

リン酸カルシウム系ペーストの歯質ケア材としての有用性  
-第2報: 薬剤ミネラルの HAp への転化と歯質象牙質との同化-

鶴見大学歯学部口腔解剖学講座<sup>1)</sup>, 保存修復学講座<sup>2)</sup>  
○千葉 敏江<sup>1)</sup>, 林 応璣<sup>2)</sup>, 下田 信治<sup>1)</sup>, 桃井 保子<sup>2)</sup>

Applicability of Calcium Phosphate Based Paste as a Tooth Care Material  
Report 2: HAp transition of Mineral Component and its Integration to Human dentine

Department of oral anatomy<sup>1)</sup>, Department of Operative Dentistry<sup>2)</sup>  
Tsurumi University School of Dental Medicine  
○Chiba toshie<sup>1)</sup>, Hayashi oki<sup>2)</sup>, Shimoda Shinji<sup>1)</sup>, Momoi Yasuko<sup>2)</sup>

研究目的:

本研究の評価対象であるティースメイト® AP ペースト (以下 AP ペースト, クラレノリタケデンタル) は, TTCP と DCPA に水は加えず, グリセリンとポリエチレングリコールを加えペースト化し, これにフッ化ナトリウム (NaF) その他を添加した弱アルカリ性のリン酸カルシウム系ペーストである. 本ペーストが歯質ケア材として有用か否かを検討する第一段階として, 本材の無機成分 (Ca, P, F) が脱灰エナメル質および象牙質にどのように移行するかを観察し, 第 141 回日本歯科保存学会 (2014 年度秋季学術大会, 山形) で, 第 1 報 ミネラル成分のヒト抜去歯脱灰歯質への移行について, 報告した.

今回, 第 2 報として, ペーストの含有成分の象牙細管封鎖の機序に関して, i) 反応沈着物の HAp へ転化状態, ii) 転化結晶の同定, について EPMA による元素分析, 透過型電子顕微鏡観察 (TEM), 電子線回折により解析をおこなった.

材料および方法:

本研究はヘルシンキ宣言を遵守し, 臨床研究に関する倫理指針に従って行った.

鶴見大学歯学部修復学講座所蔵の 10%ホルマリン溶液に浸漬固定ヒト永久歯を用いた. 試料は, 1 昼夜水洗し歯軸に対して水平方向に歯の横断面を作製し, EDTA で処理後, ラバーカップで AP ペーストを 20 秒塗布後 30 秒水洗のサイクルを 2 回行い, 乾燥, 蒸着して走査型電子顕微鏡 (SEM) で表面観察を行った. 別試料で象牙質に試験窓を作製し, 試験窓以外をマニキュアで被覆した. その後 50mM 酢酸で 3 日間脱灰後, 歯を半分切断し, 再度試験窓以外を再びマニキュアで被覆した. その後, 試験片を切断し, 一方をコントロールとして, 他方を AP ペーストを 1 日 3 回, それぞれ 20 秒間歯ブラシにて塗布した. 試験片はエポキシ樹脂で包埋, 薄切し, 観察面を鏡面研磨し, 電子線プローブマイクロアナライザー (EPMA) で Ca, P, F の分析 (CPS:count per second) を行い, 接着界面へのイオンの取り込み量を測定した. また分析結果から, 歯の表面の Ca/P 比を天然 Fluoroapatite を標準試料として Ca/P 比を求めた. 分析面の超薄切片を作製し, 透過型電子顕微鏡観察および電子線回折像を撮影した. 結晶形態の観察対照試料として HAp, TTCP, DCPA (Wako Chem. LTD, Osaka) を用いた.

結果および考察:

i) 反応沈着物の HAp へ転化状態について, EPMA による元素分析 (CPS 値) により, 天然 Fluoroapatite の Ca/P=1.63 を基準とした時, AP ペースト塗布領域は Ca/P=1.67 と HAp に近似する値を示し, TTCP, DCPA とは明らかに異なる値が得られた. ii) 転化結晶の同定について, AP ペースト塗布部位の TEM による観察結果から, TTCP と DCP の結晶形態とは明らかに異なる六角柱状のアパタイト結晶と考えられる沈殿物が観察され, それぞれの結晶の電子線回折による解析結果から, HAp であることが確認された.

本実験結果から, AP ペースト含有無機成分は水と反応して HAp に転化していると考えられ, これらの転化した結晶はペースト全体として歯面に塗布・固着して象牙細管を閉塞して知覚過敏を抑制するのみならず, 歯質象牙質と同一のアパタイト結晶に転化し, 管周象牙質のアパタイト結晶と一体化していることが示唆された.

まとめ:

リン酸カルシウム系ペーストである AP ペーストは, 塗布後に水と反応して HAp に転化し, 歯質に同化した状態で象牙細管を封鎖していると考えられた.

COI 開示:

本研究発表に関連し鶴見大学歯学部保存修復学講座所属の共同発表者が開示すべき COI 関係にある企業は, クラレノリタケデンタル (株) である.

## Clinical evaluation of a calcium phosphate containing desensitizer paste

Department of Oral Biology, Division of Periodontology and Endodontology, Tohoku University Graduate School of Dentistry<sup>1</sup>, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Vokkaligara Sangha Dental College and Hospital<sup>2</sup>, Liaison Center for Innovative Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry<sup>3</sup>, Division of Advanced Prosthetic Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry<sup>4</sup>

○ ISHIIHATA Hiroshi<sup>1</sup>, MEHTA Deepak<sup>2</sup>, GOWDA Vishwas<sup>2</sup>, FINGER Werner J.<sup>3</sup>, SASAKI Keiichi<sup>3,4</sup>

When vital dentin is exposed patients often experience a transient sharp pain upon thermal, evaporative, tactile or osmotic stimulation. This pain reaction, called dentin (hyper)sensitivity (DH), is a very common complaint of adult people. Dentin sensitivity originates from oral exposure of open dentinal tubuli and rapid fluid shifts upon stimulation. Fluid movement causes excitation of mechanoreceptor nerves on odontoblasts giving rise to pain. Most therapies of DH aim at partial or total occlusion of the open tubular orifices, using different treatment modalities. Among the various tubule-occluding products calcium phosphate desensitizers have gained much attention due to their excellent biocompatibility. Recently, Kuraray-Noritake has made a calcium phosphate containing paste (TEETHMATE AP Paste) available for topical application on sensitive dentin.

Aim of the present randomized, placebo-controlled, single-masked clinical study was to evaluate the pain reducing effect of this compound at various recall points throughout a period of six months. The null hypothesis to be tested was that there was no difference in desensitization between TEETHMATE AP Paste and placebo.

**Materials and Methods:** The TEETHMATE AP Paste (TAP) contains TTCP (tetracalcium phosphate), DCPA (dicalcium phosphate anhydrous), sodium fluoride, glycerol and polyethylene glycol. Distilled water served as placebo (PLA). Patients for the trial were recruited from the Department of Conservative Dentistry, Vokkaligara Dental College and Hospital, Bangalore/India. After screening 35 subjects with one hypersensitive lesion in each of two quadrants, fulfilling the inclusion criteria defined in the “Guidelines for the design and conduct of clinical trials on dentin hypersensitivity”, were enrolled. Preoperatively, the pain evoked by a two-seconds air-blast and by probe scratching was determined using a linear 10 cm long VAS rating scale (0=no discomfort through 10=intolerable pain). According to the inclusion criteria pain scores for allocation to the trial should be  $\geq 6$ . Two operators applied randomly TAP (20 s application with soft rubber cup at  $>1,000$  rpm) and PLA (20 s application with a soaked micro brush) following the split-mouth design. Excess of paste was rinsed off with water. Within 15 minutes after application the investigator evaluated blindly the pain scores using the two pain-provoking stimuli. Patients were recalled for pain evaluation after 1 week, 1, 3 and 6 months.

**Results:** With air-blast stimulation (AB) the immediate postoperative score for TAP was reduced from 6 to 4; up to 6 months the pain scores continuously decreased to 3. The postoperative score for PLA (AB) was 5, and the final score after 6 months was 4. TAP and PLA had significantly different effects. Desensitization effects after probe scratching (PS) were similar to the AB results, both for TAP and PLA.

**Discussion and conclusion:** Transformation of TTCP and DCPA into hydroxyapatite (HA) is a slow process in the oral environment, requiring water and an abundance of calcium and phosphate ions from saliva. Thus, the initial and early pain reductions found with TAP are presumably caused by partial tubular obturation with TTCP and DCPA due to application of the paste with the rotating rubber cup. At later stages however, it is assumed that part of the desensitization effect is caused by precipitation of HA. Probably, the placebo effect is confounded due to some natural desensitization processes occurring with time. The null-hypothesis that there was no difference between TAP and PLA must be rejected. TEETHMATE AP Paste has a high potential as biocompatible desensitizer, at least for patients complaining about moderate hypersensitivity.

## Randomized, controlled clinical trial on dentin desensitization with a calcium phosphate containing paste

Division of Operative Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry<sup>1</sup>,  
Vokkaligara Sangha Dental College and Hospital<sup>2</sup>, K.L.E Society's Institute of Dental Sciences and Hospital<sup>3</sup>, Liaison Center for  
Innovative Dentistry<sup>4</sup> and Division of Advanced Prosthetic Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry<sup>5</sup>

○KANEHIRA Masafumi<sup>1</sup>, MEHTA Deepak<sup>2</sup>, MOOGI Prashant<sup>3</sup>, SURESH Venkata<sup>3</sup>,  
RUPESH Maratham C.<sup>3</sup>, SAITO Masahiro<sup>1</sup>, SASAKI Keiichi<sup>4,5</sup>

**Introduction:** Reportedly, in most populations the incidence of dentin hypersensitivity (DH) is 10-30%. Therefore, treatment of the disease is a constant challenge for dental practitioners. DH is experienced when vital dentin is exposed to the oral cavity and when dentinal tubules are patent at both ends. According to the hydrodynamic theory external stimuli applied on free dentin surfaces provoke shifts of dentinal fluids that trigger mechanoreceptor nerves on odontoblasts and thus transient sharp pain. An obvious treatment option is occlusion of the open tubuli. Many different treatments have been described. However, not all of them are sufficiently effective to reduce or eliminate DH. Recently, Kuraray-Noritake has presented an interesting calcium phosphate containing paste “TEETHMATE AP Paste” (TAP) for topical application. Aim of the present randomized, placebo-controlled, double-masked clinical study was to evaluate the pain reducing effect of TAP for a period of three months.

**Materials and Methods:** The paste (TAP) contains TTCP (tetracalcium phosphate), DCPA (dicalcium phosphate anhydrous), sodium fluoride, glycerol, polyethylene glycol. The placebo (PLA) is a paste of glycerol, polyethylene glycol and thickener. Patients for the trial were recruited from the Department of Conservative Dentistry, K.L.E Society's Institute of Dental Sciences and Hospital, Bangalore/India. After screening 45 subjects with one hypersensitive cervical lesion in each of two different quadrants, fulfilling the inclusion criteria defined in the “Guidelines for the design and conduct of clinical trials on dentin hypersensitivity”, were accepted. Pre-operatively, the investigator determined the pain provoked by a two-seconds air-blast and by probe scratching, using a 10 cm long visual analogue scale (VAS: 0=no discomfort through 10=intolerable pain). VAS score  $\geq 6$  was required for enrollment. Two operators applied randomly TAP from a tube, marked A, and PLA from a tube, marked B. The pastes were applied for twice 20 s with a soft rubber cup rotating at 500 rpm. Excess of the pastes was rinsed off with water. Within 15 minutes after application the investigator evaluated blindly the pain scores using the two pain-provoking stimuli mentioned above. Patients were recalled for pain evaluation after 1 week, 1 and 3 months.

**Results:** With air-blast stimulation (AB) the immediate postoperative score for TAP was reduced from 6 to  $<4$ . After 1 week and up to 3 months the pain scores decreased only slightly. Similarly, PLA showed immediately after treatment score reduction from 6 to  $\approx 5$  and at 3 months to almost score 4.5. Upon PS, the immediate VAS score for TAP was  $\approx 4$  and remained almost unchanged at the 3-months recall. PLA showed a similar tendency, from preoperative score 6 to postoperative score 5. After 3-months observation the score was still  $\approx 5$ .

**Discussion and conclusion:** The null-hypothesis that there was no difference in pain reduction between the two test groups is rejected. The desensitizing effect of TAP was significantly different from PLA. TAP is a one-component formulation that does not contain water and/or accelerator. Therefore, initial pain reduction is supposedly related to mechanical blockage of tubular entrances with TTCP and DCPA. Hydroxyapatite (HA) formation can only be expected after prolonged contact time in saliva, that provides the necessary water as well as calcium and phosphate ions. So far, the reduction in pain scores from immediately post application to the 3-months recall gives no indication of the effect of precipitated HA. Surprisingly, application of PLA with a rubber cup showed little desensitization, although occlusion of dentin tubules dentin due to burnishing was expected. Based on this 3-months observation TAP may be considered a valuable desensitizing agent, especially for patients with moderate sensitivity.

## 各種知覚過敏抑制材の漂白への影響について —表面粗さについて—

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○古澤 一範 谷本 啓彰 森川 祐仁 畑下 芳史 藤原 秀樹 鈴木 康一郎 吉川 一志 山本 一世

### Effect of Desensitizing Agents on Vital Teeth Bleaching — Measurement of Surface Roughness —

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○FURUSAWA Kazunori, TANIMOTO Hiroaki, MORIKAWA Yuto, HATASHITA Yoshihumi, FUJIWARA Hideki, SUZUKI Koichiro, YOSHIKAWA Kazushi, YAMAMOTO Kazuyo.

#### 【目的】

漂白中および漂白直後に生じる象牙質知覚過敏の発生率は、軽度のものを含めると 55~75%との報告があり、エナメル質に存在するエナメル葉や微小亀裂の存在がその発生に関与すると考えられている。また、ハイドロキシアパタイトに対して作用する知覚過敏抑制材が市販されており、象牙質よりもハイドロキシアパタイトの比率の高いエナメル質への効果が期待されている。本研究では、各種知覚過敏抑制材を歯の漂白と併用した場合の影響を表面粗さについて検討した。

#### 【材料と方法】

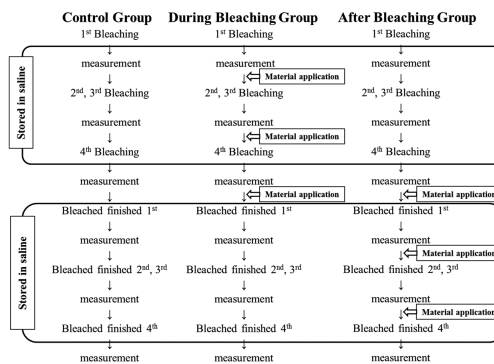
冷凍保管牛前歯を解冻、歯根を切断し歯髓除去後、髓腔内を 5%次亜塩素酸溶液で 1 分間処理し、水洗、乾燥後、37%リン酸ゲル(K-etchant, クラレノリタケデンタル)にて 1 分間処理し、水洗、乾燥を行った。まず、直径 5mm の円柱状にくりぬき、モデルトリマーを用いてエナメル質平坦面を露出させ、耐水研磨紙にて #2000 まで研磨を行い被験試料とした。実験で使用する知覚過敏抑制材として、ナノシール (日本歯科薬品;以後 NS)、MS コート F (サンメディカル;以後 MS)、ティースメイト®ディセンシタイザー (クラレノリタケデンタル;以後 TD) およびティースメイト®AP ペースト (クラレノリタケデンタル;以後 AP) とした。初めに、レーザーマイクロスコープ VK (KEYENCE) を用いて、試料中心点およびムービングステージにて中心点より前後 500 μm 移動した 3 点を計測点とし、表面粗さの計測(Ra 値)を行った(術前)。漂白剤として TiON® in Office (GC;以後 TiON) を用いてメーカー指示に従い試料に塗布後、コスモブルー (GC) を用いて 10 分間照射した。この操作を 3 回同一部位に施し、漂白処置後、再度計測を行った(1 回目術後)。その後、生理食塩水中に浸漬し、7 日ごとに合計 4 回漂白処置を行い、漂白処置後、再度計測を行った(2~4 回目術後)。さらに、生理食塩水に浸漬し、7 日ごとに計測を行ったものをコントロール群とした。

また、TiON にてコントロール群と同様に漂白処置を行い、漂白後毎回各種知覚過敏抑制材塗布を行う条件を術中塗布群、4 回の漂白処置のみを行い、各種知覚過敏抑制材塗布を 7 日間ごとに生理食塩水に保管し、7 日間ごとに計測を行う条件を術後塗布群とした。得られた測定結果は一元配置分散処理および Scheffe の検定により統計処理を行った (P<0.05)。

なお、この実験は大阪歯科大学動物実験委員会の承認を得て行った。

#### 【結果と考察】

術後塗布群では、術前と比較し MS 塗布後 Ra 値は経時的に増加し、有意差が認められた。その他の術後塗布群、術中塗布群では有意差は認められなかった。MS の場合、エナメル質表面には、被膜を形成する際、シュウ酸と歯質のカルシウムが反応し、ポリマー成分がイオン結合することにより被膜を形成されることから、他の知覚過敏抑制材と比べて厚みのある被膜が形成されると考えられる。また、NS、TD および AP の場合、作用機序は異なるものの、塗布歯面にナノレベルの微小結晶の薄い被膜が形成されることから表面性状に影響を与えないことが示唆された。



## オフィスブリーチング後のエナメル質に対するペースト型知覚過敏抑制材の効果

北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座歯科保存学教室<sup>1</sup>、兵庫医科大学歯科口腔外科学講座<sup>2</sup>  
○福山麻衣<sup>1</sup> 川本千春<sup>1</sup> 橋本直樹<sup>1</sup> 松田康裕<sup>1</sup> 清水明彦<sup>2</sup> 佐野英彦<sup>1</sup>

### Effect of desensitizer paste on enamel after in-office bleaching

Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science, Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine<sup>1</sup>, Department of Dentistry and Oral Surgery, Hyogo College of Medicine<sup>2</sup>  
○FUKUYAMA MAI<sup>1</sup>, KAWAMOTO CHI HARU<sup>1</sup>, HASHIMOTO NAOKI<sup>1</sup>, MATSUDA YASUHIRO<sup>1</sup>, SHIMIZU AKIHIKO<sup>2</sup>, SANO HIDEHIKO<sup>1</sup>

#### 【目的】

患者の審美的な関心が年々高まってきており、歯を白くするホワイトニングのニーズが多い。その一方で、オフィスブリーチングは高濃度の過酸化水素を主成分とし、エナメル質表層を脱灰すると言われている。演者は第141回本学会において、オフィスブリーチング後のエナメル質に対してフッ化物歯面塗布が脱灰抑制に有効であるという報告を行った。近年、主成分がリン酸カルシウムであるペースト型知覚過敏抑制材(ティースメイト®APペースト(以下APペースト):クラレノリタケデンタル)が開発された。これは、リン酸カルシウム(TTCP)と無水リン酸水素カルシウム(SCPA)が水と反応するとハイドロキシアパタイト(HAp)に転化する機序を応用したもので、ペースト型にすることにより操作性を良くした製品である。そこで、本研究ではオフィスブリーチング材のHi-Lite(松風)によるホワイトニング後のエナメル質表面に対しAPペーストを塗布する事による脱灰抑制効果を経時的に評価した。

#### 【材料および方法】

##### 1) 試料の作製

ヒト下顎前歯を頬舌方向に半切し、分割面をネイルバーニッシュにより被覆した。試料の処理方法により以下の3群に分けた。(1)コントロール群:処理を行っていない群(C)、(2)ホワイトニング群:オフィスブリーチングのみを行った群(W)、(3)APペースト群:オフィスブリーチング直後にAPペーストを塗布した群(W+AP)。オフィスブリーチングは35%過酸化水素(Shofu Hi-Lite;松風)を用いて、添付指示書に従い3回の塗布を行った。その後、各群の試料は口腔内の環境を想定したpHサイクル環境下で保管した。pHサイクルには脱灰溶液(0.2M乳酸、3.0mM CaCl<sub>2</sub>、1.8mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>、pH4.5)、再石灰化溶液(0.02M HEPES、3.0mM CaCl<sub>2</sub>、1.8mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>、130mM KCl、pH7.0)を用いた。サイクル数は1日に6回で、各サイクル間のインターバル、およびpHを稼働させない時間(約8時間)は再石灰化溶液に浸漬した。

##### 2) 押し込み硬さ試験

カリオテスター®(三栄エムイー)を用い、圧子はエナメル質用(円錐角50°先端部曲率半径R=10μm)を使用した。測定はpHサイクルを開始した最初の24時間は1サイクル毎、その後1週間は1日毎、その後は1週間毎2週間まで行った。硬さは、圧子が押し込まれた深さ(Dμm)を求め、清水らによる換算式 $KHN=6839D^{-1.409}$ により、ヌーブ硬さ(KHN)に換算した。

##### 3) 走査型電子顕微鏡(SEM)観察

前述の3群と同様の処理を行った試料を、pHサイクル開始前と2週後に観察した。

#### 【結果および考察】

押し込み硬さ試験では、ホワイトニングを行った全ての群でホワイトニング直後に硬さは減少するが、W+AP群は塗布直後にホワイトニング前の硬さに戻り、その後の硬さは一定であった。それに対し、C群・W群では徐々に硬さが減少し、その後一定であった。2週後のSEM観察では、W群はエナメル小柱鞘様の構造が著明に認め、C群はエナメル小柱鞘様の構造を認めるがW群に比べ著明ではなかった。それに対し、W+AP群ではエナメル小柱鞘様の構造を認める部分と認めない部分が混在して認められた。

以上のことから、W+AP群は押し込み硬さの値が高く、SEM観察でも構造変化が少ないため、脱灰が抑制されたと示唆される。

## 過酸化尿素処理がバイオフィルムの象牙質脱灰病巣形成に及ぼす影響

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 歯蝕制御修復学講座<sup>1</sup>, 歯学教育学講座<sup>2</sup>, 微生物感染学講座<sup>3</sup>

