

機能性ガラスを用いた根面齲蝕予防への応用法の確立

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○杉村留奈, 黒川弘康, 須田駿一, 斉藤慶子, 高橋奈央, 森竹宣之, 陸田明智, 宮崎真至

Establishment of application method for root caries prevention using functional glass

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○SUGIMURA Runa, KUROKAWA Hiroyasu, SUDA Shunichi, SAITO Keiko, TAKAHASHI Nao,
MORITAKE Nobuyuki, RIKUTA Akitomo, MIYAZAKI Masashi

【研究目的】

根面齲蝕は、歯肉縁に接するセメント質あるいは象牙質に初発するが、これらの部位はコラーゲンを主体とする有機質を多く含むことから、その臨界 pH は 6.4 とエナメル質と比較して高い。また、根面齲蝕は無機質の脱灰に加えて、細菌の産生するタンパク質分解酵素群などによって有機質の崩壊が生じるため、エナメル質齲蝕に対する予防法と同様の手法が効果的であるかは不明な点が多い。そこで、根面齲蝕モデルに S-PRG フィラー含有トリートメントペーストを応用した際の、脱灰抑制ならびに再石灰化促進効果について、光干渉断層画像法（以後、OCT）を用いて検討した。すなわち、S-PRG フィラーは、F⁻に加えて Al³⁺、BO₃²⁻、Na⁺、SiO₃²⁻および Sr²⁺などの種々のイオンを安定した状態で供給することから、根面齲蝕の予防に効果を発揮する可能性があり、これを検証することを目的とした。

【材料および方法】

S-PRG フィラー含有イオン徐放型ペーストとして PRG プロケアジェル（松風）を、対照として、サホライド液歯科用 38%（ビーブランド・メディコーデンタル）およびクリンプロ歯磨きペースト F1450（3M ヘルスケア）を用いた。

1. 根面齲蝕モデルの作製

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

2. OCT による最大ピーク強度値および 1/e² 幅の測定

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

- 1) 未処理群：根面齲蝕モデルを乳酸緩衝液に 10 分間浸漬した後、水洗、乾燥し、人工唾液中に保管。この操作を 1 日 2 回、28 日間継続した。
- 2) 処理群：PRG プロケアジェルおよびクリンプロ歯磨きペーストでは、ペースト 0.1g を荷重 100 gf、マイクロモーターの回転数を無荷重の状態にて回転数 1,000 rpm とし、ラバーカップを用いて根面齲蝕モデルに 10 秒間塗布した。また、サホライド液はマイクロブラシを用いて製造者指示条件で塗布、3 分間放置した。これらの試片を実験期間中 1 日 2 回、乳酸緩衝液に 10 分間浸漬した後、水洗、乾燥し、人工唾液中に保管した。なお、各処理を実験開始時のみ行った条件を 1 回処理群、実験開始から 1 週ごとに 21 日まで行った条件を頻回処理群とした。

Time-domain 型 OCT 装置（モリタ東京製作所）の A-scan mode で得られた信号強度分布を解析、最大ピーク強度値（dB）を検出するとともに、最大ピーク強度値が 13.5%に減少した際の信号強度が含まれる範囲を算出し、その波形幅（1/e² 幅、 μm ）を求めた。なお、測定時期としては、実験開始 0, 7, 14, 21 および 28 日後とした。

【成績および考察】

最大ピーク強度値は、未処理群で実験期間の経過に伴って上昇したのに対し、処理群では低下して、その傾向は PRG プロケアジェルおよびサホライド液で処理した条件で顕著であった。また、実験開始 28 日後のレーザ顕微鏡像では、未処理群で象牙細管の露出が観察されたのに対し、処理群では象牙細管を覆う析出物が観察された。本研究で用いた OCT は、近赤外線を歯質に照射してその表層および内部で反射あるいは散乱した光の様相を光学干渉計によって捉えるものである。したがって、未処理群では象牙質の脱灰が進行することで表面が粗糙化し、照射光線の散乱が大きくなることで最大ピーク強度値が上昇したのに対し、処理群では析出物の存在によって脱灰が抑制され、象牙質表面での照射光線の散乱が少なくなり、最大ピーク強度値が低下したものと考えられた。

【結論】 PRG プロケアジェルの応用は、象牙質の脱灰抑制ならびに再石灰化促進に有効であることが示された。

1 ステップボンドを用いた改良型 2 ステップセルフエッチ接着システムの開発

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
 *東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯理工学専攻 口腔機能再建工学
 ○アントニーン ティヒー, 保坂啓一, 池田正臣*, 中島正俊, 田上順次

Dentin bonding of a one-step self-etch adhesive used in modified 2-step technique

○TICHY Antonin, HOSAKA Keiichi, IKEDA Masaomi*, NAKAJIMA Masatoshi, TAGAMI Junji
 Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
 Tokyo Medical and Dental University, *Department of Oral Prosthetic Engineering, Graduate School of Medical and
 Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

Purpose: Excessive hydrophilicity of one-step self-etch adhesives adversely affects bonding to resin composites and bond durability. Therefore, it was hypothesized that addition of a more hydrophobic bonding agent (BA) could enhance their bonding performance. The purpose of this study was to evaluate immediate dentin bonding effectiveness of G-Premio Bond used as self-etching primer combined with 3 different BAs.

Materials and methods: Mid-coronal dentin surfaces of 40 sound human molars were divided into 8 groups (n=5). Two groups were control: 1-step self-etch adhesive G-Premio Bond (GPB, GC) and 2-step self-etch adhesive Clearfil SE Bond 2 (CSE2, Kuraray). In experimental groups, three ion-releasing BAs were used: BZF-21 (experimental BA, GC), Clearfil SE Protect (CSP, Kuraray) and FL-Bond II (FL-II, Shofu). After GPB application to dentin surfaces and solvent evaporation using a dental air syringe according to manufacturer's instruction, half of the specimens was light cured using a LED light curing unit (10s, 1000 mWcm⁻², Valo, Ultradent), and the other half of the specimens remained uncured. Then, one of the BAs was applied, gently air-blown, light-cured (10s, 1000 mWcm⁻²) and followed by resin composite build-up (Clearfil AP-X, A2, Kuraray). After 24-hour water storage, samples were sectioned into beams using low-speed diamond saw (Isomet, Buehler) and subjected to micro-tensile bond strength (μTBS) test at cross-head speed 1 mm/min. Subsequently, failure mode analysis was performed using an SEM. Data were analyzed using t-test with Bonferroni correction at α=0.05.

Results: The experimental groups of uncured GPB with BZF-21 and with CSP reached significantly higher μTBS than GPB and there was no statistically significant difference found compared to CSE2. Uncured GPB with FL-II and all three light-cured GPB+BA groups showed no significant difference to GPB and significantly lower μTBS compared to CSE2.

Table 1. Micro-tensile bond strength to dentin (Mean±S.D.).

Group	G-Premio Bond	Not light-cured G-Premio Bond			Light-cured G-Premio Bond			Clearfil SE Bond 2
		+ BZF-21	+ CSP	+ FL-II	+ BZF-21	+ CSP	+ FL-II	
μTBS (MPa) (Mean±S.D.)	60.0±3.5 A	77.1±2.9 C	68.9±5.2 BC	60.5±5.1 AB	63.5±5.2 AB	63.6±5.7 AB	56.1±3.3 A	75.2±6.1 C

Same uppercase letters indicate no statistically significant differences. Abbreviations: μTBS: micro-tensile bond strength, S.D.: standard deviation, CSP: Clearfil SE Protect, FL-II: FL-Bond II.

Conclusion: Micro-tensile bond strength to dentin could be increased by the application of a hydrophobic bonding agent to dentin primed by uncured GPB. The extent of the improvement was material-dependent. Light-curing of GPB before the application of BA seemed to preclude any significant improvement.

イオン交換後の S-PRG フィラー抽出液によるヒト骨髄およびヒト歯髄由来細胞の動態

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⁾朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座口腔生化学分野

○石博大嗣¹⁾ 川木晴美²⁾ 上野恭平²⁾ 巽 勇介¹⁾ 井殿泰鳳¹⁾ 尾池和樹¹⁾ 二階堂徹¹⁾ 近藤信夫²⁾ 堀田正人¹⁾

Effects of ion-changed S-PRG eluate on the activities of the hBMSCs and hDPSCs

¹⁾ Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation,
Asahi University School of Dentistry

²⁾ Department of Oral Biochemistry, Division of Oral Structure, Function and Development,
Asahi University School of Dentistry

○ISHIGURE Hiroshi¹⁾ KAWAKI Harumi²⁾ UENO Kyohei²⁾ TATSUMI Yusuke¹⁾ IDONO Taiho¹⁾
OIKE Kazuki¹⁾ NIKAIIDO Toru¹⁾ KONDOH Nobuo²⁾ HOTTA Masato¹⁾

【研究目的】

S-PRG (surface pre-reacted glass ionomer) フィラーは、表層から表面改質層、ガラスアイオノマー相、ガラスコアの3層構造からなり、表面のガラスアイオノマー相からはフッ素イオン (F⁻) をはじめ、ストロンチウムイオン (Sr²⁺)、ナトリウムイオン (Na⁺)、アルミニウムイオン (Al³⁺)、ホウ酸イオン (BO₃³⁻)、ケイ酸イオン (SiO₃²⁻) 等の種々のイオンが放出する特性をもつ。このような性質をもつ S-PRG フィラー由来の抽出液を新たな歯科材料として応用するためには、溶媒中での S-PRG フィラーからのイオンの徐放挙動や、徐放したイオンに対する生体の応答、体液中の成分の S-PRG フィラーへの吸着挙動を明らかにする必要がある。

そこで、本研究では、S-PRG フィラーを添加した新たな歯科材料の開発、あるいは S-PRG フィラーから徐放するイオンを含有する抽出液を歯科材料として応用するための基礎データを集積するために、異なる S-PRG フィラー/溶媒比での S-PRG フィラーから徐放するイオン種と徐放量の検討、異なる S-PRG フィラー/溶媒比で作製した培地を用いたヒト骨髄由来幹細胞 (hBMSC) およびヒト歯髄由来幹細胞 (hDPSC) の動態を検討し、抽出液の中でも徐放量の多いホウ酸イオンとストロンチウムイオンの作用を検討した。また、S-PRG フィラー抽出液の作用は複数のイオンの組合せにも影響されると考えられるため、作用機序解明の一助として S-PRG フィラー抽出液に種々のゼオライトを浸漬し陽イオン交換後の S-PRG フィラー抽出液の作用も検討している。

【材料および方法】

株式会社松風より提供を受けた、S-PRG 抽出液を異なる希釈率となるよう細胞培養培地を添加した抽出液希釈培地と、S-PRG フィラー：溶媒比を変化させて作製した培地を用いて hBMSC と hDPSC を培養し、増殖および、アルカリホスファターゼ (ALP) 活性を検討した。また、S-PRG 抽出液中に多く含まれるホウ酸イオンとストロンチウムイオンの作用も同様に検討した。さらに、S-PRG 抽出液に Na 型、K 型、Ca 型等のゼオライト顆粒を添加し、24 時間振とう後の S-PRG 抽出液中のイオン組成を評価し、その含有培地についても細胞増殖を評価する。

【結果および考察】

培養 48 時間後および 7 日後の hDPSC の生存率を検討したところ、ストロンチウムの含有量の多い培地で増殖が促進され、ホウ素の含有量の多い培地で ALP 陽性の hDPSC が顕著にみられた。そこで塩化ストロンチウム添加培地、ホウ酸添加培地について検討したところ、ストロンチウムまたはホウ酸イオンの添加では S-PRG フィラー抽出液でみられた効果は認められなかった。また、イオン交換後の S-PRG フィラー抽出液の作用を検討する試みは、どのイオンが抽出液の作用に貢献しているのか、絞り込みの一助となると考えられる。

【結論】

溶出条件を変化させることで、溶出するイオンの量比をある程度コントロール可能であったことから、目的に応じて、細胞増殖に有利な S-PRG 抽出液、石灰化誘導を目的とした S-PRG 抽出液、あるいは抗菌作用を目的として細胞毒性を抑制した S-PRG 抽出液等、用途に応じた S-PRG 抽出液作製の可能性が示された。

骨芽細胞の分化度と細胞内密度との関連性についての解析

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)

○伊藤勇紀, 伊藤祥作, 成瀬陽菜, 鍵岡琢実, 林 美加子

An analysis of the relationship between intracellular density and differentiation stages of osteoblasts.

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

○ITO Yuki, ITOH Shousaku, NARUSE Haruna, KAGIOKA Takumi, HAYASHI Mikako

【目的】

間葉系幹細胞が含まれる骨髄ストローマ細胞を、骨芽分化誘導培地で培養することで、様々な分化段階の骨芽細胞が混在する heterogenous な細胞集団が得られる。この細胞集団から、骨形成に適した分化段階にある骨芽細胞の解明と分離法の確立に成功すれば、細胞移植を用いた骨再生治療の発展に大きく貢献できると考えられるが、間葉系幹細胞から骨芽細胞までの分化の詳細については未だに解明されていない。培養細胞の分化メカニズムの解明には細胞表面マーカーの解析が有用と考えられるが、培養骨芽細胞が産生する石灰化物が細胞表面マーカーの FACS 解析を妨げてきた。この問題を解決するため、我々のグループでは密度勾配遠心分離法を用いることで培養骨芽細胞から石灰化物を除去し生細胞を回収する方法を確立した。さらに、この方法を応用し、培養骨芽細胞集団を細胞内密度によって分画化することを可能にした。そこで、今回我々は、骨芽細胞の細胞内密度と分化度の関連性について解析し、新しい知見を得られたので報告する。

【方法】

1. 生後 4~6 週齢の C57BL/6J マウスの大腿骨と脛骨から骨髄細胞を採取した。10%FCS 含有 α MEM 中で培養し、培養 3 日目に PBS にて洗浄し浮遊細胞を除去した。2 週間の培養の後、Trypsin・EDTA 処理により付着細胞を回収し骨髄ストローマ細胞 (BMSC) を得た。
2. BMSC を骨芽細胞分化誘導培地に 2 週間培養し骨芽細胞への分化の進んだ Osteoblastic-BMSC (OB-BMSC) を得た。
3. 濃度 10%、30%、50%、70%の濃度に調整した Percoll 試薬を 15ml 遠沈管に積層し密度勾配を作製した。OB-BMSC を Percoll 密度勾配の上に填入し、遠心分離した。遠心分離後、各界面の細胞層を回収し、低密度の 10/30 分画、中等密度の 30/50 分画、高密度の 50/70 分画を得た。
4. 得られた 3 つの分画の RNA を抽出し、cDNA を合成した。cDNA と骨芽細胞分化マーカー、間葉系幹細胞マーカーおよび前骨芽細胞マーカー遺伝子の各プライマー、Power SYBR[®]を用いて各サンプルの遺伝子発現量を real-time PCR にて定量した。群間の比較は One-way ANOVA および Tukey's test によって有意水準 5%で検定した。
5. 得られた 3 つの分画に間葉系幹細胞表面マーカーに対する抗体を反応させ、APC にて発色させた。その後、細胞表面マーカー分子の発現量について FACS 解析した。群間の比較は One-way ANOVA および Tukey's test によって有意水準 5%で検定した。

なお、本研究における全ての動物実験は大阪大学大学院歯学研究科動物実験委員会の審査を受け、承認のもとに実施した (受付番号: 動歯-21-002-0 および動歯-26-011-0)。

【結果】

密度勾配遠心分離法を用いることで、OB-BMSC を細胞内密度によって分画化することに成功した。得られた 3 つの分画を骨芽細胞分化マーカーおよび間葉系幹細胞表面マーカーの発現量について比較したところ、高密度の分画では骨芽細胞分化後期マーカーである *OSX*、*Col1a-1*、*OPN*、*OSN*の発現量が増加しており、幹細胞表面マーカーである CD73、CD105、CD106、Sca-1 の発現量は減少していた。一方、低密度の分画では幹細胞表面マーカー分子の発現量が増加していたことより、間葉系幹細胞が骨芽細胞へ分化する過程で細胞内密度が増加していくことが示唆された。

【結論】

細胞内密度が骨芽細胞の分化度を示す新たな指標となり得ることが明らかになった。また密度勾配遠心分離法により分化段階の異なる骨芽細胞を分離できることが明らかとなった。このことより、密度勾配遠心分離法による培養骨芽細胞の分画化を用いることで、将来の細胞移植による骨再生療法における移植材として、骨再生に適した分化段階にある骨芽細胞を分離できる可能性が示唆された。

本研究の一部は科学研究費補助金 (Takeda Science Foundation, A18H063250) の補助の下に行われた。

Er:YAG レーザーならびに半導体レーザー照射が歯髄細胞に与える影響

鶴見大学歯学部歯内療法学講座¹⁾、歯周病学講座²⁾、短大部歯科衛生科³⁾、分子生化学講座⁴⁾
○山川駿次郎¹⁾、丹羽堯彦²⁾、小林一行³⁾、千葉理紗子⁴⁾、山崎泰志¹⁾、山越康雄⁴⁾、細矢哲康¹⁾

Effects of Er:YAG and Diode Lasers Irradiation on Dental Pulp Cells

Departments of Endodontology¹⁾, Periodontology²⁾, Biochemistry and Molecular Biology⁴⁾, Tsurumi University School of Dental Medicine. Department of Dental Hygiene, Tsurumi Junior College³⁾
○YAMAKAWA Shunjiro¹⁾, Niwa Takahiro²⁾, KOBAYASHI Kazuyuki³⁾, CHIBA Risako⁴⁾,
YAMAZAKI Yasushi¹⁾, YAMAKOSHI Yasuo⁴⁾, HOSOYA Noriyasu¹⁾

【緒言】

歯科領域では種々のレーザーが使用されているが、作用機序や効果については不明な点が多く、臨床応用にあたっ
ての適応症も十分に確立していない。

本研究の目的は、歯髄に対し Er:YAG レーザーならびに半導体レーザー照射をすることで、歯髄細胞の増殖能や生
理活性物質に与える影響、ならびに惹起する物質に関して調査することである。

【材料と方法】

生後約 5 ヶ月のブタの歯髄細胞から樹立した不死化細胞 (PPU-7 細胞) に対して、Er:YAG レーザー (50mJ, 10PPS,
10 秒, 距離 2cm) ならびに半導体レーザー (1W, 10sec, 連続モード, 距離 2cm) を照射し、以下の研究を行った。

<実験 1> 照射群と未照射群の PPU-7 細胞の増殖能を、MTS-アッセイにて観察し細胞数を測定した。

<実験 2> 照射群と未照射群の PPU-7 細胞のアポトーシスの割合を、照射 1, 3 日後にカスパーゼ 3 の免疫染色を行っ
て観察した。

<実験 3> 照射群と未照射群の PPU-7 細胞から total RNA を調製し、定量 PCR を用いて骨芽細胞、軟骨細胞および
象牙芽細胞の分化マーカー遺伝子の発現を分析した。

<実験 4> PPU-7 細胞にレーザー照射を行い、アルカリホスファターゼ (ALP) 活性を測定し、硬組織細胞への分化能
を観察した。

<実験 5> 石灰化誘導培地にて培養した歯髄細胞にレーザー照射を行い、アリザリン染色および Ca 量の測定を行って
石灰化誘導能を観察した。

【結果】

PPU-7 細胞の増殖に関して、半導体レーザー照射群は未照射群とほぼ同様な増殖能を示したが、Er:YAG レーザー
照射群は徐々に増加する傾向を示した。また Er:YAG レーザー照射群のアポトーシスの陽性率は、半導体レーザー照
射群ならびに未照射群と比べ有意に高かった ($p < 0.01$, Steel's test)。遺伝子発現に対する影響は、Er:YAG レーザー
照射群では象牙芽細胞の分化マーカーの上昇が認められたが、骨芽細胞および軟骨細胞の分化マーカーは、両レーザ
ー照射群で減少を認めた。また、両レーザー照射群で PPU-7 細胞の ALP 活性が上昇したが、半導体レーザー照射群
が Er:YAG レーザー照射群に比べ有意に高い活性を示した ($p < 0.01$, Steel's test)。しかしながら、石灰化誘導能には
差は認められなかった。

【結論】

歯髄細胞へのレーザー照射は、レーザーの種類により増殖能およびアポトーシスに対する影響は異なるが、いずれ
も象牙芽細胞への分化に関連する遺伝子発現ならびに指標となる ALP 活性の上昇が認められ、Er:YAG レーザーなら
びに半導体レーザー照射が、象牙芽細胞への分化を活性化することが示唆された。

口腔粘膜上皮モデルにおけるストレス応答 MAP キナーゼ活性化によるタイト結合の制御 ～歯根嚢胞における上皮多層化メカニズム解明の一助として～

福岡歯科大学

口腔治療学講座 歯科保存学分野¹、生体機能構造学講座 機能構造学分野²

○二階堂美咲¹、松崎英津子¹、水上正彦¹、泉利雄¹、稲井哲一朗²、阿南 壽¹

Activation of MAPKs regulates the assembly and disassembly of tight junctions in keratinocytes.

○Misaki Nikaido^{1*}, Etsuko Matsuzaki¹, Masahiko Minamami¹, Toshio Izumi¹,
Tetsuichiro Inai², Hisashi Anan¹

¹Department of Odontology and ²Department of Morphological Biology, Fukuoka Dental College

【研究目的】

口腔粘膜上皮は各種の刺激や細菌に対するバリアとして機能し、種々の刺激により増殖することが知られている。歯根嚢胞の嚢胞壁は、内側より外側へ上皮層、肉芽組織層、結合組織層により構成されているが、厚い上皮層の存在が病変部の肉芽組織への置換を妨げるため難治性になりやすいと考えられている。一方、上皮の多層化メカニズムとその制御については不明な点が多い。JNK、p38 はストレス応答 MAP キナーゼと呼ばれ、様々なストレス刺激により活性化される。

そこで本研究では、口腔粘膜上皮モデルとして、非角化重層扁平上皮様構造を再構築するマウスケラチノサイト K38 細胞を用い、JNK および p38 の活性化が上皮細胞間結合（タイト結合）に及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

マウスケラチノサイト K38 細胞に、MAP キナーゼ活性化剤としてアニソマイシン(AM)を添加し、2D (通常) 培養によりタイト結合形成過程への影響を検討した。また、3D 培養により、生体内環境における上皮重層化の過程を検討した。3D 培養系では、セルカルチャーインサートの膜上に K38 細胞を播種し、airlift 培養を行った。MAP キナーゼ阻害剤として、JNK 阻害剤の SP600125、p38 阻害剤の BIRB796 を使用した。細胞の形状、タイト結合関連タンパク質 ZO-1、Claudin (CLDN)4、6、7 の発現について、HE 染色、蛍光免疫染色を用いて検討した。MAP キナーゼシグナル伝達経路については、ウェスタンブロット法を用いて検討した。また、タイト結合によるバリア機能（細胞間透過性）について、経上皮電気抵抗値 (TER)を測定し、検討した。

【結果および考察】

2D 培養において、AM の添加により、JNK と p38 が活性化した。細胞質側に位置する周辺膜リンタンパク質で、タイト結合で発現される ZO-1 は、カルシウム添加後 2 時間で、未熟なタイト結合を示すジッパー状の形態、添加後 12 時間で成熟したタイト結合を示す線状の形態に変化した。これに AM を添加すると、ZO-1 のジッパー状発現状態が持続した。すなわち、タイト結合の成熟が阻害された。この作用は、JNK 阻害剤により回復したが、p38 阻害剤は影響を及ぼさなかった。また、膜貫通タンパク質である CLDN4、6、7 は ZO-1 と結合し、細胞骨格アクチンに連結するが、CLDN4、6、7 の局在は ZO-1 とほぼ一致していた。

一方、3D 培養系における重層化の過程では、AM 添加後 2 週間で、p38 の活性化が認められたが、JNK の活性化は認められなかった。また、AM 添加によりタイト結合形成部位に相当する重層上皮最表層 (ZO-1 陽性部位) の細胞の扁平化が抑制された。さらに、同部位において、CLDN4、6 の発現は認められたが、CLDN7 の発現は抑制された。加えて、AM 添加により TER が低下した。

以上の結果から、JNK の活性化はタイト結合形成過程でその成熟を阻害し、p38 の活性化は、CLDN7 の発現抑制を介して、重層構造の形態形成の阻害と細胞間透過性の低下を引き起こすことが示唆された。

【結論】

本研究で明らかとなったストレス応答 MAP キナーゼの活性化による上皮の多層化阻害メカニズムの解明は、歯根嚢胞における新たな治療法の開発に繋がる可能性がある。

網羅的な細菌叢解析による歯周炎とインプラント周囲炎の細菌構造比較

1) 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯周病学分野

2) 日本大学 歯学部 基礎自然科学分野 (化学)

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

佐藤 博紀¹⁾ 前川 祥吾¹⁾ 片桐 さやか¹⁾ 竹内 康雄¹⁾ 岩田 隆紀¹⁾

Comparison of microbial network structure and functional composition between periodontitis and peri-implantitis using 16S rRNA and metagenomics sequencing

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

2. Department of Chemistry, Nihon University School of Dentistry

○Komatsu K¹⁾ Shiba T¹⁾ Watanabe T²⁾ Koyanagi T¹⁾ Nemoto T¹⁾

Sato H¹⁾ Maekawa S¹⁾ Katagiri S¹⁾ Takeuchi Y¹⁾ Iwata T¹⁾

【目的】

歯周病は口腔内細菌叢のバランス失調(Dysbiosis)により、健康な細菌叢から病的な細菌叢へと転換することで引き起こされる複合感染症である。Dysbiosisが生じる際は、キーストーン種と呼ばれる中心的な役割を成す細菌種が関わりと推測されている。インプラント周囲炎も歯周炎と類似した臨床症状を呈し、細菌叢のDysbiosisから発症・進行が生じる複合感染症と考えられるが、歯周炎で良好な結果が得られる治療法を用いたとしても、インプラント周囲炎では必ずしも良好な結果が得られないことも多い。本研究の目的は、メタゲノム解析・メタ16S rRNA解析により両疾患における細菌学的な類似性と非類似性を網羅的に調べ、歯周炎とインプラント周囲炎のDysbiosisを引き起こすキーストーン種の相違の有無について検討することである。

【方法】

被験者は歯周炎およびインプラント周囲炎に罹患している23名とした。疾患部位より歯肉縁下プラークを採取しDNAを抽出後、MiSeq (Illumina)を用いて塩基配列を取得した。細菌叢組成解析は16S rRNAの塩基配列を基にIM-TORNADOパイプラインを用い、Human Oral Microbiome Databaseに対して相同性検索を行なった。その結果得られた細菌種の存在量を基にSparCCを用いた細菌種間の相関関係を計算し、Cytoscapeにてネットワーク解析を可視化した。細菌叢の持つ遺伝子機能組成解析には、mRNAの塩基配列を対象にMG-RASTを用いてSEED subsystems database、Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomesに対して相同性検索を行い、特に細菌叢の持つ病原因子の解析にはBasic Local Alignment Search Toolを用いたMvirDB及びVirulence Factors of Pathogenic Bacteria databaseに対して相同性検索を行なった。本研究は東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会の承認を得て行われた(D2015-535)。

【結果】

16S rRNAの塩基配列を用いた細菌叢組成解析により、歯周炎群からは155菌種、インプラント周囲炎群からは157菌種が検出された。両疾患で共通する細菌種は154菌種で、主座標分析において両群間で細菌叢組成が類似することが示された。また細菌種間の相関関係が(SparCC values>0.5, p<0.05, q<0.2)、かつ15人以上で検出された種のみを抽出し、両疾患における特徴的な細菌叢ネットワーク構造を比較したところ、インプラント周囲炎群では歯周炎群と比較してネットワーク構造が複雑な傾向にあった。またインプラント周囲炎群においては、*Eubacterium nodatum*、*Tannerella forsythia*、*Dialister invisus*が、歯周炎群においては*Eubacterium nodatum*、*Eubacterium saphenum*、*Treponema denticola*がネットワーク構造の中心に存在するキーストーン種である可能性が示唆された。

mRNAの塩基配列を用いた遺伝子機能組成解析から、インプラント周囲炎群と歯周炎群は類似した代謝経路、病原因子、遺伝子組成であることが示された。なかでもインプラント周囲炎群では歯周炎群と比較し、炭水化物の代謝・合成に関連した遺伝子群が多く発現しており、また両疾患でそれぞれ特有の代謝経路が認められた。

【結論および考察】

歯周炎とインプラント周囲炎では、細菌種組成は類似しているものの、ネットワークの中核を担うキーストーン種に差異を認めた。これらの細菌種の差異が、同様の治療をおこなった場合においても、歯周炎とインプラント周囲炎で反応性に差が生じる原因となっている可能性がある。また、細菌叢の保有する病原因子や代謝経路は歯周炎とインプラント周囲炎では共通する部分が多く、これが両疾患の臨床症状に類似性をもたらしていると予測される。

コラーゲン結合型塩基性線維芽細胞成長因子は コラーゲン基剤からの徐放によって歯周組織再生を促進する

¹岡山大学大学院医歯薬学総合研究科歯周病態学分野, ²厚生労働省医政局経済課医療機器政策室,
³岡山大学大学院医歯薬学総合研究科病原細菌学分野, ⁴北里大学医学部整形外科学, ⁵岡山大学病院歯周科
○岡本憲太郎¹, 中村心¹, 伊東孝², Yasir Dilshad Siddiqui¹, 美間健彦³, 内田健太郎⁴, 大森一弘⁵,
山本直史¹, 松下治³, 高柴正悟¹

Controlled release of collagen-binding basic fibroblast growth factor from the collagen scaffold promoted periodontal regeneration

1. Department of Pathophysiology-Periodontal Science, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences
2. Ministry of Health, Labor and Welfare physician political economy department medical equipment Policy Office
3. Department of Bacteriology, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences
4. Department of Orthopedic Surgery, Kitasato University School of Medicine
5. Department of Periodontics and Endodontics, Okayama University Hospital

○Okamoto Kentaro¹, Nakamura shin¹, Ito Takashi², Yasir Dilshad Siddiqui¹, Mima Takehiro³, Uchida Kentaro⁴,
Omori Kazuhiro⁵, Yamamoto Tadashi¹, Matsushita Osamu³, Takashiba Shogo¹

【目的】

歯周組織再生療法において、塩基性線維芽細胞成長因子 (bFGF) 製剤の臨床応用が開始された。しかし、bFGF は局所滞留性が低いため、その適応症が限定される課題がある。そこで、細菌性コラゲナーゼから単離したコラーゲン結合ドメイン(CBD)を用いた薬物送達システムを応用し、bFGF をコラーゲン基剤または組織内の膠原線維にアンカリングさせることを考えた。これまでに、bFGF と CBD の融合タンパク質 (CB-bFGF) をコラーゲンパウダー (CP) に結合したもの (CB-bFGF/CP) は、bFGF 単体のもの (bFGF/CP) と比較して、ラットの水平性骨欠損モデルにおいて歯槽骨再生を促進することを示した (Nakamura, *et al*, *J Periodontol*, in press)。本研究では、CB-bFGF のコラーゲン基剤からの徐放性を *in vitro* で評価した。そして、ラットモデルを用いて歯周組織中の CB-bFGF/CP の局所滞留性を評価した。さらに、イヌの骨欠損モデルを用いて歯周組織再生能を評価した (承認番号第 OKU-2016297)。

【材料と方法】

1. CB-bFGF の徐放性の評価

CB-bFGF/CP または bFGF/CP を α MEM 中に浸漬し、24 時間毎に 14 日間、上清を回収し交換した。回収した上清中の bFGF 濃度を ELISA 法にて評価した。

2. CB-bFGF の歯周組織中の滞留性の評価

ラット歯槽骨の水平性骨欠損モデルを作製し、CB-bFGF/CP または bFGF/CP を骨欠損部に填入した。1, 3 日後に、歯周組織中に残存した CB-bFGF または bFGF を免疫組織化学染色法にて評価した。抗体として、bFGF 群では抗 bFGF 抗体、CB-bFGF 群では抗 CBD 抗体を用いた。

