

## 無血清培地 STK2 によるヒト歯髄細胞の増殖および石灰化能の亢進

広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 展開医科学専攻 顎口腔頸部医科学講座 健康増進歯学分野<sup>1)</sup> 口腔生化学分野<sup>2)</sup>  
科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ広島<sup>3)</sup>  
○藤井紗貴子<sup>1)</sup>、藤本勝巳<sup>2)</sup>、邵金昌<sup>3)</sup>、尾田良<sup>1)</sup>、西村英紀<sup>1)</sup>、加藤幸夫<sup>2)</sup>

### Enhanced proliferation and calcification capability of human dental pulp cells exposed to serum-free medium STK2

Department of Dental Science for Health Promotion, Division of Cervico-Gnathostomatology, Graduate School of Biomedical Sciences<sup>1)</sup>, Department of Dental Medical Biochemistry<sup>2)</sup>, Hiroshima University Hiroshima University, JST Innovation Plaza Hiroshima<sup>3)</sup>  
○FUJII Sakiko<sup>1)</sup>, FUJIMOTO Katsumi<sup>2)</sup>, SHAO Jinchang<sup>3)</sup>, ODA Ryo<sup>1)</sup>, NISHIMURA Fusanori<sup>1)</sup>, KATO Yukio<sup>2)</sup>

#### <背景>

近年、幹細胞による再生医療が注目されており、歯科では歯髄細胞による象牙質の再生が望まれている。細胞移植を基本とする再生治療の研究では培地中に他家由来の物質や成分未明の物質を使用することは避けたいが、現状では10%ウシ胎児血清が使用されている。しかし、無血清培地 STK2 および無血清石灰化誘導培地 STK3 が骨髄由来間葉系幹細胞 (MSC) の増殖能・分化能を著しく亢進させることが明らかとなり、無血清の完全合成培地で MSC を培養することが可能となった。そこで、今回、ヒト歯髄細胞を STK2 および STK3 で培養し、血清を使用する従来法との違いを増殖能および石灰化誘導能について比較した。

#### <方法>

ヒト歯髄細胞を STK2 あるいは10%FBS含有DMEMにて培養した。4, 6, 8日間培養した細胞数を Cell Counting Kit-8 を用いて評価した。また、同様に7日間培養した細胞を STK3 あるいは骨分化誘導培地で培養し、アリザリンレッド染色および real time PCR による ALP 活性により石灰化能を評価した。

#### <結果>

STK2 で培養したヒト歯髄細胞は血清含有培地と比べて高い増殖率を示した。また、骨分化誘導培地に交換した後、ALP の高い上昇と早期の石灰化物産生が観察された。しかし、STK3 は、歯髄細胞の石灰化の抑制を示した。

#### <考察>

以上のことから、STK2 で培養したヒト歯髄細胞は従来の10%FBS含有DMEMと比較して増殖能と分化能が亢進することが明らかとなった。一方、ヒト歯髄細胞が STK3 による石灰化能を示さなかったことから骨髄由来間葉系幹細胞と歯髄細胞の石灰化誘導は異なる機構で誘導されていることが示唆された。

## 中枢性感作を生じた視床における神経系と免疫系の相互作用—Mustard oil により惹起させたラット歯髄炎による研究

1 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 2 グローバル COE プログラム: 歯と骨の分子疾患科学の国際教育拠点 3 東京医科歯科大学歯学部附属病院 総合診療科 クリーンルーム歯科外来

4 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

○ チョックチャナチャイサクン ウライワン<sup>1,2</sup>, 河村 隼<sup>1,2</sup>, 金子友厚<sup>1</sup>, 金子実弘<sup>1</sup>,

○ 砂川光宏<sup>1,3</sup>, 興地隆史<sup>4</sup>, 須田英明<sup>1</sup>

### Neuron-immune Interactions in the Centrally Sensitized Thalamus Caused by Tooth Pulp Inflammation Elicited with Mustard Oil Application to the Rat Dental Pulp

1 Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences 2 Global Center of Excellence (GCOE) Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone disease 3 Clean Room, University Hospital, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University 4 Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences.

CHOKECHANACHAISAKUL Uraiwan<sup>1,2</sup>, KAWAMURA Jun<sup>1,2</sup>, KANEKO Tomoatsu<sup>1</sup>, KANEKO Mitsuhiro<sup>1</sup>,

SUNAKAWA Mitsuhiro<sup>1,3</sup>, OKIJI Takashi<sup>4</sup>, SUDA Hideaki<sup>1</sup>

**[Objective]** The application of mustard oil (MO) to the pulp of rats stimulates the activity of neurons in the thalamus. The activation of N-methyl-D-aspartate receptors (NMDAR), such as NR2D, one of the NMDAR subunits, is critical for the initiation and maintenance of neuronal hyperexcitability in the central nervous system (CNS) following peripheral tissue and/or nerve injury. However, it is still unclear whether the neuron-immune interaction occurs via NMDAR under chronic inflammation, such as central sensitization. To address the details of neuron-immune functional interaction in the CNS, we performed neuron activity recording, immunohistochemistry and molecular biological analysis for the thalamus following MO application to the rat pulp. We hypothesized that NMDAR plays a critical role in such an interaction.

**[Materials and Methods]** Nine-week-old male Sprague-Dawley rats (n = 45) were used in this experiment. The left maxillary first molars were pulp-exposed at the occlusal surface. Then, mustard oil or mineral oil (control) was applied to the cavity and sealed. Single unit activity of each neuron was recorded to confirm central sensitization in the thalamic mediodorsal nucleus after MO and MK801 application. At 60 minutes after the MO application, the animals were sacrificed, and each contra- and ipsi-lateral thalamus was retrieved for immunohistochemical and RT-PCR analyses. For immunohistochemical analysis, serial free-floating sections (40  $\mu$ m thick) were cut in a cryostat for immunohistochemical analysis by using a primary monoclonal antibody, OX6. RT-PCR and real-time PCR analyses of NR2D, CD80 and class II major histocompatibility complex molecule (class II MHC) were also performed to address neuron-immune interaction after the MO and MK801 application.

**[Results]** After the MO application, neuronal responsiveness was increased, suggesting that central sensitization occurred in the thalamus. When noncompetitive NMDAR antagonist, MK-801, was micro-injected to the thalamus, the neuronal responsiveness was decreased. Gene expression analysis showed that expression levels of NR2D, CD80 and class II MHC-mRNA in the contra-lateral thalamus were up-regulated at ten minutes after the MO application, but were down-regulated soon after the MK801 application. Immunohistochemical analysis showed that class II MHC molecule-expressing microglia did not increase in number until 60 minutes after the MO application.

**[Discussion]** These results suggested that NMDAR may play some roles in the neuron-immune interaction in the centrally sensitized thalamus.

心電図電位変動のウェーブレット解析を用いた保存領域における痛みの客観的評価  
第一報 心電図を応用した痛みモニタの概要について

愛知学院大学歯学部歯内治療学講座<sup>1</sup>、冠・橋義歯学講座<sup>2</sup>、顎口腔外科学講座<sup>4</sup>、大日本住友製薬株式会社<sup>3</sup>  
○稲本京子<sup>1</sup>、中田和彦<sup>1</sup>、佐久間重光<sup>2</sup>、永田鎮也<sup>3</sup>、折本 愛<sup>1</sup>、川合里絵<sup>1</sup>、田中 毅<sup>1</sup>、  
千田晋平<sup>1</sup>、山本光徳<sup>1</sup>、清水幹雄<sup>4</sup>、栗田賢一<sup>4</sup>、伊藤 裕<sup>2</sup>、中村 洋<sup>1</sup>

Objective pain evaluation using Wavelet analysis of ECG potential fluctuation in conservative dentistry  
- Part 1: The outline of the ECG device -

Department of Endodontics<sup>1</sup>, Fixed Prosthodontics<sup>2</sup>, Oral and Maxillofacial Surgery<sup>4</sup>, School of Dentistry,  
Aichi Gakuin University, Dainippon Sumitomo Pharma Co., Ltd.<sup>3</sup>

○INAMOTO Kyoko<sup>1</sup>, NAKATA Kazuhiko<sup>1</sup>, SAKUMA Shigemitsu<sup>2</sup>, NAGATA Shinya<sup>3</sup>, ORIMOTO Ai<sup>1</sup>, KAWAI Rie<sup>1</sup>, TANAKA  
Tsuayoshi<sup>1</sup>, SENDA Shinpei<sup>1</sup>, YAMAMOTO Mitsunori<sup>1</sup>, SHIMIZU Mikio<sup>4</sup>, KURITA Kenichi<sup>4</sup>, ITO Yutaka<sup>2</sup>, NAKAMURA Hiroshi<sup>1</sup>

【研究目的】 現在、「痛みの評価法」として、VAS(visual analog scale) や FS(face scale)等がよく用いられている。これらの評価法は、患者の自己申告による主観的な方法である。そのため、(1)過去における疼痛体験が異なる (2)年齢、性別、性格、文化的背景などの違いにより、痛みに対する閾値や表現が異なる (3)病態や年齢により痛みの表現ができない患者がいる (4)同一人物でも、身体的・精神的状況が変化すると疼痛閾値が変化する (5)就寝中など痛みを評価できない時期がある (6)連続的な痛みの評価が不可能である 等の問題点があり、現在の方法のみでは治療後の効果判定が困難な場合もある。そのため、痛みの程度や質を客観的に評価する方法が求められている。本研究では、「痛みモニタ」を用いて痛みを数値化し、痛みを客観的に評価する新しい方法について検討した。

【材料および方法】 「痛みモニタ」として「レーダーサーク-ペイン」(大日本住友製薬(株))、痛み解析ソフトとして「フラクレット-ペイン」(大日本住友製薬(株))を用いた。本装置は、痛みの結果生じる心電図の微妙な電位変動を周波数解析するもので、通常医療に用いられている心電図から痛みを評価できる可能性がある。周波数解析にはウェーブレット解析を用いており、痛みの連続評価も可能である。被験者は、健康ボランティア 8 名(平均年齢 29±1.5 歳)とした。「痛み刺激」として、上顎右側中切歯、犬歯、第一小臼歯および第一大臼歯を対象にポケットプロービングを行った。安静仰臥位の被験者に対し、心電計のシール型貼り付け電極を 4 カ所(左鎖骨、左下肋骨、右下肋骨、右手のひら)に貼付し、実験開始の安静時状態から実験終了時まで心電図を連続的に記録した。記録開始 5 分後に中切歯に対し約 1 分間かけてプロービングを行い、プロービング終了後安静状態を 5 分間保った。次に、犬歯に対しプロービング、その後 5 分間の安静状態を保つといった手順で、同様に第一小臼歯および第一大臼歯に対しても行った。プロービングには 6 点法を用いた。実験終了後、VAS による痛みの評価も行った。評価方法として、第三誘導(左鎖骨-左下肋骨)より得られた安静時と 4 歯種のプロービング時の心電図変動電位を「フラクレット-ペイン」を用いウェーブレット解析した。それぞれのパワースペクトルアンプリチュード(PSA)、及び PSA の曲線下面積を求め Kuruskal-Wallis test (有意水準=0.05)により比較し、安静時と比べて有意差が認められた場合には多重比較検定として Steel 法を行った。さらに中切歯に関しては、スピアマンの順位相関係数を求め、PSA の曲線下面積と主観的評価である VAS 値との相関性の検討を行った。

【結果】 パワースペクトルアンプリチュードは、安静時 0.04±0.02mV/rootHz、中切歯プロービング時 0.15±0.19 mV/rootHz、犬歯プロービング時 0.10±0.11mV/rootHz、第一小臼歯プロービング時 0.07±0.04mV/rootHz、第一大臼歯プロービング時 0.16±0.18 mV/rootHz であり、すべての歯種で安静時と比較して有意差が認められなかった。一方、PSA の曲線下面積は、安静時 0.67±0.30mV/min·rootHz、中切歯プロービング時 2.66±1.40 mV/min·rootHz、犬歯プロービング時 2.08±0.93mV/min·rootHz、第一小臼歯プロービング時 2.05±0.97mV/min·rootHz、第一大臼歯プロービング時 2.33±1.68mV/min·rootHz であり、安静時と比較して中切歯、犬歯、第一小臼歯に有意差が認められた。また、中切歯プロービング時の PSA の曲線下面積と、VAS 値との相関係数は 0.88 であり有意な相関が認められた。

【考察および結論】 本装置の分析方法としては、パワースペクトルアンプリチュードの値より、パワースペクトルアンプリチュードの曲線下面積を求める方が有効と思われた。また、主観的評価である VAS 値と相関性を有することから、本方法は、痛みの客観的評価に有効であることが示唆された。今後、痛みの程度や質の客観的評価法が構築できれば、将来的に痛みの治療において、痛みに関する術者と患者の認識のずれの防止、適切な痛み治療法の選択、予後の評価等が可能となる。

### 各種根管洗浄剤の細胞分化への影響について

○安田善之<sup>1</sup>, 立松祐哉<sup>1</sup>, 泉川昌宣<sup>1</sup>, 藤井慎介<sup>2</sup>, 前田英史<sup>2</sup>, 赤峰昭文<sup>2</sup>, 斎藤隆史<sup>1</sup>  
北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系う蝕制御治療学分野<sup>1</sup>  
九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯内疾患制御学研究分野<sup>2</sup>

Effects of Root Canal Irrigants on the Differentiation to Osteoblasts

○Y. Yasuda<sup>1</sup>, Y. Tatematsu<sup>1</sup>, M. Izumikawa<sup>1</sup>, S. Fujii<sup>2</sup>, H. Maeda<sup>2</sup>, A. Akamine<sup>2</sup>, T. Saito<sup>1</sup>  
Division of Clinical Cariology and Endodontology, Health Sciences University of Hokkaido<sup>1</sup>  
Division of Endodontology and Operative Dentistry, Faculty of Dental Science, Kyushu University<sup>2</sup>

#### 【目的】

根管治療では、リーマーやファイルによる機械的拡大と NaOCl などを用いた化学的洗浄が行われるが、根管内の完全な無菌化にはいまだ課題が残る。BioPure MTAD は、ドキシサイクリン、クエン酸および界面活性剤を含み、その効果は根尖性歯周炎の原因菌として知られる *Enterococcus faecalis* に対して高い殺菌作用を持つことが報告されている。また、MTAD は根管充填前の最終根管洗浄として使用されることから、根尖部治癒を阻害しない性質も望まれる。そこで本研究では、各種根管洗浄剤の骨芽細胞への分化に与える影響を調べる目的で、細胞傷害性とアルカリフォスファターゼ(ALP)活性および骨シアロタンパク質(BSP)遺伝子発現について詳細に解析した。さらに、殺菌効果についても併せて検討した。

#### 【材料・方法】

**供試薬剤サンプル;** 根管洗浄剤は 3%過酸化水素水(OX、三徳化学)、5.25%NaOCl(ナカライテスク)、17%EDTA(同仁化学)、0.12%クロルヘキシジン(CHX、ヤクハン製薬)、BioPure MTAD(デンツプライ)、根管貼薬剤としてカルシペックスII(Ca、日本歯科薬品)を使用した。

**細胞傷害性の検討;** マウス骨芽細胞様細胞(MC3T3-E1)およびヒト不死化歯根膜細胞を、10%FBS含有DMEMを用いて、37°C・5%CO<sub>2</sub>条件下にて培養した。24ウェルプレートに細胞を5 x 10<sup>4</sup>個播種し、24時間後に根管洗浄剤・貼薬剤(500~10,000 µg/mL濃度)をウェルに加え、24時間後の細胞生存率をMTT法にて検討した。

**ALP活性測定およびBSP遺伝子発現解析;** MC3T3-E1を50 µg/mLサンプルおよびアスコルビン酸・β-グリセロリン酸・デキサメタゾンとインキュベーションし、1, 7, 14日後の細胞内のALP活性を調べた。ALP活性値はp-nitrophenyl phosphateを基質とし、反応生成物p-nitrophenol量を測定して求めた。さらに、21日後のBSP遺伝子発現をリアルタイムPCR法にて調べた。

**殺菌効果の検討;** 各サンプルを*Enterococcus faecalis*および*Candida albicans*を播種したBHIプレート上のろ紙に滴下し、好気性条件下にて37°C・24時間培養後、阻止円の直径を計測した。

#### 【結果・考察】

MTADのMC3T3-E1およびヒト歯根膜細胞に対する傷害性は、他の洗浄剤に比べて低かった。OXで処理したMC3T3-E1は、ALP活性が7日目20%、14日目33%コントロールに比べて有意に減少した。しかし、MTAD群では7, 14日後のALP活性はコントロールと有意差がみられなかった。21日後のBSP遺伝子発現への影響では、MTADとCa群はその発現に変化が見られなかった。一方、OX、NaOCl、EDTA、CHX群ではコントロールに比べて発現が25~55%有意に減少した。さらにMTADは、*E. faecalis*および*C. albicans*に対して最も高い殺菌性を示した。以上の結果から、MTADは高い殺菌効果と低い細胞傷害性を有するとともに、今回検討した中では骨芽細胞への分化に最も影響を与えない優れた根管洗浄剤であることが明らかとなった。

## *Enterococcus faecalis* に対する各種根管消毒剤の抗菌効果の検討

鶴見大学歯学部 細菌学教室 第二歯科保存学教室\*  
○加藤 大輔、小山 隆夫、中野 雅子\*、新井 高\*、前田 伸子

### In-vitro Antibacterial Effects of root canal treatments against *Enterococcus faecalis* on root canal model

Department of Oral Bacteriology, Department of Periodontics and Endodontics\*,  
School of Dental Medicine, Tsurumi University  
○D. Kato, T. Oyama, M. Nakano\*, T. Arai\*, N. Maeda

#### 【目的】

感染根管治療の目的は、根尖部に残存した微生物を除去することである。しかし、治療の複雑性や根管形状の多様性、根尖孔外という特殊な環境にあるため、難治性の経過を辿るものが少なくない。また、治療には多くの根管消毒剤が使用されている。以前我々は、根尖性歯周炎実験モデルを用いて、これらの微生物に対するいくつかの根管消毒剤 (FC、CC、ヨードチンキ、3 Mix、水酸化カルシウム) の経時的抗菌効果について検討したところ、どの微生物に対しても、抗菌効果が高かった薬剤は FC であった。今回は、根尖性歯周炎の病巣から高頻度に検出される *Enterococcus faecalis* を被験微生物として実験に用い、臨床で多く用いられる薬剤、ペリオドンとメトコールの抗菌性を FC と比較した。

#### 【方法】

被験菌株として *Enterococcus faecalis* ATCC19433 株 (E.f) を用いた。被検菌株は Tryptic Soy (TS) 寒天培地上で培養後、およそ  $10^6 \sim 10^7$  cfu/ml となるよう調整した。根尖部病巣モデルは、根管模型 (ニッシン社製、京都) を用いた根尖部病巣の実験モデルを使用した。モデルの根尖部病巣に相当する腔に、滅菌生食寒天  $30 \mu\text{l}$ 、被検微生物含有羊脱繊維血添加寒天  $30 \mu\text{l}$ 、滅菌生食寒天  $70 \mu\text{l}$  の順に重層し、実験的根尖部病巣とした。根管消毒剤は FC (昭和薬品化工、東京)、ペリオドン (ネオ製薬工業、東京)、メトコール (同左) を用いた。模型の根管内に各種根管消毒剤を貼薬して、それぞれ  $37^\circ\text{C}$  で 1 時間、1 日、3 日、7 日間薬剤を作用させた後、根尖部より無菌的に寒天を採取した。寒天は TS 液体培地にホモジナイズし、適宜希釈して TS 寒天培地上で  $37^\circ\text{C}$  にて培養を行い、出現したコロニー数 (cfu/ml) を計測した。

#### 【結果と考察】

E.f に対して、FC と同様に抗菌効果が高かったのはペリオドンであった。菌数は、貼薬後 1 日で検出限界以下になり、その後も検出限界以下の状態が持続された。これに対し、メトコールはほとんど抗菌性を発揮しなかった。これは、FC およびペリオドンから発生する非常に浸透性の高いホルムアルデヒドガスにより、根尖外に深達したためと考えられる。またこの性質を利用して、複雑な構造をもつ根管に対しても抗菌性が得られると考えられる。一方、メトコールの主成分はグアヤコールとパラクロフェノールであり、ホルムアルデヒドガスに比べ、根尖部への浸透性が少ないと思われる。これらの結果から、象牙質内や根尖外に残存する微生物に対して、FC やペリオドンが効果的であることが示唆された。しかし、実際の根管あるいは根尖部病巣では、微生物はバイオフィルムを形成していると考えられ、単純に薬剤が奏功するとは考えられない。それを考慮の上、これらの薬剤を使用するべきであると思われる。

*Porphyromonas gingivalis* バイオフィームにおける菌体外マトリックス産生と抗菌剤の影響

<sup>1)</sup>大阪大学大学院歯学研究科口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)

<sup>2)</sup>大阪大学大学院歯学研究科口腔分子免疫制御学講座 (予防歯科学教室)

○山口幹代<sup>1)</sup>、野杵由一郎<sup>1)</sup>、久保庭雅恵<sup>2)</sup>、前菌葉月<sup>1)</sup>、山本れいこ<sup>1)</sup>、恵比須繁之<sup>1)</sup>

Exopolysaccharide accumulation and antimicrobial effect in *Porphyromonas gingivalis* biofilm

<sup>1)</sup>Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

<sup>2)</sup>Department of Preventive Dentistry, Osaka University Graduate School of Dentistry

○Mikiyo Yamaguchi<sup>1)</sup>, Yuichiro Noiri<sup>1)</sup>, Masae Kuboniwa<sup>2)</sup>, Hazuki Maezono<sup>1)</sup>, Reiko Yamamoto<sup>1)</sup>, Shigeyuki Ebisu<sup>1)</sup>

[研究目的]

*Porphyromonas gingivalis* は、歯肉縁下バイオフィームのほか、根尖性歯周炎が難治化する原因の一つである根尖孔外バイオフィームからも高頻度に検出される<sup>1)</sup>。一般的に、バイオフィームは抗生物質に抵抗性を示すが、グルコン酸クロルヘキシジン(CHX)は *P. gingivais* 381 株のバイオフィームに著効を示すことが報告されている<sup>2)</sup>。本研究では、静置系バイオフィームモデルを用いて、CHX が *P. gingivalis* のバイオフィーム中の菌体および菌体外マトリックスに及ぼす影響について検討した。

[材料および方法]

1. 使用菌株および抗菌剤

菌株は、*P. gingivalis* ATCC 33277 株および 381 株を使用した。抗菌剤は、CHX を 0.0005、0.005、0.05、0.1 ならびに 0.2%の濃度で作用させた。

2. 共焦点走査型レーザー顕微鏡(CLSM)による解析

*P. gingivalis* を DAPI (50 $\mu$ g/ml)にて染色し、洗浄後、唾液処理を施したカバーガラスチャンバー内で 37 $^{\circ}$ C、嫌気条件下にて 36 時間培養し、バイオフィームを形成した。形成したバイオフィームに、1 項に記載した濃度で CHX を 1 分間作用させた後、菌体外多糖を Concanavalin A-FITC および Wheat germ agglutinin-FITC にて 30 分間染色し、CLSM 観察に供した。画像解析ソフトを用いて、CLSM より得られた像からバイオフィームの 3 次元構造の観察および定量的解析を行った。統計学的有意差の検定には、Student *t*-test を用いた。

3. 走査型電子顕微鏡(SEM)による微細形態学的観察

*P. gingivalis* を唾液処理したカバーガラスチャンバー内で 36 時間培養し、形成したバイオフィームに 1 項に記載した濃度で CHX を 1 分間作用させた後、各サンプルを 0.1 M カコジル酸ナトリウム緩衝-2.5%グルタルアルデヒド-2%パラホルムアルデヒドにて浸漬固定し、脱水、凍結乾燥を行った後、白金蒸着を施し、SEM 観察に供した。

[結果]

両菌株の CHX 非添加群 (コントロール群) の CLSM 像では、バイオフィーム全体を被覆する菌体外多糖が観察された。CLSM 像から定量的解析を行った結果、0.0005%添加群では、コントロール群と比較し、菌体の体積が有意に減少し( $p < 0.05$ )、さらに、0.005、0.05 ならびに 0.1%添加群では、濃度依存的な菌体の体積の減少が認められた( $p < 0.05$ )。しかし、全ての群において、菌体外多糖の体積に有意差は認められなかった。

コントロール群の SEM 像では、菌体外マトリックス様構造物に被覆されたバイオフィームが観察されたが、添加群では、コントロール群と比較し、多孔性のバイオフィームが観察された。

[考察]

CHX は、*P. gingivalis* バイオフィーム中の菌体外多糖には作用せず、菌体のみを選択的に排除・抑制することが示唆された。また、菌体外多糖は菌体外マトリックスの主要な構成成分であると考えられているため、CHX は菌体外マトリックスに対して効果を示さないことが示唆された。残存した菌体外マトリックスの臨床的意義については、今後検討の必要があると推察される。

[結論]

CHX は、*P. gingivalis* ATCC 33277 株および 381 株のバイオフィーム中の菌体に対しては有効であるが、菌体外マトリックスには効果を示さないことが明らかとなった。

[参考文献]

1. Noguchi N *et al.* Appl Environ Microbiol 71: 8738-8743, 2005.

2. Noiri Y *et al.* J Periodontol 74: 1647-1651, 2003.

## 歯面コーティング材の象牙細管封鎖性および抗菌効果について

神奈川歯科大学 口腔治療学講座 歯内療法学分野

○ 佐藤武則, 武藤徳子, 三橋晃, 石井信之

### The sealing ability and antimicrobial activity of the tooth surface coating materials

Department of Oral Medicine, Division of Endodontics, Kanagawa Dental College

SATO Takenori, MUTOH Noriko, MITSUHASHI Akira, TANI-ISHII Nobuyuki

#### 【研究目的】

歯科の2大疾患の1つであるう蝕は、口腔内に常在する通性嫌気性グラム陽性菌がさまざまな付着機構により歯面に定着・増殖することにより硬組織の脱灰を生じる細菌感染症である。軟化象牙質除去後の窩洞形成により窩底部においては象牙質が露出するため、開口した象牙細管内に細菌が侵入し健康歯髄組織に対し可逆性歯髄炎を惹起させやすいことが多くの研究で報告されている。このことから適切な防湿下で窩洞形成後の象牙質表面に歯面コーティング材を塗布することは、細菌の侵入防止や窩底部象牙質と直下にある歯髄組織の保存に極めて重要であると考えられる。そこで、本研究では歯面コーティング材の象牙細管封鎖性とう蝕の発症に関与する通性嫌気性グラム陽性菌に対する抗菌効果について評価した。