○長谷川晴彦<sup>1</sup>, 富山 潔<sup>1</sup>, 熊田秀文<sup>2</sup>, 飯塚純子<sup>1</sup>, 倉持江里香<sup>1</sup>,  
國松雄一<sup>1</sup>, 椎谷 亨<sup>1</sup>, 寺中敏夫<sup>1</sup>, 浜田信城<sup>3</sup>, 向井義晴<sup>1</sup>

### Influence of carbamide peroxide treatment on dentin lesion formation by salivary biofilm

Department of Cariology and Restorative Dentistry<sup>1</sup>, Department of Education<sup>2</sup>, Department of Microbiology<sup>3</sup>,  
Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○HASEGAWA Haruhiko<sup>1</sup>, TOMIYAMA Kiyoshi<sup>1</sup>, KUMADA Hidefumi<sup>2</sup>, IIZUKA Junko<sup>1</sup>, KURAMOCHI Erika<sup>1</sup>,  
KUNIMATSU Yuichi, SHIYA Toru<sup>1</sup>, TERANAKA Toshio<sup>1</sup>, HAMADA Nobushiro<sup>3</sup>, MUKAI Yoshiharu<sup>1</sup>

#### 【目的】

近年、歯肉退縮による歯根象牙質露出を有する患者が増加しており、このような患者がブリーチングの対象となる事も少なくない。露出歯根面はその解剖学的形態からプラークが停滞しやすく、また脱灰も容易に進行し、根面齲蝕になりやすいが、ホームブリーチング剤の主成分である過酸化尿素がこれらのプラークに対して抗菌性を示すようなら根面齲蝕の予防が期待できる。そこで今回我々は、口腔バイオフィルムに非常に近似した環境を再現できるポリマイクロバイアルバイオフィルムモデルを用い、バイオフィルムに対する過酸化尿素の抗菌効果および処理後の象牙質脱灰病巣を検討した。

#### 【材料及び方法】

① 試料作製：ウシ下顎中切歯の歯根部から直径 6 mm 厚さ 1.5 mm の円盤状試片を切り出し、試料 2 枚の表面が両側となるように耐熱性の接着剤にて貼り付け、オートクレーブ滅菌し、これをバイオフィルム形成用試片とした。

② ポリマイクロバイアルバイオフィルム形成：健康な被験者 1 名の刺激唾液を用いた Exterkate らの方法 (Caries Res 2010) に従った。即ち、唾液を添加した unbuffered McBain 2005 (0.2 ppmF, 0.2%スクロース含有) 培養液中に象牙質試料を懸架し、37 °C で 48 時間まで嫌気培養 (CO<sub>2</sub> : H<sub>2</sub> : N<sub>2</sub> = 10% : 10% : 80%) した。なお、培養液の交換は 10 時間および 14 時間で 1 日 2 回行った。

③ 薬液処理：薬液は 0.5%過酸化尿素水溶液 (0.5CP), 20 倍希釈した HiLite Shade Up (0.5HS, 松風), およびコントロールとして滅菌脱イオン水 (Cont) を用い、培養開始から 24 時間後、試料を各薬液で 30 分間浸漬処理した。処理後、Cysteine Peptone Water (CPW) にて 3 回洗浄した。(各群 n=6)

④ pH 測定：培養開始から 10 時間, 24 時間, 34 時間, 48 時間後, 各々の培養液の pH を測定した。

⑤ 生菌数測定 (CFU/ml)：処理後 24 時間の培養終了後, CPW 浸漬下で 90 秒間の超音波処理により試料に付着したバイオフィルムを剥離・分散させた後, 血液寒天培地上に播種して生菌数 (CFU/ml) を算定した (各群 n=6)。

⑥ Transversal Microradiography (TMR) 撮影および分析：細菌を超音波で剥離した後, 各象牙質試料から厚さ 300 μm の薄切切片を作製し, 管電圧 25 KV, 管電流 15 mA, 照射時間 20 分にて TMR 撮影 (PW3830) を行い, 分析用ソフト (TMR2000) を用いて各群の象牙質の平均ミネラルプロファイルの作製と平均ミネラル喪失量 (IML) を測定した。

#### 【結果及び考察】

pH は, Cont に比較して 0.5CP および 0.5HS 処理後の 10 時間培養液で高かった (Cont : 4.4, 0.5HS : 6.2, 0.5CP : 6.2)。生菌数測定は, 0.5CP ( $9.53 \times 10^7$  CFU/ml) および 0.5HS ( $3.27 \times 10^7$  CFU/ml) が Cont ( $1.45 \times 10^8$  CFU/ml) と比較して有意に減少した。さらに, ミネラル喪失量は, 0.5CP (1726.9 vol%×μm) が Cont (2168.5 vol%×μm) および 0.5HS (2093.9 vol%×μm) と比較して有意に減少した (p<0.05, one-way ANOVA and Tukey)。本結果は, バイオフィルム処理後 24 時間は過酸化尿素から分解した尿素ならびに過酸化水素由来のフリーラジカルがバイオフィルムを構成する酸産生菌に対し殺菌効果を示したためであると考えられた。

#### 【結論】

過酸化尿素を主成分とするホームブリーチング剤は漂白効果だけでなく根面齲蝕の予防にも効果的である可能性が示唆された。

### 着色表層下脱灰病巣モデルの開発と TMR 分析

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 歯蝕制御修復学講座<sup>1</sup> 放射線応用化学講座<sup>2</sup>

○國松雄一<sup>1</sup>, 飯塚純子<sup>1</sup>, 長谷川晴彦<sup>1</sup>, 倉持江里香<sup>1</sup>, 谷口紀江<sup>2</sup>, 向井義晴<sup>1</sup>

#### Development of stained subsurface enamel lesion model and its assessment by TMR

Department of Cariology and Restorative Dentistry, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○KUNIMATSU Yuichi, IIZUKA Junko, HASEGAWA Haruhiko, KURAMOCHI Erika, TANIGUCHI Motoe, MUKAI Yoshiharu

#### 【目的】

近年、歯科分野における審美的要求が高まっており、ブリーチングを行う機会が多くなっている。臨床的に認められる褐色斑（ブラウンスポット）は表層下脱灰病巣の形態をとるのみならず内部に有機質が侵入し、それらが再石灰化を妨げている可能性が報告されている。我々は表層下脱灰病巣に侵入した有機質を除去することにより再石灰化が促進される可能性を検討してきた。一方、有機質や色素の侵入した人工的なブラウンスポットを作製することも急務である。今回、ウシエナメル質をワインに浸漬することにより、有機質侵入着色表層下脱灰病巣モデルを作製し、ブリーチング前後のミネラル様相を Transversal Microradiography (TMR)にて分析した。

#### 【材料および方法】

ウシ下顎中切歯歯冠部より 4×4 mm のエナメル質のブロックを切り出し、耐水研磨紙 2000 番で研磨後、耐酸性パーニッシュにて 2×3 mm の被験歯面を規定し、以下の 2 群に分けた。なお、各群の試料数は 6 とした。1) 表層下脱灰病巣作製群(Dem 群) : エナメル質ブロックを 1 ブロックあたり 10 ml の赤ワイン(メルシャン株式会社 SUNRISE Cabernet Sauvignon 2013)に 37°C で 7 日間浸漬した。2) 表層下脱灰病巣、ブリーチング処理群(Dem-Bleach 群) : 1)の浸漬終了後、オフィスブリーチング剤である松風 HiLite の適用 3 回を 1 セットとして 2 セット施術した。脱水、レジン包埋後、150 μm の薄切片を切り出し TMR 撮影を行った (PANalytical PW 3830, 管電圧 25 kv, 管電流 15 mA, 照射時間 20 分)後、分析用ソフト(Inspektor TMR2000)を用いて平均ミネラルプロファイルを作製し、平均ミネラル喪失量(IML)と表層および病巣体部のミネラル密度を測定した。統計処理には t 検定を用い、有意水準 5 %にて行った。

#### 【結果】

赤ワインに 7 日間浸漬することにより歯面が着色することが観察された。また、断面観察からも脱灰病巣全体に色素の侵入が確認された。オフィスブリーチングを施すことにより着色は減退することが確認され、断面観察からも深部まで漂白されていることが確認できた。TMR 分析から得られたミネラルプロファイルでは Dem 群にミネラル密度約 25 vol%の軽微な表層を有する脱灰病巣を認め、モデルが表層下脱灰病巣の形態をとっていることが確認できた。Dem-Bleach 群のプロファイルは Dem 群とほぼ同様であったが、表層のミネラル量が若干減少していた。IML で比較すると、Dem 群で 15,335 vol%×μm、Dem-Bleach 群で 15,814 vol%×μm であり、ブリーチング後にミネラルの喪失量が増加したものの有意差は認めなかった。

#### 【考察】

今回使用した赤ワインの pH は 3.5 であり、7 日間浸漬することによりエナメル質試料に表層下脱灰病巣を作製できるとともに、ワイン中の有機質ならびに色素が病巣中に侵入し、人工的なブラウンスポットが再現できたものと思われる。また、本モデルを使用しオフィスブリーチング剤を適用した結果からは漂白効果が確認されブリーチングモデルとして有用であることが示唆された。さらには TMR よりブリーチング前後のミネラル量に有意差を認めないことが確認されたことから、本モデルを有機質および色素の侵入した表層下脱灰病巣モデルとして今後のブラウンスポット再石灰化戦略研究の一モデルとして活用できる可能性が示唆された。

#### 【結論】

ブリーチングによる表層下脱灰病巣に侵入した有機質の変化を検討するモデルとして、ワインに浸漬して作製した着色表層下脱灰病巣モデルが適用可能であることが示唆された。

## オフィスブリーチング剤が歯根象牙質に及ぼす影響

### —TMR および硬さ試験による検討—

神奈川県歯科大学大学院 歯学研究科 う蝕制御修復学講座

○菌部悠子, 飯塚純子, 岡田周策, 長谷川晴彦, 倉持江里香, 國松雄一, 向井義晴

## Influences of in-office bleaching agent on root dentin surface

### —Assessment of TMR and Vickers hardness test—

Department of Cariology and Restorative Dentistry, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○SONOBE Yuko, IIZUKA Junko, OKADA Shusaku, HASEGAWA Haruhiko, KURAMOCHI Erika,

KUNIMATSU Yuichi, MUKAI Yoshiharu

【研究目的】 支台築造金属の腐食によりもたらされた支台歯象牙質の変色が、セラミック等の審美補綴を行う際に歯頸部陰影として視認されることがしばしば問題となっている。この問題を解決する目的で、歯冠補綴に対する事前処置として歯頸部付近の失活根を漂白するとのケースレポートがある。オフィスブリーチング剤は、エナメル質白斑病巣上に塗布しても病巣を進行させる危険性が少ないことが報告されているが、象牙質に対しオフィスブリーチング剤を適用しその影響を検証した報告はない。そこで本実験ではオフィスブリーチング剤が象牙質に与える影響を Transversal Microradiography (TMR) およびビッカース硬さ試験 (Hv) にて評価、検討した。

【材料及び方法】 ウシ下顎中切歯を歯頸部直下およびそれより 5mm 根尖側の位置で歯根を水平断し、さらにワイヤー式精密切断機 (well3242, Walter Ebner, Germany) にて外側の象牙質面が平坦になるよう矢状断に半切後、耐水研磨紙 2000 番まで順次研磨、5 分間超音波にて洗浄し試料を作製した。それら試料に対し耐酸性バーニッシュにて被験歯面を 2×3 mm に規定し、以下に示す 4 群に分けた。各群の試料数は 6 とした。1) cont 群：非処理とした。2) tre-2 群：上記の試料に対し、HiLite (松風) を 3 回を 1 セットとし、2 セット処理した。3) tre-4 群：tre-2 群同様、HiLite を 4 セット処理した。4) tre-6 群：同じく HiLite を 6 セット処理した。すべての処理を行った後、各試料からワイヤー式精密切断機にて 300 $\mu$ m の薄切切片を切り出し、TMR 撮影 (PW3830, 管電圧 25kV, 管電流 15mA, 照射時間 20 分) を行った。次に分析用ソフト (TMR2000) を用い、平均ミネラルプロファイルおよび平均ミネラル喪失量 (IML), Lesion Depth (LD) を測定した。同様に 4 群に分け HiLite 処理した象牙質試料をビッカース硬さ試験機 (DMH-2) を用いて任意の 5 点を測定 (荷重保持時間：10 秒, 荷重：25gf) し、平均値を算出した。統計処理には Tukey の検定を用い、有意水準 5% にて行った。

【結果】 TMR 画像からは全ての群において脱灰を示すエックス線透過像は視認できなかった。cont, tre-2, tre-4 群のミネラルプロファイルからは象牙質表層から深部にかけて顕著な脱灰を示すミネラル密度の変化は見られなかったものの、tre-6 群においては極めて表層に近接した部位に若干のミネラル密度の低下が確認された。IML では tre-6 群が cont 群に比較して有意に大きな値となったが、cont 群, tre-2 群, tre-4 群間には有意差が見られなかった。LD においては tre-6 群が、cont, tre-2, tre-4 群に比較し有意に大きな値となった。

ビッカース硬さ試験において、cont 群と tre-2, tre-4, tre-6 群間に有意差がみられた。また、tre-2 群と tre-4 群, tre-6 群間においても有意差がみられ、処理回数の増加により硬さが減少していることが確認された。

【考察】 IML の結果から、pH の比較的低いオフィスブリーチング剤である HiLite を高頻度で使用したことにより象牙質の脱灰が生じたと考えられた。また LD の結果からも同様に高頻度の使用が病巣の深さが増加させたものと考えられた。IML では 4 セット処理まで有意な増加は見られなかったが、ビッカース硬さでは 2 セット処理から有意な減少が生じていた。このことから、漂白処理が象牙質の無機質よりも有機質に強く影響を及ぼしたと考えられた。

これらの結果より、歯冠補綴の前処置として象牙質の漂白を行う場合、オフィスブリーチング剤の高頻度の使用は象牙質に脱灰作用をもたらす可能性があると考えられた。

【結論】 歯冠補綴の前処置として象牙質のオフィスブリーチングを行う場合、象牙質の物性変化を考慮し、使用回数を制限することで適用可能であると示唆された。



## フッ化物配合ホームホワイトニング剤による処置後のエナメル質耐酸性について

千葉県立保健医療大学健康科学部歯科衛生学科  
○金子 潤, 山中紗都, 保坂 誠

### Acid Resistance of Enamel after Bleaching with Fluoride Containing At-Home Whitening Agent

Department of Dental Hygiene, Faculty of Health Care Sciences,  
CHIBA Prefectural University of Health Sciences  
○KANEKO Jun, YAMANAKA Sato, HOSAKA Makoto

#### 【研究目的】

ホームホワイトニングは通常 10%過酸化尿素 (CP) を主成分とするホワイトニング剤を用いて処置が行われるが、術後にエナメル質の軽微な脱灰と耐酸性低下が生じるとの報告もある。一方、海外のホームホワイトニング剤には副作用である知覚過敏症状の緩和を目的としてフッ化ナトリウム (NaF) などのフッ化物を配合した製品が一般的であり、これらの薬剤によるホワイトニングはエナメル質の耐酸性を向上させることが期待できる。そこで本研究では、フッ化物配合 10%CP ホームホワイトニング剤とわが国で通常市販されている 10%CP ホームホワイトニング剤適用後のエナメル質耐酸性を、色彩計を用いた反射増加量とヌーブ硬さの測定により評価した。

#### 【材料および方法】

ウシ抜去下顎前歯 20 本の歯根を切断し、エポキシレジンに包埋後、歯冠部唇側面を耐水研磨紙#600、#1000、#2000 でエナメル質表面の平坦部が直径 6mm 程度となるまで研磨した。平坦化したエナメル質表面に直径 6mm に開孔したセルロイドストリップスを貼付してウインドウを作製し、実験試料とした。ホワイトニング処置は各群 5 試料ずつ以下の条件にて行った。①Opalescence PF (Ultradent : 10%CP、NaF、KNO<sub>3</sub>) を 1 日 2 時間作用 (OPFS 群)、②Opalescence PF を 1 日 6 時間作用 (OPFL 群)、③Nite ホワイト・エクセル (デンツプライ三金 : 10%CP) を 1 日 2 時間作用 (NWEX 群)、④無処置 (CONT 群)。なお、処置は各群 14 日目まで行い、処置時以外は人工唾液 (サリベート・エアゾール : 帝人ファーマ) 中に保管した。

ホワイトニング期間終了後、耐酸性試験 (ART) として被験面に 1.0M 乳酸 30 $\mu$ l を 90 秒間作用させ、15 秒間水洗、10 秒間乾燥を行った。ART 前後のエナメル質表面の光反射量 (Y 値) を歯科用色彩計 ShadeEye (松風) にて測定し、反射増加量 ( $\Delta$ Y) によりエナメル質耐酸性を評価した<sup>1)</sup>。また、ART 前後のヌーブ硬さも同時に測定し、硬度減少率 (%LH) に換算して評価した<sup>2)</sup>。統計解析は、Dunnnett の多重比較検定を用いて有意水準 5%にて行った。

#### 【結果】

反射増加量 ( $\Delta$ Y) は、OPFS 群 0.39、OPFL 群 0.37、NWEX 群 1.03、CONT 群 1.32 となり、OPFS 群と OPFL 群が CONT 群に比べて有意に低い値を示し、反射光の変化量は少なかった。また、硬度減少率 (%LH) は、OPFS 群 82.57%、OPFL 群 92.97%、NWEX 群 57.00%、CONT 群 61.34%となり、OPFS 群と OPFL 群が CONT 群に比べて有意に高い値を示し、ヌーブ硬さの減少率は低かった。

#### 【考察】

Opalescence PF はフッ化物配合 (1,131ppmF) であり、2 時間 (日中処置想定) ないし 6 時間 (就寝時処置想定) のホームホワイトニングと人工唾液の供給を 2 週間繰り返すことにより、エナメル質表層へのフッ化カルシウムの沈着やフルオロオパタイトの形成が効率的に行われ、耐酸性の向上をもたらしたと推測される。ホワイトニング処置後にフッ化物を応用するとエナメル質の耐酸性が向上するとの報告があるが、ホームホワイトニング剤にフッ化物を配合した場合でも同様に耐酸性向上を期待できる可能性が示唆された。NWEX 群ではホワイトニング未処置の CONT 群と有意差がなかったことから、10%CP によるホワイトニングはエナメル質耐酸性にほとんど影響を及ぼさないか、人工唾液浸漬による再石灰化が進行した結果と考えられる。

#### 【結論】

フッ化物配合ホームホワイトニング剤による処置は、未処置エナメル質に比べ耐酸性が向上する可能性が示された。

1) 杉山道紀 : 日大口腔科学, 25 : 326-338, 1999

2) De Arruda AM, et al, Oper Dent, 37 : 518-525, 2012

## 光源の種類とオフィスホワイトニング材の漂白効果

-褐色鶏卵卵殻に対する色調変化・波長特性と温度上昇-

昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 美容歯科学部門

○黒川千尋、玉岡慶鐘、東光照夫、京泉秀明、真鍋厚史

Light Sources and Effect of Office Bleach Agents

- Color Change of Brown eggshell, Wavelength Properties and Temperature Rise -

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

○Kurokawa Chihiro, Tamaoka Keishou, Toko Teruo, Kyoizumi Hideaki, Manabe Atsufumi

[目的]: オフィスホワイトニング法に使用される照射器の光源にはLED、メタルハライド、ハロゲン、キセノン、レーザーなどがある。本研究は、異なる光源をもつ照射器と各種の漂白材の組み合わせが、漂白作用に及ぼす影響をおよぼすかを、光源の波長・強度、照射面の温度を測定することにより検討した。漂白対象として漂白効果を簡便で明確な色調変化の判定ができる褐色鶏卵卵殻を用いた。

[材料および方法]: 使用した4種の照射器をTable 1、3種の漂白材をTable 2に示す。試料として用いた褐色卵殻は、煮沸した卵の内容物を除去後、卵殻の表面にEVAシートをG-Fixで固定し、漂白材を塗布する3カ所の窓を製作した。処理群は、漂白材3種(TiON、PY、HL)と4種の照射器(BL、CB、ZM、BE)の組み合わせの計12群である。褐色鶏卵卵殻表面の3カ所の窓に、TiON、PY、HLを使用説明書の指示に従い漂白処置を行った。光照射時間は各照射器とも6分間とし、照射距離は、臨床に準じて2~3cmに設定した。この操作を9回繰り返した。色調はShade Eye NCC(松風社製)により、処置前後の漂白面を各5回測定し、平均値より色差 $\Delta E^*ab$ を算出した。

各種照射器の波長と強度(放射照度  $\mu W/cm^2/nm$ )の測定は、分光放射照度計スペクトロラジオメータUSR-45DA/VA(ウシオ電機社製)で計測した。計測距離は漂白処置に準じた。試料表面の温度上昇は、赤外線放射温度計AP-08(CRECEC社製)を用い、卵殻表面への照射開始から1分毎に10分間測定した。

Table1 : Irradiation Units used in this study

Irradiation Unit (code)	LightSource	Manufacturer
BRILLICA bianco (BL)	LED	TOKYO GIKEN
COSMO BLUE (CB)	LED	GC
ZOOM! (ZM)	Metalhalaraid	Discus Dental
Beyond (BE)	Halogen	MORIT

Table2 : Bleaching Agent used

Bleaching Agent (code)	Manufacturer
TiON Office (TiON)	GC
PYRENEES (PY)	MORITA
Shofu Hi-Lite(HL)	Shofu