3. CB-bFGF/CP の歯周組織再生能の評価

イヌの 2 壁性骨欠損モデルを作製し、CB-bFGF/CP を填入した (対照群は、PBS/CP 群と bFGF/CP 群)。術後 4 週における歯槽骨再生量を単純 CT で評価した。さらに、歯槽骨再生、新生セメント質形成、新生歯根膜形成について組織学的に評価した。

【結果と考察】

上記の実験から以下の結果を得た。

1. bFGF は、CP から 3 日後までに急速に放出されたが、CB-bFGF は 14 日間にわたり徐放された。
2. bFGF は、3 日後には歯周組織中で検出されなかったが、CB-bFGF は、3 日後においてもラット歯周組織中で検出され、bFGF と比較して長時間滞留した。
3. イヌの歯槽骨欠損モデルにおける CB-bFGF/CP 群では、PBS/CP 群と比較して、4 週後に歯槽骨量を有意に増加させた。さらに、bFGF/CP 群と CB-bFGF/CP 群いずれにおいても、セメント質および歯根膜の新生が確認された。

以上から、CB-bFGF は CP に結合して局所組織中で滞留し徐放され、歯周組織再生を持続的に促進することが示された。さらに、歯周組織再生の評価のスタンダードなモデルであるイヌにおいて、CB-bFGF 複合材の有効性が示された。CB-bFGF 複合剤は、bFGF 製剤の課題を克服した新規の歯周組織再生療法剤として期待できる。

【結論】

CB-bFGF は、その徐放性と滞留性によって歯周組織中で長期的に作用し、歯周組織再生を促進することが示された。

Activin A が有する二極性の細胞分化誘導能に関する分子機構の解明

¹九州大学病院歯内治療科、²九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯科保存学研究分野、

³九州大学大学院歯学研究院・OBT 研究センター

○杉井英樹¹、友清淳¹、濱野さゆり^{2,3}、長谷川大学¹、吉田晋一郎¹、

Mhd Safwan Albougha²、前田英史^{1,2}

Analysis of the molecular mechanism relating to the biphasic cell differentiation-inducing ability of Activin A

¹Department of Endodontology, Kyushu University Hospital, ²Department of Endodontology and Operative Dentistry, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University,

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

○Hideki Sugii¹、Atsushi Tomokiyo¹、Sayuri Hamano^{2,3}、Daigaku Hasegawa¹、Shinichiro Yoshida¹、

Mhd Safwan Albougha²、Hidefumi Maeda^{1,2}

【研究目的】重度のう蝕、外傷、歯周炎等により歯周組織に重篤な欠損が生じた場合、骨および歯根膜組織の再生は困難となる。したがって、歯周組織の再生を誘導する因子は非常に有用である。Activin A は transforming growth factor- β superfamily に属する inhibin β の 2 量体蛋白であり、様々な組織の分化に重要な因子とされている。既に私たちは Activin A がヒト歯根膜細胞の線維芽細胞様分化を促進する一方、ヒト前骨芽細胞に対しては骨芽細胞への分化を増進し、細胞種によって異なる分化誘導能を有することを報告している (Sugii et al., Bone, 2014)。しかしながら、その分子機構については明らかにしていない。そこで本研究では、(1)ラット歯周組織における、Activin 受容体である Activin receptor-Like Kinase (ALK)-1 および -4 の発現解析を行い、(2)ALK4 をノックダウンしたヒト歯根膜細胞および ALK1 をノックダウンしたヒト前骨芽細胞を用いて、Activin A のそれぞれに対する線維芽細胞様分化および骨芽細胞分化誘導能の解析、ならびに(3)その細胞内シグナルの解析を行った。

【材料および方法】矯正治療を目的に本院を受診し、本研究に同意を得られた患者の抜去歯より歯根膜組織を採取し、4-7 継代培養した細胞を HPDLC (23 歳男性、20 歳女性、23 歳女性)とし、ヒト前骨芽細胞として Saos2 (RIKEN)を本研究に用いた。(1)ラット歯根膜組織 (5 週齢、雄性、SD ラット)において、ALK1 抗体および ALK4 抗体を用いて免疫組織化学的染色を行った。(2)ALK4 を siRNA によりノックダウンした HPDLC (siALK4-HPDLC)を用いて、Activin A が HPDLC の線維芽細胞様分化に及ぼす影響について、定量的 RT-PCR 法を用いて解析を行った。(3)ALK1 を siRNA によりノックダウンした Saos2 (siALK1-Saos2)を用いて、Activin A が Saos2 の骨芽細胞分化に及ぼす影響について、定量的 RT-PCR 法および Alizarin red 染色法を用いて解析を行った。(4)siALK4-HPDLC および siALK1-Saos2 を用いて、ウェスタンブロット法にて Smad2/3 および Smad1/5/8 のリン酸化を検討し、Activin A の ALK4 および ALK1 を介した細胞内シグナルについて解析した。なお本研究は九州大学ヒトゲノム・遺伝子解析研究倫理審査委員会および九州大学動物実験委員会の承認を得て実施された。

【結果】(1)ラット歯根膜組織において、ALK4 抗体は歯根膜中央部に、ALK1 抗体は骨芽細胞層に強い陽性反応を認めた。(2)HPDLC において、Activin A 添加により歯根膜線維芽細胞関連因子 (COL3, FBNI および Periostin) の発現亢進を認めたが、siALK4-HPDLC においては、Activin A 添加による上記遺伝子の発現亢進は認められなかった。(3)Saos2 において、Activin A 添加により石灰化および骨芽細胞分化関連遺伝子 (BSP, OCN および RUNX2) 発現の促進効果を認めたが、siALK1-Saos2 においては、Activin A 添加による石灰化および上記遺伝子の発現の促進効果は認められなかった。(4)HPDLC において、Activin A 添加により Smad2/3 のリン酸化亢進を認めたが、siALK4-HPDLC においては、Activin A 添加による Smad2/3 のリン酸化亢進は認められなかった。一方、Saos2 においては、Activin A 添加により Smad1/5/9 のリン酸化亢進を認めたが、siALK1-Saos2 においては、Activin A 添加による Smad1/5/9 のリン酸化亢進は認められなかった。

【考察】本研究の結果から、HPDLC における Activin A の線維芽細胞様分化の促進効果は、ALK4-Smad2/3 を介するシグナル経路が重要な役割を果たしている一方、Saos2 における Activin A の骨芽細胞様分化の促進効果に関しては、ALK1-Smad1/5/9 を介する経路が重要な役割を果たしている可能性が示唆された。したがって、Activin A が細胞種によって異なった受容体を介して、その下流シグナルを活性化することで、細胞分化に関与していることが推察された。

【結論】(1)ラット歯根膜組織において、ALK1 は骨芽細胞層に、ALK4 は歯根膜細胞層に強く発現する。(2)Activin A が誘導する HPDLC ならびに Saos2 の分化にはそれぞれ、ALK4/Smad2/3 経路および ALK1/Smad1/5/9 経路が関与している。

ユニバーサルボンディング材の I 級窩洞における象牙質接着強さ

¹岡山大学病院新医療研究開発センター, ²岡山大学歯学部先端領域研究センター,
³北海道大学歯学研究科生体材料工学教室
○¹吉原久美子, ²長岡紀幸, ³吉田靖弘

Bond strength of universal adhesives on Class I cavity dentin

¹Center for Innovative Clinical Medicine, Okayama University Hospital, ²Advanced Research Center for Oral and Craniofacial Sciences, Okayama University, ³Department of Biomaterials and Bioengineering, Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University
○Kumiko YOSHIHARA¹, Noriyuki NAGAOKA², Yasuhiro YOSHIDA³

【研究目的】

歯質接着材料の進歩により歯科医療は大きな発展を遂げた。歯の修復、補綴装置の固定など今日の歯科医療にとって不可欠な存在となっている。歯科接着材料は、ほとんどの製品において ISO29022 のマイクロテンサイル試験で十分な接着強さを備えているが、その接着面はラットな象牙質であり、臨床における窩洞を形成した象牙質面と異なっている。そこで、本研究では、ユニバーサルアドヒーズブを用い、I 級窩洞形成時の象牙質接着強さとフラットな象牙質での接着強さを測定し、その違いについて検討した。

【材料および方法】

ユニバーサルアドヒーズブは、10-MDP が機能性モノマーとして使われている Prime&Bond Active (Dentsply Sirona), Clearfil Universal Bond (Kuraray Noritake Dental), G-Premio Bond (GC) を用いた。

接着試験はヒト抜去大白歯 (岡山大学生命倫理審査委員会, 承認番号: 研 16-020) 30 本に、ダイヤモンドバーにて I 級窩洞を形成した。それらに、3 種類のユニバーサルアドヒーズブを 10 本ずつ、メーカー指示に従って処理し、エアブロー、光照射を行った。その後、クリアフィル AP-X (クラレノリタケデンタル) を築盛し、光照射後 37°C 水中保管した。フラットな象牙質に対する接着試験では、歯冠部を除去しそれぞれ被着象牙質を露出後、#600 で研磨後し飛着面とした。窩洞面への接着処理方法と同様に、メーカー指示に従って処理し、エアブロー、光照射を行った。その後、クリアフィル AP-X (クラレノリタケデンタル) を築盛し、光照射後 37°C 水中保管した。24 時間水中保管後、1 x 1mm の微小引張り強さ試験サンプルを作製し、微小引張り強さ試験を行った。

また各接着材に対し抜去歯 (岡山大学生命倫理審査委員会, 承認番号: 研 16-020) 4 本を用い、2 本を窩洞時の象牙質一接着材界面観察、残りの 2 本をフラットな象牙質一接着材界面観察用サンプルを作製した。サンプルは脱水処理後、エポキシ樹脂包埋を行い、界面を光学顕微鏡、走査電子顕微鏡、透過電子顕微鏡で観察した。

【結果】

フラットな象牙質に対しては、いずれのユニバーサルアドヒーズブもほぼ同等の接着強さを示した。しかし、I 級窩洞の象牙質に対しては、いずれもフラットな象牙質に比べ接着強さが低下し、とくに G-PremioBond ではその接着強さの低下が著しかった。

光学顕微鏡、走査電子顕微鏡観察で、フラットな象牙質においては、一様な厚みのアドヒーズブ層が観察されたのに対し、窩洞の象牙質では、とくに窩壁におけるアドヒーズブ層が厚くなっていた。さらに G-PremioBond では、アドヒーズブが十分に硬化していないために、観察サンプル作製中にアドヒーズブが流れ出し、空洞になっている部分も多く認められた。

フラットな象牙質における透過電子顕微鏡では、いずれのユニバーサルアドヒーズブでもハイブリッドレイヤーが認められ、緊密な界面が形成されていた。

【考察および結論】

フラットな象牙質での接着試験に比べ、I 級窩洞の象牙質では、エアブローによりアドヒーズブが均一に広がらない傾向があった。そのためにアドヒーズブの溶媒が揮発しにくく、アドヒーズブ自体が硬化しにくいものでは特に接着強さの低下が認められたと考えられる。I 級窩洞のような、エアブローによる揮発が難しい形態では、確実に溶媒を揮発させるようにエアブローを強め、または長めに行うなどの工夫が必要であると考えられる。

ユニバーサルアドヒーズのエナメル質接着性の経時的推移

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

○廣兼榮造¹⁾, 今井亜理紗¹⁾, 嶋谷祐輔¹⁾, 名倉侑子¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)},
鈴木崇之¹⁾, 辻本暁正^{1,2)}, 宮崎真至^{1,2)}, 川本 諒^{1,3)}

Change over time in early enamel bond strengths of universal adhesives

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

Nihon University School of Dentistry, Kawamoto Dental Clinic³⁾

○ HIROKANE Eizo¹⁾, IMAI Arisa¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)},

TSUJIMOTO Akimasa^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, KAWAMOTO Ryo³⁾

【緒言】

多くの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の使用が可能なユニバーサルアドヒーズの使用頻度が増加している。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、形態修正などの負荷が接着界面に加わっている。したがって、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検討する必要がある。しかし、ユニバーサルアドヒーズの接着初期については検討が少なく、不明な点も多い。

そこで、ユニバーサルアドヒーズを用いた際の最適な臨床手技を確立することを目的として、初期エナメル質接着強さについて剪断接着強さの測定とともに破壊形式の分類から評価した。また、接着試験終了後のレジン側破断面の観察を走査型電子顕微鏡を用いて観察し、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として、Bondmer Lightless (BL, Tokuyama Dental), Clearfil Universal Bond Quick (CU, Kuraray Noritake Dental), G-Premio Bond (GP, GC), OptiBond Universal (OU, Kerr) および Scotchbond Univesal (SU, 3M Oral Care) の 5 製品を用いた。また、対象として 2 ステップセルフエッチアドヒーズの Clearfil Mega Bond 2 (MB, Kuraray Noritake Dental) を用いた。

接着試験用試片(接着試片)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シリコンカーバイドペーパーの#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 条件に分け、各製造者指示条件に従ってアドヒーズを塗布、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面に固定し、レジンペーストを充填、照射を行ったものを接着試験用試片とした。試片は、37°C 精製水中に 5, 30 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 の条件で剪断接着強さを測定した。また、剪断接着試験後の破断試片については、その破壊形式の判定のために、実態顕微鏡を用いて 10 倍の倍率で歯質側およびレジン側破断面を観察し、界面破壊、レジンあるいは象牙質の凝集破壊および混合破壊として分類した。なお、試片の数は 10 個として、有意水準 0.05 の条件で統計学検定を行った。また、それぞれの条件における破断面について、通法に従って走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察用試料を製作し、加速電圧 10 kV の条件で SEM 観察した。

【成績および考察】

得られた結果から、すべてのアドヒーズにおいて、ER モードとした条件では、いずれの保管期間においても SE モード条件に比較して有意に高い接着強さを示した。また、いずれのエッチングモードにおいても全てのアドヒーズ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。

【結論】

本実験の結果から、初期接着の経時的推移はアドヒーズ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ことから、臨床使用の際にはそれぞれの特徴を理解した充填後の操作を行う必要があることが示唆された。

酸蝕モデルを用いたユニバーサル接着システムの象牙質接着性

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○矢吹千晶, 陸田明智, 杉村留奈, 河津真実, 斎藤達郎, 武田光弘, 左 敏愛, 宮崎真至

Bond strengths of Universal Adhesive Systems to Acid-eroded Dentin

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○YABUKI Chiaki, RIKUTA Akitomo, SUGIMURA Runa, KAWADU Mami, SAITOU Tatsuro, TAKEDA Mitsuhiro, HIDARI Toshie MIYAZAKI Masashi

【研究目的】

光重合型レジンの歯質接着システムは、各被着体に対する前処理を簡略化しながら優れた接着性を獲得することに主眼が置かれており、これに沿った製品として、ユニバーサル接着システムが応用されている。ユニバーサル接着システムの歯質接着性の評価は、健全歯質あるいは齶蝕影響歯質を用いているものがほとんどである。一方、食生活習慣の変化に伴い、近年では酸蝕歯の増加が問題となっており、修復の対象が酸の影響を受けた歯質となる場合も少なくない。そこで、口腔内において繰り返し低 pH 環境に曝された被着歯面を想定し、クエン酸を用いて表層脱灰された象牙質に対するユニバーサル接着システムの接着性について剪断接着試験を行うことで検討した。

【材料および方法】

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

1. 被着歯面の調整

ウシ下顎前歯を常温重合レジんに包埋し、直径 6~8 mm の象牙質が得られるよう唇側面中央部を研削したものを SiC ペーパーの #600 まで研磨し、超音波洗浄したものを被着歯面とした。被着歯面に対して、1.23% クエン酸水溶液を用いて 1 分間作用後、人工唾液を 1 分間作用させ脱灰処理を行った。

被着歯面に対する脱灰条件を以下のように設定した。

- 1) 脱灰処理を 5 回繰り返したもの (直後群)
- 2) 脱灰処理を 1 日 2 回、7 日間繰り返したもの (7 日群)

また、脱灰処理を行わなかったものをコントロール群とした。

2. 接着強さの測定

処理面に対して、被着面積を一定にするために、直径 4 mm の穴の開いた両面テープを貼付し、各製造者指示条件に従ってアドヒーズを塗布、照射した。次いで、内径 4 mm、高さ 2 mm の円筒形ジュラコン型を置き、レジンペーストを填塞、ポリエチレンストリップを介して照射を行い、これを接着試験用試片とした。これらの接着試験用試片を、 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $90 \pm 5\%$ の条件で 24 時間保管した後、剪断接着強さを測定した。剪断接着試験は、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用い、クロスヘッドスピード毎分 1.0 mm の条件で剪断接着強さを測定し、その平均値を各条件における接着強さとして評価した。

【成績および考察】

供試したユニバーサル接着システムの接着強さは、コントロールと比較して、直後群においては、いずれの製品においても接着強さは向上する傾向が認められた。しかし、7 日群においては、接着強さが低下する傾向が認められた。接着試験後の破壊形式は、接着強さが向上するに伴って、象牙質の凝集破壊および混合破壊が増加する傾向を示した。これらは、クエン酸により脱灰された象牙質表層の形態の違いやアドヒーズ層の機械的強度などが影響しているものと考えられた。

【結論】

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

同一製造者の異なる接着システム間における歯質接着性について

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

岩崎歯科医院³⁾, すずき歯科クリニック⁴⁾

○今井亜理紗¹⁾, 廣兼榮造¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 鈴木崇之¹⁾, 辻本暁正^{1,2)}, 宮崎真至^{1,2)}
岩崎圭祐³⁾, 鈴木敏裕⁴⁾

Evaluation of a Bonding Performance of Different Adhesive Systems with the Same Manufacturers

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

Nihon University School of Dentistry, Iwasaki Dental Clinic³⁾, Suzuki Dental Clinic⁴⁾

○IMAI Arisa¹⁾, HIROKANE Eizo¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, SUZUKI Takayuki¹⁾,
TSUJIMOTO Akimasa^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, IWASAKI Kesuke³⁾, SUZUKI Toshihiro⁴⁾

【緒言】

現在、歯質接着システムはエッチ&リンス (ER) システムとセルフエッチ (SE) システムに大別できる。一方、その使用頻度が増加しているユニバーサルアドヒーズは、SE システムの範疇であるものの、歯質に対して ER および SE モードいずれでの使用が可能である。しかし、異なるエッチングモードで使用した際のユニバーサルアドヒーズの接着メカニズムに関しては不明な点が多い。

そこで、ユニバーサルアドヒーズの接着メカニズム解明の一環として、異なるエッチングモードで用いた際の歯質接着性について、同一製造者間の異なる接着システムと比較、検討した。すなわち、同一製造者間におけるそれぞれのアドヒーズについて、剪断接着強さの測定とともに処理面及び接着界面について走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察した。

【材料および方法】

ユニバーサルアドヒーズとして、OptiBond Universal (OU, Kerr) および Scotchbond Univesal (SU, 3M Oral Care) の2製品を用いた。また、使用したユニバーサルアドヒーズと同一製造者の製品かつ異なる接着システムとして、3ステップ ER システムの OptiBond FL (OU, Kerr) および Scotchbond Multi-Purpose Plus (SP, 3M Oral Care) とともに、2ステップ SE システムの OptiBond XTR (OX, Kerr) および2ステップ ER システムの Single Bond Plus (SB, 3M Oral Care) を用いた。

接着試験用試片 (接着試片) の製作および剪断接着強さ試験は、ISO 29022:2013 Dentistry—Adhesion—Notched-edge shear bond strength test に準じて行った。すなわち、ウシ歯冠部エナメル質および象牙質を耐水性シリコンカーバイドペーパーの#320 まで研削を行い、被着質面とした。ユニバーサルアドヒーズへの歯面処理条件としては、アドヒーズ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条件に分け、各製造者指示条件に従ってアドヒーズを塗布、照射を行った。他のアドヒーズについては、製造者指示条件に従って接着操作を行った。次いで、内径 2.38 mm の Ultradent 接着試験用治具をアドヒーズ面に固定し、レジンをペーストを填塞、照射を行ったものを接着試片とした。接着試片は 37°C 精製水中に 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 の条件で剪断接着強さを測定した。なお、試片の数は 10 個とした。また、剪断接着試験後の破断試片については、その破壊形式の判定のために、実態顕微鏡を用いて 10 倍の倍率で歯質側およびレジン側破断面を観察し、界面破壊、レジンあるいは歯質の凝集破壊および混合破壊として分類した。また、処理歯質面および接着界面について、走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察用試料を製作し、加速電圧 10 kV の条件で SEM 観察した。

【成績および考察】

エナメル質接着強さ試験の結果から、いずれの製造者においても SE モードで使用した際のユニバーサルアドヒーズは、ER モードおよび他の接着システムに比較して有意に低い接着強さを示した。一方、象牙質においては、いずれの製造者においても用いた製品によってその接着強さは異なり、2ステップシステムで高い接着強さを示した。しかし、ユニバーサルアドヒーズにおいては、いずれの製造者においてもエッチングモード間に有意差は認められなかった。このことは、それぞれの接着メカニズムおよび塗布法の違いが接着強さの違いに影響を及ぼしたためと考えられた。

【結論】

本実験の結果から、いずれの製造者においても接着システムおよび被着体の違いによってその接着強さは異なることが判明した。

水分混入がTMR-アックアボンド0の接着性に与える影響

YAMAKIN 株式会社

○水田悠介, 林未季, 木村洋明, 坂本猛, 加藤喬大

Effect of Moisture Contamination on Adhesive Property of TMR-AQUA BOND 0

YAMAKIN CO., LTD.

○Yusuke Mizuta, Miki Hayashi, Hiroaki Kimura, Takeshi Sakamoto, Takahiro Kato

【目的】う蝕等で損傷した歯をコンポジットレジン修復する場合、損傷した部分を除去した窩洞を形成し、歯科用ボンディング材適用後、コンポジットレジンを充填する。形成した窩洞には切削屑等が残存することから、ボンディング材を塗布する前には、水洗乾燥もしくはエッチング処理が施される。この際、洗浄に用いた水分が歯面に残存するような湿潤状態が想定され、その接着性への影響が懸念される。

ところで、演者らは第149回の本学会において、11-メタクリロイルオキシテトラエチレングリコールジヒドロジェンホスフェート (M-TEG-P[®]) を含むボンディング材 (「TMR-アックアボンド0 (YAMAKIN)」) の接着性評価を報告した。接着性リン酸モノマーであるM-TEG-Pは、水にもUDMAのような疎水性モノマーにも溶解する両親媒性の特徴を有しており、湿潤した歯面に対しても容易に浸透すると考えられた。ボンディング材塗布前の歯面に蒸留水を滴下した湿潤状態において、乾燥状態の時と同等の接着強さを示した。

しかしながら、臨床で考えられる水分の混入タイミングはボンディング材塗布前に限定されず、ボンディング材適用後や光硬化後にも水分の混入の可能性がある。そこで、本検討では様々な湿潤状態を想定した「TMR-アックアボンド0」の接着性の評価を行った。

【材料および方法】試験片はJIS T 6611を参照してウシ下顎前歯 (エナメル質もしくは象牙質) を使用し、耐水研磨紙 (P600) で研磨された直径3mmの接着面を作製した (I)。接着手順としては「TMR-アックアボンド0」塗布後、十分にエアードライを行い (II)、ペンギンアルファ (YAMAKIN) を用いて光重合した (III)。接着面上には直径5mmのゴム製0リングを設置し、内部に「TMR-ゼットフィル10 (YAMAKIN)」を充填後、十分に光硬化した。試験体は37℃の水中で一日保存し、万能試験機 (EZ-Graph, 島津製作所) を用いてクロスヘッドスピード1mm/minで引張試験を行った。上記に示したI, II, IIIは蒸留水の滴下タイミングである。いずれか1つのタイミングで蒸留水の滴下を行い、それぞれ湿潤条件のI, II, IIIとした (Fig)。また、蒸留水を滴下しないものも作製し、乾燥条件とした。

なお、ボンディング材は接着面に対して0.1μL程度使用し、湿潤条件を想定した蒸留水は約0.5μL滴下した。

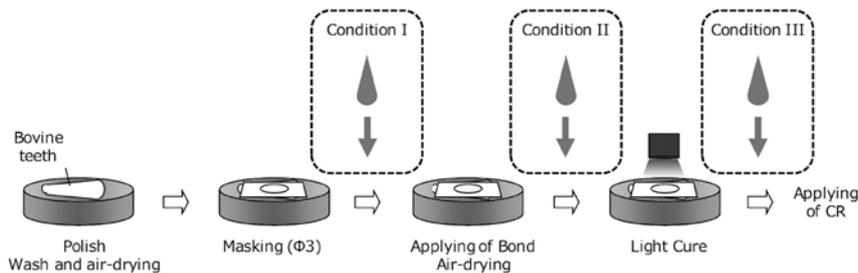


Fig. Experimental procedure of bonding test

【結果および考察】 「TMR-アックアボンド0」は湿潤条件Iでは乾燥条件と同等の接着強さを示した。一方、条件IIおよびIIIではエナメル質は乾燥条件と同程度の接着強さを示すのに対して、象牙質は乾燥条件と比較して半分程度低い値を示した。ボンディング材層が水を含んだ状態で光重合を行っていることから、水で膨潤したことによる強度低下などが原因と考えられる。つまり「TMR-アックアボンド0」は、湿潤した歯面に対しても効果的に接着が可能であるという特徴的な性質を有しているが、ボンディング材層に水が残存した状態で重合されれば接着性の低下が見られることを確認した。

ワンステップボンディング材の処理時間が歯質接着性におよぼす影響

日本大学松戸歯学部保存修復学講座¹, 日本大学松戸歯学部社会歯科学講座(医療情報学)²

○藤田(中島)光¹, 大塚一聖¹, 岩井啓寿¹, 岡田珠美¹, 内山敏一², 平山聡司¹

Effect of reaction time of one-step bonding agents on the teeth adhesiveness

Department of Operative Dentistry¹, Department of Social Dentistry²,

Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○FUJITA-NAKAJIMA Kou¹, OTUKA Issei¹, IWAI Hirotooshi¹, OKADA Tamami¹,

UCHIYAMA Toshikazu², HIRAYAMA Satoshi¹

【目的】 本研究は、酸性モノマーMDP が配合されるワンステップボンディング材 G-プレミオ ボンドおよび G-ボンド プラスにエナメル質および象牙質粉末を処理させ、処理前後における核磁気共鳴 (¹³C NMR) スペクトルの変化から、エナメル質と象牙質の脱灰率を求め、歯質アパタイトとの処理時間を変化させて酸性モノマーMDP と歯質成分との相互作用の詳細について検討した。さらに、酸性モノマーMDP の脱灰がエナメル質と象牙質の接着強さに及ぼす影響を検討した。

【材料および方法】 歯質粉末の調整：ダイヤモンドポイントを用いてウシ前歯歯冠エナメル質および象牙質を注水下にて切削し、冷却水をピーカーに集め、デカンテーション法にて、それぞれの切削片を回収した。

さらに、切削片を蒸留水で3回水洗した後、20℃恒温室で乾燥させ、歯質粉末を調整した。

歯質脱灰率の測定：ワンステップボンディング材として、G-プレミオ ボンド(ジーシー) およびG-ボンド プラス(ジーシー) を使用し、ワンステップボンディング材 1.00 g 中に切削したウシ歯冠エナメル質および象牙質粉末を0.20 g を懸濁し、各 10、20 および 60 秒間振盪攪拌した。後に、懸濁液を遠心分離し、得られた上澄み液 0.300 g にジメチルスルホキシド(DMSO)0.200 g を加えて、¹³C NMR の試料とした。なお、NMR の測定には EX 270 スペクトロメーター(日本電子)を用いた。脱灰率の算出は、¹³C NMR ピークの帰属は前報に準じて行い、歯質アパタイトの処理前後における ¹³C NMR スペクトルの変化から、MDP のビニル基メチレンカーボン NMR ピーク強度の減少率は、処理前後の強度比の差を処理前に得られた強度比の値で除して求め、MDP の歯質脱灰率とした。

接着試験：ウシ前歯唇側歯冠部を耐水カーバイドペーパー#1000 シリコンカーバイドペーパーにて研磨し、新鮮なエナメル質および象牙質を露出させ、被着歯面とした。試料面をエアードライ、内径 3.2 mm のテープを貼り、その内面をワンステップボンディング材でそれぞれ 0、10、20 および 60 秒間処理し、強圧エアブローで溶媒を除去し、LED 照射器(Mini LED III) で 10 秒間光照射を行った。その後、3.2 mm φ×1.0 mm のシリコンリングを固定し、コンポジットレジンを充填して 20 秒間光照射を行い、試験体を作製した。その後、24 時間 37 °C 水中保管後、インストロン型万能試験機で、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min にて圧縮剪断接着強さを測定した。なお、G-プレミオ ボンドの処理 0 秒は塗布直後の試料とし、コントロールとした。

【結果および考察】 G-プレミオ ボンドおよびG-ボンド プラスにおいて、MDP はエナメル質と比較して象牙質の脱灰率は高く、G-ボンド プラス より G-プレミオ ボンドのほうが速い処理時間で脱灰することがわかった。また、MDP の歯質脱灰率は、G-ボンド プラスより G-プレミオ ボンドのほうが高い値を示した。

接着強さの比較では、G-プレミオ ボンドは、エナメル質と象牙質でほぼ同じ値を示したのに対して、G-ボンド プラスでは、MDP の脱灰率が高い象牙質より低いエナメル質のほうが高い値を示した。

ワンステップボンディング材のエナメル質接着すべてにおいて、処理時間 10 秒の接着強さを 60 秒でも維持し、MDP の脱灰率の高いG-プレミオ ボンドでも接着強さの変化は認められなかった。一方、象牙質では、ワンステップボンディング材のG-ボンド プラスの接着強さは、10 秒処理の接着強さが 60 秒で低下し、MDP の脱灰率の高いG-プレミオ ボンドは接着強さに有意に働いた。

フッ化物含有金属複合ナノ粒子が象牙質接着能に及ぼす影響

- 1 北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 歯制御治療学分野
2 北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 生体材料工学
3 朝日大学歯学部 口腔機能修復学講座 歯科理工学分野
4 大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子感染制御学講座
○Bayarchimeg Altankhishig¹, 建部二三², 松田康裕¹, 奥山克史³, 山本洋子⁴
Mosammat Morsheda Khatun¹, 泉川昌宣¹, 齋藤隆史¹

Micro-tensile Bond Strength Test of self-etching bond with fluoride-containing Zinc and Copper nanocomposite

- Bayarchimeg Altankhishig¹, TATEBE Futami², MATSUDA Yasuhiro¹,
OKUYAMA Katsushi³, YAMAMOTO Hiroko⁴, Mosammat Morsheda Khatun¹, IZUMIKAWA Masanobu¹, SAITO Takashi¹
¹)Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation,
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido
²) Division of Dental Materials Science Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry,
Health Sciences University of Hokkaido.
³)Department of Dental Materials Science, Asahi University School of Dentistry
⁴)Department of Restorative Dentistry and Endodontology,
Osaka University Graduate School of Dentistry

Objectives:

In restorative dentistry, bonding is a base of successful treatment, but secondary caries still occurs. The antibacterial agent will be effective to prevent secondary caries. Novel fluoride-containing Zinc, and Copper nanocomposite (ZCF) we developed¹⁾ has an antibacterial effect stronger than Calcium hydroxide. This study aimed to evaluate the impact of ZCF nanoparticles on the adhesive strength by microtensile bond strength (μ TBS).

Material and methods:

Nanocomposites comprising ZCF were prepared by a simple one-step homogeneous co-precipitation method at a low temperature¹⁾. Self-etch adhesive (Clearfil SE Bond) was prepared and applied on four caries-free extracted human molars with ZCF and without ZCF (control group). After restorations were performed, samples were stored in water at 37°C for 24 hours. Then samples were sectioned to beam shape (1.0mm² cross-section) and tested at 1.0mm/min (μ TBS) by EZ Test machine (SHIMAZU). Data were analyzed using t-test ($p < 0.05$).

Results& Discussion:

In the microtensile bond strength, there is no significant difference between the ZCF group and control group. However, the ZCF includes adhesive tended to reduce the microtensile bond strength compared to the control group. These results suggested that the ZCF nanoparticle has possibility reducing the dentin bond strength depending on its concentration.