#### 【材料および方法】

実験材料には歯面コーティング材である Hybrid coat, Hybrid coat II (サンメディカル社), Tokuyama shield force (トクヤマデンタル) を供試した。

##### 1. 象牙細管封鎖性

0.5% クロラミン T 水溶液 (4℃) に浸したヒト抜去歯の歯冠歯頸部 (唇側) にタービンを用いて注水下で窩洞形成を行い、象牙細管の露出モデルを作製した。その後通法に従いリン酸によるエッチング処理、水洗、乾燥を行い、各種歯面コーティング材を塗布して光重合させた。完全に硬化したものを被験試料として用い、走査型共焦点レーザー顕微鏡 (OLYMPUS 社) と SEM により供試した歯面コーティング材の象牙細管内における封鎖性を評価した。

##### 2. 抗菌効果

供試菌株はう蝕原性細菌である *S. mutans* Ingbritt, *A. viscosus* ATCC 15987, *L. casei* ATCC 393 を用いた。これらの供試菌を brain heart infusion に yeast extract (5 g/L)、ヘミン (5 mg/L)、ビタミン K<sub>1</sub> (5 mg/L) を添加した寒天培地に滅菌綿棒を用いて無菌的に塗抹した後、直径 6 mm の濾紙を培地上に静置した。その後各種歯面コーティング材 10 μl を濾紙の上から垂直に滴下して培地上に浸み込ませた。Hybrid coat と Hybrid coat II に関してはあらかじめ粉末成分を濾紙の上に静置させた状態で滴下した。歯面コーティング材が培地上に浸透したことを確認した後、光照射群と非照射群に分けた。光照射群においては濾紙に近接させた状態で垂直方向から光照射を 10 秒間行った。その後、両群共に 37℃、2 日間の嫌気培養を行い濾紙の周囲に形成された阻止円の大きさを測定して歯面コーティング材の抗菌効果を評価した。

#### 【成績および考察】

供試した歯面コーティング材は象牙細管内部に細菌の侵入を防止可能なプラグ形成と樹脂含浸層を形成し、象牙細管を良好に封鎖したものと考えられた。またう蝕原性細菌に対する抗菌効果は Hybrid coat および Hybrid coat II に弱いながらも認められ、光照射群に比べて非照射群の方が阻止円の大きさが大きいことから含有成分に抗菌効果があることが示唆された。以上の結果から本研究で供試した歯面コーティング材は適切な防湿処置下で窩洞形成後に使用することにより、細菌の侵入防止と窩底部象牙質および歯髄組織の保存が可能であるものと考えられた。

## NaClO とアミノ酸から発生するフリーラジカルの解析

1. 日本大学松戸歯学部歯内療法学講座 2. 日本大学口腔科学研究所  
和田陽子<sup>1</sup>, 松井 智<sup>1</sup>, 高橋知多香<sup>1</sup>, 上田幾大<sup>1</sup>, 喜多詰規雄<sup>1</sup>, 辻本恭久<sup>1,2</sup>, 松島 潔<sup>1,2</sup>

### Analysis of free radical generated by NaClO and Amino acid

1. Department of Endodontics, Nihon University School of Dentistry at Matsudo  
2. Research Institute of Oral Science, Nihon University School of Dentistry at Matsudo  
WADA Yoko<sup>1</sup>, MATSUI Satoshi<sup>1</sup>, TAKAHASHI Chitaka<sup>1</sup>, UEDA Ikuo<sup>1</sup>, KITAZUME Norio<sup>1</sup>,  
TSUJIMOTO Yasuhisa<sup>1,2</sup>, MATSUSHIMA Kiyoshi<sup>1,2</sup>

#### 【目的】

Carisolv<sup>®</sup> は、0.5% NaClO に3種類のアミノ酸 (glutamic acid, leucine, lysine) を混合して感染歯質を化学-機械的に除去する方法として知られている。NaClO は、水溶液中で活性酸素種の一つである次亜塩素酸 (HClO) を生成し、HClO が殺菌や有機質溶解効果を発揮していると考えられている。当教室では、ESR スピントラッピング法にて NaClO から発生するフリーラジカルの解析を行ったところ、DMPO-X というフリーラジカルが発生していることを報告してきた。この DMPO-X についての詳細な報告は少ないが、NaClO の作用結果の一つであると考えられている。Carisolv<sup>®</sup> では、NaClO に有機質であるアミノ酸を添加し使用するが、アミノ酸を添加する目的や根拠の詳細については解明されていない。また、アミノ酸と DMPO-X の反応から生成されるフリーラジカルについての詳細な解析や役割についても明らかになっていない。そこで本研究では、Carisolv<sup>®</sup> の作用メカニズムを解明する一助として、ESR スピントラッピング法にて NaClO とアミノ酸から生成されるフリーラジカルの解析を行った。

#### 【材料および方法】

アミノ酸として、glutamic acid, lysine, leucine を用いた。実験1として、各アミノ酸と NaClO を作用させフリーラジカルを測定した。当教室ですでに報告している方法に基づいて0.5% アミノ酸水溶液、0.5% NaClO、スピントラップ剤である DMPO (5, 5-dimethyl-1-pyrroline-N-oxide) を混合し、40秒後に電子スピン共鳴装置 (JES FA-200, 日本電子) を用いた ESR スピントラッピング法にてフリーラジカルの測定を行った。

実験2として、メーカーの指示に従って Carisolv<sup>®</sup> を混和した群と、上記の3種類のアミノ酸水溶液を混合し、NaClO を作用させた群とでフリーラジカルの測定を行い、得られたフリーラジカルの解析を行った。

#### 【結果および考察】

実験1の結果から、作用前の各種アミノ酸からは、ESR シグナルは検出されなかった。また、NaClO からは、DMPO-X のスピニアダクトが検出された。作用後では、glutamic acid からは、DMPO-X と複数のラジカルが混在した ESR シグナルが検出された。lysine からは、OH・とカーボンセンター様ラジカルの ESR シグナルが検出され、leucine からは、DMPO-X の ESR シグナルが検出された。

実験2の結果から、Carisolv<sup>®</sup> 群では OH・と複数のラジカルが混合した ESR シグナルが検出された。一方、3種類のアミノ酸混合群では、実験1で得られた glutamic acid の ESR シグナルの一部と lysine の ESR シグナルの一部が混在した ESR シグナルが検出された。

ESR スピントラッピング法では、フリーラジカルがスピントラップ剤である DMPO に捕捉され、ESR シグナルとして検出される。20種類あるアミノ酸は、アミノ基とカルボキシル基を共通にもち、各アミノ酸の性質は、側鎖の違いによる。よって NaClO と各アミノ酸が作用することで、アミノ酸の側鎖部分の構造が一部遊離し、DMPO に捕捉されることで DMPO スピニアダクト以外の ESR シグナルが複数検出されたと推測された。今後、アミノ酸と NaClO の反応から検出されたフリーラジカルと感染歯質除去との関わりについて詳細な検討を加えていく予定である。



レーザーと次亜塩素酸ナトリウムの組み合わせによる塩素ガス発生への検討  
(第二報)ー距離の違いによる測定ー

<sup>1</sup>昭和大学歯科病院歯内治療科 <sup>2</sup>昭和大学歯学部歯科理工学講座  
○川中岳雄<sup>1</sup>、山田嘉重<sup>1</sup>、増田宜子<sup>1</sup>、玉置幸道<sup>2</sup>、宮崎隆<sup>2</sup>

**Examination to chlorine gas generation by combination with laser irradiation and Sodium hypochlorite (The second report)-Measurement by difference of distance-**

<sup>1</sup>Department of Clinical Endodontology, School of Dentistry, Showa University

<sup>2</sup>Department of Oral Biomaterials and Technology, School of Dentistry, Showa University

○ KAWANAKA Takao<sup>1</sup>, YAMADA Yoshishige<sup>1</sup>, MASUDA Yoshiko<sup>1</sup>, TAMAKI Yukimichi<sup>2</sup>, MIYAZAKI Takashi<sup>2</sup>

(緒言)

近年、さまざまなレーザーが歯科臨床に導入され広く普及されてきている。

歯内療法においてもレーザーを用いて根管内の殺菌消毒の効果を向上させる試みが始められている。根管治療において通常5～10%濃度の次亜塩素酸ナトリウム溶液が根管内の殺菌を目的とした洗浄剤として使用されており、これまでにいくつかの報告で同薬液とレーザーを併用することで、根管内の殺菌効率が向上することが期待できると報告されている。レーザー照射では根管内の温度が上昇することが推測されるが、次亜塩素酸ナトリウムは熱源を与えることで、塩素ガスを発生させる危険性が問題となる。第130回日本歯科保存学会報告では、通常の根管治療に使用されると思われる濃度(5～10%)の次亜塩素酸ナトリウム溶液にレーザーを照射することで、人体に影響を与える程度の塩素ガスが発生するのかを検証した。今回は追加研究として、距離の違いによる測定を検証する。

(材料および実験方法)

実験に先立ち、#40号まで拡大した5mm深さの人工根管を作成し、根管内に5%および10%次亜塩素酸ナトリウム溶液を浸漬し、Nd:YAGレーザーを照射し、塩素ガス測定器(ガステック)を用いて塩素ガスの濃度を測定した。今研究では出力、時間を変えた5つのグループに分類した。グループ1;60mj5秒、グループ2;60mj10秒、グループ3;100mj5秒、グループ4;100mj10秒、グループ5;120mj5秒とした。各々の距離は10cm、20cm、30cm、40cm、50cmとした。

(実験結果および考察)

今研究結果では距離の短い10cmで0.4ppm～0.7ppmの塩素ガスが発生されることが確認された。また50cmでは、グループ1～5に対し0ppmと塩素ガスは検出されなかった。これまでに1ppmの濃度で症状が出現し、900ppmの濃度で人体に悪影響を及ぼすことが報告されている。今研究結果より、レーザーと次亜塩素酸ナトリウムの使用方法では人体に影響及ぼす濃度の塩素ガスは発生しないことが確認された。しかし、塩素ガスは根管内で停留し、蓄積しやすく蒸散することも考えられるため、レーザーと併用する場合は照射出力、使用時間、換気に留意して使用する必要が示唆された。

## 可聴域振動を与えた根管ブラシによる根管洗浄効果

東京歯科大学歯科保存学講座<sup>1)</sup>  
台北医学大学口腔医学院牙医学系<sup>2)</sup>

○伊藤幸太<sup>1)</sup> 末原正崇<sup>1)</sup> 副島寛貴<sup>1)</sup> 呉明憲<sup>1)</sup> 湯浅一洋<sup>1)</sup> Wu Chung Lung<sup>2)</sup> 加藤広之<sup>1)</sup> 中川寛一<sup>1)</sup>

### Evaluation of subsonic irrigation ability with root canal brush

Department of Endodontics and Clinical Cariology, Tokyo Dental College<sup>1)</sup>  
School of Dentistry, College of Oral Medicine, Taipei Medical University<sup>2)</sup>

○ITO Kota, SUEHARA Masataka, SOEJIMA Hirotaka, KURE Akinori, YUASA Kazuhiro,  
Wu Chung Lung, KATO Hiroshi, NAKAGAWA Kan-Ichi

**研究目的:** 切削器具を用いた根管形成で発生する削片により、根管壁表面にはスミア層が形成される。スミア層は感染物質を含んでいる可能性があることから、除去の必要性が指摘されている。このことから、根管洗浄時に超音波チップを応用するなど、様々な根管洗浄方法が検討されてきた。今回我々は可聴域振動を応用した根管洗浄用機器を開発した。これは約516Hzの可聴域振動を発生させるバイブレーターを内蔵した機器に、直径1.7mm、長さ17mmの円筒形のブラシ(根管ブラシ)を装着したものであり、その本体に市販の電動音波歯ブラシを流用している。

本研究の目的は、可聴域振動を与えた根管ブラシの根管壁洗浄効果を評価することである。

**材料および方法:** 本研究には歯根に歯質欠損の少ないヒト抜去上顎前歯30本を用いた。被験歯の歯根は歯頸部で歯冠と注水下に切断分離し、根管の拡大形成を行った。根管切削には、スミア層の形成環境の均質化を図るためNi-Ti製ロータリーファイル(K3 ENDO, SybronEndo)を用い、根管内に生理食塩液を満たした状態で指示書の手順に従って行った。根管洗浄は各ファイル使用毎に滅菌精製水で洗浄、滅菌ペーパーポイントで吸湿した。

根管の拡大形成後の歯根を各5本ずつ6群に分け、4つの実験群として、5.25%次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いる群(SH群)、根管洗浄用EDTA製剤であるスメアクリーン(日本歯科薬品)を用いる群(SC群)とし、これらによる洗浄時に根管ブラシを併用したものをそれぞれ、SH+Br群、SC+Br群とした。またNegative control群(NC群)として滅菌精製水のみを応用する群を、Positive control群(PC群)として滅菌精製水と根管ブラシを併用する群を設定した。SH群、SC群、PC群では根管内にそれぞれの洗浄液を満たし1分間放置した。またSH+Br群、SC+Br群、PC群では根管内にそれぞれの洗浄液を満たした後に、根管ブラシを先端部が根管中央部に到達するまで挿入し1分間作動させた。全ての根管を滅菌精製水により十分に洗浄し、歯軸と平行になるよう近遠心的に切断した。全ての試料は乾燥後、Au-Pdスパッターコーティングを行い、走査型電子顕微鏡(JSM6340F, 日本電子社製)で、根管歯冠側1/2の中央部ならびに根管根尖側1/2の中央部の根管壁表面を観察した。

**成績:** NC群、PC群、SH群およびSH+Br群では、根管の切削領域全体にスミア層が観察され、象牙細管の開口部は認められなかった。SC群では、根管の切削領域全体にスミア層の除去による象牙細管の開口部が認められたが、残留したスミア層により未だ閉鎖している細管も多数認められた。SC+Br群では根管ブラシが直接的に作用した根管歯冠側1/2において、スミア層の除去によりほとんどの象牙細管が開口しているのが観察された。また根管根尖側1/2においてもSC群の同部位と比較して、より多くの象牙細管の開口部が観察された。

**考察:** 本研究に用いた根管ブラシアッセンブリは、その本体に入手が容易で安価な市販の電動音波歯ブラシを流用していることが特徴である。

SC+Br群で根管ブラシが届いていない根管根尖側1/2においても、SC群と比較し、より多くのスミア層が除去されていたことから、根管ブラシに音波振動を与えることで洗浄液全体に振動が伝わり、ブラシが直接的に作用していない部位にも洗浄効果の向上をもたらすことが確認された。しかしながら、PC群およびSH+Br群においてスミア層が観察されたことから、音波振動を伴った根管ブラシのみではスミア層は除去出来ないことが確認された。

**結論:** 根管壁におけるDebris、ことに根管壁スミア層を効果的に除去するためには、EDTA製剤などの脱灰作用を有する剤品を用いる必要がある。今回検討した可聴域振動を与えた根管ブラシのみではスミア層を除去出来ないが、EDTA製剤を併用することでより効果的に除去出来ることが確認された。

## シリンジ洗浄法に関する根管模型での効率評価

九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯科保存学研究分野  
後藤千里, 吉嶺嘉人, 松本妃可, 牛島 寛, 佐藤浩美, 坂田篤信, 赤峰昭文

Fluid flow analysis of root canal irrigation using the syringe technique  
Dept. of Endodontology and Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Kyushu University  
Chisato Goto, Yoshito Yoshimine, Himeka Matsumoto,  
Kan Ushijima, Hiromi Sato, Atsunobu Sakata, Akifumi Akamine

### 【研究目的】

根管治療を成功に導くには、根管系から有害物質を除去し無菌化することが大切である。機械的器具による根管拡大のみでは、これを達成することは困難であり、化学的薬剤を用いた洗浄操作の併用が必須である。根管の化学的洗浄法として、シリンジと洗浄針を組み合わせた方法が一般的に用いられているが、管内という可視化できない領域を対象とするため、効率的な根管洗浄を行う上で洗浄液の流れを理解することは重要である。

本研究では、模擬根管模型を用いて、微粒子トレーサーを含む水をシリンジ法で流出させた際の流体の観察と高速度カメラによる撮影・解析により、各種因子が洗浄効率にどのように影響するか調べることを目的とした。

### 【材料および方法】

実体顕微鏡に装着した高速度カメラをPCに接続し、レンズの前方に模擬根管モデル(長さ15mm×直径0.4mm/1.0mm)を設置した。先端が平坦なタイプ(22G, 25G)と側方2カ所に孔の開いたタイプ(27G, 30G)の洗浄針を5mL用のルーアロック式シリンジに装着し、洗浄針の位置は根尖、根管中央、または根管口に相当する高さに設定した。直径約10 $\mu$ mのガラスビーズを含む蒸留水を0.05mL/sまたは0.1mL/sの押出速度で流出させる条件で、(実験1)洗浄針の孔周囲の流出方向および流出速度、(実験2)模擬根管内における流体パターンの観察を行った。

### 【成績】

(実験1)平坦型では、押出速度0.1mL/sの時、22Gで51.0m/s、25Gで91.7m/sを記録した。側方型では、押出速度が遅い時は第1孔からの流れが優勢で、速くなると第2孔からの流れが増加した。流出方向は第1孔で針軸に対し10~30°、第2孔で10~15°で斜め下方向に流出した。また、押出速度0.1mL/sの時、27G・第1孔で40.0m/s、第2孔で22.2m/s、30G・第1孔で53.6m/s、第2孔で49.3m/sに達した。

(実験2)平坦型では、洗浄針と根尖の距離が3mmの場合、流れは根尖部の根管壁に衝突した後、針と壁のわずかな隙間を通過して上昇、5mmでは根尖から約1mmの位置で失速し上昇、8mmでは根尖から約3mmの位置で失速し上昇、などの流体を示した。一方、側方型では、流出孔を側面および正面から観察すると、針先から根尖部を通り、針と根管壁のわずかな隙間を通過して上昇する流れが観察された。

### 【考察】

トレーサーを用いた根管洗浄の解析では、重力の影響で粒子が根尖部に沈殿する問題点が指摘されているが、今回用いたトレーサーは中空性で軽く、液体中に浮遊する性質を持つため、模擬根管のような狭小な空間内における流体解析にも適している。平坦型での流れはほぼ直線的で、根尖孔からの押出を回避するには、根尖から一定の距離に針をおく必要があるが、根尖から8mmの位置からは根尖に流れが到達しないことが分かった。側方型洗浄針の流れは上下に分散し根管先端部領域にも流動が観察されたことから、安全に使用できるが、開口側以外での流れは弱く、洗浄針を回転させた位置での複数回の洗浄操作が必要と考えられる。

### 【結論】

- 1)シリンジ法による根管洗浄においては、洗浄針のタイプや根管の拡大サイズに応じて、洗浄針の設定位置、シリンジの押出速度などに留意する必要があることが示唆された。
- 2)微粒子トレーサーと高速度カメラを用いた流体解析法は、洗浄効率を評価する上で有用であると考えられる。

## 臨床実習開始前学生の NiTi ロータリーファイルを用いた歯内治療学実習評価

1) 日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第1講座

2) 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

○新井 恭子<sup>1)</sup>、山田 理絵<sup>2)</sup>、松田 浩一郎<sup>2)</sup>、北島 佳代子<sup>1)</sup>、五十嵐 勝<sup>1)</sup>

### Evaluation of Endodontic laboratory using with the NiTi rotary files in dental students prior to clinical clerk ship

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

2) Advanced Operative Dentistry・Endodontics, Graduate School of life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University

○ARAI Kyoko<sup>1)</sup>, YAMADA Rie<sup>2)</sup>, MATSUDA Koichiro<sup>2)</sup>, KITAJIMA Kayoko<sup>1)</sup>, IGARASHI Masaru<sup>1)</sup>

【緒言】 NiTi 製のファイルは、優れた柔軟性と高い根管の追従性があることから、湾曲根管に有効な器具として臨床応用されている。その普及率は欧米に比べ本邦では低く、歯学部教育でも学生には講義で知識を伝授しているものの実習に取り入れている大学は少ない。今回われわれは、臨床実習開始前の第4学年生に対して NiTi ロータリーファイルで透明根管模型を拡大形成する実習を行い、拡大にかかる時間、拡大後の形態、ファイル破折の有無について評価したので報告する。

【材料および方法】 術者は、本学の臨床基礎実習でステンレススチール製ファイルを用いた通法の拡大形成と側方加圧根管充填を修了した第4学年 91 名である。拡大形成には 30 度の湾曲を有する透明根管模型 (ENDO-TRAINING-BLOC A0177、DENTSPLY) を使用し、10 号の手用ファイルで予め根尖孔まで穿通してから作業長を決定した。使用した NiTi ファイルは ProTaper (DENTSPLY) で、ファイルの使用手順に従い SX、S1、S2、F1 を用いてひとり 1 ブロックを手持ちで拡大した。トルクコントロールエンジンには X-Smart (DENTSPLY) を用いた。拡大形成時間は、根管洗浄や器具交換に要した時間を除き、各ファイルでの作業時間を合計して総拡大時間とした。拡大形成時間は学生が相互に計測した。各ファイル使用後にはオキシドールで根管洗浄を行った。拡大形成終了後、ファイル刃部の伸びと破折、ステップの形成の有無を肉眼で確認した。結果は Student's t-test にて検定を行った。

【結果】 実習を行った 91 名 (男 62 名、女 29 名) 中 3 名はファイルの使用順序を誤ったため集計から取り除いた。ステップ形成等の偶発事故がなくスムーズに拡大形成の終了した学生は 79 名で、その総拡大時間の平均は 56.0 ± 24.7 秒 (男 55.3 ± 24.8 秒、女 57.2 ± 25.4 秒) 秒で、最短が 17 秒、最長が 133 秒であった。総拡大時間の平均に男女差はみられなかった。またファイル刃部の伸びは認めることはなかった。偶発事故の起こった学生は総拡大時間が長くなり、途中で拡大形成は中止となった。ファイルの破折は 4 例 (4.5%) あり、SX で 1 例 (1.1%)、S2 で 2 例 (2.3%)、F1 で 1 例 (1.1%) であった。そのうち SX 以外の 3 例ではステップ形成を伴っていた。拡大形成時のステップ形成例は 9 例 (10.2%) で、SX 使用時 1 例 (1.1%) S1 時 1 例 (1.1%) S2 時 1 例 (1.1%) F1 時 3 例 (3.4%) 不明 1 例 (1.1%) であった。誤ったファイルの使用 (S1 で拡大するところを F3 を使用) を行った 3 名はすべてステップ形成がみられた。

【考察】 臨床前の実習では、全ての学生が初めて NiTi ファイルを使用して拡大形成を行った。総拡大時間はばらつきがあるものの平均が 57 秒で、ほとんどの学生が湾曲の強い根管でも短時間に形成を行うことができた。また、拡大時間が短かった場合と比較的長かった場合の拡大後の根管形態を比較すると大きな差はなく、元の湾曲を保って根尖孔の移動がない良好な拡大が行われていた。ステップ形成例は全体の 9 例 (10.2%) であったが、拡大時に無理な力が加わったり、根管内で上下運動をせずにファイルを回転させたりしたことで湾曲を逸れてきたためと考えられる。ステップ形成例のうち、ファイルを使用する順番を誤ったものが 3 例あり、ファイルの使用順序の誤りがステップ形成に発展することが示された。従って、使用順を間違えないよう収納ケース等にも工夫が必要であると考えられた。ファイルの破折は 4 例で、SX 以外の 3 例では根尖付近で根管に食い込んだ状態で起き、ステップ形成も同時にみられた。これは、ファイルの破折に気付かず拡大形成を続け、破折部よりも先に進まないため湾曲から逸れステップが形成されてしまったものと推察される。今回はひとり 1 ブロックのみの実習であったが、今後は一人の学生が複数ブロックを行うことでトレーニングの成果の向上が得られるか否かや、ステップ形成とファイル破折の関連性についても検討を行う予定である。

【結論】 NiTi ロータリーファイルを用いて透明湾曲模型を拡大形成する実習を本学第4学年生に対して実施したところ、86.8%の学生が良好な拡大形成を行うことができた。将来、本邦での NiTi ファイルの普及率は高くなることが予想されることから、臨床実習開始前に NiTi ファイルを用いた実習を行うことは非常に有用であると考えられる。

### 3D 歯牙ボクセルモデルを用いた歯科教育 —歯内療法学への応用—

松本歯科大学 歯科保存学第2講座<sup>1)</sup>, 松本歯科大学 歯科理工学講座<sup>2)</sup>  
河瀬雄治<sup>1)</sup>, 吉田貴光<sup>2)</sup>, 佐藤将洋<sup>1)</sup>, 永沢 栄<sup>2)</sup>, 伊藤充雄<sup>2)</sup>, 笠原悦男<sup>1)</sup>

#### Dental Education with the 3D Tooth Models —Application to Endodontic Dentistry—

Department of Endodontics and Operative Dentistry, Matsumoto Dental University

Department of Dental Materials, Matsumoto Dental University

Yuji Kawase<sup>1)</sup>, Takamitsu Yoshida<sup>2)</sup>, Masahiro Sato<sup>1)</sup>, Sakae Nagasawa<sup>2)</sup>, Michio Ito<sup>2)</sup>, Etsuo Kasahara<sup>1)</sup>

#### 【目的】

歯内療法は根管形態を3次元的に把握した上で施術する必要があることから、多くの経験を必要とする。しかしながら経験の少ない学生および研修医は、教科書等に掲載された2次元画像から3次元像を想像し、治療に当たらなければならない。そのため過剰な形成や穿孔などの偶発症が発生しやすい。また唇舌および頬舌方向からのX線画像では、術者の行なった根管形成および根管充填の評価が難しい。

近年、コンピューター技術の進歩により、3次元化による口腔組織の観察や仮想歯科治療が行なわれつつある。我々は歯牙がX線透過率の異なる組織であることを利用し、天然抜去歯をCTにて撮影後、画像構築を行い、エナメル質や象牙質、歯髓腔などの歯牙構造を再現した3D歯牙ボクセルモデルを作製した。これらのデータは本学の学生および教員の誰もが利用できるデータベースとして公開されている。特に根管形態などが容易に観察できることから、これらのデータは歯内療法学の教育に有効であると考えられた。

そこで本研究は、3D歯牙ボクセルモデル作製に用いた天然歯に対して根管治療を行い、術後の3Dモデルと比較することにより歯科教育への応用を検討した。

#### 【方法】

ボクセルモデルの作製に使用した抜去歯を、2009年度松本歯科大学歯内療法学実習マニュアルに従い、開拡窩洞形成後、根管拡大ならびに根管充填を行なった。その後、実験小動物用マイクロCT (R<sub>m</sub>CT, RIGAKU)にて撮影後、画像処理ソフト (フォトショップ7.0, Adobe)にてアーチファクトを除去し、可視化ソフト (MicroAVS8.0, KGT)を使用してボクセルモデルを作製した。術前のボクセルモデルと根管拡大後、さらに根管充填後のモデルをそれぞれ比較し治療状態を観察した。

