタル）およびビューティフィルユニシェード（BU, 松風）を使用した。硬質レジン歯は、エンデュラアンテリオ A1 と A3（松風）の中切歯を使用した。まず、ビタイージーシェード V（VITA/白水貿易）を用いて、硬質レジン歯の唇側中央部のシェードを窩洞形成前に測色した。硬質レジン歯の唇側中央部（測色部位）に直径 3mm、深さ 2mm の椀型規格窩洞を形成し、窩洞内部を K エッチャント GEL（クラレノリタケデンタル）で清掃、ボンドマーライトレス（トクヤマデンタル）にて接着処理した後、各 USCR を充填した（n=10）。試料は 37℃ の恒温恒湿器で 24 時間保管し、ソフレックスにて仕上げ研磨を行った後、レジン充填物の中央部を測色し、硬質レジン歯の L*a*b* 値とレジン充填物の L*a*b* 値からレジン充填前後の色差値（ ΔE^*ab ）を算出した。硬質レジン歯に対する各 USCR の ΔE^*ab は、等分散性に依りて one-way ANOVA と Tukey post hoc test あるいは Kruskal-Wallis test と Steel-Dwass post hoc test を用いて有意差検定（有意水準：5%）を行った。

【結果および考察】

各 USCR 充填物と硬質レジン歯の ΔE^*ab （平均 ± SD）は、A1 硬質レジン歯に対する ΔE^*ab は OF : 3.7 ± 0.4, MU : 5.1 ± 1.8, および BU : 3.6 ± 0.4, A3 硬質レジン歯に対する ΔE^*ab は OF : 4.6 ± 1.4, MU : 1.8 ± 0.7, および BU : 5.9 ± 0.9 であった。有意差検定の結果、A3 硬質レジン歯に対する各 USCR の ΔE^*ab は、すべての材料間に有意差があり（ $p < 0.019$ ）、MU の色調適合性は OF や BU より有意に優れていた。また、OF の色調適合性は BU より有意に優れていた。一方、A1 硬質レジン歯に対する各 USCR の ΔE^*ab は、すべての材料間に有意差はなかった（ $p > 0.121$ ）が、OF と BU の色調適合性が MU より優れていた。このように、今回用いた 3 種類の USCR は、シェードの異なる硬質レジン歯の窩洞に充填した場合、各 USCR 充填物と硬質レジン歯の ΔE^*ab は、50:50% ΔE^*ab （観察者の 50% が識別可能とする最小の色差値）である 3.3 以下を示したものはほとんどなく、いずれの材料も硬質レジン歯 A1 と A3 の両方に対するカメレオン効果は認められなかった。OF と BU は天然歯の色調である赤～黄色の分光が可能なフィラーを配合して構造発色を行うことによって、MU は赤～黄色の領域に影響しない色調領域を採用して歯の色調に幅広く調和することによって単一シェードで歯と優れた色調適合性を示すとされている。したがって、硬質レジン歯の光透過性や光拡散性は天然歯と異なるために、USCR は優れた色調適合性を示さなかったと推察される。一方、A3 硬質レジン歯に対する MU の ΔE^*ab は 1.8 であり唯一カメレオン効果を示した。これは、MU は赤～黄色の領域に影響しない色調領域を採用しており、A3 硬質レジン歯のシェードに比べて赤味は若干強いが明度と黄色味は近似していたため、 ΔE^*ab は小さくなりカメレオン効果を示したものと思われる。

【結論】

今回用いた 3 種類の USCR のなかで、A1 と A3 の硬質レジン歯の両方に対して優れた色調適合性を示すものはなかった。

コンポジットレジン修復における唾液汚染された象牙質に対する汚染除去効果

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
○齋藤 豪, 高橋 圭, 横山 章人, 大原 直子, 吉山 昌宏

Decontamination effect on saliva-contaminated dentin in composite resin restorations

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

○ Go Saito, Kei Takahashi, Akihito Yokoyama, Naoko Ohara, Masahiro Yoshiyama

【研究目的】

コンポジットレジンの象牙質に対する接着強さは、近年飛躍的に向上したとされている。しかし口腔内は窩洞形成後に、唾液などによって被着面が汚染されると接着強さが著しく低下したり、接着耐久性の低下による予後への影響が懸念される。

本研究では、コンポジットレジン修復における唾液汚染を想定して、ヒト唾液に汚染された象牙質被着面に汚染除去材を使用し、微小引張接着強さを比較することで、各種汚染除去材の効果について比較検討を行った。

【材料および方法】

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科の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)に準じて本研究を実施した。試料作製はヒト健全抜去大白歯を用い、歯冠中央部象牙質平坦面を耐水研磨紙 #600にて研磨し被着面とした。接着システムには2液性のセルフエッチングプライマーであるクリアフィルメガボンド2(クラレノリタケデンタル)を使用した。試料体は1)汚染なし(コントロール群),2)被着面を汚染後乾燥,3)被着面を汚染後水洗乾燥,4)被着面を汚染後カタナ®クリーナー(クラレノリタケデンタル)で処理,5)被着面を汚染後マルチエッチャント(YAMAKIN)で処理,6)プライマー処理後被着面を汚染し乾燥(再プライマー処理なし),7)プライマー処理後被着面を汚染し水洗乾燥(再プライマー処理なし),8)プライマー処理後被着面を汚染し乾燥,9)プライマー処理後被着面を汚染し水洗乾燥,10)プライマー処理後被着面を汚染しカタナ®クリーナーで処理,11)プライマー処理後被着面を汚染しマルチエッチャントで処理の計11群とし、その後プライマー処理し、ボンド塗布後光照射(6群7群以外)、次にクリアフィルAP-X(クラレノリタケデンタル)を厚さ5mmとなるように積層充填し光重合させた。なお唾液汚染は実験ごとに採取した安静時唾液に1分間浸漬し、30秒間水洗し10秒間強圧エアで乾燥した。その後37°C水中に24時間浸漬し、被着面に対して垂直な断面約1mmのダンベル型連続切片を作製し、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の条件下でマイクロテンサイル法による微小引張接着試験を行った。試料数は各8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。引張接着試験後は実体顕微鏡(KEYENCE)ならびに走査型電子顕微鏡(SEM)により破断面観察を行なった。

【結果および考察】

引張接着試験の結果を以下に示す。1) 64.29 ± 19.9 (MPa), 2) 35.55 ± 14.17 (MPa), 3) 36.04 ± 7.84 (MPa), 4) 54.15 ± 4.23 (MPa), 5) 62.72 ± 16.1 (MPa), 6) 20.88 ± 5.52 (MPa), 7) 26.09 ± 5.38 (MPa), 8) 52.90 ± 6.41 (MPa), 9) 54.27 ± 11.57 (MPa), 10) 59.18 ± 6.86 (MPa), 11) 60.68 ± 8.9 (MPa) ヒト唾液汚染により象牙質に対する接着強さは有意に低下したが、各汚染除去材(カタナ®クリーナー、マルチエッチャント)を用いることでコントロール群と同等の接着強さまで回復した。またプライマー処理後に唾液汚染した群では再プライマー処理することによりコントロール群と同等の接着強さまで回復した。今回の結果ではカタナ®クリーナーとマルチエッチャントでの汚染除去効果に有意差は認められなかったが、カタナ®クリーナーは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報告されているため、今後はさらにサーマルサイクル試験前後の比較検討することより、長期においても接着強さに有意差がないのかを確認する必要がある。SEM観察の結果、コントロール群と各種汚染除去材(カタナ®クリーナー、マルチエッチャント)を用いた群では混合破壊が最も多く観察され、その他の群では界面破壊が最も多く観察された。

【結論】

ヒト唾液に汚染された象牙質被着面に対して各汚染除去材(カタナ®クリーナー、マルチエッチャント)を用いることで、接着強さを回復させる効果があることが示唆された。

ヒト抜去歯を用いたユニバーサルシェードコンポジットレジンの色調適合性の検討

¹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, ²朝日大学
○村瀬 由起¹, 鶴田 はねみ¹, 高垣 智博¹, 堀田 正人², 二階堂 徹¹

Color compatibility of Universal shade resin composite against human extracted tooth.