Conclusion:

Fluoride-containing Zinc and Copper nanocomposite do not influence bond strength of the self-etching bond. Further, we should detect a suitable concentration of ZCF that may not affect the bond strength and show antibacterial effect also.

1) Matsuda et.al, 14th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Application.

フィラー含有量の違いが試作フロアブルレジンの構造発色に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○黒川弘康, 瀧本正行, 白土康司, 柴崎 翔, 下山侑里子, 宮崎真至, 青島 裕, 天野 晋

Influence of Filler Contents on Structural Color of Experimental Flowable Resin Composite

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○KUROKAWA Hiroyasu, TAKIMOTO Masayuki, SHIRATUCHI Koji, SHIBASAKI Sho,

SHIMOYAMA Yuriko, MIYAZAKI Masashi, AOSHIMA Yutaka, AMANO Susumu

【研究目的】

本研究の目的は、バイオミメテックス（生物模倣）である構造色を応用することで、単一ペーストで多様な症例に対して色調適合性を示すフロアブルレジンを開発するための基礎的データを得ることである。

構造色とは、特定の色素ではなく、光の波長あるいはそれ以下の微細な構造に基づく光の反射による発色現象であり、光の干渉と回折を生じさせる構造の繰り返しの幅が、反射光の波長を決定する因子となる。フロアブルレジンは、ペーストの操作性として流れを重要視するため、フィラー配合率はユニバーサルタイプのコンポジットレジンと比較して少ない。したがって、フィラー粒径だけではなくフィラー粒子間距離の等間隔性も反射光の波長に影響を及ぼす可能性が考えられる。そこで、歯の色を構成する赤から黄色の構造色を得ることが可能な粒径の球状フィラーの配合率を数段階に変化させたフロアブルレジンを試作し、それぞれの発色現象について、分光反射率を測定することで検討した。フロアブルレジんに構造色が応用できれば、その優れた操作性と相まって簡便で審美的な修復処置が可能となる。

【材料および方法】

粒径 260 nm の球状フィラーを 79 wt% 含有することで構造発色するユニバーサルタイプのコンポジットレジンであるオムニクロマ（トクヤマデンタル）をベースとし、フィラー含有量を 70, 60, 50, 40 および 30 wt% と変化させたフロアブルレジンを試作し、実験に供した。対照として、顔料を含有するグレースフィルローフロー（ジーシー）のユニバーサルシェードを用いた。

1. 測色用試片の作製

試作フロアブルレジンを内径 8.0 mm で、厚さ 1.0 mm あるいは 3.0 mm のテフロン型に填塞し、透明マトリックスを介して加圧成形した後、30 秒間照射して硬化させた。これを 37°C 精製水中に 24 時間保管したものを測色用試片とした。

2. 背景色の違いが試作フロアブルレジンの分光反射率に及ぼす影響

測色には D₆₅ 光源を用いた高速分光光度計 (CMS-35FS/C, 村上色彩) と、これに接続したフレキシブルセンサー (FS-3, 村上色彩) を使用した。また、背景色として黒色基準板 (黒板, Y: 0.01, X: 0.01, Z: 0.01) および白色基準板 (白板, Y: 90.56, X: 92.14, Z: 110.90) を用いた。測色は、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。さらに、サーマルサイクル 10,000 回負荷後の測色用試片についても検討し、色調安定性について検討した。

【成績および考察】

オムニクロマの分光反射率は、試片厚さ 1.0 mm の条件において、黒板上ではほぼ全ての波長を均等に反射し、分光反射率曲線はフラットな形状を示したのに対し、白板上での分光反射率は黒板上と比較して増加するとともに、長波長域になるにつれて上昇する曲線を示した。これは、背景色が黒の場合、入射した光が吸収されることで、構造色としての発色が顕著となったのに対して、背景色が白の場合では、背景色による光の反射とフィラーの微細構造に基づく光の反射が重ね合わされることで、明るさが増加したためと考えられた。一方、試作フロアブルレジンの分光反射率曲線はオムニクロマと類似するものであったが、分光反射率はフィラー含有量が少なくなるにつれて低下し、その傾向は背景色が黒の場合で顕著であった。これは、試作フロアブルレジンは構造発色するものの、フィラー含有量の減少にともないフィラー粒子間距離が変化することで、光の反射率が低下することを示すものと考えられた。

【結論】

フィラー含有量の違いは、フロアブルレジンの構造色の発現に影響を及ぼすことが示された。

研磨法の違いが構造色応用コンポジットレジンの表面性状に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹⁾, 総合歯学研究科生体工学研究部門²⁾, 近藤歯科医院³⁾

○石井 亮¹⁾, 廣兼榮造¹⁾, 高橋奈央¹⁾, 秋葉俊介¹⁾, 矢吹千晶¹⁾,
高見澤俊樹^{1,2)}, 宮崎真至^{1,2)}, 近藤 貢³⁾

Influence of Different Polishing Methods on the Surface Properties of Structural Colored Resin Composite

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

○ISHII Ryo¹⁾, HIROKANE Eizo¹⁾, TAKAHASHI Nao¹⁾, AKIBA Shunsuke¹⁾, YABUKI Chiaki¹⁾,
TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, KONDO Mitsugu³⁾

【研究目的】

光重合型コンポジットレジンには、その優れた審美性と操作性から日常臨床に欠かすことのできない修復材のひとつとなっている。また、これまでも様々なタイプのコンポジットレジンが開発、臨床応用されてきた。近年、微細構造による発色を利用することで単色使用でも幅広い色調適合性を実現したコンポジットレジンが開発された。しかし、その機械的性質あるいは研磨後の表面性状については不明な点が多い。

修復操作の最終段階に行われる形態修正および研磨操作は、審美性の獲得のみならずプラークなどの付着抑制など、修復の予後に影響を及ぼす重要なステップである。これまで、研磨システムの評価については表面粗さ、電子顕微鏡観察あるいは光沢度測定などからの検討が広く行われてきた。しかし、プラークあるいは着色物などの研磨表面への付着性についての解明には、界面科学的なアプローチからの検討も必要と考えられる。そこで、構造色を応用した新規コンポジットレジンについて、異なる研磨操作によって得られた表面性状の違いを表面粗さ、形態学的観察、光沢度および表面自由エネルギーの測定から評価した。

【材料および方法】

供試したコンポジットレジンには、構造色応用コンポジットレジン Ominichroma (OM, トクヤマデンタル), Tetric EvoCream (TE, Ivoclar Vivadent) および Filtek Supreme Ultra (FS, 3M Oral Care) を用いた。コンポジットレジン形態修正には、ダイヤモンドポイント# SF102R (SF, 松風) あるいはエステティックフィニッシングカーバイトバー# FG 7714 (CB, Kerr) を使用した。最終研磨には、スーパースナップ (SS, 松風) あるいはコンボマスター (CP, 松風) を使用した。

表面自由エネルギーの測定に際しては、コンポジットレジン直径 8.0 mm、高さ 2.0 mm のテフロン型に填塞、加圧整形し、ポリストリップス介して 60 秒間照射することで、これを表面自由エネルギー測定用試片 (Baseline) とした。この試片に対して SiC ペーパーの#320 まで研磨した後、SF あるいは CB で形態修正を行った条件、さらにこれらの条件に SS あるいは CP を用いて最終研磨を行った条件を加え、合計 7 条件とした。これらの試片を全自動接触角計 (DM500, 協和界面科学) に静置し、プロモナフタレン、ジヨードメタンおよび蒸留水を用い、得られた接触角から各条件における表面自由エネルギーを算出した。

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

【成績および考察】

各条件の表面自由エネルギーは、研磨法の違いおよび用いたコンポジットレジンによって異なるものであった。とくに、最終研磨面においてはいずれのコンポジットレジンにおいても形態修正に用いた器具の違いによって、その表面自由エネルギーに違いが生じた。また、最終研磨面における表面自由エネルギーは、形態修正面よりも有意に低い値を示し、SS 研磨面は最も低い値を示した。このことは、形態修正および最終研磨によってコンポジットレジン表面性状に変化が生じ、その結果として表面自由エネルギーが低い値を示した可能性が考えられた。また、表面粗さおよび光沢度においても研磨法の違いおよびコンポジットレジンによってその値は、異なるものであった。

【結論】

コンポジットレジン形態修正および研磨法の違いは、表面性状、光沢度および表面自由エネルギーに影響を及ぼすことが判明した。このことから、臨床における形態修正および研磨操作は、その後の審美性あるいは、メンテナンスビリティに影響を及ぼすことから、その操作法、器具の選択が重要であるという事が示された。

着色象牙質を残置させた窩洞に対する 新規コンポジットレジン (ECM-001) 修復の色調評価

岡山大学大学院 歯歯薬学総合研究科 生体機能再生・再建学講座 歯科保存修復学分野
○小野 瀬里奈, 大原 直子, 澁谷 和彦, 松崎 久美子, 神農 泰生, 島田 康史, 吉山 昌宏

Color evaluation of newly developed resin composite (ECM-001) filling in the discolored cavity
Department of Operative Dentistry, Field of Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction,
Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences
○Serina ONO, Naoko OHARA, Kazuhiko SHIBUYA, Kumiko MATSUZAKI,
Yasuo SHINNO, Yasushi SHIMADA, Masahiro YOSHIYAMA

【目的】

MI や歯髄保護の重要性から、う蝕除去において硬化した着色象牙質を全て除去する必要はない。しかし、着色を遮蔽しなければ審美的に良好な結果は得られない。最近、フィラーの構造色による発色を応用したコンポジットレジン (以下 ECM-001) が開発され、我々はその色調適合性について第 149 回歯科保存学会にて報告した。本研究では、着色象牙質を残置させた窩洞に ECM-001 を充填した場合の色調適合性について検討を行った。

【材料および方法】

コンポジットレジンには ECM-001 (トクヤマデンタル, 商品名 オムニクロマ) を使用した。また、象牙質に達する咬合面う蝕に罹患したヒト抜去大白歯を使用した。カリエスチェック (日本歯科薬品) を使用しう蝕除去を行い、窩底部の硬化した着色象牙質は残置した。その後、ラウンドベベルを付与し、窩洞形成を終了した。コントロールは健全ヒト抜去歯とし、I 級コンポジットレジン窩洞 (直径 4×6 mm、深さ 3 mm) を形成した。次に製品添付文書に従いボンドマーライトレス (トクヤマデンタル) にて歯面処理を行い、ECM-001 を充填後、40 秒光照射を行った。研磨はコンポマスター (松風) およびスーパースナップ (松風) を用いた。

色調評価のために形成前、う蝕除去後、レジン充填後に Vita イージーシェード V (VITA Zahnfabrik) を用いてシェードテイキングを行った。同時に分光色彩計 SE6000 (日本電色工業) を用いて測色を行ない、L*値、a*値、b*値、ΔE 値、C 値、TP 値を算出した。測定には背景色として標準白色板および標準黒色板を用いた。それぞれの値は一元配置分散分析と Tukey HSD test を用いて有意水準 5% で統計学的分析を行なった。

【結果および考察】

う蝕除去後の着色象牙質残置窩洞の多くは A3.5~4、C3~4、B3 のシェードを示したが、充填後は A1、B1、C1 に変化した。CIE L* a* b* 表色系では、う蝕除去後と比較し充填後に L* 値が有意に上昇し、C 値は有意に低下した。形成前と充填後の ΔE 値は 5~25 であった。よってシェードテイキングや測色の結果は、明度の上昇を示しており、形成前の歯牙と充填後の色調は一致しなかった。しかし、視覚的には、A1、B1、C1 よりも濃く認識され、歯と調和していた。また、どの抜去歯に関しても残置した着色を遮蔽していた。これは構造色発色システムによる効果であり、窩壁の健全な歯質の色調を反映し再現したためと予測される。

【結論】

本研究において ECM-001 は着色象牙質を残置した窩洞に対し遮蔽効果を示し、歯と色調適合することが明らかとなった。構造色発色コンポジットレジンが適合する色調の範囲は広く、色調選択やレイヤリングテクニック等を使わずとも審美的な修復を実現できる可能性を示唆した。

構造発色技術をもつ試作コンポジットレジン (ECM-001) の アルカリ環境下における表層の形態変化

愛知学院大学歯学部保存修復学講座

○前迫真由美, 岸本崇史, バトゾリグ バヤルマー, 千田 彰, 友田篤臣, 富士谷盛興

Morphological Changes of an Experimental Resin Composite(ECM-001) with Structural Color Mechanism after Alkaline Deterioration

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

○MAESAKO Mayumi, KISHIMOTO Takafumi, BATZORIG Bayarmaa, SENDA Akira,
TOMODA Shigetaka, FUJITANI Morioki

【研究目的】

構造発色技術を導入した均一球状フィラー (ϕ 260 nm) を配合し, 単一ペーストでありながら歯質への高い色調適合性を有する試作コンポジットレジン (ECM-001, トクヤマデンタル, 以下 ECM) が開発された. 演者らは, ECM の表面粗さ, 光沢度ならびに変色の程度を同社の従来型コンポジットレジン (エステライトΣクイック, A3, 以下 EQ) と比較検討したところ, 変色の程度のみには差異が認められ (ECM>EQ), コンポジットレジンの変色にはフィラーとマトリックスレジンの接合状態などが関与していることを示唆した (岸本: 日歯保存誌, 2015, 第 149 回日本歯科保存学会). そこで本研究では, フィラーとマトリックスレジンの接合状態と変色の程度の関連を明らかにするため, アルカリ環境下での加速劣化試験を行うことにより, 両レジンのフィラーとマトリックスレジンの接合状態の相違を比較検討した.

【材料および方法】

ECM ならびに EQ を用いて鏡面研磨試料用のレジブロック (ϕ 4 mm \times 10 mm) を作製し, これらをエポキシ樹脂包埋 (SCANDI QUICK, HAGEN, Germany) した. 次いで, 自動回転研磨機 (100 rpm, Ecomet3000, BUEHLER) を用いて注水で順次仕上げた後 (耐水研磨紙 #800, #1200, #1500, #2000), 通法に従って (0.3 μ m 酸化アルミナ粉末) 鏡面研磨面を調製した. 次に, 当該面の半側をリン酸 (ウルトラエッチ J, ウルトラデント) およびシランカップリング剤 (セラミックプライマー II, ジーシー) による各処理を施し, 液状レジン (レジングレーズ, 松風) でマスキングした後, 0.1N NaOHaq (60 $^{\circ}$ C, pH 12.7) に 3 日間浸漬した. 各試片を超音波洗浄後, 金蒸着 (MSP-1S, 真空デバイス) を施し, 走査電子顕微鏡 (VE-9800, Keyence, 以下 SEM) にて侵蝕面の表面ならびに側視断面の微小形態を観察した.

【結果および考察】

ECM の表面では, フィラー周囲における微小空隙やフィラーの脱落が多数観察された. また, 断面においても表面同様に多数の微小空隙を有する層が認められ, それはマスキングによるアルカリ劣化を被らなかつた面 (基準面) に対し約 100 μ m 厚に及んでいた. これらの変化は, 無機フィラーとマトリックスレジン, 有機複合フィラー内無機フィラーとマトリックスレジンおよび有機複合フィラー表面に露出している無機フィラーとマトリックスレジンの接合部に生じていた. いずれも無機フィラーの表面が一層溶解しフィラー粒径が縮小したような様相を呈しており, 生じた微小空隙がフィラーの脱落に繋がったものと推察された.

一方 EQ の表面では, ECM で観察された無機フィラーの粒径が縮小したような像は認められず, 無機フィラーとマトリックスレジン, 有機複合フィラー内無機フィラーとマトリックスレジンおよび有機複合フィラー表面に露出している無機フィラーとマトリックスレジンの接合部に大小様々な空隙やフィラーの脱落が多数観察され, マトリックスレジン内では裂隙が散見された. 断面においても表面同様に大小様々な空隙と裂隙を認め, これらの変化は基準面に対し約 100 μ m 厚に及んでいた. これは, 無機フィラーの脱落やマトリックスレジンとの接合が剥離して生じた空隙が連なることで裂隙に繋がったと推察された.

【結論】

アルカリ環境下における加速劣化試験により, ECM では無機フィラーの粒径縮小により生じたと考えられる微小空隙が多数観察された. 一方 EQ では, 無機フィラー周囲に発生した空隙が連なることにより生じたと考えられる裂隙が散見された. このようなフィラーとマトリックスレジンの接合状態の相違がレジンの変色の程度に関与すると推察された.

バルクフィルコンポジットレジンの吸水量と色調安定性について

昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 美容歯科学部門
 ○水上裕敬、小林幹宏、新妻由衣子、菅井琳太郎、真鍋厚史

Water absorption and color stability of bulkfill composite resin

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

○Mizukami Hiroyuki, Kobayashi Mikihiro, Niizuma Yuiko, Sugai Rintaro, Manabe Atsufumi

【目的】

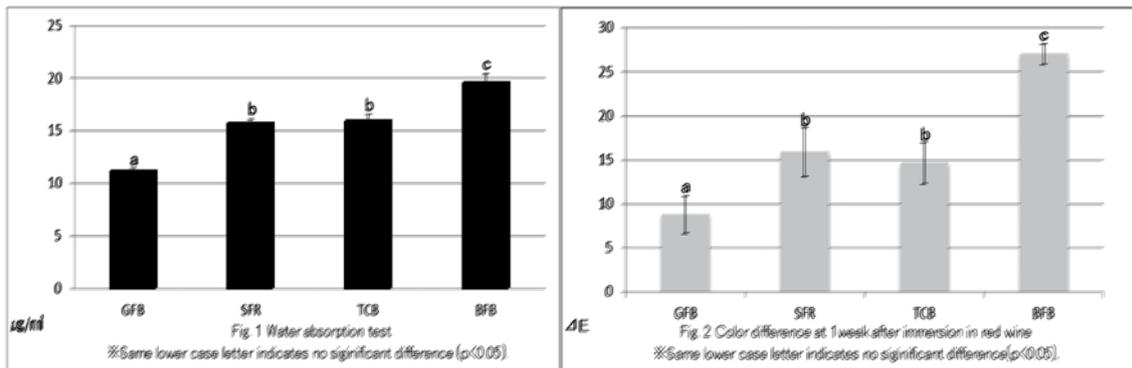
光重合型コンポジットレジンは操作性の向上および特性の多様化に伴い広く臨床で使用されている。その中で大型窩洞に対して一括で充填できるバルクフィルコンポジットレジン(以下BFR)が開発された。BFRは、光重合率に優れ、従来のコンポジットレジンよりも硬化深度が大きいため、一度に多くの充填・重合が可能で、臨床時間の短縮が期待される。一方、レジン系の修復材料は長期に観察をすると変色が問題となることがあり、その原因の一つとしてコンポジットレジンの吸水が考えられる。そこで、咬合面にも使用可能な異なるベースレジンとする4種類BFRを用いて吸水量と着色性を比較、検討したので報告する。

【材料および方法】

実験材料には、Bis-MEPPをベースレジンとした Gracefil Bulk Flow(GFB, GC)、Bis-GMAをベースレジンとした Sonic Fill 2 (SFR, Kerr)、Bis-GMA・UDMAをベースレジンとした Tetric N Ceram Bulk Fill(TCB, Ivoclar Vivadent)、Bis-GMA・UDMA・Bis-MPEPPをベースレジンとした BEAUTIFIL Bulk (BFB, Shofu)を用いた。吸水試験の方法はJIS T6514:2015に準じて行った。直径15mm、厚さ1mmのテーパなし円形プレート状の金型を用いて各試験片(n=7)を作成した。37°Cの蒸留水20mlに7日間保管し吸水量を測定した。また、着色試験は各試験片(n=5)を蒸留水および赤ワインに1週間浸漬した後、背景に黒色板を使用し、分光色彩計(CM-3610d, コニカミノルタ)を用いてL*, a*, b*を測定した。得られた結果から色差 ΔE^* を算出した。統計解析はTukey HSD Testによる多重比較検定を行った($p < 0.05$)。

【結果および考察】

吸水試験の結果をFig.1に示す。GFBが最も少ない吸水量を示し、BFBの吸水量は最も多かった。着色試験の結果をFig.2に示す。GFBは最も低い ΔE^* を示し、BFBは最も大きい ΔE^* を示した。GFBは他の3つのレジンと比較すると、有意に少ない吸水量と ΔE^* を示した($P < 0.05$)。これらの原因の一つとして、各BFRのレジン成分の違いによることが考えられ、GFBは疎水性の高いBis-MEPPが主のベースレジンとして使用されることで吸水量が減少し、色調安定性が向上したと考えられる。



【まとめ】

Bis-MEPPを主成分とするGFBは最も少ない吸水量を示し、高い色調安定性であることが示唆された。

紅茶液に浸漬した歯冠色修復材料の色調変化

鶴見大学歯学部保存修復学講座

○松本 博郎, 小川 由佳, 堀 彩香, 大森 かをる, 山本 雄嗣

Color change of tooth-colored restoration materials immersed in tea solution

Department of Operative Dentistry,

Tsurumi University School of Dental Medicine

○MATSUMOTO Hiro, OGAWA Yuka, HORI Ayaka, OHMORI Kaoru, YAMAMOTO Takatsugu

【目的】

歯冠修復物の着色は食品や嗜好品あるいは細菌由来の色素等が表面に沈着・吸着することにより起こり、時間の経過とともに着色するとされている。本研究では、歯冠色修復材料のコンポジットレジン、ポーセレン、ジルコニアを対象として紅茶液浸漬による各材料の着色およびその後の超音波洗浄での着色除去率を比較検討した。

【材料と方法】

コンポジットレジンにはSHOFU BLOCK HC (松風)、ポーセレンにはVITABLOCS MARK II (VITA)、ジルコニアには3Y ジルコニア (東ソー・ニッケミ株式会社) を用いた。それぞれの材料で厚さ1.5mmの板状試片を作製し、流水下で耐水研磨紙#2000まで研磨、砥粒3 μ mのダイヤモンドを用いて鏡面研磨を施した。紅茶液は、ティーバッグ (トワイニング紅茶, 2g) 1袋を100mLの熱湯で5分間抽出、その後室温で放冷したものを準備した。

1) 着色の評価

まず試片研磨面のL*a*b*値を分光式色差計 (SE2000, 日本電色) を用い黒背景で測定した。次に37°C紅茶液に試片を浸漬し、1日後及び7日後に同様に測色を行った。試片表面の紅茶液をキムワイプで清拭してから1試料につき3点を測色し、その平均値をもってその試片の値とした。測定値からそれぞれの浸漬期間での色差 ΔE^*ab を算出した。

2) 着色除去率の評価

7日後の測色後、試片を蒸留水中で5分間超音波洗浄を行い再度測色し各材料での着色除去率を求めた。

着色除去率 (%) = 超音波洗浄前後の ΔE^*ab /紅茶液浸漬前後の ΔE^*ab

着色と除去率の結果は分散分析とTukeyの多重比較で統計学的に比較した (有意水準5%, n=7)。

【結果と考察】

各材料の色差値と統計結果をTable 1に示す。

分散分析では、2要因 (浸漬期間, 材料) とも有意となり、要因間の交互作用は認めなかった。浸漬期間で比較すると、7日間浸漬の方が1日浸漬よりも有意に大きい色差を示した。材料間の比較では、ジルコニアは他2種の材料よりも有意に小さい色差を示した。これより、浸漬期間が長期的になると着色は高度となり、ジルコニアは着色しにくい材料であることが判明した。次に着色除去率をTable 2に示す。コンポジットレジン-ジルコニア間のみ有意差が認められた。このことから、ジルコニアとポーセレンは着色が除去しやすい材料であると思われる。

【結論】

3種類の歯冠色材料は、紅茶液に1週間浸漬することによって着色が認められたが、超音波洗浄により色調の改善が得られ、その傾向は材料により異なった。

Table 1 Results of ΔE^*ab and statistical analysis

	Composite	Porcelain	Zirconia	Pooled ave.
1 day	2.02 (0.41)	1.91 (1.18)	0.73 (0.58)	1.56 (0.96)A
7 days	3.53 (1.27)	3.57 (0.56)	1.22 (0.82)	2.77 (1.43)B
Pooled ave.	2.78 (1.20)a	2.74 (1.23)a	0.97 (0.73)b	

Values in a column with different capital letters are significantly different at $p < 0.05$.
Values in a line with different lowercase letters are significantly different at $p < 0.05$.

Table 2 Ratios of pigmentation removal in each material

	Composite	Porcelain	Zirconia
Removal ratio (%)	44.6 (13.2)a	74.6 (9.3)ab	90.7 (49.5)b

Values with different lowercase letters are significantly different at $p < 0.05$.

本研究に関連し、COIを開示すべき企業・団体はない。

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

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

³日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学

○海老原 隆¹、川嶋 里貴²、関 秀明¹、若木 卓¹、加藤 千景¹、
吉井 大貴³、佐藤 史明³、鈴木 雅也²、新海 航一^{1,3}

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

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

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

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

○EBIHARA Takashi¹, KAWASHIMA Satoki², SEKI Hideaki¹, WAKAKI Suguru¹, KATO Chikage¹, YOSHII Daiki³,
SATO Fumiaki³, SUZUKI Masaya², SHINKAI Koichi^{1,3}

【緒言】

我々は第149回日本歯科保存学会2018年度秋季学術大会にて、新規ホームホワイトニング剤「ティオン ホーム プラチナ (ジーシー)」の歯の漂白効果について報告した。歯の漂白を2週間行い、その直後における評価では、顕著な歯の漂白効果を示した。また、ルシェロ 歯磨きペースト ホワイト (ジーシー)あるいは「ルシェロ 歯ブラシ W-10 (ジーシー)」を用いたブラッシングは、漂白期間中に着色性食品摂取や喫煙を行っても、摂取制限した場合と同等の漂白効果を得るのに有効であることを明らかにした。したがって、この歯磨剤を用いたブラッシングは、ホームホワイトニング後のホームケアとして実施することにより、歯の色の後戻りを抑制することが期待される。

本研究の目的は、「ルシェロ 歯磨きペースト ホワイト」を用いてホームホワイトニング期間中から継続して行ったブラッシングが、歯の色の後戻りに及ぼす影響について臨床的に評価検討することである。今回は、3か月と6か月経過時の評価が得られたので報告する。

【材料と方法】

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

【結果と考察】

ホワイトニング終了時から6か月後の ΔE の平均値は、#13 (RW:3.39, RM:1.77, FW:2.29, FM:3.25)、#12 (RW:2.80, RM:1.49, FW:1.89, FM:2.92)、#11 (RW:1.92, RM:1.58, FW:1.16, FM:2.35)、#21 (RW:1.16, RM:2.30, FW:0.82, FM:1.91)、#22 (RW:1.88, RM:1.46, FW:1.63, FM:2.55)、#23 (RW:2.70, RM:2.56, FW:2.02, FM:3.57)であった。二元配置分散分析の結果、#21の主因子bにのみ有意差を認め、それ以外の歯種では、主因子aとbは、ともに有意差を示さなかった。ホワイトニング終了時から3か月後の ΔE についても同様な傾向を示した。すなわち、ホワイトニング期間中からルシェロ ホワイトあるいはルシェロ マスデント Fを用いてブラッシングを継続して行った場合、ホワイトニング中の着色性食品摂取と喫煙に対する制限の有無ならびにブラッシングに用いる歯磨きペーストの種類は、ホワイトニング終了後3か月と6か月経過時において、歯の色の後戻りに有意差を示さなかった。

ファイバーポストを用いた直接支台築造法における接着
 -根管象牙質の湿潤状態がコア用レジンとの接着性に与える影響-

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, 水上裕敬, 井出翔太郎, 北原信也, 真鍋厚史

Adhesive core build-up restorations with fiber posts

-Influence of root dentin moisture on adhesion performance of post cementation to root canal-

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology,

Showa University School of Dentistry

○NIIZUMA Yuiko, KOBAYASHI Mikihiro, SUGAI Rintaro, MIZUKAMI Hiroyuki, IDE Shotaro,

KITAHARA Nobuya, MANABE Atsufumi

【緒言】

根管象牙質に対する接着は、根管の形態や環境など様々な要因から歯冠部象牙質への接着と比較し困難であり、根管象牙質では歯冠側から根尖側になるにつれ接着強さが低下することも報告されている。根管の形態的特徴から接着前の乾燥や適切かつ均一な接着前処理が難しいと考えられる。

本研究ではファイバーポストを用いた直接支台築造法において根管象牙質の湿潤状態がコア用レジンとの接着性に与える影響について push-out bond strength test (PBS test) および破断面の観察を行い検討した。

【材料および方法】

昭和大学倫理委員会の承認を得たヒト抜去上顎前歯を用い、CEJ 付近で歯冠部と歯根部に分割し歯根部に根管拡大形成、根管充填を行った。その後以下の2条件、DRY 群と WET 群に分類した。

〔DRY 群〕水洗後 10 秒間エアブロー ⇨ ペーパーポイントを用いて 5 秒間ずつ 3 本乾燥

〔WET 群〕水洗後 2 秒間エアブロー ⇨ ペーパーポイントを用いて 2 秒間 1 本乾燥

上記の条件にて乾燥させた後、Table 1 に示した 3 種類の支台築造システムにてファイバーポストを用いレジンコアを築造した。

Table 1 core build-up systems with fiber posts used in this study

Code	Manufacturer	Fiber post	Luting material	Adhesive system
DS	Dentsply Sirona	X-Post (No.3)	Core-X flow	Prime&Bond universal Self Cure Activator
KN	Kuraray Noritake Dental	CLEARFIL AD Fiber Post (No.6)	CLEARFIL DC CORE AUTOMIX ONE	CLEARFIL Universal Bond Quick /CLEARFIL PORCELAIN BOND ACTIVATOR
GC	GC	GC FIBER POST (ϕ 1.6)	UniFil Core EM	SELF-ETCHING BOND A SELF-ETCHING BOND B /CERAMIC PRIMER II

その後 24 時間 37°C の水中に保管し、歯根部を厚さ 1.0mm 間隔に切断し試験片を製作した。試験片は Coronal・Middle・Apical の 3 つの部位に分類した。得られた試験片を万能材料試験機 (type 5500R, Instron) にてクロスヘッドスピード 0.5mm/min で PBS test を行った。得られたデータは Tukey's multiple comparison test を用いて、有意水準 0.05 の条件下で統計学的分析を行った。さらに破断面の破壊形態の観察を行い、象牙質の凝集破壊・ファイバーポストまたはコア用レジン凝集破壊・象牙質とコア用レジン間の界面破壊・ファイバーポストとコア用レジン間の界面破壊・混合破壊の 5 つのタイプに分類した。

【結果および考察】

PBS test の結果より KN および GC では DRY 群と WET 群の条件間に有意差が認められた。一方、DS では有意差は認められず根管象牙質の湿潤状態は接着性へ影響を及ぼさなかった。破壊形態の割合は全てのシステムにおいて DRY 群 WET 群共に象牙質とコア用レジン間の界面破壊、象牙質とコア用レジン間およびファイバーポストとコア用レジン間の混合破壊の割合が多く観察された。

また、WET 条件では根管象牙質の部位によって接着強さが異なる傾向にあった。

最近の支台築造用レジンの重合収縮応力および曲げ特性

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

○名倉侑子¹⁾, 辻本暁正^{1,2)}, 嶋谷祐輔¹⁾, 野尻貴絵¹⁾,
石井 亮¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 宮崎真至^{1,2)}, 天野 晋³⁾

Cuspal Deflection and Flexural Properties of Newly Developed Core Build-up Resin Composite

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

Nihon University School of Dentistry, Amano Dental Clinic³⁾

○NAGURA Yuko¹⁾, TSUJIMOTO Akimasa^{1,2)}, SHIMATANI Yusuke¹⁾, NOJIRI Kie¹⁾,
ISHII Ryo¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, AMANO Susumu³⁾

【研究目的】

歯冠崩壊が著しい失活歯症例は、印象採得後に歯科用合金を用いた支台築造が行われてきた。この方法は、技工操作に伴う制約から便宜的な健康歯質の削除を余儀なくされ、応力集中によって歯根破折などを生じることが報告されている。そのため、失活歯に対して MI の概念に基づいて健全歯質を可及的に保存し、その機能の回復を目指した直接支台築造法が臨床応用されている。しかし、直接支台築造用レジン (コア用レジン) を用いた歯冠修復法において、高い予知性を得るためのエビデンスは十分とは言えないのが現状である。そこで、支台築造用レジンの重合収縮応力および曲げ特性について検討した。