#### 【結果】

可視化したボクセルモデルにより、あらゆる角度から歯髓腔の観察が可能となった。根管拡大後のボクセルモデルでは、漏斗状拡大やアピカルストップなどの根管拡大状態が立体的に観察できた。さらに髄角の除去状態や拡大の下手際なども容易に把握できた。根管充填後のボクセルモデルからは、根管充填の加不足や根管充填材内部の気泡などが観察された。またX線透過率の異なる根管充填用セメントとガッタパーチャとを分離し、観察することが可能であった。しかしX線透過率の近い構造物や材料の分離ができない場合が認められた。

#### 【考察】

3D歯牙ボクセルモデルによる観察は、従来では不可能であった治療状態を立体的に観察し把握すること可能であることから、学生に対して、より分かりやすく根管拡大や根管充填の良否を教えることができると考えられた。したがって、本方法は歯内療学分野における新しい歯科教育として有用であると示唆された。

## 実習法の違いが治療術式習得へ及ぼす影響

### － (1) ニッケルチタンファイルによる根管形成－

1. 九州歯科大学 齶蝕歯髄疾患制御学分野, 2. 九州歯科大学 総合診療学分野  
矢野淳也<sup>1</sup>、西野宇信<sup>1</sup>、諸富孝彦<sup>1</sup>、永吉雅人<sup>1</sup>、鷺尾絢子<sup>1</sup>、平田志津<sup>1</sup>、吉居慎二<sup>1</sup>、西藤法子<sup>1</sup>、  
北村知昭<sup>1</sup>、寺下正道<sup>2</sup>

### Effects of Differences in skill training methods on acquisition of the technique for dental procedures. - (1) Root canal preparation using nickel-titanium files -

1. Div. of Pulp Biology, Operative Dentistry and Endodontics, Kyushu Dental College  
2. Div. of Comprehensive Dentistry, Kyushu Dental College

YANO Junya<sup>1</sup>, NISHINO Takanobu<sup>1</sup>, MOROTOMI Takahiko<sup>1</sup>, NAGAYOSHI Masato<sup>1</sup>, WASHIO Ayako<sup>1</sup>, HIRATA Shidu<sup>1</sup>,  
YOSHII Shinji<sup>1</sup>, SAITO Noriko<sup>1</sup>, KITAMURA Chiaki<sup>1</sup>, TERASHITA Masamichi<sup>2</sup>

#### 【目的】

現在、ニッケルチタン製ファイル (Ni-Ti ファイル) を用いた根管形成法は世界中で徐々に広まりつつあるが我が国においてはその普及率は未だ低いといわれる。Ni-Ti ファイルはステンレススチール製ファイルと異なった特徴を持ち、湾曲した根管にしなやかに追従することで根管形成による根管変位と根管歯質削除量の減少という長所がある一方、破折が生じる前の予兆が現れにくいため器具破折に対する配慮がよりいっそう求められる。当分野では基礎臨床実習教育において、ステンレススチール製手用ファイルによる根管形成法の実習に加え回転式 Ni-Ti ファイルを用いた根管形成を取り入れている。今回、歯内治療教育における効果的実習方法を確立することを目的として、学生に対して回転式 Ni-Ti ファイルを用いた根管形成実習を行い、実習方法の違いが形成手技の向上度合いと学生自身の根管形成時の着目点の変化に与える影響を検討した。

#### 【方法】

回転式 Ni-Ti ファイルの基礎臨床実習を体験していない本学5年生23名を被験者とし、回転式 Ni-Ti ファイル (RaCe Intro) および専用マイクロモーター (エンドメイト DT) を用いて臨床環境をシミュレートしたマネキンに装着したアクリル製根管模型の根管形成実習を行った。技術習得評価は、実習初日に被験者全員に対して回転式 Ni-Ti ファイル使用方法についてのレクチャーを行った後に1回目、第2日目から連続した3日間のトレーニング期間を経た実習終了日の第5日目に2回目、および実習終了から1ヶ月後に3回目を実施した。評価では根管形成所要時間、根管変位やファイル折れ込みの有無、および根管形成状態を分析するとともに、形成時の着目点、実習の満足度といった被験者の主観的自己評価を記録して検討を行った。根管形成トレーニングは、被験者を3群、すなわち (1) 評価時と同条件で実習を行うマネキン群、(2) 根管模型を手に持った状態で実習を行う手持ち群、および (3) 評価時以外は実習を行わないコントロール群の3群に分けて実施した。得られたデータは一元配置分散分析および Tukey-Kramer の HSD 検定により統計学的有意差の検定を行った。

#### 【結果および考察】

根管形成所要時間は3群とも実習を行うに従って短縮傾向が示されたが、有意な減少はマネキン群のみであった。実習最終日である5日目に実施した2回目の評価において、コントロール群とマネキン群の間に有意差が認められ、実習による一定の効果が得られたと考えられた。実習期間を通してファイルの破折は全114根管中4例 (3.5%) に認められ、内訳はマネキン群1例、手持ち群2例、コントロール群1例であった。根管形成時のジップや著しい根管の変位はほとんど認められなかった。以上の結果は、回転式 Ni-Ti ファイルによる根管形成は比較的短時間・短時間で習得が可能であることを示唆している。一方、学生の自己評価項目のうち、実習の満足度はマネキン群、手持ち群ともに実習回数が増えるにつれて増加する傾向が見られたが、特にマネキン群では大きな増加傾向が認められた。また、自己チェック項目においても実習回数が増えるに応じてより高度な内容に注目するようになったが、各項目内ではばらつきが大きく個人差も見られた。

#### 【結論】

回転式 Ni-Ti ファイルを用いた根管形成は、比較的短時間の実習で一定レベルの形成が行えることが示されたが、実習方法により習得度に差が生じることから適切な実習方法の選択が重要であることが示された。また、習得進度に応じたフィードバック実施やチェックポイントの提示が効率的なスキル向上に有効であることが示唆された。

## 歯牙再植モデルを応用した根管充填用接着性レジンシーラーの組織学的評価

神奈川歯科大学口腔治療学講座歯内療法学分野

○石井信之, 渡部弘隆, 武藤徳子

### Biocompatibility of the resin-based root canal sealers in rat periapical tissue by replantation.

Department of Endodontics, Kanagawa Dental College

○Nobuyuki Tani-Ishii, Hirotaka Watabe, Noriko Mutoh

#### [研究目的]

根管充填用シーラー(シーラー)は、根管充填材と根管壁との微小空隙を三次元的に封鎖するために必要であり、シーラーの所要性質としては根尖封鎖性と根尖歯周組織に対する生体親和性が重要であると考えられている。近年、開発された接着性レジンシーラーは、セルフエッチングシステムにより根管象牙質間に樹脂含浸層を形成し、ポリエステルポリマーをベースとした根管充填材との併用により強固な化学的接着封鎖が得られ、象牙質と根管内が一体化したモノブロックを形成することが可能になった。接着性レジンシーラーは、歯質接着性と緊密な根尖封鎖性を維持することで根管充填後の再感染と歯牙破折を防止することが期待されている。本研究は接着性レジンシーラーの根尖歯周組織に対する生体親和性を検討する目的で、ラット歯牙再植モデルを応用して病理組織学的に評価することを目的とした。

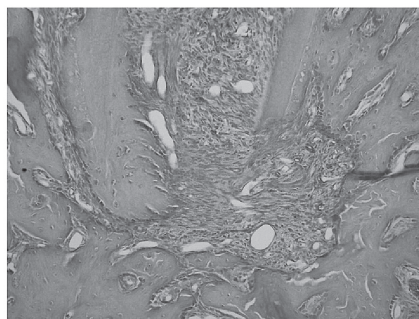
#### [材料および方法]

4週齢 Wistar ラット♀(n=50) に対して麻酔下にて上顎右側第一臼歯を抜歯した。抜去歯は滅菌生理食塩水にて洗浄し、根尖にシーラーを1 m l ツベルクリンシリンジにて10  $\mu$  l 貼付した後、滅菌綿球にて止血した抜歯窩に再植した。被実験シーラーは、接着性レジンシーラーである AH Plus (Dentsply Co Ltd) 群、Epiphany (PENTRON Co Ltd)群、酸化亜鉛ユージノール系シーラーのキャナルス群、および再植のみのコントロール群に分類した。

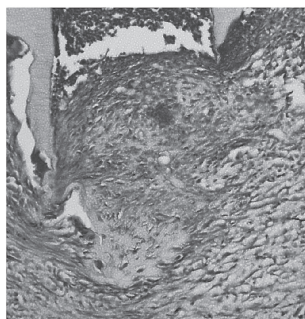
再植後1週間、2週間後に、灌流固定後、14%EDTAにて脱灰、パラフィン切片を作製してHE染色にて根尖歯周組織に対する組織学的変化を解析した。

#### [成績及び考察]

接着性レジンシーラーの組織学的変化を解析した結果、AH Plus、Epiphany 群ともに歯髓組織には多数の多形核白血球が認められた。しかしながら、根尖歯周組織に対しては多形核白血球、マクロファージを中心とした炎症性細胞浸潤が認められたが、その周囲には膠原線維と線維芽細胞の集積が認められる事により治癒傾向の所見が得られた。根管充填時に起きるシーラーの根尖孔外への溢出は、根管充填1週間後において大部分はPMNs、大食細胞等により異物処理され、その後線維性結合組織によって治癒していることが示された。



「コントロール×200」



「AH Plus×200」



「Epiphany×200」

#### [結論]

接着性レジンシーラーの根尖歯周組織に対する生体親和性を検討した結果、AH Plus、Epiphany の両シーラーともに炎症性反応は軽微であり、早期に治癒傾向を示すことが示された。

## マウス皮下組織に対する根管充填剤の反応に関する組織学的観察

- 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  
○山田理絵<sup>1)</sup>、松田浩一郎<sup>1)</sup>、新井恭子<sup>2)</sup>、北島佳代子<sup>2)</sup>、五十嵐 勝<sup>2)</sup>

### Histological observation of subcutaneous tissue reaction for root canal sealers in mice

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

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

○YAMADA Rie<sup>1)</sup>, MATSUDA Koichiro<sup>1)</sup>, ARAI Kyoko<sup>2)</sup>, KITAJIMA Kayoko<sup>2)</sup> and IGARASHI Masaru<sup>2)</sup>

#### 【緒言】

根管充填は、根管の拡大形成と消毒によって無菌状態となった根管に、細菌や有害物質が侵入貯留しないよう、生体に無害である物質で緊密に封鎖することを目的として行われる。側方加圧根管充填に使われるガッタパーチャ等の硬固物は根管壁との密着性を欠くため、根管充填用シーラーを併用し、根管壁や充填剤間の空隙を物理的に塞ぎ、さらに創傷治癒を図る目的がある。すなわちシーラーは根尖部で生体と接するため、生体に対し無害で組織親和性を有することが必要である。今回われわれは、マウス皮下組織に埋入した根管充填用シーラーに対する組織反応について組織学的観察を行ったので報告する。

#### 【材料および方法】

被験シーラーとして AH Plus jet (Dentsply De Trey, Germany)、Roeko Seal Automix™ (Roeko, Germany)、キャナルシーラー (日本歯科薬品)、キャナルス N (昭和薬品化工) の4種類を実験に供した。シーラーを皮下組織に応用するためのキャリアには、直径11mm シェル製2穴ボタンを使用し、アルコールにて清掃後、エチレンオキシドガスにてガス滅菌を行った。5週齢 ddY 系雄性マウス (n=25) に全身麻酔を施し、剃毛したマウスの背部に長さ2cmの切開を入れピンセットで鈍的に上皮を剥離した。その中に被験シーラーをメーカー指示に従って練和し、ボタンのホールに填入したのち、安定する位置に埋入し3~4針の縫合を行った。なお、ボタンのみを埋入したものをコントロール群とした。埋入後1、3、7、14、28日後にボタンと皮下組織を一塊で取り出し、10%中性ホルマリンに浸漬固定した。その後、厚さ6μmの連続パラフィン切片を作製し、HE染色したのち被験シーラーに対する皮下組織の反応を組織学的に観察した。

#### 【結果および考察】

根管充填用シーラーのマウス皮下組織に対する組織学的観察を行った結果、コントロール群ではキャリア周囲に明らかな炎症反応が見られなかったが、各種根管充填用シーラーともに白血球を主体とする炎症性細胞浸潤がみられた。シリコン系根管充填用シーラーである Roeko Seal Automix™ と、エポキシレジン系根管充填用シーラーである AH Plus jet はともに埋入後1日後において炎症性細胞浸潤がみられたが、14日後には肉芽組織の線維化がみられ治癒傾向を認めた。Roeko Seal および AH Plus jet は組織親和性が比較的良好ことが示された。一方、酸化亜鉛ユージノール系であるキャナルシーラーでは埋入後1日後で他と比較して高い炎症性細胞浸潤を呈し、28日後には線維化の傾向が強くなり、被包化の傾向がみとめられた。以上のことから、酸化亜鉛ユージノール系であるキャナルシーラーでは、埋入後1日目および3日目では組織障害性を示すものの埋入後5日目以降より経時的に炎症性細胞浸潤は消退傾向を示し、また、エポキシレジン系およびシリコン系の根管充填用シーラーは組織障害性が低いことが示唆された。

#### 【結論】

マウス皮下組織に対する各種根管充填用シーラーの組織刺激性は低く、特にエポキシレジン系およびシリコン系根管充填用シーラーでは組織親和性が高く、かつ組織障害性が低いことが示唆された。



## オレイン酸、ユージノールおよび酸化亜鉛を主剤とした 新規根管充填用シーラーの物性について

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座, 日本歯科大学生命歯学部共同利用研究センターRI 研究室\*

○前田宗宏, 橋本修一\*, 石塚克巳, 勝海一郎

**Physical properties of new root canal sealer contained mainly with oleic acid, eugenol and zinc oxide**

Department of Endodontics & Operative Dentistry,

Section of Radioisotope Research, Research Center for Odontology\*,

Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo

○Maeda M, Hashimoto S\*, Ishitsuka K and Katsuumi I

### 【はじめに】

第128～131回の本学会において、液剤中に脂肪酸とプロピレングリコールを加えることでユージノール濃度を低減した酸化亜鉛ユージノールセメントは、オレイン酸量を変化させることで硬化時間および硬化度に差異が生じることなどを報告してきた。今回は、新たに根管充填用シーラー開発のため粉液の比率を変えたオレイン酸、ユージノールおよび酸化亜鉛を主剤としたセメントの物性について検討を行った。

### 【材料および方法】

#### 1. 新規根管充填用シーラーの組成

粉 剤 (1g 中) : 酸化亜鉛 (和光純薬) 400mg、ロジン (和光純薬) 400mg、その他 200mg

液 剤 (1ml 中) : オレイン酸 (和光純薬) 750 $\mu$ l、ユージノール (Aldrich, USA) 150 $\mu$ l、その他 100 $\mu$ l

粉剤 1g に対して液剤 (オレイン酸+ユージノール) 500 $\mu$ l の割合で、金属スパチュラを用いてガラス練板上で 30 秒間練和した。なお、対照セメントにはキャナルス (昭和薬品化工) を使用した。

#### 2. 硬化時間

練和直後のセメントを 37°C、100%湿度の恒温恒湿器内に 24 時間置き、経時的に直径 1 mm、重量 1/4 ポンドのギルモア針を静置させ、圧痕が生じなくなるまでの時間を計測し、練和開始から起算して硬化時間とした。

#### 3. エックス線不透過性試験

練和したセメントを内径 10mm、高さ 1mm のステンレススチール製リングに満たした。リング上部にポリエチレンシート、ガラス板を置いて挟み圧接し、37°C、100%湿度の恒温恒湿器内で 24 時間静置し、硬化させた。歯科用デンタルエックス線フィルム (Ultra Speed DF58, Kodak) 上にリングおよびアルミニウム階段を置き、歯科用エックス線発生装置 (REX D-60S, ヨシダ) を用いて焦点-被写体間距離 30cm、60kV、10mA、0.6 秒照射の条件で撮影を行った。現像、定着後のフィルムをエックス線不透過度の測定用試料とした。フィルムはデンシトグラフ (アトー) で解析した。

#### 4. 崩壊度試験

練和直後のセメントを内径 6mm、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。重量を測定したビーカーに蒸留水を 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。試料をビーカーから取り出し、ビーカー内の水を 60°C の恒温器内で蒸発させた。放冷後、実験前後のビ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。測定は各シーラーにつき 3 練和物ずつ行った。

#### 5. 色素浸透試験

内面を粗造にした内径 5mm、長さ 30mm のガラス管に練和直後の練和物を填塞し、直ちに 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。

### 【結果および考察】

1. 新規根管充填用シーラーの硬化時間はキャナルスの 90 分に対して 64 分を示した。
2. 新規根管充填用シーラーのエックス線不透過度はキャナルスよりも低下していた。
3. 新規根管充填用シーラーの崩壊度はキャナルスとほぼ同程度の値を示した。
4. 新規根管充填用シーラーの色素浸透度はキャナルスとは異なり、ほとんど浸透しなかった。

今後は、本セメントの硬化度、遊離ユージノール量および組織刺激性について検討する予定である。

## レジン系根管シーラーの根管壁接着性に関する研究 -シーラー硬化時の荷重が接着に及ぼす影響-

日本大学歯学部保存学教室歯内療法学講座<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>  
○柴崎郁恵<sup>1</sup>、小森規雄<sup>1,2</sup>、清水康平<sup>1</sup>、加藤岳詩<sup>1</sup>、平野頼是<sup>1</sup>、小木曾文内<sup>1,2</sup>

### The basic study of resin root canal sealer

#### -Effects of various pressure to the bonding strength-

-Department of Endodontics<sup>1</sup> and Division of Advanced Dental Treatment Dental Research Center<sup>2</sup>,  
Nihon University School of Dentistry

○Ikue Shibasaki<sup>1</sup>, Norio Komori<sup>1,2</sup>, Kohei Shimizu<sup>1</sup>, Takeshi Kato<sup>1</sup>, Yoriyuki Hirano<sup>1</sup>, Bunnai Ogiso<sup>1,2</sup>

#### 【目的】

近年、レジンを主成分とした根管充填材および充填法が注目されている。レジン系根管シーラーは、従来使用されてきた酸化亜鉛ユージノール系根管シーラー等に比較して、組織刺激性が少なく、根管壁象牙質の細管内へのレジクタグの形成により辺縁封鎖性に優れていると報告されている。

根管シーラーのもつ根尖部の閉鎖性については色素漏洩試験が用いられることが多いが、根管壁との接着強度も閉鎖性に影響を与えることが考えられる。そこで、今回レジン系の根管シーラーの一つであるエピファニー®SE™シーラー(ペントロンジャパン)を用いて、シーラー硬化時の荷重の違いがシーラーの接着強さに与える影響についての検討を試みた。

#### 【材料および方法】

ウシ下顎前歯歯頸部象牙質をトレレジンに包埋後、モデルトリマーおよび#600の耐水研磨紙を用いて研磨し、象牙質試料を作製した。それらの試料に対し、歯面処理として歯科用モルホニン中ならびに水中で各2分間超音波洗浄後、水中で2分間超音波洗浄した。試料面をエアブローによって乾燥した後、被着面積が一定になるように直径3mmの大きさの穴をあけた粘性マットフィルムを貼り、被着面にエピファニー®SE™シーラーを塗布した。さらにその被着面上に直径10mmの亚克力棒を静置し、以下の3つの異なる荷重を負荷し、37°C恒温室中に静置・硬化させ、実験直前まで37°C恒温室中に保管した。

(A群) 200グラム

(B群) 400グラム

(C群) 800グラム

引張試験はインストロン 5567(インストロン)を用い、クロスヘッドスピードは1.0mm/1minで行った。試料は1条件10試料とし、各群の引張強さを求めた。また、引張試験後の被着面のSEM観察を行った。

統計分析は、Kruskal-Wallis検定を用い有意水準5%で行った。

#### 【結果】

引張強さは、A群では $0.34 \pm 0.11$ MPa B群では $0.34 \pm 0.10$ MPa C群では $0.53 \pm 0.11$ MPaであり、AB間では、有意差が認められなかったが、AC間・BC間では、有意差が認められた。

#### 【考察】

本研究の結果、エピファニー®SE™シーラーは硬化時の荷重を800グラムとしたC群は、他の2群と比較すると接着強さに有意差が認められた。

引張試験後の被着面をSEM観察では、各群で凝集破壊・界面破壊の混在する像が認められたが、各群に特定な被着面の像は認められなかった。

また、レジクタグの象牙細管内侵入の状態をSEM観察したところ、各群においてレジクタグの侵入が認められたが、侵入深さ・侵入細管数など各群を特徴づける特異的な像は認められなかった。

今回の試料面はSEM観察ではすべての群で事前にEDTA製剤を応用していることから象牙細管が開口した状況下で根管シーラーの接着性を検討したが、臨床ではスプレッターやプラガーの使用に伴う根管壁に加わる圧接強さ、切削片による細管開口部の封鎖や根管内の湿潤状態など条件が異なっている場合があり、エピファニー®SE™シーラーのセルフエッチング効果の詳細についてはさらなる検討が必要と考えられた。

## 各種根管用シーラーの根尖封鎖性

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座 日本歯科大学附属病院総合診療科\*

○小倉陽子 前田宗宏 北村和夫\* 小澤稔史 天野亮子 勝海一郎

### Apical Sealing Ability of Root canal Sealers

Dept. of Endod. and Operative Dentistry, The Nippon Dental Univ., School of Life Dentistry at Tokyo,  
and Division of General Dentistry, The Nippon Dental Univ. Hospital\*.

○Ogura Y., Maeda M., Kitamura K\*, Ozawa T., Amano R. and Katsuumi I.

**【はじめに】** 根管充填に際して緊密な封鎖を行うためには、根管充填用シーラーの併用が不可欠である。現在市販されているシーラーは、成分によりユージノール系や非ユージノール系、水酸化カルシウム系、ハイドロキシアパタイト系、ガラスイオノマー系、シリコン系など様々であり、その選択の幅は広い。今回、4-META/MMA-TBB レジン系シーラー（スーパーボンド根充シーラー、サンメディカル）と、水酸化カルシウム系シーラー（デンタリス KEZ、ネオ製薬工業）の根尖封鎖性について調べ、前回の本学会（第 131 回）において発表したエポキシレジン系シーラーとユージノール系シーラーの結果と比較した。

**【材料および方法】** 実験にはヒト単根抜去歯 20 本を用いた。ダイヤモンドディスクを用いて歯頸部で切断し、歯根部を実験に用いた。根管内容物を除去したのち、15 番の K-ファイル（マニー）を根尖孔に穿通させ、解剖学的根尖孔にファイルの先端が到達した位置から 1mm 手前までを作業長とし、エンジン用 RT ファイル（マニー）を用いて根管の拡大形成を行った。はじめに #40/.14 ファイルにより根管上部を広げたのち、#30/.02, #40/.02, #40/.04, #40/.06 ファイルを順に用いて、拡大形成を行った。形成は根管内に 10%NaOCl（ネオクリーナー、ネオ製薬）を満たしながら行い、ファイルが次のサイズに移行する際に 10%NaOCl と 3%過酸化水素水（オキシドール、山善製薬）を用いて十分に根管の洗浄を行った。拡大形成終了後、根管内に EDTA 含有根管洗浄剤（スメアクリーン、日本歯科薬品）を約 2 分間作用させたのち、再度 10%NaOCl と精製水で洗浄を行った。その後、試料を無作為に 2 群に分け、スーパーボンド根充シーラー群（以下、SB 群）とデンタリス KEZ 群（以下、DK 群）とした（各 n=10）。それぞれのシーラーをメーカーの指示に従い練和し、レンツロにより根管内に填塞したのち、側方加圧充填法により根管充填を行った。なお、ガッターチャポイントは Sybron Endo 社の #50 のマスターポイントと FF のアクセサリーポイントを、スプレダーは DentalEZ 社の Star Dental D11T を用いた。根管充填終了後、熱したブラガーを用いて余剰なガッターチャポイントを根管口付近で切断・圧接し、水硬性仮封材（ルミコン、ヘレウスクルツァー）で封鎖した。その後、試料を精製水中に浸漬し 37°C 恒温環境下で放置した。48 時間経過後に水中から試料を取り出し、根尖側 3mm を除く全ての部分をマニキュアで覆ったのち、1%メチレンブルー溶液に 24 時間浸漬した。その後、低速切断装置（Isomet, Buehler）を用いて解剖学的根尖より 1mm, 3mm, 5mm の位置で水平に切断し、薄切片を作製した。各断面をデジタルマイクロスコープ（VH-X100, キーエンス）を用いて 50 倍に拡大し、根管を頬舌、近遠心に 4 等分し、色素浸透がみられた部位の数により 0~4 まで 5 段階のスコアをつけ、色素浸透状態を評価した。得られた結果は、切断面ごとに一元配置分散分析により統計的に解析を行うとともに、同様の方法で行った AH Plus（デンツプライ三金）とキャナルス（昭和薬品化工）の実験結果と比較した。

**【結果および考察】** 根尖部 1mm の切断面では両群ともスコア 4 のものが最も多く見られたが、その数は SB 群の方が多かった。DK 群においては 3mm と 5mm の切断面ではほとんどの試料がスコア 0 であった。一方、SB 群においてはスコアにばらつきがみられた。一元配置分散分析の結果、DK 群と SB 群との間に根尖部 3mm の部位で有意差が見られた ( $p < 0.05$ )。

AH Plus 群・キャナルス群の結果と比較すると、すべての群において根尖側から歯冠側に移行するにつれて色素浸透の度合いが減少する傾向が示されたが、SB 群は各断面においてスコアが高い傾向が見られた。これらの結果は、操作性の点からシングルポイント法による根管充填が推奨されているスーパーボンド根充シーラーに対し、側方加圧充填法を用いたことの影響があるものと推察された。今後は充填法による影響などについて、さらに検討する予定である。

## 歯周組織へ与える禁煙の影響

日本歯科大学生命歯学部歯周病学講座

○ 武内寛子、村檉悦子、沼部幸博

### The effect of smoking cessation on human periodontal tissue

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

○ Takeuchi H, Murakashi E, Numabe Y

#### <背景>

近年、喫煙による健康被害が数多く証明され、分煙や歩きタバコの禁止等呼びかける働きが活発化している。タバコの主成分の一つであるニコチンは、喫煙により全身へ吸収されると発癌のリスクの増加や血圧の上昇など様々な影響がある。また、歯周組織における喫煙の影響についても多岐に渡り研究が行われているが、禁煙後の組織変化についての報告は少ない。我々は、第130回秋季保存学会にて、喫煙により障害を受けた歯周組織由来培養細胞ではニコチン刺激を中断することにより細胞の増殖能力が回復することを報告した。そこで、今回我々は、ヒト歯肉線維芽細胞(HGF)およびヒト歯根膜線維芽細胞(PDL cells)を用いて、ニコチン投与中断後の細胞活性について検討した。