[結果および考察]: 色調の測定では、ZOOM!照射器による照射で、Fig.のように、TiON、PY、HLの群で、色差 $\Delta E^*ab$ 値が、22.5、22.3、33.8を示した。Beyond照射器では、TiON、PY、HLの群で、色差値は、11.8、5.6、16.7を示した。各照射器の波長と強度はZOOM!、COSMO BLUE、BRILLICA biancoは、400nm付近で、ピーク強度 $944 \mu W$ 、 $5159 \mu W$ 、 $3259 \mu W$ を示した。Beyondは500nm付近で $200 \mu W$ の強度を示した。最大の温度、約 $57^\circ C$ (10分間)を示したメタルハライド光源のZOOM!照射器で、最も高い色差値を示した。最小温度が、約 $30^\circ C$ (10分間)のハロゲン光源のBeyond照射器は、色差値は小さかった。

今回の実験では、色差変化に関与する要素は、照射面の温度上昇である可能性が示唆された。光触媒として二酸化チタンが配合されているPY、TiONに対して、波長400nm付近にピーク値を持つLED光源の照射器(BL、CB)を使用すると、ハロゲン照射器より大きな色差変化が認められた。温度上昇が比較的穏やかなLEDを光源とする照射器の組み合わせでも、色差値 $\Delta E^*ab$ 値が全て11を超えたことから、十分な漂白効果を期待出来ると考えられた。漂白材を臨床応用する際は、漂白材と照射器の組み合わせ、波長、光強度、温度などの特性を考慮した選択が重要であることが明らかになった。

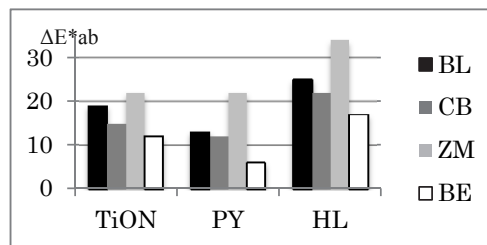


Fig. :  $\Delta E^*ab$  value of each treatment

## メタリン酸ナトリウムによるオフィスブリーチング後の着色抑制

北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座歯科保存学教室  
○牧野紗織、川本千春、市川真理子、池田考績、佐野英彦

### Staining inhibition by sodium metaphosphate after office bleaching

Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science, Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine

○S. Makino, C. Kawamoto, M. Ichikawa, T. Ikeda, H. Sano

#### 【目的】

近年、歯の漂白に関心が高まっており、オフィスブリーチングも広く行われるようになってきている。オフィスブリーチングでは、24 時間以内に色の濃い飲食物の摂取を控えることが推奨されている。メタリン酸ナトリウムは、食品添加物、医薬品、医薬部外品に利用されており、安全性も担保されており、最近では歯石の沈着防止効果やステイン除去効果の成分として歯磨剤やガムに含有されることがある。今回、オフィスブリーチング剤(Hi-Lite®)による漂白後のメタリン酸ナトリウムの着色防止効果について、分光測色計を用いて検討した。

#### 【材料および方法】

松風社の Hi-Lite®を用いて、健全ヒト抜去上顎切歯の唇側面に漂白処理を行った。漂白後、分光測色計 CM-2600 d (コニカミノルタ社)を用いて L\*a\*b\*表色系により測色し、その後の歯面処理は以下(1)~(4)の方法で行った。

- (1) コントロール群(Con) : 処理なし
- (2) メルサージュ群(Mer) : メルサージュ ファイン(松風社)で唇側を 10 秒研磨し、水洗
- (3) フローデン群(Flu) : バトラー フローデンフォーム A(SUN STAR)を唇側に 3 分間塗布し、水洗
- (4) メタリン酸群(SMP) : ヒト唾液を溶媒にして調整した 1%メタリン酸ナトリウム水溶液に 35 分間浸漬

上記各処理後に、Con、Mer、Flu はヒト唾液に 2 時間、SMP はヒト唾液に 1 時間 25 分浸漬し、恒温槽で保管した。その後、1.4%に調整したインスタントコーヒー(AGF 社 MAXIM)に浸漬し、恒温槽で 24 時間、48 時間、72 時間保管後に分光測色計にて測色を行い、コーヒー浸漬後の色差を次に示す計算式により求めた。

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

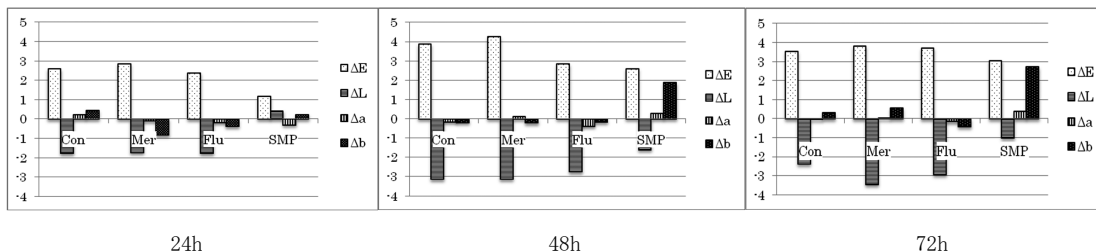
$$\Delta L^* = L^*_0 - L^*_t, \quad \Delta a^* = a^*_0 - a^*_t, \quad \Delta b^* = b^*_0 - b^*_t,$$

( $L^*_0, a^*_0, b^*_0$  は漂白後の、 $L^*_t, a^*_t, b^*_t$  は各測色時におけるパラメーター)

求めた値の比較は等分散では Tukey test、不等分散の場合は Games-Howell test を用いて有意水準 5%にて行った。

#### 【結果および考察】

24 時間後、48 時間後、72 時間後の  $\Delta E^*ab$  ではそれぞれの群で有意差は認められなかった。一方、24 時間後の  $\Delta L^*$  では SMP 群が Con、Mer、Flu 群に比較し有意に明度の低下が少なかった。また、 $\Delta a^*$ については、それぞれの群で 24 時間後、48 時間後、72 時間後において変化は小さかった。 $\Delta b^*$ については、SMP 群で 24 時間後までの値の変化は小さいが、48 時間後、72 時間後では値の増加を認めた。メタリン酸ナトリウムの使用により、コーヒーへの浸漬による明度の低下は 24 時間後で抑制されたが、48 時間以降では抑制効果が低下した。オフィスブリーチング後の着色抑制にはメタリン酸ナトリウムの応用が有効であった。しかしながら、その効果は 24 時間後以降では低下するため、毎日応用する方が効果的であると思われる。



## 超音波ダイヤモンドチップを使用した窩洞形成 (第2報)

### — 健全象牙質を対象とした研削性 —

神奈川県歯科大学大学院歯学研究科<sup>1)</sup>クリニカル・バイオマテリアル講座, <sup>2)</sup>う蝕制御修復学講座  
○大橋 桂<sup>1)</sup>, 竹田仁一<sup>2)</sup>, 椎谷 亨<sup>2)</sup>, 飯塚純子<sup>2)</sup>, 富山 潔<sup>2)</sup>, 向井義晴<sup>2)</sup>, 二瓶智太郎<sup>1)</sup>

### Study on the ultrasonic preparation using diamond tips (II)

#### - Evaluation on grinding for the dentin -

<sup>1)</sup>Dept. of Clinical Biomaterials, <sup>2)</sup>Dept. of Cariology and Restorative Dentistry,  
Graduate school of Dentistry, Kanagawa Dental University  
○OHASHI Katsura<sup>1)</sup>, TAKEDA Jinichi<sup>2)</sup>, SHIYA Toru<sup>2)</sup>,  
IIZUKA Junko<sup>2)</sup>, TOMIYAMA Kiyoshi<sup>2)</sup>, MUKAI Yoshiharu<sup>2)</sup> and NIHEI Tomotaro<sup>1)</sup>

#### 【目的】

我々は、超音波システムによる歯質の研削性を検討するため、ダイヤモンドコーティングされたう蝕除去用チップの研削効率とチップの耐久性を検討し第138回本学会学術大会において発表した。超音波システムを用いたう蝕除去・窩洞形成の特徴は、超音波チップ先端が小さいため、十分な視野の確保が可能となり、臼歯部遠心面や頬側部へのアクセスも容易なことから、罹患歯質のみを選択的に研削し、健全歯質を最大限に残すことが可能であると言われている。また、歯肉縁に近い歯頸部う蝕の処置に対しても、軟組織に損傷を与えず出血を最低限に抑えることができることから、その後の充填処置を容易に行えることが利点とされている。しかし、これらを臨床応用するにあたり、健全歯質がどの程度研削されるか検討された報告はほとんどない。

そこで本研究では、ダイヤモンドコーティングされたう蝕除去用チップを用いて健全象牙質に対する研削性を検討することを目的とした。

#### 【材料および方法】

実験には神奈川県歯科大学附属病院で抜去され、チモール水溶液に永年保管された永久抜去歯を用いた。超音波システムは、Varios 970 (ナカニシ) に初期う蝕除去用チップ V-TIP SYSTEM (V30, V-G70; ナカニシ) を装着し使用した。

上下顎大白歯歯根部を普通石膏にて包埋後、歯冠咬頭部より咬合面と平行にアイソメットを用いて切断して象牙質を露出させ試料とした。象牙質試料は耐水研磨紙により#2,000まで研磨した後、脱イオン水中で30分間超音波にて洗浄した。その後、Varios 970とV-TIP SYSTEM (V30, V-G70)を用いてパワーモードP、パワーレンジを1から6、研削圧を25g, 50gおよび100gと変化させ、それぞれ5秒間研削した。研削後の象牙質試料は、脱イオン水中で30分間超音波洗浄し、研削した象牙質面をレーザー顕微鏡(VK-X250, キーエンス)にて観察し、研削部の体積と最大深さを測定した。なお、各群の試料数は6個とし、得られた値は一元配置分散分析により $\alpha=0.05$ で統計学的に処理し、Tukey HSDによる多重比較検定を行った。

#### 【結果および考察】

超音波システムの各条件における象牙質研削面は、各研削圧条件でパワーレンジ(P1~6)が強くなると、研削部の体積と最大深さが高くなる傾向がみられた。研削圧25gでは、容積および最大深さはP1, P2, P3, P4およびP5で有意な差は認められなかったが、P6ではP1~P4と比較して有意に大きい値となった。研削圧50gでは、容積は研削圧25gと同様にP6はP1~P4と比較して有意に大きい値となった。最大深さは、P5およびP6と比較してP1~P3は有意に小さい値となった。研削圧100gでは、容積および最大深さともにP1~P6すべてのパワーレンジ間で有意な差は認められなかった。

今回用いた超音波システムは、フィードバック機構を有し、チップ先端にかかる負荷を感じとり常に適正なパワーが供給できるように制御されており、研削圧の違いによる差が生じにくいと考えられた。また、パワーレンジによる差は、Pモードは最大出力の約10~35%程度のパワーレベルで、さらにP1~P6は最大出力の約10~20%程度のパワーレベルの差であるため仕事量としては大きな差ではないが、統計学的に比較すると今回行った条件では、P4~P5を境に健全象牙質に対する研削量も増加する傾向が示された。

今後は、罹患歯質のみを選択的に研削できる条件を検討する予定である。

演題発表に際し、開示すべきCOI関係にある企業は、株式会社ナカニシである。なお、機器の提供は受けたが、その他の支援は一切受けていないことを付記する。

## *S. mutans* 血清型 *f* 菌株間の齲蝕原性

日本大学松戸歯学部保存修復学講座  
○岡田珠美, 鈴木英明, 藤田光, 平山聡司

### The research of cariogenesis between *S. mutans* serotype *f*.

Department of Operative Dentistry, Nihon University School Dentistry at Matsudo  
○OKADA Tamami, SUZUKI Hideaki, FUJITA kou and HIRAYAMA Satoshi.

#### 【研究目的】

*Streptococcus mutans* (以下 *S. mutans*) は初期齲蝕の発症に深い関わりを持ち、血清型は *c*, *e*, *f* および *K* の4つが存在する。また rep-PCR は高齲蝕罹患患者を識別する上での重要な検査となりえる可能性がある。演者らは市販 Eric プライマー使用の rep-PCR を用いた *S. mutans* 血清型 *f* の菌株間におけるバンディングパターンの差異と齲蝕原性との関係について研究を行っており、第 140 回本学会で、2000bp バンド欠損菌株群は、バンドを保有する菌株群と比較して water insoluble glucan (以下 WIG) 合成能は低いが、人工プラーク形成能には差が認められないことを報告した。この 2000bp におけるバンドは glucan-binding protein gene の一部であり、glucan-binding protein はプラーク形成とデキストラン依存性の凝集能に関わっている。これらを踏まえ今回は、上記実験を菌株数を増加し WIG 合成能を確認するとともに、WIG 合成能試験を菌株培養時のシヨ糖添加の有無により比較し、さらに耐酸性能についても検討したところ、若干の知見を得たので報告する。

#### 【材料及び方法】

ヒト口腔より分離し、生化学的、遺伝学的、および血清学的に *S. mutans* 血清型 *f* と同定された株を本実験に供した。市販 DNA 抽出キットを用いて DNA を抽出、濁度計を用いて濃度を調節した。市販 Eric プライマーとバッファーコンポーネントを用い、通法に従い rep-PCR を行い 2% のアガロースゲルを使用した電気泳動により増幅産物を分離した後、得られたバンディングパターンから 2000bp におけるバンドの有無により血清型 *f* 株を 2 グループに分け実験群とした。(1) WIG 合成能試験：半合成培地 M4 とシヨ糖添加半合成培地 M4 を用いて培養を行った。遠心培養上清を硫酸により回収し、PBS にて懸濁、透析後、濃度調整したものを粗酵素標品とした。粗酵素標品に 100mM 酢酸緩衝液と 50mM シヨ糖を加え 37°C で 18 時間反応後、合成された WIG を 340nm における濁度として測定し WIG 合成能とした。(2) ガラス試験管壁への人工プラーク形成能：シヨ糖入りの BHI 液体培地入り試験管に各前培養菌を殖菌し、30 度に傾け 37°C で 18 時間ローソク培養を行った。培養試験管壁に付いている非・弱付着物をボルテックスを用い、さらに培養試験管壁に残った強付着物は超音波を用いて分離し、PBS 中に回収した。濁度計を用いて非・弱付着物および強付着物の濁度を測定し、全濁度量 (非・弱付着物および強付着物の濁度) における強付着物の濁度量の割合をガラス試験管壁への人工プラーク形成能試験とした。(3) 耐酸性能：pH4.0 の乳酸緩衝液に、濁度を調整した各前培養菌を殖菌し、37°C で 1 時間培養後、選択培地 MSB 平板に培養した生存菌株数 (CFU) を比較した。

#### 【結果及び考察】

2000bp バンド欠損血清型 *f* 菌株群のシヨ糖無添加培養 WIG 合成能は 2000bp バンド保有血清型 *f* 菌株群より有意に低い合成能を示し、菌株数を増やしても前回報告と同じ結果であった。しかしながら、シヨ糖添加の WIG 合成能、人工プラーク形成能および耐酸性能には差は認めなかった。このことから、2000bp バンド欠損血清型 *f* 菌株群のグルカン合成メカニズムは 2000bp にバンド保有菌株群とは異なっている可能性が考えられる。今後はシヨ糖添加の有無による rep-PCR のバンディングパターンと齲蝕原性の違いについて検討する予定である。

## Phosphophoryn のセリン・アスパラギン酸繰り返し配列の長さ と細胞外基質石灰化効果との関連性

広島大学大学院 医歯薬保健学研究院 統合健康科学部門 歯髄生物学研究室  
○小武家誠司、鈴木茂樹、星野博昭、柴 秀樹

Relationship between length variations of Ser/Asp-rich repeats in phosphophoryn and *in vitro* precipitation of calcium phosphate

Department of Biological Endodontics, Integrated Health Sciences, Institute of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

○Seiji Kobuke, Shigeki Suzuki, Hiroaki Hoshino, and Hideki Shiba

**<研究目的>** Phosphophoryn (PP) は dentin sialophosphoprotein (DSPP) のプロテアーゼ分解によって生じる象牙質に最も多量に存在する非コラーゲンタンパク質である。PP はセリン-セリン-アスパラギン酸 (serine/asparatic acid rich repeats: SDrr) の長い繰り返し配列をアミノ酸配列中に含み、この配列中のセリンが高度にリン酸化修飾を受けることから象牙質石灰化の中心的な役割を担っていると考えられ、象牙質や骨組織再生誘導材としての利用が期待されている。歯を持つすべての生物種の PP は SDrr を含み、さらに SDrr の長さは生物種間および種内において様々である。しかしながら、SDrr の長さの違いが PP の石灰化誘導能に及ぼす影響については全く明らかにされていない。SDrr を含む PP は極度に酸性であるため、哺乳類細胞からの組み換え PP の分泌効率が低い。本研究では、様々な長さの SDrr を持つ PP 組み換えタンパク質 (rPP) を作製し、組み換え PP の作製効率および石灰化誘導効果を検討した。

**<材料および方法>** 1. 各種 rPP の精製: PP cDNA を N 末端 6xHis タグ付き組み換えタンパク質作製用 vector に導入した。形質転換時にコンピテントセルが SDrr をコードする塩基配列を任意の長さに短縮する特性を利用して、以下に示す 4 種の rPP を精製した。rPP-full: 全長組み換え rPP, rPP- $\Delta$ 37.6 SDrr: SDrr の 37.6% が欠失した rPP, rPP- $\Delta$ 63.5 SDrr: SDrr の 63.5% が欠失した rPP, rPP- $\Delta$ SDrr: SDrr が欠失した rPP。2. 細胞外基質石灰化モデル (in vitro gel diffusion system): 6 cm 長のディスプレイピペットにゼラチンゲルを充填し、中央付近にハイドロキシアパタイト粉末と各タンパク質の混合液をゲルと共に充填した。ゲルを充填したピペットの両端に別々の経路で送液チューブを接続し、片側には塩化カルシウム水溶液 (100 mM) を、もう一方にはリン酸水素アンモニウム水溶液 (100 mM) をそれぞれ循環させた。5 日後にはゲルの中央部は蓄積した石灰化物で白濁した。ゲルを切断してタンパク質を埋入した部位のみを回収し、塩酸でゼラチンを加水分解した後に、比色定量法にてカルシウムおよびリン酸濃度を測定した。3. 各種 rPP 分泌量の定量: コンフルエントに培養した各種 rPP 発現細胞を無血清培地で 48 時間培養し、上清中の rPP 量を、6xHis を標的とした ELISA 法で測定した。**<結果>** 1. 精製された 4 種の rPP は Stains-all 染色と Western blot 法によって単一バンドとして検出され、純度の高い酸性タンパク質であることが確認された。また、Pro-Q Diamond 染色においても同一分子量に単一バンドとして検出され、4 種の rPP はリン酸化修飾を受けていることが明らかとなった。2. in vitro gel diffusion system を用いて検討した結果、4 種の rPP をそれぞれ 1.6  $\mu$ M の濃度で埋入したゼラチンゲルにおいて、rPP- $\Delta$ 37.6 SDrr および rPP- $\Delta$ 63.5 SDrr は rPP-full と同程度のリン酸およびカルシウムの蓄積を誘導したが、rPP- $\Delta$ SDrr は上記三群より有意に低い蓄積量を示し、無添加群であるコントロールと同程度であった。さらに、SDrr 量を揃えて埋入したゼラチンゲル (rPP-full : 1.6  $\mu$ M, rPP- $\Delta$ 37.6 SDrr: 2.6  $\mu$ M, rPP- $\Delta$ 63.5 SDrr: 4.4  $\mu$ M) においては、rPP- $\Delta$ 63.5 SDrr が最も多量のカルシウムの蓄積を誘導した。3. ELISA で上清中の分泌量を測定した結果、rPP- $\Delta$ 37.6 SDrr および rPP- $\Delta$ 63.5 SDrr は、それぞれ rPP-full と比較し、5.2 および 7.1 倍量の rPP が分泌されていた。**<考察>** 歯を持つ多様な生物種のゲノム配列から推定されたアミノ酸配列から、歯を持つ生物種の PP 中の SDrr は rPP- $\Delta$ 63.5 SDrr より長いことがわかる。それぞれの生物種はその細胞外基質石灰化に最低限必要な長さの SDrr を所有し、生物種間での SDrr 長の variation による機能的差異は無いことが推測される。カルシウム・リン酸蓄積効果および分泌量双方の観点から、rPP- $\Delta$ 63.5 SDrr が石灰化促進作用のある組み換えタンパク質の候補になりうることを示唆された。

## 象牙芽細胞は TRPV1 と AQP2 を介してキシリトールの高浸透圧刺激に対する細胞死から免れる

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科顎顔面機能再建学講座歯科保存学分野  
○徳田雅行, 藤澤真理, 宮下桂子, 川上克子, 山下(森元)陽子, 鳥居光男

**Involvement of TRPV1 and AQP2 in hypertonic stress by xylitol in odontoblast cells**  
Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Kagoshima University Graduate School of  
Medical and Dental Sciences  
○TOKUDA Masayuki, FUJISAWA Mari, MIYASHITA Keiko, KAWAKAMI Yoshiko, MORIMOTO-YAMASHITA Yoko,  
TORII Mitsuo

【研究目的】我々は以前より、多くの患者さんが訴える甘味痛に焦点を当て、糖による浸透圧の影響に着目し研究を行っている。砂糖の主成分であるスクロースによる高浸透圧刺激下での象牙芽細胞の応答を調べていくなかで、キシリトールによる高浸透圧刺激下では、他の糖に比較し、象牙芽細胞が浸透圧刺激に長時間耐えられることが判明した。そこで、今回はキシリトールを用いた浸透圧刺激が象牙芽細胞に及ぼす影響について、浸透圧受容体としての Transient receptor potential vanilloid (TRPV)ファミリーおよびアクアポリンの関連性について検討を行った。

