新規ユニバーサルアドヒーシブ“Prime & Bond Universal”の歯質接着性能

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)]，近藤歯科医院 [3)]
○辻本暁正 [1,2)]，名倉侑子 [1)]，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)]，近藤　貢 [3)]

Bonding Performance of Newly Developed Universal Adhesive “Prime & Bond Universal”

Department of Operative Dentistry[1)], Division of Biomaterials Science, Dental Research Center[2)],
Nihon University School of Dentistry, Kondo Dental Clinic[3)]
○TSUJIMOTO Akimasa[1,2)], NAGURA Yuko[1)], SHIMATANI Yusuke[1)], NOJIRI Kie[1)],
ISHII Ryo[1)], TAKAMIZAWA Toshiki[1,2)], MIYAZAKI Masashi[1,2)], KONDO Mitsugu[3)]

【研究目的】

近年，歯質接着システムの開発方向は，歯面処理に汎用性を有するとともに歯質，セラミックス，ジルコニアあるいは歯科用合金などに対して接着を可能としたユニバーサル性を有するアドヒーシブへとなっている。このような潮流の中で，新規ユニバーサルアドヒーシブ Prime & Bond Universal (Dentply Sirona) が開発された。この接着システムは，従来のユニバーサルアドヒーシブが有するユニバーサル性を有するとともに，被着歯面の乾燥あるいは湿潤条件にかかわらず良好な歯質接着性能が得られることを特徴としている。

そこで演者らは，Prime & Bond Universal の歯質接着性について，剪断接着試験とともに歯質とコンポジットレジンとの接合界面の走査電子顕微鏡 (SEM) 観察から検討を行った。

【材料および方法】

供試したユニバーサルアドヒーシブは All-Bond Universal (Bisco), Prime & Bond Elect (Dentply Sirona), Prime & Bond Universal (Dentply Sirona) および Scotchbond Universal (3M ESPE) の，合計 4 製品とした。また，シングルステップセルフエッチアドヒーシブの Xeno JP (Dentply Sirona) を対照として用いた。エッチング材としては 35%リン酸エッチンググルの Ultra-Etch J (Ultradent Product) を，コンポジットレジンとしては Filtek Supreme Ultra (3M ESPE) を使用した。

1. 接着試験用試片の作成

接着試片の製作に際しては，ウシ下顎前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し，エナメル質あるいは象牙質平坦面を耐水性 SiC ペーパー# 320 を用いて研削した。次いで，リン酸エッチング材を用いて 15 秒間エッチングした試片 (トータルエッチ条件) およびこれを行わない試片 (セルフエッチ条件) を製作した。また，これらの試片の湿潤状態を Dry および Wet 条件の 2 群に分けて被着歯面を製作した。すなわち，Dry 条件とは水洗した被着歯面を 10 秒間エアブローしたものであり，Wet 条件とは被着歯面に対してキムワイプを用いてブロットドライしたものである。ISO29022 に従って，被着歯面に対し接着システムを製造社指示条件に従い塗布，光照射し，内径 2.38 mm，高さ 2.5 mm の Ultradent 接着試験用冶具を被着歯面に固定し，レジンペーストを塡塞，光照射を行い，これを接着試験用試片とした。

2. 剪断接着強さの測定

剪断接着強さの測定に際しては，接着試験用試片を 37 ℃精製水中に 24 時間保管後あるいは 24 時間保管後にサーマルサイクリング試験機を用いて，温熱負荷を 10,000 回負荷後，万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて，クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件で剪断接着強さを測定した。

3. SEM 観察

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

【成績および考察】

Prime & Bond Universal のエナメル質および象牙質に対する剪断接着強さは，被着面の湿潤状態によって影響を受けなかった。一方，Prime & Bond Universal のエナメル質および象牙質に対する接着強さは，いずれの条件においても他のユニバーサルアドヒーシブと同等の値を示したものの，Xeno JP と比較して有意に高い値を示した。また，Prime & Bond Universal とエナメル質あるいは象牙質との接合界面の SEM 観察では，いずれの条件においても良好な接合状態が観察された。

【結論】

本実験の結果から，新規接着システム Prime & Bond Universal は歯質に対する良好な接着性能を有しているとともに被着歯面の乾燥および湿潤条件にかかわらず安定したものであることが明らかとなった。

多用途ワンステップレジン接着システムの歯頸部健全歯質に対する初期引張接着強さに基づく接着評価

日本歯科大学 生命歯学部 接着歯科学講座
○河本　芽　鴇田智重　越田清祐　前野雅彦　奈良陽一郎

Bonding evaluation of multi-use one-step resin adhesive systems based on immediate tensile bond strength to cervical sound tooth substance

Department of Adhesive Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University
○KOMOTO Mei, TOKITA Chie, KOSHIDA Seisuke, MAENO Masahiko, NARA Yoichiro

【研究目的】コンポジットレジンを使用した直接修復は、患者の願いである最小限の侵襲と優れた審美的回復の両立に応えている。現在、ワンステップレジン接着システムは簡便かつ確実なコンポジットレジン修復を得るための代表的材料として、広く臨床で用いられている。加えて、近年のワンステップレジン接着システムは、歯質以外の素材に対する接着性獲得や処理液塗布後の待ち時間および光照射の省略など、多用途化や簡易化が図られている。本研究では、６種多用途ワンステップレジン接着システムを用いて、健全切削象牙質と健全切削エナメル質に対する初期引張接着強さ（ITBS）を測定し、平均接着強さ、接着信頼性および接着耐久性の観点から、これらシステムの接着について評価検討した。

【材料および方法】被験歯には本学部研究倫理委員会の承認を経て、0.1%チモール水溶液に保存したヒト抜去下顎小臼歯から、齲蝕や実質欠損を認めない健全歯 48 歯を選択した。多用途ワンステップ接着システムには、処理液塗布後の待ち時間が設定されたシステム３種；BeautiBond Multi（**BBM**: Shofu）、Prime & Bond Universal（**PBU**: Dentsply Sirona）、Scotchbond Universal Adhesive（**SBU**: 3M ESPE）、塗布後の待ち時間を必要としないシステム２種；G-Premio Bond（**GPB**: GC）、Clearfil Universal Bond Quick（**UBQ**: Kuraray Noritake Dental）、および塗布後の待ち時間・光照射を必要としないシステム１種；BONDMER Lightless（**BML**: Tokuyama Dental）の計６種を選択した。被験歯の頬側歯頸部に対し、規格化 V 字状窩洞を形成し、歯肉側象牙質切削面を **SD**、歯頂側窩縁に付与したベベル部分のエナメル質切削面を **SE** とした。その後、各歯面に対して製造者指定の処理を行い、被着面処理完了後２分間以内の ITBS 値測定を行った。得られた測定値（n＝8）は、二元配置分散分析、Tukey の検定による統計学的解析を経て、各システムの対 SD+SE ITBS 値（n＝16）に基づく歯頸部健全歯質への接着について、メジアンランク法によるワイブル分析を行った。

【成績と考察】 Fig. 1 に６種システム間における ITBS（s.d.）値の違いを示す。分析の結果、接着システム／歯質の違いは ITBS 値に対し有意な影響を与えていた。６種システムの ITBS 値は、エナメル質において UBQ≧SBU≧PBU≧BBM≧BML≧GPB の順に大きな値を示し、UBQ と SBU の値は BML と GPB の値より有意に大きく、また PBU と BBM の値は UBQ と SBU の値との間に有意差を認めなかった。一方、象牙質では、UBQ≧SBU≧PBU≧BBM＞GPB≧BML の順に大きな値を示し、UBQ、SBU、PBU、BBM の値が GPB と BML の値より有意に大きかった。以上から、処理液塗布後の待ち時間が設定された３種システムと待ち時間不要ながらも新規機能性モノマー配合のシステム UBQ が、良好な接着強さ獲得能を具備することが示唆された。また、各システムにおける SE/SD 値に注目すると、BBM を除く５システムで両値は同等であった。マイルドな脱灰能を示すワンステップレジン接着システムは、脱灰部への微小嵌合効力が主体となるエナメル質への接着力獲得が困難であることが知られているが、近年のシステムを用いた場合には、象牙質に匹敵する接着強さを得られることが確認できた。Fig. 2 に、６種システム間におけるワイブル係数（Wm 値）と 10%累積破壊確率における推定破壊応力値（PF10 値）の違いを示す。分析の結果、Wm 値において UBQ≧SBU≧PBU≧GPB≧BBM＝BML の順に大きな値を示し、PF10 値では UBQ≧SBU≧PBU＞BBM＞GPB≧BML となった。塗布後の待ち時間を必要としない多用途接着システムの１つである UBQ は、接着信頼性の指標となる Wm 値および臨床的示唆に富む PF10 値のいずれにおいても最大値を示しており、操作の簡易化のみならず、接着信頼性・耐久性に長けた良質な接着獲得の両立達成に至っていることが明らかとなった。

【結論】多用途ワンステップレジン接着システムの初期接着は、システムおよび歯質の違いによる影響を受けた。また、処理液塗布後の待ち時間を求めない術式であっても、歯頸部健全歯質に対する優れた接着強さ獲得能に加え、接着信頼性・耐久性に長けた多用途接着システムが存在した。

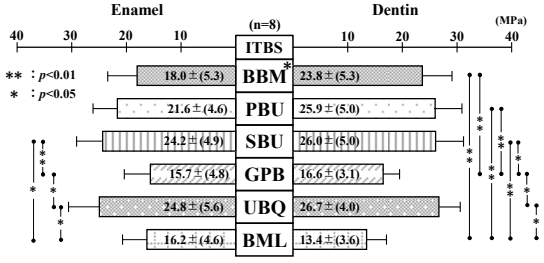


Fig. 1 Differences in ITBS to cervical sound enamel and dentin among six multi-use one-step resin adhesive systems

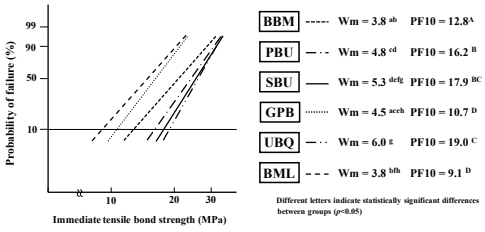


Fig. 2 Differences in the Wm and PF10 values among six multi-use one-step resin adhesive systems

本研究の一部は、JSPS17K11719 の助成を受けた。

各種酸処理材がエナメル質接着性能へ及ぼす影響

[1]東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野
[2]東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科口腔機能再建工学分野
○馬場 雄大[1]、佐藤 隆明[1]、髙垣 智博[1]、ビチェバ マルティナ[1]、池田 正臣[2]、二階堂 徹[1]、田上 順次[1]

Effect of different etchants on enamel bonding performance

1 Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University,
2 Oral Prosthetic Engineering, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University
○BABA Yuta[1], SATO Takaaki[1], TAKAGAKI Tomohiro[1], VICHEVA Martina[1], IKEDA Masaomi[2], NIKAIDO Toru[1], TAGAMI Junji[1]

【緒言】

1ステップセルフエッチング接着材(1-SEA)は、比較的高いpH（2.5-3.0）に設定されたものが多く、エナメル質に対する酸処理効果が不十分となる可能性が指摘されている。そのためエナメル質に対して選択的にリン酸エッチングするセレクティブエッチング法も推奨されている。しかしながら、リン酸による過度なエッチングは、象牙質における接着性能の低下を招くことが懸念される。近年、リン酸以外の酸処理材も臨床応用されているが、それらのエナメル質接着性能に及ぼす影響については十分に検討されていない。そこで本研究では、各種酸処理材が、セルフエッチング接着システムのエナメル質接着性能に及ぼす影響について比較検討した。

【材料及び方法】

健全ヒト抜去臼歯を2分割し、頬側および舌側歯冠中央部のエナメル質を#600耐水研磨紙にて研削し被着面とした(東京医科歯科大学倫理審査委員会承認 D2013-022-02番)。さらに酸処理方法によって未処理(CT)、マルチエッチャント(YAMAKIN)処理（ME）、エナメルコンディショナー(松風)処理（EC）、KエッチャントGEL(クラレノリタケデンタル)処理（KE）の4群とした。その後、クリアフィルメガボンド2(SE2, クラレノリタケデンタル)またはアドヒースユニバーサル(ADU, Ivoclar Vivadent)を用いて業者指示に従って接着し、内径0.79 mmタイゴンチューブを被着面に安置し、光照射した（VALOキュアリングライト、ハイパワーモード1400mW/cm^2、ULTRADENT)。さらにコンポジットレジン（クリアフィルAP-X、クラレノリタケデンタル）をチューブ内に填入し、20秒間光照射した。試料は、37℃水中に24時間保管後、クロスヘッドスピード1 mm/minにて微小せん断接着試験を行った。得られた値は、2 way-ANOVAおよびt-test with Bonferroni correctionを用いて有意水準5%にて統計処理した。また上記同様に処理した試料に対してLiら(J Dent. 2010)の方法に準じて接着材―エナメル質界面のAcid-base resistant zone(ABRZ)のSEM観察を行った。

【結果及び考察】

微小せん断接着試験の結果を表に示す。CT群においてSE2はADUよりも有意に高い接着強さを示した（$p<0.001$）。一方、ME群、EC群、KE群においては、接着強さに有意な差が認められなかった。SE2においては、CT群と比較してME群は有意に低い接着強さを示し($p<0.01$)、EC群、KE群とは有意な差が認められなかった。ADUの接着強さはME群ではCT群と比較して有意差は認められなかったが、EC群、KE群においては有意に向上した($p<0.001$)。本結果から、ADUの比較的高いpHは、エナメル質に対して酸処理効果が不十分である可能性が示唆された。SEM観察において、すべての群においてABRZが観察され、酸処理材の併用によりABRZが肥厚する傾向が認められた。

【結論】

セルフエッチング接着システムのエナメル質接着性能に酸処理材が及ぼす影響は、SE2とADUで異なった傾向を示した。

Table. Micro-shear bond strengths (n=20, MPa ± SD)

Mean value (MPa)	CT	ME	EC	KE
SE2	$36.6 \pm 5.2^{a,A}$	$29.3 \pm 5.6^{A,B}$	34.5 ± 5.3^{C}	$40.9 \pm 8.2^{B,C}$
ADU	$23.7 \pm 5.5^{a,D,E}$	28.4 ± 6.1^{F}	32.8 ± 6.6^{D}	$36.6 \pm 10.3^{E,F}$

Same superscript capital letters indicate statistically differences among etchants ($p<0.05$).
Same superscript lowercase letter indicates statistically difference between adhesives ($p<0.05$).

レジンコーティング法と仮封材が CAD/CAM レジンブロックを用いた レジンセメントの象牙質接着強さに及ぼす影響について

東京医科歯科大学大学院　う蝕制御学分野
○アフメド・アブド，高橋礼奈，二階堂徹，田上順次

The influence of resin coating technique and temporalization on dentin bond strength of resin cement with CAD/CAM resin block

Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Tokyo Medical and Dental University (TMDU)
○Ahmed Abdou, Rena Takahashi, Toru Nikaido, Junji Tagami

Objectives: To evaluate the influence of resin coating technique using all-in-one adhesive systems and temporalization on dentin bond strength of resin cements with CAD/CAM resin block.

Materials: All-in-one adhesive/resin cement combinations from the same manufacturers; Clearfil Universal Bond Quick/Panavia V5 (CB/Pv5) (Kuraray Noritake Dental), Scotchbond Universal Adhesive/RelyX Ultimate (SB/RxU) (3M ESPE) and Optibond All-in-one/NX3 Nexus (OP/NX3) (Kerr) were used.