¹Department of Operative Dentistry, Asahi University, School of Dentistry, ²Asahi University
○ Yuki Murase¹, Hanemi Tsuruta¹, Tomohiro Takagaki¹, Masato Hotta², Toru Nikaido¹

【目的】

審美性と接着性の向上によりコンポジットレジン修復は臨床で使用する機会が多くなっている。シェード選択不要で色調適合性の良いコンポジットレジンが注目されている。そこでヒト抜去歯上でシェード選択不要のコンポジットレジンを測色し、A2シェードの従来型コンポジットレジンと比較検討した。

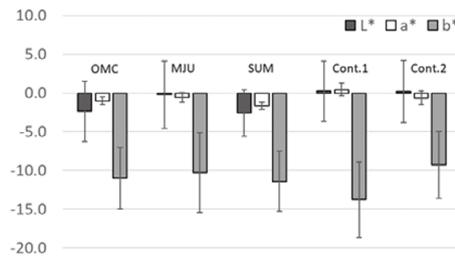
【材料および方法】

被験歯として朝日大学歯学部倫理委員会の承認 (No. 32032) を得ている新鮮抜去小白歯を用いた (n=15)。頬側面を耐水研磨紙 #600 にて研磨を行い、エナメル質平面を作製した。シェード選択不要のコンポジットレジンとして OMNICHROMA Flow (トクヤマデンタル, 以下 OMC), クリアフィルマジスティ ES フローユニバーサル (クラレノリタケ, 以下 MJU), DP-022 M フロー (サンメディカル, 以下 SUM) を用いた。従来型として BEAUTIFIL Flow Plus X F00 (A2, 松風, 以下 Cont. 1), クリアフィルマジスティ ES フロー Low (A2, クラレノリタケデンタル, 以下 Cont. 2) を用いた。各コンポジットレジン試料は直径 10mm, 厚さ 1mm の円柱状とし、照射時間は各社の指示通りに行った。エナメル質平面作製後の天然歯色彩と各コンポジットレジン試料にグリセリンを介してエナメル質平面に静置した色彩を Shade Eye NCC (松風) を用いて測色 (L*a*b* 表色系) し、天然歯と各コンポジットレジンの色彩の色差値を求めた。

【結果と考察】

エナメル質平面作製後の天然歯の色彩と比べると、エナメル質平面にグリセリンを介して各コンポジットレジン試料を静置すると透明性の高い OMC と SUM は L* 値が低下するものが多く、b* 値はすべての試料群で大きく低下した (Fig. 1)。色差値は OMC が 12.0 ± 3.8, MJU が 11.6 ± 4.3, SUM が 12.1 ± 4.1, Cont. 1 が 14.5 ± 4.2, Cont. 2 が 10.4 ± 3.7 であった。ユニバーサルシェードのコンポジットレジンの色調適合性について今後も検討していく予定である。

Fig.1 Difference in L*a*b* values of universal resin composites on human enamel against that of human enamel surface only.



各種レジンコア材料の光照射の有無が象牙質接着強さに及ぼす影響

岡山大学大学院医歯薬学域歯科保存修復学分野

○大原 直子, 井内 有人, 小野 瀬里奈, 横山 章人, 松崎 久美子, 山路 公造, 吉山 昌宏

Effect of light irradiation on dentin bond strengths of various resin core materials

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

○Naoko Ohara, Yujin Iuchi, Serina Ono, Akihito Yokoyama, Kumiko Matsuzaki, Kozo Yamaji, Masahiro Yoshiyama

【 緒 言 】

直接法のレジン支台築造において、窩底部や根管深くには光照射が十分に届いていない症例が考えられる。各種レジンコアシステムではそのような症例でも重合阻害が生じないように工夫されている。本研究では、各種レジンコアシステムにおける光照射の有無が象牙質接着強さに及ぼす影響を検討したので報告する。

【 材料と方法 】

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科の倫理審査委員会の許可（承認番号 189 号）を得て、本研究を実施した。ヒト健全大白歯の抜去歯咬合面に象牙質平坦面を作成し耐水研磨紙 # 600 で研削した。その後 37°C 水中に 1 時間以上浸漬させたものを被着体とした。レジンコアシステムとして、トクヤマデンタル社製のボンドマーライトレス II とエステコア、クラレノリタケデンタル社製のユニバーサルボンド Quick ER と DC コア オートミックス ONE、ジーシー社製の G-プレミオボンドと G-プレミオボンド DCA の併用とユニフィルコア EM を使用し、各社の推奨条件に従い、接着処理とレジン築盛を行った。それぞれ、ボンディング材（ボンドマーライトレス II を除く）とレジンコアに光照射を行なったものを照射群、ボンディング材およびレジンコアへの光照射を省いて硬化させたものを非照射群とした。レジンコア硬化後、37°C 水中で 24 時間保管し、被着面が 1mm² の短冊状になるように切り出して、クロスヘッドスピード 1mm/min にて微小引張接着試験を行った。試料数は各群 n=60(3 歯)とした。統計解析は一元配置分散分析および Tukey 法にて有意水準 5% で行った。

【 結果および考察 】

微小引張接着試験の結果を表 1 に示す。ボンドマーライトレス II とエステコアのシステムの照射群が最も高い接着強さを示し、非照射群でも極めて高い象牙質接着強さを示した。ユニバーサルボンド Quick ER と DC コア オートミックス ONE のシステムにおける照射の有無の比較では、非照射群にて接着強さが有意に低下した。G-プレミオボンドと G-プレミオボンド DCA、ユニフィルコア EM のシステムでは、照射群よりも非照射群の方が比較的高い値を示したが、有意差は認めなかった。以上の結果からトクヤマデンタル社製のボンドマーライトレス II とエステコアのシステムでは、光が十分に届かないような根管内深部のような症例でも極めて高い象牙質接着性を発揮することが明らかとなった。

【 結論 】

各種レジンコアシステムにおいて光照射の有無は象牙質接着強さに影響を及ぼしたが、いずれのシステムも、一定以上の象牙質接着強さを維持していた。なお、光が届きにくい症例では、ボンドマーライトレス II が有用であることが示された。

表1. 微小引張接着強さ

ボンディング材, レジンコア	照射群 (MPa)	非照射群 (MPa)
ボンドマーライトレスII, エステコア	59.8 ± 20.1 ^a	46.9 ± 20.0 ^b
ユニバーサルボンドQuick ER, DCコア オートミックス ONE	41.6 ± 17.4 ^{b,c}	26.7 ± 14.6 ^d
G-プレミオボンド + G-プレミオボンド DCA, ユニフィルコア EM	33.3 ± 15.3 ^{c,d}	40.7 ± 17.8 ^{b,c}

異なるアルファベット間で有意差あり (p<0.05)

1 ステップセルフエッチングボンディング材における血液汚染の影響

株式会社 ジーシー

○佐藤 憂菜, 平野 恭佑, 篠崎 裕

Effect of blood contamination on 1-step self-etch adhesive

GC Corporation

○ Yuna Sato, Kyosuke Hirano, Yutaka Shinozaki

【目的】

唾液分泌の多い小児や出血リスクの高い歯周病患者に対して、特に歯肉縁下のう蝕の治療の場合、唾液や血液による汚染を防止するのは非常に困難であるが、接着操作において、水やタンパク質を含む唾液や血液による汚染は、重合阻害や接着欠陥を引き起こし、接着強さを大きく低下させる。市場のボンディング材は、一括りに1ステップセルフエッチングボンディング材といっても、水分量や処理時間、乾燥に必要とするエア圧など性能が異なる製品が存在するが、どのような性能を有する1ステップセルフエッチングボンディング材が汚染下での接着に有利か明らかになっていない。本研究では、ウシ血液を用い、汚染による各種ボンディング材の接着性能への影響を評価することとした。