#### <材料・方法>

細胞は健常歯周組織を有する患者より HGF および PDL cells を分離し、10%FBS DMEM/F-12 にてサブコンフルエントまで培養後、

①24時間無血清下に置きニコチン濃度 1 $\mu$ g/ml に調整した培地に交換した。24時間後、培養上清にニコチンを含まない培地に戻し培養を続け、6日間培養し形態観察および細胞数を測定した。

②無血清にて24時間後、上清をニコチン濃度 1 $\mu$ g/ml に調整した 0.5%FBS DMEM/F-12 に交換し24時間後、培養上清を10%FBS DMEM/F-12 に戻し3週間培養し、ELISAにより培養上清中の TGF- $\beta$ 1、IL-1 $\beta$ を測定した。

③ニコチン濃度 1 $\mu$ g/ml に調整した培地に  $^3$ H-nicotine を添加し24および48時間培養後、細胞へのニコチンの作用を液体シンチレーションカウンターにて測定した。

#### <結果>

ニコチン作用後24時間にいたるまで、両細胞の細胞質内において空胞様構造物が認められた一方、ニコチンを含まない培養上清に交換後、空胞様構造物は時間依存的に消滅し、3時間で消滅した。細胞生存率は、6日間にわたり時間依存的に細胞数は有意に増加した(p<0.05)。培養上清中の TGF- $\beta$ 1 は両細胞において有意に増加した(p<0.001)。

また、ニコチン投与後時間依存的に有意に  $^3$ H-nicotine 量が増加したが(p<0.001)、刺激中断により有意な減少が認められた(p<0.001)。

#### <考察>

HGF および PDL cells は、ニコチン刺激により細胞質内に空胞様構造物が生じるが、この刺激を除去することにより細胞の増殖能力が回復した。また、刺激に伴い  $^3$ H-nicotine の検出が増加したことから、細胞内または細胞表面にニコチンが取り込まれることが示唆された。さらに、刺激をしないものに比べて増殖能力は劣っていたが、刺激中断後の TGF- $\beta$ 1 の増加がみとめられたことから、喫煙は歯周組織細胞に形態的な変化を引き起こす一方、喫煙を中止することにより歯周組織細胞が再活性化するものの、その能力は健常組織に劣ることが示唆された。

この研究は、文部賞科学研究費助成金：基盤研究C、課題番号：20592437の助成を受けて行われた。

外部協力者：日本歯科大学附属病院歯科麻酔・全身管理科 石垣佳希

酸化亜鉛ユージノール系シーラーのレジン重合に及ぼす影響

—根管象牙質に対する支台築造レジンの接着性解析—

神奈川県立歯科大学 口腔治療学講座 歯内療法学分野<sup>1)</sup>

神奈川県立歯科大学 口腔治療学講座 保存修復学分野<sup>2)</sup>

日本歯科薬品株式会社<sup>3)</sup>

○鈴木二郎<sup>1)</sup>, 岡田周策<sup>2)</sup>, 横田兼欣<sup>3)</sup>, 常川勝由<sup>3)</sup>, 寺中敏夫<sup>2)</sup>, 石井信之<sup>1)</sup>

Effect of Zinc Oxide-Eugenol Sealers on Polymerization of Resin materials

—Bond Strength of Resin Post Foundation System to Root Canal Dentin—

Department of Oral Medicine, Division of Endodontics, Kanagawa Dental College<sup>1)</sup>

Department of Oral Medicine, Division of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental College<sup>2)</sup>

Nippon Shika Yakuhin Co., Ltd. <sup>3)</sup>

○SUZUKI Jiro<sup>1)</sup>, OKADA Shusaku<sup>2)</sup>, YOKOTA Kazuyoshi<sup>3)</sup>, TSUNEKAWA Masayoshi<sup>3)</sup>,

TERANAKA Toshio<sup>2)</sup>, TANI-ISHII Nobuyuki<sup>1)</sup>

【研究目的】

前回の第131回本学会において、十分に硬化した酸化亜鉛ユージノール系(ZOE)シーラーにデュアルキュア型コア用レジンと直接接触させて重合すると、化学重合は阻害を受けるが、光重合では重合阻害がほとんど認められないことを報告した。本研究では、臨床条件を加味して歯面への接着処理を行うと共に、ZOEシーラーが臨床上の実用強度まで硬化したのち、レジンと接触硬化させた際の表面硬度への影響と、ZOEシーラーで根管充填した根管象牙質に対するコア用レジンの接着性解析を目的とした。

【材料および方法】

ZOEシーラーとしてチャンネルス(昭和薬品化工)、ニシカチャンネルシーラー・ノーマルタイプ(GS-EN, 日本歯科薬品)およびニシカチャンネルシーラー・クイックタイプ(GS-EQ, 日本歯科薬品)、対照として非ZOEシーラーのチャンネルスN(昭和薬品化工)を供試した。また、各種レジン製品のうち、接着性レジンセメントのSuper-Bond C&B(サンメディカル)、ResiCem(松風)、コア用レジンのクリアフィルDCコア(クラレメディカル)、UniFil Core EM(GC)を供試した。

1. シーラー接触面のレジン表面硬度

十分に硬化(24時間)および実用強度まで硬化(チャンネルスおよびチャンネルスN 6時間, GS-EN 60分, GS-EQ 10分)させた直径12mm, 厚さ1.5mmのシーラー硬化体を作製した。その後、シーラー硬化体の表面に直径8mm, 厚さ1.5mmのレジン硬化体を指示書の操作に従って作製し、24時間経過後、シーラーと接触していたレジン表面のブリネル硬度を測定。また、デュアルキュア型レジンに十分な照射が行えない状況も再現できるように、以下の条件での硬度測定を行い、対照にはPETフィルムに直接型枠を載せ硬化させた試料を用いた。

- 1) 照射を完全に行わない場合: 歯面処理材およびレジン双方に照射を行わずに硬化
  - 2) 照射を一部行わない場合: 歯面処理材のみ照射, コア用レジンには照射を行わずに硬化
2. 根管象牙質接着性試験(引き抜き試験)

ヒト上顎前歯の歯冠部を切断後、供試シーラーにて根管充填し、24時間後およびシーラーが実用強度まで硬化した直後にポスト用ドリルで深さ6mmのポスト孔を形成、セラミックプライマーを塗布したファイバーポストを指示書に従いコア用レジンで接着した。24時間後、ファイバーポストの引き抜き試験を万能試験機(AGS-500A)を用いてクロスヘッドスピード0.5mm/minにて行った。

【成績】レジン表面硬度測定において、十分に硬化(24時間後)したシーラーとレジンとを接触させた場合、結果に有意差は認められなかったが、シーラーが実用強度まで硬化した直後にレジンと接触させた場合では、チャンネルスに接したコア用レジンの硬さが低下した。また、照射を全くまたは一部行わない場合、ZOEシーラーとコア用レジンの界面に硬化不良が認められた。根管象牙質接着性試験では、シーラーの硬化時間に関わらず、ファイバーポストの引き抜き接着強さに有意差は認められなかった。

【考察および結論】

ZOEシーラーの接着性レジンセメントおよびコア用レジンの重合阻害に及ぼす影響を検討したところ、接着性レジンセメント(Super-Bond C&B, ResiCem)は、ZOEシーラーと接触しても重合阻害はほとんど見受けられなかった。また、コア用レジン(クリアフィルDCコア, UniFil Core EM)では、照射によりZOEシーラーとの接触面まで迅速に硬化した場合、ほとんど重合阻害を受けなかったが、化学重合では影響が認められた。しかしながら、根管象牙質接着性に関しては、ファイバーポスト使用によりZOEシーラーが臨床上の実用強度まで硬化した直後にポスト形成を行った場合でも、接着性に影響を及ぼさないことが判明した。

## 逆根管充填材としての MTA の封鎖性に血液が及ぼす影響

奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野, \*奥羽大学歯学部口腔機能分子生物学講座口腔生化学分野  
山崎信夫, 今井啓全, 木村裕一, 前田豊信\*, 天野義和

### Effect of blood on sealing ability by MTA as a root end filling material

Division of Endodontics, Department of Conservative Dentistry, \*Division of Biochemistry,  
Department of Oral Function and Molecular Biology, Ohu University School of Dentistry  
YAMAZAKI Nobuo, IMAI Hiroaki, KIMURA Yuichi, \*MAEDA Toyonobu, AMANO Yoshikazu

#### 【研究目的】

逆根管充填法は、歯根尖切除後にさらに緊密な根尖部の封鎖を得るために逆根管窩洞を形成して充填を行う方法である。逆根管充填材の封鎖性は、歯根尖切除術の予後を左右する大切な因子である。現在、逆根管充填材として MTA (Mineral Trioxide Aggregate) が広く使用されるようになった。しかし、MTA の封鎖性に及ぼす影響については、まだ十分には解明されていない。そこで、今回、我々は逆根管充填材としての MTA の封鎖性に血液が及ぼす影響について抜去歯を用いて調べた。

#### 【材料と方法】

ヒト抜去歯 54 本を使用した。単根で湾曲がほとんどない、歯根部分に齶蝕がなく、根完成歯を選択基準として用いた。被験歯はすべて歯頸部で切断し、歯根部分の根管は根尖から 1 mm アンダーで #50 まで拡大した。拡大途中は 5.25% 次亜塩素酸ナトリウムで頻りに洗浄した。根管を乾燥後、側方加圧法で根管充填を施行した。根充後、すべての面をマニキュアでコーティングし、根尖から 3 mm を歯軸に対して垂直にバーで切断した。切断面から超音波装置を用いて 3 mm の深さまで逆根管窩洞を形成した。試料は無作為に 9 本ずつの 6 グループに分けた。グループ 1 は窩洞内をエアースリンジで完全に乾燥させ、コントロールとして使用した。グループ 2 は生食で洗浄してから綿球で拭き取った。グループ 3 はボスミンで洗浄してから綿球で拭き取った。グループ 4 は根尖切断部分をウマ血液に 1 分間、浸漬した後、綿球で拭き取った。グループ 5 は根尖切断部分をウマ血液に 1 分間、浸漬し、ボスミンで洗浄後、綿球で拭き取った。グループ 6 は 15% EDTA (pH7.2) で洗浄し、綿球で拭き取った。MTA はメーカーの指示に従って粉末 1 g に対して 0.35 mL の蒸留水を加えて混和して使用した。MTA を逆根管窩洞に充填して 5 分間室温 (25°C) に放置した。5 分後、0.1% ローダミン B 溶液に 37°C で 1 週間浸漬した。浸漬期間中は溶液中に試料が十分に浸漬できるようにした。試料は歯軸に沿って縦断し、根尖切断面からの色素の侵入度を実体顕微鏡下にて測定した。測定値は平均±標準偏差で表し、統計処理は 2 群間では Mann-Whitney' s U 検定を、6 群間では Kruskal-Wallis 検定を用いて危険率 5% で有意差を判定した。

#### 【結果】

グループ 1 の結果は  $1.11 \pm 0.58$  mm で、グループ 2 は  $2.06 \pm 0.79$  mm で、グループ 3 は  $1.77 \pm 0.55$  mm で、グループ 4 は  $2.13 \pm 0.40$  mm で、グループ 5 は  $1.90 \pm 0.69$  mm で、グループ 6 は  $2.12 \pm 0.67$  mm であった。グループ 1 (コントロール) と比較すると他のグループはすべて有意差となったが、グループ 2 と比較するとグループ 3 から 6 では有意差はなかった。

#### 【考察と結論】

逆根管充填用材料として、現在までにいろいろな材料が応用されてきたが、それぞれの材料には一長一短があり、十分に満足すべき材料がなかったといえる。しかし、最近、MTA が報告されて以来、徐々に広く使用されるようになったが、MTA の封鎖性に関してはまだ十分には解明されているとはいえない。本研究の結果から、完全に乾燥した状態ではなく多少湿った状態ですべて MTA の封鎖性が低下した。特に、逆根管窩洞が血液に汚染されても短時間 (1 分以内) なら生食で湿った状態と同程度であった。逆根管窩洞は完全に乾燥した状態が MTA による封鎖性が良かったことから、臨床では逆根管窩洞内をいかに完全な乾燥状態にして充填するか工夫する必要がある。

## アテロコラーゲンを足場とした脱分化脂肪細胞の応用

日本歯科大学新潟生命歯学部歯周病学講座  
菅原淳道 佐藤 聡

### Application of Dedifferentiated Fat Cells to Aterocollagen as a scaffold

Department of Periodontology, School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University  
Atsunori Sugawara, Soh Sato

#### 【研究目的】

近年、歯周組織再生を目的とし、幹細胞を応用した研究が数多くなされている。しかし、幹細胞は組織中に含まれる割合がごくわずかであること、また他細胞群の混入なしに単離するのが困難であることなどの問題点も指摘されている。

一方、Matsumoto らは、脂肪細胞より成熟脂肪細胞を単離、培養し脱分化することで幹細胞と同等の分化能をもった脱分化脂肪細胞 (Dedifferentiated Fat Cell : DFAT) を得る方法を確立している。

歯周組織再生は、Tissue Engineering を応用したものであり、細胞のみでは組織再生は成し得ない。よって、我々は、DFAT に足場を応用するため、Kakudo らによって成果が報告されているアテロコラーゲンを、足場として応用した際の有用性を評価することを目的とし研究を行った。

#### 【材料および方法】

##### 材料

DFAT 採取は、SD 系 GFP 雄性ラット (8 週齢) を使用し、足場は、アテロコラーゲンハニカムディスク (KOKEN) を使用した。

##### 方法

- 1) **DFAT の調製** DFAT の調製は、Matsumoto らの方法に従い SD 系 GFP ラットから皮下脂肪組織を採取し調製した。
- 2) **アテロコラーゲンに対する DFAT の付着の観察** 足場への DFAT の付着は、GFP ラット由来 DFAT をアテロコラーゲン上で培養し、DFAT の付着を共焦点レーザー顕微鏡 LSM710 (Carl Zeiss) を用いて観察した。
- 3) **アテロコラーゲンを使用した 3 次元培養における細胞数の判定** 細胞数の判定は、96 ウェルプレートを使用し、各ウェルに  $5.0 \times 10^3$  cell/well の割合で細胞を播種し、単層培養およびアテロコラーゲンを使用した 3 次元培養にて培養した DFAT を、countess (invitrogen) を用いて細胞数の測定を行い、各群の細胞増殖について比較検討した。
- 4) **3 次元培養下での分化誘導の評価** 3 次元培養下における分化誘導の評価は、アテロコラーゲン上で細胞を培養し、脂肪細胞誘導培地と骨芽細胞誘導培地にてそれぞれ分化誘導を行い、脂肪細胞への分化を oil red O 染色、骨芽細胞への分化誘導を Alizarin 染色にて染色し、アテロコラーゲン上での分化能を評価した。

#### 【成績】

- 1) SD 系 GFP ラットの成熟脂肪細胞から線維芽細胞様の DFAT を得ることができた。
- 2) 共焦点レーザー顕微鏡によりアテロコラーゲン上への DFAT の付着が確認された。
- 3) アテロコラーゲンを用いて 3 次元培養を行った場合の細胞数は、単層培養時の細胞数と比較し高い細胞数の増加が認められた。
- 4) 脂肪細胞誘導培地にて培養した DFAT は、oil red O 染色にて陽性を認め、骨芽細胞誘導培地にて培養した DFAT は、Alizarin 染色にて陽性を認めた。

#### 【考察】

Matsumoto らの方法に従い調製した DFAT は、アテロコラーゲンへの付着、さらに 3 次元培養での細胞増殖と、多分化能も確認され足場として正常な機能を有していることが考えられる。

#### 【結論】

アテロコラーゲンへの脱分化脂肪細胞の応用は有効であることが示唆された。

## 酪酸は骨芽細胞の COX-1 および COX-2 発現増加を介して PGE<sub>2</sub> 産生を促進する

日本大学歯学部衛生学教室<sup>1)</sup>, 日本大学歯学部総合歯学研究所機能形態部門<sup>2)</sup>, 川口歯科診療所<sup>3)</sup>  
飯田隆文<sup>1)</sup>, 川戸貴行<sup>1,2)</sup>, 田中秀樹<sup>1)</sup>, 上遠野(谷)朋子<sup>1)</sup>, 桑原亜貴子<sup>1)</sup>,  
田邊奈津子<sup>1,2)</sup>, 川口隆彦<sup>3)</sup>, 前野正夫<sup>1,2)</sup>

### Butyric acid induces PGE<sub>2</sub> production by increasing the expression of COX-1 and COX-2 in osteoblasts.

Department of Oral Health Sciences, Nihon University School of Dentistry<sup>1)</sup>,  
Division of Functional Morphology, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry<sup>2)</sup>  
Kawaguchi Dental Clinic<sup>3)</sup>  
Takafumi Iida<sup>1)</sup>, Takayuki Kawato<sup>1,2)</sup>, Hideki Tanaka<sup>1)</sup>, Tomoko Katono-Tani<sup>1)</sup>, Akiko Kuwabara<sup>1)</sup>,  
Natsuko Tanabe<sup>1,2)</sup>, Takahiko Kawaguchi<sup>3)</sup>, Masao Maeno<sup>1,2)</sup>

#### 目的:

酪酸, 酢酸およびプロピオン酸などの短鎖脂肪酸は, 歯肉縁下プラークに棲息する嫌気性歯周病原菌の代謝産物として菌体外に放出される。中でも酪酸は, 進行した歯周ポケット内で高濃度に検出され, 炎症時の歯周組織での免疫応答に深く関与している。一方, 歯肉組織下の歯槽骨は, 骨芽細胞と破骨細胞によって骨代謝が行われており, 炎症時にこれらの細胞が産生する PGE<sub>2</sub> は, その代謝を調節する重要な因子の一つであることが知られている。

本研究では, 歯周ポケット深部の酪酸の一部は歯肉上皮細胞を浸透し, 歯槽骨の骨芽細胞に直接作用するのではな  
いかと考え, 酪酸が骨芽細胞の COX および PG 受容体 (EP1-4) 発現と PGE<sub>2</sub> 産生に及ぼす影響について検討した。さら  
に, 骨芽細胞による I 型コラーゲンとオステオポンチン (OPN) 発現についても調べ, 酪酸が骨芽細胞の骨基質タンパ  
ク発現に及ぼす影響およびこのプロセスにおける PGE<sub>2</sub> の関与についても併せて検討した。

#### 材料および方法:

本研究には, ラット骨肉腫由来の株化骨芽細胞 (ROS17/2.8) を用いた。細胞の培養には 10%ウシ胎児血清と 1% ペニ  
シリンーストレプトマイシン溶液を含む  $\alpha$ -MEM 培地を用いた。細胞を刺激する際の酪酸ナトリウム濃度は, 0, 10<sup>-5</sup>M,  
10<sup>-4</sup>M および 10<sup>-3</sup>M とした。また, 0.5  $\mu$ M の indomethacin を COX 阻害剤として用いた。細胞増殖は cell counting kit  
を用いて細胞数を算定して求めた。COX-1, COX-2, EP1-4, I 型コラーゲンおよび OPN の遺伝子発現は real-time PCR  
法で調べた。培養上清中の PGE<sub>2</sub> 量は ELISA 法で調べた。

#### 結果および考察:

細胞増殖には, 酪酸添加による顕著な影響は認められなかった。COX-1 および COX-2 発現と PGE<sub>2</sub> 産生は酪酸添加で増  
加したが, 酪酸と indomethacin との同時添加ではコントロールレベルにとどまった。これらの結果から, 酪酸は COX-1  
および COX-2 発現増加を介して, 骨芽細胞による PGE<sub>2</sub> 産生を増加させることが示唆された。EP2 発現は酪酸添加によ  
って増加したが, EP1 発現にはその影響は認められなかった。なお, EP3 および EP4 発現は検出されなかった。I 型コ  
ラーゲンと OPN 発現は, 酪酸添加で増加した。酪酸と indomethacin との同時添加では, 酪酸刺激による I 型コラーゲ  
ン発現増加の 50%程度を抑制したが, 酪酸刺激による OPN 発現増加には同時添加の影響は認められなかった。

#### 結論:

酪酸は, 骨芽細胞の COX-1 および COX-2 発現増加によって PGE<sub>2</sub> 産生を誘導すること, また, 酪酸によって誘導された  
PGE<sub>2</sub> は EP1 または EP2 受容体を介して骨芽細胞に autocrine に作用し, I 型コラーゲン発現増加に関与する可能性が示  
唆された。



## 歯根膜から得た上皮細胞と線維芽細胞を用いた三次元培養の keratinization に関する免疫組織学的観察

- 1) 日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第1講座  
2) 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  
○ 北島佳代子<sup>1)</sup>、松田浩一郎<sup>2)</sup>、山田理絵<sup>2)</sup>、新井恭子<sup>1)</sup>、五十嵐 勝<sup>1)</sup>

### Immunohistochemical study of keratinization in three dimensional culture using epithelial cells and fibroblasts derived from PDL

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

○ KITAJIMA Kayoko<sup>1)</sup>, MATSUDA Koichiro<sup>2)</sup>, YAMADA Rie<sup>2)</sup>, ARAI Kyoko<sup>1)</sup>, and IGARASHI Masaru<sup>1)</sup>

#### 【緒言】

抜去歯の歯根膜組織を剔削採取して初代培養を行うと歯根膜組織由来の線維芽細胞と上皮系細胞を得ることができる。その線維芽細胞を組織親和性の高いコラーゲンゲルに浮遊させ、上面に上皮細胞を播種して気相培養を行うと三次元再構成組織を培養できる(3DC)。当教室では、第111回本大会において、皮膚と歯肉の上皮細胞と線維芽細胞を用いた三次元再構成培養を行い、上皮角化細胞の正常組織に類似した分化について報告した。第116回本大会では歯根膜から得られた線維芽細胞と上皮細胞を用いた培養組織の経時的変化を組織学的に観察し上皮細胞の剥離状態を報告し、第131回本大会では、ブタ乳歯歯根膜由来の線維芽細胞と上皮細胞を用いた三次元培養によって再構成された上皮細胞層の組織化学的観察を行った。その結果、歯根膜組織内の上皮細胞は、歯肉上皮の形成過程における細胞分化や角化様式とは異なる性質を示す可能性を示唆した。今回われわれは、歯根膜から得られた細胞を用いた3DCの再構成上皮細胞層に各種染色を施し、keratinizationに関する免疫組織学的観察を行ったので報告する。

#### 【実験材料および方法】

生後約6か月のブタ下顎骨から第1、第2乳臼歯を抜去し、4℃のFAD(DMEMとHam'sF12の3:1混合液、penicillin 100units/ml、streptomycin 100μg/ml、hydrocortisone 400ng/ml、Epithelial Growth Factor 10ng/ml、cholera toxin 8.4ng/ml、bovine insulin 5μg/ml、adenin 18.2μg/ml、FBS10%(V/V)含有)中に投入保存した。ついで4℃PBS(Penicillin 200units/ml、Streptomycin 200μg/ml、Amphotericin B 5μg/ml含有)で15分ずつ3回洗浄を行った後、実体顕微鏡下で歯根中央1/3の歯根膜を剔削採取し、37℃、CO<sub>2</sub>下で初代培養を行った。その際、線維芽細胞培養にはDMEM(DMEMに10%(V/V)FBS添加)、上皮細胞にはFADを使用し、Mitomycin処理3T3細胞(ATCC#CCL92)をfeeder layerとして同時に播種した。コラーゲンゲル内培養には4～5継代の線維芽細胞を用い、コラーゲン液にDMEMを添加後1N-NaOHで中和し、10%(V/V)FBSと線維芽細胞0.3X10<sup>5</sup>/mlを加えた。37℃、CO<sub>2</sub>下で20分間インキュベートし、2～3継代の上皮細胞を0.8X10<sup>5</sup>/mlでゲル表面に播種した。コラーゲンゲルをナイロンメッシュに移し、表面を空気に暴露したair-medium interface(気相)で培養を継続し、1、2週時に標本を取り出してOCTコンパウンドで凍結包埋し凍結切片を作製するとともに、中性ホルマリン浸漬固定を行い厚さ6μmの連続パラフィン切片を作製した。標本は一般染色としてHE重染色、Azan染色のほか、PANCK、CK19、E-Cadherin、Involucrin、Vimentin等に対する免疫染色を行い顕微鏡にて観察した。

#### 【結果と考察】

歯根膜由来の上皮細胞播種を行ったコラーゲンゲルでは、初期には数層の上皮からなる厚みを持った上皮層が観察されたが、厚い角化上皮を伴う重層扁平上皮様構造はみられず、皮膚や歯肉の上皮細胞と線維芽細胞を用いた三次元再構成培養でみられたような上皮角化細胞の正常組織に類似した分化は観察されなかった。歯肉上皮で観察されたPANCKやCK19に対する反応は、コラーゲンゲル上の上皮細胞層ではわずかにみられたが、次第に上皮細胞が散在する様相を呈した。これは、歯根膜組織由来の上皮細胞を用いた3DCでは、厚い角化上皮を伴う重層扁平上皮から成る皮膚や歯肉上皮の細胞分化様式とは異なり、角化傾向が弱く、上皮は剥離しやすいことが示され、歯根膜嚢胞壁にみられる反応に類似していると考えられる。

#### 【結論】

歯根膜由来上皮細胞を用いた3DC組織は、経時的に細胞の分散が生じ、角化傾向が弱く、歯肉上皮とは異なる性状を持つことが示された。

## EMD 由来合成ペプチドのヒト歯肉上皮細胞に及ぼす影響から考える至適濃度

<sup>1</sup>大阪歯科大学 歯周病学講座, <sup>2</sup>大阪歯科大学 口腔病理学講座  
○田口洋一郎<sup>1</sup>, 安井菜津希<sup>1</sup>, 富永和也<sup>2</sup>, 寺田昌一郎<sup>1</sup>, 田中昭男<sup>2</sup>, 上田雅俊<sup>1</sup>

Effect of oligopeptide derived from enamel matrix derivative  
in human gingival epithelial cells from the viewpoint of wound healing response.  
Osaka Dental University, <sup>1</sup>Department of Periodontology, <sup>2</sup>Oral Pathology  
○Yoichiro Taguchi<sup>1</sup>, Natsuki Yasui<sup>1</sup>, Kazuya Tominaga<sup>2</sup>, Shoichiro Terada<sup>1</sup>, Akio Tanaka<sup>2</sup>, Masatoshi Ueda<sup>1</sup>