Methods: The study design was shown in Fig. 1. 60 bovine dentin were left uncoated (control) or resin coated by one of three all-in-one adhesives. Each group was divided into “single-visit group” and “multiple-visit group”. For the single-visit group, the specimens were stored in distilled water for 1 h. For the multiple-visit group, the specimens were covered by a non-eugenol temporary cement (Temp-Bond™ NE, Kerr) and stored in distilled water for 1 week. Following this, 1.5-mm thickness of a CAD/CAM resin block (KATANA Avencia) was cemented to dentin surfaces with the all-in-one adhesive/resin cement combinations. After 24 h water storage, microtensile bond strengths (μTBSs) were measured at a crosshead speed of 1 mm/min. Statistical analysis was done using three-way ANOVA with pairwise comparison with Bonferroni correction (p=0.05).

Results: The results of μTBS test were shown in Fig. 2. Three-way ANOVA showed that the resin coating influenced μTBS ($p \leq 0.001$). The multiple-visit group resulted in lower μTBSs than that of the single-visit group. CL/Pv5 showed the highest μTBS followed by SB/RxU and the lowest resulted for OP/NX3.

Conclusion: The resin coating technique using the all-in-one adhesive system influenced the dentin μTBSs to CAD/CAM resin blocks with preferable single-visit without temporization.

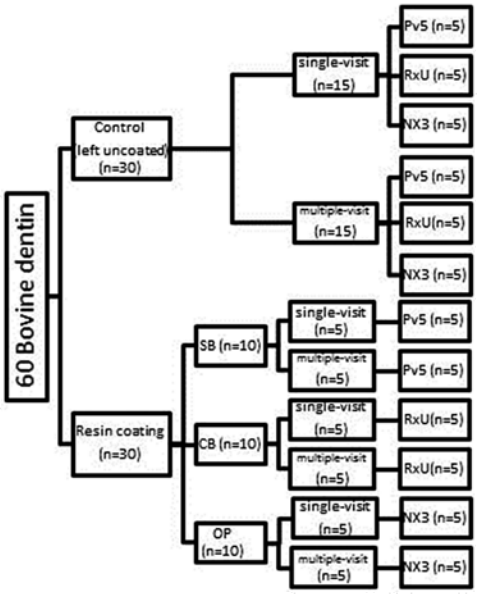


Fig. 1: Study design

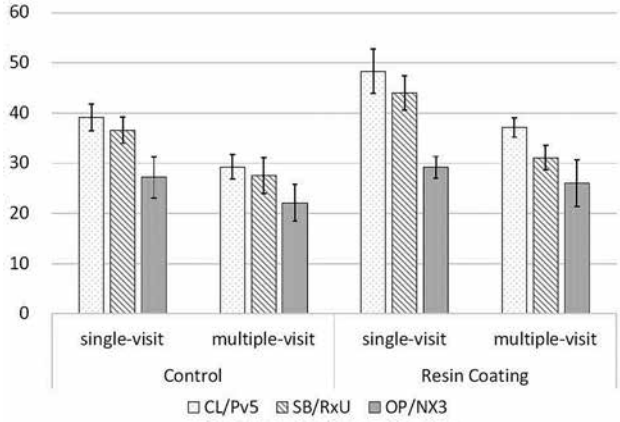


Fig. 2: The results of the μTBS test in MPa

ジルコニアセラミックス接着前処理におけるカルボン酸系モノマーの効果

[1]東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野
[2]東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科高齢者歯科学分野
[3]東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科口腔機能再建工学分野
○ナシリ ハンラー レイラ[1]、高垣智博[1]、猪越正直[2]、池田正臣[3]、二階堂徹[1]、田上順次[1]

The Effect of Carboxyl-based Monomers on Resin Bonding to Zirconia Ceramics

1 Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University,
2 Gerodontology an Oral Rehabilitation, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University,
3 Oral Prosthetic Engineering, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University
○NASIRY KHANLAR Leila[1], TAKAGAKI Tomohiro[1], INOKOSHI Masanao[2] ,IKEDA Masaomi[3], NIKAIDO Toru[1], TAGAMI Junji[1]

[Objective]

Durable adhesion to zirconia ceramics has remained as one of the challengeable issue in dentistry due to acid-resistant and silica-free surface. The purpose of this study was to evaluate the bonding performance of carboxylic-based monomers in the priming agents to yttria-partially stabilized zirconia (Y-PSZ).

[Materials and Methods]

Fully sintered zirconia disk-shaped specimens (11mm diameter; 4 mm thickness) of Y-PSZ (Katana HT, Kuraray Noritake Dental) were ground flat with #600-grit SiC paper, and were sandblasted with 50 µm alumina particles from a distance of 10 mm for 20 seconds at 0.2 MPa. Prior to cementation, blocks were assigned to 5 groups according to the chemical pretreatment with different primer: 1: no-treatment (Con), 2: PZ Primer (PZP), 3: PZ primer liquid A+MMA (PZA, as MDP primer), 4: Super-Bond liquid (SBL, as 4-META primer) or 5: experimental 5% 4-MET primer (MET) (all from Sun Medical). After priming, stainless steel rods were bonded to the zirconia specimens with MMA-based resin cement initiated with TBB (Super Bond C&B powder, catalyst and 99.8% MMA liquid). The bonded specimens were stored in distilled water (37 °C) for 1 day and 30 days. Tensile bond strength were measured using universal testing machine at crosshead speed of 2 mm/min (n=13) and failure modes were recorded. The data were analyzed with 2way-ANOVA and t-test with Bonferroni correction (α=0.05).

[Results and Discussion]

The results were shown in figure 1. Tensile bond strength after 1 day for PZA was significantly the highest among others (p<0.001). After 30 days, significant degradation of tensile bond strength was recorded in Con group. There was no significant difference among treated groups after 30 days (p>0.05).

[Conclusion]

Application of carboxylic based monomers were found to be effective in achieving a durable bonding to zirconia ceramics. The bonding performance to zirconia surface in short term were not influenced by different functional monomers for pre-treatment.

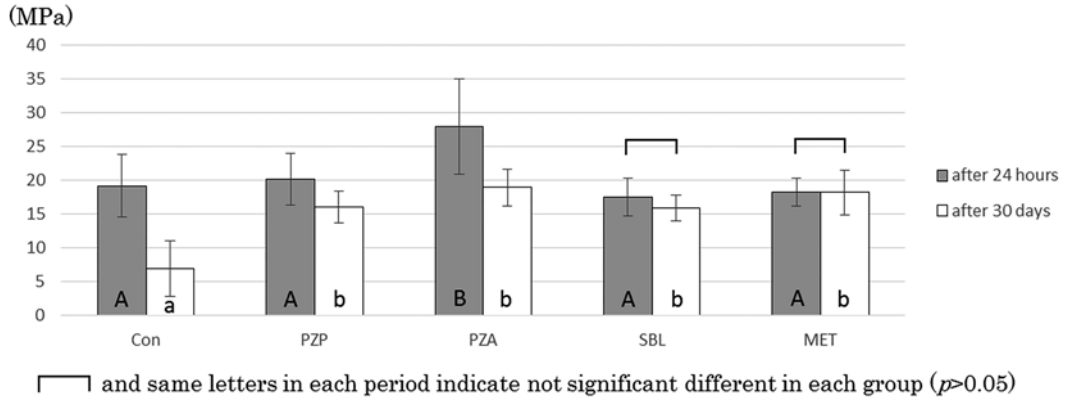


Figure 1: Tensile Bond Strength (MPa)

MMPs 活性抑制効果を持つ接着システムの象牙質に対する影響について

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，丁　群展，勝俣　環，西谷登美子，永山祥子，西谷佳浩

Influence of the new adhesive system inhibit MMPs activity on dentin.

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○HOSHIKA Tomohiro, KATSUMATA Aiichiro, TING Chun-Chan, KATSUMATA Tamaki, NISHITANI Tomiko, NAGAYAMA Shoko, NISHITANI Yoshihiro

【研究目的】近年コンポジットレジン修復の接着材料の開発が進み，接着性の向上や操作の簡易化が図られ，優れた接着性を示す製品が多くみられるようになった．現在１ステップ接着システムでありながら歯質のみならず様々な被着体に対しても良好な接着性を示すマルチユースを掲げる製品や，接着性を維持しつつ歯面処理時間の短縮も図られた製品も販売されている． しかし，その一方でさまざまな接着性の低下の要因が報告されており，長期耐久性を求める上で考慮する必要がある。現在，接着性材料の長期耐久性を向上させるため，いくつかのアプローチがなされている．本研究では，象牙質に内在し接着界面部のコラーゲン線維を加水分解する MMPs（Matrix Metalloproteinases）を抑制する新規接着材料について象牙質に対する影響を検討した．

【材料及び方法】本研究では MMPs 活性抑制剤としてタンニン酸，フッ化ジアンミン銀（商品名；サホライド．ビーブランド・メディコーデンタル）を用い，対象象牙質として鹿児島大学倫理委員会の承認のもと集められた新鮮なヒト抜去健全大臼歯を用いた．

①MMPs 活性抑制剤の効果を検討するため，10%リン酸にて脱灰した象牙質片（1 ㎜×2 ㎜×5 ㎜）を作成し，各 MMPs 活性抑制剤（5%，10%，20%タンニン酸水溶液，サホライド）で 30 秒間処理し，作成直後と MMPs 活性促進液浸漬 120 日後の乾燥重量を測定し比較した．また，脱灰象牙質表面の処理直後の硬度を測定した．

②接着性の検討として，次の実験を行った．歯冠中央部を耐水研磨紙#600 で研磨した象牙質面を被着面とした．また，歯面処理には試作ワンステップ接着システムを用い，各種濃度のタンニン酸で象牙質被着面処理後接着操作を行った群と接着システムに各種濃度のタンニン酸を配合し処理を行った群に分け，コンポジットレジンとして Clearfil AP-X（クラレノリタケデンタル：シェード A3）を積層築盛し，接着試料体を作製した．試料体は築盛後，24 時間 37℃の水中浸漬後試験に用いた．試料体を精密低速切断機（Isomet，Buehler）を用いて連続切片に切り出し，各切片を接着界面が 0.7㎜×0.7㎜になるように棒型に形成した．接着試料体の一部をランダムに抽出してマイクロテンサイル法による引張接着試験および走査電子顕微鏡(SEM)による破断面の形態察を行った.微小引張試験は卓上万能試験機(EZ Test，Shimadzu）を用いて，クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件下で行った．試料数を各 10 個とし，得られた結果は One-way ANOVA と Tukey’s test を用いて有意水準 5%にて統計処理を行った．

【結果】硬度測定により，Control 群（無処理）に対しタンニン酸処理群（5%，10%，20%），サホライド処理群では有意に高い値を示した．重量測定により，Control 群（無処理）に対しタンニン酸処理群（5%，10%，20%），サホライド処理群では有意に重量減少が抑制された．また，引張試験の結果として，Control 群は 52.1±7.2MPa，0.5%TA 群は 41.4±11.0MPa，1%TA 群は 44.0±24.7MPa，2%TA 群は 25.5±6.2MPa となり，タンニン酸を 2%以上配合することで有意に接着強さに差がみられた．

【考察および結論】

脱灰象牙質の硬度測定では，MMPs 活性抑制剤処理により処理前より高い数値を示し、また長期保管により重量減少が抑制されたことから，タンニン酸及びフッ化ジアンミン銀は象牙質コラーゲンを架橋することにより MMPs 活性に対し抵抗性を示すと考えられる．また引張試験結果により，タンニン酸を 2%以上配合することにより接着性が低下することが示された．今後，接着試料の長期経過後の観察を行うとともに，他の材料による MMPs 活性の抑制について検討を行う．

本研究は JSPS 科研費 JP15K20404 の助成を受けたものである．

C-factor が直接法コンポジットレジン修復の窩洞適合性に及ぼす影響

[1]東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野 [2]岡山大学大学院医歯薬学総合研究科歯科保存修復学分野 [3]Department of Restorative Dentistry, University of Washington School of Dentistry [4]国立長寿医療研究センター
○柏 美砂[1]、林 樹莉[1]、島田 康史[1,2]、Sadr Alireza[1,3]、吉山昌宏[2]、角 保徳[4]、田上 順次[1]

Effect of C-factor on Sealing Performance of Direct Resin Composite Restoration

[1]Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan [2]Department of Operative Dentistry, Okayama University, Okayama, Japan [3] Department of Restorative Dentistry, University of Washington School of Dentistry, Seattle, USA [4]National Center for Geriatrics and Gerontology, Obu, Japan
○Misa Kashiwa[1], Juri Hayashi[1], Yasushi Shimada[1,2], Alireza Sadr[1,3], Masahiro Yoshiyama[2], Yasunori Sumi[4], Junji Tagami[1]

【目的】直接法コンポジットレジン修復の主な臨床的問題として、重合収縮に起因する修復物辺縁封鎖の喪失（界面ギャップ形成）による、二次う蝕や術後知覚過敏が挙げられる。C-factor は接着修復の窩洞形態による窩壁適合性への影響を表す指標の一つであるが、界面ギャップ形成量との関係は明白ではない。本研究では波長走査型光干渉断層計（SS-OCT）を用い、異なる C-factor 条件下における界面ギャップ形成量や発生部位の違いを非破壊的かつ経時的に比較検討した。

【材料と方法】16 本の牛歯健全切歯の唇側面表層を#1000 耐水研磨紙で研削し平坦エナメル質面を調製後、ダイヤモンドバー（SF207CR）を用いて、注水下で窩洞外側縁は平坦エナメル質、窩底は象牙質に位置する、テーパー付き円筒形窩洞を形成した。実験群は評価する窩洞条件に応じて、以下の通り 2 群とした（n = 8）。

1. Small Cavity 群 ： 上面直径 2.5 mm、窩底直径 1.5 mm、深さ 1.5 mm、C-factor = 2.4
2. Large Cavity 群 ： 上面直径 3.5 mm、窩底直径 2.0 mm、深さ 1.5 mm、C-factor = 1.8

各窩洞はクリアフィルユニバーサルボンド Quick (Kuraray Noritake Dental) にて業者指示通りに歯面処理しクリアフィルマジェスティ ES フロー（Kuraray Noritake Dental）を一括充填後、LED 照射器により 10 秒間光照射を行った。SS-OCT (IVS-2000; Santec) にてリアルタイム断層観察を行いながら、光照射終了直後および 10 分後に SS-OCT データ取得を行った。画像解析ソフト（Image J）を用いて、エナメル質窩壁、象牙質窩壁及び窩底に生じた界面ギャップをそれぞれ抽出し、ギャップ形成率（Gap Length %）を定量解析した。得られた値は、被着歯質（エナメル質／象牙質）・ 窩洞の大きさ（Small cavity／Large cavity）・ 光照射後の経過時間（0 秒／10 分）の三要因を考慮し、多元配置反復測定分散分析を行ったのち、ボンフェローニ補正を用いてペアワイズ比較を有意水準 0.05 で行った。

【結果と考察】SS-OCT にて、窩壁及び窩底に生じた界面ギャップの経時的な進行挙動が明確に観察できた（Fig. 1）。リアルタイム断層観察では、ギャップ発生のタイミングは、窩壁部に先行して窩底部で確認された。ギャップ形成率の結果を Fig. 2 に示す 。エナメル質、象牙質ともに Small cavity 群に比較して、Large cavity 群の方が有意に小さいギャップ形成率を示した。また窩洞の大きさや光照射後の経過時間に関わらず、エナメル質界面と比較して、象牙質界面におけるギャップ形成率が有意に高かった。Small cavity 群のエナメル質界面におけるギャップのみが、光照射後 10 分間で統計学的有意な進行を認めたことから、光照射終了後に残存もしくは継続的に発生した重合収縮応力は、より高い C-factor を有する窩洞のエナメル質辺縁封鎖性に影響を及ぼす可能性が示唆された。