【材料および方法】

供試したコア用レジンには、Clearfil DC Core Automix One (CD, Kuraray Noritake Dental), Clearfil Photo Core (CP, Kuraray Noritake Dental), Core-X Flow (CX, Dentsply Sirona), Filtek Fill and Core Flowable Restorative (FC, 3M Oral Care), MI Core LC (GC) および Unifil Core EM (GC) の、合計 6 製品を用いた。

1) 重合収縮応力の測定

アルミニウムブロック (15x10x8 mm) に 8x4x4 mm のスロット型の窩洞を形成し、窩洞内面にサンドブラスト処理を行った。これらのサンドブラスト処理面にアドヒーズブ (Schotchbond Universal Adhesive, 3M Oral Care) を製造者指示条件に従って塗布、光照射した。これらのスロット窩洞に対し、支台築造用レジンを一括充填し、それぞれ 40 秒間の光照射を行った。重合収縮応力の測定は、コア用レジンの重合硬化前および 10 分後におけるアルミニウムブロックの寸法変位量を、高精度デジマチックマイクロメータ (MDH-25M, Mitutoyo) を用いて測定し、寸法変位量を算出した。

2) 曲げ特性

曲げ強さ試験は ISO 4049 に準じて行った。すなわち、25x2x2 mm のテフロン製割型にコア用レジンを充填し、ストリップスを介してガラス板を用いて圧接した後、上面および下面から 3 分割して光照射をそれぞれ 40 秒間行った。割型から撤去した試片は、37°C 精製水中に 24 時間保管した後、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて、支点間距離 20 mm、クロスヘッドスピード 1 mm/min の条件で 3 点曲げ強さを測定するとともに、応力-歪曲線から曲げ弾性率を算出した。

3) 走査電子顕微鏡 (SEM) 観察

コア用レジンのフィラー性状を観察するために、通法に従って試片を製作し、走査電子顕微鏡 (ERA 8800-FE, Elionix) を用いて、加速電圧 15 kV の条件で観察を行った。

【成績および考察】

コア用レジンの重合硬化前後におけるアルミニウムブロックの寸法変位量は、9.1~26.3 μm を示し、製品によって異なった。また、支台築造用レジンの曲げ強さは、97.2~152.8 MPa を示し、製品によって異なり、アルミニウムブロックの寸法変位量と弱い相関を認めた。

【結論】

コア用レジンの重合収縮応力は、製品の違いによって異なり、FC-CP-UC-CD-MC-CX の順に大きくなった。また、コア用レジンの曲げ強さは、製品によって異なり、CX-MC-CP-FC-CD-UC の順に小さくなり、重合収縮応力と弱い相関性を認めた。

fTCP 配合歯磨剤の根面齲蝕の脱灰抑制および再石灰化効果

日本大学歯学部保存学教室修復学講座

○須田駿一, 黒川弘康, 杉村留奈, 松吉佐季, 寺井里沙, 宮崎真至, 市石芳博, 宮直利

Effect fTCP Containing Tooth Paste on Demineralization and Remineralization of Root Surface lesion

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○SUDA Shunichi, KUROKAWA Hiroyasu, SUGIMURA Runa, MATUYOSHI Saki,

TERAI Risa, MIYAZAKI Masashi, ICHIISHI Yoshihiro, MIYA Naotoshi

【研究目的】

再石灰化療法としてはフッ化物の応用が一般的に行なわれており、そのなかでもフッ化物含有歯磨剤の使用は、世界的な DMFT の低下に貢献したことが知られている。このように、日常生活におけるセルフケアは、齲蝕予防において重要な位置付けを有しており、適切な歯磨剤を使用することの意義が喧伝されている。一方、根面齲蝕が発生しやすい高齢者においては、口腔清掃の自律行動を支える ADL (日常生活動作) の低下など、フッ化物配合歯磨剤の効果を十分に発揮させることが困難な場合も少なくない。今般、フッ化物の効果をサポートすること目的として、fTCP 配合の歯磨剤が市販された。そこで、根面齲蝕モデルにこの歯磨剤を応用した際の、脱灰抑制ならびに再石灰化促進効果について、超音波透過法を用いて検討した。

【材料および方法】

フッ化ナトリウム濃度 1450 ppm で fTCP 配合のクリンプロ歯磨きペースト F1450 (以後、クリンプロ, 3M ヘルスケア), フッ化ナトリウム濃度 1450 ppm で PCA 配合のチェックアップルートケア (以後、ルートケア, ライオン) およびフッ化ナトリウム濃度 1450 ppm のチェックアップスタンダード (以後、スタンダード, ライオン) を用いた。

1. 根面齲蝕モデルの作製

ウシ抜去歯根側面象牙質をブロックとして切り出し、耐水性 SiC ペーパーを用いて調整した。この象牙質ブロックの歯髓側および側面をワックスで被覆した試片を、0.1 M 乳酸緩衝液 (pH 4.75) に 10 分間浸漬した後、精製水を用いて水洗、乾燥し、人工唾液中に保管した。この操作を 1 日 2 回、28 日間行い、根面齲蝕モデルを作製した。

2. 超音波透過法による縦波音速および弾性率の測定

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

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

2) 処理群: 各歯磨剤 0.1g を荷重 100 gf, マイクロモーターの回転数を無荷重の状態 で回転数 1,000 rpm とし、歯面研磨清掃用ブラシ (PTC ソフトブラシ, ジーシー) を用いて根面齲蝕モデルに 10 秒間塗布した。これらの試片を実験期間中 1 日 2 回、乳酸緩衝液に 10 分間浸漬した後、水洗、乾燥し、人工唾液中に保管した。なお、各処理を実験開始時のみ行った条件を 1 回処理群、実験開始から 1 週ごとに 21 日まで行った条件を頻回処理群とした。

超音波測定装置を用いて、各条件で保管した試片を透過する超音波の伝搬時間を計測し、試片の厚さとの関係から超音波縦波音速を求めるとともに、理論式から弾性率を算出した。なお、測定時期としては、実験開始 0, 7, 14, 21 および 28 日後とした。あわせて、形状測定レーザー顕微鏡 (LSM) を用いて表面性状を観察した。

【成績および考察】

未処理群では経時的に音速が低下したのに対し、1 回処理群では、いずれの歯磨剤においても実験開始 7 日後で音速は上昇するものの、その後、緩やかに低下する傾向を示した。一方、頻回処理群では、いずれの歯磨剤においても実験期間を通じて音速は上昇し、その程度はクリンプロおよびルートケアで大きいものであった。また、1 回処理群の LSM 像では、スタンダードで象牙細管の開口が観察されたのに対し、クリンプロでは、象牙質表面に析出物が観察され、実験期間を通じて象牙細管の閉鎖が確認された。硬組織中を伝搬する音速の変化は、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、クリンプロの使用は、根面の表層に析出物を形成することで脱灰抑制効果を発揮するとともに、日常での頻回使用により再石灰化を促進する可能性が示された。

【結論】 クリンプロの使用は、象牙質の脱灰抑制ならびに再石灰化促進に有効であることが示された。

ケアダインレストアの根面象牙質におけるせん断接着強度および再石灰化能の評価

株式会社ジーシー

○高橋俊博, 熊谷知弘

Evaluation of CAREDYNE RESTORE on shear bond strength and remineralization at root dentin

GC CORPORATION, Tokyo, Japan

○Toshihiro Takahashi, Tomohiro Kumagai

【研究目的】

根面う蝕はエナメル質う蝕に比べ切削領域の判断が難しく、感染象牙質が残存する場合がある。コンポジットレジン(CR)は操作が簡便であるが、う蝕の残存部分では接着が弱くなることが知られている。一方で、グラスアイオノマーセメント(GIC)による修復では接着強度の影響は小さく、フッ素徐放性により接着中に感染象牙質の再石灰化が期待でき、有効な処置である。弊社は BioUnion フィラーを含有した根面う蝕に対する全く新しい GIC であるケアダインレストア(CAR)を開発した。CAR はフィラー内に F⁻や Zn²⁺,Ca²⁺を含有し、これらが溶出することで従来以上に根面う蝕の進行抑制および再石灰化促進が期待できる。CAR の接着性は従来 GIC 同様の接着性を有するが、CR とは比較されていない。本研究では根面象牙質への CAR を含む GIC と CR のせん断接着強度および再石灰化能を評価する。

【材料および評価方法】

1.材料 従来型 GIC に CAR(GC), FujiVII Capsule (FujiVII) (GC)、CR に製品 A(他社 A)、歯面処理材に Cavity Conditioner(CC) (GC)、ボンディング材に製品 B(他社 B)を用いた。

2.評価方法

せん断接着試験 牛歯歯根包埋体を用意し、試験面を#320 の耐水研磨紙で研磨した。試験面に GIC には CC、CR にはボンディング材を製造業者指定の手法で処理した。ULTRADENT の型 (Φ 2.38mm) を用いて試験面に材料を充填した。GIC 群は型から外した後、37°C,R.H.90%の恒温槽で 1 時間硬化させ、水中に浸漬した。CR 群は照射後、型から外し水中に浸漬した。37°Cで 24 時間静置後、クロスヘッドスピード 1 mm/min でせん断試験を行った (n = 5)。これを Dentin 群とした。また、脱灰液に 60 時間浸漬した牛歯歯根包埋体を用いて同様の実験を行った。これを Affected Dentin (AD) 群とした。各製品の Dentin 群と AD 群間で t 検定を用いて統計処理を行った (p < 0.05)。

再石灰化試験 牛歯歯根包埋体表面に Φ3mm の穴の開いたテフロンシールを貼付し、脱灰液に 60 時間浸漬した。その後、材料を歯根面の露出部分に充填し、37°C,R.H.90%で 1 時間硬化させた。材料を充填した状態で再石灰化液に 4 週間浸漬した。浸漬後、試験体を 1 mm に切り出し、μ CT を用いて X 線透過像取得した。画像解析ソフトを用いてミネラルロスを算出し、製品 A の結果を基準として再石灰化率 (Mineral Recovery Rate: MRR) を算出した。

【結果】

GIC 群では Dentin, AD 両条件間で接着強度に有意差は見られなかった。一方で製品 A では有意差を確認した。また、MRR の値は、CAR で最大値となり、Fuji VII が続いた。製品 A で最も低い値を示した。

Table. Shear bond strength and mineral recovery rate

	Shear bond strength		MRR (%)
	Dentin	AD	
	Mean (±SD)	Mean (±SD)	
CAR	4.6(0.4)	3.7(0.9)	25%
FujiVII	4.5(1.1)	5.6(2.1)	16%
product A	25.8(5.3)*	5.7(1.4)*	-

(* : t-test, p<0.05, - : baseline)

【考察】

脱灰後の歯質はミネラルの減少と象牙質中の親水性のコラーゲンの露出が起るため、ボンディング材と歯質が接着しづらくなり、CR の接着強度が減少したと考えられる。一方、GIC は含有するのポリアクリル酸が親水性であるためコラーゲンとなじむため、歯質への接着に影響が見られなかったと考えられる。また、GIC はグラスフィラーが有する F⁻を水中で溶出することで、再石灰化を促進する。加えて CAR では Zn²⁺を放出することでリン酸亜鉛を形成する。このリン酸亜鉛がヒドロキシアパタイトの生成を促進し、結果的に再石灰化が進行したと考えられる¹⁾。

【結論】 脱灰歯面に接着し、高い再石灰化能を持つケアダインレストアは根面う蝕に適した材料であると考えられる。

【参考文献】 1) R. Osorio et al. Caries Res 2014;48:276-290.

S-PRG フィラー含有歯面コーティング材塗布面直下歯根象牙質の脱灰抑制能

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科口腔統合医療学講座保存修復学分野¹⁾,
東京歯科大学組織・発生学講座²⁾, 神奈川県立歯科大学短期大学部歯科衛生学科³⁾
○椎谷 亨¹⁾, 見明康雄²⁾, 片岡あい子³⁾, 富山 潔¹⁾, 藤野富久江³⁾, 向井義晴¹⁾

Effect of S-PRG Filler Containing Coating Material on Root Dentin Demineralization

Div. of Restorative Dentistry, Dept. of Oral Interdisciplinary Medicine, Graduate School of Dentistry¹⁾,
Dept. of Dental Hygiene, Junior College²⁾, Kanagawa Dental University, Yokosuka, Japan.
Dept. of Histology and Developmental Biology, Tokyo Dental College, Tokyo, Japan²⁾
○SHIYA Toru¹⁾, MIAKE Yasuo²⁾, KATAOKA Aiko³⁾, TOMIYAMA Kiyoshi¹⁾, FUJINO Fukue³⁾,
MUKAI Yoshiharu¹⁾

【研究目的】

根面齲蝕予防,あるいは知覚過敏治療を目的とした歯面コーティング材やバーニッシュなどが開発されているが,このような材料は長期的に歯面に残存するものではないため,摩耗・脱離した後も脱灰抑制にどの程度寄与するかについて検討することは重要である。

本実験では,薄膜での塗布が可能とされる S-PRG フィラー含有歯面コーティング材 (PRG バリアコート:松風) に着目し,それとフッ化物徐放量がほぼ同量となるような NaF 含有歯面コーティング材料を試作して材料から徐放したイオンの分布について EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) により分析を行うとともに,これら材料の喪失後における適用面下の歯根象牙質脱灰抑制能を TMR (Transverse microradiography) で調べることを目的とした。

【材料および方法】

ウシ下顎中切歯歯根を歯頸部直下およびそれより 5 mm 根尖側の位置で水平断し円筒状象牙質歯片を作製後,ワイヤー式精密切断機にて歯軸方向に 2 分割し,象牙質試料とした。グループは,① PRG バリアコート群,② NaF 含有試作歯面コーティング材群 (n=6) とし,NaF 含有試作歯面コーティング材中の NaF 濃度はフッ化物徐放量を PRG バリアコートと同量になるよう 7%とした,これら材料を塗布した象牙質を 2 ppm F の NaF 溶液に 2 週間浸漬した。各群 3 個の試料は洗浄後歯軸に垂直に切断し,切断面をカーボン蒸着後,電子線マイクロアナライザー (EPMA JXA-8200, JEOL) を用いて線分析を行った。各群残り 3 個の試料については歯根面を損傷しないよう材料のみを慎重に除去し,酢酸脱灰ゲル (pH 5.0) 中に 1 週間静置後,薄片片を作製し,Transverse microradiography (TMR) 撮影後,分析用ソフト (TMR 2006 および 2012) を用いてミネラルプロファイルの作成および平均ミネラル喪失量 (IML),病巣深度 (LD) を計測した。

【成績】

IML, LD 共に PRG バリアコートが NaF 歯面コーティング材に比較して優れた脱灰抑制を示す結果は得られなかった。EPMA の結果からは,PRG バリアコートは NaF コーティング材に比較して残存した材料がフッ化物イオンのリチャージを受けているという様相が得られたが,象牙質内に浸み込んだフッ化物イオンは NaF 群と比較して少なかった。PRG バリアコートは塗布面周囲の象牙質には効果的な脱灰抑制効果を示すことは報告されているが,塗布面直下の象牙質に対しては,著しい効果は確認できなかった。

【考察】

NaF を徐放源とする材料は初期に多量のフッ化物イオンが徐放される可能性があるため,開放的な環境ではイオンの拡散速度が速く効果が薄れる可能性があるが,塗布面直下のような閉鎖的な環境では好都合である可能性が考えられた。一方,フッ化物イオンのリチャージという側面からは S-PRG フィラーを徐放源とする材料の方が,優れている可能性が示された。

【結論】

PRG バリアコートは NaF 歯面コーティング材に比較して,優れたフッ化物リチャージ能を示した。また,材料直下象牙質におけるフッ化物取り込みについては,NaF 歯面コーティング材の方が良好であった。

フッ化ジアンミン銀塗布による根面齲蝕窩洞の接着性への影響

¹奥羽大学歯学部歯科保存学講座保存修復学分野

²奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野

○山田嘉重¹, 木村裕一², 菊井徹哉¹

The influences of an adhesive effect on root caries cavity by a silver diamine fluoride

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

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

OYAMADA Yoshishige¹, KIMURA Yuichi², KIKUI Tetuya¹

【緒言】

根面齲蝕は歯周病により歯肉退縮により露出した根面部象牙質に発症する。特に歯唾液分泌量が減少し口腔乾燥症に罹患した高齢者に発現頻度が高い。そのため根面齲蝕に対しては積極的な処置が必要となる。近年根面齲蝕にフッ化ジアンミン銀の塗布が初期根面齲蝕の処置に加え、実質欠損を有する齲蝕の進行抑制にも効果的であるという報告がなされている。しかしフッ化ジアンミン銀の塗布がその後の修復物接着面にどのように影響を与えるかについては定かではない。従って本研究ではフッ化ジアンミン銀塗布がどの程度修復処置に影響を与えるかを検討した。

【材料および実験方法】

歯周病等の理由により抜去されたヒト前歯 45 本を使用した。本研究は事前に奥羽大学倫理委員会の承認（承認番号：第 130 号）を得た後に施行した。本研究では各種窩洞の条件を統一するために健全歯根面に直径 10 mm、深さ 3 mm の窩洞を形成した。ラウンド型スチールバーを用いて注水下で窩洞形成を行った後、すべての試料は無作為に 15 本ずつ 3 グループに分類した。(グループ 1) フッ化ジアンミン銀 (サホライド) の塗布 (グループ 2) 1/10 濃度フッ化ジアンミン銀 (サホライド RC) の塗布 (グループ 3) 未処置 (対照群)。さらに各グループは修復処置法の違いにより以下のように細分類した。(a) 15% ポリアクリル酸にてエッチング処理を行った後に従来型グラスアイオノマーセメント修復。(b) 2 ステップセルフエッチングシステムにて歯面処理を行った後にコンポジットレジン修復。(c) 1 ステップセルフエッチングシステムにて歯面処理を行った後にコンポジットレジン修復。(d) 歯面処理グリーン液にてエッチング後にボンドフィルにて修復。(e) ティースプライマーにて前処置を行った後にボンドフィルにて修復。グラスアイオノマーセメント修復ではセメントの填塞が終了した後バーニッシュ材にて防湿処置を行った。すべての修復処置終了後 5°C、55°C を 1 サイクルとしたサーマルサイクリングを 1 万回施行した。サーマルサイクリング終了後、修復材辺縁から 1mm 離れた位置から試料全体をネイルバーニッシュにて塗布を行いローダミン B 液に 12 時間浸漬し、辺縁漏洩試験を行った。12 時間経過後、低速精密切削装置にて横断方向に 2 分割に切削し、辺縁漏洩状態を実体顕微鏡下で観察した。

【結果】

辺縁漏洩試験の結果、すべての試料において著大な漏洩状態は確認されなかった。また亀裂、修復物脱離、破折等の問題となる所見も観察されなかった。

【考察】

本研究結果よりフッ化ジアンミン銀はその後の修復処置に影響を与えない可能性が示唆された。この理由としてフッ化ジアンミン銀自体が修復に影響を与えない可能性や、デンティンコンディショニングやセルフエッチングプライミングなどの修復前処置がフッ化ジアンミン銀塗布による窩洞面への影響を減弱していることなどが考えられる。しかし現段階では本結果の明確な理由は不明であるので、継続研究が必要である。また本結果は辺縁漏洩試験のみの結果であり、引張試験やせん断試験などの荷重試験についても検討しないとフッ化ジアンミン銀による修復材と歯質間の接着性への影響を真に判断できない。今後はこれらの試験の施行についても検討している。

【結論】

本研究結果により窩洞面へのフッ化ジアンミン銀塗布はその後の修復処置に影響を与えない可能性が示唆された。しかし接着性への影響についての詳細を解明するためには今後の継続研究が必要である。

フッ化物およびピロリドンカルボン酸による 象牙細管封鎖性の向上に関する検討

ライオン株式会社 研究開発本部 オーラルケア研究所
○今崎麻里、大野慶貴、小熊友一

Effects of fluoride and pyrrolidone carboxylic acid on sealing dentinal tubules

Oral Care Research Laboratories,
Research & Development Headquarters, Lion Corporation
○IMAZAKI Mari, ONO Yoshitaka, OGUMA Tomokazu

【研究目的】

近年、加齢や歯周病罹患等により歯肉が退縮し、その結果露出する歯根面のう蝕（根面う蝕）や象牙質知覚過敏症の増加が懸念されている。これまでに、根面う蝕の予防アプローチとして、950ppm フッ化物に3%ピロリドンカルボン酸を併用することにより、象牙質へのフッ化物滞留量が増加し、象牙質の脱灰抑制効果が向上したことを *in vitro* 評価により明らかにした（第143回日本歯科保存学会学術大会）。

一方、象牙質知覚過敏症への緩和アプローチとしては、硝酸カリウムの神経鈍磨作用や、乳酸アルミニウムの象牙細管封鎖による対処法が有効であることが知られている。

本研究では、先に明らかにしたフッ化物（以下、F）およびピロリドンカルボン酸（以下、PCA）併用による象牙質へのF滞留量の増加が、象牙質知覚過敏症の緩和アプローチの一つである象牙細管封鎖へ及ぼす影響について、象牙質へのF滞留量および象牙細管封鎖性に着目し検討を行った。

【材料および方法】

<実験1：象牙質のF滞留量評価>

[材料] 牛歯根象牙質ディスク（処置面：約3mm×3mm）

[処置液] 1450ppm F単独、1450ppm F+3%PCA 配合水溶液の3倍希釈液

[方法] 牛歯根象牙質ディスクを処置液へ3分間浸漬し、水洗浄した。次に、0.1N 塩酸で象牙質ディスク処置面を2分間溶解し、塩酸中に抽出したF滞留量をイオン電極法(Thermo SCIENTIFIC, 9609BNWP)にて測定した。(n=4)

[解析] t-testによる統計学的分析を行った（有意水準5%）。

<実験2：象牙細管封鎖性評価>

[材料] 牛歯根象牙質ディスク（処置面：約5mm×5mm）

[処置液] プラセボ(FとPCA無配合)、3%PCA単独、1450ppm F単独、1450ppm F+3%PCA 配合水溶液の3倍希釈液

[方法] 牛歯根象牙質ディスク(処置面：約5mm×5mm)をリン酸溶液で脱灰処置して象牙細管を露出させた後、処置液へ3分間浸漬・水洗浄し、再石灰化液(CaCl₂:1.5mM, KH₂PO₄:5mM, 酢酸:100mM, NaCl:100mM, pH6.5)に浸漬する工程を1日2回、7日間繰り返した後、形状測定レーザマイクロスコープ(KEYENCE、VK-X100)にて象牙質ディスク表面の観察を行った。(n=3)

【結果および考察】

<実験1> 象牙質に1450ppm F単独、1450ppm F+3%PCA水溶液を処置した場合のF滞留量(ppm)は、それぞれ0.99±0.08、1.42±0.10であり、1450ppm F+3%PCA群は1450ppm F単独群より有意にF滞留量が増加した(p<0.05)。

<実験2> 脱灰象牙質に、プラセボ、3%PCA単独、1450ppm F単独、1450ppm F+3%PCA配合水溶液を処置した場合、プラセボおよび3%PCA群では象牙細管の封鎖がほとんど観察されなかった。一方、1450ppm F単独群では象牙細管の封鎖が観察され、1450ppm F+3%PCA群ではその封鎖性は更に向上していることが観察された。

PCAは象牙質表面に吸着しやすい性質を持ち(第143回日本歯科保存学会学術大会)、象牙質へのF滞留量を向上させ、これにより不溶性の結晶物の形成や再石灰化が促進され、象牙細管の封鎖に寄与したと推察された。

【結論】

In vitro 評価において、1450ppm F+3%PCA水溶液は、1450ppm F単独の水溶液よりも有意に象牙質へのF滞留量が増加した。更に、象牙細管を露出させた脱灰象牙質に対しては、象牙細管の封鎖性を向上させることが明らかとなった。これらより、1450ppm Fと3%PCAが象牙質知覚過敏症の緩和アプローチの1つとして有効であることが示唆された。

Lactobacillus. acidophilus 感染象牙質プレートに対する抗菌的光線力学療法の殺菌効果

¹ 日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学

² 日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座

³ 日本歯科大学新潟生命歯学部 微生物学講座

○吉井大貴¹、新海航一^{1,2}、葛城啓彰³

Sterilization effect of antimicrobial photo dynamic therapy for *Lactobacillus. acidophilus* infected dentin plate

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

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

○YOSHII Daiki¹, SHINKAI Koichi^{1,2}, KATSURAGI Hiroaki³

【緒言】

抗菌的光線力学療法 (antimicrobial Photo Dynamic Therapy、以下 aPDT) は現在、歯周病や根管治療、インプラント周囲炎などに応用されており、その研究報告も多いが、感染象牙質に対する aPDT の殺菌効果を検討した報告は数少ない。そこで当講座の永井らは *S. mutans* 感染象牙質プレートに対して aPDT を応用し、その殺菌効果を報告した。しかし、その他の齶蝕原菌を用いた感染象牙質プレートに対する殺菌効果については明らかにされていない。本研究の目的は、*Lactobacillus acidophilus* (以下 *L. acidophilus*) 感染象牙質プレートに対する aPDT の殺菌効果を評価検討することである。

【材料および方法】

ウシ抜去下顎前歯を用いて約 3×3×1 (縦×横×厚み) mm の象牙質プレートを作製した。象牙質プレートの表面を 40%リン酸、K-etchant (Kuraray Noritake Dental) で脱灰して象牙細管を開口させ、超音波洗浄後、オートクレーブ (2atm、121°C、15min) を用いて滅菌した。96 マルチウェルプレート (Falcon) の各ウェルに象牙質プレートを静置し、吸光度 0.3 に調節した *L. acidophilus* (ATCC4356) の菌液を、象牙質プレート上に 100μl ずつ分注した。遠沈 (2,000rpm、10 分間) を行った後、37°C、5%CO₂ 環境下で 12 時間培養した。その後 10mM リン酸緩衝液 (sPBS) 中で 1 分間の攪拌、洗浄を行って感染象牙質プレートを完成した。半導体レーザーは波長 940nm の eZlase940 (以下 940laser、Biolase) と波長 650nm の Pad Light (以下 650laser、Biolase) を、光感受性色素 (photosensitizer、以下 PS) は、Brilliant Blue の 1% sPBS 溶液 (以下 BB) と Acid Red の 1% sPBS 溶液 (以下 AR) を使用した。実験群は 650laser、940laser、BB、AR、650laser-BB、650laser-AR、940laser-BB、940laser-AR、および Control の 9 群とした (n=8)。なお、レーザー照射条件は、照射モード: CW (連続)、照射距離: 約 10mm、照射時間: 60 秒間とし、照射出力は 940laser: 0.6W、650laser: 0.009W で行った。処置終了後、象牙質プレートを sPBS 溶液 5.0ml 中に浸漬し、超音波発生機で *L. acidophilus* を剥離した。10 倍まで段階希釈を行って BHI 寒天培地に塗布した後、48 時間培養して Colony Count を行った。また、ATP 測定キット (東洋ビーネット) と LUMIPHOTOMETER TD-4000 (ラボサイエンス) を用いて ATP assay を測定した。得られたデータは Kruskal-Wallis 検定と Steel-Dwass 検定を用いて実験群間の有意差を統計的に検定した ($p<0.05$)。

【結果と考察】

Kruskal-Wallis 検定を用いて Colony Count のデータを分析した結果、実験群間に有意差を認めた ($p<0.001$) ので、Steel-Dwass 検定で実験群間の多重比較を行った。その結果、650laser-BB、650laser-AR、940laser-BB、940laser-AR すなわち aPDT 群は Control と比較して細菌数が有意に少なかった ($p<0.05$)。一方、AR、BB、650laser および 940laser は、Control と比較して細菌数に有意差を認めなかった ($p>0.05$)。また、aPDT 群の間にはいずれにも有意差は認められなかった ($p>0.05$)。また、ATP assay のデータを分析したところ、Colony Count とほぼ同様の結果を示した。したがって、今回の実験で設定した、レーザー波長と PS の組合せによる aPDT は、レーザーや光感受性色素の単独応用と比較し、*L. acidophilus* 感染象牙質プレートに対して有意な殺菌効果を示すことが明らかとなった。

【結論】

半導体レーザー (650nm と 940nm) と光感受性色素 (AR と BB) を各々組合せた aPDT は、*L. acidophilus* 感染象牙質プレートに対して殺菌効果を示した。

「TMR-ゼットフィル10.」および市販のコンポジットレジンより 徐放されるフッ化物が *Streptococcus mutans* に与える影響

1 YAMAKIN 株式会社, 2 高知大学医学部歯科口腔外科学講座
○林末季^{1,2}, 松浦理太郎¹, 水田悠介¹, 坂本猛¹, 加藤喬大¹, 山本哲也²

Effect of fluoride released from "TMR-ZFill 10." and commercial composite resins on *Streptococcus mutans*
1 YAMAKIN CO., LTD.

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

○Miki Hayashi^{1,2}, Ritaro Matsuura¹, Yusuke Mizuta¹, Takeshi Sakamoto¹, Takahiro Kato¹, Tetsuya Yamamoto².

【目的】

フッ化物はう蝕原性菌に対する抗菌性, エナメル質脱灰抑制, 再石灰化促進などの機能性を有するため, う蝕予防を期待して歯磨剤をはじめとする様々な歯科材料に配合されている. 演者らは, これまでに主要なう蝕原性菌の一つである *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) の付着能および乳酸生成能を指標としたう蝕抑制効果の分析方法を考案し, フッ化物の抗菌性評価に対するこれらの分析法の適応について検証してきた¹⁾. 本研究ではこれらの評価方法を用いて, フッ化物徐放性コンポジットレジン「TMR-ゼットフィル 10.」および市販コンポジットレジンを用いて *S. mutans* の付着能および乳酸生成能に及ぼす影響を分析するとともに, 各コンポジットレジンから徐放されるフッ化物のそれらへの関与について検証したので報告する.

【材料および方法】

材料: 試料としてフッ化物徐放性のコンポジットレジン:TMR-ゼットフィル 10. (YAMAKIN 株式会社製, 以下, ZF10.) ユニバーサル, フロー, ローフローおよび市販コンポジットレジンを用い, 直径 12 mm, 厚さ 1 mm に成形後, P2000 の耐水研磨紙で研磨し試験に供した. 対照材料としてフッ化物徐放性を有さない市販コンポジットレジンを用いた.

***S. mutans* 付着試験:** 24 穴培養プレートのウェルに試料を設置し, *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°C で 24 時間好気培養した. PBS (-) で洗浄後, 試験片をクリーンなウェルに移し, 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.

***S. mutans* 乳酸生成試験:** *S. mutans* 付着試験と同条件で培養後, 96 穴培養プレートのウェル中で培養液 0.02 mL と Lactate Assay Kit-WST (同仁化学) の試験薬 0.08 mL を混合し 30 分呈色させ, 450 nm における吸光度を測定した.

フッ化物定量試験: 試料を 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】

ZF10.およびフッ化物徐放性を有する市販コンポジットレジンでは *S. mutans* の付着試験および乳酸生成試験において, フッ化物徐放性を有さない対照材料と比較して有意に吸光度が低下し, *S. mutans* の付着能および乳酸生成能を抑制した. フッ化物自体の *S. mutans* 付着能および乳酸生成能に対する影響を検証するために, 種々の濃度 (10 ppm 以下) のフッ化物溶液 (NaF) を用いて試験を行ったところ, いずれの試験においても濃度依存的な吸光度の低下が認められた. また, フッ化物定量試験において ZF10.から, ユニバーサル:7.89 ppm, フロー:4.21 ppm, ローフロー:4.81 ppm のフッ化物の徐放量が算出された. これらの結果から, フッ化物徐放性コンポジットレジンから徐放される低濃度のフッ化物でも *S. mutans* の諸性質へ影響を及ぼしうることを示唆された. 現在, フッ化物の関与について更に検討するために市販のコンポジットレジンの *S. mutans* 付着および乳酸生成およびフッ化物徐放量について分析を進めている.