【材料及び方法】

試験には G-プレミオボンド (GPB, GC) 及び、製品 A, B (Product A, B) を用いた。

せん断接着試験は ISO29022:2013 に準拠して行った。ウシ前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し、400 番の耐水研磨紙で注水研磨し、エナメルもしくはデンチンを露出させた。表面の水分をエアにより除去した後、ウシ脱繊維血液 (株式会社ジャパン・バイオシーラム) での汚染条件は、(i) 汚染無し、(ii) マイクロピペットにて $1 \mu\text{L}$ の血液を滴下後、綿球にて払拭、(iii) マイクロピペットにて $1 \mu\text{L}$ の血液を滴下とした。添付文書に従い各ボンディング材で処理した後、LED 光照射器 (G-ライトプリマ2, GC) にて 10 秒間光照射した。モールド ($\Phi 2.38 \text{ mm}$, ultradent) に CR (クリアフィル AP-X, クラレ) を充填し、20 秒間光照射を行った後、作製した試験片は 37°C 、24 時間水中浸漬した。せん断接着強さはオートグラフ (EZ-S, Shimadzu) にてクロスヘッドスピード 1 mm/min で測定した ($n=5$)。

得られた結果は、one way ANOVA にて有意差を確認し、更に Tukey-Kramer にて多重比較を行った ($p<0.05$)。

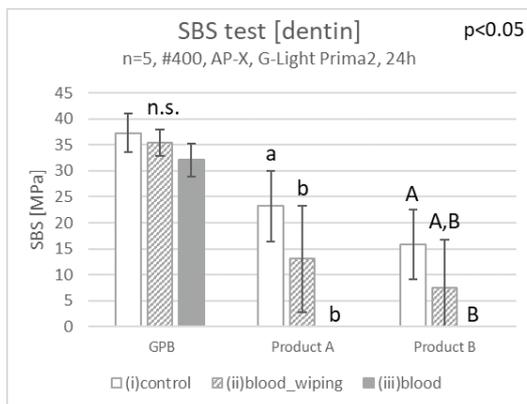
【結果及び考察】

GPB では、血液汚染の有無で有意差なく接着した。一方、製品 A, B においては血液汚染によって接着強さが有意に低下し、特に汚染条件 (iii) では、試験体を作製することすらできなかった。

血液汚染によって、条件 (iii) では、水分によりモノマーの重合阻害や、有機溶媒の脱水作用によりタンパク質が凝集し接着欠陥を引き起こし、また、条件 (ii) では、乾燥したタンパク質の被着面への固着によるボンディング材の浸透阻害を引き起こし、結果的に接着強さを低下させると考えられる。溶媒に着目すると、製品 A 及び製品 B はエタノール及び少量の水が配合されている一方で、GPB にはアセトン及び多量の水が配合されている。アセトンはタンパク質からの脱水作用がマイルドであるためタンパク質の疎水化が起こりにくく、且つ多量の水が配合されていることから、タンパク質を効率良く水層に留めることができると考えられる。更に、GPB は強圧エア乾燥であるため、物理的に汚染された水を吹き飛ばすことができ、接着強さの低下に繋がりにくいことが示唆された。

【結論】

GPB はアセトンと多量の水を含むため、もし血液汚染されてしまった場合でも、高い接着強さを維持することが可能である。以上より、GPB は汚染による影響を受けにくく、実臨床においても有用な製品であると考えられる。



ユニバーサルアドヒーズブ応用型セルフアドヒーズブセメントの象牙質接着耐久性

¹ 日本大学歯学部保存学教室修復学講座, ² 総合歯学研究所生体工学研究部門,
³ 岩崎歯科医院, ⁴ 天野歯科医院
○高見澤 俊樹^{1,2}, 嶋谷 祐輔¹, 林 佳奈¹, 新井 友依子¹, 廣兼 榮造¹, 宮崎 真至^{1,2},
岩崎 圭祐^{1,3}, 天野 晋^{1,4}

Dentin bond durability of self-adhesive resin cements utilizing universal adhesives

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry,
²Division of Biomaterials Science, Nihon University School of Dentistry,
³Iwasaki Dental Clinic, ⁴Amano Dental Clinic
○Toshiki Takamizawa^{1,2}, Yusuke Shimatani¹, Kana Hayashi¹, Yuiko Arai¹, Eizo Hirokane¹,
Masashi Miyazaki^{1,2}, Keisuke Iwasaki^{1,3}, Susumu Amano^{1,4}

【緒言】

セルフアドヒーズブセメントは、酸性機能性モノマーを組成中に含有することで、前処理の必要なく歯質への接着性を有することを特徴としている。一方、セルフアドヒーズブレジンセメントの初期接着性および接着耐久性は、前処理が必要な従来型レジンセメントに比較して劣っているとの報告されている。近年、ユニバーサルアドヒーズブをセルフアドヒーズブセメントのプライマーとして応用することで汎用性とともな接着性の向上を図ったレジンセメントが市販、臨床応用されている。しかし、これらのレジンセメントの接着耐久性については、不明な点も多い。

そこで演者らは、ユニバーサルアドヒーズブ応用型セルフアドヒーズブセメントの象牙質接着耐久性を評価することを目的とした。すなわち、温熱負荷 (TC) 後の剪断接着強さ試験によって象牙質接着耐久性について検討するとともにセメント-象牙質接着界面について走査電子顕微鏡 (SEM) 観察を行うことで考察資料とした。

【材料および方法】

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

【成績および考察】

ベースラインとした 24 時間後の接着試験の結果から、いずれのセルフアドヒーズブセメントにおいても、エッチングモードの違いにかかわらずプライマーの使用によって接着強さが向上した。一方、RUS の ER モード条件は、SE モード条件に比較して同等以上の接着強さを示したものの、他のセメントにおいては SE モード条件に比較して ER モード条件で有意に低い接着強さを示した。また、RUS はエッチングモードの違いにかかわらず、他のセメントに比較して有意に高い接着強さを示した。一方、TC 後の接着強さは、セメントの種類、エッチングモードおよびプライマーの有無によってその傾向は異なるものであった。

【結論】

本実験の結果から、セルフアドヒーズブセメントのプライマーとしてユニバーサルアドヒーズブを使用した条件は、象牙質初期接着強さおよび接着耐久性が向上することが判明した。

2ステップセルフエッチングボンディング材における衝撃吸収層の評価

株式会社ジーシー
○山下 美樹, 平野 恭佑, 篠崎 裕

Evaluation of shock absorbing layer in 2-step self-etching adhesive

GC Corporation
○ Miki Yamashita, Kyousuke Hirano, Yutaka Shinozaki

【目的】

セルフエッチングタイプの2ステップボンディング材は、歯面処理を行う1ステップ目のセルフエッチングプライマーと、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ている。ボンディング層は、一定の厚さと強度を有することで、コンポジットレジン (CR) の重合収縮に伴うストレスを緩和する衝撃吸収層として機能することが知られている。しかし、CRを用いた際のボンディング層の衝撃吸収性能の評価はあまりなされていない。弊社では、特長としてボンディング層が一定の厚さを有する2ステップセルフエッチングボンディング材「G2 - ボンドユニバーサル」(G2B)を開発した。

本研究では、2ステップセルフエッチングボンディング材としてG2Bと従来製品 (Product A) を用いて一括充填用CRを、一括充填および積層充填した際の歯質への接着性を評価した。

【材料及び方法】

評価にはG2B及びProduct Aを用いて、せん断接着試験を実施した。ISO 29022:2013を参考に、ウシ前歯歯冠部を用いて常温重合レジンに包埋した。#400のSiCペーパーで注水研磨し象牙質を露出させた。各製品の添付文書に従い、各ボンディング材を被着面に処理した。サンドブラスト処理を行った内径2.2mm厚み4mmのアルミナスパーサーを被着面に固定し、LED光照射機 (G-ライトプライマII, ジーシー)を用いて10秒間光照射を行い、ボンディング材を硬化させた。CR充填条件①[積層充填方法]は、一括充填用CR(グレースフィルバルクフロー, ジーシー)を2mm充填し、10秒間光照射の1サイクルを2回行った。条件②[一括充填方法]は、一括充填用CRをモールド内に入一括充填して20秒間光照射を行い硬化させた。各条件の試験体を37度の恒温槽にて24時間水中浸漬させたのち、オートグラフ (AG-IS, SHIMADZU)にてクロスヘッドスピード1mm/min.で測定した (n=10)。また試験後の試験片に関しては、SEMにて破壊形態の観察を行った。