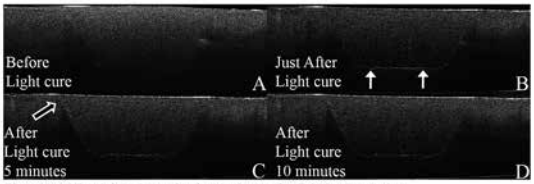


Fig 1. SS-OCT real-time observation for 10 minutes after finishing light curing

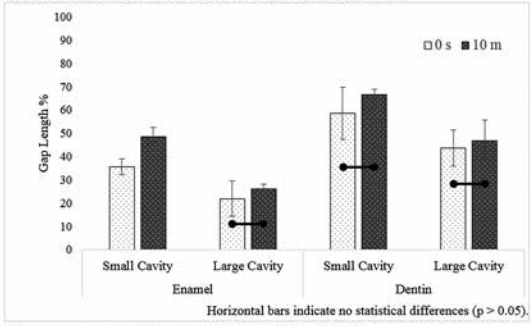


Fig. 2 Gap length percentage on enamel and dentin cavity interface

【結論】本実験条件において、直接法コンポジットレジン修復の界面ギャップは光照射終了後も進行していた。C-factor はエナメル質ならびに象牙質における窩洞適合性に影響を及ぼしていた。

ブタを用いた根管内バイオフィルムモデルの確立

[1]東北大学大学院歯学研究科口腔修復学講座歯科保存学分野、
[2]新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野
○田中利典[1]、半田　慶介[1]、兼平　正史[1]、長谷川　達也[1]、野杁　由一郎[2]、齋藤　正寛[1]

Establishment of intraradicular biofilm model in pig

[1]Operative Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry
[2]Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○Toshinori TANAKA[1], Keisuke HANDA[1], Masafumi KANEHIRA[1], Tatsuya HASEGAWA[1], Yuichiro NOIRI[2], Masahiro SAITO[1]

【目的】

根尖性歯周炎は根管系への細菌感染によって引き起こされ、根管形成および根管洗浄は根管内の壊死組織や感染物質を取り除く上で重要な役割を担っている。しかしながら、根管系にはイスマスやフィン、側枝や根尖分岐が存在しており、その内面全てを機械的に清掃することは極めて難しい。そこで、効率的な化学的清掃が求められ、その手法が多くの研究で取り上げられてきた。根管洗浄の評価は、透明根管模型や抜去歯を対象とした削片除去・洗浄液の到達度の観察や、数値流体力学によるシミュレーションが一般的で、根管内面に形成されたバイオフィルムの除去については明らかにされていない。近年、ラットを用いた根尖孔外バイオフィルムモデルで難治性根尖性歯周炎の病態の一部が明らかにされつつあるが、前臨床研究として発展させるためには実臨床に則した歯根長を有する大型動物での実験モデルの確立が求められている。そこで、本研究ではブタの顎骨に根尖性歯周炎を惹起させ、根管内バイオフィルムの性状を定量的および組織学的に観察し、評価を行った。

【材料および方法】

本研究は「国立大学法人東北大学における動物実験等に関する規程」を遵守し、国立大学法人東北大学環境・安全委員会動物実験専門委員会の許可のもと実施した（承認番号：2017 歯動-024）。

（１）根管開放による感染：2 月齢以上のブタの下顎第二小臼歯を用い、吸入麻酔下でデンタルエックス線写真撮影を行い、根管形態を確認したのちに局所麻酔下で髄腔開拡を行った。作業長を確認した上で根管内を手用ファイルと次亜塩素酸ナトリウムでデブライドメントし、開放のまま２週間口腔内環境に暴露し細菌感染させた。

（２）根管内バイオフィルムの成熟：その後アクセスキャビティを水硬性セメント（ミルコンテンポラリーシーラーホワイト：ヘレウスクルツァージャパン）とコンポジットレジン（MI フローII：GC）で二重仮封し、根管内を嫌気的環境とした。４週後、デンタルエックス線写真撮影を行い、CRP を計測するための採血後、全身麻酔下にて顎骨とともに歯を摘出した。

（３）根尖性歯周炎および根管内バイオフィルムの確認：摘出した試料について、根尖周囲の骨の状態をマイクロ CT で解析した。一部の歯については歯軸方向に分割し、根管内面を SEM にて観察した。また、根管内細菌感染の定量解析として、根管内に生息する細菌 DNA を抽出し、菌数を揃えた *Enterococcus faecalis* から抽出した DNA を reference とした real-time PCR 法を実施した。

【結果】

（１）デンタルエックス線写真から、今回用いたブタの下顎第二小臼歯は根未完成歯であった。（２）マイクロ CT 解析により、近遠心根共に根尖部に病変が形成されていた。（３）術前、アクセスキャビティ封鎖前、4 週間仮封後の顎骨摘出前の CRP は、アクセスキャビティ封鎖前で値は上昇し、顎骨摘出前の時点で下降していた。（４）SEM の観察から、根管内面に細菌の存在が観察され、バイオフィルムのひとつの特徴である多層構造の形成が確認された。（５）real-time PCR 法より、ネガティブコントロール群と実験群では 1,000 倍以上の菌の生息が観察された。

【結論】

本研究では、日常臨床と同じ根管治療器具器材を用いて、大型動物であるブタで慢性炎症を惹起する根管内バイオフィルムモデルを確立することができた。また、本モデルは根管内バイオフィルムの新規除去法の開発や、歯髄再生療法に向けて細胞培養加工・再生医療製品を *in vivo* で評価する前臨床試験に応用できることが示唆された。

Er:YAG レーザーを用いた根管洗浄時に生じる蒸気泡の挙動
-チップ直径および照射エネルギーによる影響-

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
○高野晃，渡辺聡，本郷智之，八尾香奈子，井手彩集，佐竹和久，興地隆史

Vaporized cavitation bubbles during root canal irrigation activated by Er:YAG laser: Effect of tip diameter and laser energy

Department of Pulp Biology and Endodontics, Division of Oral Health Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)
○KONO Akira, WATANABE Satoshi, HONGO Tomoyuki, YAO Kanako, Ide Ayai, SATAKE Kazuhisa, OKIJI Takashi

【目的】

近年 Er:YAG レーザーを用いた根管洗浄（laser-activated irrigation, 以下「LAI」）の有効性が注目されている．我々は LAI で生じる根管内での蒸気泡の挙動に着目し，第 38 回日本歯内療法学会にて蒸気泡の挙動がレーザーのチップ形状により有意に影響されることを報告した．本研究では，蒸気泡の数，速度およびその大きさに対して，レーザーチップ径および照射エネルギーの相違が及ぼす影響を解析した．

【材料および方法】

根管長 20 mm，40 号 0.06 テーパーに調整したプラスチックピペットチップ（10μ ロングチップ，深江化成）を模擬根管とし，蒸留水を満たした状態で実験に供した．Er:YAG レーザー装置（Erwin AdvErl，モリタ製作所）および 2 種の付属レーザーチップ，すなわち R200T（円錐状，φ200 μm），R600T（円錐状，φ600 μm）を使用し，レーザーチップ先端を根管模型基底部から 15 mm の位置に固定して 40 または 70 mJ, 20 pps の条件で 5 秒間レーザー照射した（各 n = 7）．模擬根管内の蒸気泡の発生挙動をハイスピードカメラ（VW-9000，キーエンス）で撮影し，0.5 秒ごとに蒸気泡の数，速度，面積を解析ソフト（Dipp-Motion V）を使用し解析した．統計学的解析には二元配置分散分析および Tukey-Kramer 検定を用い，有意水準 5%とした．

【結果】

蒸気泡の数において，レーザーチップ径および照射エネルギーが小さいことにより有意に減少した（$p<0.05$）．蒸気泡の速度において，レーザーチップ径が小さく，照射エネルギーが大きいと有意に増加した（$p<0.05$）．蒸気泡の面積において，レーザーチップ径が小さい，あるいは照射エネルギーが小さいことにより有意に減少した（$p<0.05$）．また、蒸気泡の数，速度，面積はいずれも時間要因に有意差を示さなかった（$p>0.05$）．

【考察】

Er:YAG レーザーを用いた LAI では，レーザーチップ先端周囲の水の微小爆発によって生じる蒸気泡の発生と消失の過程で，高速の水流，衝撃波が生じると考えられている．本研究結果では，蒸気泡の数はレーザーチップ径および照射エネルギーにより有意に影響された．また高速水流で生じる根管壁に対する剪断応力は水流速度と比例すると報告されており（Ahmad et al, J Endod 1987;13: 490-499），照射エネルギーの出力が大きい，あるいはレーザーチップ径が小さい条件ではエネルギー密度が高くなり，蒸気泡の速度増加が生じたと考えられる．また蒸気泡の面積においては，レーザーチップ先端径が大きくなることでレーザーチップ先端の表面積も大きくなり，レーザーチップ先端周囲に発生する微小爆発の発生範囲が大きくなること，また照射エネルギー出力が大きくなることで，水に吸収されるエネルギーも大きくなり，比較的大きな微小爆発による大きな蒸気泡が生じたと考えられる．今後蒸気泡のみならず水流の分布範囲や清掃効果についても検討が必要である．また我々は照射エネルギーの上昇に伴い根尖孔外への圧力が高くなることも報告（Yao et al, Photomed Laser Surg 2017;35:682-687）しており，臨床応用に際しては適切な照射条件の設定について慎重な研究・検討を要する．

【結論】

本実験条件では，Er:YAG レーザーを使用した LAI において，蒸気泡の数および大きさはチップ径および照射エネルギーが大きくなることで増加した．またその速度はレーザーチップ径が小さく，照射エネルギーが大きいと増加した．蒸気泡の数，速度，面積とも有意な経時的変化はみられず安定した挙動を示した．

外因性の一酸化窒素刺激は歯髄幹細胞の象牙芽細胞分化を促進する

九州大学大学院歯学研究院 [1] 歯周病学，[2] 分子口腔解剖学
[3] 日本学術振興会特別研究員 DC2
○園田聡一朗 [1, 2, 3]，山座孝義 [2]，西村英紀 [1]

Exogenous nitric oxide accelerates odontogenic differentiation of rat dental pulp stem cells.

Departments of [1]Periodontology and [2]Molecular Cell Biology and Oral Anatomy, Kyushu University Graduate School of Dental Science, [3]Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science, DC2
○Soichiro Sonoda[1, 2, 3], Takayoshi Yamaza[2], Fusanori Nishimura[1]

（研究目的）

象牙質／歯髄複合体が感染や物理的刺激により一旦侵害を受容すると、その直下の象牙芽細胞は消失し、新しく象牙芽細胞が分化誘導される。その結果、修復象牙質が形成されることで、歯髄は外部侵害刺激から保護されることとなる。臨床的には、このような可逆性の歯髄炎において、歯髄炎の鎮静化と修復象牙質の形成を促進する事を目的として、歯髄の間接覆髄処置が施される。歯髄組織に存在する歯髄幹細胞 dental pulp stem cells（DPSCs）は、その高い増殖能力並びに象牙芽細胞への分化能力から、侵害受容後の修復過程における象牙芽細胞の供給源として、中心的役割を果たすと考えられる。我々は、*in vivo* ラット修復象牙質形成モデルにおいて、象牙芽細胞前駆細胞が一酸化窒素 nitric oxide （NO）を産生することを見出し、この過程における NO の機能的重要性を報告した（Mei et al., 2007）。本研究では、NO が DPSCs の細胞機能、象牙芽細胞分化能に与える影響を *in vitro* にて解析した。また、修復象牙質形成を誘導する新規の歯髄覆髄剤としての NO の可能性を、*in vivo* ラット修復象牙質形成モデルを用いて検討した。

（材料および方法）

ラット新生児切歯の歯髄組織より歯髄幹細胞（rat DPSCs; rDPSCs）を単離・培養した。この培養系に NO ドナー（NOC-18）および NO 消去剤（carboxy-PITO）を作用させ、rDPSCs の生存能および象牙芽細胞能を解析した。また、NOC-18 および carboxy-PITO による TNF α -NF- κ B シグナル経路への影響を NF- κ B 阻害剤 PDTC を用いて解析した。*In vivo* ラット臼歯窩洞形成による修復象牙質形成モデルにおいて、NOC-18 の窩洞への貼付が与える歯髄組織への影響を組織学的に解析した。九州大学動物実験委員会の承認のもと実施した。

（成績）

NOC-18 刺激下では rDPSCs の生存には影響が認められなかったが、象牙芽細胞への分化が有意に促進された。一方、carboxy-PITO を作用させた場合、NOC-18 刺激群および NOC-18 非刺激群のいずれにおいても、細胞生存ならびに象牙芽細胞への分化が有意に抑制された。NOC-18 刺激により活性化された TNF α -NF- κ B シグナルは、carboxy-PTIO 刺激によって抑制効果を受けた。さらに、NOC-18 刺激群に PDTC を作用させた場合、象牙芽細胞への分化が抑制された。*In vivo* ラット臼歯窩洞形成モデルにおいて、NOC-18 未貼付群と比較して、NOC-18 貼付群では、窩底直下の歯髄組織における ALP 活性の亢進が認められ、修復象牙質の形成が促進された。

（考察）

In vitro および *in vivo* の研究成果により、外因性の NO は、DPSCs の象牙芽細胞への分化を促進し、修復象牙質の形成を積極的に誘導することが示された。NO ドナーを間接覆髄剤として用いた場合、NO はガス状ラジカルであるため、象牙細管を通じて容易に歯髄腔内に到達可能であると考えられる。従って、NO ドナーは、歯髄内に存在する DPSCs を標的とする新規の歯髄覆髄剤として非常に有望であると示唆される。

（参考文献）

1. Mei, Y. F., Yamaza, T., Atsuta, I., Danjo, A., Yamashita, Y., Kido, M. A., Goto, M., Akamine, A., Tanaka, T. Sequential expression of endothelial nitric oxide synthase, inducible nitric oxide synthase and nitrotyrosine in odontoblasts and pulp cells during dentin repair after tooth preparation in rat molars. Cell Tissue Res. 328: 117–127 (2007).
2. Sonoda, S., Mei, Y., Atsuta, I., Danjo, A., Yamaza, H., Hama, S., Nishida, K., Tang, R., Kyumoto-Nakamura, Y., Uehara, N., Kukita, T., Nishimura, F., Yamaza, T. Exogenous nitric oxide stimulates the odontogenic differentiation of rat dental pulp stem cells. Scientific Reports. In press.