### 【材料と方法】 1) 象牙芽細胞の培養と浸透圧刺激の条件

マウス歯胚から分離培養した odontoblast-lineage cell line; OLC ( Arany S. et. al:Biochem. Biophys. Res. Commun. 342:718-724,2006) を、10% FBS 添加 D-MEM で培養した。実験には 10 ~ 15 代までの細胞を用いた。通常培地 (浸透圧 (330 mOsm)) を 1M スクロース, キシリトールにて、500~1000 mOsm に調整したものを刺激用培地とした。また、糖アルコール (マンニトール, ソルビトール) やペントース (リキソース, アラビノース) を比較対照に用いた。さらに、HeLa 細胞をコントロールとして用いた。

- 2) 生存率; スクロース, キシリトール, ソルビトール, マンニトールによる高浸透圧下での刺激後 3 時間における生存率を MTT assay にて検討した。また、キシリトール, アラビノース, リキソースによる高浸透圧刺激 (500 ~ 1000mOsm) 下での、24 時間後の生存率を MTT assay にて検討した。
- 3) TRPV1, 3, および 4 の発現を RT-PCR 法にて確認した。
- 4) アクアポリン(AQP)の発現を免疫蛍光染色法およびウェスタンブロット法にて確認した。
- 5) IL-6 の発現; スクロース, キシリトールによる高浸透圧刺激下での IL-6 の発現を *E. coli* LPS との共存下および非共存下で ELISA により検討した。
- 6) AQP inhibitor である HgCl<sub>2</sub>, TRP チャンネル inhibitor であるテニウムレッド(RuR)を同時に作用させた際の生存率の変化を MTT assay により検討した。
- 7) TRPV1 のキシリトール刺激による発現誘導を RT-PCR にて検討した。さらに、siTRPV1 をトランスフェクションした場合の細胞活性を MTT assay にて測定した。

### 【結果と考察】

- ・キシリトールによる高浸透圧刺激は、OLC に対して他の糖に比べて生存率を低下させなかった。
- ・OLC において、AQP2, TRPV1, TRPV3, TRPV4 の発現を認めた。また TRPV1 の発現は高浸透圧刺激で有意に上昇した。
- ・キシリトールによる高浸透圧刺激は、LPS による IL-6 の上昇を一時的に抑制した。
- ・HgCl<sub>2</sub>, RuR を同時に作用させると、有意に生存率の低下をみとめた。si TRPV1 をトランスフェクションさせた OLC の生物活性は有意に減少した。

これらの結果より、OLC の高浸透圧に対する細胞応答は、糖の種類により部分的に異なる挙動を示した。また、HeLa 細胞に対してキシリトールによる高浸透圧はスクロースと同等の細胞傷害性がみられたことから、キシリトールによる高浸透圧に対する細胞傷害性の低さは象牙芽細胞に特異的であることが示唆された。

### 【結論】

キシリトールによる高浸透圧に対する応答には、AQP2 と TRPV1 が関与していることが示唆され、これらにより外界の環境変化に象牙芽細胞が適応していることが示唆された。

## ラット歯髄における切削刺激後の CD90 陽性細胞の局在

東京歯科大学歯科保存学講座

○佐野 陽祐、村松 敬、小林 史枝、杉内 亜紀奈、佐古 亮、  
月野和 隆、間 奈津子、末原 正崇、古澤 成博

### Localization of CD90-positive cell after the drilling stimulation in the rat dental pulp

Department of Endodontics and Clinical Cariology, Tokyo Dental College

○Yousuke Sano, Takashi Muramatsu, Fumie Kobayashi, Akina Sugiuchi, Ryo Sako,  
Takashi Tsukinowa, Natsuko Aida, Masataka Suehara, Masahiro Furusawa

#### 【目的】

間葉系幹細胞は多くは骨髄に存在するが、歯髄においても間葉系幹細胞の存在が報告されている。

歯牙に対して傷害性刺激が与えられたとき、歯髄に存在する間葉系幹細胞が修復象牙質の形成に関与していると考えられる。しかしながら、傷害性刺激後の幹細胞の局在及び動態は明らかとはなっていない。今回我々はラット歯牙において、間葉系幹細胞マーカーである CD90 を用いて、傷害性刺激後の CD90 陽性細胞の局在を免疫組織化学的に検討した。

#### 【材料および方法】

実験には250-300g のWistar 系ラット10匹を用いた。左側上顎M1の近心面を直径1mmのラウンドバーにて注水下で切削し、1週及び2週経過したラットを、ペントバルビタール（ソムノペンチル，共立製薬）の腹腔内投与後、大動脈から4%パラホルムアルデヒド溶液の灌流固定を行い、10%EDTAにて脱灰後、通法にしたがいパラフィン切片（4μm）を作製、H-E染色を行った。

免疫組織化学染色のためには、標本を脱パラフィン後、10%ヤギ血清でブロッキングし、一次抗体に間葉系幹細胞のマーカーであるCD90抗体（eBioscience, 1:100）を4℃、overnight で反応させ、洗浄後、peroxidase 標識二次抗体（ヒストファインシンプルステインラット，ニチレイバイオサイエンス）を室温で1時間、反応させた。発色は0.02%ジアミノベンチジン（DAB）にて発色を行い、万能写真顕微鏡（UPM Axiophot2）にて観察を行った。

#### 【結果】

術後1週のラットの標本において、H-E染色像では切削面に近接した象牙芽細胞層の配列の乱れを認め、免疫組織化学染色像においては、象牙芽細胞層下層にCD90陽性細胞が認められた。

術後2週のラットの標本において、H-E染色像では象牙細管が不明瞭な修復象牙質の添加を認めた。免疫組織化学染色像においては、切削面に近接した象牙芽細胞層下層へのCD90陽性細胞の集積を認めた。

#### 【考察】

過去の実験より、CD90 陽性細胞は、冠部歯髄に多く認められ、CD90 が歯冠に多い理由は、冠部歯髄は傷害性刺激が多く、これに対応するため、冠部に多いと考えた。これを検証するために、今回は咬合の刺激が関与しない部位に切削刺激を行い CD90 陽性細胞の動態を検索した。

今回の結果から、ラット歯髄における CD90 陽性細胞は傷害性刺激を与えることによって局所に発現が増加することが確認された。

現在、CD90 陽性細胞が象牙芽細胞に分化するのか否か検討している。



## 象牙質窩洞形成により惹起される歯髄内リンパ管の局在変化

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  
○田澤 建人, 池田 英治, 興地 隆史

**Changes in lymphatic localization in the rat dental pulp after cavity preparation**  
Pulp Biology and Endodontics, Division of Oral Health Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)  
○TAZAWA Kento, IKEDA Hideharu, OKIJI Takashi

### 【緒言】

リンパ管は皮膚や内臓など多くの組織内に血管と並走して存在し、免疫応答や組織液の調整に重要な役割を担っている。一方、表皮や軟骨などの無血管組織や、中枢神経系など一部の組織には存在しないことが知られている。リンパ管は血管との構造が酷似しており同定が困難であったため、これまで形態学的研究が限られていた。近年になり、リンパ管特異的のマーカが発見されこの方面の研究は急速に発展してきているが、それでもなお歯髄内リンパ管に関する報告は少なく、炎症時のこれらの局在変化を解析した研究は極めて限られている。そこで本研究では、異なる3種類のリンパ管特異的のマーカを用いて、窩洞形成による歯髄内リンパ管の変化を免疫組織化学的に解析した。

### 【材料および方法】

9週齢雄性SDラットの上顎第一大臼歯に直径0.6mmのラウンドバーを用いて無注水下で窩洞形成を施し、歯髄炎症のモデルとした。窩洞深さはバーの半分とした。窩洞形成1週間後に4%パラホルムアルデヒドで還流固定後、上顎第一大臼歯を含む上顎臼歯を顎骨ごと摘出し、同一の固定液で24時間固定後、2週間EDTAにて脱灰した。その後凍結切片を作成し、一次抗体として抗-Lyve-1抗体、抗-Prox-1抗体、抗-VEGFR3抗体を用いて免疫蛍光染色を行い、窩洞形成を施した上顎第一大臼歯および第三大白歯における陽性反応の局在を観察した。なお、本研究は東京医科歯科大学動物実験委員会の承認(承認番号0150414A)を得て実施した。

### 【結果】

第一大臼歯では窩洞形成部付近の歯髄に、抗-Lyve-1抗体、抗-Prox-1抗体および抗-VEGFR3抗体に対する顕著に多い陽性反応を認めた。陽性反応は細胞様所見が多かったが、管腔構造を有するものも認めた。一部の切片では窩洞形成部付近の歯髄だけではなく、広範囲に抗体陽性反応を認めた。第三大白歯ではいずれの試料においても各抗体に対する陽性反応はほとんど認めなかった。

### 【考察】

第一大臼歯では第三大白歯に比べ各抗体に反応する陽性構造物を顕著に認めたことから、炎症が生じるとリンパ管の拡張およびリンパ管内皮細胞の増生が促進されることが示唆された。また、管腔構造を有する陽性反応だけでなく細胞様の陽性反応も認めたため、一部の炎症性細胞が各抗体に陽性である可能性が考えられる。

### 【結論】

窩洞形成により歯髄内のリンパ管の拡張およびリンパ管内皮細胞の増生が生じることが示唆された。

## ラット象牙芽細胞 (KN-3) の自然免疫反応におけるシグナル伝達経路の解析

徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部 発達予防医歯学部門  
健康長寿歯科学講座 歯科保存学分野  
○平尾功治、湯本浩通、細川由樹、中西正、武川大輔、松尾敬志

### The analyses of innate immune signaling pathways in rat odontoblastic cells (KN3)

Department of Conservative Dentistry, Institute of Health Biosciences, Tokushima University  
○Kouji HIRAO, Hiromichi YUMOTO, Yuki HOSOKAWA, Tadashi NAKANISHI, Daisuke TAKEGAWA  
and Takashi MATSUO

#### 【目的】

歯髄炎は、主に齶蝕細菌やその構成成分が象牙細管を通じて象牙芽細胞層に到達することで惹起される。歯髄炎が可逆性から不可逆性病変へ移行すると歯髄除去療法の対象となるが、無髄歯の予後は必ずしも良好ではないため、積極的な歯髄保存療法の開発が望まれており、歯髄炎発症のメカニズムを詳細に解明することが新たな歯髄保存療法の開発へつながると考えられる。歯髄炎の発症において、齶蝕細菌による刺激は、まず象牙芽細胞の自然免疫レセプター (Pattern Recognition Receptors: PRRs) によって認識され、炎症反応が進行すると考えられる。我々はこれまでに、ラット象牙芽細胞 (KN-3) において PRRs の一種である Nucleotide-binding Oligomerization Domain containing protein (NOD)1 が発現していること、また、KN-3 細胞をその特異的リガンドである D-glutamyl-meso-diaminopimelic acid (iE-DAP) 刺激し、CINC-1, CCL20, CXCL2/3, MCP-1 といったケモカインの産生が誘導されることを本学会 (日本歯科保存学会 2014 年度春季学術大会) にて報告している。今回の研究において我々は、歯髄炎発症メカニズムを解明し新規歯髄保存療法の開発に繋げることを目的とし、iE-DAP 刺激における KN-3 細胞内でのシグナル伝達経路について解析した。

#### 【方法】

ラット象牙芽細胞 (KN-3: 九州歯科大学、北村知昭教授・西原達次教授より恵与) を 24-well plate に播種し、10% FBS 添加  $\alpha$ -MEM 培地にてサブコンフルエントまで培養後、各種シグナル阻害剤と共に、NOD1 リガンドである iE-DAP ならびに Tumor Necrosis Factor (TNF)- $\alpha$  にて 24 時間刺激した後、上清を回収して ELISA 法を用い上清中のケモカイン濃度を定量した。さらに、iE-DAP ならびに TNF- $\alpha$  にて KN-3 細胞を一定時間刺激した後、蛋白を回収し、ウェスタンブロット法を用いて細胞内シグナルのリン酸化を検出した。

#### 【結果】

iE-DAP 刺激にて増加した CINC-1, CCL20, CXCL2/3, MCP-1 といったケモカイン産生は、p38 阻害剤である SB203580 添加により有意に減少したが、ERK1/2, JNK 阻害剤添加ではケモカイン産生量の減少は認めなかった。さらに、NF- $\kappa$ B 阻害剤である SN-50 は iE-DAP 刺激によるケモカイン産生に影響を与えなかったが、AP-1 阻害剤である SR11302 添加により、ケモカイン産生量の有意な減少を認めた。一方、TNF- $\alpha$  刺激によるケモカイン産生は、ERK1/2 ならびに NF- $\kappa$ B 阻害剤添加により有意に抑制されたが、AP-1 阻害剤はケモカイン産生に影響を与えなかった。また、ウェスタンブロット法の結果、TNF- $\alpha$  刺激において I $\kappa$ B $\alpha$  のリン酸化を認めたものの、iE-DAP 刺激においては I $\kappa$ B $\alpha$  のリン酸化を認めなかった。

#### 【考察】

今回の研究において、ラット象牙芽細胞 KN-3 は iE-DAP 刺激に対して MAP キナーゼである p38 を介して、また TNF- $\alpha$  刺激に対しては ERK1/2 を介してシグナルを伝達することが明らかとなった。また TNF- $\alpha$  刺激においては、I $\kappa$ B $\alpha$  のリン酸化によって、NF- $\kappa$ B を介してシグナルの伝達が進行するのに対し、iE-DAP 刺激においては NF- $\kappa$ B とは異なる転写因子である AP-1 を介した転写調節が行われていることが示された。これらの結果は、自然免疫応答をターゲットとした新たな歯髄保存療法の開発において重要な知見となるものと考えられる。

## Lipopolysaccharide 刺激後のヒト歯髄細胞の動態

東京歯科大学歯科保存学講座

○杉内 亜紀奈、村松 敬、小林 史枝、佐古 亮、佐野 陽祐、  
月野和 隆、間 奈津子、末原 正崇、古澤 成博

### Response of human dental pulp cells stimulated by lipopolysaccharide

Department of Endodontics and Clinical Cariology, Tokyo Dental College

○Akina Sugiuchi, Takashi Muramatsu, Fumie Kobayashi, Ryo Sako, Yousuke Sano,  
Takashi Tsukinowa, Natsuko Aida, Masataka Suehara, Masahiro Furusawa

#### 【目的】

歯髄細胞は齲蝕や歯髄炎の際に口腔内細菌由来毒素による刺激を受けている。グラム陰性菌の細胞壁成分である lipopolysaccharide (以下 LPS) は、細胞膜表面の toll like receptor 4 (TLR4) を介して細胞内シグナルを活性化させ、MAP キナーゼ経路や NF- $\kappa$ B の活性化を導くことが知られている。また細菌刺激により歯髄には第三象牙質の形成が見られるが、LPS との関係性については不明な点が多い。今回我々は、LPS 刺激後のヒト歯髄細胞の動態を検索する目的で、歯髄細胞に LPS を添加した際の LPS の受容体である TLR4、炎症性サイトカインである interleukin 1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ )、interleukin 6 (IL-6) および、硬組織形成マーカーである alkaline phosphatase (ALP)、Runt-related transcription factor 2 (Runx2) について mRNA の変化を比較検討した。

#### 【材料および方法】

本研究ではテロメラーゼを導入して不死化したヒト歯髄細胞 (HDP-TERT, 広島大学・高田隆教授より供与) を用いた。細胞は  $\alpha$ -MEM (10%FBS, penicillin-streptomycin 添加) に  $2 \times 10^5$  cells/well の密度で 35mm dish に播種し、24 時間後、1  $\mu$ g/ml の *E. coli* 由来 LPS (Sigma-Aldrich) を添加した。細胞は、0 日、1 日、3 日、5 日間培養後に RNA を抽出し、TaqMan Probe を用いた定量的 real-time PCR を行い、TLR4、IL-1 $\beta$ 、IL-6 および ALP、Runx2 の遺伝子発現の変化について観察した。なお内在性コントロール遺伝子には GAPDH を用い、対照群としては LPS の代わりに  $\alpha$ -MEM を添加し、同様に RNA 抽出を行ったものを用いた。

#### 【結果】

HDP-TERT に対して定量的 Real-Time PCR を行い、各日で LPS 非添加群と比較したところ以下のような結果を得た。1 日目では、TLR4 は 1.4 倍、IL-1 $\beta$  は 37.5 倍、IL-6 は 82.5 倍、ALP は 0.5 倍、Runx2 は 2.9 倍の発現量となり、ALP のみ LPS 添加群の方が少なかった。3 日目では、TLR4 は 1.4 倍、IL-1 $\beta$  は 1.4 倍、IL-6 は 20.1 倍、ALP は 0.8 倍、Runx2 は 1.4 倍の発現量を示した。5 日目では、TLR4 は 1.6 倍、IL-1 $\beta$  は 3.2 倍、IL-6 は 9.7 倍、ALP は 1.3 倍、Runx2 は 1.4 倍となった。炎症性サイトカインは各日で LPS 添加群と非添加群の間に大きな差が認められていたのに対して、硬組織形成マーカーでは両者の間に大きな差は見られなかった。

#### 【考察】

今回、炎症性サイトカインと硬組織形成マーカーの mRNA の変化を検討した結果、5 日目でも炎症反応は持続していることが判明し、硬組織形成マーカーの発現量は大きく増加しなかった。臨床像においては、炎症反応が起きたのちに硬組織形成が進捗するものと考えられるため、今後 5 日目以降も調査する必要があると思われる。また、5 日目で ALP の発現が、LPS 非添加群よりも添加群で増加していることから、炎症性サイトカインによって ALP の発現が抑制されている可能性が示唆された。

## 歯髄幹細胞における CD146 mRNA 発現に対する lipopolysaccharide 刺激の影響

新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座 歯学分野<sup>1)</sup>

東京医科歯科大学大学院歯髄生物学分野<sup>2)</sup>

○末山有希子<sup>1</sup>、金子友厚<sup>1</sup>、伊藤崇史<sup>1</sup>、興地隆史<sup>2</sup>

### Influence of lipopolysaccharide-stimulation on CD146 mRNA expression in dental pulp stem cells

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

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

○SUEYAMA Yukiko<sup>1</sup>, KANEKO Tomoatsu<sup>1</sup>, ITO takafumi<sup>1</sup>, OKIJI Takashi<sup>2</sup>

#### (目的)

我々は、LPS で誘発したラット切歯実験的歯髄炎において、幹細胞関連遺伝子の発現亢進が、幹細胞様細胞の増殖に関連する可能性を第 140 回本学会で報告した。しかし、LPS 刺激を受けた幹細胞の動態、あるいは幹細胞関連遺伝子発現の詳細は、依然として不明な点が多い。そこで本研究では、ヒト脱落乳歯歯髄幹細胞を lipopolysaccharide (LPS) で刺激し、幹細胞関連遺伝子の発現にどのような経時的な変化が生じるのかを解析する端緒として、多分化能マーカー CD146 mRNA の発現をリアルタイム PCR を用いて解析した。

#### (方法)

ヒト脱落乳歯歯髄幹細胞 (ALLCELLS, Emeryville, CA) を  $1 \times 10^5$  細胞/ウェルで 6 ウェルプレートに播種し、12 時間培養した。新鮮な培養液に交換し、30 分経過した後、LPS (1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ; 20  $\mu\text{l}$ ) を培養液に滴下した。LPS の代わりに生理食塩液を添加したものをコントロールとした。

LPS 刺激 3 時間、1 2 時間、2 4 時間、および 4 8 時間経過後、TRIzol (Invitrogen, USA) を用いて細胞より total RNA を抽出した。単一ストランド相補的 DNA 合成は High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit (Applied Biosystems, USA) を用いた。次いで、TaqMan® Gene Expression Assays (Applied Biosystems) と TaqMan® Universal PCR Master Mix II with UNG (Applied Biosystems) を用いてヒト CD146、およびヒト 18S に対するリアクションミックスを作成後、それぞれの細胞の遺伝子発現をリアルタイム PCR (StepOne, Applied Biosystems) で定量解析した。CD146 発現量を 18S 発現量より標準化した後、Mann-Whitney *U* 検定 (Bonferroni 補正を適用) により危険率 5% で統計的に解析した。

#### (結果)

LPS 刺激 3 時間経過後では、コントロール群よりも LPS 刺激群の方が CD146 mRNA 発現は有意に低かった。しかしながら、CD146 mRNA 発現はその後亢進し、LPS 刺激 24 時間経過後にピークを示した。また、12、24、48 時間経過後では、LPS 刺激群がコントロール群より有意に高値を示した。

#### (考察)

CD146 は多分化能マーカーであり、ヒト間葉系幹細胞においてその発現が増加すると分化能の亢進が生じることが報告されている。本研究においては、LPS 刺激 12 時間経過以降の観察期間でヒト脱落乳歯歯髄幹細胞における CD146 mRNA の発現増加が認められた。ヒト脱落乳歯歯髄幹細胞も間葉系幹細胞の亜群であると考えられることから、この CD146 mRNA の発現亢進が分化能の亢進に関連することが示唆された。

#### (結論)

LPS 刺激により、ヒト脱落乳歯歯髄幹細胞に CD146 mRNA の発現増加が認められた。

## ***Porphyromonas endodontalis* は Epstein-Barr virus を再活性化する**

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

日本大学歯学部細菌学講座<sup>3</sup>, 日本大学歯学部総合歯学研究所生体防御部門<sup>4</sup>

○牧野公亮<sup>1</sup>, 武市 収<sup>1,2</sup>, 羽鳥啓介<sup>1,2</sup>, 勝呂 尚<sup>1,2</sup>, 工藤 洋<sup>1</sup>,

今井健一<sup>3,4</sup>, 落合邦康<sup>3,4</sup>, 小木曾文内<sup>1,2</sup>

### ***Porphyromonas endodontalis* reactivates Epstein-Barr virus**

Department of Endodontics<sup>1</sup>, Division of Advanced Dental Treatment<sup>2</sup>, Department of Microbiology<sup>3</sup> and Division of Immunology and Pathobiology<sup>4</sup>, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry

○Kosuke Makino<sup>1</sup>, Osamu Takeichi<sup>1,2</sup>, Keisuke Hatori<sup>1,2</sup>, Hisashi Suguro<sup>1,2</sup>, Hiroshi Kudo<sup>1</sup>,

Kenichi Imai<sup>3,4</sup>, Kuniyasu Ochiai<sup>3,4</sup>, Bunnai Ogiso<sup>1,2</sup>

#### **【背景】**

根尖歯周組織の口腔常在菌感染により、根尖周囲の細胞から種々のサイトカインや成長因子が放出され、炎症が増悪する。しかし、根管内の無菌化をはかっても治癒しない症例が多く存在することから、細菌以外の微生物が関与している可能性が示唆される。我々は、第139回、第140回日本歯科保存学会において Epstein-Barr virus (EBV) が歯根肉芽腫内のB細胞と形質細胞に感染していることを報告した。EBVは通常潜伏性であるが、歯周病原菌の代謝産物である酪酸により再活性化される。そのため、根尖周囲組織に感染した細菌によりEBVが再活性化され、根尖性歯周炎の病態および全身に様々な影響を与える可能性が示唆されるが、その詳細は不明である。

#### **【研究目的】**

根尖性歯周炎を引き起こす原因菌である *Porphyromonas endodontalis* の代謝産物によりEBVが再活性化されることを明らかにするため、EBV感染細胞を用いてEBV再活性化のシグナルとなるBZLF1 (EBV前初期遺伝子)活性およびZEBRA (BZLF1合成蛋白)の発現を検索した。

#### **【材料と方法】**

##### 1. EBV DNA および *P. endodontalis* DNA の検出

慢性根尖性歯周炎と臨床診断され、外科的歯内治療により摘出された根尖病巣組織を供試試料とした。試料の採取にあたっては日本大学歯学部倫理委員会の承認を得て実施した。全ての試料に対し病理組織診断を行い、歯根肉芽腫と診断された試料からDNAを抽出し、Real-time PCR法によりEBV DNA および *P. endodontalis* DNA を検出した。

##### 2. 酪酸濃度測定

*P. endodontalis* (JCM8526)菌株を hemin (5.0ppm)・menadione (0.5ppm)添加の GAM 培地にて 37°C, 5日間嫌気培養し、遠心分離後、上清のみを抽出し、高速液体クロマトグラフィー (HPLC)を用いて培養上清中の酪酸濃度を測定した。

##### 3. Luciferase assay

BZLF1-Luc プラスミドが組み込まれた EBV 感染細胞である B95-8-221 細胞を用いた。B95-8-221 細胞に *P. endodontalis* の培養上清を添加した後、48時間培養し、Luciferase assay により BZLF1 活性を検討した。

##### 4. Real-time PCR 法

EBV 感染 B 細胞である Daudi を用いて、*P. endodontalis* の培養上清を 48 時間添加した後、細胞から mRNA を抽出し cDNA に変換後、BZLF1 特異的プライマーを用いて Real-time PCR 法にて BZLF1 遺伝子を検出した。

##### 5. Western blot 法

Daudi を用いて、*P. endodontalis* の培養上清を 48 時間添加した後、培養液および超音波破碎した細胞成分を回収し、タンパクを定量した。通法に従い、Western blot 法により ZEBRA の発現を検討した。

#### **【成績】**

1. Real-time PCR 法により、歯根肉芽腫から EBV DNA および *P. endodontalis* DNA を検出した。

2. *P. endodontalis* の培養上清中から酪酸を検出し、その培養上清を添加した EBV 感染細胞から BZLF1 活性 (Luciferase assay) および BZLF1 の発現 (Real-time PCR 法) を認め、Western blot 法により ZEBRA の発現を認めた。

#### **【考察】**

EBV 感染細胞に *P. endodontalis* の培養上清を添加したところ、EBV 再活性化のシグナルである BZLF1 活性と発現および ZEBRA の発現を認めたことから、歯根肉芽腫内の *P. endodontalis* が EBV を再活性化させる可能性が示唆された。

## 口腔内内視鏡システム用試作固定クランプの歯内治療への応用

昭和大学歯学部歯科保存学講座総合診療歯科学部門  
○長谷川篤司、池田 哲、伊佐津克彦

### Application of an experimental fixing clamp for an oral endoscope system to endodontic treatment

Department of Conservative dentistry, Division of Comprehensive Dentistry,

Showa University School of Dentistry

○Tokuji HASEGAWA, Satoshi IKEDA, Katsuhiko ISATSU

#### 【研究目的】

歯科用顕微鏡の歯内治療領域への臨床応用によって髄腔内の感染歯質、穿孔の有無、破折線の有無など精度の高い診察・診断が可能になっただけでなく、根管孔や穿孔部の数、位置、形状などを正確に把握した完成度の高い治療が可能になっている。しかし、歯科用顕微鏡では治療時の視点が口腔外の顕微鏡対物レンズ先端にあるため、接眼レンズ先端と対象物の間、いわゆる術野に被蓋する軟組織（頬粘膜など）の排除が求められ、かつ、治療器具や術者手指の介入が強く制限される。一方、ファイバースコープを応用した口腔内内視鏡では治療時の視点が口腔内（髄腔内）のスコープ先端となるため、口腔外からの硬組織あるいは軟組織の被蓋によって直線的な視線では視認できない部分を観察できるだけでなく、術野を常にモニター上で確認しながら自由度高い治療器具操作が可能となる。演者らはすでにオサダ社製口腔内内視鏡（オーラルスコープ OOS-1）をベースにし、髄腔内にファイバー先端を挿入した状態でリーミング操作が行える根管チップを試作して、その術式などについて報告してきた。（第 139 回日本歯科保存学会）

本研究では、このような根管チップのファイバー先端を治療歯髄腔内に固定できるクランプを試作し、安定した画像をモニターできる可能性を確認するとともに、モニター上で視覚的に確認しながらリーマー先端を所望の位置に確実に移動、操作できる性能について検討した。

#### 【材料および方法】

まず、市販口腔内内視鏡オーラルスコープ OOS-1 のハンドピース（直径約 20mm、全長約 205mm、約 75g）に装着する①ハンドピース先端に装着する連結部、②柔軟なラバーでシールドされた約 90cm のファイバー部、③2cm+2cm で約 135 度のモノアングルを与えられたステンレスチューブで保護シールドされた先端ファイバー部で構成される根管チップを試作した。一方、試作クランプは、①先端ファイバー部を把持、固定する固定ブロック、②固定ブロックを把持し、近遠心アオリネジによって近遠心方向に誘導できる内側ブロック、③内側ブロックを把持し、頬舌のアオリネジによって頬舌方向に誘導できる外側ブロックの 3 つのブロックを組立てた装置で、外側ブロックの 2 本の固定ネジによって歯に固定するように設計、製作した。試作クランプの安定した固定のため、観察歯にコンポジットレジンでダムを付与した。まず、観察歯の頬舌側最大豊隆部の歯頸側直下をブラシコーンで研磨、水洗、乾燥した後、Clearfil Megabond の Primer で 20 秒間セルフエッチング処理し、強圧で乾燥した。次に Bond を塗布して弱圧で乾燥した後 10 秒間光照射し、Clearfil Majesty ES Flow [Super Low] でダムを賦形し、10 秒間照射、重合してダムを完成した。

抜去後、無記名化され水中に保管されていたヒト抜去大白歯をニッシン社製歯内治療用人工歯列模型（J0-22）に植立し、モリタ社製ファントム咬合器（DR-11）に装着して仮想の歯内治療環境を整えた。ラバーダム防湿後この抜去大白歯の髄腔を開拓し、口腔内内視鏡システムの先端ファイバーを試作クランプに装着して治療歯に固定して髄腔内をモニターした。

#### 【成績および結論】

試作クランプを使用することによって口腔内内視鏡システムのファイバー先端を治療歯髄腔内に強固に固定でき、髄腔内の安定した画像をモニターできることが明らかとなった。さらに、クランプに装備された近遠心方向、頬舌側方向の 2 つのアオリネジによって、ファイバー先端を 2 次元的に適切に誘導できることが明らかとなった。

今回試作したクランプは近遠心方向、頬舌側方向の 2 次元的な動きは可能であり、髄腔内の観察には適しているが、破折器具（リーマー類など）の除去などのためには根管深部方向への動きが必要と考えられた。

## 歯科用内視鏡による根管観察法の検討及び取得画像の三次元化

<sup>1</sup>九州歯科大学 口腔保存治療学分野

<sup>2</sup>早稲田大学大学院 生産情報システム研究科

○藤元 政考<sup>1</sup>, 吉居 慎二<sup>1</sup>, 池沢 聡<sup>2</sup>, 植田 敏嗣<sup>2</sup>, 北村 知昭<sup>1</sup>

### Study of the dental endoscopy observation systems for the root canal and construction of the 3D root canal image

<sup>1</sup>Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Kyushu Dental University

<sup>2</sup>Waseda University Graduate School of Information, Production and Systems

○FUJIMOTO Masataka<sup>1</sup>, YOSHII Shinji<sup>1</sup>, IKEZAWA Satoshi<sup>2</sup>, UEDA Toshitsugu<sup>2</sup>, KITAMURA Chiaki<sup>1</sup>

【研究目的】現在の歯科治療で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きている。しかし、歯根の根尖部付近や深い歯周ポケットの治療は盲目的に行うことがほとんどであり、根管内部の破折や根管側枝の検出も未だ困難である。本研究の最終目標は深部齶蝕、歯周ポケット及び根尖部付近の根管内壁の観察に有用な歯科用内視鏡の開発、及び取得した根管や齶蝕の画像を三次元化することである。今回我々は、プロトタイプの歯科用内視鏡を用いて根管内壁の画像を取得し、取得した画像を合成・再構築することによって根管内部の三次元化を試みた。

【材料と方法】光源用光ファイバー、イメージファイバー、屈折率分布型レンズ、カメラモジュールからなるプロトタイプの歯科用内視鏡を用いて亀裂の入った抜去歯の根管内部を観察した。画像観察に用いたプローブは外径が600 $\mu\text{m}$ であり、その中に直径280 $\mu\text{m}$ ・画素数3000 pixelsのイメージファイバー1本と、直径50 $\mu\text{m}$ の光ファイバー15本を内包している。予備実験では20 $\mu\text{m}$ のラインスペースまで観察可能であった。この内視鏡を用いて根管を異なる深度で9枚撮影し、各画像データをMatlab上にてSIFT記述子を検出しRANSACアルゴリズムを用いて1枚への合成を行いグレースケール化した。さらに、その合成画像にコンピュータ上で計測したデンタルエックス線写真での根管の長軸方向の長さの情報を組み合わせることで根管の三次元像の作成を行った。

【結果】SIFT記述子検出とRANSACアルゴリズムの応用により、取得した9枚の画像を1枚に合成することができた。また画像の合成にかかる時間は1分以内であった。さらにデンタルエックス線写真とグレースケール画像の情報を組み合わせて三次元像を構築することができた。構築された像では、根管の形状を表現することができ根管の亀裂も再現できた。また三次元像はコンピュータ上で拡大や縮小、さらには画像を2つの像に展開して根管内を観察するといったことも可能であった。

【考察】今回得られた画像は根管内を簡易的に視覚化する事を可能とした。しかし、画素数が3000pixelsのイメージファイバーを使用したことで三次元像の元となる二次元画像の画質が低いものになったためSIFT記述子の検出が困難になった。より精度の高い三次元像を得るため今後は使用する内視鏡の解像度の向上を図っていく必要がある。また今回構築した三次元像ではエックス線写真を参考に高さ情報を取得したため根管の湾曲の正確な再現が出来なかった。今後はデンタルエックス線写真だけではなくコーンビームCTの撮影画像と内視鏡の画像を組み合わせることで三次元像を構築する予定である。

【結論】内視鏡により観察された根管の画像を三次元化することにより診断、治療の双方に役立つ三次元像を得られる可能性が示唆された。

## 励起蛍光を応用した根尖病変の評価と細菌検査の比較検討

昭和大学歯学部歯科保存学講座総合診療歯科学部門  
○瀧野浩之、伊佐津克彦、勝又桂子、山田理、長谷川篤司

### Comparison of bacteriological examination of endodontic lesions by using of light-induced fluorescence and liquid culture medium

Department of Conservative dentistry, Division of Comprehensive Dentistry,  
Showa University School of Dentistry

○TAKINO Hiroyuki, ISATSU Katsuhiko, KATSUMATA Keiko, YAMADA Michi, HASEGAWA Tokuji

#### 【研究目的】

感染根管治療においては、根管内の機械的、化学的清掃によって根管内に残存する壊死組織や感染歯質、炎症性滲出液の分解産物が十分に除去された後、根尖周囲組織、根管内および象牙細管内微生物の減少を正確に評価し、現症に適した処置を実施できることが根管治療成功のカギとなる。

一般に根管充填の時期については、複数の臨床兆候や検査結果を勘案して決定される。根尖周囲組織、根管内および象牙細管内の無菌性（菌数の十分な減少）は根管内細菌培養検査によって評価され、炎症性滲出液の存在はカタラーゼ反応の有無によって評価されている。これらのうち、根管内細菌培養検査は即日の判定ができないため、現症と評価にタイムラグが生じることが避けられず、現症に適した処置の実施が遅延する可能性が危惧される。我々は、第133、135、136、138、139、141回保存学会で、数種の歯周病原菌を培養したコロニーが波長405nmの青色励起光によって赤い励起蛍光を発すること、歯周病患者のプラークや根尖病変からの滲出液などを含んだペーパーポイントが波長405nmの青色励起光によって赤い励起蛍光を発することも報告している。

本研究では、141回保存学会で報告したレーザー光源を用いて、根尖周囲組織、根管内および象牙細管内微生物に波長405nmの青色励起光を照射した場合の励起蛍光が根尖病変の評価、いいかえれば根管内の即時細菌検査となる可能性を根管治療中の根管内に静置したペーパーポイントの観察によって検討したので報告する。

#### 【材料および方法】

**励起蛍光撮影装置** 市販一眼レフカメラのレンズフード内にレンズに直接映り込まないように波長405±10nmのレーザー光源（最大出力5mW）を装着して撮影装置を作製した。

**資料の採取** 対象は、感染根管症例とした。

各被験症例において、臨床症状と治療経過を考慮して最適と考えられる根管貼薬を選択した。今回の治療時にはまず、①自発痛の有無、②打診痛の程度、③根尖部圧痛の有無、④瘻孔の有無、⑤根管からの排膿または出血の有無について、診察してプロトコールに結果を記載した。次に、仮封を除去して、根管内にEDTAを満たしたうえ超音波スケーラーにて貼薬した薬剤を除去、その後滅菌生理食塩水を根管内に滴下後、ペーパーポイント2本を根管内に約30秒静置、そのうち1本を⑥細菌培養検査に使用し、もう1本を用いて⑦腐敗臭を確認した後、レンズフード先端が接地してフードが暗箱となるようにカメラを設置し、⑧ペーパーポイントからの励起蛍光を撮影後、⑨カタラーゼ反応を観察した。

#### 【成績および結論】

今回、対象とした根管数は133根管で、励起蛍光を示したのは、34根管であった。これらの結果のうち、⑧励起蛍光の見られたすべての根管で、⑥細菌培養検査の結果は陽性であった。多くの症例で治療開始時には腐敗臭、根管内細菌培養検査陽性、カタラーゼ反応陽性と診断されたが、症状の改善に伴い、腐敗臭、根管内細菌培養検査、カタラーゼ反応が陰性になっていくのが観察された。近年、水酸化カルシウムを根管内貼薬することが増え、従来用いていた綿栓を用いた評価を行うことが難しくなっている。従って、今回仮封除去後に、静置したペーパーポイントに対して波長405nmの青色励起光を照射することで、細菌培養検査による結果と同様の励起蛍光結果を得られ、根管内を評価できたことは、励起蛍光が根管内の即時評価となり得る可能性を考える。今後は症例数をさらに増やし、予後を合わせて評価し比較検討していくことで、実際に応用が可能かを判断したいと考えている。



## 過剰歯癒着と臼傍歯癒合を伴う下顎第二大臼歯の診断と歯内治療マネージメントに コーンビーム CTと3D プリント技術を活用した1症例

東京歯科大学歯科保存学講座<sup>1)</sup>, 東京歯科大学歯科放射線学講座<sup>2)</sup>  
○加藤広之<sup>1)</sup>, 神尾 崇<sup>2)</sup>, 村松 敬<sup>1)</sup>, 古澤成博<sup>1)</sup>

### Diagnosis and endodontic management for a fused mandibular second molar and paramolar with concurrent supernumerary tooth using cone-beam CT and 3D printing technology : A case report

Dept. of Endodontics and Clinical Cariology\*, Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology\*\*, Tokyo Dental College  
○Hiroshi KATO\*, Takashi KAMIO\*\*, Takashi MURAMATSU\*, Masahiro FURUSAWA\*

**【緒言】** 大白歯部の過剰歯は出現位置により臼傍歯と臼後歯とに分類される。臼傍歯は上顎第二、第三大白歯近心頰側に発現するものが多く、下顎に発現するものは稀である。臼傍歯は大白歯が癒合し、双方の歯髄腔が連続するため、その診断、処置方針立案や治療は困難を伴う。今回我々は、コーンビーム CT(CBCT)による三次元的評価を行い「過剰歯癒着と臼傍歯癒合を伴う下顎第二大臼歯」と判定した症例を経験した。CBCT 画像データから3D プリンタによる立体造形モデル(3D モデル)を作製し、患歯の診断、処置方針立案、患者とのインフォームドコンセントなどに活用したので報告する。なお本報告に関しては東京歯科大学倫理規定に従い、患者および患者の保護者から書面をもって同意および承諾を得ている。

**【症例】** 患者は16歳の男性、開業医から歯髄処置を行った臼傍歯を伴う下顎右側第二大臼歯について精査と評価の依頼にて来院した。患者は紹介元を冷水痛の主訴で受診、下顎右側第二大臼歯近心頰側に臼傍歯を認め、その咬頭頂部には深い齶蝕と露髄を認めた。そのため臼傍歯部の歯髄除去処置が行われ、創面には水酸化カルシウム製剤が、また残余の窩洞にはグラスアイオノマーセメント充填が行われた。その後の当院受診までの3週間に臨床症状は発現しなかった。

当院初診時、臼傍歯の結節と下顎右側第二大臼歯との間の咬合面側裂溝部に齶蝕を認め、触診では軽度の疼痛を訴えた。患歯の複雑な形態を把握するためには三次元的な画像検査が必要と判断し、患者と保護者の同意を得て CBCT 撮影を行った。その結果、臼傍歯と下顎第二大臼歯は歯冠部から歯根部までの大部分ではそれぞれ独立した歯髄腔を有するものの、歯根部で歯髄腔が連続していることが確認できた。また応用された水酸化カルシウムは下顎第二大臼歯の歯根中央部の歯髄腔癒合位置までで留まっていた。下顎第二大臼歯遠心側には根尖部で癒着する過剰歯と第三大白歯の水平埋伏が確認されたことから、患歯は「過剰歯癒着と臼傍歯癒合を伴う下顎第二大臼歯」と判定した。再来時、癒合臼傍歯と大白歯間の裂溝部齶蝕にコンポジットレジン修復を行った。

今後の治療方針立案と説明用資料として、同意を得た上で CBCT 画像データから3D プリンタによる歯・顎骨3Dモデルを作製した。その作成にあたっては医用画像アプリケーション;Volume Extractor 3.0(i-Plants Systems)で構築した CAD データおよび3D プリンタ Value3D MagiX MF-2000(MUTOH)を使用した。

処置5か月後の来院時、臨床症状はなく、患歯は生活反応を示した。歯・顎骨3Dモデルを用いて患者と保護者に過剰歯とその遠心側の第三大白歯の水平埋伏の状況や今後の萌出予測について、また歯の3Dモデルを用いて根管処置シミュレーションを呈示し、実施する場合の困難性を説明した。下顎第二大臼歯は歯髄保存の状態経過観察とする処置方針を説明した。これらの複合的な情報を提供することで患者は継続的リコールの必要性について理解を示した。

**【考察】** 歯内治療への3D プリンタ応用に関する報告は少なく、本報告のような複雑な歯牙、顎骨形態の診断および治療シミュレーションに応用した報告は認められない。今回用いたパーソナル3D プリンタは、プリンタ本体や造形用素材は比較的安価ながら造形分解能は CBCT の空間分解能とほぼ同程度であり、多くの企業が使用するプロフェッショナル用プリンタと比較し極めて経済的なシステムで3Dモデル作製が可能であった。本症例での3Dモデル応用手法は従来では困難であった診断や治療シミュレーションを含む歯内治療マネージメントを、容易かつ安価に実施できることを明らかにした。このような3Dモデルは歯内治療上の各用途への利用拡大に繋がるとともに、標準的なプロトコール組み込みの将来性も期待できると考える。

**【結論】** 今回、我々は16歳、男性の過剰歯癒着を伴う臼傍歯癒合の下顎第二大臼歯の治療を経験した。CBCTによる三次元的評価および3Dプリンタによる立体造形モデルは、複雑な形態を呈する患歯や周囲解剖学的構造の立体的な把握、診断と処置方針立案、歯内療法処置シミュレーションならびに患者のインフォームドコンセントに極めて有用であった。

### 各種ケイ酸カルシウム系覆髄材に対するラット皮下組織反応の免疫組織化学的解析

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<sup>1</sup>

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科歯髄生物学分野<sup>2</sup>

○日向 剛<sup>1</sup>, 吉羽邦彦<sup>1</sup>, 枝並直樹<sup>1</sup>, 武井絵梨花<sup>1</sup>, 重谷佳見<sup>1</sup>, 吉羽永子<sup>1</sup>, 興地隆史<sup>2</sup>