せん断接着試験の結果については、二元配置分散分析とTukey検定にて統計処理を行った (p<0.05)。

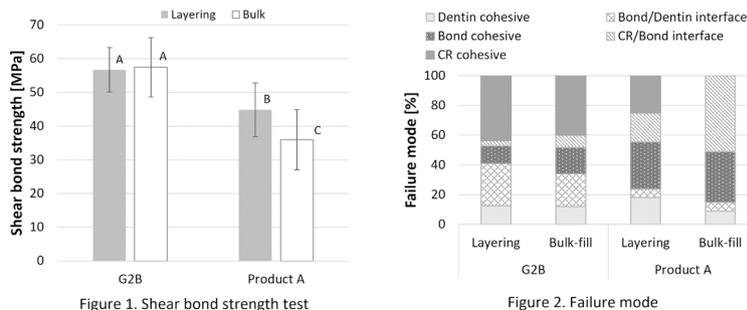
【結果及び考察】

Figure 1. にせん断接着試験の結果を、Figure 2. に破壊形態の観察結果を示した。Figure 1. から、G2Bは充填方法の違いによる接着強さへの影響は見られなかった。一方で、Product Aは一括充填を行うことで有意に接着強さの低下が見られた。また破壊形態の結果より、G2Bは積層充填及び一括充填ともにCR凝集破壊の割合が多かった。一方で、Product Aは一括充填を行うことでCR凝集破壊の割合が減少し、CR/ボンディング層の界面破壊の割合が増加を示した。

一括充填方法においてCRを光重合させると、重合収縮するレジンの量が増加するため、積層充填方法よりもCR/ボンディング層の界面に重合収縮による応力が加わる。G2Bは、一定の厚みのボンディング層が衝撃吸収層となることで、界面に加わるストレスを緩衝し、有意に高い接着強さを示したものと考えられる。一方で、Product Aは、CR/ボンディング層の界面に加わる応力を吸収しきれずに、界面破壊及びボンディング層の凝集破壊が多く起こることで、一括充填方法において接着強さが低下したと考えられる。

【結論】

一定の厚みのボンディング層を有するG2-ボンドユニバーサルは、CRを一括充填した場合においても、優れた衝撃吸収性能を示し、臨床におけるコントラクションギャップの発生のリスクを抑える効果が期待される。



CAD/CAM 修復における象牙質レジンコーティング材のレジンセメントの
象牙質接着性に及ぼす影響について

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
○井内 有人, 大原 直子, 吉山 昌宏

Influence of resin coating on bond strengths of resin cements to dentin in CAD/CAM restoration

Department of Operative dentistry, Okayama University Graduate School of medicine, dentistry
and pharmaceutical sciences

○ Yujin Iuchi, Naoko Oohara, Masahiro Yoshiyama

【研究目的】

近年, 各歯科材料メーカーより様々な象牙質レジンコーティング材が市販されている。レジンコーティング法は象牙質歯髄複合体に物理的的刺激や細菌侵入を防ぐことに寄与し, レジンセメントの接着性向上につながると考えられている。本研究では, 各種コーティング材がレジンセメントの象牙質接着性に与える影響を比較検討することを目的とする。

【材料および方法】

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科の倫理審査委員会の許可(承認番号 189 号)を得て, 本研究を実施した。レジンコーティング材として, スコッチボンドユニバーサルプラスアドヒーシブ(3M), クリアフィルユニバーサルボンド Quick ER(クラレノリタケデンタル), ハイブリッドコート II(サンメディカル), ナノシール(日本歯科薬品)の4種類を使用した。ヒト抜去大白歯をモデルトリーマーを用いて歯冠中央部に象牙質平滑面を形成後, 耐水研磨紙 #600 を用いて注水下で研削し象牙質接着面とした。CAD/CAM用レジンブロック(セラスマート, GC)を切断し厚さ 5mm のディスクとした。象牙質平坦面に各種コーティング材によりレジンコーティング処理を行い, 切断したレジンブロックをレジンセメント(SAルーティングセメント Multi, クラレノリタケデンタル)にて接着した。またコントロールとして, レジンコーティングを実施しない群も作成した。各々の試料を接着終了後, 24 時間 37℃水中保管し硬組織精密切断機(IsoMet low speed saw, Buehler)を用いて, 接着面が約 1 × 1 平方ミリメートルになるよう角柱型連続切片を作製した。得られた切片は小型卓上試験機(EZ-S, 島津製作所)を用いてクロスヘッドスピード 1mm/min の条件下で微小引張試験を行った。統計解析は一元配置分散分析及び Tukey 法にて有意水準 5% で行った。

【結果と考察】

コントロール群(22.6MPa)に対しスコッチボンドユニバーサルプラスアドヒーシブ(30.7MPa)でレジンコーティングした群では有意に接着強さの向上を認めた。クリアフィルユニバーサルボンド Quick ER(24.9MPa)あるいはハイブリッドコート II(20.2MPa)でレジンコーティングした群では接着強さに有意差は認められなかった。ナノシール(11.5MPa)によりレジンコーティングした群においては接着強さの低下がみられた。

【結論】

CAD/CAM レジンブロックにおいて, レジンコーティング材はレジンセメントの象牙質接着性に及ぼす影響が異なることが示された。接着性向上に寄与する製品がある一方で, 低下する製品もあり, 臨床応用においては使用に注意が必要である。

表面処理剤と接着性レジンセメントの併用による歯質接着性向上

¹岡山大学病院総合歯科, ²岡山大学大学院医歯薬学総合研究科生体材料学分野

○矢部 淳¹, 入江 正郎², 岡田 正弘², 武田 宏明¹, 松本 卓也²

Enhanced tooth adhesion by using a surface treatment agent and adhesive resin cement together

¹Comprehensive Dental Clinic, Okayama University Hospital,

²Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

○Atsushi Yabe¹, Masao Irie², Masahiro Okada², Hiroaki Taketa¹, Takuya Matsumoto²

【 緒言 】

臨床現場において接着性レジンセメントによる修復物および補綴物の接着が応用されるようになり、さらにその中でも表面処理を必要としないセルフアドヒーシブレジンセメントはテクニカルエラーの抑制やチェアタイムの短縮など多くの利点を有する。その一方で、これらセルフアドヒーシブレジンセメントにおいても適切な表面処理を行うことで歯質接着性の向上を図ることができると考えられる。今回、種々のセルフアドヒーシブレジンセメントと表面処理剤を併用することによる歯質接着性の変化について検討を行った。

【 材料と方法 】

セルフアドヒーシブレジンセメントとして G-CEM ONE neo (GC), SA Luting Multi Hand-mix (Kuraray) および RelyX Universal Resin Cement (3M) を使用した。また、表面処理剤として Adhesive Enhancing Primer (GC), Clearfil Universal Bond ER Quick (Kuraray) および Scotchbond Universal Plus Adhesive (3M) をそれぞれ使用した。方法は、ISO の接着強さの測定指針 (ISO/TR 11405) を参考にして行った。ヒト象牙質およびヒトエナメル質は、被着面を # 320 の耐水研磨紙で最終研磨後、蒸留水で水洗し、エアーで十分に乾燥させた。表面処理群はそれぞれ所定の方法にて表面処理を行った。

テフロンモールド (内径 3.6 mm, 深さ 2 mm) をサンプル表面に固定し、モールド内に上記セルフアドヒーシブレジンセメントを用いてステンレスロッド (粒子径 50 μ m のアルミナを 0.3 MPa, 10 秒間噴射サンドブラスト処理) を接着させた。20 X 2 秒間光照射して硬化させ、24 時間 37 °C 蒸留水中に浸漬後、せん断接着強さを測定、Steel-Dwss 法にて統計処理をした。

【 結果と考察 】

下記の Table に結果を示す。エナメル質およびセメント質の両方において、表面処理を行わない場合の各種のセルフアドヒーシブレジンセメントの接着性に有意差は認められなかった。G-CEM ONE neo と Adhesive Enhancing Primer (GC) の組み合わせにおいてのみ、表面処理を行わない場合と比較して接着性に有意差が認められた。このことから、適切な表面処理を施すことでセルフアドヒーシブレジンセメントの歯質接着性を向上させうる事が示唆された。