### 【目的】

幼若ブタの歯胚から抽出されたエムドゲイン® (以下, EMD と略す) は, 歯槽骨吸収の著しい歯周炎患者の歯周組織再生, とくにセメント質を誘導し歯周組織の再生を促す薬剤として現在広く臨床応用されている。しかし, 現在市場に流通している EMD は生物由来材料のため, 未知の病原体の問題点を払拭できず患者からの拒否感があるのも事実であり, 生物に由来しない合成ペプチドの開発が望まれている。

今回, EMD の基礎研究から得た成果 (*J Periodontol* 2005;76:1934-1941) をもとに作製した新規合成ペプチドに対する影響について, 創傷治癒過程における重要な歯周組織構成細胞であるヒト歯肉上皮細胞に及ぼす影響について, 至適濃度の策定という観点から検討した。

### 【材料と方法】

ヒト歯肉上皮細胞は, 歯周外科時に採取された歯肉から樹立された epi4 と命名されたヒト歯肉上皮細胞株 (大阪大学村上伸也教授から供与) を, 実験に使用した。新規合成ペプチドのヒト歯肉上皮細胞に対する影響は, 細胞増殖, 細胞接着および細胞遊走について検討した。

供与されたヒト歯肉上皮細胞を KURABO 社製 Humedia-KG2 培地を用いて継代培養し実験に供した。合成ペプチドを 20, 100, 500 ng/mL の各濃度で培地に溶解させヒト歯肉上皮細胞に応用した。合成ペプチドを含まない培地で培養した群を対照群とした。細胞増殖に関しては, 96well プレートに  $4 \times 10^4$  個/mL ずつ播種し 1, 3, 24, 72 時間培養し, Promega 社製 CellTiter-Blue™ Cell Viability Assay kit を用いて測定した。細胞接着に関しては, 96well プレートに  $20 \times 10^4$  個/mL ずつ播種し 1 時間後の細胞接着を Invitrogen 社製 PicoGreen® dsDNA Quantitation Assay Reagent Kit を用いて測定した。細胞遊走に関しては Boyden chamber 法を改良して行った。すなわち, 細胞を Molecular Probes 社製 Calcein<sup>AM</sup> にて染色し Beckton Dickson 社製 FALCON™ Fluoroblok Insert System を用いて, 1, 4, 8 時間後の細胞遊走を測定した。

### 【結果】

細胞増殖および細胞接着に関しては, 刺激時間に応じて全ての濃度刺激群と対照群において増殖反応を示したが, 刺激時間にかかわらず 100 ng/mL 濃度の刺激群において他の濃度刺激群および対照群に比べて有意に低かった。

逆に細胞遊走に関しては, 全ての刺激時間で 100 ng/mL 濃度の刺激群において他の濃度刺激群および対照群に比べて有意に高かった。

### 【考察】

これらの結果から, EMD 由来の合成ペプチドに対するヒト歯肉上皮細胞の細胞増殖, 細胞接着および細胞遊走は濃度依存的に比例しているわけではなく, 至適濃度が存在するということが示唆された。歯周組織再生の過程の中で, 上皮細胞の下方増殖抑制と術後の創傷治癒反応の促進という観点から至適濃度の策定は必要であり, 他の歯周組織構成細胞の細胞増殖, 細胞接着および細胞遊走についても検討し比較する必要があると考えられる。

## 細胞遊走に及ぼすエムドゲインの影響

大阪歯科大学 1)生化学講座 2)歯科保存学講座 3)口腔治療学講座  
合田 征司<sup>1</sup>, 竹内 摂<sup>2</sup>, 保尾 謙三<sup>2</sup>, 吉川 一志<sup>2</sup>, 加藤 侑<sup>3</sup>, 林 宏行<sup>3</sup>, 山本 一世<sup>2</sup>, 池尾 隆<sup>1</sup>

### Effect of Emdogain on Wound healing

Dept. of 1)Biochemistry 2)Operativedentistry 3)Endodontics Osaka Dental Univ.  
GODA Seiji<sup>1</sup>, TAKEUCHI Osamu<sup>2</sup>, YASUO Kenzo, YOSHIKAWA Kazushi<sup>2</sup>, KATO Yuu<sup>3</sup>,  
HAYASHI Hiroyuki<sup>3</sup>, YAMAMOTO Kazuyo<sup>2</sup>, IKEO Takashi<sup>1</sup>.

#### 【目的】

エムドゲインは歯周組織再生治療に用いられ、セメント質だけでなく歯槽骨が再生される症例が多く報告されている。In vivo の研究においてもエムドゲインは骨芽細胞を活性化し、骨形成の指標であるアルカリフォスファターゼ、オステオカルシン、I 型コラーゲンなどの発現を増加させ、骨の再生を促進することが報告されている。CXCL12 などのケモカインに活性化された phosphatidylinositol 3-kinase (PI 3-K)は、インテグリンを活性化させ細胞遊走に重要な役割を果たすことが知られている。しかしながらエムドゲイン刺激における骨芽細胞については殆ど明らかにされていない。今回、我々は骨芽細胞様細胞である MG-63 を用いてエムドゲインの細胞遊走能について検討し、さらに PI3-K 阻害剤である Wortmannin や LY294002 の影響についても検討した。

#### 【実験方法】

Wound healing assay

24-well プレートに骨芽細胞様細胞 MG-63 細胞を  $5 \times 10^4$  cells/well 播種し 48 時間培養した。コンフルエントに達した細胞層を P-1000 のピペットチップを用いてスクレイピングし、PBS (-) で 2 回洗浄し剥離した細胞を除去した。阻害剤 (LY294002, Wortmaninn) を添加した DMEM (2 %FBS) を加え 24 時間経過時の wound closure の状態を位相差顕微鏡で観察した。

Western Blotting

24-well plate に  $5 \times 10^5$  cell/well になるよう細胞を播種し、24 時間培養後 PBS (-) で洗浄した後、エムドゲイン (DMEM 2%FBS) を加えそれぞれの条件下にて刺激を行った。Sample buffer を加えて、99°C で 3 分間ボイルした。等量の sample を 8%SDS-PAGE に供し、PVDF メンブレンに転写した。PVDF メンブレンにリン酸化特異的 1 次抗体、HRP 標識 2 次抗体を反応させた後 ECL 法用いて X 線フィルムに感光させ現像した。同一のメンブレン Stripping solutions で処理し、タンパク質を検出するために 1 次抗体を用いて同様に検出した。

#### 【結果】

エムドゲインによる刺激は MG-63 細胞の細胞遊走能を濃度依存性増強した。

エムドゲイン刺激により PI 3-K の下流である AKT が経時的に活性化した。

Wortmannin や LY294002 によりエムドゲイン刺激による AKT のリン酸は抑制された。

Wortmannin や LY294002 は、エムドゲイン刺激により増強した遊走能を抑制した。

#### 【考察】

今回の結果からエムドゲインは、MG-63 細胞を活性化させて細胞遊走を増強した。

その細胞遊走能は、PI3-K 阻害剤 Wortmannin や LY294002 により阻害された。

またエムドゲインは AKT を活性化したことから、エムドゲインによる骨芽細胞の遊走は PI3-K に依存する可能性が示唆された。

## 臼歯部用コンポジットレジンの積層法の色について

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存修復学分野

○逸見恵里 小澤有美 安永慎 山田晶子 石原祥世 片山直

### Colorimetric Study of Layering technique for Posterior Composite Resin

Department of Restorative and Biomaterials Sciences Division of Operative Dentistry

Meikai University School of Dentistry

○Eri Hemmi Yumi ozawa Makoto Yasunaga Akiko Yamada Sachiyo ishihara Tadashi Katayama

【緒言】 光重合型コンポジットレジンとは、材料学的性質が向上したため臼歯部においてもコンポジットレジンが多用されるようになってきている。コンポジットレジンとは半透明性な材料の特徴を有しているため、それらを使用した修復は、着色象牙質の窩洞の深さ、窩底、窩壁の色調に影響を受け、コンポジットレジンの色を再現している。また、審美的な修復を求めることが高い現在の治療では、臼歯部で色調を天然歯に近似させるため様々なシェードを組み合わせて積層にて修復されている。しかし、積層による色調の再現性は、材料であるフィラー、マトリックスの構成成分の特徴や治療する術者により異なるため、複雑かつ色調再現性が困難であるのが現状である。そのため今回、着色象牙質の明度を考慮し、臼歯部用コンポジットレジンを使用して積層した時の色調の違いについて検討を行った。

【材料および方法】 材料は、トクヤマデンタル社のエステライト P クイックの A1 シェード、A2 シェード、A3 シェード (以下 PA1、PA2、PA3) とエステライトハイフローの A1 シェード、A2 シェード、A3 シェード、OPA2 シェード (以下 A1、A2、A3、OA2) を使用した。試料は内径 8 mm のプラスチックリングに填入し、上下面をセルロイドストリップスおよびガラスライドで圧接して、ハロゲンランプ重合器 (Astral) にて 20 秒間照射し光重合させ、24 時間後耐水研磨紙 (BUEHLER) #600、#800、#1200 の順に、試料 A1、A2、A3、OA2 は 0.5 mm に、試料 PA1、PA2、PA3 は、1.5mm と 2.0mm の厚さになるように両面研磨を行い、試料を各 5 個製作した。試料の背景に白色板 (W)、黒色板 (B) と着色象牙質の明度を想定した無光沢水性顔料画用紙の  $L^*$ =15、45、55、65、75 (以下 15、45、55、65、75、村上技術研究所、東京) を用いて、非接触式分光測色器 Spectra Scan PR650 (Photo Research, USA) にて D65 光源、照度 1000lx、45 度照明-0 度受光の条件下で製作した試料を JIS Z8722 に準拠し、はじめに試料 PA1、PA2、PA3 の厚さ 2.0mm を測色した。次に試料を下地に 0.5mm の試料 A1、A2、A3、OA2、上地に 1.5mm の PA1、PA2、PA3 を積層させ、PA1-A1、PA1-A2、PA1-A3、PA1-OA2、PA2-A1、PA2-A2、PA2-A3、PA2-OA2、PA3-A1、PA3-A2、PA3-A3、PA3-OA2 と組み合わせ、Refractive Index Liquid 1.50 溶液 (以下、介在液 1.50) を各ディスク間にそれぞれ介在し重ね、積層の色を各 3 回ずつ測色した。その後、得られた値から CIELAB 値にて、 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  を求め、 $C^*ab$ 、Hue 値を算出し比較検討を行った。

【結果および考察】 背景色 15、45、55、65、75 と  $L^*$  値が高くなると単層、積層の試料共に PA3、PA2、PA1 の順に  $L^*$  値が増加し、65-75 の範囲を示した。 $C^*ab$  値は、シェードにより異なり、PA1 が最も低く、PA2、PA3 の順に単層、積層の試料共に値の増加を示し、14-27 の範囲を示した。しかし積層での  $L^*$  値は、下地の試料のシェード A1、A2、A3、OA2 の  $L^*$  値が反映され、下地試料 OA2 の積層試料が最も高い  $L^*$  値を示し、厚さ 2.0mm の単層の試料よりも高い値を示した。 $C^*ab$  値では、下地試料のシェード OA2、A1、A2、A3 の順に増加傾向を示し、下地試料 A1、A2、A3 の積層試料は、厚さ 2.0mm の単層の試料の  $C^*ab$  値より高い値を示した。Hue 値は、背景色 15、45、55、65、75 と  $L^*$  値が高くなると単層、積層の試料共に値の減少を示し、1.3-1.6 の範囲を示し、単層と積層との違いでの有意差を認めることは無かった。(p<0.05)

下地 OA2 の積層の試料では、どの試料の組み合わせより  $L^*$  値の増加を示したため明度の増加を期待できる反面、彩度を低下させる傾向があると考えられた。A1、A2、A3 シェードの組み合わせでは彩度の増加の傾向が考えられた。しかし色相に有意差を認めることが無かったことから、下地試料の厚さ 0.5mm で積層することは、シェードにより異なるが、色相を変化させずに明度、彩度の増減のみを変化させることが可能であることが示唆された。

【結論】 臼歯部用コンポジットレジン積層方法の色の違いについて、下地厚さ 0.5mm では  $L^*$  値  $C^*ab$  値の増減を示したが、Hue 値では変化を示すことは無かった

新規レジンの積層における各種条件での色

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存修復学分野  
奥岡 徹、石原祥世、岩坂憲助、中村英世、市村 葉、片山 直

**Color of Resin Used Layering Techniques Under Different Conditions**  
Department of Restorative and Biomaterials Sciences Meikai University School of Dentistry  
Tohru Okuoka, Sachiyo Ishihara, Kensuke Iwasaka, Hanayo nakamura, You Ichimura, Tadashi Katayama

**【緒言】** 近年患者の審美的要求は高まり、コンポジットレジンを用いた審美修復の処置が増えている。前歯部のみならず、臼歯部レジン修復も盛んに行われており、臼歯部コンポジットレジン修復における審美性も問われている。最近、回審美性と高い物性を持った前歯部、臼歯部の両方に対応する新しい低重合縮合型コンポジットレジン Kalore® (GC) が発売された。そこで今回、このコンポジットレジンの色について検討を行ったので報告する。

**【材料及び方法】** 本実験の試料として Kalore® (GC) A3.5 と (Natural Translucent) 以下 NT の 2 色を用いた。試料は内径 8mm のプラスチックチックリングに填入し、上下面をセルロイドストリップとガラススライドで圧接して、ハロゲンランプ重合器 (Astral) にて 20 秒間光重合を行い、耐水研磨紙 (BUEHLER) で 24 時間後 #400、#600、#800、#1200 の順に 1mm、0.5mm の厚さになるようにし、以下の組合せの試料を各 5 個作製した。

① NT 単層 1mm 両面研磨試料 ② A3.5 単層 1mm 両面研磨試料 ③ A3.5 0.5mm + NT 0.5mm A3.5 の非研磨面上に NT を積層、光硬化後研磨した試料 ④ A3.5 0.5mm + NT 0.5mm 両面研磨した A3.5 の上に両面研磨した NT を Refractive Index Liquids 1.5 を介在させてのせた試料 ⑤ A3.5 0.5mm + NT 0.5mm 両面研磨した A3.5 の上にセラミックプライマー® 塗布乾燥後 NT を填入光硬化させ、NT 面を研磨した試料

測色方法は、試料の背景に白色板 (W)、黒色板 (B) を用いて非接触式分光測色器 Spectra Scan PR650 (Photo Research, USA) にて D65 光源、照度 1000lx、45 度照明 - 0 度受光の条件下で各試料を 5 回ずつ測色し、得られた明度 (L\*値)、色相 (C\*ab) から、その色の違いを検討した。

**【結果及び考察】** 測色結果は、白背景上 L\*値 ①93.1-94.0 ②86.7-87.4 ③88.5-90.0 ④88.8-89.5 ⑤88.5~89.4、白背景上 C\*ab 値 ①9.9-10.2 ②22.8-29.8 ③21.4-21.6 ④20.5-21.4 ⑤20.8-22.1 範囲にあった。さらに、①、②の単層試料をコントロールとし、③④⑤の積層試料の色の違いを比較検討するためにそれぞれの色差  $\Delta E^*ab$  を算出した。黒色背景での①との  $\Delta E$  が③、④、⑤とのすべてにおいて最大となった。また、黒色背景上に置いたコントロールとの色差は白色背景に置いた時と比べ、積層の方法ごとの  $\Delta E$  のちにばらつきが多い傾向にあった。

**【結論】** 低重合縮合型コンポジットレジン Kalore® (GC) の 2 種類の色の試料を、5 つの条件で測色を行い、色の違いを比較した結果、どの条件下でも背景色の影響を受けることがわかった。

## 臨床的見地から見たコンポジットレジンの色変化

医療法人社団 和晃会 松戸ボックスヒル歯科<sup>1)</sup> 日本大学松戸歯学部 う蝕抑制審美治療学講座<sup>2)</sup>  
○鈴木義純<sup>1,2)</sup>、熱田 互<sup>1,2)</sup>、三田 肇<sup>1,2)</sup>、並木泰次<sup>2)</sup>、鈴木英明<sup>2)</sup>、池見宅司<sup>2)</sup>

### The examination of discoloration in resin composite from the clinical point of view

Matsudo Box Hill Dental Clinic<sup>1)</sup>

Department of Dental Caries Control and Aesthetic Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo<sup>2)</sup>

○ Yoshizumi SUZUKI<sup>1,2)</sup>, Wataru ATSUTA<sup>1,2)</sup>, Hajime MITA<sup>1,2)</sup>, Yasuji NAMIKI<sup>2)</sup>, Hideaki SUZUKI<sup>2)</sup> and Takuji IKEMI<sup>2)</sup>

#### 【研究目的】

近年、MI の概念にそったコンポジットレジン (以下、CR) 修復が行われるようになり、深い窩洞では窩底部の歯質を残したまま修復処置を行うことがある。この様な症例では、色再現が困難であるため審美改善を目的としてオパークレジンによる積層充填法が用いられるようになってきた。今日、オパーク単独ではなく、オパーク色の機能を持った OA シリーズ (以下、OA) が各業者から数多く市販されており、背景色が影響する症例に使用されるだけでなく、変色歯に対する審美的処置に期待が持たれている。そこで本研究は OA のより効果的な使用法を臨床的観点から検討した。

#### 【材料および方法】

CR はトクヤマデンタルから市販されているエステライトΣ A2、OA2 (以下、A2、OA2)、エステライトフロークイック A2、OA2 (以下、FA2、FOA2)、エステライトハイフロークイック OPA2 (以下、OPA2) を使用し、この5種類のレジンで高さ 0.5 mm と 1.0 mm の試料を2種類作製した。

測色にはシェードアイ NCC (松風) を使用し、各種 0.5 mm 試料の測色により得られた  $L^* a^* b^*$  値から TP 値を算出した。

白・黒背景の境界に各試料を単色で積み重ねていき、境界が見えなくなるまでの厚みを測定した。この厚みを、各 CR を単色で充填して遮蔽効果を得るための必要最低限な窩洞の深さとした。次に、これらの結果から遮蔽効果が期待できるものを組み合わせて、境界が見えなくなるまでの厚みを測定した。本実験では、これを実際の有髄歯窩洞の CR 積層充填と仮定し、積み上げる高さは 2.0 mm までとした。さらに、厚みが少なく遮蔽効果が得られたいくつかの組み合わせについて、窩洞の深さを 2.0 mm とし、窩底部を黒く塗った抜去歯に填塞後、目視にて評価した。この際、同条件にするために、窩洞にボンディングを塗布せずに填塞し、繰り返し実験が出来るように行った。なお、使用したヒト抜去歯は、患者の了承を得て、本実験に供した。

#### 【成績および考察】

各種 CR の 0.5 mm 試料を測色し、 $L^* a^* b^*$  値より TP 値を算出したところ、OA2 色は A2 色と比較して全体的に低い値を示し、その中でも OPA2 色は最も低かった。また、試料の重ね合わせの結果においても、OPA2 色は目視下において、白・黒背景の境界をより早い段階で遮蔽した。このことより、OPA2 色は今回使用した CR の中で一番背景色の影響を受けにくいことがわかった。次に、窩洞深さを 2.0 mm とした抜去歯への充填において、A2 色は窩底部への遮蔽は不十分であったが、OA 色では十分な遮蔽効果を得ることができた。このことより、今回使用した OA 色による充填において、OPA2 色は特に窩洞の深さが 2.0 mm 以上ある変色を有する症例において有効であると示唆された。

## フロアブルレジンの歯ブラシ摩耗について(第3報)ー表面性状ー

昭和大学歯学部 歯科保存学講座  
○京泉秀明、山田純嗣、鈴木敏光、久光 久

**Toothbrush abrasion of flowable resin(Part3) -Surface properties-**  
Department of Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry  
○KYOIZUMI Hideaki, YAMADA Junji, SUZUKI Toshimitsu and HISAMITSU Hisashi

### 【緒言】

近年、フロアブルレジンは、従来のコンポジットレジンと比較しても物理的性質が向上し、操作性もさらに良くなっている。そして、審美性や操作性および強度などの向上を目的として、フィラーのサイズをナノサイズにし、さらにナノハイブリットにするテクノロジーを取り入れたフロアブルレジンが市販されてきている。第128回および第131回の日本歯科保存学会学術大会において、フロアブルレジンの歯ブラシ摩耗について検討した結果、材料間に大きな差が認められたが、摩耗深さと硬さおよびフィラー含有量との間には強い相関は認められなかったことを報告した。そこで、今回は歯ブラシ摩耗後の表面性状について検討を行った。

### 【材料および方法】

歯ブラシ摩耗試験材料としてフロアブルレジンであるテトリック N-フロー (Ivoclar Vivadent, TNF)、プレミスフロアブル (Kerr, PRF)、MI フロー (ジーシー, MIF)、フィルテック<sup>TM</sup> シューブリーム フロー コンポジットレジン (3M ESPE, FSF)、クリアフィル<sup>®</sup> マジェスティ<sup>®</sup> LV (クラレメディカル, CML)、フローイット ALC (ペントロン コーポレーション, FIA)、ビーナスフロー<sup>®</sup> (ヘレウス クルツァー, VEF)、エステライトフロクイック (トクヤマデンタル, EFQ)、パルフィークエステライト LV ハイフロー (トクヤマデンタル, PLH) の9種類を使用した。比較対象として、コンポジットレジンであるパルフィークエステライトペースト (トクヤマデンタル, PEP) を使用した。

それぞれの材料をステンレスモールドに填塞した後、照射器 キュアマスター (ヨシダ) を使用して60秒間光照射し、3×3×12mmの試料を作製した。試料は相対湿度100%、温度37℃の恒温槽中に1時間放置した後、37℃の蒸留水中に23時間保管し、摩耗試験直前にシリコンカーバイトペーパーを使用し最終的に#1000まで研磨を行った。

摩耗試験は歯ブラシ摩耗試験機 (東京技研) を使用した。歯ブラシはプロスバックスリム (ジーシー) を使用した。摩耗試験は毎分60回で、歯ブラシにかかる垂直荷重は500gfとした。研磨剤は、炭酸カルシウム飽和水溶液を使用した。繰り返し回数は最大50,000回とし、10,000回ごとに研磨剤を新しいものと交換した。試料数は各群10個とした。試験開始前および各回ごとに表面粗さ輪郭形状測定機 (SURFCOM 480A, 東京精密) で摩耗面の表面粗さを測定した。

表面性状の観察は、各材料について、50,000回後の代表的な試料で、白金パラジウム蒸着を行い、電界放出型走査電子顕微鏡 (SEM、日立: S-4700) を使用して行った。

### 【結果および考察】

歯ブラシの繰り返し回数が増加するにしたがい、表面粗さは若干高くなる傾向が認められたが、あまり大きな差は認められなかった。

9種類のフロアブルレジンの中で最大の摩耗深さを示したTNFと最小の摩耗深さを示したCMLのSEM写真を次に示す。TNFはフィラーが抜け落ちたような欠損が多く認められるが、CMLでは、そのような欠損はほとんど認められなかった。

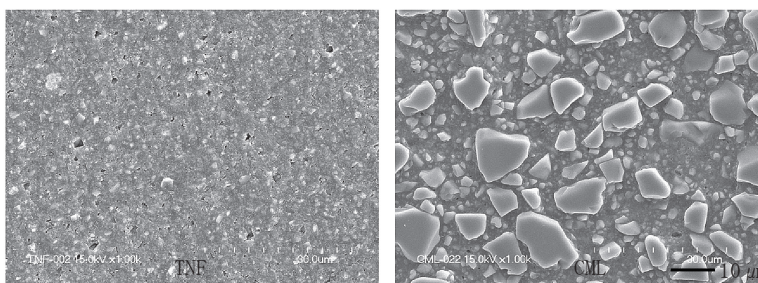


図 歯ブラシ摩耗50,000回後のSEM写真(×1000)

## 生理的磨耗による切縁・咬合面の象牙質露出に関する予備的調査

新潟大学医歯学総合病院歯科総合診療部、\*新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔保健学分野  
石崎裕子、福島正義\*

### Preliminary survey on dentin exposure of incisal edge and occlusal surface by physiological tooth wear.

General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental Hospital  
\*Division of Oral Science for Health Promotion, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences  
ISHIZAKI Hiroko, FUKUSHIMA Masayoshi\*

【研究目的】超高齢社会を迎え、Tooth Wear は象牙質知覚過敏と並び、う蝕と歯周病に次ぐ第三の歯科疾患として注目されている。しかし、Wear の疾病構造は明らかではなく、生理的な Wear と病的な Wear の診断基準について不明な点が多い。本研究の目的は、生理的加齢現象としての咬合面および切縁の磨耗の疫学研究のために、象牙質露出について予備調査することである。

【被験者および方法】平成 20 年 10 月～平成 22 年 1 月に歯科総合診療部および歯の診療室にメンテナンスで来院した下記の条件を満たす患者に研究の趣旨を説明し、同意を得られたボランティア患者 20 名（22～76 歳、男性 12 名、女性 8 名）の以下の資料を収集した。なお、本研究は本学歯学部倫理委員会の承認を得て行なわれた。

<条件>①可撤性義歯を使用していない。②両側臼歯部に天然歯同士の咬合接触がある。③全歯が生理的動揺の範囲内である。④問診にて酸蝕症を疑わせる既往がない。⑤ブラキシズムや顎関節異常の自覚がない。

<資料収集内容>①咬合面および切縁の象牙質露出部の記録（プロトコール作成）②口腔内写真（1 口腔 10 枚）③咬合力測定（デンタルプレスケール 50H タイプ R, FUJIFILM）④歯列模型の作製（寒天アルジネート印象、硬石膏）

採取したデンタルプレスケール資料をオクルーザー（FDP703, FUJIFILM）にて解析し、咬合力（N）、咬合接触面積（mm<sup>2</sup>）を算出した。咬頭被覆修復（アンレー、クラウン）のない歯を観察対象歯とし、各被験者における咬合面または切縁の象牙質露出率および被験者平均 Tooth Wear Index (Fares J, et al: Caries Res 43(2): 119-125, 2009) を算出し、年齢、咬合力、咬合接触面積との間の相関について解析した。

【成績および考察】被験者の現在歯数は 24～30 歯で、そのうち観察対象歯は 16～30 歯であった。象牙質露出の見られた者は 20 名中 18 名であり、象牙質露出の保有率は 90%であった。20 歳・30 歳代ですでに象牙質露出がみられた。