ニシカキャナルシーラーBG充填後のラット根尖歯周組織創傷治癒プロセス

[1]九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野，[2]ながよし歯科医院
○諸冨孝彦[1]，花田可緒理[1]，鷲尾絢子[1]，吉居慎二[1]，永吉雅人[2]，北村知昭[1]

Periapical Wound Healing Process of Rat after Filling of Nishika Canal Sealer BG

[1]Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Department of Science of Oral Functions, Kyushu Dental University, [2]Nagayoshi Dental Clinic
○MOROTOMI Takahiko[1], HANADA Kaori[1], WASHIO Ayako[1], YOSHII Shinji[1], NAGAYOSHI Masato[2], KITAMURA Chiaki[1]

【目的】バイオセラミックスのひとつであるBioactive glass (BG)は、骨補填等を目的とした生体材料として既に製品化されている。BGの優れた性質に着目し、我々は国内企業と共にBGを配合した根管用シーラーであるニシカキャナルシーラーBG（CS-BG）を開発・製品化した。CS-BGは高い生体親和性と象牙質結合による高い封鎖性に加え、臨床上必要なエックス線不透過性や易除去性を兼ね備えている。本研究ではラット抜髄・根管充填モデルを用い、CS-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った（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専用固定台に固定後、スチールラウンドバー（#1/2）を用いて上顎左右第一臼歯の髄室開拡を行った。遠心根を手用Kファイル（#15）で抜髄後、Ni-Tiロータリーファイル （EndoWave：モリタ）を用いて#25（.06テーパー）まで根管拡大・形成した。根管形成時の作業長は根尖孔を超えない長さ（3.5 mm）とした。EDTA製剤、次亜塩素酸ナトリウム製剤および滅菌生理食塩水にて根管内を洗浄しペーパーポイントで乾燥後、CS-BGおよび比較として酸化亜鉛非ユージノール系シーラー（ニシカキャナルシーラーN：CS-N）を用い、左右無作為に根管充填した。髄室は接着性レジンセメントにて封鎖し、咬合による影響を避けるため対合歯を削合した。術後1週（n=4)および3週(n=6)に全身麻酔下で4%パラホルムアルデヒド/PBSにて灌流固定し上下顎骨を摘出した。Morse’s法による脱灰を経て通法に従いパラフィン包埋後、6 μm厚の連続切片を作成した。切片をヘマトキシリン-エオジン重染色後、根尖部の新生硬組織形成状態、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。また根尖部の新生硬組織形成範囲と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】 術後1週における根尖部の硬組織形成状態は、両群とも根尖孔が硬組織で完全封鎖された例はなかったが、4例中3例で不完全な新生硬組織形成が確認された。炎症性細胞浸潤は、CS-BG群では根尖孔付近のみに観察されたものが1例、歯根膜内の一部まで確認されたものが3例であった。CS-N群ではそれぞれが2例ずつであった。セメント質吸収はCS-BG群で2例、CS-N群で1例が観察された。象牙質吸収像は両群ともに1例で認められた。根尖孔付近の歯根膜厚さの半定量的解析では両群間に差を認めなかった。術後3週における根尖部の硬組織形成状態は、両群とも根尖孔が硬組織で完全封鎖されているものが3例、根尖孔は完全封鎖してないが広範囲に硬組織形成を認めるものが2例、ほとんど硬組織形成が確認されないものが１例であった。根尖孔が完全封鎖された例における硬組織形成範囲の半定量的解析では、両群間で差はなかった。炎症性細胞浸潤はCS-BG群では3例に観察されず、他の3例では根尖孔付近に限局した炎症性細胞浸潤が観察された。CS-N群でも3例に炎症性細胞浸潤は観察されず、根尖孔付近に限局した炎症性細胞浸潤は2例、部分的に歯根膜内まで浸潤が確認されたものが1例であった。両群とも術後3週におけるセメント質や象牙質の吸収は観察されなかった。

【考察】ラット抜髄・根管充填モデルを用いた病理組織学的評価から、CS-BG充填後の根尖歯周組織創傷治癒プロセスはCS-N充填後と同等であることが明らかとなった。CS-Nは臨床応用されている根管用シーラーの中でも比較的高い生体親和性を有する。今回の結果はCS-BGは根尖歯周組織の創傷治癒プロセスに影響を与えないことを示している。

【結論】 Bioactive glass 配合根管用シーラーであるニシカキャナルシーラーBG は根尖歯周組織の創傷治癒プロセスを阻害しない。

歯学部５年生を対象とした歯内治療の再診時医療面接実習

愛知学院大学歯学部　歯内治療学講座
○鈴木　一吉，堀場　直樹，白川　肇，中田　和彦

Training of the Medical Interview at a Regular Visit for 5th-grade Dental Students in Endodontic Treatment

Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University,
○Kazuyoshi Suzuki, Naoki Horiba, Hajime Shirakawa, Kazuhiko Nakata

【目的】

医療面接や説明･指導に関わる医療コミュニケーションは，卒前教育においては初診時場面や病状･治療方針の説明を中心に教育内容が体系化されている．しかし，再診時の治療前の説明や治療後の説明についての医療コミュニケーション教育はまだ十分ではない．特に歯内治療は治療が数回にわたることが多く，患者にとって治療の進捗状況を把握することが難しい．さらに，治療に痛みが伴うことがあり患者は不安を感じることもある．このような患者の不安を解決するためには，診断能力や治療技術の向上はもちろんであるが，医療コミュニケーション能力の向上が必要である．従って，患者の理解を深めるための説明や不安などの感情面に対応できる医療コミュニケーションを学ぶための教育方法の開発が必要である．

そこで，我々は，歯内治療の再診時医療面接の教育を歯学部５年生対象に導入した．今回はその実習の内容と，実習に関する質問紙調査を行ったので報告する．

【方法】

歯内治療の再診時医療面接の実習は，歯学部５年生(110 名 2016 年)を対象に臨床実習期間に入る直前に行った．実習内容は 180 分間で，レクチャー，個人作業，グループ討論，全体発表，ロールプレイで構成した．実習前半は，歯内治療の治療前の説明と治療後の説明について抜髄後と根管充塡前の説明の２つの場面を想定し，「伝える情報」「収集する情報」を個人で考え整理し，次に小グループ内で意見交換をして全体発表を行った．実習後半は，歯科医師が対応に苦慮する考えや感情を持った患者の設定シートを利用しロールプレイを行った．患者の設定シートは「心配性の患者」,「自己主張の強い患者」,「怖がりの患者」の３種類を予め用意し，各シートには患者の性格，患者の気持ち，患者の要望，歯科医師への質問事項を記した．ロールプレイは抜髄１週間後の場面設定で当日の治療予定は根管充塡を行うことを想定し，３人一組で歯科医師役，患者役，歯科医師役の医療面接の評価者役となり，役割を代えながら行った．患者の設定シートの内容は患者役となった自分自身以外には提示しないようにした．実習終了時，学生に対して今回の実習の内容について質問紙調査を行った．質問は,「１．今日の内容はあなたのためになりましたか？」,「２．グループ討論の課題は適切でしたか？」,「３．ロールプレイは有意義でしたか？」の問いに対して１から５の５段階で１が最も満足度が低く５が最も満足度が高い選択肢とし，各項目には自由記載欄も設定した．さらに，今後どのような患者との医療コミュニケーションを学びたいかについての調査も行った．

【結果および考察】

実習後の質問紙調査の「１．今日の内容はあなたのためになりましたか？」に対しては，満足度が最も高い５が 48%であった．続いて４が 43%，３が 7%，２が２%，１が０%,「２．グループ討論の課題は適切でしたか？」に対しては，５が 53%，４が 31%，３が 14%，２が３%，１が０%,「３．ロールプレイは有意義でしたか？」に対しては５が 61%，４が 31%，３が６%，２が２%，１が０%であった．自由記載では再診時と初診時の医療面接の違いが分かった，紙面で見ているだけでは医療面接はなかなかイメージできないのでロールプレイは有意義だったなどがあった．「今後どのような患者との医療コミュニケーションを学びたいか？」の問いの回答には，モンスターペイシェント，歯科治療に消極的な患者，認知症の患者，保険治療と自費治療のインフォームドコンセント，コンプライアンスの低い患者，予約時間を守らない患者，耳の不自由な患者，自分より年上の患者，自分より年下の患者，自分と同世代の患者，異性の患者があった．

【結論】

今回行った実習では歯内治療の再診時の治療前と治療後の説明についての理解が深まると共に，臨床では様々な考えや感情を持った患者と接することがあることを知るきっかけとなったと考えられる．今後，今回の受講生がこれから学びたい様々なタイプの患者との医療コミュニケーション教育について，実施時期や方略の検討を行う予定である．

試作コンポジットレジン（ECM-001）の色調適合性評価

日本大学歯学部保存学教室修復学講座
○瀧本正行，黒川弘康，下山侑里子，飯野正義，矢吹千晶，宮崎真至，市石芳博

Evaluation of Color Matching Ability of Experimental Resin Composite (ECM-001)

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry
○TAKIMOTO Masayuki, KUROKAWA Hiroyasu, SHIMOYAMA Yuriko, IINO Masayoshi,
Yabuki Chiaki, MIYAZAKI Masashi, ICHIISHI Yoshihiro

【研究目的】各メーカーから市販されているコンポジットレジンは，色調あるいは透明性の異なる数種類のペーストで構成されており，これを組み合わせて用いることで幅広い症例に対応できようにされている。今回，ペーストに含有されるフィラーの微細構造による発色現象である構造色を応用することで，単一ペーストでより多くの症例の色調を再現することをコンセプトとしたコンポジットレジンが開発された。そこで，色調の異なる硬質レジン歯に規格窩洞を形成し，試作レジンペーストを填塞した際の，レジン充填部と窩洞周囲の硬質レジン歯との色調適合性について，同一製造者および他社製品のレジンペーストと比較することで評価した。

【材料および方法】試作コンポジットレジンとして ECM-001（以後，ECM，トクヤマデンタル）を，対照としてエステライト Σ クイック（以後，ELQ，トクヤマデンタル）およびフィルテックシュープリームウルトラ（以後，FSU，3M ESPE）を用いた。人工歯として硬質レジン歯（ゼンオパール，AU19，ジーシー）の上顎左右側中切歯を用いた。

1. 背景色による色調変化の測定

レジンペースト（シェード A2）を，内径 8.0 ㎜，厚さ 1.0 ㎜のテフロン型に填塞，ポリストリップ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℃精製水中に 24 時間保管した後，D_{65} 光源を用いた高速分光光度計（CMS-35FS/C, 村上色彩）とフレキシブルセンサー（FS-3，村上色彩）を用い，黒色基準板および白色基準板上で測色した。測色は，試片の中央付近を 3 回ずつ行い，その平均値を求め，L^*, a^*, b^*値および⊿E 値を算出した。

2. 色調適合性の評価

人工歯の唇側面中央付近に，直径 4 mm，深さ 1.5 あるいは 3 mm で，窩縁形態がバットジョイントの規格円形窩洞を形成した。この窩洞内面を，アルミナ粒子（50 μm）を用いて 5 mm の距離から垂直に，サンドブラスト処理（0.2 MPa）を 5 秒間行い，3 分間超音波洗浄した後，ボンドマーライトレス（トクヤマデンタル）を用いて製造者指示条件で処理した。次いで，レジンペーストを填塞，透明マトリックスを用いて圧接しながら 30 秒間照射した。

人工歯のシェードと填塞するレジンペーストのシェードの組合せは以下の通りとした。

Artificial tooth	ECM	ELQ	FSU
A2	Universal	A1, A2, A3, A4	A1, A2, A3, A4
A4		A1, A2, A3, A4	A1, A2, A3, A4

これらの試片を 37℃精製水中に 24 時間保管した後，窩洞から溢出したコンポジットレジンを SiC ペーパー#2000 を用いて研削した。次いで，コンポジットレジン研磨用ペーストおよび研磨用バフディスクを用いて研磨を行い，これを測定用試片とした。色調適合性の評価には，クリスタルアイ（CE100-DC/JP，オリンパス）を用い，レジン充填部と窩洞周囲の切縁側および歯頸側の人工歯の色調を確認することで⊿E 値を算出した。

【成績および考察】シェード A2 の硬質レジン歯に深さ 1.5 mm の規格窩洞を形成，レジンペーストを填塞した際の，レジン充填部と窩洞周囲との⊿E 値は，ECM で 2.6〜2.9 を示したのに対して，ELQ で 2.9〜15.4 を，FSU で 2.6〜11.5 であり，ECM で小さくなる傾向を示した。ECM はフィラー粒径および形状などを最適化することで特定の波長域の入射光を反射するよう設計されており，これが良好な色調適合性を示した理由と考えられた。

【結論】ECM は構造色を応用することで広範な色調適合性を有し，簡便かつ審美的な修復処置を行うことが可能であることが示された。

新規光重合型コンポジットレジン（ECM-001）のヒト歯牙との色調適合性の検討

東京医科歯科大学　大学院 医歯学総合研究科　う蝕制御学分野
○小林 駿、保坂 啓一、佐藤 健人、中島 正俊、田上 順次

Color adaptation of newly-developed resin composite (ECM-001) restored in human tooth

Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Tokyo Medical and Dental University, Tokyo Japan
○SHUN KOBAYASHI, KEIICHI HOSAKA, KENTO SATO, MASATOSHI NAKAJIMA,
JUNJI TAGAMI

【緒言】

近年、光重合型コンポジットレジンは、優れた接着性、審美性、耐久性及びコストパフォーマンスにより審美修復材料として、前歯部から臼歯部まで幅広く用いられている。しかしながら、歯の色調は部位や年齢によって様々であり、限られたシェードのコンポジットレジンで周囲歯質と正確に色調適合させることは容易ではない。トクヤマデンタルにより開発された新規光重合型コンポジットレジン（ECM-001）は、構造発色技術を応用したフィラーが配合され、単一のコンポジットレジンであらゆる色調の歯に対し高い色調適合性を持つとされている。そこで本研究では、様々な色調のヒト抜去歯を用い、歯頚部及び歯冠部に形成された窩洞にECM-001を充填しその色調適合性を視覚全色域カメラ（二次元色彩計RC500）により評価・検討を行った。

【材料及び方法】

実験には ECM-001（トクヤマデンタル）、エステライトアステリア（シェード A3B 及び NE, トクヤマデンタル）の 3 種類のコンポジットレジンを用いた。健全ヒト抜去小臼歯をクリスタルアイ（OLYMPUS）により測色し、A1・2・3・4、B2・3・4、C1・2・3 の 10 種類の色調を持つ歯牙 10 本を選別した。それぞれの歯牙の歯頚部（深さ 1mm 直径 1.5mm）、歯冠部（深さ 1.5mm 直径 2mm）に窩洞形成を行い、ボンドマーライトレス（トクヤマデンタル）を用いて、業者指示通りにボンディング操作を行った。歯頚部窩洞には ECM-001 とエステライトアステリア A3B のどちらかを、歯冠部窩洞には ECM-001 とエステライトアステリア NE のどちらかを充填し、20 秒光照射後、形態修正・研磨を行った。その後 37 度水中に 24 時間保管し、測色用試料とした。撮影・測色は二次元色彩計（RC500, PaPaLaB Co.）を用いて D65 光源下、黒色板背景、湿潤下のもと行われた。測色後、コンポジットレジンを窩洞から慎重に除去し、もう一方のコンポジットレジンを同様に充填し、撮影・測色した。得られた CIEXYZ データから CIE L*C*h*値を算出し、充填後のレジン中央部（0.033mm×1.0mm）と同一部位における窩洞形成前の歯牙との色差（ΔL*, ΔC*, Δh*及び ΔE_{00}）を算出し評価した。それぞれの値は　Two-way ANOVA 及び t-test with Bonferroni correction を用いて有意水準 5%で統計学的分析を行った。($p<0.05$)

【結果及び考察】

Table

ΔL*	ECM-001	Asteria
Cervical	0.30 ± 0.21^{Aa}	0.61 ± 0.33^{Bb}
Crown	1.04 ± 0.84^{Cc}	1.51 ± 0.82^{Cd}

ΔC*	ECM-001	Asteria
Cervical	1.72 ± 1.04^{Aa}	1.96 ± 0.98^{Ab}
Crown	0.84 ± 0.72^{Ba}	1.66 ± 1.37^{Bb}

Δh*	ECM-001	Asteria
Cervical	0.60 ± 0.60^{Aa}	0.91 ± 0.73^{Ab}
Crown	0.91 ± 0.51^{Ba}	1.30 ± 0.76^{Bb}

ΔE_{00}	ECM-001	Asteria
Cervical	0.57 ± 0.35^{Aa}	1.13 ± 0.43^{Bb}
Crown	1.15 ± 0.62^{Cc}	1.69 ± 0.57^{Dd}