【参考文献】 1) 日保存学会 秋季学術大会 2018 P. 16

デンタルフロスを用いた顎模型人工歯の隣接面人工プラーク除去について

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学¹⁾ 朝日大学²⁾

デンタルプロ株式会社³⁾ さくデンタルクリニック⁴⁾

○清水翔二郎¹⁾, 胡 玲玲³⁾, 日下部修介¹⁾, 作 誠太郎^{1),4)}

佐野 晃³⁾, 二階堂 徹¹⁾, 堀田正人²⁾

Effect of artificial plaque removal on interproximal tooth surfaces by using different types of F-shaped dental floss

¹⁾ Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science
and Rehabilitation, Asahi University School of Dentistry ²⁾ Asahi University

³⁾ DENTALPRO Co., Ltd. ⁴⁾ Saku Dental Clinic

○SHIMIZU Shojiro¹⁾, HU Lingling³⁾, KUSAKABE Shusuke¹⁾, SAKU Seitaro^{1),4)}

SANO Akira³⁾, NIKAIDO Toru¹⁾, HOTTA Masato²⁾

【目的】

歯ブラシのみによる口腔内清掃では、隣接面のプラークを十分に除去することは不可能である。一方、デンタルフロスを併用することで効率的に隣接面のプラークが除去できる。デンタルフロスの糸の形状は多様であり、ホルダー付きと指に糸を巻きつけて使用とに大別される。ホルダー付きフロスはF字型とY字型があり、手軽に歯間に挿入することができる。本研究ではブラッシングマシンに人工プラークをコートした顎模型人工歯を装着し、市販ホルダー付きF字型デンタルフロスを用いて、歯間隣接面に存在する人工プラークの除去性について検討した。

【材料および方法】

使用したF字型デンタルフロスは、フレッシュフロスピック (A, デンタルプロ), Daily 超薄スムーズフロス (B, エビス) および、小林製薬の糸ようじ6本糸 (C, 小林製薬) の3種類である。人工歯 (A-PS03A インビクタス標準実習用模型歯, ニッシン) として上顎左右側中切歯, 上顎右側第二小臼歯, 上顎右側第一大臼歯を用いた。人工プラークは、咬合印記用エアゾル (オクルード, パスカル) を各人工歯にコートして用いた。コートした人工歯を顎模型 (インビクタス実習用模型, ニッシン) に装着し、隣接接触関係はコンタクトゲージ50 μ mが抵抗感をもって入り、かつ110 μ mが入らないように調整した。ブラッシングマシン (大平工業) のジグに各F字型デンタルフロスを固定し、フロスは上顎左右側中切歯部および上顎右側第二小臼歯と第一大臼歯との隣接面間に挿入角度90°で挿入し、荷重200gf, 移動距離を歯面の先端から歯肉縁下1mmまで、すなわち中切歯部は10mm, 臼歯部は6mmとした。フロッシング速度は毎分10ストロークで3往復、歯頸部に密着させるため、左側あるいは右側に約1.5mm移動させてフロッシングを行った (n=5)。その後、人工プラークの除去面積を画像解析ソフト (NIH Image J) を用い、人工歯の規格写真データから測定し、一元配置分散分析 (ANOVA) と多重比較検定 (Scheffé, P<0.05) を行った。

【結果】

各種フロスによる隣接面の人工プラーク除去面積 (mm²) は、上顎左側中切歯においてAは14.9 \pm 3.4, Bは8.9 \pm 2.0, Cは10.9 \pm 3.3で、AとBとの間に有意差を認め、有意にAがBに比べて大きかった (P<0.05)。上顎右側中切歯ではAは13.3 \pm 2.6, Bは8.9 \pm 2.0, Cは11.8 \pm 0.6でAとBとの間に有意差を認め、AがBに比べて有意に大きかった (P<0.05)。上顎右側第二小臼歯において、Aは14.4 \pm 2.7, Bは11.9 \pm 1.2, Cは14.0 \pm 1.5で有意差はなかった。上顎右側第一大臼歯ではAは26.6 \pm 2.5, Bは15.5 \pm 4.2, Cは14.1 \pm 2.3でAとC, AとBとの間に有意差を認め、有意にAが最も大きかった (P<0.05)。

【考察およびまとめ】

今回使用した3種類のF字型デンタルフロスにおいては、Aの隣接面プラーク除去効果が高かった。これはBとCと比較してAの方が、糸の張りやたわみ具合により接触点の通過がスムーズであり、歯肉に与えるダメージも少なかったことによるものと考えた。さらに、たわみによって臼歯部の隅角部にフィットさせ易くなり、歯面に沿わせて操作しやすくなったことから、プラーク除去率が高かったと考えられる。

覆髄・逆根管充填・穿孔封鎖への応用を目的とした 新規 Bioactive Glass 配合セメントの物理化学的特性

九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野
○鷲尾絢子, 村田一将, 諸富孝彦, 末松美希, 北村知昭

Physicochemical Properties of Newly Developed Bioactive Glass-based Cement for Pulp Capping, Retrofilling, and Perforation Repair

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

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

【目的】

近年の歯内療法領域の発展に寄与した技術革新のひとつとして、MTA (Mineral Trioxide Aggregate) や tricalcium silicateなどを主成分とするセメントの登場が挙げられる。覆髄、逆根管充填、および穿孔封鎖などの幅広い応用例と優秀な臨床成績が認められており、その特性やメカニズム解析に関する研究が進められている。その一方で、これらの歯科材料は、操作性の問題や長い硬化時間、硬化時に十分な水分を必要とするなど臨床上の欠点指摘されている。最近、我々は企業との共同研究のもと Bioactive glass (BG) 配合根管用シーラーを開発した。本シーラーは生体親和性が高く、生体内では硬化シーラー表面にハイドロキシアパタイトが析出することで高い封鎖性を示すことを本学会でも2011年より報告してきた。現在ではニシカキャナルシーラー-BG (以下、NCS-BG) として商品化され、それらの性能に加えて操作性の良い材料として歯科医療現場で使用されている。そこで、我々はNCS-BGの良好な特性を生かしつつ、覆髄や逆根管充填、穿孔封鎖への応用を目的として、NCS-BGの粘稠性・硬化速度を変化させることのできるBG配合粉末(開発コード: NSY-224)を開発した。今回、NCS-BGに任意の重量のBG配合粉末を練和した時の硬化時間、X線造影性、セメント硬化体の表面性状、およびセメント周囲のpHに与える影響を検討した。

【材料と方法】

<試験片の作成>ペーストであるNCS-BGの重量比1に対してBG配合粉末の重量比を0, 0.2, 0.4, および0.6の割合で練和し規格モールド内に充填して作成した。その後、硬化時間、X線造影性、表面性状、およびpH変化への影響を比較した。<硬化時間およびX線造影性の測定>各試験片の硬化時間とX線造影性は根管用シーラーの規格であるJIS T 6522:2015に基づいて行った。<試験片表面性状の分析>擬似体液(SBF)に一定時間浸漬した各試験片を試料台に固定して白金蒸着を施し、電界放出型電子顕微鏡(FE-SEM)を用いて試験片の表面観察を行った。<pH変化の分析>温度37°C、相対湿度100%のチャンバー内に72時間静置した試験片を精製水中に静置し、経時的に精製水のpHの変化を測定した。

【結果】

NCS-BGペーストに対して練和するBG配合粉末の重量比が多くなるほど硬化時間は短くなった。X線造影性は臨床使用可能な範囲でBG配合粉末の重量比が多くなるほど小さくなった。FE-SEM解析では、SBFに浸漬した各試験片表面に網状の結晶構造が析出しているのが観察された。pH変化の測定では、精製水への試験片浸漬後はいずれの試験片においてもpH10~10.5を示した。また、浸漬後7日目ではpH11を示し、それ以降は安定していた。

【考察】

今回、NCS-BGの粘稠性・硬化速度を変化させることのできるBG配合粉末を新しく開発し、NCS-BGペーストに加えて練和した時の物理化学的性質を分析した。その結果、練和するBG配合粉末量が多くなるほど硬化時間が短くなりX線造影性は減少するが臨床使用上許容できる範囲であること、全ての硬化体はSBF中で硬化体表面に結晶が析出すること、硬化後のpHが適度なアルカリ性域で安定することが明らかとなった。以上より、NCS-BGにBG配合粉末を加えてできた新規BG配合セメントの物理化学的的特性はNCS-BGの基本的性質を維持していること、および覆髄材・逆根管充填材・穿孔封鎖材に適していることが示唆された。

【結論】

新しく開発したBioactive glass配合セメントは覆髄・逆根管充填・穿孔封鎖用バイオマテリアルとして有用である。

ストロンチウム含有試作生体活性ガラスディスクの骨形成能
—マイクロ CT 画像と病理組織像による検討—

¹福岡歯科大学 口腔治療学講座 歯科保存学分野

²福岡歯科大学 歯科医療工学講座 生体工学分野

○泉利雄¹、丸田道人²、水上正彦¹、松本典祥¹、島山純子¹、中山英明¹、小嶺文誉¹、
松崎英津子¹、阿南壽¹

Micro-computed Tomographic and Histopathological Study on Osteogenic Ability
of Bioactive Glass Disc Containing Strontium

¹Section of Operative Dentistry and Endodontology, Department of Odontology, Fukuoka Dental College

²Section of Bioengineering, Department of Dental Engineering, Fukuoka Dental College

○Toshio IZUMI¹, Michito MARUTA², Masahiko MINAKAMI¹, Noriyoshi MATSUMOTO¹, Junko HATAKEYAMA¹,
Hideaki NAKAYAMA¹, Fumitaka KOMINE¹, Etsuko MATSUZAKI¹, Hisashi ANAN¹

【目的】生体活性ガラス (以下 BAG) に Strontium (以下 Sr) を含有させた、粒子状 BAG をラットの頭頂骨骨欠損部に埋入すると、Sr を含まない BAG 粒子に比べて骨形成が促進される。しかし、骨欠損部の出血による粒子の流失・溶解により骨形成がない部位が生じやすい。そこで、 γ ポリグルタミン酸 (以下 γ -PGA) と BAG 粒子との練和物から disc 状硬化体を作製した。disc をラットの骨欠損部に埋入して、その生体内安定性を検証すること、および Sr を含まない disc と Sr を含有する disc の骨形成能を比較し disc から放出される Sr の骨形成促進作用を明らかにすることが研究目的である。

【材料および方法】本実験は福岡歯科大学動物実験委員会承認 (#13040) の下、「福岡歯科大学動物実験指針」に従って行われた。SiO₂ 53wt%, CaO 20 wt%, Na₂O 23wt%, P₂O₅ 4 wt%の組成のガラス (Sr0) 及び Sr0 の CaO を全て SrO で置換したガラス (Sr100) を各々熔融法によって合成した後、粉碎して粒径 40 μ m 以下の粉末を得た。さらに、ガラス粉末を 5% γ -PGA/ 0.25mol/l Na₂HPO₄ を粉液比 2 で練和して金型に入れ硬化させ直径 6mm 厚さ 2mm の disc を得た。12 週齢の SD 系ラット頭頂骨に直径 6mm の骨欠損を作製し、Sr0 あるいは Sr100 の disc を欠損部に埋入し、何も埋入しないものを対照群とした。処置の 1 か月、2 か月および 3 か月後にマイクロ CT (Skyscan-1176) で撮影を行い、3 か月後のマイクロ CT 撮影後に屠殺し、4%PFA で灌流固定を行った。10%EDTA で脱灰後、パラフィン包埋を行って、HE 染色標本を作製し光学顕微鏡 (BX-53, Olympus 社) で鏡検した。光学顕微鏡に装着したデジタルカメラ (FX630, Olympus 社) およびデジタルカメラ付属のソフト (FLVFS-LS, Olympus 社) を用い新生骨量の断面積を計測した。骨欠損部あたりの新生骨量の比率 (%) を求め、各データに対し、one way analysis of variance (ANOVA) を行い、引き続き多重検定 Tukey's test (有意水準 0.05) を行った。

【成績】マイクロ CT 所見；対照群のエックス線透過像の面積は減少傾向にあった。Sr0 disc は崩壊せず骨欠損部に留まっており、断面では disc 周囲にエックス線不透過像の増大を認めなかった。Sr100 disc も骨欠損部に留まっていたが、処置後 1 か月および 2 か月では disc 表面に顆粒状のエックス線不透過像を認め、3 か月では disc と離れた硬膜付近にエックス線不透過像の増大を認めた。

処置後 3 か月の光顕所見；対照群では骨縁部にわずかに新生骨の形成を認めたが欠損部中央での新生骨の形成を認めなかった。Sr0 disc 群では、disc は比較的密な結合組織で周囲を覆われており、disc 周囲および骨欠損部に骨形成を認めなかった。Sr100 disc 群では、disc 表面の一部および disc から離れた硬膜表面にも新生骨の形成を認めた。新生骨形成量の比率は対照群 0.47 \pm 0.65%，Sr0disc 群 0.50 \pm 0.69%，Sr100disc 群 5.00 \pm 1.59% (平均 \pm 標準誤差，n=5) であった。対照群および Sr0disc 群と比較して Sr100disc 群の新生骨形成量は有意に増加した (p<0.01)

Sr 含有 BAG 粒子 (粒径 300-500 μ m) を埋入した場合は、溶解しつつ粒子から離れた所にのみ骨を形成した (泉ら，2014) が、Sr100disc は disc から離れた所のみならず、disc を起点として骨を形成する、いわゆる骨伝導性も示したことから、Sr100disc は Sr 含有 BAG 粒子より優れた骨形成能を示す可能性が考えられる。

【結論】Sr を含有した BAG と γ -PGA を練和して作製した disc は、実験期間中骨欠損部に留まっており、disc から放出される Sr が骨欠損部の骨形成を促進する可能性があることが示唆された。

本研究の一部は、JSPS 15K1141 の助成を受けた。

逆根管窩洞形成および充填に伴う亀裂発生と伸展に関するデジタルマイクロスコープおよび光干渉断層計を用いた評価

東京医科歯科大学 (TMDU) 大学院医歯学総合研究科口腔機能再構築学講座歯髄生物学分野

○バヤーンラシード, 飯野 由子, 海老原 新, 興地 隆史

Evaluation of crack formation and propagation with ultrasonic root-end preparation and obturation using a digital microscope and optical coherence tomography

Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Tokyo Medical and Dental University

○Bayan Rashed, DDS, Yoshiko Iino, DDS, PhD, Arata Ebihara, DDS, PhD, Takashi Okiji, DDS, PhD

Introduction: Dentinal crack formation during periapical surgery has been evaluated with different detection techniques. This study aimed to determine (1) the effect of root-end resection, ultrasonic preparation, and retrograde filling material on the incidence of crack formation and propagation by using a digital microscope (DM) and optical coherence tomography (OCT); and (2) the accuracy of OCT on the detection of cracks.

Methodology: Thirty extracted lower incisors were stored in phosphate-buffered saline inside a water bath at 37.0°C during the experiment. After root canal preparation, apical three millimeters of the root were resected with a #701 fissure bur in a high-speed handpiece with water coolant.

Ultrasonic retrograde cavity preparation was performed to a 3 mm depth with an ultrasonic device and an ultrasonic retro-tip at a power setting of 5 with water coolant. Samples were then divided into three groups (n =10, each), where the cavity was filled with either mineral trioxide aggregate or super-EBA cement or left unfilled. The resected surface was observed with a swept-source OCT and DM with methylene blue dye and external light source, after root-end resection, ultrasonic preparation, root-end filling, and two weeks, one month, and two months postoperatively. After two months, each sample was scanned with microfocus X-ray computed tomography as the gold standard. 3D videos were constructed for OCT cross-sectional images (20s/ 600 frames) for each sample. Evaluation of the DM images and OCT videos imported to the Microsoft PowerPoint program was done by one evaluator (Y.I.) who is experienced as a dentist and an OCT user. Dentinal crack was graded as intact, a partial dental crack and a complete dentinal crack.

Results: The DM results show dentinal crack formation in 47% of the samples following root-end resection and in 87% following ultrasonic preparation. No crack existing after the root-end resection propagated to a complete crack after ultrasonic preparation, but new cracks were formed. MTA and super-EBA had no effect on crack formation (20 % vs. 30 % at 2 months, respectively). Follow-up intervals also had no effect on crack formation. The Spearman correlation coefficient comparing the incidence after ultrasonic preparation and after two months was 0.61, 1.00 and 0.82 for the no-filling, MTA and super-EBA group, respectively. The Spearman correlation coefficient between OCT and DM after 170 observation of three groups in different time intervals was 0.186 (very weak correlation) with p value = 0.015. Sensitivity and specificity of OCT in comparison to micro-CT were 0.50 and 0.55, respectively.

Conclusions: DM demonstrated that apical resection and ultrasonic preparation form incomplete cracks, while the type of root-end filling material and the follow-up time intervals showed no effect. The use of OCT to observe dentinal cracks in the apical area showed a limited accuracy.

各種根管充填用シーラーで生じる歯科用 CBCT 像のアーチファクトに関する検討

¹⁾日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座、²⁾歯科放射線学講座
○宮下葉月¹⁾、小倉陽子¹⁾、浅海利恵子²⁾、河合泰輔²⁾、五十嵐 勝¹⁾

Study on artifact in cone-beam computed tomographic image produced by various root canal sealers

¹⁾Department of Endodontics, ²⁾Department of Oral and Maxillofacial Radiology, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo

○MIYASHITA Hazuki¹⁾, OGURA Yoko¹⁾, ASAUMI Rieko²⁾, KAWAI Taisuke²⁾, IGARASHI Masaru¹⁾

【目的】

近年、歯科において三次元的な画像獲得のために、歯科用コーンビーム CT (以下 CBCT) が多く使用されるようになった。歯内療法領域においても、診断の精度が高く、有用であることが報告されている。しかしながら、根管充填された歯は、ガッタパーチャポイントやシーラーなどの根管充填材の存在により CBCT 画像上にアーチファクトを生じ、画像診断に影響を及ぼす。また、ガッタパーチャポイントやシーラーは、アーチファクトにより実際の根管の大きさと比較してより拡大して見える高濃度領域を生成する。本研究では、CBCT で撮影した際に発現する各種根管充填用シーラーのアーチファクトを観察し、画像上の拡大率を計測し比較検討した。

【材料および方法】

実験にはヒト抜去下顎小白歯 15 本を用いた。抜去歯の使用に際しては、日本歯科大学生命歯学部倫理審査委員会の承認 (NDU-T2018-29) を得た。髓室開拓を行い、#10 手用 K ファイル (マニー) にて根尖までの穿通を確認して作業長を決定後、グライドパス用 EndoWave #10 (.02 テーパー、モリタ) を用いてグライドパスを形成し、EndoWave (モリタ) を用いて最終拡大#30 (.06 テーパー) まで根管拡大形成を行った。根管洗浄・乾燥後、以下の 4 種のシーラー: 1 群;メタシール Soft (対アルミナ=500%、サンメディカル)、2 群;試作メタシール Soft (対アルミナ=1000%、サンメディカル)、3 群;AHPPlus (Dentsply Sirona)、4 群;キャナルス (昭和薬品化工) および JM ガッタパーチャポイント EndoWave 用 30 号 (モリタ) を用い、シングルポイント法で根管充填を行った (n=3)。なお、シーラーを用いずにガッタパーチャポイントのみで根管充填したものをコントロールとした。

高さ 92mm、φ150mm の水で満たしたプラスチックシリンダーの中央部に試料を置き、CBCT (AZ3000CT、朝日レントゲン) を用いて撮影した。試料は CBCT 撮影時の位置づけのためにシリコンジグ (高さ 40mm、内径 14mm、外径 18mm) に埋入した。各試料につき根管充填前後に 2 回撮影し、画像の再構成および重ね合わせを三次元画像処理ソフト (Mimics Research 21.0、materialise) を用いて行った。根尖から 3mm、6mm、9mm の体軸断面画像を画像処理ソフト (Image J) に取り込み、アーチファクトにより生じた高濃度領域および根管の中央を通る頬舌線、その線に直交する近遠心線、頬舌線と近遠心線の間の角度を二等分する 2 線の 4 線上のグレースケール値を計測し、各線における拡大率を求めた。

【結果】

拡大率は全試料において根尖 3mm の断面像で最も大きく、根尖 9mm の断面像で最も小さい値を示した。各シーラー群では、根尖 3mm、9mm の断面像で AHPPlus>試作メタシール Soft>キャナルス>メタシール Soft>ガッタパーチャのみの順に大きい値を示した。根尖 6mm の断面像ではメタシール Soft はキャナルスよりもやや大きい値を示した。また、4 線のうち最も大きな拡大率を示したのは近遠心線であり、頬舌線では最も小さい値を示した。

【考察】

本実験において CBCT 撮影時のアーチファクトの大きさは群によってばらつきがみられた。これは各製品の造影剤の種類や濃度に影響していると考えられる。現時点では CBCT 画像のアーチファクトに対する規定はないが、臨床においてアーチファクトは診断に影響を及ぼすことがあるため、大きさや方向などについて把握する必要があると考えられる。また、全ての試料において拡大率は近遠心線で最大の値がみられ、頬舌線では最小の値がみられた。これは、体軸断面における根管の形状の違いが関係したものと考えられる。根尖 3mm の断面像において大きく 9mm で小さい値を示したが、これは根管の大きさとシーラー層の厚さが部位により異なっていることによるものと推測される。今後は、根管の形態におけるアーチファクトの影響や CBCT 装置の機種による違いなどについてさらなる検討を進めていく予定である。

新規化学重合型 mineral trioxide aggregate 系材料の強度評価

¹豊橋技術科学大学応用化学・生命工学専攻, ²サンメディカル株式会社研究開発部, ³鹿児島大学大学院医歯学総合研究科歯科保存学分野

○井波智鶴^{1,2}, 西谷佳浩³, 伊津野真一¹

Strength evaluation of a novel chemically curable mineral trioxide aggregate material

¹Department of Applied Chemistry and Life Science, Toyohashi University of Technology

²Department of Research and Development, Sunmedical Co., Ltd.,

³Department of Restorative Dentistry & Endodontology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○INAMI Chidzuru^{1,2}, NISHITANI Yoshihiro³, ITSUNO Shinichi¹

【目的】

Mineral trioxide aggregate (MTA) は逆根管充填, 穿孔封鎖, 直接覆髄, 根管充填などの症例に使用されており, 新生被蓋硬組織の形成を誘導することが報告されている。現在, 市販されている MTA 材料の多くは MTA を配合した粉材と水を練和し, MTA の水和反応により硬化する機構である。MTA 硬化体の物性は混合する水の量によって変動し, 混水比が高いと硬化体が多孔性になり物性が低下することが報告されている。このため, MTA を使用する際には適切な混水比で練和し, 充填後は水を含ませた綿球等で養生することが望ましいが, 実臨床において厳密な水分量の調整は困難である。

現在我々は, トリブチルボラン (TBB) を重合開始材とする化学重合型 MTA 系材料の研究を進めている。本材料は水を混和する必要がないことから, 混水比の調整や水による養生がなくとも高い物性を発揮することが期待できる。そこで本研究では, 新規化学重合型 MTA 系材料の圧縮強さを評価した。

【材料および方法】

新規化学重合型 MTA 系材料 (PCX-TBB) および既存の水硬性 MTA 製品 (Product A) を使用した。PCX-TBB は, MTA 配合ペースト 0.1 g に対してスーパーボンドキャタリスト V (サンメディカル) 1 滴を混和して調製した。Product A は, メーカー指示に従って粉と液を練和して調製した。調製した材料を 4.0 mmI.D×3.0 mm の型枠に填入後, 37°C, 相対湿度 95% の恒温高湿槽内に 1, 7, 14, 30 日間静置して円柱形状の圧縮試験用硬化体を得た。その後, 得られた硬化体の圧縮強さを万能試験機 (AG-10kNXplus 島津製作所) にて測定した。

【結果および考察】

各硬化期間における圧縮強さを Fig. 1 に示す。全ての期間において, PCX-TBB は水硬性 MTA 製品よりも高い圧縮強さを示した。圧縮試験後に硬化体の破壊状況を観察したところ, 水硬性 MTA 製品は粉々に破壊したのに対し, PCX-TBB は円柱形状を維持したまま高さ方向に圧縮された状態であった。PCX-TBB は水硬性 MTA 製品と比較すると, 高い圧縮強さを示すと同時に, 適用部位にかかる荷重に対して高い形状安定性を有することが示唆された。

【結論】

新規化学重合型 MTA 系材料 (PCX-TBB) は既存の水硬性 MTA 製品よりも圧縮強さが高く, 荷重に対する形状安定性に優れた材料であることが明らかとなった。

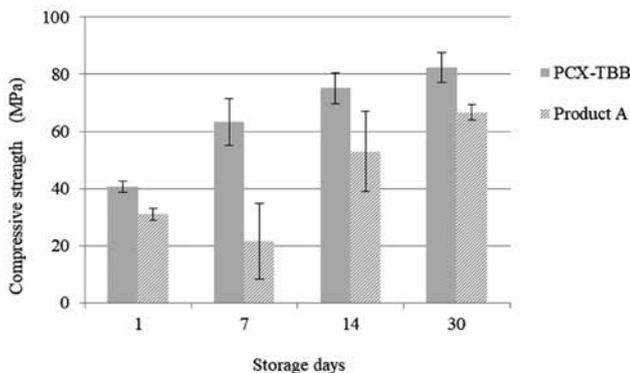


Fig. 1 Compressive strength of each material

ラット根尖病変の創傷治癒に対するニシカキャナルシーラーBGの影響

¹九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野, ²福岡歯科大学口腔治療学講座歯科保存学分野
○諸富孝彦¹, 花田-宮原可緒理¹, 鷲尾絢子¹, 阿南 壽², 北村知昭¹

Effect of Nishika Canal Sealer BG on Wound Healing of Rat Periapical Lesions

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

²Section of Operative Dentistry and Endodontology, Department of Odontology, Fukuoka Dental College
○MOROTOMI Takahiko¹, HANADA-MIYAHARA Kaori¹, WASHIO Ayako¹, ANAN Hisashi², KITAMURA Chiaki¹

【目的】ニシカキャナルシーラーBG (NCS-BG: 日本歯科薬品) は、骨伝導性や高い生体親和性を有するバイオセラミックスである Bioactive glass を配合した根管用シーラーであり、in vitro および in vivo において良好な生体親和性が示されている。また象牙質と直接結合することによる高い封鎖性や、十分なエックス線不透過性および易除去性を備えていることも確認されている。我々は日本歯科保存学会 2018 年度春季学術大会 (第 150 回) において、ラット抜髄・根管充填モデルを用いた NCS-BG 根管充填後の根尖歯周組織の創傷治癒プロセスを病理組織学的に評価し報告した。本研究ではラット下顎臼歯根尖病変モデルを用いて、NCS-BG が根尖病変の創傷治癒に及ぼす影響を病理組織学的に評価した。

【材料および方法】本研究は九州歯科大学動物倫理委員会の承認を得て行われた (実験承認番号: 16-024)。雄性 7 週齢の Wistar 系 SPF ラットに全身麻酔を施し、下顎左右第一臼歯の髓室開拓を行った。冠部髓室組織を摘出後、手用 K ファイル (#15 および #20) を用いて作業長 3.5 mm まで抜髄ならびに根管拡大を行い、その後 7 日間無仮封にて根管を開放することで根尖病変の成立を図った。次いで Ni-Ti ロータリーファイル (EndoWave: モリタ) を用いて作業長 3.5 mm、#25 (.06 テーパー) まで根管拡大・形成を行い、EDTA 溶液、次亜塩素酸ナトリウム水溶液および生理食塩水による根管洗浄・乾燥後、NCS-BG および他の根管用シーラーにより根管充填を行った。比較群には酸化亜鉛ユージオール系シーラーであるニシカキャナルシーラー ユージオール系ノーマル (NCS-EZN: 日本歯科薬品) および酸化亜鉛非ユージオール系シーラーであるニシカキャナルシーラー N (NCS-N: 日本歯科薬品) を用いた。根管充填後、髓室は接着性レジメンセメント (スーパーボンド C&B®: サンメディカル) にて封鎖した。陰性比較群では根管拡大・形成および根管洗浄の後、根管充填は行わず仮封のみを行った。咬合による影響を避けるため、上顎対合歯は削合した。術後 3 週で全身麻酔下にて 4%パラホルムアルデヒド/PBS により灌流固定を行い、下顎骨を摘出した。Morse 法による脱灰後に通法通りパラフィン包埋を行い、6 μm 厚の連続切片を作成した。切片はヘマトキシリン-エオジン染色後、根尖孔周囲の新生硬組織の形成状態、炎症性細胞の浸潤状態、根尖付近のセメント質および象牙質の吸収状態を通法に従いスコア化し評価した。さらに根尖部歯根膜の厚さを半定量的に解析するため、画像解析ソフトウェア Image J を用いて計測した。

【結果】[根尖孔の閉鎖状態]: NCS-BG 群と NCS-EZN 群は NCS-N 群と比較し根尖孔の閉鎖が進行する傾向にあった。[炎症状態]: 炎症性細胞の浸潤範囲は NCS-BG が NCS-EZN および NCS-N と比較し軽度のスコアであった。[象牙質およびセメント質の吸収]: 根尖部の象牙質およびセメント質吸収像は NCS-BG では NCS-EZN および NCS-N と比較し少なかった。[歯根膜厚さ]: 根管充填を行わない陰性比較群も含めた 4 群間での半定量的解析の結果、すべての群間で有意差は認められなかったが、NCS-BG が最も少ない値を示した。

【考察】ラット根尖病変モデルを用いて病理組織学に検討した結果、根尖病変の成立した歯では他の根管用シーラーと比較し NCS-BG で根尖周囲組織の炎症及び硬組織の吸収が消退傾向を示し、また拡大した歯根膜腔の減少傾向も認められた。この結果は、NCS-BG と NCS-N の間に差が認められなかった抜髄直後の根管充填後の評価とは異なる結果となった。以上より、NCS-BG は根尖病変の創傷治癒を促進する可能性を示唆している。

【結論】ニシカキャナルシーラーBG は根尖病変の創傷治癒促進に有用である。

新規アルギン酸スポンジ担体における硬組織形成 - *In vivo* -

大阪歯科大学 口腔治療学講座
○好川正孝、宮本綾乃、仲間ひとみ、藪内崇督、前田博史

Hard Tissue Formation in Novel Sodium Alginate Sponge Scaffolds -*In vivo*-

Department of Endodontics, Osaka Dental University, Osaka, Japan
○Masataka Yoshikawa, Ayano Miyamoto, Hitomi Nakama, Takayoshi Yabuuchi, Hiroshi Maeda

【緒言】

歯の硬組織や歯槽骨の欠損の修復のため、あるいは、歯を再生するための多くの試みがなされている。硬組織の再生に幹細胞の増殖と分化の場として担体が担う役割は重要である。骨形成に用いられる担体としてハイドロキシアパタイトがよく知られているが、硬組織の欠損部の形状に適合するような成形は容易ではない。一方、スポンジ状の担体では欠損部に合わせてその形態を容易に付与できることに着目し、アルギン酸ナトリウム(AL)を素材とするALスポンジを作製した。そして、先の本学会でラット骨髄由来細胞(rBMCs)をAL担体に播種して硬組織形成を *in vitro* で検討し、ALスポンジの担体としての効果を報告した。今回は、ALゲルおよびコンドロイチン硫酸(Chs)を含むALゲルから作製したスポンジ状担体にrBMCsを播種し、*in vivo*での気孔内骨形成を評価した結果を報告する。

【材料と方法】

超純水で4%、8%および10%濃度のALゲルを調整し、さらに10%濃度のALゲルにChsを1%および10%添加したChs-ALゲルを調整した。ALゲルおよびChs-ALゲルを1%塩化カルシウム溶液中で架橋した後に真空凍結乾燥によって5種のスポンジすなわち4%AL Sponge、8%AL Sponge、10%AL Sponge、1%Chs-10%AL Sponge、そして、10%Chs-10%AL Spongeを作製した。これらの気孔形状を走査型電子顕微鏡で観察、確認した。