本演題内容は、本学倫理審査委員会 (研 1901-036 および 1912-014) で承認を受けています。演題発表に關しまして、開示すべき COI 関係にある企業はありません。

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

	To enamel	To dentin
G-CEM ONE neo	15.7 (2.4) c*	16.4 (2.6) B, C
G-CEM ONE neo + Adhesive Enhancing Primer	26.0 (4.0) a	24.8 (4.5) A
SA Luting Multi Hand-mix	15.1 (3.6) c	14.8 (2.4) C
SA Luting Multi Hand-mix + Clearfil Universal Bond ER Quick	19.6 (3.6) b, c	18.3 (3.6) A, B, C
RelyX Universal Resin Cement	17.2 (4.1) b, c	16.5 (5.0) B, C
RelyX Universal Resin Cement + Scotchbond Universal Plus Adhesive	22.4 (4.3) a,b	21.2 (4.3) A, B

* Means with the same letters were not significantly different (Steel - Dwss Test , p > 0.05, n=10)

ユニバーサルアドヒーズブ応用型 2 ステップ接着システムのエナメル質初期接着性

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

³ 大崎ブライトタワー歯科クリニック

○ 崔 慶一¹, 岩瀬 慶¹, 廣兼 榮造¹, 柴崎 翔¹, 高見澤 俊樹^{1,2}, 宮崎 真至^{1,2}, 本浄 学³

Enamel bond performance in early phase of a two-step adhesive utilizing a universal adhesive

¹Department of Operative Dentistry,

²Division of a Biomaterials Science, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry,

³Osaki Bright Tower Dental Clinic

○ Keiichi Sai¹, Kei Iwase¹, Eizo Hirokane¹, Sho Shibasaki¹, Toshiki Takamizawa^{1,2},
Masashi Miyazaki^{1,2}, Manabu Honjo³

【緒言】

ユニバーサルアドヒーズブシステムは、異なる被着体に接着性を有するとともに歯質に対して異なるエッチングモードで使用が可能であることを特徴としている。また、塗布時間の短縮、湿潤状態に影響を受けにくい、あるいはレジンセメントの前処理材として使用可能なものなど、製品によってその用途は多彩となっている。近年、ユニバーサルアドヒーズブをプライマーとして用いる 2 ステップ接着システムが臨床応用された。この接着システムは、機能的モノマー含む HEMA フリーのプライマーと高い疎水性を有するアドヒーズブから構成され、従来の 2 ステップセルフエッチングシステムと同等以上の接着耐久性を有することが報告されている。一方、光重合型コンポジットレジン修復においては、コンポジットレジン充填時の光照射直後から、重合収縮に伴う応力あるいはマトリックスの除去、携帯修正などの外力による負荷が接着界面に加わっている。従って、歯質接着性を臨床的な観点から評価するには、接着後 24 時間以上経過した時点での接着強さだけでなく、充填直後の接着強さの推移についても検討する必要がある。

そこで演者らは、剪断接着強さ試験およびアドヒーズブの微小硬さ試験からユニバーサルアドヒーズブ応用型 2 ステップアドヒーズブの初期エナメル質接着性について検討した。

【材料および方法】

供試した接着システムは、ユニバーサルアドヒーズブ応用型 2 ステップ接着システムの G2-Bond Universal (G2B, GC)、2 ステップセルフエッチアドヒーズブの Mega Bond 2 (MB2, Kuraray Noritake Dental) および OptiBond eXTRA (OBX, Kerr) とともに、ユニバーサルアドヒーズブの Scotchbond Univesal Plus (SUP, 3M Oral Care) の 4 製品を用いた。接着試験用試片の製作および剪断接着強さ試験は、ISO 29022 に準じて行った。すなわち、ウシ歯冠部エナメル質を耐水性 SiC ペーパーの #320 まで研削を行い、被着エナメル質面とした。歯面処理条件としては、アドヒーズブ塗布に先立ってリン酸エッチングを行った条件 (ER モード) およびこれを行わなかった条件 (SE モード) の 2 条件とし、各製造者指示条件に従ってアドヒーズブを塗布、照射を行った。次いで、内径 2.38 mm の Ultradent 接着試験用治具を照射したアドヒーズブ面に固定し、レジンペーストを填塞、照射を行ったものを接着試験用試片とした。試片は、37℃精製水中に 5 分、1、6、12 および 24 時間保管した。所定の保管期間が終了した試片については、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いてクロスヘッドスピード毎分 1.0 mm 条件で剪断接着強さを測定した。

硬化アドヒーズブのヌープ硬さ (KHN) 測定に際しては、接着試験用試片と同様に製作したエナメル質表面に内径 6 mm、厚さ 300 μm の穴の開いたテープを貼付し、アドヒーズブ塗布面とした。アドヒーズブ塗布後、塗布面を透明マトリックステープで被覆し、10 秒間光照射を行った。マトリックステープ除去後、アドヒーズブ表面の表層低重合層をアルコール綿球で除去し、KHN 試験用試片とした。試片は、37℃、100% 湿潤下に 5 分、1、6、12 および 24 時間保管した。所定の保管期間が終了した試片は、微小硬度計 (HMV-2, Shimadzu) を使用し、負荷荷重 8.07 mN の条件で 5 秒間保持した。試片ごとに異なる場所で 3 回測定を行い、その平均値を試片のヌープ硬さとした。

【成績および考察】

いずれのエッチング条件においても全ての接着システムで保管時間の延長に伴ってその接着強さは向上する傾向を示したものの、その向上傾向はアドヒーズブの種類およびエッチングモードによって異なるものであった。また、アドヒーズブのヌープ硬さは保管期間の延長に伴って経時的に向上する傾向を示した。

【結論】

ユニバーサルアドヒーズブ応用型 2 ステップ接着システムのエナメル質初期接着強さは、SE モードにおいて他の接着システムと比較して有意に高い値を示した。また、アドヒーズブの KHN と初期接着強さの間には強い正の相関が認められた。

Bioactive ボンド の象牙質接着性の評価

- ¹北海道医療大学 歯学部 口腔構造・機能発育学系 組織学分野,
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北海道医療大学 歯学部 口腔構造機能・発育学系 小児歯科学分野,
⁴北海道医療大学 歯学部 総合教育学系歯学教育開発学分野
○佐藤 幸平¹, 油井 知雄², 藤田 裕介³, 細矢 明宏¹, 伊藤 修一⁴

Evaluation of dentin bond strengths in Bioactive-Bond

¹Division of Histology, Department of Oral Growth and Development, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido,

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

³Division of Pediatric Dentistry, Department of Oral Growth and Development, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido,

⁴Division of Dental Education Development, Department of Integrated Human Sciences School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

○ Kohei Sato¹, Tomoo Yui², Yuusuke Fujita³, Akihiro Hosoya¹, Shuichi Ito⁴

【目的】現在の歯科臨床においては、ミニマルインターベンションの概念が広く支持されており、なかでも、光重合型コンポジットレジン、必要不可欠な材料である。また、材料自体の機械的性質の改良や接着性が向上されるに伴い、その適応範囲は拡大している。一方で、現在の口腔内環境に目を向けてみると、歯科疾患実態調査によれば、8020 達成者の割合は、増加しているが、それに伴い、う歯を持つ高齢者の割合も増加している。現在、日本においては、少子高齢社会が益々進んでおり、これらに対応する歯科材料の開発も必要である。ただ単に、歯質に接着するだけではなく、歯科治療や口腔内環境の変化に対応できる様々な機能を発揮する「バイオアクティブ機能」を付与した材料の開発が必要となってくる。これまで我々は、接着修復材料の耐久性を向上させる目的として、象牙質再石灰化誘導活性を有する新規接着性モノマー 4-MET-Ca (calcium 4-Methacryloxyethyl trimellitate, 以下、CMET) を開発した。これまでの報告では、CMET は象牙質の再石灰化に影響を与えているだけでなく、レジン系シーリングコート材に添加した場合、象牙質に対する接着強さが向上したことを報告している。そこで、本研究では、様々な機能を有する新たなボンディング材を開発することを目的として、CMET を配合したボンディング材を試作し、バルクフィルレジンとの組合せにより微小引張接着強さ (以下、 μ TBS) の測定を行うことで、象牙質に対する初期接着性を評価することとした。