(n=10, mean±SD)

Different superscript capital letters indicate statistically differences in row($p<0.05$)(Only valid within the same table)
Different superscript lowercase letters indicate statistically differences in column($p<0.05$)

ΔE_{00} に関して、材料間及び窩洞の違いによって有意差が認められた($p<0.05$)。窩洞部位に関係なく ECM-001 の方がアステリアに比べて ΔE_{00} が有意に低い値を示し、より元の歯の色調再現性が高いということが示唆された。また ECM-001 とアステリアどちらにおいても歯頚部の方が歯冠部に比べて、ΔE_{00} は有意に低く、どちらも歯頚部の方が色調再現性は高かった。特に ECM-001 は歯頚部窩洞においてΔL*値が有意に低い値を示すことで、優れた色調適合性を示すことが明らかとなった。

ペン型超音波トランスデューサの象牙質残存厚径測定への応用

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]
○村山 良介[1]，飯野正義[1]，古市 哲也[1]，須田 駿一[1]，
辻本 暁正[1,2]，高見澤 俊樹[1,2]，黒川 弘康[1,2]，宮崎 真至[1,2]

Measurement of Remaining Dentin Thickness Using A Pen Type Ultrasonic Transducer

Department of Operative Dentistry[1], Division of Biomaterials Science,
Dental Research Center[2] Nihon University School of Dentistry
○MURAYAMA Ryosuke[1], IINO Masayoshi[1], FURUICHI Tetsuya[1], SUDA Shyunichi[1],
TSUJIMOTO Akimasa[1,2], TAKAMIZAWA Toshiki[1,2], KUROKAWA Hiroyasu[1,2], MIYAZAKI Masashi[1,2]

【緒言】 歯科治療における歯質の切削は，齲蝕病巣の除去を目的とするものや，ラミネートベニアなどの審美歯冠修復のために行うものなど，多岐にわたるものである。歯質切削にあたっては，歯髄保護などを考慮する必要があり，そのためにも残存歯質厚径を知ることは重要となる。しかし，臨床において歯質の残存厚径を知ることには困難が伴い，多くは臨床的経験に頼っているのが現状である。そこで演者らは，超音波装置の持つ計測能および非侵襲性に着目し，歯質の残存厚径を計測するシステムを試作した。本装置は，超音波を利用した計測法であり，エナメル質，象牙質あるいは歯髄における音響インピーダンスの違いから生じる反射波を検出することによって歯質の残存厚径を測定するものである。今回は，とくにチェアサイドにおける使用を想定し，ペン型のプローブを採用することによって検討した。

【材料および方法】 ウシ下顎前歯をモデルトリマーを用いて直径 4～6mm の象牙質のみで構成されたブロックとして切り出し，シリコンカーバイドペーパーの#1200 で研磨を行い調整したものを試片とした。超音波送受信装置としては，パルサーレシーバー（Model 5900PR, Panametrics）と縦波用トランスデューサー（V260SM, Panametrics）を用いた。波形の観察にはデジタルオシロスコープ（Wave Runnner LT584, LeCroy）を用いた(Fig.1)。エクスポートしたデータは，数値解析ソフトウェアを用いて解析を行い，反射波の遅延時間を算出した。計測は，トランスデューサが試片に直角に接触するように調整した治具を用いて行った。象牙質残存厚径の測定には，試片をマイクロメーターで計測しながら 0.5mm 間隔で厚みを減じることで行った。また，計測に際しては象牙質試片の直下にウシレバーを配置し，歯髄組織のファントムとした（Fig.2）。

【成績および考察】 象牙質残存厚径を計測した結果，厚みが 1.5 mm における反射波の遅延時間の平均は 365.85 μs であり，1.0 mm では 243.9 μs，0.5 mm では 121.95 μs であった。これらの遅延時間から算出された残存厚みは，実測値とほぼ一致していた。計測時の反射波の波形は，残存厚みが小さくなるほど大きなピークとして捕らえられた。この現象は，象牙質と歯髄における音響インピーダンスの差が大きいため，反射が容易に生じたこと，さらに伝搬距離が短くなることによって反射波の減衰が小さくなり，波形の振幅が保たれたためと考えられた。このことは，残存象牙質の厚みが少なくなるほど検出が容易になることを意味し，臨床における有効性が高いものとなることが示唆された。

【結論】 本実験で用いたペン型トランスデューサは，象牙質と歯髄との境界における反射波を捉えることが可能であることが示された。また，得られた遅延時間から残存厚径を算出することが可能であった。さらに，残存厚みが小さいほど，検出は容易になることが判明したところから，超音波による象牙質残存厚みの計測が可能であることが示された。

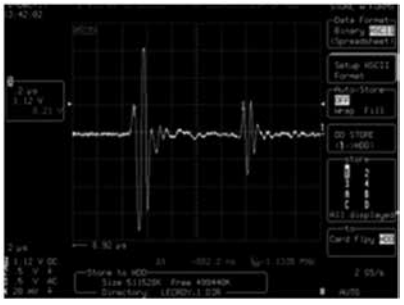


Fig.1 Observation of the waveform

Fig.2 Set up of the bovine dentin and lever

歯頚部象牙質の光干渉断層計を用いた臨床評価

[1)]東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野,
[2)]岡山大学歯科保存修復学分野, [3)]国立長寿医療研究センター病院
○和田郁美[1], 島田康史[2], 吉山昌宏[2], 角保徳[3], 田上順次[1]

Assessment of cervical dentin using swept-source optical coherence tomography

[1)]Department of Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University
[2)] Depertmant of Operative Dentistry, Okayama University
[3)]National Center for Geriatrics and Gerontology
○Ikumi WADA[1], Yasushi SHIMADA[2], Masahiro YOSHIYAMA[2], Yasunori SUMI[3], Junji TAGAMI[1]

【研究目的】

非う蝕性歯頚部欠損（noncarious cervical lesion: NCCL）の成因として、過度の機械的刺激（abrasion）や咬合ストレスによる影響（abfraction）等が指摘されている。しかしながら NCCL の発症メカニズムは不明な点が多く、その予防も困難である。NCCL 象牙質において齲蝕よりも軽度の脱灰がみられ(Wada., 2015 J Bioph)、NCCL 形成の一つの要因として、脱灰の可能性が注目されている。波長走査型光干渉断層計（SS-OCT）は非破壊で歯の組織の断層画像を得ることができ、歯質の脱灰評価に利用することができる。本研究では中心波長 1300nm の走査型光干渉断層計（SS-OCT：Swept Source-Optical Coherence Tomography）を用い、NCCL に関係する歯頚部象牙質の観察を行い、NCCL の成因と SS-OCT の有用性を検討することを目的とした。

【材料および方法】

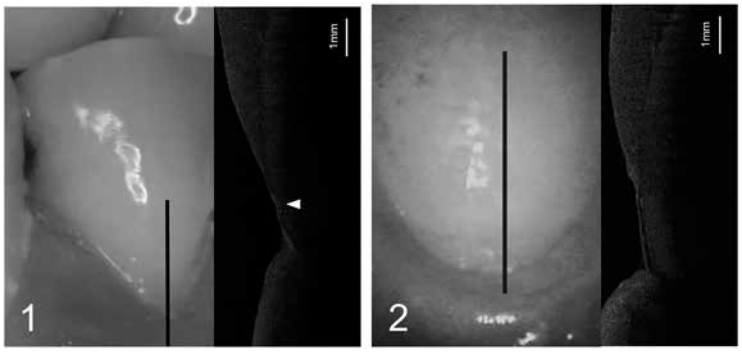
本研究は東京医科歯科大学倫理審査委員会の認可を受け（承認番号第 578 号、第 589 号)、NCCL を有する被験者 31 人と NCCL を有さない被験者 11 人の口腔内における計 268 本の臼歯を本実験に採用した。NCCL145 本、健全歯 123 本の歯頚部から、SS-OCT（プロトタイプ 2;パナソニックヘルスケア）を用いて非破壊で断層画像を撮影した。In vitro の実験系から得られた NCCL の脱灰と非脱灰の減衰係数の閾値 1.21mm^{-1} を基に(Wada., 2015 J Bioph)、口腔内から得られた SS-OCT 画像のシグナルを、Image J を用いて解析し、減衰係数の閾値を利用した歯頚部象牙質の評価を行った。NCCL のみられる歯ならびに NCCL のみられない歯の歯頚部象牙質について比較を行った。

【結果】

象牙質の脱灰所見は全被験歯の 38.4%にみられた。そのうち、NCCL を有する歯の 68.9%、NCCL を有さない歯の 2.4%に脱灰所見がみられ、有意差が認められた（chi-squared test with Bonferroni correction.)。また、NCCL のない健全歯群では、NCCL を有する被験者では5.8%の被験歯歯頚部に輝度の上昇がみられ、脱灰の減衰係数の閾値1.21mm^{-1} を超えていた(Figure1)。一方で、NCCL を有さない被験者の被験歯歯頚部で輝度の上昇はみられなかった(Figure2)。

【考察・結論】

SS-OCT の NCCL の断層画像から、視診では不確定な象牙質の状態を非破壊で把握することができ、CT 画像の有用性が示唆された。NCCL を有する被験者の NCCL のない被験歯歯頚部では光学的特性の変化がみられ、脱灰の可能性が高い。一方で NCCL を有さない被験者の歯頚部象牙質では光学的な変化はみられなかったことから、脱灰がこれら歯頚部欠損の病因子である可能性が示唆された。



(Figure 1) Intact teeth in patients with NCCLs. In SS-OCT, brightness of the dentin was increased (arrow).
(Figure 2) Intact teeth in patients without NCCLs.

ポリマイクロバイアルバイオフィルムの細菌叢に及ぼすスクロースの影響

神奈川歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 保存修復学分野 [1]，
口腔科学講座 微生物学分野 [2]
○ 石澤将人 [1]，富山 潔 [1]，長谷川晴彦 [1]，浜田信城 [2]，向井義晴 [1]

Influences of sucrose supply on bacterial flora of polymicrobial biofilm

[1]Dep. of Oral Interdisciplinary Medicine, Div. of Restorative dentistry, [2]Dep. of Oral Science, Div. of Microbiology, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University
○ ISHIZAWA Masato [1]，TOMIYAMA Kiyoshi [1]， HASEGAWA Haruhiko [1]，HAMADA Nobushiro [2]，MUKAI Yoshiharu [1]

【研究目的】我々は第146回本学会において，口腔内を模倣した環境下における活動性・非活動性齲蝕病原性バイオフィルムを形成することを目的とし，糖代謝後のpHの相違と，PMバイオフィルム菌叢の関係について検討を行なった結果，バイオフィルムの成熟度が増してからのスクロースの有無がpHや細菌叢の違いに影響を及ぼし，スクロース非存在下で細菌数は上昇するが、バイオフィルム周囲環境のpHが象牙質の臨界pHを上回るため非活動性齲蝕のモデルとなり得ることが示唆された．今回我々は，活動性あるいは非活動性の象牙質根面齲蝕を形成できるPMバイオフィルムの培養条件をさらに検討する目的で，培養期間やスクロース供給の条件設定によりPMバイオフィルムの細菌叢がどのように変化するかを比較，検討した. (神奈川歯科大学　研究倫理審査番号445)

【材料および方法】1) 試料作製：直径12 mm，厚さ0.15 mmのガラス円板を24 well culture plateに適合するLidに取り付けたクランプに固定後オートクレーブで滅菌し，バイオフィルム形成用試料とした．2) PMバイオフィルムの培養：ガラス円板表面へのPMバイオフィルム形成は, Exterkateらの方法に従い行なった．健全な被験者1名から採取した刺激唾液を50倍希釈となるようunbuffered McBain （0.2% スクロース含有）培養液中に加えて24 well中に分注した後，培養液中にガラス円板を懸架し嫌気条件下（37 ℃，CO_2：10 %，H_2：10 %，N_2：80 %）で10時間，培養を行った．その後，14時間，10時間のタイムスケジュールで培養液（唾液非含有）を交換し，継続して96時間まで嫌気培養を行った（cont群）. 3) 試験培養液としてunbuffered McBain培養液（0.2% スクロース含有）（A群）およびunbuffered McBain培養液（0.2% スクロース非含有）（B群）を用いて、再び14時間，10時間のタイムスケジュールで培養液（唾液非含有）を交換し，継続して192時間まで嫌気培養を行った． 4）A群の条件で培養したバイオフィルムをさらにunbuffered McBain培養液（0.2% スクロース含有）で10時間、14時間のタイムスケジュールで288時間まで嫌気培養を行った（C群）．5）B群のバイオフィルムをunbuffered McBain培養液（0.2% スクロース含有）（D群）とunbuffered McBain培養液（0.2% スクロース非含有）（E群）として10時間、14時間のタイムスケジュールで288時間まで嫌気培養した．

実験１）realtime-PCR法により各サンプル由来の16S rRNAから検体1枚あたりの標的遺伝子（全細菌, *S mutans*, *Veillonella*属のコピー数を分析し，各群間で比較，検討を行った.

実験２）各サンプル由来の16S rDNAから，次世代シークエンサー（MiSeqTM, Illumina, USA）を用いて，各サンプル由来の16S rDNAからシーケンスデータを得て部分塩基配列を決定し，次世代シーケンス・アンプリコン解析を行なうことにより，PMバイオフィルムサンプルに由来する菌群の帰属分類群を推定した．サンプル間の比較解析は，主成分分析およびクラスター解析（クラスタリング手法: 群平均法, 距離関数: ピアソンの相関係数）により，各群のPMバイオフィルム構造にどのような変動が生じているのかを比較，検討した．

【結果】実験１：全細菌数はC，D およびA群は他群に比較して高く，E群は顕著に低かった．*S. mutans*はcont群のみで認められ（2.42×10^4），その他の群では検出限界以下であった．*Veillonella*属はB群（2.18×10^4）およびD群（2.18×10^9）のみに認められ，D群で顕著に高かった．

実験２：各群の細菌叢を解析した結果，cont群，A群およびC群において，菌叢の90%以上を*S. salivarius*が占めた．B群では*Granulicatella*属、D群では*Veillonella*属の割合が顕著に増加し，その他の群では*Streptococcus*属が主に菌叢を構成していた．スクロースを供給した場合と，しなかった場合とでバイオフィルムの菌叢に大きな違いが認められた．

【考察および結論】スクロース供給や培養期間などの条件の違いにより，バイオフィルム菌叢に変化が認められた．*S. mutans* や *Veillonella* 属の割合は，スクロースの供給条件や，培養期間の違いに左右されていることがわかった．今後，菌が産生する代謝物や pH との関連性を検討することにより，実際の口腔内における活動性あるいは非活動性の根面象牙質齲蝕との比較を行ない，根面象牙質齲蝕モデルとしての必要条件の設定を行うことができると考えられる．

亜鉛ガラス含有グラスアイオノマーセメントの *Streptococcus mutans* に対する抗バイオフィルム効果と象牙質浸透性

[1]新潟大学大学院医歯学総合研究科　口腔健康科学講座う蝕学分野
○長谷川泰輔[1]、竹中彰治[1]、永田量子[1]、鈴木裕希[1]、坂上雄樹[1]、大墨竜也[1]、野杁由一郎[1]

Anti-biofilm efficacy for *Streptococcus mutans* and penetration property into dentinal tubules of glass ionomer cement containing zinc glass

[1]Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○HASEGAWA Taisuke, TAKENAKA Shoji, NAGATA Ryouko, SUZUKI Yuki, SAKAUE Yuuki, OSUMI Tatsuya, NOIRI Yuichiro