6週齢の雄性Fischer344ラットの大腿骨骨髄から採取して初代培養した後、200 μ lのMEMに懸濁した 2×10^6 個のrBMCsを各スポンジに播種し、これらのスポンジを同系ラットの背部皮下に埋入した。8週後に担体を皮下から摘出し、一部はALPとOCの定量に供し、他の担体は気孔内骨形成の組織学的観察に使用した。

【結果および考察】

4%AL Sponge内での骨形成量ならびにOC量は最も低い値を示した。10%Chs-10%AL Spongeでは他のスポンジと比較してOCが有意に多く、組織学的にも10%Chs-10%AL Spongeの気孔内にもっとも多くの骨が観察された。ChsがrBMCs内の幹細胞の増殖・分化を促進したと考えるより、rBMCsに含まれる幹細胞の骨形成性細胞への分化と骨形成のためにrBMCsを気孔内に留める細胞付着を促進して、骨形成が促進されたと推察される。

なお、走査型電子顕微鏡によるスポンジの内部の微細構造の観察で、低濃度のALゲルより高濃度のALゲルから作製されたスポンジで気孔径が大きくなる傾向が認められた。スポンジの気孔径はAL濃度に依存していると考えられ、4%AL Spongeの気孔径は30~250 μ mで、8および10%AL Spongeの気孔径は350~500 μ mであった。幹細胞による多孔質担体内の骨形成には200~600 μ mの気孔径が適するとされており、8および10%AL Spongeの気孔径はこの報告と一致する。また、10%Chs-10%AL Spongeは気孔壁面上に微細な突起が観察でき、これが細胞の気孔壁への付着を促進した可能性がある。スポンジ気孔表面の性状は幹細胞の分化と付着に関係し、骨形成の誘導に深く関与すると考えられた。

【結論】

ALスポンジは *in vivo*での骨形成のための担体として有効であること、ALゲルの濃度が担体の気孔径の形状とサイズに影響すること、ALゲルに添加したChsはスポンジ担体内骨形成の促進に効果があること、が明らかになった。

EDTA 系化学的洗浄材による根管象牙質に対する接着能の評価

神奈川県歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 歯髄生物学分野¹⁾
神奈川県歯科大学大学院歯学研究科 口腔科学講座クリニカル・バイオマテリアル²⁾
○藤巻龍治¹⁾, 鈴木二郎¹⁾, 大橋 桂²⁾, 二瓶 智太郎²⁾, 石井信之¹⁾

Evaluation of Adhesion Ability to Root Canal Dentin by EDTA Chemical Cleaning Material

Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University¹⁾
Division of Clinical Biomaterials, Department of Oral Science, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University²⁾
○FUJIMAKI Ryuji¹⁾, SUZUKI Jiro¹⁾, OHASHI Katsura²⁾, NIHEI Tomotarou²⁾, TANI-ISHII Nobuyuki¹⁾

【研究目的】

歯内療法における根管洗浄は、機械的に除去できない感染源を化学的に除去する重要な操作で、重要な治療ステップである。EDTA 製材は、根管内に残留した無機質の溶解作用を担い臨床頻用されている。演者らは第 146 回本学会にて、アルカリ性に調製した試作 EDTA 溶液で洗浄した根管象牙質では、無機質脱灰作用とスマヤー層の効果的除去を示すことを報告した。

本研究では EDTA 系化学的洗浄材による根管象牙質表面の洗浄処理が、根管充填後の支台築造時に使用するレジンセメント接着性に及ぼす影響を解析した。

【材料および方法】

実験にはウシ下顎前歯を用いた。冷凍保存ウシ歯を解凍後、歯頸部で歯冠部と歯根部を低速精密切断機 (ISOMENT, BUEHLER) で切断分割し、流水洗浄後の歯根部を用いた。調整したウシ下顎前歯歯根の歯髄を抜去後、歯軸方向に歯根を 2 分割し、根管象牙質が上面となるように常温重合レジンに包埋した。耐水研磨紙 #600 を用いて表面が平面となるまで研磨を行い、象牙質表面に実験的にスマヤー層を付与し接着試験用試料とした。

実験 1. 根管象牙質表面における引張接着試験

接着試験用試料は溶液別に、試作 EDTA 溶液 (EDTA 群)、スマアクリン (SC 群)、未処置 (コントロール群) の 3 群に分類し、各溶液をマイクロブラシにて象牙質面に塗布し 2 分間処理した後、水洗、乾燥を行った。その後、各試料に接着面積を規定するため直径 3mm の穴の開いた厚さ約 60 μm のメンディングテープ (3M) を貼付した。接着用レジンセメントにはパナビア V5 (クラレノリタケ) を用いて、業者指示通りにトゥースプライマーにて被着象牙質面を 20 秒間処理後、エアにて乾燥させ、セメントを直径 5mm のステンレス製接着子に盛り、手指にて被着面に圧接し、その後 1 kg の荷重を垂直に 5 分間負荷した。負荷中に余剰セメントの除去および左右 2 方向から可視光線照射器にて各 30 秒間光照射し硬化させた。その後、直ちに 37°C 100% 湿度環境中に 24 時間保管した。保管後、卓上型万能試験機 EZ Test (EZ-S500N 島津製作所) を用いてクロスヘッドスピード 1.0mm/min にて引張接着試験を行った。統計学的解析は、One-way ANOVA および Bonferroni 法による多重比較検定を行った。

実験 2. 接着面に対する電顕的評価

引張接着試験後の試験片接着面に白金蒸着を施し、走査型電子顕微鏡 (JCM-6000Plus NeoScope, JEOL) にて破断面の観察を行った。

【結果および考察】

引張接着試験の結果、EDTA 群、コントロール群、SC 群の順に接着性が高い結果となり、SC 群と比較し EDTA 群は有意に高い接着強さを示したが ($p < 0.05$)、コントロール群と比較したとき、EDTA 群、SC 群では有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

また、EDTA 群ではスマア層が除去され象牙質細管が開き接着性レジンセメントの割合が多く観察された。

試作 EDTA 溶液による根管洗浄後の象牙質表面は、支台歯築造時におけるレジンセメントの接着性を増強することが示された。

レジン添加型覆髄剤の象牙質に対する剪断接着強さについて

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科歯科保存学分野
○星加知宏, 勝俣愛一郎, 西谷登美子, 永山祥子, 西谷佳浩

Shear bond strength of resin-modified pulp capping materials to dentin.

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

○HOSHIIKA Tomohiro, KATSUMATA Aiichiro, NISHITANI Tomiko, NAGAYAMA Shoko, NISHITANI Yoshihiro

【研究目的】

歯髄保護において、従来水酸化カルシウム製剤が覆髄に用いられている一方で、近年ではケイ酸カルシウムや Mineral Trioxide Aggregate (MTA) の覆髄剤としての使用も多く報告されている。MTA は封鎖性、生体適合性、硬組織誘導能などの優れた成績を示す報告が多くみられる一方で、歯質や歯冠修復材料との接着は期待できない。覆髄剤に接着性を付与することが可能となれば、術後に生じうる微小漏洩のリスク低減に大きく寄与すると考えられる。そこで本研究では歯質接着性と石灰化促進作用・抗菌性を両立する覆髄剤の開発を目的として、MTA の主成分であるポルトランドセメントにレ진을添加した試作覆髄剤と象牙質の剪断接着強さについて、市販の覆髄剤と比較した。

【材料及び方法】

メタクリス酸エステル類をポルトランドセメントに添加した化学重合型の新規覆髄剤 (PCX-TBB) を実験に供した。市販の覆髄剤であるダイカル (デンツプライシロナ) および光重合型覆髄剤であるセラカル LC (Bisco, U.S.A) を比較対象とし、象牙質は 30 週齢未満の新鮮ウシ抜去下顎前歯 30 本を用いた。ウシ前歯を歯冠部にて切断・エポキシ樹脂に包埋後、前歯唇側面を #600 耐水研磨紙にて研削した象牙質面を被着面とした。また、半数の象牙質資料を脱灰液 (pH5.0) に 5 日間浸漬し、脱灰象牙質として被着面に用いた。健全・脱灰象牙質に対して内径 2.6 mm のモールドを設置し、モールド内に各種覆髄剤を填入した。セラカルについては光照射器にて光硬化させた。湿度 100% の保管箱に入れて 48 時間 37°C インキュベーター内で静置した。その後、接着試料体の一部をランダムに抽出して剪断接着試験および走査電子顕微鏡による破断面の観察を行った。剪断試験は卓上万能試験機 (EZ-SX, 島津製作所) を用いて、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件下で行った。試料数を各 6 個とし、得られた結果は Two way ANOVA Tukey's test を用いて有意水準 5% にて統計処理を行った。

【結果】

剪断試験により、健全歯 PCX-TBB 群で 2.95 ± 0.93 MPa, 脱灰歯 PCX-TBB 群で 5.6 ± 0.34 MPa, 健全歯ダイカル群では 0.51 ± 0.08 MPa, 脱灰歯ダイカル群で 0.04 ± 0.04 MPa, 健全歯セラカル群 0.13 ± 0.09 MPa, 脱灰歯セラカル群 1.99 ± 1.05 MPa という結果が得られた。PCX-TBB は健全・脱灰象牙質条件いずれにおいても他の材料と比較して、有意に高い値を示した。また PCX-TBB とセラカルでは健全象牙質と比較し、脱灰象牙質で有意に高い値を示した。

【考察および結論】

レジン添加型ポルトランドセメント (PCX-TBB) は現在市販されている覆髄剤と比較して高い剪断試験値を示し、脱灰された象牙質に対してはより高い剪断試験値を示した。本研究で用いられた覆髄剤はエッチング・プライミングなどの歯面処理を用いていないため、象牙質の脱灰処理によりスマイヤ層も除去されたことで PCX-TBB・セラカル共に象牙質への浸透性が高まり、接着強さが向上したと考えられる。本研究により、PCX-TBB は従来の材料よりも接着性の高い覆髄剤となりうる可能性を示した。今後は、接着試料の長期経過後の観察を行うとともに、歯髄組織などへの影響について検討を行う。

NiTi ロータリーファイルの湾曲根管形成能：未経験者による根管形成の評価

東京医科歯科大学 (TMDU) 大学院医歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 歯髄生物学分野

○牧圭一郎, 海老原新, 中務太郎, 木村俊介, 西条美紀, 宮良香菜, 興地隆史

Shaping Ability of Nickel-titanium Rotary Instruments Used by Non-experienced Operators in Curved Canals

Department of Pulp Biology and Endodontics, Division of Oral Health Sciences,

Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

○MAKI Keiichiro, EBIHARA Arata, NAKATSUKASA Taro, KIMURA Shunsuke, NISHIJO Miki, MIYARA Kana, OKIJI Takashi

【目的】ニッケルチタンロータリーファイル（以下「NiTi ファイル」）使用経験の浅い術者であっても、その使用により根管治療の成績が向上するとの報告がある (Cheung *et al.* 2009). 本研究では、NiTi ファイル使用経験の無い術者が NiTi ファイルあるいはステンレススチール製 K ファイル（以下「SS ファイル」）を用いて湾曲根管の根管形成を行った際の、根管追従性や形成時間を比較検討した。

【材料および方法】59名の東京医科歯科大学歯学部歯学科4年生（以下「学生」）を術者とした（東京医科歯科大学歯学部倫理委員会承認番号: D2017-058）。学生はSSファイル（Zipperer）を用いた抜去歯根管形成実習の経験はあるが、NiTi ファイルの使用経験はない。各学生はNiTi ファイルに関する基本的な事項（器具説明、使用方法、破折様式等）についての説明を、Web上の自習教材で学習した後、J字型透明根管模型（Dentsply Sirona: 作業長16mm; 以下「根管模型」）に対して、ProTaper NEXT（Dentsply Sirona）による根管形成（以下「NiTi 群」）、およびSSファイルを用いたステップバック形成（以下「SS 群」）を各1本ずつ行った。両群とも根管上部形成はProTaper SX（Dentsply Sirona）を根管形成用モーター（X-Smart Plus; Dentsply Sirona）に装着し、根管口から12mmまで行った。次いでNiTi 群ではSSファイルで#20までガイドパス形成後、X-Smart Plusを用いてX1, X2, X3（それぞれ#17/0.04 taper, #25/0.06 taper, #30/0.05 taper）の順に回転数300rpm, トルク設定値2.0Ncmにて作業長までシングルレングス法で根管形成を行った。またSS群では、SSファイル#15から#30を順次用いて作業長まで拡大後、1mmごとのステップバック形成を#55まで行った。両群とも根管形成中は根管内をRC-Prep（Premier）で満たし、適宜蒸留水にて根管洗浄およびSSファイル#10にて穿通確認を行った。また、根管形成に要した時間を計測した。なお、ProTaper NEXTとSSファイルは単回使用とし、器具破折やレッジ形成が生じた場合は形成を終了し、それぞれの頻度を記録した。形成前後の根管模型をデジタルマイクロスコープ（VH8000, キーエンス）を用いて倍率20倍で撮影し、画像解析ソフトウェア

（Photoshop 7.0; Adobe Systems）で重ね合わせ、根尖から0, 0.5, 1, 2, 3mmにおけるCentering Ratioを（外湾切削量-内湾切削量）/形成後の根管の直径として算出した。対応の無いt検定にて有意水準5%で統計学的解析を行った。

【結果】Centering Ratioは、0, 0.5, 1, 2mmでNiTi群がSS群と比較して有意に小さい値を示した（Figure 1）。またNiTi群の形成時間（577±132秒）はSS群（1825±400秒）と比べ有意に短時間であった。器具破折は両群とも生じなかった。レッジ形成はNiTi群で5根管、SS群で43根管に生じた。

【考察】NiTi ファイルには、柔軟性および切削効率から、優れた根管追従性や形成時間の短縮が期待される。本研究では、NiTi ファイル使用経験の無い術者においても、適切な使用方法等の説明後にこれらを用いた場合、SSファイルでの形成と比べてトランスポートの抑制、形成時間短縮、およびレッジ形成頻度の低下が生じることが示唆された。

【結論】本実験条件では、NiTi ファイル使用経験の無い術者においても、NiTi ファイルはSSファイルと比較して優れた湾曲根管形成能を示した。

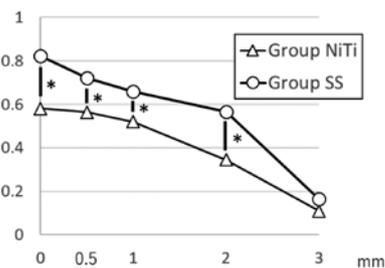


Figure 1. Centering ratio at 0, 0.5, 1, 2 and 3 mm from the apex. Asterisks indicate statistically significant differences.

各種レシプロックを用いた湾曲根管形成における根管壁変位量の比較

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座
○関谷 美貴, 前田 宗宏, 五十嵐 勝

Comparison of Root Canal Wall Displacement in Simulated Curved Root Canals Using Various RECIPROC Files

Department of Endodontics, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo
○Miki SEKIYA, Munehiro MAEDA, Masaru IGARASHI

【はじめに】

狭窄湾曲根管の拡大形成に有効とされるニッケルチタン製ロータリーファイルは、ISO規格を上回る大きなテーパーが付与されたファイルを低速回転エンジンに装着し、機械的に根管を拡大することにより、迅速かつ適正に根管の拡大形成を行うことができる。中でもレシプロック（以下REC, VDW, Germany）は、高い根管追従性と安全性だけでなく、150°の逆回転と30°の正回転の反復回転運動により破折抵抗性が向上し、さらに回転速度とトルクが設定された専用のモーターを用いることで、1本のファイルのみで根管形成が完了できるシンプルかつ画期的なシステムとして登場した。本研究は、従来のRECと、柔軟性がさらに向上したレシプロックソフト（以下RES）について、グライドパス形成用R12.5レシプロック（以下R12.5REC）を併用した場合の湾曲根管の拡大形成に及ぼす影響を比較・検討することを目的とした。

【材料と方法】

実験にはJ字型透明湾曲根管模型（根管長：16mm，根管テーパー：2/100，Endo Training Bloc J-Shape φ15，Dentsply Sirona, Switzerland）を用いた。拡大形成前にスキャナー（GT-X970、EPSON）を用いて根管模型を撮影した後、#10のステンレススチール製手用Kファイル（以下SSK, MANI）で根管穿通を確認した。拡大形成は根管内に精製水を満たした状態で、卒業6年目の術者1名が以下5群（各n=5）に対して、SSKは回転運動を併用した上下運動で、レシプロックファイルはメーカー指定の方法に準じて各25サイズまでランダムに行った。形成中、SSKは頻りに、レシプロックファイルは3往復の上下運動毎に精製水で根管内を洗浄し、その都度#10SSKを用いて目詰まりの有無を確認した。

A群：#15SSK → #20SSK → #25SSK

B群：R12.5REC → R25REC

C群：#15SSK → R25REC

D群：R12.5REC → R25RES

E群：#15SSK → R25RES

拡大形成後、根管模型を再度スキャナーで撮影し、得られた画像データをパソコンに取り込み、画像処理ソフト（Photoshop CC, Adobe Creative Cloud）を用いて拡大形成前の画像と重ね合わせた。計測箇所は根尖から1mm・2mm・3mm・4mmとし、内湾側・外湾側それぞれの根管壁変位量（拡大形成前の根管壁から拡大形成後の根管壁までの距離）を計測し、Steel-Dwass検定により統計学的解析を行った（ $P < 0.05$ ）。

【結果および考察】

A群は、根尖から1mmの位置における外湾側でB・C・D群より根管壁変位量が大きかったことから、手用ファイルによる湾曲根管の根管形成では、根尖孔部における外側偏位が最も大きくなることが示された。また、B群とD群、およびC群とE群を比較して、RESを用いた群はRECを用いた群より内湾側の根管壁変位量が小さく、かつ内湾と外湾をほぼ均等に切削していたことから、RESはRECより優れた根管追従性があることが示された。さらにB群とC群、およびD群とE群を比較して、グライドパス形成にR12.5RECを用いた群は、根尖から1mm・2mmの位置における内湾側で#15SSKを用いた群より根管壁変位量が小さかった。以上より、R12.5RECとRESを併用することで、ストリップパーフォレーションやトランスポートーションの危険性を低減できることが示唆された。今後、さらに詳細な検討を進めていく予定である。

Ni-Ti ロータリーファイル使用経験の有無によるソフトレシプロックを用いた根管形成の比較

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野

○赤堀裕樹, 木方一貴, 田中雅士, 長谷川智哉, 堺 ちなみ, 小島莉里, 和仁 護, 三上恵理子,
加藤友也, 瀧谷佳晃, 吉田隆一, 河野 哲

Comparison of root canal preparation using Reciproc Blue with or without experience of using Ni-Ti rotary file

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

○AKAHORI Hiroki, KIHOKAZUKI, TANAKA Masashi, HASEGAWA Tomoya, SAKAI Chinami, KOBATA Riri, WANI Mamoru, MIKAMI Eriko, KATO Tomoya, TAKITANI Yoshiaki, YOSHIDA Takakazu and KAWANO Satoshi

【目的】

現在 Ni-Ti ロータリーファイルには様々な種類があり, その中でも非超弾性 Ni-Ti ロータリーファイルに関する報告は近年増加しており, その柔軟性から従来の Ni-Ti ロータリーファイルより正確な根管形成が可能となった. ソフトレシプロック (Reciproc Blue) も非超弾性 Ni-Ti ロータリーファイルであるため, 根管追従性が優れていると考えられ, それと同時に, 同システムでの根管拡大形成では使用ファイルの本数を減らすことにより, 根管形成が簡易化され, 規格化された形成が可能となった. そこで今回, ソフトレシプロックを用いた根管形成で, Ni-Ti ロータリーファイル使用経験の有無による根管形成に差がでるかを確認した.

【材料・方法】

実験には J 型エポキシレジン製透明根管模型 (Endo1001-30-#20, NISSIN) を使用した. 術者は Ni-Ti ロータリーファイル使用歴 3 年以上の歯科医師 (NTE), Ni-Ti ロータリーファイル使用経験のない歯科医師 (NTI), 歯内療法の臨床実習が終了した歯学部 5 年生の学生 (DS5), 歯内療法の知識がない歯学部 1 年生の学生 (DS1) の 4 群, 各 7 人とした. 各群において, 手用ステンレススチール K ファイル #15 にてグライドパスの形成後, エンド用往復回転コントラ -150°/30° (Reciproc Direct) に接続した, ソフトレシプロックにより根管形成を行った. 指示書に従い, #25/.08 テーパーを用いて根尖部まで根管形成を行い, 引き続き #40/.06 テーパーにて根管形成を実施した. ソフトレシプロックでの根管形成に要した作業時間を術者以外の計測者が測定した.

根管形成前, #25 での根管形成終了後および, #40 での根管形成終了後の根管模型にう蝕検知液を満した状態で, 実体顕微鏡 (OLYMPUS SZX16) 観察し写真撮影 (OLYMPUS DP26) を行った. その後写真編集ソフト (Photoshop Elements) 上にて根管形成前後の写真を重ね合わせ, 画像解析ソフト (ImageJ) にて外彎側と内彎側における根管幅径増加量を測定し, 外彎側増加量と内彎側増加量の差を根管変位量とした. 根尖から 1, 3, 5, 8 mm の位置での中央値を各群間で Mann-Whitney U test を行い評価した.

【結果】

研究参加者の形成時間 (秒) と根管変位量 (μm) の中央値 (25%, 75%, パーセンタイル) を表 1 に示す. 形成時間および根管変位量ともに NTE とその他の群間で有意差は認めなかった ($p > 0.05$).

Table 1. The median of preparation time (second) and centering ability (μm)

	#25				#40			
	NTE	NTI	DS5	DS1	NTE	NTI	DS5	DS1
Time	24.3 (16.5, 36.0)	44.8 (35.4, 48.3)	37.6 (36.8, 38.7)	45.1 (37.8, 56.7)	40.9 (32.3, 64.6)	74.4 (60.7, 58.6)	75.8 (54.7, 85.9)	96.5 (68.1, 104.2)
1mm	1.3 (-4.8, 34.2)	24.8 (-1.3, 39.7)	9.1 (-12.3, 15.5)	17.9 (9.4, 62.3)	23.0 (-1.5, 67.4)	58.9 (31.1, 88.2)	6.5 (-10.3, 113.6)	107.3 (71.8, 137.2)
3mm	-7.3 (-20.9, 45.2)	42.4 (25.1, 52.4)	13.1 (-17.9, 34.0)	7.0 (-40.6, 32.9)	16.3 (-7.1, 38.1)	-0.8 (-8.1, 63.9)	-18.5 (-37.2, 5.5)	11.2 (-2.6, 41.9)
5mm	-86.7 (-96.3, -60.5)	-78.2 (-109.4, -4.8)	-74.8 (-103.6, -56.7)	-138.2 (-146.1, -103.8)	-98.1 (-159.4, -71.8)	-142.8 (-163.1, -113.4)	-161.1 (-181.1, -138.7)	-154.4 (-216.2, -121.3)
8mm	-214.0 (-239.5, -156.7)	-213.2 (-249.3, -195.3)	-227.8 (-240.1, -194.7)	-253.5 (-298.5, -243.2)	-199.8 (-272.9, -183.8)	-284.3 (-297.6, -201.9)	-264.9 (-320.9, -200.4)	-260.3 (-297.7, -233.9)

【考察および結論】

本研究において, 術者の Ni-Ti ロータリーファイル使用経験の有無による根管形成に差は認めなかった. これはソフトレシプロックの非超弾性という性質および, 従来の Ni-Ti ロータリーファイルに比べ, 使用するファイル数が少ないことに起因すると考えられる. 以上よりソフトレシプロックは, どの術者においても短時間かつ正確な根管拡大形成が可能であると示唆された.

EDTA 系根管切削補助材が Ni-Ti ファイル切削特性に及ぼす効果

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 歯髄生物学分野

○ 鈴木二郎, 藤巻龍治, 石井信之

Effect of EDTA Root Canal Conditioner on Cutting Properties of Ni-Ti Files

Department of Oral Interdisciplinary Medicine Division of Pulp Biology Graduate School of Dentistry,
Kanagawa Dental University

OSUZUKI Jiro, FUJIMAKI Ryuji, TANI-ISHII Nobuyuki

【研究目的】

Ni-Ti ファイルは正確で迅速な根管形成を可能とし、治療成績や処置時間短縮に貢献している。従来、切削工程のみで作製していた Ni-Ti ロータリーファイルの熱処理工程を変化させ、非切削ねじり工程にて作製することでファイルの疲労変化が視認できる等の改善がなされているが、根管形成時の潤滑作用によるファイル破折予防と根管内清掃効果を併せ持つ EDTA 系根管切削補助材の使用が推奨されている。本研究では、根管形成時の各種 EDTA 製材が切削応力に及ぼす影響について、応力に対応するエンドモーター電流値測定によりトルク値を算出するとともに、歪応力可視化によって解析することを目的とした。

【材料および方法】

供試根管模型は、40 本の J type プラスチック製湾曲根管模型 (Dentsply Sirona) を 4 群に分け、EDTA 製材 Glyde (Dentsply Sirona), EDTA アクアジェル (Pentron Japan) または RC-Prep (白水貿易) で満たし、対象群には精製水を使用した。その後 Ni-Ti ファイル (Dentsply Sirona) をメーカー指示に従い根管拡大形成を行った。

実験 1: 根管形成時の切削応力に対応するモーター電流値測定

プラスチック製湾曲根管模型を術者が視認できない状態で #10 K ファイル (マニー) にて作業長を決定後、各々の切削補助材を併用した根管形成を行い、Apex より -5mm, -3mm, -1mm および Apex でのモーター電流値をデータロガー (midi LOGGER GL820, GRAPHTEC) にて測定、Proglider (Dentsply Sirona) 使用によるグライドパス時と ProTaper NEXT X1・X2 (Dentsply Sirona) ファイル使用による根管拡大時の抵抗変化よりトルク値を算出、また作業時間についても検証を行った。

実験 2: 根管形成時応力の可視化

実験 1 と同様の条件で根管形成を行い、プラスチック製根管模型の応力陰影を偏向歪検査装置 (MRV330) にて撮影した。なお統計学的解析については、Non-repeated measures ANOVA および Bonferroni 法による多重比較を行い、有意水準 1% 未満で統計学的有意差が認められた。

【結果】 実験 1

- ・各群とも根管形成の進捗に伴いトルク値の上昇が認められたが、X1 ファイルでは Apex に近接するに連れトルク値が増加したのに対し、X2 ファイルでは -1mm および Apex 部で同等の上昇傾向を示した。
- ・EDTA アクアジェル群では、根管湾曲部始点から Apex 部においてファイル潤滑によるトルク値低下を認めたが、統計学的有意差は認められなかった。

実験 2

- ・対照群下での根管形成では、内側湾と外側湾間での不均一な応力陰影を認めたのに対し、EDTA 系根管切削補助材使用群では、ほぼ均等な陰影を示す症例が散見された。

【考察および結論】

根管形成時の切削応力を軽減するには、被切削物の延性およびすくい面の摩擦による影響が大きいことが報告されており、EDTA 製材の持つ無機質溶解作用による根管象牙質の軟化、高速低荷重での切削および潤滑効果を根尖部に作用させることが重要である。本研究結果より、根管形成時に EDTA 製材を根尖部に到達させることは、切削応力減少によるファイル保護作用に有用であることが示された。

試作コンデンサーを用いたレジン系シーラーの根管充填法
および填塞率の評価
ーコンデンサーの太さと操作時間の影響についてー

日本大学歯学部歯科保存学第Ⅱ講座¹, 日本大学歯学部総合歯学研究所高度先端医療研究部門²
日本大学歯学部歯科理工学講座³, 日本大学歯学部総合歯学研究所生体工学研究部門⁴
○高附(平) 亜希子¹, 武市 収^{1,2}, 掛谷 昌宏^{3,4}, 米山 隆之^{3,4}, 小木曾 文内^{1,2}

**Root canal filling method and filling rate of a resin-based root canal sealer using trial condensers
-Influence of trial condensers' thickness and working time-**

Department of Endodontics¹, Division of Advanced Dental Treatment, Dental Research Center²
Department of Dental Materials³, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center⁴
Nihon University School of Dentistry

○Akiko Takatsuki(Hira)¹, Osamu Takeichi^{1,2}, Masahiro Kaketani^{3,4}, Takayuki Yoneyama^{3,4}, Bunnai Ogiso^{1,2}

【研究目的】

近年、歯質とシーラー間に樹脂含浸象牙質を形成することで優れた辺縁封鎖性を有し、良好な組織親和性を示す接着性レジン系シーラーが注目されている。本研究の目的は、試作コンデンサー（(株)マニー）と「メタシール Soft（(株)サンメディカル）」を用いて根管充填を行い、同コンデンサーの太さ、操作時間の変化が填塞率に与える影響について比較検討することである。

【材料および方法】

1. 規格透明根管模型

規格単根透明根管模型（(株)ニッシン）を本実験に供した。根管形態は25号、07テーパーで作業長を18.5mmとした。

2. 試作コンデンサー

本実験では、先端の太さ15、20、25および30号、ピッチ数22、ピッチ角度11度、テーパー度02の試作コンデンサー（(株)マニー）を使用した。

3. 実験方法

回転数200rpmで回転させた試作コンデンサーにシーラーを均一な厚みで塗布し、回転数500rpmで作業長-1.5mmの位置まで挿入したのち、上下運動（17mm）を4回繰り返した。尚、シーラーの粉液比は、液1滴に対し、粉末はメーカー指定の1.3倍とした。

4. 実験条件

コンデンサーの先端太さ（15、20、25および30号）と、根管充填時の操作時間（コンデンサー挿入1または2秒、静止2秒、引き上げ2または4秒）を変化させ、各条件で根管充填を行った。試料数は各5個とした。

5. 填塞率の評価

根管充填後、透明根管模型を根尖側1/3、根管中央部、および根管上部1/3の位置でISOMET（Buehler社製、IL, USA）を用いて切断し、切断面を実体顕微鏡（×10）で観察し写真撮影を行った。画像解析ソフト（SigmaScan Pro 5.0, HULINKS Inc.）を用い、切断面全体の面積と気泡の面積をピクセル数で求め、填塞率（%）を算定した。

6. 統計分析

試作コンデンサーの先端太さを変化させた際、ならびに根管充填時の操作時間を変化させた際の根管充填填塞率を、Tukey's testにより比較検討した。

【結果・考察】

試作コンデンサーの太さを変化させた結果、25号の太さが最も有意な填塞率を示した。また、試作コンデンサーの操作時間を変化させた結果、挿入2秒、静止2秒、引き上げ4秒で行った際最も有意な填塞率を示した。以上の結果、試作コンデンサー25号を用い、挿入2秒、静止2秒、引き上げ4秒でゆっくり操作を行うことにより、100%に近い填塞率が得られることが明らかとなった。

ブタ抜去歯を用いた新しい感染根管モデルの確立

愛知学院大学歯学部 歯内治療学講座
○藤田 将典、樋口 直也、白川 肇、堀場 直樹、中田 和彦

Establishment of Novel Infected Root Canal System Model using Pig Extracted Teeth.
Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University
○FUJITA Masanori, HIGUCHI Naoya, SHIRAKAWA Hajime, HORIBA Naoki, NAKATA Kazuhiko

【目的】

根管内の無菌化は感染根管治療の成否に大きく関与するため、様々な薬剤や手法が検討されている。臨床応用前には抜去歯などを使用して、それらの有効性や安全性を評価することが必須である。しかし、ヒト抜去歯は、近年、入手困難になってきており、またその保存状態の差異が研究結果へ影響することも懸念される。そこで私たちは、安定的に入手可能で、均一な保存条件下で扱えるブタの歯に着目し、新規感染根管モデルを確立することを目指している。