#### Immunohistochemical analysis of rat subcutaneous tissue reactions to calcium silicate-based pulp capping materials

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

<sup>2</sup> Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Medical & Dental Sciences, Tokyo Medical & Dental University

○HINATA Go, YOSHIBA Kunihiko, EDANAMI Naoki, TAKEI Erika, SHIGETANI Yoshimi, YOSHIBA Nagako and OKIJI Takashi

#### 《目的》

歯髄保存の重要性が叫ばれる中で直接覆髄法の予知性は今なお十分とは言えない。ところが近年、ケイ酸カルシウム系セメントである mineral trioxide aggregate (MTA) が、直接覆髄法の成功率向上に貢献しうる材料として注目されており、従来の水酸化カルシウム製剤と同等以上の臨床成績を示すとの報告もなされている。現在ではさまざまなケイ酸カルシウム系セメントが開発されているが、これらに対する生体反応に関する知見は未だ十分とは言えない。そこで、本研究では各種ケイ酸カルシウム系覆髄材をラット背部皮下組織に埋入し、局所に浸潤するマクロファージおよび好中球の密度を免疫組織化学的に定量することにより、これらの材料に対する組織反応を評価した。

#### 《材料および方法》

ケイ酸カルシウム系覆髄材として、ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental; 以下 PR), 試作ケイ酸カルシウム製材 (日本歯科薬品; 以下 NI), および TheraCal LC (光硬化型ケイ酸カルシウム系覆髄材; Biscoc; 以下 TC) の3種を、また対照として水酸化カルシウム製剤 Life (Kerr; 以下 LI) を使用した。滅菌テフロンチューブ (内径 3mm, 外径 4mm, 長さ 5mm) にメーカーの指示に従って練和した材料を填入し、初期硬化後あるいは光照射による硬化後、直ちに4週齢 Wistar 系雄性ラット背部皮下組織内に埋入、縫合した (各群とも n=6)。1, 2, 4, 8 週後に周囲結合組織をチューブとともに摘出し、PLP 固定液で 24 時間浸漬固定したのち凍結切片とし、H-E 染色による組織学的観察を行うとともに、マクロファージおよび好中球の局在を、それぞれ CD68 (ED1), CD43 (W3/13) を用いた酵素抗体染色にて観察した。さらに、単位面積 (材料接触部近傍 0.6mm×0.4mm) あたりの陽性細胞数を計測し、Kruskal Wallis 検定 および Mann-Whitney U 検定 (Bonferroni 補正) を用いて統計解析を行なった。なお、本研究は新潟大学動物実験倫理委員会の承認を得て実施された (承認番号: 207 号 3)。

#### 《結果》

H-E 染色所見では、いずれの群においても、材料との接触部および近傍組織に炎症性細胞浸潤が観察されたが経時的に軽度となり、8 週後では炎症の消退傾向と線維性組織による被包化が著明となった。また、ED1 陽性細胞、W3/13 陽性細胞の密度は、各群とも 1 週経過例が最大で、以後経時的に減少した。ED1 陽性細胞については、NI 群が 4 週後で他群より有意に高密度であったが、8 週後では各群間に有意差を認めなかった。一方、W3/13 陽性細胞については、TC 群が 1 週後で他群と比較して有意に高密度を示したが、2 週後以降各群間に有意差は認められなかった。

#### 《考察》

本実験条件では、TC 群が他群に比較して 1 週経過後に W3/13 陽性細胞の浸潤が強い傾向が認められた。これは、TC の表層から溶出する未重合レジン成分に起因しているのではないかと考えられた。一方、NI 群では ED1 陽性細胞が 4 週まで集積して観察された。マクロファージの反応には材料の成分ばかりでなくその表面性状が大きく影響を及ぼすと考えられる。ケイ酸カルシウム系材料をリン酸含有溶液中に浸漬すると、その表面にリン酸カルシウムの結晶が析出することが示されており、材料と組織との界面部における元素分布や微細構造についてさらに検討する必要があると思われる。

#### 《結論》

各種ケイ酸カルシウム系覆髄材に対するラット皮下組織の反応を観察したところ、いずれの材料においても初期にマクロファージおよび好中球の浸潤が観察され、その後経時的に減少することが示された。

## エンジン用根管拡大形成器具による拡大形成時間の比較

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座  
○永島万理子、勝海一郎

A Comparison of Preparation Times using Engine-driven Rotary Instruments  
Department of Endodontics, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo  
○NAGASHIMA Mariko, KATSUUMI Ichiroh

### 【はじめに】

ニッケルチタン製の WaveOne (VDW, Germany) と RECIPROC (Dentsply Maillefer, Switzerland) は、1本のファイルが時計回り・反時計回りの往復回転運動を繰り返すことで、迅速かつ正確な根管形成が可能であり、高い切削効率を得られるとされている。本研究は、WaveOne、RECIPROC、ステンレススチール製の K ファイル (マニー)、エンジン用 RT ファイル (マニー) で拡大形成されたヒト上顎側切歯抜去歯の作業時間を比較・検討した。

### 【材料および方法】

実験には、ヒト上顎側切歯抜去歯 20 本を用いた。実験に先立ち、#10 の K ファイルで根尖まで穿通し誘導路 (glide path) を形成した後、ランダムに以下の 4 つの群 (各 n=5) に分けて拡大形成を行った。作業長は根管長マイナス 1mm とし、洗浄には 10% 次亜塩素酸ナトリウムと蒸留水各 2.5ml を用いた。また、専用モーターとしては WaveOne と RECIPROC は X-スマート (Dentsply Maillefer) を、エンジン用 RT ファイルはトライオート ZX (モリタ) を使用した。A 群: WaveOne small で 2~3mm 振幅の弱圧によるペッキングモーションで拡大形成した後、根管を洗浄しファイルに付着した切削片を除去した。

B 群: RECIPROC R25 で 2~3mm 振幅の弱圧による 3 回のペッキングモーションで拡大形成した後、ファイルと根管内の洗浄を行った。

C 群: K ファイル #10~#25 で拡大形成し、号数を上げるごとに根管内の清掃を行った。

D 群: エンジン用 RT ファイルで使用順序に従い拡大形成した。また、ファイル交換時にファイルと根管内の洗浄を行った。

すべての拡大形成は次亜塩素酸ナトリウム湿潤下で行った。根管洗浄および器具交換・清拭に要した時間を除いた各ファイルでの作業時間を合計し計測値とした。

### 【結果とまとめ】

作業時間の平均は、A 群では  $34.259 \pm 17.896$  秒、B 群では  $58.366 \pm 25.741$  秒、C 群では  $824.952 \pm 388.649$  秒、D 群では  $250.009 \pm 22.34$  秒であった。以上の結果より、エンジン用根管拡大形成器具、特にニッケルチタンファイルを使って根管の拡大形成を行った場合に作業時間の短縮が認められ、使用器具本数の減少が効率化に結びついていることが明らかとなった。以上から、今回用いたニッケルチタン製のエンジン用根管拡大形成器具の使用は、診療時間の短縮につながり、有用性が高いことが認められた。今後、さらに詳細な解析を進めていく予定である。

## 各種 Ni-Ti ローターファイルによる根管形成の比較

昭和大学歯学部歯科保存学講座歯内治療学部門\*

医療法人松山会 ことぶきわたなべ歯科医院\*\*

昭和大学歯学部歯科保存学講座歯科理工学部門\*\*\*

○馬場聖\*、増田宜子\*、高林正行\*、中山乾\*、細田秀剛\*、倉本将司\*、宮本千明\*、鈴木重紀\*\*、宮崎隆\*\*\*

### Comparison of root canal formation by various Ni-Ti rotary files

Department of Conservative Dentistry, Division of Endodontology, Showa University school of Dentistry\*

Kotobukiwatanabe Dental Clinic\*\*

Department of Conservative Dentistry, Division of Oral Biomaterials and Technology, Showa University school of Dentistry\*\*\*

○Satoru Baba\*, Yoshiko Masuda\*, Masayuki Takabayashi\*, Ken Nakayama\*, Shugo Hosoda\*, Masashi Kuramoto\*, Chiaki Miyamoto\*, Shigenori Suzuki\*\*, Takashi Miyazaki\*\*\*

#### 【目的】

現在様々な Ni-Ti ファイルが存在し世代ごとに特色あるものが販売されている。Ni-Ti ファイルごとに使用法が異なるため、最新の 1 本、もしくは少数のファイルで形成を行う Ni-Ti ファイルもそれぞれ使用法が異なる。そこで本研究では Ni-Ti ファイルを普段使用していない者が Wave one(Dentsply, Switzerland)、Pro Taper next(Dentsply, Switzerland)、Reciproc(VDW, Germany)を用いて湾曲根管形成を行った場合の切削面積および長径、短径、およびレッジの形成、ファイル破折の有無などを比較検討する事とした。

#### 【材料と方法】

実験には 30° の湾曲角度を有するレジン透明湾曲根管模型(ヨシダ Sybron Endo)をそれぞれ Wave One 群 10 本、Pro Taper Next 群 10 本、Reciproc 群 10 本、コントロール 10 本とし合計 40 本を使用し分類した。コントロール以外の実験群は #10 K ファイルにて穿通確認後 Pro glider で glide path 形成を行った。実験群はそれぞれ最終拡大号数が ISO 規格 #25 の Wave one Primary(#25/.08)、Pro Taper Next X2(#25/.06)群、Reciproc R25(#25/.08)群、コントロール群(根管未形成)の 4 群とした。根管模型を根尖より 3mm の位置において自動精密切断機 (ISOMET 日本電子)を用いて注水下で切断後、切断面を NIKON SMZ800 を用いて撮影し、さらに画像処理ソフト Image J (NIH) を使用して断面積、長径、短径を計測した。統計は一元分散分析と Tukey 検定を用いた ( $P=0.05$ )

#### 【結果】

全体として Pro Taper next は根管切削量をもっとも少なかった。一方 Wave One においては切削量が多かった。断面積の平均は、Control < Pro Taper Next < Reciproc < Wave One の順であった。

Control 群は Reciproc、Wave One との間有意差を認めた。( $P<0.01$ )

短径の平均は、Control < Pro Taper Next < Reciproc < Wave One の順であった。

Control 群と他の実験群の間に有意差を認めた。( $P<0.05$ )

Wave One は Pro Taper Next よりも有意に切削量が多くなっていた。( $P<0.05$ )

長径の平均は、Control < Pro Taper Next < Wave One < Reciproc の順であった。

Control 群と他の実験群の間に有意差を認めた。( $P<0.05$ )

その他に Reciproc 使用時に他のファイルでは見られなかったレッジの形成、破折が一つずつ存在した。

#### 【考察】

根尖側 3mm にて切断した模型断面にて Pro Taper Next が断面積、短径長径が最も低い値を示したことはもとのファイルのテーパの違いによる差と考えられる。一方 Wave One と Reciproc の差においては刃部の形態の違いによるものと考えられる。根管形成時において刃角が鋭利で刃部全体が柔軟に出来ている Reciproc では湾曲根管内に挿入した際の応力により内湾側ではピッチが狭くなり、外湾側ではピッチが広がる。その差により根管壁に接している刃部長さの差により長径の形成量に差が出たと考えられる。また本研究では樹脂における根管模型の為、材質が歯質と異なり刃角が鋭利な Reciproc では食い込みが発生しレッジ、ファイル破折を生じたものと推察される。

#### 【結論】

本研究において Ni-Ti ファイルを使用することがない者では Pro Taper Next を使用することで過剰切削を行わず形成することが可能であるということが示唆された。未経験者が初めて導入する場合に有効であると思われる。今後、湾曲根管形成時の偏移量なども詳細な解析を進めていく予定である。

## ProGlider™ を用いたグライドパス作製後の根管壁面の SEM 観察

1) 日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学

2) 日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第1講座

○飯野華絵<sup>1)</sup>、新井恭子<sup>1, 2)</sup>、北島佳代子<sup>1, 2)</sup>、北野芳枝<sup>2)</sup>、  
朝比奈壮郎<sup>2)</sup>、三好敏郎<sup>2)</sup>、反町香子<sup>2)</sup>、五十嵐 勝<sup>1, 2)</sup>

### SEM observations after preparing glide path using ProGlider™

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

2) Department of Endodontics, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata  
○IINO Hanae<sup>1)</sup>, ARAI Kyoko<sup>1, 2)</sup>, KITAJIMA Kayoko<sup>1, 2)</sup>, KITANO Yoshie<sup>2)</sup>, ASAHINA Takeo<sup>2)</sup>, MIYOSHI Toshiro<sup>2)</sup>,  
SORIMACHI Kyoko<sup>2)</sup> and IGARASHI Masaru<sup>1, 2)</sup>

【緒言】根管治療を成功させるには、的確に根尖孔まで拡大形成を行うことが重要である。そのためにはまず最初に手用ファイルを使用して根尖孔まで穿通を行い、作業長を決定する必要がある。NiTi ロータリーファイルを用いて拡大する場合、誘導路となるグライドパスを予め形成すると、ファイルが根管壁に沿って滑り易くなり、根尖孔まで抵抗なく到達できる。ところが細い根管や湾曲根管では、手用ファイルでのグライドパス形成中にステップ形成や削片の詰め込み、根尖部側方穿孔、根尖孔破壊が起きやすい。一方グライドパス形成専用のファイルとして市販されている ProGlider™ (DENTSPLY、以下 PG) は、M-ワイヤー製の NiTi ファイルで、モーターに装着し連続正回転で使用される。断面は正方形で、柔軟性が高く、semi-active tip を有し効果的に切削することができる。今回われわれは、PG を用いてグライドパスを形成した後の根管壁面を SEM 観察し、手用ステンレス製ファイル (stainless steel-file、以下 SS) の場合と比較したので報告する。

【材料および方法】10%中性ホルマリン中に保管されたヒト抜去歯の下顎大臼歯から、近心根根尖部に軽度の湾曲がある6歯を使用した。被験歯の歯冠を除去し、近遠心方向からX線撮影を行い、根管の明らかな9根管を実験に供した。グライドパス形成に使用したファイルは、PGは25mm(先端直径/テーパー:#16/.02)、SSは25mm K-file (Zipperer、#15/.02)とした。PGはX-SMART™ PLUS (DENTSPLY) に装着し、回転速度300 rpm、トルク2.0 Ncmで使用した。はじめに根管穿通をSSの#10 K-fileで行い、作業長決定後、グライドパスを形成した。PGでは挿入振幅を2~3 mmとしながら微圧下で作業長まで挿入する往復運動を3~4回行い形成した。SSでは抵抗なくファイルが挿入できるまでファイリング操作を行いながら作業長まで形成した。PG、SSについて各3根管ずつ行い、未処置の根管をコントロールとした。グライドパス形成後は、根管を蒸留水で洗浄し、近心根の遠心半側をマイクロスコープで観察しながらダイヤモンドポイントで切削除去し、根管の近心側面を観察できるように露出させた。残った近心根を超音波洗浄器で15分間洗浄し、自然乾燥した後、Au-Pd蒸着を行い、根中央部と根尖部の根管壁を走査型電子顕微鏡S-800(日立)を用いて1500倍で観察した。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(承認番号ECNG-H-222)を得て実施された。

【結果】コントロール群の根管壁表面を被覆していた歯髄組織片や硬組織片などは、グライドパスを形成した後はPG群、SS群ともに減少していた。根中央部の観察では、PG群で多数の象牙細管の開口が確認された。一部象牙細管を被覆する組織小片が認められたが、なめらかな根管壁面が観察された。SS群では象牙細管の開口はわずかに確認できただけで、大半はスマヤー層で被覆されていた。根尖部の観察ではPG群でわずかに象牙細管の開口の確認が出来たが、SS群では象牙細管の開口は確認できず、両群ともにスマヤー層の存在を認めた。

【考察ならびに結論】PG群は根中央部、根尖部で象牙細管の開口が確認できたことから、連続回転して根管壁に接触することで根管壁面を滑沢にしていることが考えられる。またスマヤー層がSS群と比較して少量であった点から、削片が根管壁に圧接されずスマヤー層を形成しにくいと考えられる。PG群はSS群と比較して根管壁面を滑沢に形成でき、スマヤー層も形成しにくく、グライドパス形成時に切削片の詰め込みやステップ形成が生じにくい器具であると考えられ、有効性が示された。

【まとめ】PGはSSと比較して、グライドパス形成時に切削片が根中央部の象牙細管を被覆しにくいことが示された。根尖部では大きな差はなかった。今後はグライドパス形成時の切削片をSEM観察し、大きさや形態の比較検討を行いたい。

試作 EDTA ジェルおよび Optimum Torque Reverse エンドモーターによる根管形成の評価

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 歯髄生物学講座<sup>1)</sup>

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 う蝕制御修復学講座<sup>2)</sup>

○鈴木二郎<sup>1)</sup>, 藤巻龍治<sup>1)</sup>, 岡田周策<sup>2)</sup>, 石井信之<sup>1)</sup>

Evaluation of Root Canal Preparation by Prototype EDTA Gel and Optimum Torque Reverse Device

Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Dentistry,  
Kanagawa Dental University<sup>1)</sup>

Department of Cariology and Restorative Dentistry, Graduate School of Dentistry,  
Kanagawa Dental University<sup>2)</sup>

OSUZUKI Jiro<sup>1)</sup>, FUJIMAKI Ryuji<sup>1)</sup>, OKADA Shusaku<sup>2)</sup>, TANI-ISHII Nobuyuki<sup>1)</sup>

【研究目的】

EDTA 製材は根管形成時における、ファイル操作時の補助材、脱灰およびスミヤー層除去材として使用されている。本研究に使用した Optimum Torque Reverse (OTR) エンドモーターは、安全かつ効率的な根管形成を追求し、いわゆるトルクリバースとは異なる回転制御方式によって駆動する。我々は、ファイル最大トルク値を低下させファイルに対する応力を抑制し、適切なスミヤー層除去効果を有する EDTA ジェルを試作し、第 134 回および第 138 回本学会にて発表を行った。本研究は、試作 EDTA ジェルおよび OTR エンドモーターを用いた根管形成を行い、根管形成能の評価を目的とした。

【材料および方法】

本研究には、プラスチック製湾曲根管模型（デンツプライ三金）、根管形成用ファイルとして ProTaper NEXT X1・X2（デンツプライ三金）、Optimum Torque Reverse エンドモーターとしてデンタポート ZX OTR モジュール（モリタ製作所）および EDTA 製材として試作 EDTA ジェル（0.6mol/L EDTA 日本歯科薬品）を供試した。なお対照には精製水を使用した。

実験 1：作業時間の測定

湾曲根管模型 80 本を 16 群に分け、#15K ファイル（デンツプライ三金）にてガイドパス後、術者が視認できない状態で試作 EDTA ジェルを根管に満し、OTR エンドモーター 300rpm、OTR 作動値 0.2Ncm, 0.4Ncm, 0.6Ncm, 1.0Ncm および OTR 作動なし（トルクリバース作動値）0.3Ncm, 0.6Ncm, 0.9Ncm, 1.2Ncm にて、ProTaper NEXT X1 および X2 各々の根管形成に要した作業時間を計測した。ファイル交換時には精製水による根管洗浄を行い #15K ファイルにて穿通性の確認を行った。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った。

実験 2：ファイル断面の形状観察

未使用のファイルと連続的な根管切削後のファイル断面形態を観察するため、ファイル長軸に対し直角に切断した断面を、走査型電子顕微鏡（SS-550 島津製作所）にて観察を行った。

【結果】

実験 1：OTR 作動の有無に関わらず、各作動値における作業時間に統計学的有意差は認められなかった。

実験 2：連続的に使用したファイル刃部は損耗していたが、OTR 作動値の低いものと試作 EDTA ジェル群の一部に損耗程度の少ないものが認められた。

【考察および結論】

OTR の回転制御方式は、設定値以上のトルクを検知した場合、非切削方向に 90 度回転、180 度切削方向に回転した時点で再度トルクを検出し、万一検出トルクが設定値以上の場合は、この動作を繰り返すことでトルクリバースとは異なる方式で根管形成を行うが、作業時間の延長は認められず、試作 EDTA ジェルとの併用によりファイル保護効果を有しながら効率的な根管形成が行える可能性が示された。

試作 EDTA 溶液および Self-Adjusting File を用いた根管形成に関する研究  
— ナノインデンテーション法による脱灰象牙質の評価 —  
神奈川歯科大学大学院歯学研究科 歯髄生物学講座<sup>1)</sup>  
神奈川歯科大学大学院歯学研究科 う蝕制御修復学講座<sup>2)</sup>  
○藤巻龍治<sup>1)</sup>, 鈴木二郎<sup>1)</sup>, 岡田周策<sup>2)</sup>, 石井信之<sup>1)</sup>

A Study on Root Canal preparation Using a Prototype EDTA Solution and Self-Adjusting File  
— Evaluation of Demineralized Dentin by The Nanoindentation Method —  
Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Dentistry,  
Kanagawa Dental University<sup>1)</sup>  
Department of Cariology and Restorative Dentistry, Graduate School of Dentistry,  
Kanagawa Dental University<sup>2)</sup>  
○FUJIMAKI Ryuji<sup>1)</sup>, SUZUKI Jiro<sup>1)</sup>, OKADA Shusaku<sup>2)</sup>, TANI-ISHII Nobuyuki<sup>1)</sup>

【研究目的】

根管洗浄は、機械的に除去不可能な感染源を化学的に除去するために極めて重要な操作である。現在、根管洗浄は有機質除去が可能な次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) 溶液と、無機質の除去が可能なエチレンジアミン四酢酸 (EDTA) 溶液を併用した方法が推奨されているが、簡便な操作性でありながら良好な根管洗浄効果を併せ持つ薬剤開発が求められている。本研究は、NaClO 溶液と同程度の酸緩衝能に調整した試作 EDTA 溶液とニッケルチタン製 Self-Adjusting File を用いた根管形成時の脱灰象牙質に関する評価を行った。