【目的】近年、高齢者の残存歯数の増加により咬合機能の維持が達成されつつある一方で、根面齲蝕への対応が喫緊の課題となっている。グラスアイオノマーセメント(GIC)は、高いフッ素徐放性を有し、歯質強化と再石灰化促進効果が期待できることから咬合力のかからない歯頸部齲蝕を中心に長年応用されてきた。今回、さらなる機能強化を意図して、抗菌性と象牙質の脱灰抑制作用が報告されている亜鉛を配合し、フッ素徐放能を強化した GIC (ZIF-C10, GC 社製)を開発した。

本研究では、ZIF-C10 硬化体の *Streptococcus mutans* に対する付着抑制効果、抗バイオフィルム（BF）効果および象牙質へのフッ素イオンならびに亜鉛イオンの浸透性を検討した。

【材料および方法】「実験 1：付着抑制効果」被験試料として、ZIF-C10、FujiⅦ(GC 社製)およびハイドキシアパタイトディスク(HA;オリンパスバイオマテリアル社)を用いた。直径 8.0mm、厚さ 1.0mm に成形した各試料を耐水ペーパーで #4000 まで研磨したのち、各試料をフローセルチャンバー(IBI Scientific 社製)に装着した。無刺激唾液をチャンバー内に送り込み 1 時間静置したのち、対数増殖期の *S. mutans* MT8148 株の細菌懸濁液(BS)(OD_{600}=0.025)を 2 時間灌流し、試料に付着した細菌数をコロニーカウント法で計測した。

「実験 2：BF 形成抑制効果」実験 1 と同一の方法でチャンバーに装着したのち、BS を送り込み 30 分静置することで細菌を試料に初期付着させた。その後、0.05%スクロースを添加した 1/10 濃度 Brain Heart Infusion 培地を毎分 2ml の速度で 24 時間灌流し、BF を形成させた。形成した BF の形態は走査型電子顕微鏡(SEM;日立 2300 日立製)で観察するとともに、蛍光染色(L/D; Live/Dead BacLight Bacterial viability kit, ThermoScientific 社製)を施し、共焦点レーザー顕微鏡(CLSM; FV300, オリンパス社製)にて観察を行った。取得した共焦点画像から、Metamorph ソフトウェアを用いて、BF の最大厚みならびに生菌率を算出した。

「実験 3：フッ素(F)および亜鉛(Zn)の象牙質への浸透」ヒト新鮮抜去健全前歯の象牙質面に直径 2mm、深さ 1mm の窩洞を形成し、デンティンコンディショナー(GC 社製)にて表面処理後、ZIF-C10 および FujiⅦを充填した（新潟大学歯学部倫理審査委員会承認番号: 27-R15-08-05）。GIC 表面にフジバーニッシュ(GC 社製)を塗布したのち、プラスチックマトリックスを圧接し、湿度 100%、37℃環境下にて 1 時間硬化後、試料を滅菌蒸留水中に 7 日間浸漬した。7 日後、充填物界面を観察するために、割断後、樹脂包埋した。研磨後(#4000)、GIC および象牙質界面における F および Zn の分布を波長分散型電子線マイクロアナライザー(EPMA; EPMA1610, 島津)で解析した。

【結果】BS 2 時間灌流後の付着細菌数(logCFU)はそれぞれ、7.2±0.4 (HA), 4.9±0.4 (ZIF-C10)および 6.7±0.4 (FujiⅦ)であり、ZIF-C10 への付着細菌数は有意に少なかった($p< 0.05$, Kruskal-Wallis H test, Dunnett's post-hoc test)。SEM および CLSM による観察の結果、いずれのディスク上にも BF は形成されたが、ZIF-C10 上に形成された BF 量は少なく、BF の最大厚み(μm±SD)はそれぞれ 31.5±2.0 (HA), 8.7±1.1 (ZIF-C10)および 28.5±1.7 (FujiⅦ)であった($p< 0.05$)。L/D から算出した BF 中の生菌数の割合(%±SD)はそれぞれ 95.3±4.2 (HA), 89.8±6.2 (ZIF-C10)および 96.1±1.6 (FujiⅦ)であり、ZIF-C10 には微弱ではあるが付着細菌に対する殺菌効果が認められた($p< 0.05$)。EPMA より算出した ZIF-C10 および FujiⅦ充填部の象牙質へのフッ素イオンの浸透距離(μm±SD)は、それぞれ 120.1±24.1 (ZIF-C10)および 44.1±15.4(FujiⅦ)であり、FujiⅦと比較しておよそ 3 倍の浸透深度であった($p< 0.05$)。亜鉛イオンの浸透距離は、72.2±8.0 であった。

【考察および結論】今回用いた新規 GIC は従来の GIC と比較して *S. mutans* の付着を有意に抑制するとともに、BF の形成を抑制した。また、Zn との相乗効果であるか否かは現状では不明であるが、象牙質へのフッ素の浸透深度も高く、Zn の抗菌性と象牙質の脱灰抑制作用も期待できることから、新しい根面齲蝕修復用材料としての有用性が示された。

FDM 方式 3D プリンタによるチェアサイド被覆冠製作の試み

[1]東京医科歯科大学大学院　う蝕制御学分野　[2]東京医科歯科大学大学院　口腔機能再建工学分野
○牟田　早織[1]、池田　正臣[2]、二階堂　徹[1]、鈴木　哲也[2]、田上　順次[1]

Attempt to fabricate chairside crown using FDM-3D printer

1Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan
2Oral Prosthetic Engineering, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan
○Saori MUTA[1], Masaomi IKEDA[2], Toru NIKAIDO[1], Tetsuya SUZUKI[2], Junji TAGAMI[1]

[目的] 被覆冠の製作には、印象採得、石膏注入による模型の製作が必要であり、患者は 2 回の通院が必要であった。一方、近年の Digital Dentistry の技術革新により、口腔内スキャナによる光学印象採得と切削加工による間接修復法のワンデイトリートメントが可能となっている。しかし 3D プリンタを用いたワンデイトリートメントは未だ実現していないのが現状である。そこで本研究では、熱溶解積層（FDM）方式 3D プリンタを用いてチェアサイドで作業用模型を作製し、被覆冠を製作することを試み、従来の間接法による作製法との比較を行ったので報告する。

[材料および方法] 支台歯として既製支台歯模型（A55A-461, Nissin）を用い、実験群においては、支台歯を口腔内スキャナ（LAVA TDS, 3M）にて光学印象採得し、STL データを作製した。次に STL データを変換ソフト（Slicer, MUTOH）にて G コードに変換後、FDM 方式 3D プリンタ（Value 3D MagiX MF-1000, MUTOH）を用いて、水溶性フィラメント（PVA Filament, MUTOH）にて作業用模型を作製した（PVA 模型）。一方、従来法として支台歯をシリコーンラバー印象材（FusionII, GC）にて印象採得後、超硬質石膏（NewFujirock, GC）を用いて作業用模型を作製した（石膏模型）。被覆冠の作製には、PVA 模型または石膏模型上で常温重合レジン（Curegrace, Tokuyama dental)あるいは間接法コンポジットレジン（Gradia, GC)を用いた。次に支台歯模型と作業用模型の寸法精度、および各作業用模型から製作された被覆冠内面の寸法精度を評価するため、口腔内スキャナ（LAVA TDS, 3M）にてスキャニングし、STL データを得た後、三次元解析ソフト（Artec Studio2, Artec）を用いて STL データを重ね合わせ、二乗平均平方根差（RMSD）を算出して比較した。さらに作製した被覆冠と支台歯との適合性を確認するため、被覆冠内面にシリコーンラバー印象材（Fit Checker/Bite Checker, GC）を挿入して既製形成歯に圧接・硬化後、シリコーンラバーの厚みをレーザー顕微鏡（VK-X-150, KEYENCE）にて計測した。試料数は各群 10 とし、RMSD と適合性試験の結果は t-test を用いて危険率 5%にて検定した。

[結果と考察] 結果を表 1 に示す。PVA 模型の RMSD 値（約 0.31）は、石膏模型の値（約 0.12）に比べて有意に大きかった（$p<0.05$）。図 1 に支台歯模型と PVA 模型の重ねあわせの一例を示す。軸面の RMSD は約 100μm を示したが、咬頭頂部では最大で約 300μm を示し、咬頭頂部の寸法安定性が低い傾向が認められた。一方、PVA 模型と石膏模型上で作製された被覆冠の内面の RMSD 値は、常温重合レジン（約 0.24）、間接法コンポジットレジン（約 0.25）であり、被覆冠作製の使用材料の違いによる差は認められず（$p>0.05$）、被覆冠の内面適合性は作業用模型の違いによって影響を受けることがわかった。

[結論] FDM 方式 3D プリンタと PVA を用いて作業用模型を作製し、被覆冠を製作可能であった。しかし、作製された作業用模型の寸法精度は、従来法と比較して低く、改善の余地があることがわかった。

Table 1

RMSD value of prepared-abutment tooth to PVA/Stone model (Av.±SDmm)

	RMSD
PVA model	0.31±0.05 *
Stone model	0.12±0.04

RMSD value of Crown on PVA/Stone model (Av.±SDmm)

	RMSD
Cold-cured acrylic resin	0.24±0.03
Indirect resin composite	0.25±0.04

* Indicates statistically significant difference (p<0.05)

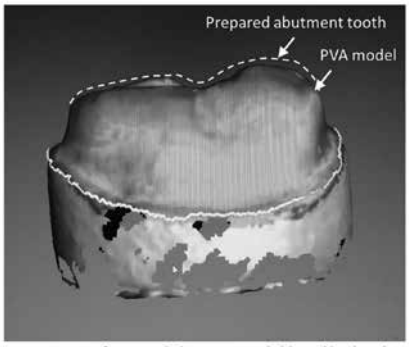


Figure1. 3D-image of Prepared abutment tooth (dotted line) and PVA model

SS-OCT を用いた象牙質知覚過敏抑制材の脱灰抑制効果の評価

[1]岡山大学大学院医歯薬学総合研究科　歯科保存修復学分野、[2]Department of Restorative Dentistry, University of Washington、[3]国立長寿医療研究センター、[4]東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科　う蝕制御学分野
○松﨑久美子[1]、横山章人[1]、高橋　圭[1]、神農泰生[1]、大原直子[1]、島田康史[1]、Sadr Alireza[2]、角　保徳[3]、田上順次[4]、吉山昌宏[1]

Assessment of demineralization inhibition effect of dentin desensitizers using SS-OCT

[1]Department of Operative Dentistry, Okayama University, [2]Department of Restorative Dentistry, University of Washington, [3]National Center for Geriatrics and Gerontology, [4]Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University
○Kumiko MATSUZAKI[1], Akihito YOKOYAMA[1], Kei TAKAHASHI[1], Yasuo SHINNO[1], Naoko OHARA[1], Yasushi SHIMADA[1], Alireza SADR[2], Yasunori SUMI[3], Junji TAGAMI[4], Masahiro YOSHIYAMA[1]

【目的】

波長走査型光干渉断層計（Swept-source Optical Coherence Tomography, SS-OCT）は、非侵襲的に解像度の高い断層画像を得ることができる。SS-OCT の歯質の評価への応用は、中心波長 1,310nm の近赤外線を歯質に照射し、歯質の内部で散乱した光の様相を光学干渉計が捉えることを利用する。脱灰による歯質の粗造化により照射光線の歯質内部の散乱が大きくなるため、SS-OCT は歯の脱灰の評価に有用である。本研究は２種の象牙質知覚過敏抑制材の脱灰抑制効果を、SS-OCT を用いて評価することを目的とした。

【材料と方法】

う蝕のないヒト抜去大臼歯 20 本の象牙質平坦面を露出し、#600 耐水研磨紙で研磨した。5 本を健全象牙質群（sound）とし、15 本を人工脱灰溶液（pH=5.0）に 3 日間浸漬した。脱灰象牙質群はさらに、baseline（de）と 2 種の知覚過敏抑制材群に分けた。知覚過敏抑制材は Zinc-Fluoride ガラス塗布材（Zinc-F、GC）とナノシール（日本歯科薬品）を使用した。各々の試料の半側に処理を行い（zinc-F：de-z、ナノシール：de-n）、もう半側は処理を行わない control（zinc-F：de-zc、ナノシール：de-nc）とし、これらの試料をさらに 3 日間、人工脱灰溶液に浸漬した。

SS-OCT (IVS-2000, Santec)を用いて、1 試料につき 5 か所、試料表面の観察を行った。得られた画像から、画像解析ソフト（Image J，NIH）を用いて、幅 1000μm、表面からの深さ 300μm、500μm および 700μm の関心領域内のシグナル強度の減衰係数（μ_t）を算出した。統計分析には Mann–Whitney U test を使用し、危険率 5%とした。

【結果ならびに考察】

μ_t は表層からの深さで異なる値を示した。表層から 300μm の深さにおける de-z 群と de-n 群間の比較では、de-z 群が低い値を示し、zinc-F の脱灰抑制効果が評価された。しかし、深さ 300μm における de-z 群と de-zc 群間、de-n 群と de-nc 群間に差はなかった。深さ 500μm と 700μm では、de-z 群と de-n 群で同等の値を示した。また、de-z 群では深さ 500μm と 700μm において、de-n 群では深さ 700μm において、それぞれ control 群より有意に低い値を示した。このことから、zinc-F、ナノシールはともに、表層から深部にまで到達している可能性が示唆された。

本研究により、zinc-F とナノシールの脱灰抑制効果が示された。またその効果を SS-OCT で検討するにあたり、深さによって値に変化が生じる減衰係数の評価の有用性が示された。

【結論】

SS-OCT 画像で得られたデータからシグナル強度の減衰係数を算出し、zinc-F とナノシールの脱灰抑制効果を評価した。

Table Attenuation coefficient(μ_t) in the ROI

ROI	sound	de	de-z	de-zc	de-n	de-nc
1000×300μm	0.820±0.0776	1.16±0.178	1.61±0.287	1.64±0.203	1.84±0.271	1.66±0.317
1000×500μm	0.694±0.0445	0.922±0.137	1.21±0.122	1.38±0.138	1.29±0.200	1.41±0.256
1000×700μm	0.649±0.0631	0.848±0.139	0.993±0.112	1.19±0.155	1.06±0.201	1.23±0.229

mean±SD(mm^{-1}), n=25

歯の色調と SS-OCT 解析データの相関

岡山大学　大学院医歯薬学総合研究科　歯科保存修復学分野
Department of Restorative Dentistry, University of Washington School of Dentistry
国立長寿医療研究センター
東京医科歯科大学　大学院医歯学総合研究科　う蝕制御学分野
○神農泰生、島田康史、松﨑久美子、高橋圭、横山章人、SADR Alireza、角保徳、田上順次、吉山昌宏

Correlation between tooth color and SS-OCT analysis data

Department of Operative Dentistry, Okayama University, Okayama, Japan
Department of Restorative Dentistry, University of Washington School of Dentistry, Seattle, USA
National Center for Geriatrics and Gerontology, Aichi, Japan
Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan
○SHINNO Yasuo, SHIMADA Yasushi, MATSUZAKI Kumiko, TAKAHASHI Kei, YOKOYAMA Akihito,
SADR Alireza, SUMI Yasunori, TAGAMI Junji, YOSHIYAMA Masahiro.