表 観察対象歯の象牙質露出率と被験者平均 Tooth Wear Index

年齢 (歳)	被験者数	歯種別象牙質露出率 (%)			被験者別 象牙質露出率 (%)	被験者平均 Tooth Wear Index	
		前歯	小臼歯	大臼歯		Enamel	Dentin
20～29	4	42	3	10	22 ± 17	2.5 ± 0.6	0.3 ± 0.3
30～39	3	34	22	18	27 ± 43	2.5 ± 0.8	0.5 ± 0.8
40～49	0	-	-	-	-	-	-
50～59	2	82	46	42	60 ± 18	3.7 ± 0.1	1.3 ± 0.2
60～69	5	81	60	52	81 ± 15	3.7 ± 0.2	2.2 ± 0.9
70～79	6	75	29	37	52 ± 24	3.5 ± 0.3	1.1 ± 1.1

象牙質露出は前歯からはじまり、臼歯へと拡大する傾向があると推察された。年齢と象牙質露出率との間で相関が認められた ( $r=0.61$ 、無相関の検定  $p=0.005$ )。また、咬合力は 417～1,641N および咬合接触面積は 11.8～51.9 mm<sup>2</sup>で、いずれも象牙質露出率との間にほとんど相関は認められなかった ( $r=0.18$ ,  $p=0.445$ ) ( $r=0.21$ ,  $p=0.368$ )。Tooth Wear Index による解析でも同様の傾向がみられた。被験者間で差が大きいことから、咬合力や咬合接触面積以外の要因も関連していることが推察された。

【結論】象牙質露出率は年齢とともに増加し、個人差が大きかった。今後、被験者数を増やして検討が必要である。



## 知覚過敏予防におけるブラシ一体型歯根面ケア用歯磨剤の効果

<sup>1)</sup> サンスター株式会社 研究開発部、<sup>2)</sup> 財団法人 サンスター歯科保健振興財団附属千里歯科診療所  
森東 亜希子<sup>1)</sup>、梶原 定江<sup>2)</sup>、鈴木 秀典<sup>2)</sup>

### Effect of dentifrice for root dentin care contained in applicator with brush on hypersensitivity

<sup>1)</sup> R&D Department Sunstar Inc, <sup>2)</sup> Senri Dental Clinic, Sunstar Foundation for Oral Health Promotion  
A Morito<sup>1)</sup>, S Kajiwara<sup>2)</sup>, H Suzuki<sup>2)</sup>

#### [目的]

スケーリング・ルートプレーニングなどの歯周治療では、歯周組織の改善に伴い、歯肉退縮を生じることがしばしばある。露出した歯根面は、他の部位と比較してう蝕や知覚過敏のリスクが高まるため、歯肉退縮を伴った歯周治療後のホームケアにおいては、露出歯根面に対するケアが必要となる。そこで我々は、通常のブラッシングを行った後に、露出歯根面に選択的に塗布することができる、フッ素および硝酸カリウムを配合したブラシ一体型歯根面ケア用歯磨剤を開発した。本研究の目的は、本製剤の知覚過敏軽減効果の評価、および患者における使用感の評価を行うことにある。

#### [方法]

対象は、財団法人サンスター歯科保健振興財団附属千里歯科診療所に通院する、SPT (Supportive Periodontal Therapy) 患者のうち、露出歯根面における冷気刺激への知覚過敏を有する者 21 名とした。試験は二重盲検法とし、5% 硝酸カリウム、905ppm フッ化ナトリウム、0.05% 塩化セチルピリジニウム (CPC) 配合のブラシ一体型歯磨剤 (以下、試験製剤) と、これらの有効成分を配合していないブラシ一体型歯磨剤 (以下、プラセボ製剤) を無作為に割り付けた。1 被験者につき 1~2 部位の被験部位を採択し、試験群 15 部位、プラセボ群 19 部位の被験部位を調査対象とした。ホームケアにおいて 8 週間、1 日朝晩 2 回のブラッシング後に、被験者自らが被験部位に塗布した。本研究では、冷気痛、擦過痛ならびに日常生活における痛みを知覚過敏の指標とし、冷気痛および擦過痛については使用前・使用 4 週目・使用 8 週目に、日常生活における痛みについては使用前・使用 8 週目に、それぞれ 4 段階のスコアで評価した。使用感の評価は、4 週間使用した後に、ブラシ部分、薬剤および全体の使いやすさについてアンケートを用いて調査した。

#### [結果]

試験製剤において、冷気痛は 4 週目および 8 週目で、擦過痛は 8 週目で、それぞれ使用前と比較して統計学的に有意な改善を認めた ( $p < 0.05$ )。プラセボ製剤においては、冷気痛は 4 週目、8 週目ともに使用前と比較して有意な改善を認めなかった。擦過痛は 4 週目で使用前と比較して有意な改善を認めた ( $p < 0.05$ ) もの、8 週目には改善は認められなかった。一方、日常生活における痛みは、試験製剤、プラセボ製剤ともに、使用前と比較して 8 週目で有意な改善を認めた ( $p < 0.05$ )。ブラシ一体型歯磨剤の使用感については、全体的な使いやすさにおいて「非常に使いやすい」と「使いやすい」を合わせた回答は 70.9% であり、概ね使用感は良好であった。具体的な良い点としては、「ブラシが一体になっているので手軽である。」「薬剤をすぐに患部に届けられるので、簡単で便利である。」「香が良い。」などのコメントが挙げられた。その他、ブラシの使いやすさについて「非常に使いやすい」と「使いやすい」を合わせた回答は 66.7%、ブラシが患部に届く感じについて「非常に感じる」と「感じる」を合わせた回答は 66.7%、薬剤が患部へ滞留する感じについて「非常に感じる」と「感じる」を合わせた回答は 20.8%、薬剤の刺激感については「まったく感じない」と「感じない」を合わせた回答は 70.8% であった。

#### [考察および結論]

本製剤は、冷気痛および擦過痛を有意に改善したことから、知覚過敏軽減に有効であることが示された。日常生活における痛みがプラセボ製剤においても有意に改善したが、これは、患部に特別な何かを塗布しているという行為そのものがプラセボ効果を出現させたものと思われる。ブラシや薬剤の使用感は概ね良好であり、歯根面部などの局所を集中的にケアする際には、本製剤のようなブラシ一体型製剤が、有効な薬剤移送ツールとなる可能性が示唆された。一方で患部への薬剤滞留性には課題が残る結果となった。本製剤は、フッ素との相乗効果で象牙質における再石灰化促進や脱灰抑制の効果が期待される還元パラチノースや酸化亜鉛も配合しており、象牙質のう蝕予防効果も期待ができる。以上のことから、本製剤は歯肉退縮後の露出歯根面のホームケアに有効であると思われる。

## 知覚過敏抑制剤の象牙質封鎖性

北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野  
○甕 富美子、伊藤 修一、塚本 尚弘、斎藤 隆史

### Dentinal tubule Occlusion of dentin Hypersensitivity

Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation,  
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido  
○MOTAI Fumiko, ITO Shuichi, TUKAMOTO Naohiro, SAITO Takashi

#### 【目的】

象牙質知覚過敏症は主として象牙細管の開口により細管内液が移動し、その刺激が原因となると言われている。そのため治療には開口した象牙細管を封鎖、閉塞することが有用である。そこで、本実験では、臨床に用いられているシーリング・コーティング材 1 種、象牙質知覚過敏抑制剤 2 種とワンステップ接着材 1 種に関して、象牙質接着強さの評価および、これらを作用させた象牙質表面の SEM 観察を行い比較検討した。

#### 【方法】

本実験では シーリング・コーティング材として、ハイブリッドコート(サンメディカル、以下 HC)、象牙質知覚過敏抑制剤としてシールドフォース(トクヤマ、以下 SF)とクリンプロ XT バーニッシュ(3M、以下 XT)、ワンステップ象牙質接着システムとして、ボンドフォース(トクヤマ、以下 BF)を用いた。

#### 実験 1 微小引張り接着強さの測定

う蝕を有さないヒト新鮮抜去大白歯 8 本を用いた。歯冠部中央を精密低速切断器(Isomet low speed saw, Buehler)を用いて歯軸に対して垂直に切断し象牙質を露出させ、注水下にて #600 耐水研磨紙を用い 1 分間研磨した。4 種類の材料はメーカー指示に従い歯面処理を行い、光照射後コンポジットレジン(ESTELITE Σ QUICK、トクヤマ)を築盛、硬化させて試料を作成した。得られた試料を 24 時間水中保管し、精密低速切断器にて接着界面に対し垂直になるように切り出し、スティック状の試料を作成し、24 時間水中保管後、各条件に対しランダムに選択した 15 個の試料を用い、万能試験機(EZ-test、Shimazu)を用いて微小引張り接着強さの測定(クロスヘッドスピード 1mm/min)を行った。測定値は、one-way ANOVA および Tukey's test で有意水準 5%にて統計処理を行った。

#### 実験 2 接着システムにより処理した象牙質面の SEM 観察

う蝕を有さないヒト新鮮抜去大白歯 5 本を用いた。歯冠部中央を精密低速切断器にて歯軸に対して垂直に切断し、厚さ 1mm の象牙質プレートを作成し、注水下にて #600 耐水研磨紙を用い 1 分間研磨した。40%リン酸によりエッチング、超音波洗浄後、メーカー指示に従い歯面処理を行った。その後イオンコーターで金蒸着後に SEM 観察(SSX-550、島津製作所)し、典型的な所見については写真撮影を行った。

#### 【結果及び考察】

微小引張り接着強さの測定において、HC は、 $33 \pm 3$ MPa、BF は、 $39 \pm 0$ 、SF、 $36 \pm 3$ MPa であり、XT は、 $35 \pm 5$ MPa であった。全ての試料間で有意差は認められなかったが、全ての材料で 30MPa 以上の接着強さが認められ、象牙質に対する接着強さはいずれも良好であった。SEM 観察においては全ての材料において象牙細管の封鎖が認められた。HC は全体的にスムーズで均一な表面性状であり、一部象牙細管が透過している部分が観察され、被膜厚さが薄いことが推測された。BF と SF の表面性状はほぼ同じであり象牙質表面を厚く覆っていた。XT はペーストにフィラーを含むため、表面にフィラーが観察された。

これらの結果から、シーリング・コーティング材 1 種、象牙質知覚過敏抑制剤 2 種とワンステップ象牙質接着材を比較検討した結果、いずれも良好な象牙質封鎖性を有し、象牙質知覚過敏治療において有効であることが示唆された。

ヒト唾液および血液成分による歯面の汚染が1ステップレジン接着材の接着性に及ぼす影響について

1) 鶴見大学歯学部付属病院障害者歯科 2) 鶴見大学歯学部歯科保存学第一講座  
高橋利幸<sup>1)</sup> 小澤正明<sup>1)2)</sup> 桃井保子<sup>2)</sup>

Influence of tooth surface contamination with human saliva or blood component on bond strength of one-step resin adhesives

1) The Disability and Oral Health, Tsurumi University School of Dental Medicine Hospital

2) Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

Toshiyuki Takahashi<sup>1)</sup>, Masaaki Ozawa<sup>2)</sup>, Yasuko Momoi<sup>2)</sup>

**【研究目的】**近年、コンポジットレジン修復の歯面処理法は、操作がより簡便な方向に進んでおり、現在、エッチング、プライミング、ボンディングを一括処理とした1ステップ接着材の普及がめざましい。

コンポジットレジン修復においては、被着面を清浄に保つことが必須とされている。しかし、臨床の現場では被着面を口腔内環境から完全に隔離することが困難で、唾液や出血などで汚染が起こってしまう場合がある。

本研究では、現在臨床で広く用いられている1ステップの接着材を、ヒト唾液、ヒト血液成分である血清、全血で汚染させた歯面に応用した場合に、その接着強さがどのような影響を受けるか検討した。

**【材料と方法】**ウシ下顎切歯をアクリルリング内に常温重合レジンで包埋した後、#80、#600の耐水シリコンカーバイドペーパーでエナメル質および象牙質平坦面を作製し、被着歯面とした。直径4mmの穴をあけた両面テープを貼り接着面積を規定したエナメル質または象牙質平坦面に、ヒト唾液、ヒト血清、ヒト全血を10μL滴下し、20秒間静置した後にエアードで0.5秒間乾燥した。この汚染面を、3種の1ステップ接着材、Clearfil tri-S Bond (TB、クラレメディカル)、G-BOND PLUS (GB、ジーシー)、AQ Bond SP (AQ、サンメディカル) およびコントロールとして2ステップ接着材、Clearfil Mega Bond (MB、クラレメディカル)によりメーカー指示に従い処理した。この被着面上にステンレス製リング(外径6mm、内径5mm、高さ2mm)を置き、光重合型コンポジットレジン Herculite XRV (ENAMEL A3:kerr)を充填し、20秒間光照射した。その後試料は37°C蒸留水中に24時間浸漬後、クロスヘッドスピード1mm/minで剪断接着強さの測定(M-451、日計電測)を行った。結果はTwo-way ANOVA および Tukey 多重比較により有意水準5% (n=5)の条件で統計処理した。

**【結果および考察】**すべての1ステップレジン接着材において、唾液および血清成分の汚染でエナメル質および象牙質に対する剪断接着強さの低下は認められなかった。しかし、全血では1ステップレジン接着材はエナメル質および象牙質ともに接着強さの低下が認められた。コントロールとして用いた2ステップレジン接着材のMBは、全ての条件で接着強さの低下傾向を示さなかった。

1ステップ、2ステップ接着材いずれにしても、被着面の唾液や血清による汚染に対しては安定した接着強さを保つことがわかった。しかし、血球成分を含む全血では接着の低下が見られたことから臨床における修復前の出血のコントロールの重要性が改めて示唆された。

表1 汚染されたエナメル質に対する剪断接着強さ

	(MPa : mean ± s.d., n=5)			
	汚染なし	唾液	血清	全血
TB	10.3(3.3)	8.7(1.8)	8.8(3.9)	6.2(1.6)
GB	10.7(3.9)	9.3(2.1)	9.3(2.9)	8.1(2.6)
AQ	6.9(1.8)	6.5(3.4)	6.6(2.7)	6.1(1.9)
MB	16.1(4.1)	15.7(2.4)	16.5(4.0)	15.8(3.5)

表2 汚染された象牙質に対する剪断接着強さ

	(MPa : mean ± s.d., n=5)			
	汚染なし	唾液	血清	全血
TB	9.9(2.1)	10.6(3.6)	10.9(2.1)	8.1(3.5)
GB	9.8(3.5)	9.7(3.0)	9.6(3.2)	6.9(1.4)
AQ	6.4(2.8)	6.6(1.4)	6.3(1.0)	4.7(1.8)
MB	16.1(2.1)	15.8(3.5)	16.7(3.2)	16.4(3.0)

## 象牙質へのコンポジットレジン接着強さに及ぼす ArF エキシマレーザー照射の影響

東京医科歯科大学

<sup>1</sup>総合診療歯科学分野, <sup>2</sup>歯学部付属病院 歯科総合診療部, <sup>3</sup>医歯学教育システム研究センター  
○佐野和信<sup>1</sup>, 礪波健一<sup>2</sup>, 荒木孝二<sup>3</sup>

### The Effects of ArF Eximer Laser Irradiation of Dentin on the Adhesive Strength

<sup>1</sup>Department of General Dentistry, Graduate School, <sup>2</sup>Oral Diagnosis and General Dentistry, Dental Hospital,  
<sup>3</sup>Center for Education Research in Medical and Dentistry, Tokyo Medical and Dental University  
○SANO Kazunobu<sup>1</sup>, TONAMI Ken-ichi<sup>2</sup>, ARAKI Kouji<sup>3</sup>

#### 【緒言】

エキシマレーザーの照射により高分子表面性状が改質され、材料の接着力が向上する事が、工業領域において報告されている。演者らはこれまでの研究で、ArF エキシマレーザー照射により、象牙質表面に微細な凹凸構造が形成され表面粗さが増加すること、象牙質表面の接触角が減少しぬれ性が向上することを明らかにし、ArF エキシマレーザーを用いた表面処理が象牙質表面の接着特性を向上させる可能性があることを示した(第126回日本歯科保存学会)。今回、ArF エキシマレーザー照射後の象牙質にコンポジットレジンを築盛、引張接着試験を行い、ArF エキシマレーザーによる象牙質へのレジン接着強さの影響を検討した。

#### 【材料および方法】

ArF レーザー発振装置として EX5 EXCIMER LASER (GAM LASER, USA) を用いた。照射条件は 10pps、10 秒とした。また、プライマー、ボンディング材として CLERAFIL MEGA BOND (クラレメディカル, 日本) を、コンポジットレジンとして、CREALFIL AP-X (A3, クラレメディカル, 日本) を使用した。ヒト抜去大白歯歯冠部を歯軸に対し垂直に切断し、健全な象牙質を露出させた後、#1000 の耐水研磨紙で流水下にて研磨し被着面とした。被着面に対し、無処理 (NN)、レーザー照射 (71.43mJ/cm<sup>2</sup>) のみ (LN1)、レーザー照射 (144.93 mJ/cm<sup>2</sup>) のみ (LN2)、レーザー照射 (217.39mJ/cm<sup>2</sup>) のみ (LN3)、レーザー照射 (144.93 mJ/cm<sup>2</sup>) + ボンディング処理 (LB2)、レーザー照射 (217.39mJ/cm<sup>2</sup>) + ボンディング処理 (LB3)、プライマー処理 + ボンディング処理 (PB) の 7 条件で表面処理をした後、コンポジットレジンを築盛し、光照射機 (トクソーパーライト, トクヤマ, 日本) を用いて 40 秒光照射を行い重合した。得られた象牙質-コンポジットレジン接着試料を 24 時間水中保管した。その後、同試料から接着界面が 1mm×1mm のビーム状接着試片を作成し、クロスヘッドスピード 1mm/min で接着強さ (MPa) を測定した。試片数は各条件 10 とし、測定値の平均を各条件における接着強さとした。各条件の接着強さの差について、一元配置分散分析および Gemes-Howell 検定を用い、有意水準 5% にて統計処理を行った。

#### 【結果および考察】

各群の接着強さと標準偏差 (MPa) を下表に示す。

条件	NN	LN1	LN2	LN3	LB2	LB3	PB
average	1.2 <sub>a</sub>	1.0 <sub>a</sub>	2.5 <sub>a, b</sub>	5.0 <sub>b, c</sub>	8.6 <sub>c, d</sub>	11.6 <sub>d</sub>	22.9 <sub>d</sub>
SD	1.0	0.7	2.3	2.3	4.5	4.4	13.0

a, b, c, d: 同じ文字が記載された値の間には統計的有意差は認められなかった (P<0.05)

接着強さは NN 群に対し LN1 群では有意差は無かった。しかし LN2、LN3 群とエネルギー密度を上げるにつれ接着強さが有意に高くなった。また、LN 群よりも LB 群が大きな接着強さとなったことから、ボンディング材を使用することにより ArF エキシマレーザー照射後の象牙質表面の接着強さが一層向上した。以上より、一定以上のエネルギー密度を持った ArF エキシマレーザー照射の表面処理は、象牙質表面の接着特性を向上させるものであることが示唆された。

シランカップリング処理後のコンポジットレジン接着までの経過時間の影響について

神奈川県立総合歯科学講座<sup>1</sup> 神奈川県立歯科大学口腔治療学講座保存修復学分野<sup>2</sup>

神奈川県立歯科大学生体材料器械学講座<sup>3</sup> 東京理科大学工学部工業化学科<sup>4</sup>

○ 山口真一郎<sup>1</sup>, 二瓶智太郎<sup>2</sup>, 大橋桂<sup>2</sup>, 倉田茂昭<sup>3</sup>, 近藤行成<sup>4</sup>, 好野則夫<sup>4</sup>, 寺中敏夫<sup>2</sup>

**Effect of Elapsed Period Following Silane Modification on Bond Strength of Resin Composite**

<sup>1</sup>Department of Comprehensive Dentistry, Kanagawa Dental College

<sup>2</sup>Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Medicine, Kanagawa Dental College

<sup>3</sup>Department of Dental Materials and Devices, Kanagawa Dental College

<sup>4</sup>Department of Industrial Chemistry, Faculty of Engineering, Tokyo University of Science

YAMAGUCHI Shinichiro<sup>1</sup>, NIHEI Tomotaro<sup>2</sup>, OHASHI Katsura<sup>2</sup>, KURATA Shigeaki<sup>3</sup>,

KONDO Yukishige<sup>4</sup>, YOSHINO Norio<sup>4</sup> and TERANAKA Toshio<sup>3</sup>

[研究目的] シランカップリング剤は歯科臨床において、充填用コンポジットレジンに含有される無機質フィラーの表面処理剤として、またセラミック用プライマーとして広く使用されている。代表的なシランカップリング剤として 3-メタクリロイルオキシプロピルトリメトキシシラン (3-MPS) が使用されているが、口腔内ではシラン処理層内に水が侵入し、処理層のシロキサン結合が加水分解されることによって経時的な劣化が生じることが報告されている。そこで演者らは、シラン処理層の接着耐水性を向上させ経時的な劣化を抑制することを目的として、疎水性のフルオロアルキル基を導入したシランカップリング剤について検討し良好な結果を報告してきた<sup>1-6)</sup>。しかしながら、シランカップリング剤の反応機構は複雑で種々の要因により影響を受けるため、その修飾因子についてさらなる検討が必要と考えられる。そこで本研究では表面処理後の接着までの経過時間と、酸触媒添加の有無とが及ぼす影響について、シラン処理ガラス面に対するレジンのぬれ性と接着強さから検討した。

[材料および方法] 実験に供したシランカップリング剤は 3-MPS、直鎖のフルオロアルキルシランと 3-MPS の混合シラン (4F/3-MPS)、1 分子内に疎水性のフルオロアルキル基とメタクリロイル基をもつシランカップリング剤 2 種 (MA5bF, MA11bF) の 4 種とし、それぞれを 2 mass%エタノール溶液として調製した。さらに上記シラン溶液に酢酸を 10 vol%添加した計 8 種のシラン処理剤を供した。各シランで処理したガラスを 5 および 60 分間、ならびに 1, 2, 7 および 14 日間恒温恒湿下で保管した後、処理面に対する混合レジンモノマーの接触角を 9 回測定し、その平均値を求めた。同様に保管した後、化学重合型コンポジットレジン(Clearfil F II, Kuraray)を接着し、37°C で 7 日間水中に浸漬する群と 4°C と 60°C の水槽に各 30 秒間浸漬するサーマルストレスを 10,000 回負荷した 2 群に分け、保管後に引張接着強さを測定した。試料数は各群 5 個とし、得られた値は平均値と標準偏差を求め、3-MPS 処理 5 分後の値をコントロールとし、一元配置分散分析および Fisher の PLSD の多重比較検定にて統計学的に処理を行った。

[結果および考察] 3-MPS に対するレジンモノマーの接触角は 2 日後で最小値となり、コンポジットレジンの接着強さも 5 分後と比べて有意に高い値となったのに対し、酸触媒を添加すると経過時間の延長とともに接触角が上昇し、接着強さも低下する傾向であった。4F/3-MPS は、酸触媒添加の有無に関わらず、2 日後は 5 分後と比較して接触角は小さくなり、接着強さも水中保管およびサーマルストレス後で有意に高かった ( $p<0.05$ )。疎水性基を同一分子内に導入したシランカップリング剤である MA5bF と MA11bF の接触角は経過時間の延長とともに小さくなる傾向を示し、酸触媒を添加すると 1 日もしくは 2 日後より大きくなった。特に MA5bF の接着強さは 7 日後接着で 3-MPS と比較して水中保管およびサーマルストレス後ともに有意に高い値であり ( $p<0.05$ )、破断面もコンポジットレジンもしくはガラスの凝集破壊を示した。

以上の結果から、化学式量の高いシランカップリング剤で処理する場合は、触媒を添加して直ちに接着するよりも、触媒を添加せずに接着までの経過時間を長くした方がレジンとのぬれも向上し、接着強さも高くなる傾向が示された。

[参考文献] 1) 二瓶ら, 歯材器 19(6), 495-501, 2000. 2) 二瓶ら, 歯材器 19(6), 509-518, 2000. 3) 二瓶ら, 歯材器 21(2), 104-115, 2002. 4) Nihei et al, J Dent Res 81(7), 482-486, 2002. 5) 二瓶ら, 日歯保誌 45(5), 797-807, 2002. 6) 二瓶ら, 日歯保誌 51(6), 630-638, 2008.