【材料および方法】

実験には、神奈川歯科大学研究倫理審査委員会の承認に基づき、連結不可能匿名化を行い、抜去後ただちに水中保管したヒト単根抜去歯 10 本、試作 EDTA 溶液 (pH12.3 0.09mol/l EDTA, 日本歯科薬品) および Self-Adjusting File (SAF, 長田電機工業) 1.5mm ファイル長 21mm を供試した。

実験 1. ナノインデンテーション法による脱灰象牙質の評価

ヒト単根抜去歯の歯冠切除後、#15 K-file (マニー) にて作業長を決定、#20 まで手用根管拡大を行い、被験歯をシリコンパテに植立、被験歯を 2 群に分け SAF 振動数 5,000cpm、根管洗浄液には、試作 EDTA 溶液、対照として精製水 (健栄製薬) を用い各々 4ml/min にてファイル先端が作業長到達後 4 分間の根管形成を行い、根管乾燥後に抜去歯を垂直方向に切断し超微小押し込み硬さ試験機 (ENT-1100a エリオニクス) にて、根管象牙質の押し込み硬さ測定を行い、押し込み硬さ (HIT)、マルテンス硬さ (HM) および押し込み弾性率 (EIT) の評価を行った。なお、統計学的解析は *Unpaired t-test* を用いて行った。

実験 2. 脱灰象牙質の電顕的評価

実験 1 終了後の試験片に白金蒸着を施し、走査型電子顕微鏡 (SS-550, 島津製作所) にて観察を行い、任意の点 (3 か所) を 5,000 倍で撮影し、脱灰状態の判定を行った。

【結果】

実験 1. HIT, HM および EIT の各項目について有意差は認められなかった。

実験 2. 試作 EDTA 溶液使用時に過度な脱灰は観察されなかった。

【考察および結論】

試作 EDTA 溶液は、効果的な脱灰作用が確認できた。象牙質硬さ試験の結果から根管象牙質を過度に脱灰し破壊しないことが示された。また、試作 EDTA 溶液は熱および光の影響を受けやすい NaOCl 溶液 よりも安定な根管洗浄材であることが予想される。

## 新たな根管清掃・消毒法に関する基礎的研究

### — 超音波と LED の照射が過酸化水素水の活性酸素種生成に及ぼす影響 —

日本大学歯学部 歯科保存学第Ⅱ講座<sup>1</sup>, 細菌学講座<sup>2</sup>

神奈川県歯科大学大学院 口腔科学講座 光歯科医学分野<sup>3</sup>, 横須賀湘南地域災害医療歯科学研究センター<sup>4</sup>

○井比 陽奈<sup>1</sup>, 林 誠<sup>1</sup>, 吉野 文彦<sup>3</sup>, 田村 宗明<sup>2</sup>, 吉田 彩佳<sup>3</sup>, 李 昌一<sup>4</sup>, 平野 頼是<sup>1</sup>, 小林 慶美<sup>1</sup>,  
落合 邦康<sup>2</sup>, 小木曾文内<sup>1</sup>

#### Preliminary study of novel root canal disinfective technique

### — Effects of ultrasonic and LED irradiation on generation of reactive oxygen species in hydrogen peroxide —

Departments of Endodontics<sup>1</sup> and Microbiology<sup>2</sup>, Nihon University School of Dentistry

Photomedical Dentistry Division, Department of Oral Science, Kanagawa Dental University Graduate School<sup>3</sup>

Yokosuka-Shonan Disaster Health Emergency Research Center & ESR Laboratories Graduate School of Dentistry

Kanagawa Dental University<sup>4</sup>

○Haruna Ibi<sup>1</sup>, Makoto Hayashi<sup>1</sup>, Fumihiko Yoshino<sup>3</sup>, Muneaki Tamura<sup>2</sup>, Ayaka Yoshida<sup>3</sup>, Lee Masaichi-Changli<sup>4</sup>,  
Yoriyuki Hirano<sup>1</sup>, Yoshimi Kobayashi<sup>1</sup>, Kuniyasu Ochiai<sup>2</sup>, Bunnai Ogiso<sup>1</sup>

#### 【研究目的】

従来から根管の清掃・消毒には多種の薬剤が応用されている。しかしながら薬剤漏洩による根尖周囲組織への局所的な有害作用、発癌性や突然変異誘発性などが指摘されているため、演者らは安全性をも考慮した新たな根管清掃・消毒法について継続的に研究を行ってきた。これまで演者らは、本学会にて過酸化水素水に超音波照射して生成される活性酸素種(ROS)としてヒドロキシラジカル(HO<sup>•</sup>)を検出し、難治性根尖性歯周炎の原因菌である *Enterococcus faecalis* の殺菌に有効であることを報告した。近年、過酸化水素水に紫外線照射することにより、ROS 生成による殺菌効果が認められている。そこで今回、これまでの超音波照射に生体安全性を考慮した光源である近紫外線 LED 照射を併用した際の ROS を同定・定量し、*E. faecalis* に対する殺菌効果を検討した。

#### 【材料および方法】

##### 実験 1. 超音波と LED の照射によって生成された ROS の測定

超音波発振装置として Handy Sonic UR-20P (出力 10 W, Tomy 精工) および LED 光源として Pencure 2000 (波長 405 nm, モリタ製作所) を使用した。試験管内の 0.5 および 1.0 M 過酸化水素水に超音波と LED の照射を 1, 2 および 3 分間行ったものを ROS 測定用試料とした。その際、生成する ROS を測定するためスピントラップ剤として 5-(2,2-dimethyl-1,3-propoxycyclophosphoryl)-5-methyl-1-pyrroline-N-oxide (CYPMPO) を加え、電子スピン共鳴 (ESR) 法を用いて測定されたスピニアダクトから信号強度 (signal intensity) を測定した。また、超音波照射のみおよび LED 照射のみを行ったものも同様に測定した。

##### 実験 2. 生成された ROS が *E. faecalis* に及ぼす影響

難治性根尖性歯周炎の代表的な原因菌 *E. faecalis* JCM5803 を供試し、菌懸濁液作成後、実験 1. の条件にて超音波と LED の照射を行い、brain heart infusion 寒天培地に塗抹培養後、colony forming unit (CFU) を測定した。

#### 【結果】

実験 1. では、超音波照射に LED の照射を併用することにより、HO<sup>•</sup> が検出され、超音波照射のみおよび LED 照射のみを行った場合より高い信号強度が観察された。

実験 2. では、*E. faecalis* の CFU は各実験条件で経時的に減少し、超音波照射に LED 照射を併用した群が、それぞれ単独で使用した場合よりも高い殺菌効果が認められた。

#### 【考察および結論】

以上の結果から、低濃度過酸化水素水に超音波と LED の照射を併用することにより、超音波照射のみおよび LED 照射のみと比べて有意に高い HO<sup>•</sup> の産生と *E. faecalis* 殺菌効果を示したことから、低濃度過酸化水素水に超音波と LED の照射を併用した新たな根管清掃・消毒法への可能性が示唆された。



キトサン-クエン酸溶液のスメア層除去効果と象牙質への浸食の程度の評価

昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 歯内治療学部門

医療法人社団松山会 ことぶきわたなべ歯科医院<sup>1</sup>

昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 歯科理工学部門<sup>2</sup>

○小澤慶之、鈴木重紀<sup>1</sup>、高林正行、中山乾、細田秀剛、増田宜子、宮崎隆<sup>2</sup>

Evaluation of Smear Layer Removal and Erosion in Intraradicular Dentin with Chitosan-Citrate Solution

Department of Conservative Dentistry, Division of Endodontology, Showa University School of Dentistry

Kotobuki Watanabe Dental Clinic<sup>1</sup>

Department of Conservative Dentistry, Division of Biomaterials and Engineering, Showa University School of Dentistry<sup>2</sup>

○Noriyuki Ozawa, Shigenori Suzuki<sup>1</sup>, Masayuki Takabayashi, Ken Nakayama, Shugo Hosoda,  
Yoshiko Masuda, Takashi Miyazaki<sup>2</sup>

【目的】根管治療において、複雑な根管形態を機械的操作のみで全て清掃することは困難である。そこで、良好な根管治療の予後を獲得するために化学的洗浄を組み合わせて清掃することが一般的である。これまでに、キトサンは幅広い抗菌性、キレート作用、生体安全性を有することが報告されており、歯内治療の分野でも研究応用されている。Suzukiら(2014)によって報告されたキトサン-クエン酸溶液は、機械的拡大後の根中央部を5分間浸漬させたところスメア層の除去効果を認めたことから新規根管洗浄剤としての可能性を示した。しかし、これまでに様々な無機質溶解剤との比較検討は行われていない。本実験では、キトサン-クエン酸溶液と様々な無機質溶解剤を用い、根管を通常通り洗浄した時のスメア層除去効果と象牙質への浸食の程度を比較検討することを目的とした。

#### 【材料および方法】

①キトサン-クエン酸溶液の作製：10%クエン酸緩衝液に0.04gのキトサンオリゴマー（COS-YS 焼津水産工業株式会社）を加え、キトサン-クエン酸溶液（pH3.5）を作製した。

②スメア層除去効果と象牙質への浸食の程度の判定：

15本の根管未処置のヒト永久抜去歯（単根）の歯冠を、セメント-エナメル境にて切断し、ゲイツグリッデンドリルにて根管口の明示を行った。Kファイルを用いてステップバック法で根管拡大し、ファイルを使用する度に5.25%のNaOClにて根管洗浄を行った。根尖部最終拡大号数は#35とした。それぞれの無機質溶解剤で洗浄した後5.25%NaOClで洗浄した。実験群は、キトサン-クエン酸溶液（pH3.5、5分）、17%EDTA（pH7.2、2分）、BioPure MTAD<sup>®</sup>（pH2.13、添付文書通り）、10%クエン酸（pH1.8、3分）、コントロール群としてNaOCl（5分）を用いた。観察試片作製に当たり、歯根を頬舌的に分割し根管壁面を露出させた。脱水及び蒸着後、走査型電子顕微鏡を用いて各試片の歯冠側1/3、根中央1/3、根尖側1/3を2000倍の倍率で観察した。得られた画像はTorabinejadら（2003）の判定項目を用いて本研究の目的を知らない5人の歯科医師が判定しKruskal-Wallis検定とMann-Whitney U検定（Bonferroniの調整）を用いて統計学的有意差検定を行った。

【結果】キトサン-クエン酸溶液で洗浄を行った全ての試片で、白色の粉末様不透過像を認めた。また、根尖側に向かうにつれてスメア層の除去効果は劣るものの、象牙質への浸食の程度が軽度になった。

①スメア層除去効果：全ての実験群間において有意差は認められなかった。（ $P>0.05$ ）しかし、全ての部位において実験群はコントロール群（NaOCl）よりも有意にスメア層の除去効果を認めた。（ $P<0.05$ ）

②象牙質への浸食の程度：歯冠側1/3において、キトサン-クエン酸溶液とBioPure MTAD<sup>®</sup>は17%EDTAよりも有意に象牙質への浸食を認めた。（ $P<0.05$ ）また、BioPure MTAD<sup>®</sup>は10%クエン酸よりも有意に象牙質への浸食を認めた。（ $P<0.05$ ）根中央1/3において、BioPure MTAD<sup>®</sup>は17%EDTAよりも有意に象牙質への浸食を認めた。（ $P<0.05$ ）NaOClはスメア層の除去が認められなかったため、判定することが出来なかった。

【考察・結論】本実験において、キトサン-クエン酸溶液で洗浄を行った後に見られた白色の粉末様不透過像はキトサンオリゴマーの未溶解物であると考えられる。キトサンは抗菌効果を有する反面キレート作用を有する事から、今後根管内の象牙質壁面の経時的な変化を観察していく必要があると考えられる。また、キトサン-クエン酸溶液のスメア層除去効果と象牙質への浸食の程度は、BioPure MTAD<sup>®</sup>、10%クエン酸と同程度の能力を有する可能性があると考えられる。このことから、キトサン-クエン酸溶液は、クエン酸の持つ能力だけではなくキトサンの有するキレート作用が象牙質壁面に有効に作用していることを示唆している。一方、17%EDTAよりも有意に象牙質への浸食が見られることから更なる改善が必要と考えられる。今後pHの調整およびキトサンオリゴマーの配合量などを検討する事でさらに良好な無機質溶解剤になり得る可能性を有する事が示唆された。

## 根管貼薬水酸化カルシウム製剤除去時の根尖孔部からの溢出に対する検討

<sup>1</sup>奥羽大学歯学部歯科保存学講座保存修復学分野

<sup>2</sup>奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野

<sup>3</sup>昭和大学歯学部歯科保存学講座歯内治療学部門

<sup>4</sup>昭和大学歯学部歯科保存学講座歯科理工学部門

○山田嘉重<sup>1</sup>, 木村裕一<sup>2</sup>, 増田宜子<sup>3</sup>, 宮崎隆<sup>4</sup>

Investigation of a calcium hydroxide leakage from an apical root foramen during medicated calcium hydroxide removal

<sup>1</sup>Division of Operative Dentistry, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry

<sup>2</sup>Division of Endodontics, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry

<sup>3</sup>Division of Endodontology, Department of Conservative Dentistry, Showa University School of Dentistry

<sup>4</sup>Division of Oral Biomaterials and Technology, Department of Conservative Dentistry, Showa University School of Dentistry

○YAMADA Yoshishige<sup>1</sup>, KIMURA Yuichi<sup>2</sup>, MASUDA Yoshiko<sup>3</sup>, MIYAZAKI Takashi<sup>4</sup>

### 【緒言】

根管治療において良好な結果を得るためには機械的清掃と化学的清掃が重要であるが、清掃後の根管を無菌的に維持するための根管貼薬処置も重要な要素となる。近年根管貼薬剤としては水酸化カルシウムが主流となっている。水酸化カルシウムは高いアルカリ性という性質から持続的な殺菌作用が期待されており、また止血効果等も有している。その反面、根管の根尖孔部に蓄積した水酸化カルシウムは除去が非常に困難であるという問題点がありクエン酸、超音波スケーラーやレーザー等を応用した除去法が報告されている。しかし除去操作時に根尖孔部からの水酸化カルシウムの溢出について検討した報告は少ない。例え根管が無菌化されたとしても、汚染された多くの水酸化カルシウムが根尖孔外へ溢出されてしまうと根尖周囲組織に損傷を与えてしまう危険性が高くなる。その結果根管処置後の治癒遅延や治癒不全を誘発する危険性が高くなる。その危険性を回避するために除去時にどの程度水酸化カルシウムが根尖孔部から溢出するかを把握することは重要である。本研究では手用ファイルと超音波スケーラーを使用した除去法においてどの程度根尖孔部から溢出するのかを検討した。またその際にクエン酸製剤や EDTA 製剤を併用することで溢出状態に差異が生じるかも比較、検討した。

### 【材料および実験方法】

本研究では透明歯根を有する上顎小臼歯人工歯(ニッシン)36本を使用した。各12本ずつ根尖孔部が20号、25号、30号の太さになるまでKファイルを用いて拡大を行った。拡大終了後水酸化カルシウム製剤であるカルシペックスとビタペックスを各号数の人工歯の半数(6本)ずつ根尖孔部まで充填した。充填した水酸化カルシウム製剤は(1)超音波スケーラーチップによる除去(2)拡大号数と同じ太さの手用ファイルによる除去の2通りの方法を用いて行った。各方法とも1分間除去操作を施行した後に根尖孔部からのカルシペックスまたはビタペックス溢出状況を観察した。超音波スケーラーチップは超音波スケーラー(オサダ)に先端が細いブローチを用いて本研究用に試作し、低速回転下で軽く根尖孔部に接するように使用した。さらに除去操作は(A)流水、(B)10%クエン酸製剤、(C)10%EDTA製剤の各溶液を併用して行った。処置終了後根管内はペーパーポイントを用いて乾燥した後に各試料の根尖孔部の状態を実体顕微鏡にて観察した。

### 【結果】

水酸化カルシウム製剤の溢出は、補助剤の使用の有無に関わらず超音波スケーラーチップを使用した方が顕著に観察された。手用ファイルによる除去でも溢出量は少なかったが根尖孔部からの溢出が確認された。根尖孔部の太さの違いでは30号の太さの方が20号の太さに比べて溢出量は多い傾向にあった。超音波洗浄および手用ファイルを用いたカルシペックスの除去では補助剤の使用の有無で明確な溢出量の差異は認められなかった。ビタペックスの根尖孔部からの溢出は補助剤未使用での除去では糊剤の性状のまま漏出するが、クエン酸製剤やEDTA製剤と反応するとカルシペックスと同様に軟化して類似した状態で溢出した。またその際の溢出量は補助剤未使用時に比べて少ない傾向にあった。

### 【考察】

本研究から根尖孔部が細い根管においても水酸化カルシウム製剤の溢出が確認されたことから、水酸化カルシウム除去操作において殆どの根管は根尖孔部からの溢出が避けられないものと推察される。本研究では人工歯を使用した。天然歯の歯根においても同様の現象が生じるものと考えられる。従って可能な限り根尖孔部からの溢出を避けるため、根尖付近では手用ファイルを使用して除去を行うことが推奨される。またビタペックスの除去においてはクエン酸製剤やEDTA製剤を併用した方が根尖孔部からの溢出を軽減できる可能性が示唆された。

## S-PRG フィラー含有根管貼薬剤の *Candida albicans* に対する効果について

北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 歯周歯内治療学分野<sup>1</sup>,  
口腔構造・機能発育学系 保健衛生学分野<sup>2</sup>, 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野<sup>3</sup>,  
○白井 要<sup>1</sup>, 植原 治<sup>2</sup>, 伊藤修一<sup>3</sup>, 斎藤隆史<sup>3</sup>, 古市保志<sup>1</sup>

The effects of antimycotic on *Candida albicans* of intracanal medicament containing S-PRG filler

Division of Periodontology and Endodontology<sup>1</sup>, Division of Disease Control and Molecular Epidemiology<sup>2</sup>,  
Division of clinical cariology and endodontology<sup>3</sup>, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido  
○Kaname Shirai<sup>1</sup>, Osamu Uehara<sup>2</sup>, Shuichi Ito<sup>3</sup>, Takashi Saito<sup>3</sup>, Yasushi Furuichi<sup>1</sup>

### 【研究目的】

根管貼薬剤の使用は感染根管治療の治療効果向上のために不可欠である。近年、根管治療における難治症例の根管内から *C. albicans* などの真菌が検出されたとする報告がある。*C. albicans* は高アルカリ環境で生存可能であることや、根管壁表面でバイオフィームを形成することが知られており、根管貼薬剤として汎用されている水酸化カルシウムに抵抗性があることが報告されている。そこで、*C. albicans* に対する抗真菌作用および *C. albicans* のバイオフィーム形成抑制効果のある根管貼薬剤の開発が必要である。

酸反応性フルオロアルミノシリケートガラス(S-PRG)フィラーは、ナトリウム、ホウ酸、アルミニウム、ケイ酸、フッ化物、ストロンチウム、フッ素など様々なイオンを放出する。このS-PRGフィラーから放出されるイオンは口腔細菌に対して抗菌作用やバイオフィームの形成抑制作用を有する。本研究では、S-PRGフィラーを含有した根管貼薬剤が、*C. albicans* へのバイオフィーム形成および増殖抑制能、あるいは生体細胞の増殖能に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

### 【材料および方法】

実験材料として、S-PRGフィラー含有根管貼薬剤(以下S-PRG)、水酸化Ca含有根管貼薬剤(以下Ca(OH)<sub>2</sub>)を用いた。それぞれの貼薬剤と等量の超純水を混合し、ターブラーミキサーで混和した後、遠心脱水機にて粉末成分と水成分を分離した。さらに遠心分離機にて残留粉末成分を沈殿させ上清を実験に使用した。

*C. albicans* JCM1542株は、サブロー液体培地(関東化学)を用いて、37°C、好気条件で培養した。培養した菌懸濁液をPBS(-)で洗浄し、0. D. 600が約0.1となるよう希釈した後、接種用菌液とした。

S-PRGが有する *C. albicans* のバイオフィーム形成を抑制する効果を調べるために、2倍希釈系列に調製したS-PRGの上清を菌液に添加し96wellプレートへ接種した。培地はRPMI-1640培地(ナカライテスク)を用いて、37°C、12時間培養した。その後、形成されたバイオフィームを計測した。S-PRGが有する *C. albicans* のバイオフィームの増殖を抑制する効果を調べるために、菌液はRPMI-1640培地(ナカライテスク)と混和させ96wellプレートへ接種し、37°C、12時間培養後バイオフィームを形成させた。その後、S-PRGの上清を、形成したバイオフィームに作用させ12時間培養した。形成したバイオフィームは、発色試薬Microbial Viability Assay Kit-WST(同仁化学)を用いてマイクロプレートリーダーにて450 nmの吸光度を測定した。

S-PRGが細胞に及ぼす影響を調べるために、MC3T3-E1細胞及びNIH3T3細胞を用いた。それぞれの細胞は10% FBS, 2mM L-グルタミン, 200 mg/ml カナマイシン含有  $\alpha$ -MEM培地に37°C, 5% CO<sub>2</sub>にて培養した。細胞付着後S-PRGの上清を培養液に添加しさらに24時間培養した。その後、cell counting kit8を添加し1時間後マイクロプレートリーダーを用いて450 nmの吸光度を測定した。

### 【成績および考察】

S-PRGの上清は、Ca(OH)<sub>2</sub>の上清と比較して *C. albicans* のバイオフィーム形成抑制効果が有意に高かった。さらに、S-PRGの上清は、Ca(OH)<sub>2</sub>の上清と比較して *C. albicans* のバイオフィームの増殖抑制効果が有意に高かった。また、S-PRGの上清の添加によってMC3T3-E1細胞及びNIH3T3細胞の増殖能に影響を及ぼさなかった。