【材料と方法】本研究には、北海道医療大学病院に来院し、本研究の内容を説明し、同意を得た治療上抜歯が必要と診断された患者で、う蝕のないヒト抜去大白歯 75 本を実験に用いた。なお、本研究は、北海道医療大学歯学倫理審査委員会に承認されている (承認番号 第 203 号)。ボンディング材は、試作ボンディング材として Bioactive ボンド (DP-023; 以下 BA ボンド)、比較対象としてスコッチボンドユニバーサルプラスアドヒーズ (SB)、オプチボンドユニバーサル (OB)、クリアフィルメガボンド 2 (MB) の計 4 種類を用いた。バルクフィルレジン、試作フロアブルレジン (DP-022; BF レジン) の L フロー、M フロー、H フローの 3 種類を用いた。抜去歯の歯冠中央を歯軸に対して垂直に切断し、露出させた健全象牙質面に各ボンディング材をメーカー指示に従い歯面処理を行った。その後、高さが 5mm となるように BF レジンを築盛し、接着面積が 1mm² となるようにビーム状の試料に切り出した。これを 37°C の蒸留水中に 24 時間保管し、測定試料とした。測定は万能試験機 (EZ test, 島津製作所) を用いて、クロスヘッドスピード 1.0mm/min の条件下で試料が破断するまでの最大荷重を記録し、微小引張接着強さ (以下、 μ TBS) を算出した。試料数は、各条件につき 10 個とし、得られた測定値は 1-way ANOVA および 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】BF レジン L フローおよび M フロー群では、BA ボンドの接着強さはそれぞれ 58.2 MPa, 54.4 MPa であった。これは、SB, OB と比較して同等もしくは有意に高い値であったが ($p < 0.05$), MB とは有意差を認めなかった。H フロー群においては、BA ボンドの接着強さは 61.8 MPa であり、他のボンディング材と比較して有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。

BA ボンドは、フロアブルレジンの流動性に関わらず安定した接着性を示したが、他のボンディング材では、H フロー群で接着強さは低下した。これは、CMET が配合されることによってボンディング層が強化され、良好な樹脂含浸層が形成された可能性が考えられた。また、フロアブルレジンの流動性をコントロールするために添加された成分の種類や量が、接着強さに影響を与えた可能性も考えられた。

【結論】試作ボンディング材 BA ボンドは、フロアブルレジンの流動性に関わらず、安定した象牙質接着性が得られた。

新規化学重合型ユニバーサルアドヒーズの CAD/CAM 用歯冠修復材料への初期接着性

¹ 日本大学歯学部保存学教室修復学講座, ² 総合歯学研究所生体工学研究部門
○大内 元¹, 高見澤 俊樹^{1,2}, 石井 亮¹, 白玉 康司¹, 田村 友彦¹, 横山 宗典¹, 須田 駿一¹,
宮崎 真至^{1,2}

Bond strength of self-cured universal adhesives to various CAD/CAM materials

¹Department of Operative Dentistry,

²Division of a Biomaterials Science, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry

○ Hajime Ouchi¹, Toshiki Takamizawa^{1,2}, Ryou Ishii¹, Kouji Shiratsuchi¹, Tomohiko Tamura¹,
Munenori Yokoyama¹, Shunichi Suda¹, Masashi Miyazaki^{1,2}

【目的】

修復物辺縁に生じた齲蝕や実質欠損に対して修復物をすべて除去することなく、問題となる部分のみを除去して光重合型レジンで修復を行う補修修復が推奨されている。様々な被着体に接着性を有するとともに優れた汎用性を有するユニバーサルアドヒーズは、補修修復を行う際の接着システムとして使用される頻度が高いものと考えられる。そこで、ユニバーサルアドヒーズに新たな更なる改良や機能が追加された接着システムが市販された。

そこで演者らは、第二世代のユニバーサルアドヒーズの中で、常温保存を可能とし、二液混和性でありながら混和前後で視覚的な変化が生じる新規化学重合型ユニバーサルアドヒーズに着目した。すなわち、この新規接着システムの基本的接着性能を評価するために、補修修復を想定して様々な被着体に対する剪断接着試験および試験終了後の破壊形式の観察から検討した。

【材料および方法】

供試した接着システムとしては、新たなユニバーサルアドヒーズとして化学重合型ユニバーサルアドヒーズであるボンドマーライトレス II (BL2, トクヤマデンタル) を用いた。対照として、Scotchbond Universal Plus Adhesive (SBP, 3M Oral Care), ボンドマーライトレス (BLS, トクヤマデンタル) および Futurabond U (FTB, Voco GmbH) を用いた。光重合型コンポジットレジンとしては、Clearfil AP-X (クラレノリタケデンタル) を使用した。接着試験用試片の製作には、被着体としてジルコニア (日本ファインセラミックス), ニケイ酸リチウムガラスセラミックス (IPS e. max プレス, Ivoclar Vivadent), レジンブロックとしてエステライトブロック (トクヤマデンタル) およびカタナアベンシアブロック (クラレノリタケデンタル) を用いた。各 CAD/CAM 用ブロックを厚さ 2 mm の板状に成形、加工した後、常温重合型レジンに包埋し、表面を耐水性研磨紙の #320 まで研磨した。次いで、ジルコニアおよびレジンブロックには、被着面に対してハイアルミナ (松風, アルミナ粒子, 50 μm) を用いてアルミナブラスト処理を 10 秒間行った。各被着体に対してアドヒーズを製造者指示条件に従って塗布した後、ウルトラデントジグを固定しレジンペーストを充填、20 秒間光線照射を行ったものを剪断接着試験用試片とした。これら試片を 37°C 精製水中に 24 時間保管後、万能試験機を用いて、C.H.S.=1.0 mm/min の条件でその剪断接着強さを測定した。試片の数は 15 個とし、それぞれの平均値および標準偏差を求め、各条件の接着強さを有意水準 0.05 の条件で統計学的検定を行った。また、試験終了後の試片については、破断面の観察を行い、その破壊形式を分類した。

【結果および考察】

接着試験の結果から、ジルコニアへの接着強さはいずれの接着システムにおいても同等の接着強さを示した。ニケイ酸リチウムガラスにおいては、BLS, BL2 および SBP においては同等の接着強さを示したものの、FTB では有意に低い値を示した。また、いずれのレジンブロックにおいても、用いた接着システム間で同等の接着強さを示したものの、BL2 で高い接着強さを示した。被着体の種類によって用いた接着システム間で異なる接着強さを示した理由としては、それぞれの接着システムに含有される成分および塗布法の違いが関係したのと考えられた。

【結論】

本実験の結果から、新規化学重合型ユニバーサル接着システムはいずれの被着体に対しても安定した接着性があることから、補修修復の際に使用する接着システムとしての有用性が示された。

試作カルシウム含有接着システムのエナメル質耐酸性と接着強さの評価

¹ 東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科 う蝕制御学分野,

² 東京医科歯科大学大学院 医師学総合研究科 医歯理工学専攻 口腔機能再建工学
○岩淵 裕俊¹, 井上 剛¹, 池田 正臣², 島田 康史¹

The evaluation of acid-resistance and bond strength of an experimental calcium-containing adhesive system on enamel

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

²Department of Oral Prosthetic Engineering, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

○ Hirotoishi Iwabuchi¹, Go Inoue¹, Masaomi Ikeda², Yasushi Shimada¹

【緒言】う蝕に対する保存修復治療において、二次う蝕の発生は予後不良の主な原因である。コンポジットレジン修復においては歯質とレジンとの接着界面における耐酸性の向上が、臨床成績の向上に繋がると推察される。落合らは試作カルシウム含有プライマー（10Wt% CaCl₂）を用いてヒト抜去歯象牙質に接着操作を行い、従来の2ステップ接着システムと比較して接着界面の耐酸性が向上し、かつ接着強さに影響が生じない事を報告した。しかし修復物のマージンとなるエナメル質に対する検証はまだ行われていない。そこで本研究では試作カルシウム含有プライマーシステムがエナメル質の耐酸性と接着強さに与える影響を評価した。