本研究では、ブタ抜去歯の根管内を感染させた後に細菌学的手法で感染根管モデルとしての有用性を検討した。

【材料と方法】

1. 感染根管モデルの作製

約6ヶ月齢のブタ下顎第1、2乳臼歯を歯冠中央部で近遠心的に切断し、近心根と遠心根に分けて抜歯を行った。歯頸部で水平的に切断し、作業長が13mmになるように歯根部を調整して実験試料とした。通法に従いKファイルを用いて#60まで根管拡大形成を行った。3~6%次亜塩素酸ナトリウム溶液および3%EDTA製剤をシリンジを用いて根管内に満たし、それぞれ2分間処理をした後、生理食塩水にて洗浄をした。オートクレーブ滅菌後、即時重合レジンにて根尖孔を閉鎖してPCRチューブに植立した。根管内にBHI液体培地を用いて調製した *Enterococcus faecalis*(ATCC19433株)の菌液 ($10^7\sim 10^8$ CFU/ml)を満たし、21日間37°C下にて好気培養を行った。菌液の交換は7日間に3回行った。培養期間中、7日毎に根管内からペーパーポイントを用いて釣菌を行い、段階希釈法で根管内の細菌数を測定した。

2. 感染根管モデルの評価

培養21日後、洗浄直前に釣菌を行い、同様に細菌数を測定した。根管内を5mlの次亜塩素酸ナトリウム溶液にて洗浄を行った。コントロールとして同量の生理食塩水を使用した。洗浄直後に釣菌を行い、同様に細菌数を測定した。洗浄後の根管内に生理食塩水を満たし、2日間37°C、好気条件下にて保管後に釣菌を行い、同様に細菌数を測定した。

【結果】

1. 感染根管モデルの作製について

培養7日後、14日後、21日後のすべての根管内から $10^5\sim 10^6$ CFU/mlの細菌数が検出された。

2. 感染根管モデルの評価について

(1)次亜塩素酸ナトリウム溶液にて洗浄した直後の根管内細菌数は、検出限界以下であったが、生理食塩水にて洗浄した根管内からは洗浄前と同等の細菌数($10^4\sim 10^5$ CFU/ml)が検出された。

(2)洗浄後2日間保管した根管内からは、次亜塩素酸ナトリウム溶液、生理食塩水ともに洗浄前の根管内と同等の細菌数($10^4\sim 10^5$ CFU/ml)が検出された。

【考察および結論】

本感染根管モデルでは、次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いて根管洗浄した直後は、細菌が検出限界以下にまで減少したが、2日間保管した後には再び洗浄前と同等の細菌が検出された。これは、象牙細管の深部にまで *E. faecalis* が感染し、殺菌されないまま生存しているためと推察された。

今回、ブタ抜去歯を用いて作製した感染根管モデルは、新たな *in vitro* 実験系として有用であることが示唆された。

本発表において開示すべき利益相反関係にある企業はない

高解像度イメージファイバと内部照明光伝播機構を備えた歯科用内視鏡プローブの試作

¹九州歯科大学口腔保存治療学分野, ²Department of Biomaterials Science and Turku Clinical Biomaterial Centre (TCBC), University of Turku, ³北九州市立大学国際環境工学部情報メディア工学科

⁴九州大学五感応用デバイス研究開発センター, ⁵早稲田大学大学院情報生産システム研究科

⁶西野歯科医院, ⁷ながよし歯科

○藤元 政考¹, 吉居 慎二^{1,2}, 奥田 正浩³, 池沢 聡⁴, 植田 敏嗣⁵, 西野 宇信⁶, 永吉 雅人⁷, 北村 知昭¹

Prototype of Dental Endoscopic Probe with High Resolution Image Fiber and Component of Internal Illumination Light

¹Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Kyushu Dental University, ² Department of Biomaterials Science and Turku Clinical Biomaterial Centre (TCBC), Institute of Dentistry, University of Turku, ³Faculty of Environmental Engineering, The University of Kitakyushu, ⁴ Research and Development Center for Five-Sense Devices, Kyushu University, ⁵Graduate School of Information, Production and Systems, Waseda University, ⁶Nishino Dental Clinic, ⁷Nagayoshi Dental Clinic

○FUJIMOTO Masataka¹, YOSHII Shinji^{1,2}, OKUDA Masahiro³, IKEZAWA Satoshi⁴, UEDA Toshitsugu⁵, NISHINO Takanobu⁶, NAGAYOSHI Masato⁷
KITAMURA Chiaki¹

【目的】現在の歯内治療は歯科用顕微鏡やコーンビームCTの登場によって診断・治療の精度が大きく向上している。しかし、根管の根尖部付近や深い歯周ポケットの治療では手指感覚に頼ることが多く、また根管内深部の破折や根管側枝の視覚情報での検出は未だ困難である。現在、それらの微細構造の観察に有用と考えられる歯科用内視鏡も複数あるが、導入コストや消毒・滅菌などの問題で普及率は低いのが現状である。既存の歯科用内視鏡が抱える問題点の克服を目的として、これまでに我々は新規根管観察用内視鏡の設計、開発を行いその有用性について報告してきた (Fujimoto *et al.*, IEEE Trans Biomed Eng., 2018 in press; Yoshii *et al.*, JOE, 2018)。今回、歯科用内視鏡の根管内観察におけるさらなる精度の向上を目的として分解能、作動距離、照明光量を変更した歯科用内視鏡プローブを新たに試作し、その性能の一部を評価した。

【材料と方法】根管用内視鏡プローブは高解像度イメージファイバ、屈折率分布型レンズ (GRIN レンズ)、19本の光ファイバから構成した。プローブ先端で取得した画像情報は対物レンズと結像レンズを通してCMOSカメラに入射しパソコンモニター上にリアルタイムで映し出されるよう設計した。また、照明光伝播には光ファイバ19本を内蔵し白色LEDランプを光源とする機構を使用した。本システムの分解能は内部・外部光源下でライン・ペア (LP) が描記されたテストターゲットの観察で評価した。また、ヒト抜去歯を使用した破折歯モデル (Yoshii *et al.*, JOE, 2018) を用い抜去歯の観察実験を行った (九州歯科大学倫理委員会承認番号: 17-13 迅速)。

【結果】試作した内視鏡プローブの直径は0.92 mmとなった。照射光伝搬実験では内蔵光ファイバ経由で内視鏡プローブ先端から照明光が照射されていることを確認した。分解能評価実験では内蔵光ファイバによる照射光下ではテストターゲット表面でのハレーションが強くイメージファイバの正確な分解能評価ができなかったが、外部光源下では作動距離0.5 mmの条件で、5から35LP/mmのライン・ペアの観察が可能であった。また、破折歯モデルの観察においては、内部光源を用いて破折線の観察が可能であった。

【考察】プローブ全体の直径は0.92 mmとなったが、これはイメージファイバとGRINレンズを接着する際の接着剤の厚みに起因している。根尖部の微細構造を観察する上で、今後、イメージファイバとGRINレンズのカップリング手法を改善する必要がある。一方で、試作システムで作動距離0.5mmの外部光源下でテストターゲットの5から35LP/mmのライン・ペアの観察が可能であった。この結果は本システムの高い分解能を示している。また、内蔵光ファイバ経由によるプローブ先端からの照明光が確認され、さらに内部光源下の抜去歯観察実験では破折線の観察が可能であった。以上の結果は、分解能評価の実験結果と合わせて試作システムが根管内観察において有用であることを示唆している。

【結論】試作した内視鏡プローブは根管内観察に有用であることが示された。今後は内部光源で確保できる照明光の光量評価を検討するとともに、根管内観察に有用な最適な内部照明光量、作動距離、視野および分解能を明らかにしシステムの有用性を向上する予定である。本研究の一部は戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE, 平成29-31年度第1206号) の補助の下に行われた。

歯内治療学基礎実習における「根管処置技能試験」導入の試み

愛知学院大学歯学部歯内治療学講座
○稲本 京子, 鈴木 一吉, 中田 和彦

Trial of “practical examination of root canal treatment” for basic education of endodontics
Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University
○Kyoko Inamoto, Kazuyoshi Suzuki, Kazuhiko Nakata

【目的】

愛知学院大学歯学部における歯内治療学基礎実習では、歯髄・根尖性歯周疾患の治療を行うために必要な基本的知識、技能、態度を修得することを一般目標として、ヒト抜去歯・人工歯、顎模型及びマネキンを用いたシミュレーション実習を行っている。実習の各課題に対する評価は、髓室開拓後の窩洞外形や根管充填後のエックス線写真の評価といった、いわゆる「プロダクト評価」で行っているのが現状である。しかし「プロダクト評価」のみではなく、そこに至るまでの「プロセス評価」や学生の治療技術に対する形成的評価も重要であると考えられる。

そこで、今回私たちは、学生が修得すべき基本的な治療技術として、手用ファイルの操作法に着目し、その習熟度を確認するため、新たに「根管処置技能試験」を設定して基礎実習に導入したので、その試験の概要と、事後の質問紙票による調査結果について報告する。

【方法】

「根管処置技能試験」は、歯学部4年生(138名 2018年度)を対象として、全15回(各回3時間)の基礎実習中に、すべての学生が手用ファイルの基本的な操作法を習得できた第9回目以降に実施した。顎模型に植立したヒト抜去歯(上顎前歯)の髓室開拓、作業長決定後に試験を実施した。試験時間は5分間で、KファイルとHファイルを用いた規格形成法で根管拡大形成を行うことを主課題として、学生1人に対してインストラクター1名が技能評価した。評価項目は、①ラバーダム防湿は適切に行えているか、②ポジショニングは適切か、③根管内湿潤下で操作できているか、④作業長が遵守しているか、⑤ファイルの操作方法は適切か、⑥根管の目詰まりへの配慮はできているか、の6項目とした。試験終了後、直ちに学生に対しフィードバックを行った。

また、全実習終了時、学生に対して「根管処置技能試験」について質問紙票による調査を行った。質問は、①試験は有意義だったか? ②試験は手用ファイル操作の確認に役に立ったか? ③実習中に本試験を行ったことによって、その後の実習内容の理解や進行にプラスの影響があったか? ④試験前後で、実習中の手用ファイル操作に変化はあったか? ⑤5分間の試験時間は適切だったか? ⑥インストラクターのフィードバックは適切だったか? とし、自由記載欄も設定した。

【結果】

インストラクターによる評価は、平均82.1点(100点満点に換算)で、最高100点、最低35.7点だった。質問紙調査の“試験は有意義だったか?”に対しては、有意義であった71%、やや有意義があった25%、あまり有意義はない3%、わからない1%であった。具体的に有意義だった点として、緊張感のある中で行えた、自分の術式の確認ができた、1対1で評価と指導を受けられた、などの記載があった。また“試験前後で、基礎実習中の手用ファイル操作に変化はあったか?”に対しては、全くそう思う30%、どちらかといえばそう思う36%、どちらとも言えない22%、どちらかといえばそう思わない5%、全くそう思わない7%であった。

【考察および結論】

今回の「根管処置技能試験」により、全学生に対して、臨床実習開始前の共用試験(OSCE)では評価できないファイル操作の確認ができ、個別にフィードバックを行うことができた。学生が基礎実習の段階から「技能評価」を受けることは、2020年度から正式実施される「診療参加型臨床実習後客観的臨床能力試験」に向けて非常に有益であり、学生自身が臨床実習において必要な修得すべき基本的な技能を再確認できる良い機会であると思われる。

今後、試験内容や評価方法などをさらにブラッシュアップし、効果的な実習の実践を図る予定である。

インドシアニングリーン封入ナノ粒子と半導体レーザーを用いた抗菌光線力学療法の *Enterococcus faecalis* バイオフィームに対する殺菌効果

愛知学院大学歯学部歯内治療学講座¹⁾、歯周病学講座²⁾

○樋口直也¹⁾、佐々木康行²⁾、藤田将典¹⁾、林 潤一郎²⁾、三谷章雄²⁾、福田光男²⁾、中田和彦¹⁾

Bactericidal effect for *Enterococcus faecalis* biofilm by aPDT with ICG nanosphere and diode laser
Departments of Endodontics¹⁾ and Periodontology²⁾, School of Dentistry, Aichi Gakuin University
○HIGUCHI Naoya¹⁾, SASAKI Yasuyuki²⁾, FUJITA Masanori¹⁾, HAYASHI Jun-ichiro²⁾, MITANI Akio²⁾,
FUKUDA Mitsuo²⁾, NAKATA Kazuhiko¹⁾

[目的]

近年、光感受性物質を特定波長の光線で励起することで、惹起される一重項酸素により殺菌する抗菌光線力学療法 (antimicrobial photodynamic therapy : aPDT) の歯科への応用が注目されている。これまで、我々は、生体に安全な光感受性物質であるインドシアニンググリーンを封入し、キトサンコーティングしたナノ粒子 (ICG-Nano/c) を作製し、半導体レーザー (波長 810nm) により励起する aPDT の基礎的研究を重ね、歯周治療への応用について検討してきた。また、本学会の第 148, 149 回学術大会において、浮遊状態の *Enterococcus faecalis* に対する殺菌効果および歯根表面の温度変化を調べ、再根管治療に応用する際のレーザーの照射条件について検討し、報告した。

今回、ICG-Nano/c と半導体レーザーを用いた aPDT による、*E. faecalis* バイオフィームに対する殺菌効果を検討し、興味ある知見を得たので、報告する。

[材料および方法]

1. *E. faecalis* バイオフィームの形成と aPDT の照射条件

GFP ラベルを行った *E. faecalis* ATCC19433 株を各媒体 (象牙質片およびカバーガラス) 上で、2 週間培養 (1 日おきに培地の交換) し、バイオフィームを作製した。実験群 (aPDT) には ICG-Nano/c 溶液 (10mg/ml) を添加した。レーザーの照射条件は、実験群 A : 出力 0.7W, RPT モード (Duty cycle 50%, 100ms), 照射時間 5 分、実験群 B : 出力 1.4W, RPT モード (Duty cycle 50%, 100ms), 照射時間 1 分とした。

2. バイオフィームの形態学的観察

aPDT 後、*E. faecalis* バイオフィームの様相を走査型電子顕微鏡および共焦点レーザー顕微鏡で観察した。

3. 感染根管モデル作製

6ヶ月歳の抜去したブタ下顎第 1, 2 乳臼歯を歯冠中央部で頬舌的に切断し、近心根と遠心根に分けた。根管長が 13mm になるように歯冠を切除した後、通法に従い、根管拡大形成 (#60) を行った。EDTA および次亜塩素酸ナトリウム溶液で根管の化学的清掃後、オートクレーブ滅菌を行い、即時重合レジンにてチューブに固定した。その後、*E. faecalis* を根管内に感染させ、1 日おきに培地の交換を行い、3 週間で根管壁にバイオフィームを作製した。

3. コロニーカウントによる aPDT のバイオフィームへの殺菌効果

上記感染根管モデルにおいて、同様に aPDT を行った。ペーパーポイントを用いて釣菌し、段階希釈法でコロニーカウントを行い、比較検討した。

[結果]

形態学的観察において、aPDT によるバイオフィームの著明な変化は認められなかった。コロニーカウントによる殺菌効果の評価では、実験群 A, B ともに、対照群よりも検出細菌数が有意に少なかった。

[考察および結論]

本研究の結果、ICG-Nano/c と半導体レーザー (波長 810nm) による aPDT は、*E. faecalis* バイオフィームの形態には大きな影響を及ぼさなかったが、その一方で一定の殺菌効果は認められた。今回の照射条件については、これまでの研究結果を基に選定したが、至適条件の決定にはさらなる実験が必要であり、また今後は、殺菌効果のレベルを組織化学的に分析していく予定である。

本研究は科学研究費 (No. 16K11572) の助成を受けて行った。

本演題発表内容に関連し、開示すべき利益相反関係にある企業などはない。

診療ユニット残留水に対する洗浄液の効果—パイロットスタディー

¹ 東京医科歯科大学 (TMDU) 大学院医歯学総合研究科 生体支持組織学講座 歯周病学分野

² 東京医科歯科大学 (TMDU) 歯学部附属病院 維持系診療科 歯周病外来

³ 総合南東北病院 オーラルケア・ペリオセンター

○森 祥太郎¹, 秋月 達也², 松浦 孝典², 岩田 隆紀¹, 和泉 雄一^{1,3}

A pilot study of the efficacy of a cleaning solution on residual water in a dental unit.

¹ Department of Periodontology, Division of Bio-Matrix, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

² Periodontics, Clinic for Conservation of Oral and Maxillofacial Function, Dental Hospital, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

³ Oral Care and Perio Center, Southern TOHOKU General Hospital

○Shotaro Mori¹, Tatsuya Akizuki², Takanori Matsuura², Takanori Iwata¹, Yuichi Izumi^{1,3}

【背景・目的】

近年、診療後の診療ユニット残留水中の細菌増殖についての報告がなされている。歯周治療において超音波スケーラーを用いる際にはユニット直付けのハンドピースを用いることも多く、歯周ポケット内への感染機会についても考慮する必要があると考えられる。本研究は、診療ユニットの残留水に対する洗浄液の効果を調べることを目的として、1年を通じての細菌数の変化について探索的に検討することを目的として行った。

【材料と方法】

歯科用ユニット2台(イオムレガロ:株式会社ジーシー)を用いた。本歯科用ユニットは2012年3月より約6年間使用したもので、おおむね9時から16時30分、月曜日から金曜日のみ稼働している。実験に先立ち、水酸化ナトリウム(1%, 4L)を用いてユニット内の水回路の洗浄を行った。その後、水道水にてすすぎを行った。一方を実験ユニット、他方を対照ユニットと決定した。実験ユニットでは、ユニット給水管路洗浄システム(ツインターボクリーナー:株式会社ジーシー)を規定通りの方法で用いて毎日1日の診療終了後に銀イオンを含有した0.1%過酸化水素液(以下、洗浄液。ツインターボクリーナー液:株式会社ジーシー)にて洗浄を行い、ユニット給水管路内に洗浄液を貯留させた。明朝、水道水にてフラッシングを歯科用ユニットのプログラム通り(約6分間)行った。対照ユニットでは、朝のフラッシングのみ行った。その後、水質検査用の水サンプルを各ハンドピース取付け部(アシスタントシリンジ、ドクターシリンジ、タービン、モーター、スケーラーの計5か所)より計100ml採取した。検査項目としては、従属栄養細菌培養コロニー数、残留塩素濃度、水温について行った。検査は、稼働日の毎日行い、1年を通して行った。

【結果】

ベースライン時の従属栄養細菌数に関しては実験ユニット、対照ユニットともに100 CFU/ml未満であった。開始後1か月間は両者ともに2000 CFU/mlを下回っていたが、時間の経過とともに、対照ユニットでは2000 CFU/mlを超える日が頻繁に認められるようになったのに対して、実験ユニットでは通年でおおむね2000 CFU/ml未満を維持していた。水温の高い夏は、両者のともに細菌数が上昇する傾向が認められた。

【考察・結論】

本研究はパイロットスタディとして行い、使用したユニットも計2台と限られるため、結果についてはそれを踏まえて考察する必要があるが、一年を通じて検討を行った結果、実験ユニットでは対照ユニットと比較し低い従属栄養細菌数であった。診療終了後に水回路の洗浄を行い洗浄液を貯留させることで従属栄養細菌数を低減させる効果がある可能性が示唆された。上記結論を確定づけるには台数を追加しての検討が必要となるが、その際には、細菌数の多くなる傾向がある4か月目以降、また気温の高い時期に試験を行うことが効率的であろうことが示唆された。

S-PRG 溶出液が細菌由来各種酵素活性へおよぼす影響

福岡歯科大学総合歯科学講座¹⁾

福岡歯科大学口腔保健学講座²⁾

○大曲紗生¹⁾・米田雅裕¹⁾・谷口奈央²⁾・山本 繁¹⁾・廣藤卓雄¹⁾

Suppression of periodontal bacteria interactions by surface pre-reacted glass ionomer eluate

Department of General Dentistry, Fukuoka Dental College¹

Department of Preventive and Public Health Dentistry, Fukuoka Dental College²

○Sami Omagari¹⁾, Masahiro Yoneda¹⁾, Nao Taniguchi²⁾, Shigeru Yamamoto¹⁾, Takao Hirofujii¹⁾

【緒言】

surface pre-reacted glass ionomer (S-PRG) はデンタルプラークに強い歯科材料として注目されており、これまでに S-PRG 配合レジン¹⁾の抗プラーク作用や、S-PRG 含有根管充填剤²⁾の抗菌作用が報告されている。S-PRG フィラーと蒸留水を 1:1 で混合し 24 時間攪拌後に抽出した上清には、フッ化物イオン、ホウ酸イオン、ストロンチウムイオン、アルミニウムイオン、ナトリウムイオン、ケイ酸イオンの 6 種類のイオンが溶出している。われわれはこれまで、S-PRG 溶出液が *Porphyromonas gingivalis* と *Fusobacterium nucleatum* の共凝集を阻害すること、口腔バイオフィルムを抑制すること、*Tannerella forsythia* による *P. gingivalis* の増殖促進効果を消失させること、口臭を低下させること等を報告してきた。今回われわれは細菌由来各種酵素活性 (プロテアーゼ、ゼラチナーゼ、β-ガラクトシダーゼ) におよぼす S-PRG 溶出液の影響について報告する。

【材料と方法】

S-PRG 溶出液は、(株)松風より提供された。

1. *P. gingivalis* のプロテアーゼに対する作用 : *P. gingivalis* ATCC 33277 株を超音波破碎し、遠心後の上清をプロテアーゼサンプル (Pg SE) とした。酵素活性は、Bz-Arg-pNA 塩酸塩を基質に用いた発色反応により評価した。S-PRG を添加した場合としない場合で吸光度の変化を調べた。
2. *P. gingivalis* のゼラチナーゼに対する作用 : Pg SE に distilled water (dw) または S-PRG 溶出液を加え段階希釈した。ゼラチンコートフィルム (Kodak Ultraspeed) に 5μl ずつスポットし、湿度 100% の状態で 37°C、2 時間インキュベートした。フィルムを流水下で水洗後、スポットした表面が剥離した場合をゼラチナーゼ活性ありと判定した。
3. β-ガラクトシダーゼに対する作用 : 市販のβ-ガラクトシダーゼを利用し、o-nitrophenyl-β-D-galactopyranoside を基質に用いた発色反応で吸光度を測定した。標準曲線作製用の最適緩衝液の 10%、50%、100% を S-PRG 溶出液に置換し、反応直後と反応 1 時間後に吸光度測定を行った。対照群として、最適緩衝液を d-water に置換した反応液と、最適緩衝液のみを使用した。

【結果】

1. S-PRG 溶出液は *P. gingivalis* のプロテアーゼ活性を抑制した。
2. S-PRG 溶出液は *P. gingivalis* のゼラチナーゼ活性を抑制した。
3. S-PRG 溶出液は市販の由来β-ガラクトシダーゼ活性を抑制しなかった。

【結論および考察】

P. gingivalis のプロテアーゼは歯周組織の破壊や宿主の防御機構を障害するが、S-PRG 溶出液がプロテアーゼ活性を抑制することから、歯周病の予防や進行抑制に貢献する可能性がある。抑制活性は強力ではないが、製品から徐放されることにより持続的な効果が期待できる。ゼラチナーゼは齶蝕の進行にも関わっていることから、S-PRG フィラーを用いた製品は 2 次齶蝕の予防に効果がある可能性がある。β-ガラクトシダーゼはタンパク質の糖鎖を切断することにより、その後のタンパク分解を促進すると言われている。このことからグラム陽性菌による口臭産生の促進因子と考えられているが、本酵素に対する S-PRG 溶出液の直接的作用は認められなかった。現在、プロテアーゼやゼラチナーゼの抑制に主に関与したイオンの同定を進めている。

演題発表に関連し、開示すべき利益相反関係にある企業・団体等の有無 : 無し

口腔内画像から歯周病の重症度を推定する深層学習モデルの構築

大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子免疫制御学講座 口腔治療学教室¹、大阪大学大学院情報科学研究科
応用メディア工学講座²、大阪大学サイバーメディアセンター 先進高性能計算機システムアーキテクチャ
共同研究部門³、大阪大学歯学部附属病院 医療情報室⁴

○柏木 陽一郎¹、森山 雄介²、生川 由貴¹、李 天鎬³、伊達 進³、野崎 一徳⁴、村上 伸也¹

Deep Learning Model for the Estimation of Periodontal Severity

¹ Department of Periodontology, Graduate School of Dentistry, Osaka University

² Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

³ Cybermedia Center, Osaka University

⁴ Osaka University Dental Hospital

○Yoichiro Kashiwagi¹, Yusuke Moriyama², Yuki Narukawa¹, Chonho Lee³, Susumu Date³,
Kazunori Nozaki⁴ and Shinya Murakami¹

<目的・背景> 歯科におけるデジタル化により患者便益を高めるためには、健康日本21におけるヘルスプロモーションとして健康医療情報の収集と分析、再利用は欠くことのできない要素である。特に慢性疾患としての歯周病の場合は自覚症状が無いまま進行し、顕著な自覚症状が現れた時点での歯科受診ではその対象歯に対する治療方法が抜歯に限定される症例を日常臨床において多く経験する。つまり、病気の早期発見は重症化を未然に防ぎ、早期に治療介入することが良好な予後につながる。そこで健康行動として、口腔内画像による歯周病のスクリーニングを実施することが患者自身の歯周病に対する早期認知と歯科への受診勧奨に寄与すると考えた。この研究は大阪大学歯学部附属病院が推進中のソーシャル・スマートデンタルホスピタルによるヘルスプロモーションの一つとして、コンピューターによる深層学習を歯周病重症度の推定に応用する方法の確立を目的とした。

<方法及び材料> 2005年～2018年までに大阪大学歯学部附属病院歯周病診療室に来院した1,333人の歯周病患者の初診時の口腔内写真と一致して取得した歯周組織検査のポケット深さ(PD)の値を本院医療情報システムのデータウェアハウスより抽出した。次に正面観の口腔内写真と#12～22の4歯に対して6点法にて計測した歯周組織検査の唇側のみとの関係をInceptionV3(ImageNetから抽出された画像(1000クラス)で学習したモデルで152層のニューラルネットワークモデル)を用いて学習(ファインチューニング)させることを計画した。その際、物体検出モデルYOLOv3を用いて歯を認識させ、さらに各歯の歯肉の画像を近遠心、唇側の3領域として自動的に分割抽出し、PD値とそれに対応する歯周領域の画像のデータセットを構築した。それらを元に、歯周組織について、PD≤2mm、PD=4.5mm、PD≥6mmの重症度に応じた3分類とPD=2mmをnormal、PD≥6mmをabnormalとした2分類にて、判別する画像認識システムの性能評価を行った。

<結果・考察> 物体検出による歯毎の認識と近遠心、唇側部の歯肉画像の抽出した場合は画像抽出しない場合と比較して判別精度が向上した。2分類判別の学習曲線のROCカーブはAUC=0.926を示した。また、物体検出による画像抽出したものとしなかったものそれぞれについて、正解率(精度, accuracy): 88.4%, 86.9%, 適合率(precision): 73.0%, 64.1%であった。再現率(recall): 78.9%, 80.0%, F値(F尺度, F-measure): 0.758, 0.712であった。このことから、本研究の提案モデルである物体検出後の画像に対するファインチューニングというアプローチは判別プログラムの性能向上に一定の効果がみられた。ただし、2分類の判別については十分な精度が認められたが、3分類での重症度判定には不十分と言わざるを得ない。しかし、本研究の目的である歯周病のスクリーニングのためであれば、本判別プログラムは実用性があると考えられた。今後、正面観の口腔内写真と#12～22の4歯だけではなく、口蓋側面観、側面観の口腔内画像と歯周組織検査情報も用いて精度向上を目指す予定である。

20 歯以上保有している高齢者の要因

¹松本歯科大学 歯学部 歯科保存学講座、²大学院歯学独立研究科 健康増進口腔科学口腔健康政策学
○内川 竜太郎¹、安西 正明¹、石田 直之¹、宮國 茜¹、中村 圭吾¹、岩崎 由紀子¹、森 啓¹、
吉成 伸夫¹、富田 美穂子²、山本 昭夫¹

Factors of elderly people with 20 or more teeth

¹Department of Operative Dentistry, Endodontology, and Periodontology, Matsumoto Dental University

²Department of Oral Health Promotion, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University

○RYUTARO UCHIKAWA¹, MASA AKI ANZAI¹, NAOYUKI ISHIDA¹, MIYAKUNI AKANE¹, KEIGO NAKAMURA¹,
YUKIKO IWASAKI¹, HIROSHI MORI¹, NOBUO YOSHINARI¹, MIHOKO TOMIDA², AKIO YAMAMOTO¹

【緒言】

近年、超高齢社会を迎えた我が国では、医療や福祉の視点から考えても、高齢者の健康維持が重要な課題となっている。歯数が多いほど全身的にも健康であるとの報告や、自分の歯で食事をする事は、“食べる喜び”に直結し、QOLの向上にも繋がるため、高齢期まで多数の歯を保持することが必要であると考えられる。したがって今後の歯科界では、生涯 20 本以上の歯を残すための治療や予防に対する指導方針を確立する必要がある。そこで、高齢者の現在歯数、口腔内の状態、口腔保健行動、Breslow の生活習慣を調べ、20 歯以上保有するための要因を明確にした。

【材料と方法】

松本歯科大学病院口腔診療部に来院された 65 歳以上の 57 名（男性 31 名、女 26 名）を対象に、現在歯数、刺激唾液量 (ml/5min)、唾液緩衝能 (4 段階評価)、ブランク・コントロール・レコード (PCR)、プロービングデプス (PD) の平均、歯周検査時出血率 (BI: Bleeding Index)、動揺歯率 (検査歯数における動揺歯の比率) を調べた。さらに、Breslow の 7 つの生活習慣 (喫煙・運動・飲酒・睡眠時間・体重維持・朝食・間食) とそれらを総合した健康指数 (HPI: Health Practice Index) を算出した。また、口腔衛生習慣としてフッ化物の使用状況における質問を実施した。これらの結果を基に、現在歯数と各項目との相関を調べ、年齢、刺激唾液量、唾液緩衝能、PCR、平均 PD、BI、動揺歯率、HPI、フッ化物の使用状況を独立変数、現在歯数 20 歯以上/未満を従属変数としたロジスティック回帰分析を実施し、20 歯以上を保持する要因を検討した。(松本歯科大学研究等倫理審査委員会 承認番号 220)

【結果】

現在歯数と各項目の Spearman の順位相関係数は、年齢-0.17、刺激唾液量 0.24、緩衝能 0.60、PCR-0.33、平均 PD-0.42、BI-0.50、動揺歯率-0.61、HPI 0.33、フッ化物 0.460 であった。緩衝能、PCR、平均 PD、BI、動揺歯率、HPI、フッ化物の使用状況と現在歯数との間に有意な相関を認めたが、年齢および刺激唾液量との間には相関は認められなかった。ロジスティック回帰分析の結果から、緩衝能 (オッズ比 5.23; 95%信頼区間 1.43-19.23)、動揺歯率 (オッズ比 0.88; 95%信頼区間 0.80-0.98)、HPI (オッズ比 3.07; 95%信頼区間 1.30-7.25) 及びフッ化物の使用 (オッズ比 2.32; 95%信頼区間 1.15-4.67) と現在歯数を 20 歯以上有することとの間に有意な関連 ($p < 0.05$) が認められた。すなわち、唾液緩衝能、HPI、フッ化物の使用は現在歯数を 20 歯以上保有する要因であり、動揺歯率は 20 歯未満となるのを促進する要因であることが示された。

【結論】

本研究より 65 歳以上において現在歯数を 20 歯以上保つ要因は、唾液緩衝能が高いこと、歯周組織が安定し動揺歯がないこと、規則正しい生活習慣を保つこと、習慣的にフッ化物を使用することが示された。したがって、高齢になっても現在歯数を多く残すには、20 代や 30 代から唾液検査や歯周基本検査を実施し、歯が喪失する可能性を持つハイリスク者を早期に抽出する必要がある。そして、各個人に対して危険因子を説明し、日常生活の中で本人自身でも意識付けもらうことが重要である。医療者側は、緩衝能が低い人には定期検診の短期化を勧め齲蝕の罹患を予防する。また、継続的な歯周治療の推進、食生活を含む生活習慣の改善指導と適したフッ化物の使用などの口腔保健指導が必要であると示唆された。