【目的】

審美歯科に対するニーズの高まっている中、漂白処置はその中心として認識され、手法の簡便化と共に急速に広がりを見せている。しかし、漂白のメカニズムに関しては色素の分解の他、エナメル質の結晶構造の変化や微小脱灰等の報告があるものの、明確な結論は出ていない。一方で、波長走査型光干渉断層計（Swept-source Optical Coherence Tomography, SS-OCT）は中心波長 1300nm の近赤外線光の干渉を用いて非破壊・非侵襲的に解像度の高い断層画像をリアルタイムで取得できる装置である。特にエナメル質への透過性が高く、散乱係数の変化による OCT シグナルの増加と減衰係数の変化によって、歯の脱灰と再石灰化の評価に有用である。そこで本研究では、SS-OCT を用いた漂白効果の評価を検討する為の基礎的な研究として、歯の色調と SS-OCT 解析によって得られるデータとの相関について検証した。

【材料と方法】

16 本のう蝕のないヒト抜去下顎前歯を使用した。各試料の唇側エナメル質の色調を SHOFU Shade Eye（松風）を用いて L*、a*、b*を 3 回測定し、平均値を算出した。得られた値から白色度(W)を算出した。また、SS-OCT(IVS-2000;Santec, Komai）を用いて断層画像を各資料の唇側エナメル質から各歯 5 カ所取得した。得られた断層画像から画像解析ソフト ImageJ（National Institutes of Health, Bethesda, MD）を用いて深度 400μm までのシグナル強度の積分値（AUC400）および減衰係数（μt）を算出した。色調データ（L*、a*、b*、W）と SS-OCT 解析データ（μt、AUC400）との関連性を、Pearson の相関係数を用いて解析し、有意水準 α=0.05 にて検定を行った。

【結果】

色調データ（L*、a*、b*、W）と SS-OCT 解析データ（μt、AUC400）と間で、相関関係が認められたのは L*とμt、W とμt、b*と AUC400 の 3 組であった。その他の組合せでは相関関係は認められなかった。

L*とμt の結果について、相関係数 r=0.626 となり、強い正の相関が認められた。W とμt の結果についても、相関係数 r=0.627 となり、強い正の相関が認められた。また、b*と AUC400 の結果については、相関係数 r=-0.636 となり、この 2 つの間には強い負の相関が認められた。

【考察】

μt は W と L*の 2 つの項目に相関が認められた。漂白効果の基準として用いられることのある白色度は、明度に大きく依存する為、L*との相関があることによって、W との相関が誘引されたと考えられる。また、この事により、μt は明度の変化を検出する事に有効であることが示唆された。

AUC400 は b*と負の相関が認められた。これは AUC400 の増加が b*の減少、黄色から青への変化を示し、AUC400 の減少が b*の増加、青から黄色への変化を示す事であり、AUC400 が色相と彩度の検出に有効である可能性を示している。

【結論】

SS-OCT 解析結果の μt により明度の変化を、AUC400 により色相と彩度の変化を評価することが可能であると考えられた。

新しい試作浸透性レジンによる白斑の強化

兵庫医科大学歯科口腔外科学講座
〇清水明彦

Reinforcement of white spot lesions with a new trial infiltration resin

Department of Dentistry and Oral Surgery, Hyogo college of Medicine
〇Akihiko SHIMIZU

【研究目的】

演者は、第147回日本歯科保存学会学術大会（2017年）において、ICDAS code 2の白斑の表層下部ではヌープ硬さが20以下まで軟化しているものがあり、う蝕の進行に伴ってこの軟化部はその幅も拡大することを報告した。今回は、試作浸透性レジンKEC-100（クラレノリタケデンタル）によって、白斑の表層下軟化部の硬さが回復するかどうかを検討したので報告する。

【材料および方法】

実験１：レジンKEC-100を白斑の表層下部に塗布し硬さの変化を調べる

10%中性ホルマリンに保存されたヒト抜去歯（兵庫医科大学倫理審査委員会承認番号2260）の中から咬合面あるいは平滑面にICDAS code 2の白斑を有する大臼歯4本を選んだ。被験歯の白斑のエナメル質表層部をすり減らして除去し、白斑の表層下部を露出させ鏡面研磨した。これらの白斑面に計19ヵ所の小領域を設定し、微小硬度計（MVK-E、明石）を用いて、領域の3～5ヵ所のヌープ硬さ（KHN）を測定し領域ごとに平均値を求めた。次いでその白斑面にKEC-100を塗布したのち光照射し、同様に各領域のヌープ硬さを測定し平均値を求めた。それぞれの領域において「塗布後のKHN÷塗布前のKHN」により硬さの回復倍率を求めた。

実験２：レジンKEC-100による白斑の「硬さ深さ曲線」の変化を調べる

ヒト抜去大臼歯の中から平滑面にICDAS code 2の白斑を有する歯を5本選んで実験に供した。歯軸方向の断面が得られるように被験歯をすり減らし、白斑断面を露出させ鏡面研磨した。この試料断面をう蝕検知液（クラレノリタケデンタル）で染色し、白斑の広がりと深さを確認した。白斑の中央表層部からエナメル象牙境に向かって50μm間隔でヌープ硬さを測定し、硬さ深さ曲線を求めた（ベースライン）。次に、この断面からおよそ0.8mm離れた白斑表面に、φ0.5mmのバーを使用して表層部下部に達するマイクロ円柱窩洞を形成した。窩洞にKEC-100を填入し光照射し硬化させた。次いで白斑断面をすり減らし、窩洞の中央部断面を露出させ鏡面研磨し、再度う蝕検知液に対する染色性を調べた。さらに窩底直下からエナメル象牙境方向に同様に硬さを測定し、ベースラインの硬さ深さ曲線と比較した。

【成　績】

白斑の表層下部に浸透性レジンKEC-100を塗布すると、その硬さは19ヵ所全ての領域において増加し、ヌープ硬さの回復倍率の平均値（±SD）は1.7（±0.4）倍であった。一方、KEC-100を填入した窩洞を含む白斑断面では、う蝕検知液に対する染色性が低下し、ベースラインの硬さ深さ曲線と比較すると表層下部が硬い傾向を示した。

【考　察】

実験１および実験２で白斑表層下部が硬くなり、う蝕検知液に対する染色性が低下したのは、試作レジンKEC-100が粗な状態になった白斑組織の隙間に浸透し、アパタイトと一体化して硬化したためと考えられる。また実験２のマイクロ窩洞を含む白斑断面は、ベースラインの白斑断面とは部位的にはわずかの隔たりがあるものの、表層下部の硬さはベースラインより硬い傾向を示した。

以上より、う蝕の侵襲で軟化し粗な状態になった白斑表層下部は、レジンの浸透硬化により、その硬さを回復し物理的に強化されるだけでなく、酸などによる脱灰に対しても抵抗性を獲得していると期待される。

【結　論】

軟化した白斑の表層下部に浸透性レジンKEC-100を作用させると、その部の硬さが回復し、う蝕検知液にも染まりにくい組織になることが示された。

ペプチド P_{11}-4 の応用による酸蝕歯の再石灰化効果

日本大学歯学部保存学教室修復学講座
〇須田駿一，黒川弘康，古市哲也，関東英貴，杉村留奈，宮崎真至，若松英輝

Effect of peptide (P_{11}-4) application on acid tooth remineralization

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry
〇SUDA Shunichi, KUROKAWA Hiroyasu, FURUICHI Tetsuya, KANTO Hidetaka, SUGIMURA Runa, MIYAZAKI Masashi, WAKAMATSU Hideki

【研究目的】

これまで演者らは，細胞培養において播種細胞の足場として用いられているペプチド P_{11}-4（以後，P_{11}-4）に着目し，これを酸蝕歯モデルに適用した際のエナメル質の状態変化について，超音波透過法を用いて検討してきた。この研究によって得られたデータからは，P_{11}-4 はエナメル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明らかとなった。しかし，P_{11}-4 がエナメル質の表層あるいは内部構造に及ぼす影響については，詳細な検討が必要と考えられた。そこで，歯質内部の微細な状態変化を非破壊的に把握可能な光干渉断層画像法（以後，OCT）を用いて，最大ピーク強度値および $1/e^2$ 幅を求めることによって検討した。さらに，走査電子顕微鏡（SEM）および形状解析レーザー顕微鏡を用いて観察することによって考察資料とした。

【材料および方法】

P_{11}-4 としては，これを含有する Curodont Repair（Credentis）を用いた。

1．酸蝕歯モデルの製作

ウシ抜去下顎前歯の唇側面中央付近のエナメル質をブロックとして切り出した後，耐水性 SiC ペーパーを用いて露出面が平坦となるように調整し，超音波洗浄を 10 分間行った。このエナメル質ブロックの底面（象牙質側）および側面をワックスで被覆した試片を，オレンジジュース（pH3.4）に 5 分間浸漬した後，精製水を用いて水洗，乾燥し，人工唾液に保管した。この操作を 1 時間ごとに 1 日 6 回，28 日間行うことで酸蝕歯モデルを製作した。

2．試片の保管条件

酸蝕歯モデルを以下に示す条件で保管した。

1）コントロール群：P_{11}-4 を 5 分間塗布した酸蝕歯モデルを，37℃人工唾液中に 28 日間保管

2）未処理群：P_{11}-4 未塗布の酸蝕歯モデルをオレンジジュースに 5 分間浸漬した後，水洗，乾燥し，人工唾液に保管。この操作を 1 時間ごとに 1 日 6 回，28 日間継続

3）処理群：P_{11}-4 を 5 分間塗布した酸蝕歯モデルをオレンジジュースに 5 分間浸漬した後，水洗，乾燥し，人工唾液に保管。この操作を 1 時間ごとに 1 日 6 回，28 日間継続

3．OCT による最大ピーク強度値および $1/e^2$ 幅の算出

Time-domain 型 OCT 装置（モリタ東京製作所）の A-scan mode 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（$1/e^2$ 幅，μm）を求めた。なお，測定時期としては，実験開始前および開始 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する傾向を示したのに対し，処理群では実験開始 7 日以降で未処理群と比較して有意に低下した。また，実験開始 28 日後の SEM 像では，未処理群ではエナメル小柱が明瞭に観察されたのに対し，処理群ではエナメル質表面を覆うように析出物が認められた。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，未処理群ではエナメル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 P_{11}-4 塗布による析出物の存在によって粗糙面が平坦になったために，エナメル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】

自己集合性ペプチド P_{11}-4 を応用することで，酸蝕によるエナメル質の脱灰進行を抑制する可能性が示された。

Porphyromonas gingivalis はβ-カテニンシグナルを介して歯肉上皮細胞に上皮間葉転換を誘導する

[1] 大阪大学大学院歯学研究科　口腔分子感染制御学講座(歯科保存学教室)
○大嶋 淳[1]、 林 美加子[1]

Porphyromonas gingivalis induces mesenchymal-like transition through beta-catenin signaling in gingival epithelial cells.

[1]Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry,
○Jun OHSHIMA[1], Mikako HAYASHI[1]

【緒言】*Porphyromonas gingivalis*は歯周疾患罹患歯肉において高頻度に検出され、重要な歯周病原細菌であると考えられている。一方、歯周組織において細菌と直接対峙し、細菌の組織侵入に対する最前線の防御壁として機能する宿主側の細胞として、歯肉上皮細胞がある。*P. gingivalis*と上皮細胞との間に生じる複雑な相互作用については数多くの研究がなされており、近年には*P. gingivalis*感染がヒト歯肉上皮細胞において上皮間葉転換（Epithelial-Mesenchymal Transition：EMT）と呼ばれる現象を誘導する可能性が報告されている。EMTとは上皮細胞が間葉系様細胞に変化して運動性を獲得する過程をいい、EMTの過剰な促進は歯肉上皮細胞の上皮としての特性を失わせ、歯肉の物理的・生物学的なバリア機能を大きく破綻させる可能性がある。しかし、*P. gingivalis*によるEMT誘導の分子機序は未だ不明のままである。そこで本研究では、*P. gingivalis*によるEMTの誘導メカニズムの解明を目指した。

【材料と方法】

1. *P. gingivalis*感染した上皮細胞におけるEMT誘導転写因子群の発現解析

上皮細胞に特徴的な遺伝子を抑制し間葉系細胞の遺伝子を促進するEMT誘導転写因子群として、SNAI1/2、TWIST1/2およびZEB1/2が知られている。そこで、歯肉上皮細胞株（TIGK）に*P. gingivalis* ATCC33277を感染させて24時間後、これらの遺伝子発現をリアルタイム定量PCR を用いて解析した。

2. *P. gingivalis*誘導性EMTにおけるβ-カテニンシグナルの役割に対する検討

EMTを誘導する上流経路として、β-カテニン介在性シグナルが知られている。そこで、*P. gingivalis*誘導性EMTにおけるβ-カテニンの役割について検討した。感染に先立ち上皮細胞をβ-カテニンに対する特異的阻害剤またはRNA干渉（siRNA）で処理し、*P. gingivalis*感染後のZEB2遺伝子の発現をリアルタイム定量PCR を用いて測定した。

3. *P. gingivalis*誘導性EMTにおいてβ-カテニンと協調する転写制御因子の探索

*P. gingivalis*誘導性EMTにβ-カテニンシグナルが重要な役割を果たすことが示唆されたので、*P. gingivalis*感染時のβ-カテニンによる転写制御メカニズムについてさらなる検討を加えた。核内に移行したβ-カテニンは、主にLEF/TCFファミリーと呼ばれる転写因子群と結合して標的遺伝子の発現を制御することが知られている。そこで、LEF/TCFファミリー分子（LEF1, TCF1, TCF4）のそれぞれについて、siRNAを用いてその働きを阻害してから*P. gingivalis*を感染させ、24時間後のZEB2遺伝子の発現をリアルタイム定量PCRで解析した。さらに、LEF/TCFファミリー以外にβ-カテニンと相互作用する転写因子として報告のあるFOXOについても同様に、siRNA処理後の*P. gingivalis*誘導性ZEB2発現をリアルタイム定量PCR で計測した。

【結果】EMT誘導転写因子群のうち、*P. gingivalis* 感染においてSNAIやTWISTの発現レベルの上昇は1.5～3倍と軽度であったのに対し、ZEB2は10～15倍と極めて高い発現上昇を示した。また、β-カテニンに対する阻害剤およびsiRNA処理は、*P. gingivalis*によるZEB2発現を有意に抑制した。一方、LEF/TCFファミリーの機能抑制は*P. gingivalis*誘導性のZEB2発現に影響せず、FOXO1に対するsiRNA処理は*P. gingivalis*によるZEB2誘導を有意に抑制した。

【考察および結論】*P. gingivalis*は感染上皮細胞において種々のEMT誘導転写因子群、特にZEB2の発現を強く上昇させることが明らかとなった。さらに、*P. gingivalis*によるZEB2発現誘導にはβ-カテニンとFOXO1が重要な働きを示すことがわかった。病的なEMTの促進は歯肉の上皮バリア機能を破綻させる可能性があることから、この*P. gingivalis*感染に特徴的なZEB2を介したEMT誘導メカニズムの解明が歯周疾患の成立機序に新たな視点を加える可能性が示唆された。

炎症脂肪/歯周組織における抗炎症分子の探索研究

1.九州大学大学院 歯学研究院　口腔機能修復学講座　歯周病学分野
2.広島大学大学院　医歯薬保健学研究院　応用生命科学部門　歯周病態学研究室
○眞田大樹[1]、佐野朋美[1]、福田隆男[1]、岩下未咲[1]、山下明子[1]、
藤田剛[2]、讃井彰一[1]、栗原英見[2]、西村英紀[1]

Study on the anti-inflammatory molecules against inflamed adipose/periodontal tissue

1.Section of Periodontology, Division of Oral Rehabilitation, Kyushu University
2.Department of Periodontal Medicine, Division of Applied Life Sciences, Hiroshima University
○Taiki Sanada[1], Tomomi Sano[1], Takao Fukuda[1], Misaki Iwashita[1], AkikoYamasita[1],
Tsuyoshi Fujita[2], Terukazu Sanui[1], Hidemi Kurihara[2], Fusanori Nishimura[1]