【材料と方法】耐酸性試験では8本のヒト抜去大白歯歯冠部からエナメルブロックを切り出し、エポキシレジンにて包埋した後、#600耐水研磨紙を用いて平坦面(4x4mm)を形成した。プライマーはClearfil MEGA Bond2: Primer (MP), または試作カルシウム含有プライマー (CP) を用い、ボンドはClearfil MEGA Bond2: Bond (MB) またはClearfil Protect Bond: Bond (PB) を用いて4群 (MPMB, MPPB, CPMB, CPPB, すべてクラレノリタケデンタル) とした。これらを通法どおり使用し接着操作を行った後、コンポジットレジン (Clearfil Majesty ES Flow: A2, Aクラレノリタケデンタル) を築盛、光照射を20秒行った。これらの接着操作を行った試料を37℃の蒸留水中に24時間保存した後、接着界面に対し垂直に切断し、耐水研磨紙を用いて#1200まで研削した。その後人工脱灰緩衝溶液 (pH4.5, CaCl₂ 2.2mmol/L, NaHPO₄ 2.2mmol/L, 酢酸 50mmol/L) に4.5時間浸漬・攪拌した後、NaClO 5% 溶液にて超音波洗浄し、流水で30秒間洗浄した。脱灰面をSuper Bond C&B (サンメディカル) を用いて保護した後、垂直に切断し、耐水研磨紙とダイヤモンドペーストにて研磨後、SEM (JSM-5310LV, 日本電子) を用いて観察した。微小剪断接着試験では、12本のウシ切歯唇面を耐水研磨紙にて研削して平坦面を露出させ、上記の4群を用いて接着操作を行った後、コンポジットレジン (AP-X: A3, クラレノリタケデンタル) を、タイゴンチューブ (R-3603, Norton Performance Plastic Co.) を用い、直径0.8mm、高さ0.5mmの円柱状に築盛、20秒光照射した。得られた試料は37℃の蒸留水中に24時間保存した後、シアノアクリレート接着剤 (モデルリペアーII, デンツプライシロナ) にて、ジグ (Bencor-Multi-T, Danville engineering Co.) に固定し、ユニバーサル試験機 (EZ-Test-500N, Shimadzu) を用いてクロスヘッドスピード1.0mm/分にて微小剪断接着強さを測定した。得られたデータは2-way ANOVA および t-test を用いて危険率5%にて検定した。剪断試験後、破断面のSEM観察を行い、I/C/M (interfacial/cohesive/mixed failure) の破壊様式を調査した。

【結果】耐酸性試験におけるSEM観察では、全ての群において1μM以下の酸-塩基抵抗層 (ABRZ: Acid-Base Resistant Zone) がボンド層直下に確認された。CPを用いた群ではMP群よりやや厚いABRZが形成されたが、PBのフッ素による影響は確認できなかった。微小剪断接着試験では、MPMB 28.72(MPa), CPMB 30.59(MPa), MPPB 35.13(MPa), CPPB 33.92(MPa)であった。MP群とCP群で統計学的有意差は認められず (P>0.05), CPの使用がエナメル質とコンポジットレジンとの接着物性に悪影響を与えない事が示された。破壊様式はMPMB, MPPB, CPMB群では接着界面破壊を、CPPBではエナメル質またはレジンの凝集破壊を多く認めた。

【考察】MDPはハイドロキシアパタイト中のカルシウムと結合し、難溶性のMDP-カルシウム塩を形成する事で、接着の安定性を向上させ、耐酸性に寄与する事がわかっている。本研究で用いた、CP中のCaCl₂が、カルシウムイオン供給源となり、より多くのMDP-カルシウムが形成されたことにより、従来型の2ステップ接着システムより厚いABRZが形成されたものと考えられる。またCP使用による接着強さの低下は認められなかったことから、エナメル質接着修復にカルシウム含有プライマーシステムの使用は有効であると示唆される。

新規ユニバーサルアドヒーズの歯質接着性能

¹ 日本大学歯学部保存学教室修復学講座, ² 日本大学歯学部総合歯学研究所生体工学研究部門
○ 笠原 悠太¹, 石井 亮^{1,2}, 廣兼 榮造¹, 高見澤 俊樹^{1,2}, 大内 元¹, 須田 駿一¹, 横山 宗典¹,
宮崎 真至^{1,2}

Investigate of bond strength of new self-curing universal adhesive

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University school of Dentistry,

²Division of Biomaterials Science, Dental Research Center, Nihon University school of Dentistry
○ Yuta Kasahara¹, Ryo Ishii^{1,2}, Eizo Hirokane¹, Toshiki Takamizawa^{1,2}, Hajime Ouchi¹, Shunichi Suda¹, Munenori Yokoyama¹, Masashi Miyazaki^{1,2}

【研究目的】

近年、歯質接着システムは歯質、セラミックスおよび歯科用合金に対して接着を可能とするユニバーサルアドヒーズが頻用されている。しかし、臨床においては更なる術式の簡略化とともに、処理時間の短縮が求められていることから、塗布後の待機時間と光照射が不要である新規ユニバーサルアドヒーズ BONDMER Lightless II (トクヤマデンタル) が開発された。この接着システムは、従来のユニバーサルアドヒーズが有するユニバーサル性を有するとともに、良好な歯質接着性能が得られることを特徴としている。そこで演者らは、BONDMER Lightless II の歯質接着性について、剪断接着試験とともに歯質とコンポジットレジンとの接合界面における走査電子顕微鏡 (SEM) 観察から検討を行った。

【材料および方法】

供試したユニバーサルアドヒーズは、BONDMER Lightless II (トクヤマデンタル)、BONDMER Lightless (トクヤマデンタル)、Scotchbond Universal Plus Adhesive (3M ESPE)、Adhese Universal (Ivoclar Vivadent) および Futurabond U (VOCO GmbH) の合計 5 製品とした。エッチング材として Ultra-Etch (Ultradent Products) を使用した。

1. 接着試験用試片の作成

接着試片の製作に際しては、ウシ大白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研磨紙の #320 を用いて研削した。次いで、リン酸エッチング材を用いて 15 秒間エッチングした試片 (トータルエッチ条件) およびこれを行わない試片 (セルフエッチ条件) を製作した。被着試面に対して、接着システムを製造者指示条件に従い処理し、内径 2.38 mm、高さ 2.5 mm の Ultradent 接着試験用治具を接着歯面に固定し、レジンペーストを填塞、光照射を行い、これを接着試験用試片とした。

2. 剪断接着強さの測定

剪断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

コンポジットレジンと歯質との接合状態を検討するため、通法に従って試片を製作し、FE-SEM (ERA-8800 FE, Elionix) を用いて、その接合界面を加速電圧 10 kV の条件で観察した。

【成績および考察】

BONDMER Lightless II のエナメル質および象牙質に対する剪断接着強さは、象牙質においてはいずれの条件においても、他のユニバーサルアドヒーズより高い値を示した。一方、エナメル質においてはいずれの条件においても、他のユニバーサルアドヒーズと同等あるいは有意に高い値を示した。また、BONDMER Lightless II とエナメル質あるいは象牙質との接合界面の SEM 観察では、いずれの条件においても良好な接合状態が観察された。

【結論】

本実験の結果から、新規接着システム BONDMER Lightless II は歯質に対する良好な接着性能を有しているとともに、トータルエッチ条件およびセルフエッチ条件ともに安定したものであることが明らかとなった。

レーザー照射による被着面処理が CAD/CAM レジンブロックとレジンセメントの
接着強さに与える影響

¹ 日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学,

² 日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第 2 講座

○大野 寛¹, 鈴木 雅也², 新海 航一^{1,2}

**Effect of the surface treatment by laser irradiation on the bond strength of the resin cement to
CAD/CAM resin blocks**