### 【結論】

本研究で用いたS-PRGフィラー含有根管貼薬剤は、*C. albicans* のバイオフィーム形成およびバイオフィームの増殖抑制効果を有していた。また、S-PRGフィラー含有根管貼薬剤は細胞毒性が少なく、生体に悪影響を及ぼす可能性が低いことがわかった。これらから、S-PRGフィラー含有根管貼薬剤は *C. albicans* に対して抗真菌作用を有し、生体悪影響の少ない根管貼薬剤であることが示唆された。

ラット皮下組織における 4-META 含有レジン系シーラーの生体適合性

新潟大学医歯学総合研究科 口腔健康科学口座 う蝕学分野<sup>1</sup>

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 摂食機能保存学講座 歯髄生物学分野<sup>2</sup>

○枝並 直樹<sup>1</sup>, 重谷 佳見<sup>1</sup>, 吉羽 邦彦<sup>1</sup>, 日向 剛<sup>1</sup>, 吉羽 永子<sup>1</sup>, 興地 隆史<sup>2</sup>

Evaluation of the biocompatibility of a 4-META containing resin-based root canal sealer in the rat subcutaneous tissue

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

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

○Edanami N<sup>1</sup>, Shigetani Y<sup>1</sup>, Yoshida K<sup>1</sup>, Hinata G<sup>1</sup>, Yoshida N<sup>1</sup>, Okiji T<sup>2</sup>

**【目的】** 近年注目されているレジン系シーラーは根管壁象牙質への接着性が期待される一方で、再根管治療時の除去が困難となることが懸念されている。そこで、比較的容易に除去可能な 4-META 含有レジン系シーラー (メタシール Soft、サンメディカル社) が開発されたが、その生体適合性についての知見は十分とはいえない。本研究では、同シーラーをラット背部皮下に埋入後、局所に浸潤するマクロファージおよび好中球の分布密度を免疫組織化学的に定量することにより、生体適合性を評価した。

**【材料および方法】** 被験レジン系シーラーとしてメタシール Soft (以下 MS)、対照材料としてエポキシレジン系シーラー (AH Plus、DENTSPLY 社: 以下 AH) および酸化亜鉛ユージノール系シーラー (キャナルス、昭和薬品化工: 以下 Ca) を使用した。また、コントロールとしてシーラーを填入していない滅菌テフロンチューブを用いた。

滅菌テフロンチューブ (内径 1mm、外径 2mm、長さ 5mm) にメーカー指示に従って練和したシーラーを填入し、直ちに 4 週齢 Wistar 系雄性ラットの背部皮下組織内に全身麻酔下で埋入、縫合した (各群 n=5)。1, 2, 4 週後に皮下組織を切り出し、4%パラホルムアルデヒド溶液で 24 時間浸漬固定した。その後、凍結切片を作成し、H-E 染色による組織学的観察を行うとともに、マクロファージ、好中球の局在をそれぞれ ED1、W3/13 を一次抗体として酵素抗体染色を行い観察した。さらに、材料との接触部において一視野 (200  $\mu$ m  $\times$  150  $\mu$ m) あたりの陽性細胞数を 10 か所ずつ計測し、統計学的分析を行った (一元配置分散分析および Bonferroni Dunn 検定,  $\alpha=0.05$ )。

なお、本研究は新潟大学動物実験倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号 新大研 131 号-2)。

**【結果】** H-E 染色では、全ての実験群において、1 週経過例ではチューブ開口部を中心とした炎症性細胞の浸潤が認められたが、時間の経過とともに炎症性細胞浸潤は減少し、線維組織による被包が観察された。MS 群ではシーラー溢出が組織内に観察され、4 週経過例においてもその残存が認められた。酵素抗体染色では、ED1 陽性反応は細胞質内に顆粒状に観察された一方、W3/13 陽性反応は細胞膜上に観察された。定量解析の結果、ED1 陽性細胞については 1 週経過例で Ca 群がコントロール群より有意に高い値を示したが、2 週、4 週経過例においては各群間で有意差は認めなかった。W3/13 陽性細胞については、1 週、2 週経過例で MS 群が Ca 群より有意に低い値を示した。4 週経過例では、各群間で有意差は認めなかった。

**【考察】** MS 群では組織内へのシーラーの漏出が認められたが、炎症性細胞の浸潤はコントロール群との間に有意差を認めず、漏出したシーラーは起炎性が低いことが示唆された。一方で、Ca 群ではコントロール群と比較して有意に高度の好中球浸潤が 2 週経過後も観察され、ユージノールの組織刺激性によることが推定された。AH は本研究においては、他群との間に有意に高い炎症性細胞の浸潤は認められなかった。以上のことから、MS はマクロファージ、好中球の浸潤が軽度で、生体適合性が高いと考えられる。

**【結論】** ラット皮下結合組織におけるマクロファージ、好中球の浸潤を指標として生体適合性を評価したところ、4-META 含有レジン系シーラーは、酸化亜鉛ユージノール系シーラーと比較して、これらの細胞の浸潤が軽微であることが示された。

## α-TCP/Te-CP セメントの根管充填用シーラーへの応用

- セメント硬化体の pH 挙動, XRD, SEM および色素浸透性 -

1) 朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野

2) 朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科理工学分野

○ 神山智佳子<sup>1)</sup> 武田進平<sup>1)</sup> 河野 哲<sup>1)</sup> 玉置幸道<sup>2)</sup> 吉田隆一<sup>1)</sup>

### Application of α-TCP/Te-CP cement to Root Canal Sealer

- pH behavior, X-ray diffraction, SEM, Liquid permeation test of α-TCP/Te-CP Cement-

1) Department of Endodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation,

Asahi University School of Dentistry

2) Department of Dental Materials Science, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation,

Asahi University School of Dentistry

○ Kamiyama Chikako<sup>1)</sup> Takeda Shinpei<sup>1)</sup> Kawano Satoshi<sup>1)</sup> Tamaki Yukimichi<sup>2)</sup> Yoshida Takakazu<sup>1)</sup>

#### [緒 言]

固形根管充填材には壁着性がなく、根管充填用セメント（シーラー）が併用されている。しかし、現在使用されているシーラーには組織為害性の報告もあり、根尖孔外へシーラーが溢出した場合、根尖歯周組織疾患を発症させる可能性がある。そこで我々は根管充填用シーラーとしての応用を目的として酸化ビスマス（以下  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ）を配合した α-TCP/Te-CP セメントを作製し、各種練和液にて練和したセメントの理工学的性質を報告してきた。今回、pH 挙動、エックス線回折（以下 XRD）解析、走査型電子顕微鏡（以下 SEM）観察を行い、セメントの硬化に及ぼす影響を調べた。さらに本セメントを用いた側方加圧根管充填を抜去歯に行い、色素浸透試験にてシーラーとしての有用性を評価した。

#### [材料および方法]

##### 1. $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 配合 α-TCP/Te-CP セメント粉末の作製

前報と同様にして得られた α-TCP/Te-CP セメントに、25 $\mu\text{m}$  以下に調整した  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  を 30% 配合した。

##### 2. 練和液および練和条件

使用した練和液、濃度と粉液比は表 1 に示した。

##### 3. 実験方法

###### a. 練和泥の pH 挙動

各種条件で練和したセメントをマイクロチューブに填入し、練和開始から 3 分後、セメント泥表面に蒸留水 0.5ml を滴下し、電極を蒸留水中に挿入した。練和開始 5 分後から 24 時間後まで、室温での pH を連続的に測定した。

###### b. XRD 解析、SEM 観察

各種条件で練和したセメントをアクリル型に填入し、練和開始から 3 分後に 37°C、相対湿度 100% の恒温器中に静置した。1 日後、7 日後、28 日後に恒温器から取り出し凍結乾燥を行い、粉碎して XRD 解析をした。また、試料表面の SEM 観察を行った。

###### c. 色素浸透試験

ヒト抜去歯牙を用いて各種条件で練和したセメントによる側方加圧根管充填を行い、48 時間色素浸透後、根尖から浸透した色素の距離を測定した。（朝日大学歯学部倫理委員会：第 26170 号承認済）

#### [結 果]

pH 挙動は、練和液の pH に依存していた。P②および P⑤は SEM 観察において新たな結晶構造物の生成が認められ、XRD 解析では Te-CP 由来の回折ピーク強度が低下し、一部アパタイトに移行する様相を呈した。一方、C①および C④の SEM 観察においては α-TCP/Te-CP や  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  様の粒子がマトリックスで覆われている像が観察され、XRD においても著明な経時的変化を認めなかった。色素浸透試験においては、CaN が 0.26mm と最も小さく、P②で 2.48mm と最も大きかった。CaN と比較し P⑤、C①、C④は有意差を認めなかったが、P②では有意な差を示していた。

#### [考 察]

P②、P⑤ではアパタイト相を形成しながら硬化することが示唆されたが、根尖側からの漏洩を考慮する必要がある。また、C①、C④の色素浸透性は CaN と同程度であったが、新たな化合物の生成は確認できなかったことから、今後さらに詳細な検討が必要であると考えられる。

Table.1 Mixing solution and conditions

Mixing solutions	Concentration	P/L ratio	subject
Sodium dihydrogen phosphate solution	1M	1.0	P②
	2M	1.0	P⑤
Sodium chondroitin sulfate solution	0.05M	2.9	C①
	0.1M	2.5	C④
Canals <sup>®</sup> : P/L ratio = 0.15/ 1 drop (0.03mL)			CaN

## ユージノール濃度を低減させた酸化亜鉛ユージノールセメント に関する基礎的検討

<sup>1</sup>日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座、<sup>2</sup>日本歯科大学  
○前田 宗宏<sup>1</sup>、橋本修一<sup>2</sup>、石塚克巳<sup>1</sup>、勝海一郎<sup>1</sup>

### Basic studies of the zinc oxide eugenol mixture containing low concentration eugenol

<sup>1</sup> Department of Endodontics, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo

<sup>2</sup> The Nippon Dental University

○ Maeda M<sup>1</sup>, Hashimoto S<sup>2</sup>, Ishitsuka K<sup>1</sup>, Katsuumi I<sup>1</sup>

#### 【はじめに】

第 141 回の本学会において、酸化亜鉛ユージノールセメントの液成分であるユージノールに脂肪酸などを加えることでユージノール濃度を低減させた試作酸化亜鉛ユージノールセメント (OSP セメント) の硬化時間、硬化度およびセメント浸漬外液の pH 変化について報告した。今回は、試作 OSP セメントの崩壊度、辺縁封鎖性について検討した。

#### 【材料および方法】

##### 1. 試作低濃度ユージノールセメントの組成

試作粉末 (和光純薬) の全量は 1.004g とした。

A 粉末: 酸化亜鉛 0.45 g、ロジン 0.2 g、水酸化カルシウム 0.15 g、硫酸バリウム 0.20 g、酢酸亜鉛 0.004 g

B 粉末: 酸化亜鉛 0.45 g、ロジン 0.2 g、水酸化カルシウム 0.20 g、硫酸バリウム 0.15 g、酢酸亜鉛 0.004 g

C 粉末: 酸化亜鉛 0.45 g、ロジン 0.2 g、水酸化カルシウム 0.25 g、硫酸バリウム 0.10 g、酢酸亜鉛 0.004 g

D 粉末: 酸化亜鉛 0.50 g、ロジン 0.2 g、水酸化カルシウム 0.10 g、硫酸バリウム 0.20 g、酢酸亜鉛 0.004 g

E 粉末: 酸化亜鉛 0.55 g、ロジン 0.2 g、水酸化カルシウム 0.05 g、硫酸バリウム 0.20 g、酢酸亜鉛 0.004 g

液剤: オレイン酸 (和光純薬) 1 容、イソステアリン酸 (和光純薬) 1 容、プロピレングリコール (和光純薬) 2 容の比率で混和した 17ml の溶液 (OSP) に、3ml のユージノール (Sigma, USA) を加え液剤を調製した (OSP-ユージノール)。A~E 粉末と OSP-ユージノールを粉液比 5 で練和したものを、OSP セメント A~E とした。コントロールセメントとして酸化亜鉛ユージノール系セメント (Super EBA™ regular set; Bosworth, USA; 粉液比=9)、MTA セメント (PRO ROOT MTA™; Dentsply Maillefer, USA; 粉液比=2.9) を使用した。

##### 2. セメントの物性試験

###### 1) 辺縁封鎖性試験

内面を粗造にした内径 5 mm、長さ 40 mm のガラス管に練和直後の練和物を 20 mm の長さまで填塞し、室温で 1 時間静置した。その後、100% 湿度、37°C の恒温恒湿器内で 24 時間のインキュベートを行った。取り出し後、1% メチレンブルー水溶液中に浸漬した。浸漬後 24 時間でガラス辺縁への色素浸透距離をノギスで測定した。測定は各シーラーにつき 3 練和物ずつ行った。

###### 2) 崩壊度試験

練和直後のセメントを内径 6 mm、高さ 5 mm のシリコンチューブに填塞後、37°C、100% 湿度の恒温恒湿器内に 24 時間静置した。その後、練和物をチューブから取り出し、重量を電子天秤で計測した。重量既知のピーカーに蒸留水を 50ml 加え、試料が容器に触れないように懸垂し 24 時間 37°C で保管した。試料を取り出し、ピーカー内の水を 60°C の恒温器内で蒸発、放冷後、実験前後のピーカーの重量差を浸漬前の練和物重量で除し、崩壊率 (%) とした。測定は各セメントにつき 3 練和物ずつ行った。

#### 【結果および考察】

1. 試作セメント A~E は、いずれもガラス管内部への色素の浸透はみられなかった。

2. 試作セメント A~E の崩壊度は 1.5~2% の範囲であったが、セメント内の水酸化カルシウム含有量に必ずしも比例しなかった。

今回の実験結果から、ユージノール濃度を低減させた試作セメントは水酸化カルシウムの含有量の多少に関わらず良好な辺縁封鎖性が認められた。これに対し、崩壊度はコントロールセメントよりも増加し、水酸化カルシウムを含有することで崩壊度に影響を及ぼすことが示唆された。

## スーパーボンド根充シーラーと PMMA ポイントを用いた根管充填法による破折抵抗性

北海道大学大学院歯学研究科 口腔健康科学講座 歯周・歯内療法学教室  
○鷲巣 太郎, 菅谷 勉, 川浪 雅光

### Root fracture resistance by root canal filling using SuperBond Sealer and PMMA point.

Department of Periodontology and Endodontology, Division of Oral Health Science, Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University.

○Taro Washizu, Tsutomu Sugaya, Masamitsu Kawanami

**【目的】**日本人の抜歯原因の11%は歯根破折であり、良好なプラークコントロールを維持してメンテナンスされている患者では、歯を失う原因はう蝕や歯周病より歯根破折が圧倒的に多いことが報告されており、歯根破折の予防や治療は歯の寿命を延ばすために重要な課題と言える。垂直歯根破折は歯頸部から根尖側に向かって生じる場合と、根尖から歯頸側に生じる場合があるが、とくに根尖から破折が生じる場合には、根管充填材と歯根象牙質を一体化させることが有効な対策になると思われる。本研究は、スーパーボンド根充シーラーとレジン製のポイントを用いることが、破折抵抗性の向上に有効であるかを検討する目的で行った。

#### 【材料と方法】

##### 1. 試料と根管拡大・根管充填方法

ウシ下顎前歯を用い、歯根長が15mmとなるように歯冠を切断し#80で根尖孔の穿通を行い、作業長14mmで#140まで根管形成を行った。

PMMAポイントは、#140ガッタパーチャポイントをシリコン印象材(JMシリコンレギュラータイプ, モリタ)で印象採得し、硬化後ポイント除去、スーパーボンド混和クリア(サンメディカル)混和泥を印象内へ填入して作製した。硬化後PMMAポイントを取り出し、表面をアルミナサンドブラスト(Jet Blast II, モリタ)処理した。

根管充填は以下の方法で行った。①GP群: #140ガッタパーチャポイント(JMガッタパーチャポイント, モリタ)とスーパーボンド根充シーラー(サンメディカル: 以下SBS)を用いた単一ポイント法。②PMMA群: #140と同型のPMMAポイントとSBSを用いた単一ポイント法。③C群: 根管充填を行わなかった。

根管を歯面処理剤グリーン(サンメディカル)で10秒処理後、水洗、乾燥し、スーパーボンド根充シーラー(サンメディカル, 以下SBS)のモノマー液、キャタリスト、ポリマー粉末を混和、混和泥を根管内に填入、ガッタパーチャポイントまたはPMMAポイントを作業長まで挿入した。根管充填した各歯根は、ただちに湿度100%37°Cで24時間保管した。

##### 2. 引張試験・破断面の分類・SEM観察

歯根を歯軸と直交する方向で、厚さ1.0mmに切断した。根尖から3, 5, 7, 9mmの部位で1歯あたり4枚の試料を作製し、根管壁の近遠心部の厚さを約1.0mmにトリミングして頬舌方向に引張試験を行った。さらに、破断面を光学顕微鏡観察し、破断様式の分類とSEM観察を行った。

**【結果】**C群は $53.61 \pm 7.72$ MPa、GP群は $55.88 \pm 11.29$ MPa、PMMA群は $111.96 \pm 20.47$ MPaで、PMMA群はC群、GPと比較し、有意に大きい値を示したが、GP群とC群の間に有意差は認められなかった。また、PMMA群ではSBSの凝集破壊やSBS-象牙質界面破壊を伴う混合破壊が主であったのに対し、GP群ではSBSと象牙質の界面破壊を含む混合破壊とSBSとガッタパーチャポイントの界面破壊を含む混合破壊であった。

**【考察と結論】**PMMA群は未根充のC群やGP群の約2倍の引張強さが得られたことから、SBSとPMMAポイントを用いて根管充填することは破折抵抗性を向上させるのに役立つと考えられた。しかし、接着性シーラーを用いてもガッタパーチャポイントでは破折抵抗性には期待できないと考えられ、モノブロック化には、根管壁とシーラー、ポイントのそれぞれが十分な接着力を持つことが重要と考えられた。

## MTAによる広範囲歯根外部吸収歯穿孔部閉鎖の一症例

日本歯科大学附属病院総合診療科<sup>1)</sup>、生命歯学部歯科保存学講座<sup>2)</sup>  
○磯田浩太<sup>1)</sup>、北村和夫<sup>1)</sup>、石井隆資<sup>1)</sup>、山崎孝子<sup>1)</sup>、木幡雅<sup>1)</sup>、四方田拓<sup>1)</sup>、勝海一郎<sup>2)</sup>

A case report of extensive external resorption with perforation  
treated by Mineral trioxide aggregate  
Division of General Dentistry<sup>1)</sup>, The Nippon Dental University Hospital, Department of  
Endodontics<sup>2)</sup>, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo  
○ISODA K, KITAMURA K, ISHII T, YAMAZAKI T, KOWATA M, YOMODA T, KATSUUMI I

### 【はじめに】

Mineral trioxide aggregate (MTA) は高い生体組織親和性や封鎖性、カルシウムイオンの継続的放出、高いpH維持による硬組織形成促進作用、外来刺激遮断による組織保護などの観点から、覆髄材、また穿孔部封鎖や逆根管充填などに広く臨床応用され、ルートキャナルリペアマテリアルとして高い評価を得ている。今回、我々は歯科矯正治療により、広範囲にわたる外部吸収と根管壁穿孔を認めた症例に対し、MTAによる穿孔部の閉鎖を試みたところ、良好な治療経過を経たので報告する。

### 【症例】

患者：32歳 女性

主訴：上顎左側第一大臼歯の自発痛、咬合痛

現病歴：他院にて約15年間にわたり矯正の動的治療を続けていたが、経過不良のため、X年当院矯正科初診となる。矯正科経過観察中に、上顎左側第一大臼歯の咬合痛及び自発痛を自覚したため、X+2年7月総合診療科転科、抜髄するも症状の改善を認められず、精査加療依頼にて同科歯内療法チーム受診となる。

既往歴：特記事項なし

家族歴：特記事項なし

現症：上顎左側第一大臼歯に自発痛、及び咬合痛を認める。仮封材を除去すると根管内は肉芽組織で満たされており、探針で根管を触知すると疼痛を訴え、多量の出血を認める。周囲歯肉に瘻孔や腫脹などの異常はなく、動揺は生理的範囲内である。デンタルX線検査で、顕著な歯根吸収を認めるが、分岐部の形態は不鮮明なため、歯根、根管及び穿孔部範囲の三次元的位置関係を確認する目的で歯科用CTを撮影した。検査の結果、MB根、ML根、P根すべてにおいて、内側から根尖に及ぶ広範な歯根外部吸収が確認され髄床底部の穿孔が認められた。また、MB根は歯根周囲の骨が一部吸収していた。

診断：上顎左側第一大臼歯 慢性化膿性根尖性歯周炎

処置と経過：X+2年12月、浸潤麻酔後、マイクロスコープ下にて髄床底部の不良肉芽組織を可及的に除去し、MB根、ML根、P根の穿孔を確認後、止血を行い穿孔部を含めてMTAで封鎖した。デンタルX線検査にて、穿孔部からのMTA漏出を認めたが、その後、疼痛が消失したため、同月コンポジットレジンにて支台築造を行い、テンポラリークラウンを装着し経過観察を行った。X+4年2月、デンタルX線検査で異常はなく、また、歯周組織の異常や自覚症状を認めないことから最終補綴を行った。X+5年3月の経過観察で、MB根は一部口腔外が露出しているものの、疼痛や動揺は認められず良好に経過している。

### 【考察とまとめ】

本症例では、通常では考えられない15年に及ぶ長期間の矯正による動的治療が原因で、その固定源である第一大臼歯に広範囲な外部吸収が生じ、穿孔が起きたものと推察される。今回、根管充填材及びリペアマテリアルとしてMTAで充填し封鎖したことで、良好な結果が得られた。また、MB根は周囲骨が一部欠損し歯肉とMTAが密着している部位があるが周囲組織に異常は認めなかった。以上より、MTAの広範囲の穿孔歯に対する高い有効性が確認できた。