下顎切歯根尖部に腫瘍状硬化物が認められた 1 症例

¹木島歯科医院、²千葉メディカルセンター歯科口腔外科、³東京医科歯科大学大学院 歯制御学分野
○木島峯雄¹、木島武尊¹、花澤康雄²、大槻昌幸³、田上順次³

Tumor-like hardening tissues around apical of lower incisors: a case report

¹Kijima Dental Clinic, ²Department of Oral Surgery, Chiba Medical Center, ³Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)
○KIJIMA Mineo¹, KIJIMA Takeru¹, HANAZAWA Yasuo², OTSUKI Masayuki, TAGAMI Junji

【症例】

下顎切歯歯根部に多数の球状の不透過像が認められた 1 症例について報告する。

2007 年 4 月 49 歳の女性。右下奥歯と前歯部のブリッジの動揺を主訴に木島歯科医院を来院した。特に異常な既往歴なし。重度の慢性歯周炎と診断し、歯周初期治療を開始した。下顎右側側切歯はブリッジの支台歯で、動揺度 2 度であった。エックス線で歯根長の約 4/5 の歯槽骨吸収が認められた。また、根尖とその近遠心に球状の不透過像が認められた。

2007 年 11 月 同歯の根尖から離れた所にエックス線で不透過像が認められ、小硬化物が結合したもののように思われたが、経過観察とした。

2014 年 9 月 パノラマエックス線写真で下顎右側側切歯から左側中切歯の根尖部に及ぶ歯槽骨の吸収が認められた。同部に多数の球状の不透過像が歯根周囲にみられた。

2017 年 8 月 パノラマエックス線写真で同部の球状の不透過像の増大が認められた (Fig 1)。CT 撮影を行ったところ、唇側から舌側にかけて不定形の硬化物様の不透過像が認められ (Fig 2)、それにより歯槽骨が吸収しているように思われ、歯牙種と診断した。歯牙種であれば、保存も可能と考えられたが、骨の吸収が大きく、かなり多くの硬化物が癒合しているため、抜歯の適応であると診断した。

2018 年 11 月 千葉メディカルセンターに依頼し、局所麻酔下で下顎右側犬歯、側切歯および左側中切歯 (下顎中切歯は欠損) を抜去し、即時義歯を装着した。抜去の際に、不良肉芽組織の除去等を同時に行うことを予定し、多量の出血が予測されたため、入院での処置となった。病理組織診断では、不透過像は歯石であった (Fig 3)。短期間の術後の腫脹があったが、骨の再生も認められ、経過は良好である。

【考察】

エックス線では歯牙腫のような不透過像を呈した硬化物様であり、臨床症状とエックス線所見から歯石と診断することは困難であった。普段見慣れない異常所見については、早期に、専門医等に診断を依頼することも必要と思われる。

なお、発表に際し、患者本人に本症例の主旨を十分に説明し、同意を得ている。



Fig 1. Image of panoramic radiograph

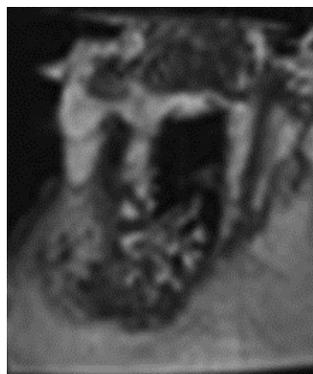


Fig 2. Image of computer tomography

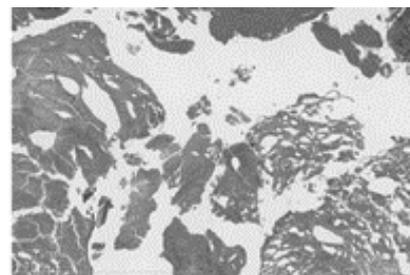


Fig 3. Histopathological image

歯根の問題が原因で口臭が生じた3症例

福岡歯科大学総合歯科学講座¹⁾

福岡歯科大学口腔保健学講座²⁾

○瀬野恵衣¹⁾・米田雅裕¹⁾・谷口奈央²⁾・大曲紗生¹⁾・山本 繁¹⁾・山田和彦¹⁾・伊崎佳那子¹⁾・廣藤卓雄¹⁾

Pathologic halitosis caused by the tooth root problem – case series

Department of General Dentistry, Fukuoka Dental College¹

Department of Preventive and Public Health Dentistry, Fukuoka Dental College²

○Kei Seno¹⁾, Masahiro Yoneda¹⁾, Nao Taniguchi¹⁾, Sami Omagari¹⁾,

Shigeru Yamamoto¹⁾, Kazuhiko Yamada¹⁾, Kanako Izaki¹⁾, Takao Hirofujii¹⁾

【緒言】

口臭は社会生活上の大きな障害となることがあり、口臭を主訴に来院する患者も増加している。病的口臭の原因の大部分は口腔内にあり、歯周疾患由来のことも多い。歯周疾患が原因で口臭が発生している場合は、口腔内に多量の歯周病原性細菌が棲息しているため、歯周基本治療で細菌数を減らすことにより口臭は減少する。しかし、歯根の問題で歯周ポケットが形成されている場合は、歯周基本治療だけで口臭を減らすことは困難であり、抜歯が必要なこともある。

今回われわれは、歯根の問題から歯周炎が進行し、口臭が生じた3症例を紹介する。

【症例】

1. 39歳男性。初診の3年前から口臭が気になっていた。歯科医院を2ヶ所受診し歯周治療を受けるも口臭が減少しないため福岡歯科大学医科歯科総合病院口臭クリニックを受診。初診時、官能検査で「明らかな口臭」を認め、ガスクロマトグラフィー検査でも嗅覚閾値以上の揮発性硫黄化合物 (VSCs) が検出された。

歯周組織検査およびデンタルエックス線写真で21の歯根破折が疑われた。歯肉を剥離し surgical inspection を行ったところ広範囲に外部吸収を認めたため、患者の同意を得て抜歯した。抜歯後は口臭が消失し患者満足が得られた。

2. 41歳女性。初診の約15年前に上顎左側小臼歯部の補綴処置を受け、その後口臭が気になるようになった。2年前に口臭治療を希望して別の歯科医院を受診。歯周基本治療を行ったが口臭が減少しないため、同医院の勧めで口臭除去剤を購入した。しばらく口臭除去剤の使用を継続しても口臭が減少しないため当院に来院。

初診時、官能検査で「強い口臭」を認め、ガスクロマトグラフィーでも高濃度のVSCsが検出された。歯周組織検査およびデンタルエックス線写真で24の歯根破折が疑われた。「口臭が減るなら抜歯してほしい」との患者の希望で抜歯。抜去歯を観察したところ、近心面に直径約3mmの穿孔を認めた。抜歯後は口臭が消失し、患者満足が得られた。

3. 34歳女性。「数週間前から親知らず付近の歯ぐきから膿が出て、口臭が気になる」とのことで来院。

官能検査で「弱い口臭」を認め37遠心部歯肉から持続的排膿を認めた。37FMCを除去したところ歯根破折を認めたため保存困難と説明。患者の同意が得られたので37を抜去して、28を移植した。抜歯後は口臭が減少し、移植後の経過も良好である。

【結論および考察】

口臭は口腔内のタンパク質を歯周病原性菌等が分解してVSCsを産生することによって生じる。原因疾患がない場合はブラッシングや舌清掃などの口腔清掃で改善するが、歯周疾患等の原因疾患がある場合には治療を行わないと口臭は減少しない。

症例1は過去に打撲の既往があり、内部吸収、外部吸収が進行して歯周組織破壊が起こったと考えられる。症例2の原因は不明であるが、何らかの理由で歯根に穿孔し炎症が起きたものと考えられる。症例3は歯根破折による骨吸収が進行し炎症が周囲に波及したと考えられる。

できる限り歯の保存につとめるべきであるが、場合によっては早期に抜歯して口臭を減らすことも必要である。口臭発生の原因が明らかにならないと患者は複数の歯科医院を受診することになるが、口臭を強く訴えることからドクターショッピングと誤解されることがある。患者の精神的負担を減らすためにも口臭の原因に関しては的確な診断が重要だと考えられる。

演題発表に関連し、開示すべき利益相反関係にある企業・団体等の有無：無し

Lactobacillus pentosus strain B240 の継続摂取による無刺激唾液分泌量、成分および性状に及ぼす影響 —無作為化二重盲検プラセボ対照比較試験—

¹⁾大塚製薬株式会社ニュートラシューティカルズ事業部 新規事業開発部,
²⁾大塚製薬株式会社ニュートラシューティカルズ事業部 大津栄養製品研究所,
³⁾文教大学 健康栄養学部, ⁴⁾東京医科歯科大学 大学院 歯学総合研究科 歯周病学分野
 ○清水 精一¹⁾, 斎藤 宏²⁾, 斎藤 高雄²⁾, 羽室 浩爾²⁾, 松村 康弘³⁾,
 池田 恵莉⁴⁾, 池田 裕一⁴⁾, 甲田 哲之²⁾

The effects of continuous administration of *Lactobacillus pentosus* strain B240 on the production, constituents and properties of unstimulated saliva in healthy adults.

- Randomized, double-blind, placebo-controlled parallel-group comparative study

¹⁾ Research and Development Department Nutraceuticals Division, Otsuka Pharmaceutical Co., Ltd.

²⁾ Otsu Nutraceuticals Research Institute Nutraceuticals Division, Otsuka Pharmaceutical Co., Ltd.

³⁾ Faculty of Health and Nutrition, Bunkyo University, ⁴⁾ Department of Periodontology, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

Seiichi Shimizu¹⁾, Takao Saito²⁾, Koji Hamuro²⁾, Yasuhiro Matsumura³⁾, Eri Ikeda⁴⁾, Yuichi Ikeda⁴⁾, Noriyuki Kohda²⁾

【背景】*Lactobacillus pentosus* strain B240 (以下、B240) は健康成人に継続摂取させることで、唾液中の IgA 分泌速度を増加させることおよび無刺激唾液分泌量を増加させることが報告されている (Kotani Y, et al Immun Ageing 2010; 7: 11.)。B240 無刺激状態の唾液分泌量促進は、IgA 分泌促進とは異なる生体防御機能の発現を示唆するものであるが、その詳細は不明である。

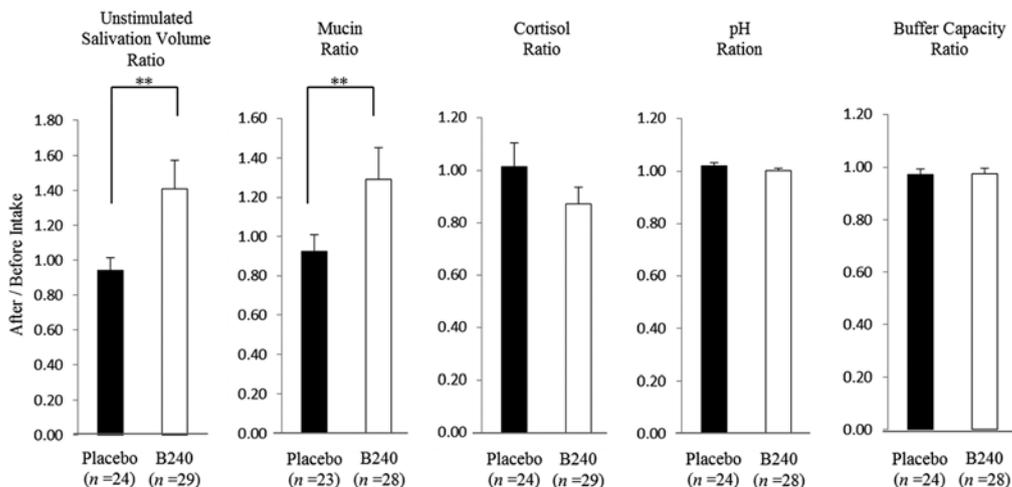
【目的】本試験は健康な成人において B240 継続接種による①無刺激唾液分泌量増加作用の再現性の確認と②唾液成分および性状に与える影響について検討することである。

【方法】40~65 歳の健康な男女計 60 人を対象とした無作為化二重盲検プラセボ対照並行群間比較試験を行った。28 日間、朝食時に B240 含有錠剤およびプラセボ錠剤を摂取させ、摂取前および 28 日後の無刺激唾液を流涎法により 10 分間採取した。採取後、唾液の分泌重量、pH、緩衝能および唾液中のムチン量、コルチゾール濃度を測定した。試験実施に際しては事前及び事後検診を行い、健康性および試験参加による有害事象の有無をモニターした。本試験はブレインクリニック倫理審査委員会の承認を得て行った (承認番号 BCC180115-1)。

【結果】試験期間中および終了時において B240 含有錠剤の摂取を原因とする有害事象は確認されなかった。B240 含有錠剤の摂取よりプラセボ摂取群に比して無刺激唾液分泌重量およびムチン量が有意に増加した。しかしながら、pH、緩衝能およびコルチゾール濃度はプラセボ摂取群との間に有意な変化は認められなかった。

【考察】B240 の継続摂取により、無刺激唾液、IgA、ムチンの分泌量が増加することから、B240 は口腔を介して生体への防御的役割を果たしていることが示唆される。今後、B240 の無刺激唾液分泌量増加の作用機序を解明し、生体防御機能への関わりを明らかにしていきたいと考えている。

【結論】B240 は継続摂取により無刺激唾液分泌量を増加させることが再確認され、また、B240 によるムチン量増加作用の新たな知見が得られた。



Mean ± SD, **P < 0.05 (Placebo Group vs. B240 Group) : Unpaired t test

第3次産業勤労者の口腔保健行動と意識

松本歯科大学大学院 健康増進口腔科学講座

○志倉 興紀

Oral health behavior and awareness of tertiary industry workers

Department of Oral Health Promotion, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University

○Okinori Shikura

【目的】

近年、口腔保健行動の重要性が謳われており、2016年に日本歯科医師会が実施した歯科医療に関する一般生活者意識調査から、「定期的なチェック」のために歯科医院を受診する人が増加傾向にあることがわかった。しかし、依然として「自覚症状がある」から歯科医院を受診すると回答する人も多い。そこで、第3次産業勤労者に対して予防関連の意識調査と口腔保健行動の実態をアンケート調査し、さらに訪問によるTBI介入の効果を調べ、今後の定期健診受診率を向上させるための啓蒙活動の方針と予防方法を確立することを目的とした。

【方法】

第3次産業の勤労者365名(年齢:18-84歳)を対象に直接法と郵送法を用いてアンケート調査(歯科医院に訪れる理由、定期健診の有無と理由、ブラッシングの知識・時間・1日の回数、補助具の使用、8020への関心)を行った。アンケート結果より定期健診をしている群(A群)としていない群(B群)に分け、A群/B群を従属変数としたロジスティック回帰分析を用いて定期健診との関連項目を検討した。

またB群から無作為に12名を抽出し、検者が会社に出向いて口腔内診査(歯式、プラークコントロールレコード(PCR))を実施した。そのうち6名にはTBIの指導をし(C群)、残り6名は指導を実施せず(D群)、各群の初回と6ヵ月後の口腔内診査の結果をWilcoxonの符号付き順位和検定を用いてTBIの効果を検討した。

【結果】

アンケート結果よりA群は102名、B群は261名であり、A/B群のロジスティック回帰分析から、男性(OR 0.528 ; 95%CI 0.330-0.846)、ブラッシングの知識(OR 2.878 ; 95%CI 1.676-4.942)、歯間ブラシの使用(OR 2.622 ; 95%CI 1.483-4.637)、フロスの使用(OR 2.010 ; 95%CI 1.093-3.693)は定期健診をしていることと有意な関連($p < 0.05$)が示された。業種、年齢、歯ブラシの回数、歯ブラシの時間、8020への関心には有意な関連は認められなかった。

C群のPCRは初回時より6ヶ月後が有意($p < 0.05$)に低下したが、D群では有意な差は認められなかった。また、歯科医院を訪れる主な理由は「自発痛があるとき」であり、患者が希望する定期健診を受診するための方法は「リコールの連絡が欲しい」であった。

【考察】

アンケートの結果から、定期健診受診の有無は業種や年齢に関わらず、口腔保健に関する個人の知識が強く関与していることが示唆された。しかし、これらの人は8020を目指しているわけではなく、生活の一部として口腔内のケアをしていると考えられた。また、歯科医師が勤務先に出向しTBIを実施する事でもPCRの効果があることから、今後多忙により定期健診を受診できない人に対しては、訪問指導をする等のアプローチも重要だと示唆された。

臨床ではリコールの連絡や患者の個性に合わせたTBIの実施をするとともに、定期健診の重要性を特に就業男性に理解していただくことが必要であると考えられる。そして自覚症状が出てからではなく定期健診の時期に歯科を受診していただけるよう、能動的に患者への連絡を行うことが有効だと考える。

口唇運動解析と骨導音解析による食リズム評価

大阪大学大学院 歯学研究科 口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)¹
大阪大学歯学部附属病院 医療情報室²
○山田 朋美¹、野崎 一徳²、林 美加子¹

**Novel evaluation method of masticatory function
by lip motion analysis using a motion capture device with bone-conducted sound analysis**
Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of
Dentistry¹

Division of Medical Information, Osaka University Dental Hospital²
○YAMADA Tomomi¹, NOZAKI Kazunori² and HAYASHI Mikako¹

【研究背景および目的】

健康寿命の延伸に向けて、食べ方を通じた「食」の重要性が高まっている。我々は、これまでに「歯から伝わる骨導信号」に着目した研究をすすめ、骨導および気導音の同時計測システムを構築してきた。「日常生活の食事の咀嚼回数・リズム、噛む力、飲食の頻度や総時間など」を「食リズム」という新たな概念でとらえ定量化することで咀嚼機能の解析や自発的な健康づくりに向けた行動変容を起こすことが期待できる。我々の解析技術を応用することで「食」を客観的にとらえる新たなシステムを生み出すことができると考えて、第149回日本歯科保存学会において、骨導音計測による咀嚼回数および咀嚼リズムの判定の可能性を検証し、骨導音計測手法ではごくわずかな顎の動きであっても咀嚼運動が確認できることを報告した。咀嚼数をカウントするデバイスや口の動きを観察した報告は複数あるものの、顎の動きを計測するもので大きく顎を動かさない場合、もしくは咀嚼していなくても口が動いている場合の精度についての検討が必要である。本発表では、解析精度や可視化による評価や対象者のモチベーション向上を考え、骨導信号計測と、光学式モーションキャプチャーシステムを用いた口唇運動解析による咀嚼機能の評価を行ったので報告する。

【方法】

本研究は、大阪大学大学院歯学研究科および大阪大学歯学部附属病院の倫理委員会にその研究目的ならびに方法について申請し事前に承認を得たうえで実施した (承諾番号: H29-E-38)。

十分な説明により書面にて同意を得た成人被験者を対象とした。被験者には、乳様突起部 (耳後ろ) に超小型骨導センサを装着した。また、光学式モーションキャプチャーカメラ2台および気導音収録用マイクロホン被験者前方に設置し、被験者の口唇周囲、顎、前額部に装着した反射マーカー (トラッカー) の動きをカメラにより収録した。上下の歯のタッピング時および様々な硬さの食品の咀嚼時において、歯から骨を介してセンサに伝わる骨導信号を音響振動レコーダに、トラッカーデータはモーションキャプチャーシステムにて記録した。被験者は、咀嚼するごとに手に持ったトラッカーを動かすようお願いした。骨導信号およびトラッカー信号は同期させ収録した。気導および骨導音データ、各マーカーのトラッカーの運動データはPC上の各種解析ソフトウェアにて音響処理および波形解析、運動解析を行い、咀嚼および嚥下時の継時的な特徴および変化量から咀嚼の頻度やリズム、口腔機能を評価した。

【結果と考察】

せんべいなどの大きさのある食材の場合、噛みはじめは大きく口をあけるため、上下の口唇のマーカー間距離を把握することで咀嚼の回数やリズムの確認は容易であったが、嚥下前の食塊が軟らかい状態となると口唇運動だけでは咀嚼信号の取得は困難となる。一方、骨導音解析を同期させて行うことで運動解析単独では難しい、嚥下直前までの咀嚼回数やリズム評価の把握や、嚥下直前に口唇や頬粘膜を動かして食塊を移動させる口腔機能に伴う動きを咀嚼運動と判別して把握することができた。引き続き、幅広い「食」関連情報を取得できるデバイス開発にむけ研究をすすめている。

本研究は、JSPS 科研費 挑戦的研究 (萌芽) 17K19907 の助成を受けて行ったものである。

Hmga2 の歯胚での発現と下顎骨成長への関与

日本歯科大学生命歯学部 歯科保存学講座¹、生化学講座²、発生・再生医科学講座³
○小玉裕樹¹、富山(美原)希美²、富永徳子³、井出吉昭³、中原貴³、前田宗宏¹、五十嵐勝¹、今井一志²

Expression of Hmga2 in tooth germ and involvement in mandibular growth

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

²Department of Biochemistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo

³Department of Developmental and Regenerative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo

○Yuki Kodama¹, Nozomi Mihara-Tomiyama², Noriko Tominaga³, Yoshiaki Ide³, Taka Nakahara³, Munehiro Maeda¹, Masaru Igarashi¹, Kazushi Imai²

【目的】

歯の発生および形成は、厳密な遺伝プログラムの下で行われる。最近では、Nanog や Sox2 といった幹細胞因子の歯胚形成への関与が示唆されている。High mobility group A2 (Hmga2) は未分化間葉細胞に特異的な転写因子で、胎生期に多く発現するのを特徴とし、様々な臓器の形成に関わっている。また、Hmga2 は歯髄幹細胞にも発現することが知られており、幹細胞因子としての働きに注目されている。しかし歯胚、歯および顎骨の形成との関連についてはほとんど不明である。そこで本研究では、Hmga2 の歯胚、歯および顎骨に与える影響について解析し、再生治療への一助となることを目的とした。

【方法】

胎生 12 日～生後 5 日齢のマウス下顎第一臼歯 (M1) の歯胚を材料とし、Hmga2 の発現と局在を免疫組織染色にて確認した。動物実験に際しては、日本歯科大学生命歯学部動物実験委員会の承認 (16-08-2) を得た。また、野生型マウスと Hmga2 K0 マウスの M1・下顎骨について、HE 染色および μ CT で比較検討した。次にマウス線維芽細胞に Hmga2 cDNA あるいは siRNA を導入後、リアルタイム PCR にて歯胚の形成に関与する遺伝子の発現変化を定量的に測定し、M1 歯胚における Sox2、Nanog の歯胚での発現と局在を免疫組織学的に解析した。

【結果】

免疫組織染色より、Hmga2 は胎生 12、13 日の歯胚 (蕾状期) において、原始口腔上皮細胞と周囲間葉細胞に強い陽性反応を示した。胎生 14、15 日 (帽状期) では、エナメル器、歯乳頭、歯小囊に強い陽性反応が見られた。胎生 16 から 18 日 (鐘状期) において、内エナメル上皮の陽性反応は急速に低下したが、外エナメル上皮、cervical loop および歯小囊における発現は高く保たれていた。これらの反応は、胎生 15 日以降において舌側で著明であった。生後の歯胚では陽性反応は急速に低下したが、歯堤には発現が一部残存した。また、HE 染色において Hmga2 K0 マウスは歯胚の大きさが減少する傾向を示した。 μ CT 解析により、M1 の矮小化、臼歯の萌出遅延、第 3 臼歯歯胚の発育遅延および下顎骨の劣成長が認められた。リアルタイム PCR の結果では、Hmga2 発現の増減が幹細胞因子、特に Sox2 と Nanog の発現に相関した。免疫組織化学的に野生型マウス胎生期歯胚では、Sox2 はエナメル器および歯小囊において Hmga2 と共局在し、Nanog はエナメル器と間葉組織に広く発現していた。Hmga2 K0 マウスにおいては、Sox2 および Nanog の間葉組織での発現は認められなかったが、Sox2 の発現は舌側で部分的に残存し、エナメル器や原始口腔上皮での発現は消失した。対照的に、エナメル器と原始口腔上皮における Nanog の発現には変化を認めなかった。

【結論】

Hmga2 は歯胚に発現し、発現段階に応じて局在が大きく変化するとともに、幹細胞因子等の発現に関与し、歯胚、歯、下顎骨の形成に影響を与えることが確認された。また Hmga2 遺伝子の発現停止が歯の矮小化と萌出遅延および下顎骨劣成長の原因となると考えられる。Hmga2 K0 マウスにおける Sox2 および Nanog の選択的な発現喪失および部分的な残存は、Hmga2 が歯胚の部位や細胞の状態によって幹細胞因子の発現に影響を与えることを示唆する。

銅含有ガラス粉末のメチルメルカプタンに対する消臭効果

1) OHS 研究所、2) 鶴見大学歯学部探索歯学、3) 石塚硝子株式会社
○渋谷耕司¹⁾、石川綾子³⁾、花田信弘²⁾、石川正夫^{1,2)}

Deodorizing effect of glass materials containing CuO on methyl mercaptan

Laboratory for Oral Health Science¹⁾, Ishizuka Glass Co., Ltd.²⁾,
Tsurumi University School of Dental Medicine³⁾.

○SHIBUYA Koji¹⁾, ISHIKAWA Ayako²⁾, HANADA Nobuhiro³⁾, ISHIKAWA Masao^{1,3)}

[研究目的]

口臭予防は快適な個人生活および社会生活を送るうえで重要である。口臭を抑制するために植物抽出物、ポリフェノールなどによる口臭原因成分のメチルメルカプタン (CH_3SH) の消臭効果が検討されてきた。しかし、これら成分を歯磨剤などの製剤に配合すると変色、活性の低下などで十分な効果を発揮することができなかった。

今回、 CH_3SH に対する消臭効果が報告されている金属化合物を含んだ非晶質固体粉末に着目し、 CH_3SH に対する消臭効果について口臭を考慮した実験系で検討を行った。また、 CH_3SH 産生菌の *Fusobacterium nucleatum* に対する抗菌作用についても調べた。

[材料と方法]

1. 材料

金属ガラスは、 $\text{Na}_2\text{O}\text{-CaO}\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ からなるアルカリ-アルカリ土類-ホウケイ酸ガラスをベース組成とする酸化銅 (CuO) 含有ガラス炉融急冷法で得たものを乾式粉碎して得られた粉末 (石塚硝子(株)製造) を試料とした。銅クロロフィリンナトリウムは市販の試薬を用いた。

2. 消臭試験

消臭試験は、容量が 23mL の密栓可能な試験管に試料溶液 (pH7.5) 2.5mL と CH_3SH 標準液 ($1\mu\text{g/mL}$) 0.5mL を混合し、 37°C 、6 分間反応後、気相中の CH_3SH 量をガスクロマトグラフ (検出器: FPD) にて測定した。

3. 抗菌試験

Fusobacterium nucleatum ATCC25586 (Fn 菌) を用い、各濃度の CuO 含有ガラスを含む TSB 培地中で嫌気条件 ($\text{N}_2 : \text{H}_2 : \text{CO}_2 = 8 : 1 : 1$ の混合ガス) 下、1~2 日間培養し、 OD_{655} より最少発育阻止濃度 (MIC) を調べた。

[結果]

CuO 含有ガラスは 0.005% 以上で CH_3SH に対し、90% 以上の消臭率を示し、銅クロロフィリン Na の約 100 倍の消臭効果を示した。また、反応時間も 1 分後より消臭効果が認められた。

炭酸カルシウムおよびシリカベースからなる市販歯磨剤に 0.1% CuO 含有ガラスを配合した歯磨剤について消臭効果を確認した結果、いずれの製剤でも 100% の消臭効果を示した。

さらに、Fn 菌に対する MIC は、 CuO 含有ガラスは $63\mu\text{g/mL}$ 、銅クロロフィリン Na は $1000\mu\text{g/mL}$ 以上であった。

[考察及び結論]

CuO 含有ガラスは、0.005% 以上で CH_3SH に対する消臭効果を示し、消臭反応も短時間で認めた。また、0.1% 配合歯磨剤でも消臭効果を認め、Fn 菌に対する抗菌効果も確認したことから、口臭予防口腔製品への応用が期待される。

医療面接に関わる資格保有のための一考察 第2報 (学生キャリア教育を中心として)

奥羽大学歯学部口腔衛生学講座¹⁾、歯科保存学講座²⁾
○車田文雄¹⁾、佐藤穂子²⁾、佐々木重夫²⁾、木村裕一²⁾

A consideration for qualified possession related to medical interview — second report — (With student career education as the center)

Dept. Preventive Dentistry and Conservative Dentistry OHU University School of Dentistry
○Fumio KURUMADA, Yasuko SATOH, Shigeo SASAKI, Yuichi KIMURA

【 緒 言 】

先の149回本学会において、患者のキャリア領域に注視し、口腔内の訴えに限らず、本人の生活歴を含めた病歴聴取を円滑にするため(シュロスバークの4S)の知見を報告したが、今回はそれに引き続き、学生のキャリア教育が、今後の患者との医療面説も含めた臨床の現場での彼らの生きがい(意欲等)に如何に導くかの道標の方向性を示唆するための教員(歯科医師)の専門資格保有(キャリア系)の重要性を考察したのでここに報告する。

【 方法および結果 】

<キャリア教育の基本的な考え方>

文部科学省が謳う高等教育におけるキャリア教育の基本的な考え方は、
「自らの広げ視野を広げ、進路を具体化し、それまでに育成した社会的・職業的自立に必要な能力や態度を専門分野の学修を通じて伸長・深化させていく段階である」としている。また、医療系学部は元々将来の職業が決定しており、他学部とは違い、齟齬就職活動をしなくて済んだ時代が長かったが、現在ではマッチングが法制化され、研修予定施設では筆記試験や面接試験が行われたり、職域の幅の多様性も認知され、人生の転機としてキャリア教育の重要性が示唆されている。次に心理職を下記の如く、国家資格、大学・大学院・高等教育機関の資格、学会認定民間資格、団体認定民間資格に前回同様分類した。①国家資格・・・公認心理師(本年度日本初の心理職国家資格者誕生。文科省・厚労省共管)のみ。②大学・大学院・高等教育機関の資格・・・ガイダンスカウンセラー、学校心理士、臨床心理士等。③学会認定民間資格・・・応用心理士、音楽療法士、認定カウンセラー等。④民間法人・団体認定民間資格・・・カウンセリング心理士、教育カウンセラー等。(現在約77資格)最後に本学での活動事例については、学会当日に発表させて頂く。

【 考察および結論 】

1. クラス担任等の資格保有者が学生面談することで、よりカウンセリングマインドが学生に伝わり、ラポールの構築に発展すると考える。併せて教員からマインドフルネスをうけた学生が、臨地・臨床の現場(医療面接等)で患者等に還元できる機会が当然ながら出てくる可能性も大いにあると考えられる。

2. また、医療系大学でも発達障害の学生が徐々に入学し、彼らに対し合理的配慮(障がいに関した支援)が法的に位置づけられたことを根拠にすれば、発達障害者等を含めた多用な学生に対してもカウンセラー等だけでなく、上記同様の心理職歯科医師も対応することが望ましいと考える。

3. 「餅は餅屋」としての業務からなるチーム医療や他職種連携の協働作業も重要であるが、少し視点を変えて、現業務を活かしての心理・キャリア資格を取得することで、さらに自分自身の成長進歩にもつながると考える。

4. 今後の研究課題として、先に掲げた心理職資格に併せて、キャリアコンサルタント資格保有者の歯科医師(教員)のパーセンテージの把握や彼らの学生面談の具体的な調査を行い、行く行くは本学会で発表したいと考える。

以上のように相当な心理職があるが、特に教育機関の歯科医師(教員)は、患者のQOLの重要性から患者の心理的側面への配慮が重要である。ただし心理的因子の関与の度合いはケースにより様々であり、家族関係や学内の状況の調整を必要とすることもある。さらには幼児期に遡り生育歴を検討し直すことが必要な場合もあることからすれば、少なくとも上記①及び②の資格と併せてキャリアコンサルタント(国家資格)を取得していると、現場での患者に対する医療面接がよりスムーズに行われる可能性は大であると共に、学年主任およびクラス担任等がキャリアコンサルタント(国家資格)または前述の①～④を含む心理職資格を取得していると、現場での学生に対するキャリア相談ならびにカウンセリングがさらに円滑に行われる可能性は大であると考える。