### CPNのエッチアンドリンスアドヒーシブへの効果の検討

1. 北海道大学大学院歯学研究科口腔科学講座歯科保存学教室
2. 北海道医療大学口腔機能修復再建学系

○安本恵<sup>1</sup>, 星加修平<sup>1</sup>, 長野二三<sup>2</sup>, 田中享<sup>1</sup>, 池田考績<sup>1</sup>, 中沖靖子<sup>1</sup>, 佐野英彦<sup>1</sup>

#### The effect of CPN on an etch and rinse adhesive

1. Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science, Hokkaido University, Graduate School of Dental Medicine
2. Department of Oral Rehabilitation School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido  
K. Yasumoto, S. Hosika, F. Nagano, T. Tanaka, T. Ikeda, Y. Nakaoki, H. Sano

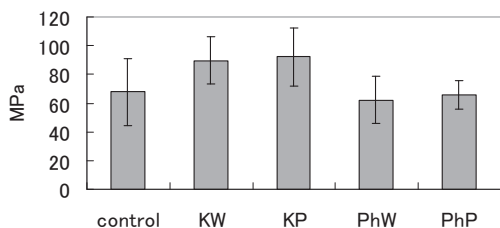
【目的】ナノテクノロジーは、情報、環境、エネルギー、医療など幅広い分野において、より快適でかつ健康な社会を21世紀に実現するための未来技術であると期待されている。私たちは、ナノテクノロジーの歯質接着領域への応用を検討し、これまでに、4META-MMA/TBBレジンおよびある種のエッチアンドリンスに対し、象牙質接着強さの向上が期待できるという結果を得ている。本研究では、これまでの結果を受け、白金ナノコロイドのエッチアンドリンスアドヒーシブに与える効果について、エッチング条件を変えて検討した。

【材料および方法】ボンディング材として、シングルボンド（3M社製）、表面処理材として35%リン酸水溶液、KエッチャントGEL（Kuraray社製）、1mmol/l白金ナノコロイド（アプト社製）を用いた。健全ヒト抜去大臼歯の歯冠中央部をIsometを用いて切断し、健全な象牙質を露出させた後、#600の耐水研磨紙を用いて研磨したものを被着面とした。歯面処理は以下の方法で行った：control（シングルボンドを使用説明書通りに使用する）、KW（Kエッチャント15秒塗布後、5秒間水洗し、ウェットボンディングを行う）、KP（Kエッチャント15秒塗布後、5秒間水洗、乾燥、白金ナノコロイドを1分間塗布、20秒水洗後にウェットボンディングを行う）、PhW（KWと同様の方法で、Kエッチャントの代わりに35%リン酸水溶液を15秒塗布する）、PhP（KPと同様の方法で、Kエッチャントの代わりに35%リン酸水溶液を15秒塗布する）。クリアフィルAP-X（クラレ社製）を約5mmの高さに積層後、試料を37℃水中に24時間浸漬し、Isometを用いて1mm×1mmのスティック状試料を作製し、微小引っ張り試験（EZ-test、Shimadzu）をクロスヘッドスピード1mm/minの条件にて行った。測定値はOne-way ANOVAおよびGames-Howell検定を用いて有意水準5%にて統計処理を行った。

【結果および考察】接着試験の結果を以下の表と図に示す。同一のアルファベットは有意差があることを示す。

	control	KW	KP	PhW	PhP
MPa	67.9±23.2ab	89.6±16.5acd	92.1±20.2bef	62.3±16.6ce	65.9±9.83df

(n=15)



KW、KP群はcontrolおよびPhW、PhP群に対して有意に高い接着強さを示した。一方、KW、KP間およびPhW、PhP間に有意差は認められなかった。このことから、今回の実験において、異なるエッチング条件がエッチアンドリンスアドヒーシブの接着強さに影響を及ぼす可能性が示された。一方、今回用いたエッチアンドリンスアドヒーシブに対しては、白金ナノコロイドは接着強さに影響を及ぼさない可能性が示された。

## 新規レジンコーティング材の接着性能 —仮封材による影響—

○岩崎小百合<sup>1</sup>、小里達也<sup>2</sup>、周秦<sup>2</sup>、関根哲子<sup>2</sup>、池見宅司<sup>2</sup>  
サンメディカル株式会社<sup>1</sup>、日本大学松戸歯学部 う蝕抑制審美治療学講座<sup>2</sup>

### Bonding ability of a newly developed resin coating material -Effect of temporary sealing materials-

○Iwasaki Sayuri<sup>1</sup>, Ori Tatsuya<sup>2</sup>, Zhou Qin<sup>2</sup>, Sekine Satoko<sup>2</sup>, Ikemi Takuji<sup>2</sup>  
Sun Medical Co., Ltd.<sup>1</sup>,

Department of Dental Caries Control and Aesthetic Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo<sup>2</sup>

#### 【研究目的】

近年、インレー窩洞や支台形成直後の新鮮象牙質に補綴物を接着するまでの間、露出した象牙質表面を接着性ボンディング材にてポリマー被覆する、レジンコーティング法が臨床応用されるようになってきた。その利点としては、印象採得時や仮封中の機械的、熱的刺激や細菌の侵入による歯髄刺激の抑制、補綴物装着時のレジンセメントの歯質接着性の向上などが期待できることである。これまでに、形成直後の新鮮象牙質面に対して、仮着材や仮封材の相違によるレジンセメントの接着性能への影響に関して種々報告されているが、これら仮着・仮封材の薄膜レジンコーティング材でコーティングした歯面に対する接着性への影響について報告はなされていない。

そこで本研究は、新規歯科用シーリング・コーティング材「ハイブリッドコートⅡ」(以下、HBCⅡ)によりコーティングした歯面に、数種のユージノール系仮封材を用いて、仮封材除去後のコーティング面の清掃方法の相違によるレジンセメントの接着性について検討を行ったので報告する。

#### 【材料及び方法】

レジンコーティング材として HBCⅡ を、ユージノール系仮封材としてユージノールセメント(ジーシー社製:以下、UN)、ハイユージノールセメント(松風社製:以下、HUN)およびネオダイン $\alpha$ (ネオ製薬社製:以下、ND $\alpha$ )の3種を用いて評価した。また、レジンセメントにはスーパーボンド(サンメディカル社製:以下、SB)を使用した。

試験サンプルの作製条件として、冷凍保存した抜去ウシ前歯唇面を注水下にて#180 耐水エメリー紙で研削し、象牙質を露出させた。象牙質露出面に面積規定( $\phi$ 4.8mm)した面に HBCⅡ を 20 秒間適用し、エアー乾燥後、Translux CL(Kulzer 社製)にて 10 秒間光照射を行った。コーティング材の未重合層はアルコール綿球にて除去し、各仮封材をメーカーの指示に従い適用し、37°C100%湿潤環境下にて 1 週間保管した。その後、エキスカバーターを用いて仮封材を除去し、以下に示した 3 条件による清掃処理後、SB にてアクリル棒を植立して引張り試験片を作製した。試料は 37°C 水中 24 時間浸漬させた後、オートグラフ(島津製作所社製)を用いて引張り試験を行った(C.H.S.2mm/min)。

#### <コーティング面の清掃方法>

- ① エタノールを含む綿球にて表面清掃
- ② SB 表面処理材グリーン(以下、グリーン)にて 10 秒間処理し、水洗乾燥
- ③ エタノールを含む綿球にて表面清掃後、グリーンにて 10 秒間処理し、水洗乾燥

#### 【成績及び考察】

エタノールを含む綿球による清掃(①)のみの場合、何れの仮封材でも全て脱落しており、その破壊形態もコーティング材と SB との界面破壊であった。グリーンによる清掃(②)のみの場合、脱落は確認されなかったものの何れも 4MPa 前後の低い接着強さで、破壊形態もコーティング材と SB との界面破壊が主であった。これに対して、両者を併用した清掃方法(③)では、何れも②の 2 倍以上の接着強さが得られ、破壊形態もコーティング材と SB との混合破壊が一部で確認された。これらの相違は、エタノール清掃によりユージノールの油脂成分が除去されたこと、また、象牙質への SB の接着同様に仮封後のコーティング歯面にもグリーン成分中の鉄イオンが SB の重合に寄与した結果と考えられた。

#### 【結論】

ユージノール系仮封材適用後のコーティング歯面の清掃方法の相違により、SB のコーティング歯面に対する接着性に相違があることが判明した。

## F-Ca-PO<sub>4</sub> 混合液が acid-base resistant zone の形成と接着強さに及ぼす影響

<sup>1</sup>東京医科歯科大学大学院 歯制御学分野 <sup>2</sup>歯と骨の GCOE  
井上 剛<sup>1</sup>、田上 順次<sup>1,2</sup>

Effect of F-Ca-PO<sub>4</sub> solution at the formation of acid-base resistant zone and bond strength  
<sup>1</sup>Tokyo Medical and Dental University, Graduate School of Medical and Dental Sciences,  
Cariology and Operative Dentistry  
<sup>2</sup>GCOE Program; IRCMSTBD  
<sup>1</sup>Go Inoue, <sup>1,2</sup>Junji Tagami

### 【緒言】

う蝕象牙質内層におけるミネラル密度は、健全象牙質のものより小さいことが知られており、細菌侵入に対する防御反応から象牙細管の封鎖も起きている。また一般的に2ステップセルフエッチングプライマーによる、う蝕象牙質内層に対する接着強さは健全象牙質よりも劣り、耐久性の点で弱点ともなりうる樹脂含浸層の厚みも大きい。そこで本研究ではう蝕象牙質内層に対して接着操作を行う前に、2ボトル製のF-Ca-PO<sub>4</sub>含有の試作象牙質知覚過敏抑制材を塗布することにより、う蝕によって失われたミネラル成分を補うことで、耐酸性の指標である acid-base resistant zone (以下 ABRZ) の形態と微小引張り強さに及ぼす影響を調べることを目的とした。

### 【材料及び方法】

接着前処理材として試作知覚過敏抑制材(以下試作抑制材、日本歯科薬品)を用いた。Al-Ca-F-SiO<sub>2</sub> 分散水溶液と10%リン酸水溶液の2ボトルからなり、使用時に等量混和する。ボンディングシステムはクリアフィルメガボンド(クラレメディカル)を用いた。まず、微小引張り試験では、ヒト抜去健全歯の歯軸と垂直に切断し600番の耐水研磨紙で研削した面と、う蝕歯のう蝕象牙質外層をう蝕検知液を指標にスチールバーにて除去した面をそれぞれ被着面とした。試作抑制材を20秒間塗布する群としない群に分け、その後接着処理を行いコンポジットレジン・クリアフィル AP-X(クラレメディカル)を築盛し、40秒間光照射を行った。37℃24時間水中保管後、ダイヤモンドディスクを用いて被着面に垂直になるように切断し、断面積約1mm<sup>2</sup>の試料を作成、クロスヘッドスピード1mm/分にて微小引張り試験を行った。次にABRZの観察では、まず健全歯から厚さ約2mmの象牙質板を切り出し、600番の耐水研磨紙で研削した面、う蝕象牙質内層は引張り試験と同様の方法で得た面をそれぞれ被着面とした。それらを試作抑制材で処理する群としない群に分け、健全象牙質は接着処理した2枚の象牙質板でフロアブルレジン・クリアフィルマジェスティ LV(クラレメディカル)をサンドイッチ状に挟み込み、う蝕象牙質内層では接着処理したのちフロアブルレジンを流し、それぞれ光硬化させたものを試料とした。試料は37℃24時間水中保管後、接着界面に垂直に切断しエポキシレジンを用いて包埋した。その後界面をpH4.5の人工脱灰液で90分、6%次亜塩素酸ナトリウム水溶液に20分間浸漬し、脱灰面をスーパーボンド(サンメディカル)にて固定した。さらに界面に垂直になるように切断し、アルゴンイオンエッチングを施し、金蒸着後SEM観察を行った。

### 【結果及び考察】

まず微小引張り試験では、健全象牙質で試作抑制材を塗布しなかったものは約90MPa、塗布した群では約50MPaであった。また、う蝕象牙質内層では塗布しなかったものは約45MPa、塗布したものは約40MPaであった。試作抑制材を塗布したことにより接着強さが低下する傾向を示したことから、塗布したことにより被着面においてフッ化カルシウムやフルオロオパタイトなどの沈着物がプライマーの浸透を妨げ、結果的に接着力の低下につながったことが考えられた。ABRZの観察では、健全象牙質及びう蝕象牙質内層において、試作抑制材を塗布しなかったもの、塗布したものともに明瞭なABRZが観察された。またう蝕象牙質内層のABRZの厚みは健全象牙質のものより厚く観察され、塗布しなかったものより塗布したもののほうが樹脂含浸層の厚みが薄くABRZが厚い傾向を示した。このことより試作抑制材を塗布することでプライミングによるコラーゲンの露出が抑えられたことが示唆された。

### 【結論】

F-Ca-PO<sub>4</sub> 混合液を歯面に塗布することにより、接着強さは低下する傾向を示したが、acid-base resistant zone の形態は厚くなる傾向を示した。



## 硬化したコンポジットレジン表面における接着性レジンのキレート反応による接着挙動 —— 水中浸漬試料による検討 ——

鶴見大学歯学部歯科保存学第一講座  
○坂本富則, 久保田裕也, 秋本尚武, 桃井保子

Adhesive behavior of resin adhesive system by chelate reaction on the polymerized composite resin  
—— Evaluation using specimens after water immersion ——  
Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine  
○SAKAMOTO Tominori, KUBOTA Yuya, AKIMOTO Naotake, MOMOI Yasuko

### 【研究目的】

コンポジットレジンの中には、アルカリ土類金属に分類されるバリウムやストロンチウムを含むフィラーが用いられている製品がある。このフィラーを含むコンポジットレジンには、酸性モノマーと接触することでキレート反応により接着する可能性が示唆されている。我々は、第131回日本歯科保存学会秋季学術大会で、硬化させたコンポジットレジンにコンポジットレジン接着剤を接着させた時の剪断接着強さから、キレート結合による接着の可能性について報告した。今回、接着強さが水中浸漬によりどのように影響されるか、3ヶ月間水中保管したコンポジットレジン硬化体にレジンを接着させた時の剪断接着強さについて検討を行ったので報告する。

### 【材料および方法】

被着体として、ビューティフィルⅡ (BFⅡ; 松風)、クリアフィル AP-X (AP-X; クラレメディカル)、エステライトΣクイック (ELΣ; トクヤマ)、ソラーレ (SO; GC) の4種類のコンポジットレジンを用いた。各試料、直径10mm、厚さ2mmの円板状試料を作製、包埋後 (オストロン; GC)、鏡面研磨 (ダイヤモンドペースト 0.25 μm; 丸本ストラス) の被着面を調製した。試料は、1日水中保管および3ヶ月水中保管後、被着面を再び鏡面研磨したものについてメーカー指示に従い接着操作を行った。

- ① フルオロボンドⅡプライマー+フルオロボンドⅡボンド (FBⅡ処理)
- ② ポーセレンプライマー+フルオロボンドⅡボンド (PP+FBⅡ処理); 以上松風社製

接着処理後、ビューティフィルⅡをモールド (内径4mm、高さ2mm) に填入し、プラスチックストリップス (3MESPE) を介して光照射 (オブティラックス 501; カー) を20秒間行った。試料は、蒸留水中に24時間保管後、剪断接着試験機 (M-451; 日計電測社製) により、クロスヘッドスピード 1.0mm/min で測定した。剪断接着強さ (MPa) は7試料の平均値で示した。データは一元配置分散分析および Tukey の多重比較を用い、有意水準 1%にて統計学的比較を行った。

### 【結果および考察】

剪断接着試験の結果を表に示す。

	水中浸漬期間	BFⅡ	AP-X	ELΣ	SO
①FBⅡ処理	1日	18.9 (3.5)	14.4 (2.6)	5.9 (1.4)	9.7 (2.8)
	3ヶ月	21.7 (2.5)	17.0 (2.1)	10.6 (3.3)	13.0 (2.7)
②PP+FBⅡ処理	1日	22.7 (4.6)	18.0 (3.1)	18.2 (7.5)	22.3 (4.0)
	3ヶ月	25.1 (4.2)	27.9 (2.0)	24.0 (4.5)	19.4 (5.3)

( ):SD

FBⅡ処理群において、アルカリ土類金属を含むガラスフィラーの割合が増加したBFⅡとAP-Xは、ELΣとSOより高い接着強さを示した ( $p < 0.01$ )。特にBFⅡは、ポーセレンプライマー処理群と同等の接着強さを示した。この結果から、コンポジットレジン硬化体にコンポジットレジン追加充填を行った時、BFⅡに含有されている S-PRG フィラー中のストロンチウムがBFⅡに含まれる酸性モノマーにより反応し、キレート結合を起こしたものと考えられる。

3ヶ月水中浸漬の接着強さが増加傾向として認められた。水の影響によりコンポジットレジン接着面に影響を及ぼし接着強さの低下につながるものと推測したが、水の影響は受けなかった。試料の破壊様式において1日水中浸漬と比較して3ヶ月水中浸漬の試料の大部が凝集破壊を示した。この結果は、3ヶ月間でレジンの重合が高まり、結果として接着強さの増加に繋がったものと考えられる。

## Effect of reducing agents on bond strength to NaOCl-treated dentin

<sup>1</sup>東京医科歯科大学大学院 摂食機能保存学講座 う蝕制御学分野  
<sup>2</sup>歯と骨のGCOE  
○タウィーサック パサンスuttiポン<sup>1</sup> 中島正俊<sup>1</sup> 田上順次<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Cariology and Operative Dentistry, Graduate school, Tokyo Medical and Dental University  
<sup>2</sup>GCOE Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases

○ Taweesak PRASANSUTTIPORN<sup>1</sup>, Masatoshi NAKAJIMA<sup>1</sup>, Junji TAGAMI<sup>1,2</sup>

**Objective:** The purpose of this study was to evaluate the effect of three antioxidant/reducing agents with different application times on microtensile bond strengths ( $\mu$ TBS) to sodium hypochlorite (NaOCl)-treated dentin.

**Methods:** Occlusal surfaces of twenty-four extracted human third molars were horizontally cut to expose sound dentin. The teeth were divided into eight groups of three teeth each. The dentin surfaces of teeth were treated as follows: group 1, no treatment; group 2, treated with 6% NaOCl for 30 sec; groups 3-8, applications of 10% sodium ascorbate solution, Accel or 100  $\mu$ M rosmarinic acid solution for 5 or 10 sec after the same treatment as in group 2. All treated dentin surfaces were bonded with 2-step self-etching adhesive system (Clearfil Protect Bond) and restored with a resin composite (Clearfil AP-X). After storage in water for 24 hrs, four or five hourglass shape-slab specimens with the narrowest portion at 0.7x1.4 mm<sup>2</sup> resin/dentin bonded interface were prepared from each tooth. The bonded specimens were subjected to the  $\mu$ TBS at a crosshead speed of 1.0 mm/min. Data were analyzed by a one-way ANOVA and Tukey test ( $p < 0.05$ )

### Results:

Mean and standard deviations of the microtensile bond strengths (n=14)		
Group	Treatment	$\mu$ TBS(MPa)
1	Water 30 s.	50.5 $\pm$ 4.8 <sup>a</sup>
2	Sodium hypochlorite 30 s, water 10 s.	43.6 $\pm$ 5.0 <sup>b</sup>
3	Sodium hypochlorite 30 s, water 10 s, 10% Sodium ascorbate 5 s.	44.0 $\pm$ 4.9 <sup>b</sup>
4	Sodium hypochlorite 30 s, water 10 s, 10% Sodium ascorbate 10 s.	45.1 $\pm$ 5.0 <sup>ab</sup>
5	Sodium hypochlorite 30 s, water 10 s, Accel 5s.	51.8 $\pm$ 5.3 <sup>a</sup>
6	Sodium hypochlorite 30 s, water 10 s, Accel 10s.	51.2 $\pm$ 6.3 <sup>a</sup>
7	Sodium hypochlorite 30 s, water 10 s, 100 $\mu$ M rosmarinic acid 5 s.	51.5 $\pm$ 6.1 <sup>a</sup>
8	Sodium hypochlorite 30 s, water 10 s, 100 $\mu$ M rosmarinic acid 10 s.	53.6 $\pm$ 5.2 <sup>a</sup>

Groups identified by different superscript letters are significant different ( $p < 0.05$ ).

The NaOCl-treated group 2 exhibited lower  $\mu$ TBS than the control group ( $p < 0.05$ ). The 5 and 10 sec-application of Accel and rosmarinic acid significantly increased the  $\mu$ TBS to NaOCl-treated dentin ( $p < 0.05$ ). However, the application of sodium ascorbate for 5 and 10 sec did not significantly increase the  $\mu$ TBS to NaOCl-treated dentin ( $p > 0.05$ ), although the 10 sec application group was not significantly different compared with the control group ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** The reversal effect on compromised bonding to NaOCl-treated dentin depended upon the type of antioxidant within the short application time. Applying Accel or rosmarinic acid for 5 or 10 sec improved bond strengths to NaOCl-treated dentin.

## ハイブリッドコートⅡの歯質接合界面の SEM

虎の門病院・歯科

○宇野 滋, 行定健治, 森上 誠, 杉崎順平, 山田敏元

### SEM observation on the bonding interface between Hybrid Coat II and tooth substrates

Toranomon Hospital, Department of Dentistry

○UNO Shigeru, YUKISADA Kenji, MORIGAMI Makoto, SUGIZAKI Jumpei, YAMADA Toshimoto

近年、歯周病の進行や加齢に伴い根面が露出し、知覚過敏を生じる場合が頻繁に見られるようになっている。このような知覚過敏症に対する処置として、適切な口腔清掃指導の後、露出根面の開口象牙細管を閉鎖することが重要である。多くの場合、知覚過敏抑制剤を含有する歯磨剤を比較的長期に使用することにより症状の改善が生じるが、過敏が重度である場合や硬組織の欠損が生じている場合には、レジン系のコーティング材を塗布することが行われている。サンメディカル社ではレジンボンディング材の開発技術を応用して露出根面の知覚過敏用レジンコーティング材を開発・製造してきたが、さらに知覚過敏抑制効果を向上させた“ハイブリッドコートⅡ”を開発した。本研究では、本材の性能を評価する一環として、歯質との接合界面の SEM 観察を行った。

【材料と方法】新鮮抜去上顎第一大臼歯口蓋根の歯頸部根面にハイブリッドコートⅡをメーカー指示に従って塗布・光硬化させた。この塗布面上にコンポジットレジン（ファンタジスタ，サンメディカル）を築盛し光硬化させた。根軸に沿って根を半切した後、エポキシ樹脂に包埋。エポキシ樹脂が十分硬化した後、耐水研磨紙（#800，#1000，#1200 および#1500）次いでダイヤモンドペースト（6，3，1 および  $0.25\mu\text{m}$ ）を用いて切断面を鏡面研磨した。この面に 35 秒間アルゴンイオンエッチング（1keV，1.8mA/cm<sup>2</sup>，アルゴンイオンシャワー装置：EIS-200ER，エリオニクス）を施した後、白金蒸着し、歯質との接合界面を FE-SEM（ERA-8800FE，エリオニクス）にて観察した。

【結果およびまとめ】図 1-4 にセメント質，健全象牙質，う蝕影響象牙質（CAD）およびエナメル質との接合界面の SEM 像を示す。いずれの場合にもハイブリッドコートⅡは歯質と強固に接合しており，その界面に接合欠陥は認められなかった。セメント質との接合界面には厚さ約  $0.5\mu\text{m}$  のハイブリッドコートⅡが浸透した層が確認された。また，健全象牙質および CAD との界面においても同様の構造が存在した。

以上より，ハイブリッドコートⅡは歯質との接着性により良好な歯表面の封鎖効果を発揮するものと思われ，象牙質知覚過敏症に有効な材料と期待される。

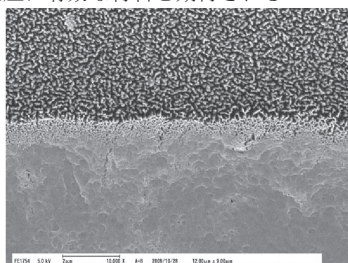


図 1 : セメント質 (×10,000)

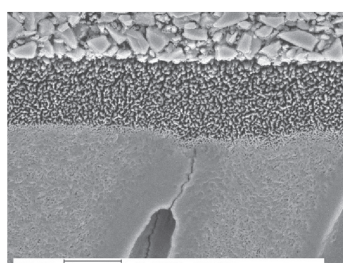


図 2 : 健全象牙質 (×10,000)

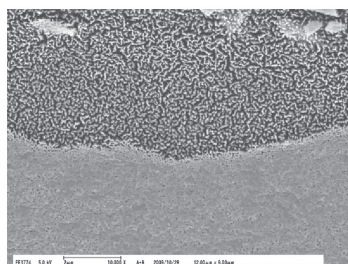


図 3 : CAD (×10,000)

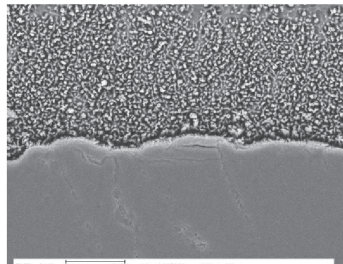


図 4 : エナメル質 (×10,000)

### I 級窩洞窩壁への接着における C-factor の影響

<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 歯蝕制御学分野,  
<sup>2</sup> Naresuan 大学, <sup>3</sup> グローバル COE プログラム 歯と骨の分子疾患科学の国際教育研究拠点

○吉川孝子<sup>1</sup>, WATTANAWONGPITAK Nipaporn<sup>2</sup>, 田上順次<sup>1,3</sup>

#### Effect of C-factor on Bond Strength to Cavity Wall

<sup>1</sup> Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences,  
Tokyo Medical and Dental University, <sup>2</sup> Naresuan University, <sup>3</sup> GCOE Program; IRCMSTB

○YOSHIKAWA Takako<sup>1</sup>, WATTANAWONGPITAK Nipaporn<sup>2</sup> and TAGAMI Junji<sup>1,3</sup>

#### 【研究目的】

レジンの接着強さは、平坦面な被着体に対して評価されることが多いが、臨床的な窩洞の多くは I～V 級の 3 次元的な窩洞である。平坦面以外の窩洞では、レジンの重合収縮により、修復物と窩壁部とのギャップが生じ易く修復歯の予後に重要な影響を与えている。一方、重合収縮による応力を表す C-factor は I 級窩洞で最大となる。演者らは、C-factor が大きいと窩底部象牙質におけるレジンの接着強さが低下することを既に報告している (J Dent Res, 1999 年)。そこで本研究では、レジン修復物の I 級窩洞側壁部における接着強さについて検討した。

#### 【材料および方法】

ヒト大白歯の咬合面エナメル質を削除した、象牙質平坦面に 3x 5x 2 mm (C-factor=3.1) の I 級窩洞を形成した。一方、コントロールとして、窩洞形成後に側壁周囲の壁を取除いた平坦面試料を作成した。これらの窩洞と側壁平坦面に 3 種の接着システム、Clearfil Mega Bond (MB, Kuraray Medical)、Single Bond (SB, 3M ESPE)、Clearfil Tri-S Bond (TB, Kuraray Medical) を用い業者指示に従い処理した後、Z100 (3M ESPE) のレジンで充填もしくは、3x 5x 2 mm に築盛した。実験用ハロゲンランプ電圧可変光照射器 (GC) を用い、出力 600 mW/cm<sup>2</sup> で 40 秒間光照射を行い重合硬化させた。37℃暗所水中に 24 時間保管後、レジン-象牙質界面に垂直方向に、0.7x 0.7 mm の試料を切り出した。これら試片の両端を試験装置にシアノアクリレートで接着させ、EZ test (島津製作所) に装着して、クロスヘッドスピード 1mm/min で微小引張り接着強さ ( $\mu$ -TBS, MPa) を測定した。測定値 (n=9) は、Bonferroni test を用いて統計処理を行った。微小引張り接着強さ測定後の試料破断面は走査電子顕微鏡にて観察し、破断面の形態を分類し評価した。

#### 【結果ならびに考察】

象牙質窩洞側壁部での接着強さは、Clearfil Mega Bond、Single Bond、Clearfil Tri-S Bond 共に、平坦面試料より窩洞側壁での接着強さが有意に低かった。また、平坦面試料では、Clearfil Mega Bond、Single Bond、Clearfil Tri-S Bond の順に接着強さが有意に低くなったが、窩洞側壁部の試料では、Clearfil Mega Bond、Single Bond が同等の接着強さを示し、Clearfil Tri-S Bond はどちらの接着システムと比べても、有意に低い接着強さを示した。

Adhesive system	Wall flat	Cavity wall
	$\mu$ -TBS	$\mu$ -TBS
SE	87.0 (5.1) <sup>a, A</sup>	46.9 (6.8) <sup>a, A</sup>
SB	72.3 (9.6) <sup>a, A</sup>	42.3 (7.9) <sup>b, A</sup>
TS	54.0 (6.3) <sup>a, A</sup>	27.19 (5.3) <sup>a, b, A</sup>