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

○ Ohno Hiroshi¹, Masaya Suzuki², Koichi Shinkai^{1,2}

【研究目的】

CAD/CAM レジンブロックを用いたクラウンやインレー修復が保険適応となり、臨床で普及が進んでいる。CAD/CAM レジンブロックは重合率が極めて高く、未重合マトリックスレジンがほとんど存在しないため、適切な被着面処理なしではレジンセメントとの接着はほとんど期待できない。CAD/CAM レジンブロックに対する被着面処理としてサンドブラस्टリングとシランカップリング処理が有効であることが報告されているが、未だ十分とはいええないのが現状である。そこで、本研究では従来の被着面処理に対してレーザー照射の併用を試みた。本研究の目的は、CAD/CAM レジンブロックの被着面処理にレーザー照射を応用した場合の接着強さを評価することである。

【材料と方法】

自動精密切断機 (Isomet, Buehler) を用いて、CAD/CAM レジンブロック (セラスマート 300, GC) を長軸に対し垂直に連続切断して厚さ 3.5mm の試料を作製し、断面を #600 の耐水研磨紙で 60 秒間研磨後、5 分間超音波洗浄した。試料の被着面に対するレーザー照射 (L) は、Er : YAG レーザー (Erwin AdvErL EVO, モリタ) に C600F チップ (直径 1.0mm) を装着し、50, 100, 150 および 200mJ (パルスはすべて 10pps) の出力エネルギーに設定して各々注水で行った。実験群は、試料の被着面に対して各出力エネルギーで照射した L 群 (50mJ : 5L, 100mJ : 10L, 150mJ : 15L および 200mJ : 20L), ならびに各レーザー照射後にサンドブラスト (S) を併用した LS 群 (5LS, 10LS, 15LS および 20LS) とした。対照群は S 処理のみを行った Positive control (PC) と S と L のどちらの処理も行わなかった Negative Control (NC) とした。その後、対照群も含め全実験群にリン酸処理とシランカップリング処理を行い、同じ被着面処理を施した 2 枚の試料をレジンセメント (ジーセム ONE EM, GC) で接着した。接着は荷重 1kg で 4 分間圧接後、光照射器 (Pencure 2000, モリタ) で 4 方向から 20 秒ずつ光照射を行った。接着試料は恒温恒湿器中 (37℃, 湿度 95%) で 24 時間保管後、角柱状 (接着面積 1mm × 1mm) に切断して作製し、小型卓上試験機 (EZTest 500N, 島津) を用いて微小引張接着強さ (μ TBS) をクロスヘッドスピード 1.0 mm/min で測定した (n=14)。また、上記と同様の方法で処理を行った被着面の表面粗さ Ra 値を表面粗さ測定機 (Surfcom 470A, 東京精密) で測定した (n=14)。得られたデータは Kruskal-Wallis test と Steel-Dwass post hoc test で統計学的に検定した ($\alpha = 0.05$)。

【結果および考察】

μ TBS 値と Ra 値の測定結果をそれぞれ Table 1 に示す。 μ TBS 値は、NC, 5L, 10L, 15L および 20L と PC との間に有意差を認め ($p < 0.001$), レーザー単独で表面処理した場合は PC と比較して接着強さが有意に低かった。しかし、S 処理を追加した 5LS と 10LS は PC と同程度の μ TBS 値を示した。Ra 値は、実験群と PC の間に有意差を認めた ($p < 0.001$)。50mJ の出力エネルギーでレーザー照射した実験群 (5L と 5LS) は、PC と比較して有意に Ra 値が小さかった ($p < 0.001$) が、100mJ 以上の出力エネルギーでは、レーザー照射を併用すると有意に Ra 値が増加した ($p < 0.001$)。100mJ 以上のレーザー照射を行うと S 処理のみの PC と比較して表面粗さは有意に大きくなるが、熱の影響で表層に脆弱な層が形成されたため、接着強さが低下したと考えられる。一方、S 処理を併用することによりその脆弱層が除去され、接着強さが回復したと推察される。LS 群では、レーザーで形成された比較的粗い凹凸とサンドブラストによる細かい凹凸が共存することにより、嵌合効力が増強している可能性があるため、今後は長期接着耐久性の評価を行う予定である。

Group	μ TBS (MPa) Mean (SD)	Ra (μ m) Mean (SD)
PC	55.19 (6.09)	1.46 (0.26)
NC	45.27 (6.24)*	1.14 (0.21)*
5L	32.54 (3.61)*	0.26 (0.05)*
5LS	56.61 (4.37)	0.72 (0.14)*
10L	19.19 (2.41)*	3.28 (0.70)*
10LS	56.89 (8.51)	2.98 (0.50)*
15L	22.76 (6.24)*	9.01 (1.35)*
15LS	49.58 (5.84)	6.77 (0.77)*
20L	26.46 (4.18)*	9.76 (1.09)*
20LS	50.93 (7.25)	9.15 (1.11)*

*: PC と有意差あり

支台築造用レジンの象牙質接着性

¹ 日本大学歯学部保存学教室修復学講座, ² 日本大学歯学部総合歯学研究所生体工学研究部門
○嘉月 駿¹, 笠原 悠太¹, 高宮 寛¹, 岩瀬 慶¹, 柴崎 翔^{1,2}, 石井 亮^{1,2}, 高見澤 俊樹^{1,2}, 宮崎 真至^{1,2}

Share bond strength of core foundation resin to dentin

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry,

²Division of Biomaterials Science, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry
○Shun KATSUKI¹, Yuta KASAHARA¹, Hiroshi TAKAMIYA¹, Kei IWASE¹, Sho SHIBASAKI^{1,2}, Ryo ISHII^{1,2}, Toshiki TAKAMIZAWA^{1,2}, Masashi MIYAZAKI^{1,2}

【目的】

歯冠の一部が欠損しているために、そのままでは適正な支台歯形態が得られない部位に、金属あるいはコンポジットレジンを用いた支台築造が行われる。このうち、コンポジットレジンを用いて築造を行うレジン支台築造は、歯質保存性ととも審美性に優れ、象牙質と弾性率が近似していることなどからその選択頻度が増加している。それに伴い多くの支台築造用レジンが使用されているものの、これらの象牙質接着性については報告が少ないのが現状である。

そこで、支台築造用レジンと象牙質との接着性について、剪断接着試験とともに支台築造用レジンと象牙質との接合界面における走査電子顕微鏡（以後、SEM）観察から検討を行った。

【材料および方法】

供試した支台築造用レジンには、クリアフィル DC コアオートミックス ONE (DC, クラレノリタケデンタル)、フィルテックフィルアンドコアフローコンポジットレジンプラス (FC, 3M ESPE)、MI コア LC (MC, GC)、ユニフィルコア EM (UC, GC)、エステコア (EC, トクヤマデンタル)、ビューティーコアフローペースト (BF, 松風)、ビューティーコア LC インジェジュダブル (BI, 松風) およびビューティーコア LC ポストペースト (BP, 松風) の 8 製品を使用した。

1. 接着強さの測定

接着試験用試片の製作に際して、ウシ下顎前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し、象牙質平坦面を耐水性 SiC ペーパー # 320 を用いて研削し、被着面とした。これらの被着面に対し各製造者指示条件に従って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支台築造用レジンを充填し、接着試験用試片とした。これらの試片を 37 °C 精製水中に 10 分あるいは 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。

2. SEM 観察

支台築造用レジンと象牙質との接合状態を検討するため、通法に従って試片を製作し、FE-SEM (ERA-8800 FE, Elionix) を用いて、その接合界面を加速電圧 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、象牙質に対する支台築造用レジンと象牙質との接着強さは 24 時間後において DC, FC, BF, BI および BP において高い値を示した。また、10 分後における接着強さにおいても 24 時間後と同様の傾向を示し、いずれの製品においても 24 時間後との有意差は認められなかった。支台築造用レジンと象牙質との接合界面の SEM 観察では、いずれの条件においても良好な接合状態が観察された。

【結論】

本実験の結果から、象牙質に対する支台築造用レジンと象牙質との接着強さは DC, FC, BF, BI および BP において良好な接着性を示した。また、いずれの製品においても接着操作後、10 分後と 24 時間後では有意差は認められなかった。