【目的】

我々はこれまでに、CCL19 の受容体 CCR7 を欠損させたマウスでは肥満およびインスリン抵抗性の発症が抑制されることを報告した。また、ココアフラボノイドの主成分であるエピカテキン(EC) が LPS 刺激下脂肪細胞ーマクロファージ共培養系で CCL19 の遺伝子発現を著明に抑制すること、EC を摂取させたマウスは CCR7KO マウスと似た表現型を示すことを報告した。さらに、この条件下で脂肪細胞において miR146 の著明な発現誘導が起きることを新たに確認した。そこで、本研究では CCR7 欠損や EC、そして miR146 が歯周組織における炎症も抑制するとの仮説を設け検討を行った。

【材料と方法】

EC 刺激または miR146 をトランスフェクションした歯肉線維芽細胞とマクロファージ様細胞の共培養系に LPS を添加した際の歯肉線維芽細胞からの炎症関連遺伝子発現をリアルタイム PCR 法にて定量、培養上清からの TNF-α タンパク発現を ELISA 法にて測定した。さらに、マウスに EC を配合した高脂肪食（HFD/EC）を摂取させ、歯周組織炎症について通常食（ND）摂取群および高脂肪食（HFD）摂取群と比較した。また、CCR7 欠損マウスについても ND および HFD を摂取させ、歯肉の炎症について検討した。

【結果と考察】

LPS 刺激下で共培養した歯肉線維芽細胞とマクロファージを EC 刺激すると、歯肉線維芽細胞からの IL-1β、IL-6 遺伝子発現および TNF-α タンパク発現が有意に抑制された。さらに、演者らが脂肪細胞ーマクロファージ共培養系を LPS 刺激した際にネガティブフィードバック機構が働き発現誘導されることを見出した miR146 を歯肉線維芽細胞に導入し、マクロファージとの共培養系を LPS 処理した際にも類似の抗炎症作用が確認された。しかしながら、EC 処理による線維芽細胞の miR146 発現誘導は観察されなかった。また、HFD を摂取したマウスの歯肉組織において ND 摂取群と比較し、CCL19、TNF-α 遺伝子発現が有意に上昇したのに対し、HFD/EC を摂取したマウスの歯肉組織ではこれらの遺伝子発現が有意に抑制された。さらに、CCR7 欠損マウスを用いた検討においても KO/HFD 群では WT/HFD 群と比較し、歯肉組織からの TNF-α 発現が有意に抑制された。

【結論】

EC を作用させることや miR146 を導入すること、そして CCR7 を欠損させることで、歯周組織炎症が抑制される可能性があることが示された。miR146 は TNF-a シグナルを伝達する Interleukin-1 receptor associated kinase（IRAK）の発現を抑える作用がある。炎症歯周組織においても miR146 の発現が観察されている（J Periodontol, 2016）。したがって、歯周組織では CCL19-CCR7 経路を介して TNF-a が上昇し、EC が CCL19 の発現抑制を介して炎症抑制効果を示すこと、さらに miR146 はより下流のシグナルを阻害することで炎症の抑制効果を示す可能性が示唆された。

（本研究は広島大学動物実験委員会の得た上で実施した。承認番号：A15-81）

歯周病モデルマウスを用いた PLAP-1 の機能解析

[1] 大阪大学大学院歯学研究科　口腔分子免疫制御学講座 [2] 東北大学大学院歯学研究科　歯内歯周治療学分野
○木下昌毅 [1]，山田聡 [2]，津島賢一朗 [1]，村上伸也 [1]

Analysis of PLAP-1 in a mouse periodontitis model

[1]Department of Periodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry, Osaka, Japan [2]Division of Periodontology and Endodontology, Department of Oral Biology, Tohoku University Graduate School of Dentistry, Sendai, Japan
○Masaki KINOSHITA[1], Satoru YAMADA[2], Kenichiro TSUSHIMA[1], Shinya MURAKAMI[1]

【目的】

PLAP-1 は、当研究室にてヒト歯根膜 cDNA ライブラリーより同定された細胞外基質であり、歯根膜に高頻度かつ特異的な発現を示す分子量約 40kDa のプロテオグリカン様分子である。歯周組織において PLAP-1 は歯根膜細胞の BMP-2 誘導性分化を制御することで歯周組織の恒常性維持に重要な役割を担っている。我々はこれまでに、PLAP-1 が TLR2 および TLR4 を介した炎症反応を抑制することで、歯周組織の炎症反応を制御し歯周病などの病態形成に関与している可能性を明らかにしてきた。しかし、歯周病の進行における PLAP-1 の関与については、未だ詳細は不明である。そこで、本研究では当教室で樹立した *PLAP-1* ノックアウト（KO）マウスの解析及び *PLAP-1* KO マウスを用いた実験的歯周炎モデルを製作し、PLAP-1 の歯周病の進行における役割と機能を検討した。

【材料と方法】

8 週齢オス C57BL/6（WT）マウスおよび *PLAP-1* KO マウスからそれぞれ上顎骨を回収し、歯周組織切片を作製し、HE 染色、ピクロシリウスレッド染色および免疫染色をおこない、光学顕微鏡にて観察した。次に実験的歯周炎モデルとして、同マウスに全身麻酔下で上顎左側第二臼歯部歯頚部に 8-0 絹糸にて結紮を行い、結紮側とした。また、上顎右側第二臼歯には処置をせず非結紮側とした。すべての群で結紮翌日から、3 日ごとにカルボキシメチルセルロース 0.1ml の経口投与をおこなった。絹糸結紮後 14 日にすべての群から回収した上顎骨をマイクロ CT 撮影し、結紮側および非結紮側の第二臼歯周辺の歯槽骨の状態を観察した。また、セメント-エナメル境から歯槽骨頂までの距離をはかり、歯槽骨吸収量を定量化した。マイクロ CT 撮影後に歯周組織の切片を作製し、HE 染色および免疫染色を行い、光学顕微鏡で観察した。本研究は大阪大学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（動歯 26-0260）。

【結果】

PLAP-1 KO マウスを用いた歯周組織の組織学的解析では、WT マウスと比較して著明な差は認められなかった。*PLAP-1* KO マウスを用いた実験的歯周炎モデルでは、上顎骨のマイクロ CT 撮影の結果、WT マウスの絹糸結紮側に比べて、*PLAP-1* KO マウスの絹糸結紮側において、有意に歯槽骨吸収が増加していることが明らかとなった。組織学的解析により、結紮側に炎症細胞の上皮内への浸潤が認められ、WT マウスと比較して *PLAP-1* KO マウスでは炎症細胞浸潤の増加が認められた。

【結論と考察】

絹糸結紮による実験的歯周炎モデルにおいて、PLAP-1 は炎症反応を抑制することで、歯周炎の病態進行に関与している可能性が示唆された。

新規幹細胞関連因子 MEST がヒト歯根膜細胞の幹細胞転換に及ぼす影響

[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 口腔病理学研究分野、[3]九州大学大学院歯学研究院 歯科保存学研究分野、[4]九州大学大学院歯学研究院 OBT 研究センター、[5]九州大学病院 口腔総合診療科
○長谷川大学[1]、長谷川佳那[2]、御手洗裕美[1]、有馬麻衣[3]、濱野さゆり[3,4]、吉田晋一郎[1]、友清淳[1]、杉井英樹[1]、和田尚久[5]、清島保[2]、前田英史[1,3]

The effect of a novel stem cell-related factor, MEST, on the conversion of human periodontal ligament cells into stem cells

[1]Department of Endodontology, Kyushu University Hospital, [2]Department of Oral Pathology, Faculty of Dental Science, Kyushu University, [3]Department of Endodontology and Operative Dentistry, Faculty of Dental Science, Kyushu University, [4]OBT Research Center, Faculty of Dental Science, Kyushu University, [5]Division of General Dentistry, Kyushu University Hospital
○Daigaku Hasegawa[1], Kana Hasegawa[2], Hiromi Mitarai[1], Mai Arima[3], Sayuri Hamano[3,4], Shinichiro Yoshida[1], Atsushi Tomokiyo[1], Hideki Sugii[1], Naohisa Wada[5], Tamotsu Kiyoshima[2], Hidefumi Maeda[1,3]

【研究目的】

近年、歯根膜幹細胞が歯周組織再生の有用なツールになることが報告されているが、未だその実用化には至っていないのが現状である。その理由の一つとして、歯根膜組織より分離できる幹細胞の数が少ないため、十分な数の歯根膜幹細胞を獲得することが困難であることが挙げられる。私たちは最近、ヒト歯根膜幹細胞株に強発現する因子として新たに mesoderm-specific transcript (MEST) を同定し、MEST の発現阻害によりヒト歯根膜幹細胞株における様々な幹細胞特性が抑制されたことから、MEST がヒト歯根膜幹細胞の幹細胞特性に関与することを明らかにした（第 144 回日本歯科保存学会春季学術大会）。そこで本研究では、MEST の遺伝子導入がヒト歯根膜細胞の幹細胞転換に及ぼす影響について検討することとした。

【材料および方法】

1. MEST 過剰発現ヒト歯根膜細胞株の樹立

当研究室にて樹立した分化能を有さないヒト歯根膜細胞株（line 2-52）に、MEST 発現プラスミドベクターを遺伝子導入して MEST 過剰発現ヒト歯根膜細胞株（2-52_MEST）を樹立した。さらに、この細胞における MEST の発現を定量的 RT-PCR 法ならびにウエスタンブロット法にて解析した。また、細胞形態の変化について、ファロイジンを用いた蛍光免疫染色法にて検討した。

2. MEST 過剰発現ヒト歯根膜細胞株における幹細胞特性の解析

2-52_MEST における間葉系幹細胞マーカーの発現を定量的 RT-PCR 法およびフローサイトメトリー分析法にて解析した。また、間葉系幹細胞が示す分化能の一つである骨芽細胞分化能について、誘導培地を用いた分化アッセイにて検討した。

【結果】

1. 2-52_MEST における MEST の発現は、コントロールベクター導入細胞株（2-52_empty）と比較して有意に高かった。また、細胞形態は線維芽細胞様の紡錘形から幹細胞様の類円形に変化していた。
2. 2-52_MEST における間葉系幹細胞マーカー（p75NTR および N-cadherin）の発現は、2-52_empty と比較して有意に高かった。また、間葉系幹細胞表面抗原マーカーの一つである CD146 の 2-52_MEST における発現細胞数は、2-52_empty と比較して多かった。
3. 2-52_MEST を骨芽細胞分化誘導培地にて一定期間培養した結果、2-52_empty と比較してアリザリンレッド陽性反応が有意に上昇した。

【考察】

以上の結果より、ヒト歯根膜細胞は MEST の過剰発現により幹細胞特性（幹細胞マーカー発現および分化能）が上昇し、幹細胞様の細胞に変化することが明らかになった。このことから、MEST がヒト歯根膜細胞の幹細胞転換におけるターゲット因子になりうることが示唆された。

【結論】

MEST の遺伝子導入によりヒト歯根膜細胞は幹細胞特性を獲得する。

全身性強皮症患者に出現した多発性歯根外部吸収の一症例

広島大学大学院医歯薬保健学研究院応用生命科学部門　歯周病態学研究室
○松田真司、目見田匠、水野智仁、應原一久、加治屋幹人、藤田　剛、栗原英見

A case of multiple external cervical resorption in a systemic sclerosis patient

Department of periodontal medicine, Applied Life Sciences, Institute of Biomedical & Health Sciences, Hiroshima University
○Shinji Matsuda, Takumi Memida, Noriyoshi Mizuno, Kazuhisa Ouhara, Mikihito Kajiya, Tsuyoshi Fujita, Hidemi Kurihara

【緒言】全身性強皮症（SSc）は、皮膚の線維化、血管障害、自己抗体の産生などを特徴とする自己免疫疾患である。その原因は詳細には解明されておらず、治療は対症療法に留まることが多い。当診療科で SSc 患者の多発性の歯根外部吸収を経験したので報告し、そのメカニズム解明を目指した研究について考察する。

【症例概要】初診；2017 年 5 月 12 日。患者 58 歳女性。主訴；歯が欠けた。現病歴；初診 1 週間前に 47 の舌側の歯冠破折を自覚。かかりつけ歯科医院を受診したところ、歯根内部吸収を指摘され、精査加療を求め当科紹介初診となった。全身既往歴；1995 年 4 月からレイノー現象を自覚。かかりつけの総合病院の検査で抗セントロメア抗体陽性となり、限局型全身性強皮症の診断とされた。SSc のため逆流性食道炎、間質性肺炎、高血圧、胆汁うっ滞肝障害、カルシノーシス、シェーグレン症候群を併発している。現在、広島大学病院リウマチ・膠原病科で治療中である。内服薬；ユベラ（微小血管系賦活剤）、レニベース、アムロジピン（持続性 ACE 阻害剤、Ca 拮抗薬）、パリエット、サンメール、プリンペラン（消化管障害改善剤）ウルソ（肝機能改善剤）。家族歴；血縁者に SSc 患者は存在しない。母親:特記事項なし。父親:肝臓癌、他界。長女、長男:特記事項なし。

口腔既往歴；初診 10 年前から紹介元で定期健診を受けていた。2 年前より咬みにくさを自覚するようになるも原因がわからず経過観察となる。1 年前にう蝕治療を受ける。2 ヶ月前には 45 に歯髄に近接する透過像を認め、かかりつけ歯科で抜髄処置を受けた。口腔内所見；口腔衛生状態は良好であった。口腔粘膜は乾燥していた。上下顎臼歯部にインレーによる修復処置が施されていた。47 の舌側中央に一部歯冠破折が認められた。平均歯周ポケット値は 2.9mm でであった。臼歯部は打診で金属音を認めた。CBCT 画像所見；17、16、15、14、24、25、27、37、36、35、45、46、47 に歯頚部を中心とした外部吸収が認められた。14、15、25 は歯根の大部分の歯根吸収像が確認された。34、44 では歯根膜腔の拡大が確認された。

治療計画；咬合力検査、カリエスリスク検査、TBI、４７の歯冠修復処置、メインテナンス

【治療経過】咬みにくさを定量するために DENTAL PRESCALE（GC 社）を用いて咬合力検査を行った。咬合力は 187.4N で咬合面積は 4 mm^2 であった。またカリエスリスク検査の結果、唾液緩衝能と PH は正常であったが、流出量は 0.25 ml/分（ガム刺激）と少なく、ミュータンス菌とラクトバチラス菌数は多かった。初診時の PCR は 35%とプラークコントロールは比較的良好で TBI によって早期に 20%以下になった。次に 47 に対して修復治療を行った。破折した歯の一部分の病理組織検査を行った。破折した歯は光重合レジンで築造し、現在テンポラリークラウンで経過観察中である。病理組織像の結果、歯髄腔及び象牙質の骨様組織への置換が確認された。また象牙質及び添加された骨様組織の表面には多核の破骨細胞様細胞が確認された。

【考察】SSc 患者に骨様組織置換性の歯の外部吸収が確認された。SSc 患者の多発性外部吸収は昨年、スペインで一症例報告されたのみで、本邦では初の報告となる。今後 SSc 患者の歯根状況や咬合力は慎重に観察される必要がある。本疾患は外部吸収が多発しており、局所因子だけでなく宿主因子が強く関与していると考える。患者の血液等を用いて遺伝子解析することで原因遺伝子が同定することができる。さらに疾患特異的 iPS 細胞を分離できれば、原因となる細胞機能異常のメカニズムも明らかにすることができる。この研究が遂行されれば、歯根吸収の原因が明らかになり、その治療法や予防法の開発に繋がる可能性がある。