同じ上付き小文字は、接着材間に有意差があることを示す (p<0.05)。

同じ上付き大文字は、接着部位間に有意差があることを示す (p<0.05)。

#### 【結 論】

窩洞側壁部におけるレジン修復物の接着強さは、C-factor の影響を受けることが判明した。

本研究の一部は、文部省科学研究費補助金 #16591907 ならびに歯と骨のグローバル COE プログラムにより行われた。

## 床用レジンへの低温シリカ薄膜コーティング法の応用

神奈川歯科大学 口腔治療学講座 保存修復学分野, <sup>1)</sup>神奈川歯科大学 歯学部 5年,  
<sup>2)</sup>コンタミネーション・コントロール・サービス, <sup>3)</sup>ミュンヘン大学歯学部  
○田中隆博, 飯田絵里<sup>1)</sup>, 山口益司, 進藤豊彦<sup>2)</sup>, クンツェルマン・カール・ハインツ<sup>3)</sup>, 寺中敏夫  
**Application of low-temperature silica film coating on denture base resin**

Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Medicine, Kanagawa Dental College

<sup>1)</sup> Kanagawa Dental College, <sup>2)</sup> Contamination Control Services,

<sup>3)</sup> Division of Restorative Dentistry, Dental School of the Ludwig-Maximilians-University

○TANAKA Takahiro, IIDA Eri<sup>1)</sup>, YAMAGUCHI Masuji, SHINDO Toyohiko<sup>2)</sup>, KUNZELMANN Karl-Heinz<sup>3)</sup>, TERANAKA Toshio

### 【研究目的】

義歯装着者にとって義歯の衛生管理は口腔の健康を保つ上で重要である。義歯床用レジン (PMMA) は長期間の装用により熱、光酸化や吸水などにより劣化し、着色や摩耗等を起こす。一方、清掃不良によるデンチャープラークの付着は、義歯性口内炎や口角炎だけでなく誤嚥性肺炎など全身的疾患とも深い関連があると報告されている。本研究の目的は、PMMA表面にシリカ前駆体であるペルヒドロポリシラザン (PHPS) を適応し、体温 (37°C) 領域で緻密なシリカ薄膜に転化する新たな方法を開発するとともに、処理した試料の耐摩耗性を検討することにより本シリカコーティング法の有用性を評価することである。

### 【材料および方法】

コーティング溶液として5%に調製したPHPS溶液 (AZエレクトロニックマテリアルズ) を用いた。床用レジンには加熱重合レジン、アクロンNo.8 (ジーシー) を使用した。

1) コーティング・シリカ転化方法: #2,000および1μmダイヤモンドスラリーにて研磨したPMMAディスク (直径15mm, 厚さ3mm) にPHPSを塗布・乾燥後、37°Cに加温した蒸留水 (H<sub>2</sub>O) または3%過酸化水素水 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) に3時間浸漬し、シリカ転化を行った。PHPSからシリカへの転化はフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR, SHIMADZU IR Prestige-21) を用い、ATR法にて4,600~650cm<sup>-1</sup>の波数範囲で測定した。シリカ転化の指標となる1,060cm<sup>-1</sup>および800cm<sup>-1</sup>付近のSi-Oに帰属する吸収ピークと、未反応PHPSの残存を示す830cm<sup>-1</sup>付近のSi-Nおよび2170cm<sup>-1</sup>付近に帰属するSi-Hの吸収ピークを比較した。また、鏡面研磨したSUS304上にPHPS溶液を塗布し、鋳造用電気炉で300°C、3時間大気焼成した膜をコントロールとした。

2) 歯ブラシ摩耗試験: 摩耗試験は、歯ブラシ摩耗試験機 (TB-6; 大栄科学精器製作所) を用いた。歯磨剤にはCrest Pro-Health (Procter&Gamble) を用い、歯磨剤と蒸留水の割合が重量比1:3になるように懸濁液を調製した。試料を歯ブラシ摩耗部と非摩耗部の両面ができるようサンプルホルダーに固定し、歯磨剤懸濁液に浸漬した。次いで、毛先が試料に垂直に接するように歯ブラシ (プロスペックヤングハード; ジーシー) を取り付け、荷重150g、1分間に60回のストロークにて10,000サイクルまで摩耗試験に付した。試験終了後、試料を水洗し、蒸留水中で15分間超音波洗浄を行い、エアースリッジにて乾燥した。摩耗量は共焦点レーザー顕微鏡 (OLS-1100; OLYMPUS) にてシリカ膜摩耗面、シリカ膜非摩耗面、PMMA摩耗面 (コントロール)、およびPMMA非摩耗面の表面性状の観察と粗さ測定を行った。摩耗量、および粗さの測定は各群10ヶ所計測した。摩耗量はシリカ膜、PMMAそれぞれの非摩耗面と摩耗面の段差を変化量として評価した。得られた結果から平均値および標準偏差を求め、一元配置分散分析を用いて危険率5%にて検定を行った。

### 【結果および考察】

FT-IRスペクトルよりPHPS溶液塗布直後は830cm<sup>-1</sup>付近の未反応Si-Nのピークが強く認められるのに対し、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>浸漬後では大気焼成膜と同一の1,060cm<sup>-1</sup>付近と800cm<sup>-1</sup>付近のSi-Oに帰属するピークが著明であり、PHPSからシリカへの明瞭な転化が示された。一方、H<sub>2</sub>Oに3時間浸漬した場合、1060cm<sup>-1</sup>付近のSi-Oのピークは認められるものの、Si-N、Si-Hのピークも残存しており、シリカへの転化が不十分であることが示された。また、歯ブラシ摩耗10,000サイクル後の摩耗量はシリカ膜が0.23±0.05 μm、PMMAが7.83±2.33 μmを示し、シリカ膜はコントロールであるPMMAに対し有意に低い摩耗量を示した。

以上の結果から、PHPSを塗布した義歯を37°CのH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>に浸漬する方法は、高温加熱することなく純度の高い緻密なシリカ薄膜を表面に形成し、10,000サイクルの歯ブラシ摩耗に対しても優れた耐摩耗性を有することが示された。

## 新規レジンコーティング材の評価 —印象材に及ぼす影響—

サンメディカル株式会社<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 う蝕制御学分野<sup>2</sup>  
○山本裕也<sup>1</sup>、荒田正三<sup>1</sup>、二階堂徹<sup>2</sup>、田上順次<sup>2</sup>

### Evaluation of a newly developed resin coating material -Effect of impression materials-

Sun Medical Co., Ltd.<sup>1</sup>,  
Cariology and Operative Dentistry, Department of Restorative Sciences, Graduate School, Tokyo Medical and  
Dental University<sup>2</sup>

○Yuya Yamamoto<sup>1</sup>, Masami Arata<sup>1</sup>, Toru Nikaido<sup>2</sup> and Junji Tagami<sup>2</sup>

#### 【研究目的】

窩洞や支台形成直後の知覚過敏や術後疼痛の軽減、並びに辺縁漏洩や細菌感染による二次齲蝕の抑制と歯髄保護を目的として、ボンディング材による象牙質コーティングの概念が広まりつつある。歯科用シーリング・コーティング材「ハイブリッドコート」(以下、HBC)は、ワンステップセルフエッチングタイプの薄膜レジンコーティング材であり、その薄膜特性を活かして支台形成面の形態を崩すことなく、象牙質コーティングを可能としている。しかしながら、コーティング適用後の印象採得の際にシリコン印象材を用いた場合には、印象材表面の面荒れが生じる問題があった<sup>1)</sup>。

そこで本研究は、新たに開発された「ハイブリッドコートⅡ」(以下、HBCⅡ)のシリコン印象材に及ぼす影響を、コーティング表層の未重合層の影響も含め肉眼的に観察し、HBCと比較検討したので報告する。

#### 【材料及び方法】

レジンコーティング材としてHBCおよびHBCⅡを用いた。また、印象材としては「エグサファインミックス」、「フュージョン」(共にジーシー社製)、「デントシリコーンV」(松風社製)等の付加型シリコーン印象材を用いて評価を行った。牛歯表面を注水下にて#180 耐水エメリーペーパーで研削し象牙質を露出させた。露出した象牙質にΦ4.8mmの穴の空いた両面テープを貼って面積規定した後に、HBCもしくはHBCⅡを塗布し、20秒後にエアブローを行って薄膜状とした。更に、ハロゲン照射器「CANDELUX」(モリタ社製)にて10秒間光照射して重合硬化させた。その後、①アルコール綿球で未重合層を除去した場合、②未重合層を除去しなかった場合の2通りの表面に各シリコーン印象材をメーカーの指示に従って適用し、印象材硬化後にコーティング面から慎重に撤去し、コーティング面と印象材表面の硬化状況の肉眼的観察を行った。

#### 【成績及び考察】

HBCの場合では、未重合層を除去しなかった条件においては、ほとんど全てのシリコーン印象材で表面の硬化不良ないしは面荒れが確認されたが、アルコール綿球にて未重合層を除去した場合には、若干の硬化不良はあるものの印象採得に問題は無い程度であることが確認された。

これに対してHBCⅡの場合では、未重合層の有無に関係なく、試験に用いた全てのシリコーン印象材において表面の硬化不良や面荒れは確認されなかった。

#### 【結論】

新規歯科用シーリング・コーティング材のHBCⅡは、付加型シリコーン印象材の硬化に影響を及ぼすことはなく、更に、未重合層を除去しなくともそのまま印象採得できる可能性があることが確認された。

1)今井啓文、接着歯学、25(2)、133、2007

## 新規 4-META/MMA-TBB レジン<sup>®</sup>の物性評価

サンメディカル株式会社<sup>1</sup>、岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野<sup>2</sup>  
○下園明里<sup>1</sup>、藤川智子<sup>1</sup>、荒田正三<sup>1</sup>、清水裕久<sup>2</sup>、入江正郎<sup>2</sup>、鈴木一臣<sup>2</sup>

### Evaluation of physical properties of Newly developed 4-META/MMA-TBB resin

Sunmedical co., ltd.<sup>1</sup>,

Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and  
Pharmaceutical Sciences<sup>2</sup>

Akari Shimozono<sup>1</sup>, Tomoko Fujikawa<sup>1</sup>, Masami Arata<sup>1</sup>, Hirohisa Shimizu<sup>2</sup>, Masao Irie<sup>2</sup>, Kazuomi Suzuki<sup>2</sup>

#### 【目的】

4META/MMA-TBB レジン<sup>®</sup>は、高い接着性と優れた生体親和性を有していることから、矯正、歯周、保存、補綴の分野に幅広く使われている。2009年11月、筆積性と操作性を改良した「スーパーボンド<sup>®</sup>筆積セット」、「スーパーボンド<sup>®</sup>混和セット」の2種類のセットが新たに市販された。これらは従来品であるスーパーボンド<sup>®</sup> C&B (以後、C&B) と同等の性能を有している。

本研究では、混和セットの構成成分であるポリマー粉末混和フィスカー及び混和レジンの粉液比率を変えた時の接着性能や諸物性について評価検討を行った。

#### 【材料及び方法】

スーパーボンド<sup>®</sup>混和セットを使用した。すなわち、ポリマー粉末混和フィスカー及び混和レジンの粉液比率(以後、混和粉材)、クイックマナー液、キャタリスト、表面処理材 高粘度グリーン(以後、高粘度グリーン)、表面処理材 高粘度レッド(以後、高粘度レッド)を用いた。

1) 接着試験 冷凍保管していた牛歯を解凍後、注水下で耐水研磨紙#180まで研磨し、エナメル質もしくは象牙質を露出させ、エナメル質は高粘度グリーンまたは高粘度レッドで30秒、象牙質は高粘度グリーンで10秒処理後に水洗・乾燥を行った。標準処方(クイックマナー液4滴/キャタリスト1滴/混和粉材 Standard 1.0杯)にて混和し、面積規定(4.8mmφ)した歯面に混和泥を盛り付け、アクリル棒を接着させた。30分以上室温にて放置後、37℃水中に一晩浸漬し、オートグラフ(AG-1G: SHIMADZU社製)にてクロスヘッドスピード 2mm/minで引張強さを測定した。また、標準処方以外にクイックマナー液を3滴に変更した場合、混和粉材を1.5、1.2倍に増量、または0.75、0.5倍に減量した処方でも同様に試験を行った。

2) 物性試験 操作可能時間(以後、可使時間)、硬化時間、曲げ強さ、吸水率および崩壊率を測定した。可使時間は所定温度(23℃)にて所定の条件にて混和させ、混和開始から糸引きまでの時間とした。硬化時間も同様の所定条件にて混和し、示差走査熱量計(DSC-60; SHIMAZU社製)にて37℃の雰囲気下で測定し、発熱ピーク出現時間を硬化時間とした。曲げ強さ試験においては、2×2×25mmの硬化体をオートグラフ(AG-1G 1kN: SHIMADZU社製)にてクロスヘッドスピード 1mm/minで3点曲げ試験を行った。吸水率および崩壊率はISO4049に準じ測定した。

#### 【成績】

牛歯エナメル質および象牙質に対する接着強さは、いずれの条件においても大差無く十分な接着強さが得られた。可使時間は、クイックマナー液を3滴、または混和粉材を増量すると短くなり、同じく粉材を減量すると長くなる傾向を示した。硬化時間も同様の傾向を示し、粉材量を0.5倍にするなど条件によっては10分を超える値を示した。曲げ強さ、吸水率、溶解率は標準処方と同等の値であった。

#### 【考察】

接着試験においてはC&Bと同等であった。これは、基本組成は変更せず、粉材の性質のみを改良したためであると推察する。可使時間は、現行のC&Bでは23℃では測定が困難であったが、混和粉材では測定が可能で、且つ粉材量を増量させてもC&Bよりも長い結果となった。硬化時間においては、可使時間が長くなった分、クイックマナーを使用する事で、C&Bと同等の結果となった。曲げ試験、吸水率、溶解率においても接着試験と同様に、基本組成は変わらないので、同等の値を示すと推測する。

#### 【結論】

混和フィスカー、混和レジンはクイックマナー液とキャタリストを組み合わせる場合、標準処方以外にクイックマナー液を3滴、ポリマー粉末を1.5、1.2倍に増量、または0.75、0.5倍に減量させても十分な性能が得られ、スーパーボンド<sup>®</sup> C&Bと接着性能や諸物性は同等の値を示すことがわかった。これらの結果よりスーパーボンド<sup>®</sup>混和セットは、スーパーボンド<sup>®</sup> C&Bと同様に症例に合わせて、応用できることがわかった。

## 最近のフロワブルコンポジットレジンの臼歯用修復材としての可能性： 曲げ特性からの検討

岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野  
○入江正郎，鈴木一臣

Flexural Property as Predictor for Clinical Wear of Recent Flowable Composites.  
Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences.

Masao Irie, Kazuomi Suzuki

### 【 緒言 】

歯冠修復に不可欠な近年のコンポジットレジン (CR) は、フィラーの高密度充填化や光重合の確立によって高性能、高機能化をもたらしている。CR の *in vivo* の磨耗量は、曲げ特性測定時のレジリエンスと負の相関関係があると報告されている<sup>1)</sup>。最近、臼歯咬合面修復にも可能なフロワブルコンポジットレジン (FCR) が登場し、臼歯修復材としての可能性を探る目的から、FCR の曲げ特性を測定し、従来からの臼歯用修復材として使用されている CR と比較した。

### 【 材料と方法 】

材料としては Table に示す FCR 8 種、比較として臼歯用修復材としての 2 種の計 10 種の CR を使用した。それぞれの CR で曲げ特性測定用試料 (2×2×25 mm<sup>3</sup>) を作製、1 週間水中浸漬後、曲げ強さ (S) および曲げ弾性率 (E) を測定、両測定値からレジリエンス (R,  $R=S^2/2E$ ) を算出した<sup>1)</sup>。

### 【 結果と考察 】

それぞれの測定結果を Table に示した。いずれの FCR も、Filtek Supreme DL や XRV Herculite Prodigy と同等かそれ以上のレジリエンスを示した。曲げ弾性率の低い影響が考えられる。曲げ強さに関しては、最近の FCR (MI Fil, Beautifil Flow Plus F00, Estelite Flow Quick および Clearfil Majesty LV) は、Filtek Supreme DL や XRV Herculite Prodigy と比較して多くは少し低い値を示し、今後の臨床成績を見守りたい。

**Table Flexural properties of resin composites**

Resin Composite (Manufacturer)	Mean (S.D.), n=10		
	Strength (MPa)	Modulus of elasticity (GPa)	Modulus of resilience (MJ/m <sup>3</sup> )
Esthet-X Flow (Dentsply/Caulk)	138.3 (5.6)	6.93 (0.35)	1.38
Revolution Formula 2 (Kerr)	123.1 (10.2)	5.87 (0.40)	1.29
Tetric N-Ceram Flow (Ivoclar Vivadent)	121.6 (4.2)	6.15 (0.60)	1.20
MI Fil (GC)	163.2 (7.2)	9.01 (0.74)	1.48
Beautifil Flow Plus F00 (Shofu)	121.4 (10.5)	9.97 (1.18)	0.74
Metafil Flo (Sun Medical)	114.3 (7.3)	6.74 (0.33)	0.97
Estelite Flow Quick (Tokuyama Dental)	135.8 (6.8)	8.92 (0.66)	1.03
Clearfil Majesty LV (Kuraray Medical)	143.4 (11.1)	12.44 (1.08)	0.83
<i>As controls</i>			
Filtek Supreme DL (3M ESPE)	152.4 (13.5)	12.86 (0.92)	0.90
XRV Herculite Prodigy (Kerr)	150.2 (10.5)	12.84 (1.86)	0.88

### 【 まとめ 】

最近の FCR (MI Fil, Beautifil Flow Plus F00, Estelite Flow Quick および Clearfil Majesty LV) は、1 週間後のレジリエンスから Filtek Supreme DL や XRV Herculite Prodigy と比較して、臼歯の咬合面修復材としての可能性が窺われた。

【 文献 】 1) A. Peutzfeldt & E. Asmussen, *Dent Mater* 1992; 8(3): 146-148.



### I 級修復におけるフロアブルレジンによるライニングの効果

<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 う蝕制御学分野

<sup>2</sup>東京医科歯科大学歯学部附属歯科技工士学校

<sup>3</sup>歯と骨の GCOE

矢作 智花<sup>1</sup>、高垣 智博<sup>1</sup>、二階堂 徹<sup>1</sup>、池田 正臣<sup>2</sup>、田上 順次<sup>1,3</sup>

#### Effect of flowable composite lining in Class I cavity adaptation of all-in-one adhesives.

<sup>1</sup>Cariology and Operative Dentistry, Graduate school, Tokyo Medical and Dental University

<sup>2</sup>School of dental technologists, Tokyo Medical and Dental University

<sup>3</sup>Global COE Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases

Chika Yahagi<sup>1</sup>, Tomohiro Takagaki<sup>1</sup>, Toru Nikaido<sup>1</sup>, Masaomi Ikeda<sup>2</sup>, Junji Tagami<sup>1,3</sup>

#### [研究目的]

現在臨床では数多くのオールインワン接着システムが普及しているが、簡略化という利点の反面、コントラクションギャップなどの界面の欠陥構造が、ボンド-象牙質界面、またはレジン-ボンド界面に生じやすいことが指摘されている。本研究の目的は、I 級コンポジットレジン修復における、オールインワン接着システムと 2 ステップ接着システムの窩壁適合性を評価し、フロアブルレジンによるライニングの効果を検討することである。

#### [材料と方法]

オールインワン接着システムとして、Tokuyama Bond Force (BF, トクヤマデンタル)、G-Bond PLUS (GP, GC)、Opti-Bond All-in-one (OP, Kerr)、またコントロール群として 2 ステップ接着システムである Clearfil Megabond (MB, クラレメディカル)を用いた。ヒト第三大臼歯を歯軸に垂直に象牙質を露出させ、ミリングマシン (PFG200) にてダイヤモンドポイント (SF1140, 松風) を用いて、円柱状窩洞 (直径 3 mm、深さ 1 mm) を形成した。次に各接着システムを業者指示に従って用いた後、ライニングの有無により 2 群に分けた。ライニング群ではフロアブルレジン Estelite Flow Quick (トクヤマデンタル) を窩洞約 3 分の 1 の高さまで充填し、光照射器 OPTILUX501 を用いて 10 秒間光照射した。次にコンポジットレジン Estelite Σ Quick (トクヤマデンタル) を充填し、さらに 10 秒間光照射した。ライニングを行わない群は、接着処理後コンポジットレジンを一塊充填し 10 秒間光照射を行った。試料は 37°C 水中に 24 時間保管後、修復物の中央で歯軸方向に半切した後、エポキシレジンに包埋し、鏡面研磨後、修復物の窩壁ならびに窩底における適合状態をレーザー顕微鏡 (1 LM15、レーザーテック) を用いて観察した。試料は各群 5 個とし、得られた結果は「窩壁適合率=試料の接着面の長さの総延長/窩底・窩壁の長さの総延長」として算出した。計測値は Wilcoxon rank sum test with Bonferroni correction (有意水準 5%) を用いて統計処理を行った。

#### [結果および考察]

下図に試料の窩底部のレーザー顕微鏡像、表に各実験群の窩壁適合率を示す。ライニング群では、全ての群で良好な窩壁適合状態が観察された。一方ライニングを行わなかった群では、MB では窩壁適合率に変化は無かったものの、他の BF、GB、OP においては不良な接合状態が観察され、特に窩底部での剥離や空隙の形成が認められた。即ちオールインワン接着システムにおいては、象牙質への浸透不足や、溶媒の残存により特に窩底部界面で良好な接着が得られていないものと推察される。そのため、一塊充填した場合に、その重合収縮により界面が引っ張られ、剥離したと考えられる。

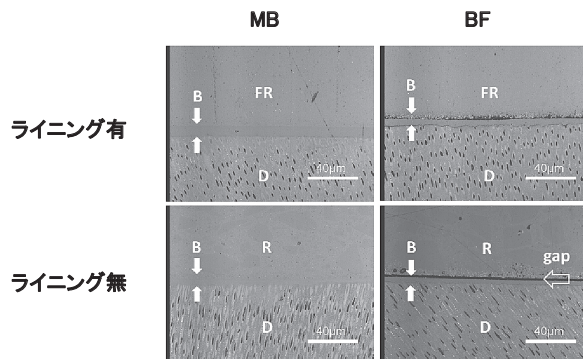


図 窩底部レーザー顕微鏡像

表 窩壁適合率 (%) (n=5)

	2step	All-in-one		
	MB	GP	OP	BF
ライニング有	100.0(±0.0)	100.0(±0.0)	100.0(±0.0)	100.0(±0.0)
ライニング無	100.0(±0.0)	94.0(±9.0)	72.5(±17.3)	41.0(±11.0)

●→ : 有意差あり (p<0.05)

FR: フロアブルレジン R: コンポジットレジン

B: ボンド層

D: 象牙質

### マイクロ CT を使ったコンポジットレジン<sup>1</sup>の重合収縮挙動の観察

<sup>1</sup>東京医科歯科大学大学院 摂食機能保存学講座 う蝕制御学分野 <sup>2</sup>東京医科歯科大学 GCOE プログラム

「歯と骨の分子疾患科学の国際教育拠点」 <sup>3</sup>農林水産省大臣官房厚生課診療所歯科

○趙 永哲<sup>1</sup>、サダル アリレザ<sup>1, 2</sup>、稲井 紀通<sup>3</sup>、田上 順次<sup>1, 2</sup>

Evaluation of composite polymerization shrinkage by tracing filler movement on  $\mu$ CT images.

<sup>1</sup>Cariology and Operative Dentistry, Department of Restorative Science, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University. <sup>2</sup>GCOE Program, “International Research Center for Molecular Science in Tooth Bone Diseases” at TMDU. <sup>3</sup>Medical Office, Welfare Division, Minister’s Secretariat, The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan.

○CHO Eitetsu<sup>1</sup>、SADR Alireza<sup>2</sup>、INAI Norimichi<sup>3</sup>、TAGAMI Junji<sup>1, 2</sup>

#### 「研究目的」

コンポジットレジンの重合時に発生する重合収縮は避けられない事象である。歯質と修復物との間の接着界面にギャップやマイクロリーケージを引き起こし、術後疼痛、細菌侵入による二次う蝕や歯髄炎の原因となることが考えられる。従来から化学重合型レジン<sup>1</sup>は重合時、窩洞の中心方向に向かって収縮し、光重合型コンポジットレジン<sup>2</sup>は光の照射方向に収縮すると考えられてきた。これらの重合収縮時における挙動は有限要素法やレーザースペクトル法により研究、解析されているが、重合に伴う収縮の挙動を直接観察できる手法は少ない。本実験ではコンポジットレジンで作られた疑似一級窩洞に、実験用に試作したコンポジットレジンを充填し、光照射前と光照射後の試作コンポジットレジンをマイクロ CT により撮影し、微小硬さと併せて収縮挙動の解析を行った。

#### 「材料および方法」

X 線造影性のないコンポジットレジン、SOLARE (A3, GC) に疑似一級窩洞 (5×5×5mm) を作成し、実験用試作コンポジットレジン (A3、トクヤマデンタル) を CR セップⅢ (クラレメディカル) を塗布した窩洞に充填した。続いて光照射 (デンタポート、モリタ) 前、光照射後それぞれに、試料の 3D 画像をマイクロ CT (TDM1000、ヤマト科学) にて撮影した。得られた 3D 画像よりマーカーとなるフィラーを専用ソフト (ラトックシステムエンジニアリング) にて抽出し、窩洞内の全てのマーカーフィラーの重合前、重合後の座標を測定した。窩洞を Z 軸に対し垂直に 200 の領域に分割し、各領域に含まれるマーカーフィラーの Z 軸方向の平均移動量を算出し、マーカーフィラーの平均移動量と窩洞深さで回帰分析を行った。その後ダイヤモンドブレードにて試料を半切し、微小硬さ試験機 (ENT-1100a、エリオニクス) にて窩洞内の試作コンポジットレジンの硬さを、深さ 0.5mm ごとに計測した。

#### 「結果および考察」

微小硬さ試験において窩洞深さ 3.5mm までの試作コンポジットレジンの微小硬さは、ピーク硬さの 80%以上であった。すべてのマーカーフィラーは重合後、光源方向へ移動しており、窩洞深さが 3.5mm 以内において、マーカーフィラーの平均移動量と窩洞深さに強い相関がみられた ( $R^2=0.9102$ ,  $p<0.05$ )。今実験における疑似一級窩洞では、コンポジットレジンの重合度が 80%以上の領域において、マーカーフィラーの移動量は窩洞の深さが深くなるに従い、大きくなることが判った。

#### 「結論」

非接着窩洞におけるコンポジットレジンの重合収縮挙動は、コンポジットレジンが十分重合した場合窩洞の深さに強い影響があることが認められた。またマイクロ CT と専用ソフトを使って重合収縮挙動を可視化する方法は、光重合型コンポジットレジンの重合収縮を検証する方法として有効であることが示唆された。