

## EDTA 水溶液の有機質除去への影響

鶴見大学歯学部附属病院総合歯科 2 \*鶴見大学歯学部歯科保存学第二講座

○山口博康 矢作保澄 新井 高\* 高水正明

Influence of EDTA solution on the removal of organic components

Department of General Dentistry and Clinical Education Tsurumi University School of Dental Medicine

\*Department of Periodontics and Endodontics Tsurumi University School of Dental Medicine

○Hiroyasu YAMAGUCHI, Hozumi YAHAGI, Takashi ARAI, Masaaki TAKAMIZU.

### 【研究目的】

根管洗浄は根管内の感染象牙質、残渣、細菌などの有機質成分の根管除を目的とし、根管治療において重要な処置である。根管拡大後の象牙質壁は根管形成によって生じた切削片、有機質成分の含まれるスミア層が形成され、根管象牙質の象牙細管を覆っている。スミア層により覆われたこの象牙細管は細菌などが封じこまれ、感染源が残存する。そのため、感染根管治療ではスミア層の除去も重要な術式である。このスミア層の除去の目的で EDTA 製剤が有効であることが報告されている。根管洗浄効果を評価するには抜去歯を用いたり人工的感染象牙質を用いる実験モデルがあるが、洗浄溶液と有機質成分の除去などについての実験モデルは少ない。これまでに我々はハイドロキシアパタイト顆粒を用いた変色とその漂白効果、耐酸性の向上の評価を行ってきた。本研究では、ハイドロキシアパタイト顆粒を用いた根管洗浄液の効果を評価する新しい実験モデルを作製し、その有機質除去効果について検討した。

### 【実験方法】

無機成分として 0.86g ハイドロキシアパタイト:HA 顆粒 (HAP-200 大平化学大阪) を有機質成分としてアルブミン (BSA, ワコー大阪) を 0.2-1.6mg/ml を用いた。HA にアルブミン水溶液に 5ml を 12 時間 20°C で反応させた。反応後、12000rpm、2 分間遠心分離し、上清をタンパク定量キット (Bio Rad, USA) を用いて測定した。この上清をアルブミンが検出されない濃度を HA0.86g と吸着した濃度とした。すなわち完全にアルブミンと吸着した 0.4mg/ml の試料 (以下、アルブミン吸着 HA) を洗浄実験に供した。

次にアルブミン吸着 HA を遠心分離後、上清を除去し、各洗浄溶液 5ml : EDTA 溶液スメアクリーン™ (日本歯科薬品 山口)、および過酸化水素を洗浄実験群としコントロールには蒸留水を用いた。5 分間反応後、12000rpm 5 分間遠心分離し、上清のタンパク定量を行った (n=6)。

### 【結果】

タンパク濃度、0.2-0.8mg/ml と 0.86g の HA 顆粒反応後の、遠心分離後の上清のタンパク定量ではタンパクが検出されず、完全に HA 顆粒と、タンパクが吸着したと考えられた。そのため、このタンパクの濃度範囲で溶出実験をおこなうことが適切と考えた。そこで 0.4mg/ml 濃度 (アルブミン吸着 HA) で洗浄実験を行ったところ、コントロールに比較してスメアクリーンでは有意に高く溶出したが過酸化水素では溶出しなかった。

### 【考察】

根管内には象牙質切削により生じるスミア層、デブリス、細菌の代謝産物、および細菌が含まれ、これらを除去する目的で根管洗浄を行うが、根管内の汚染状況を *in vitro* で再現することは困難である。そこで、根管象牙質の HA に吸着する有機質成分を模倣した実験モデルを作製した。有機質成分としては、アルブミンを使用し、現在までに我々が用いている実験モデルから HA 顆粒 0.86g と有機質成分アルブミンは 0.2-0.8mg/ml 濃度で吸着反応を示した。そこで吸着した根管内の感染状態を想定し、洗浄溶液と定量的な化学反応を行う、洗浄実験モデルを作製した。その結果、アルブミン吸着 HA 試料と SC を使用した実験群では 5 分間の反応によってコントロールおよび過酸化水素群に比較して有意に有機質成分が溶出した。本実験より HA と結合した有機質成分は EDTA により溶出すると考えられた。根管内から溶出した有機成分はすみやかに根管外へ除去する必要があり今後、HA より溶出した有機質成分が HA に再吸着するか否か、超音波効果の併用効果および作用時間の影響についても検討する予定である。

### 【結論】

EDTA 水溶液は HA に結合した有機質成分を溶出する作用がある。

薬液を応用した NiTi ファイル破折片の除去に関する研究  
—腐食した ProTaper®の 3次元表示による観察—

明海大学歯学部 機能保存回復学分野 歯内療法学講座  
○高橋哲哉, 牛込瑛子, 小林健二, 呉 崇史, 中村幸生

A Study on Removal of Broken NiTi files by Using Solution  
—Three-dimensional image observation of corroded ProTaper®—  
Division of Endodontics, Department of Restorative and Biomaterials Sciences,  
Meikai University School of Dentistry  
○TAKAHASHI Tetsuya, USHIGOME Eiko, KOBAYASHI Kenji,  
KURE Takashi and NAKAMURA Yukio

**【緒言】** 根管内で破折した NiTi ファイルの除去に関する報告は少なく、除去方法は確立されていない。これまでに我々は、根管内から NiTi ファイル破折片を容易に除去する方法の確立を目的とし、薬液の応用により破折片を腐食させる基礎的研究を行ってきた。すなわち、2種類の薬液を NiTi ファイル破折片に作用させた場合、3～24時間の浸漬によって破折片は腐食溶解を示し、薬液温度の上昇により腐食溶解に要する時間は短縮した(第125, 126, 128, 131回日本歯科保存学会)。今回、腐食溶解した NiTi ファイル破折片に対して、X線マイクロアナライザーとレーザー顕微鏡による表面構造の観察を行った。そして3次元表示による観察を施行し、NiTi ファイル破折片の腐食メカニズムについての検討を行った。

**【材料および方法】** NiTi ファイルは、ProTaper®(Dentsply Maillefer) #25/F2を使用した。ファイルは全て未使用のものを用い、それぞれ先端から5mmの部位をバイスで固定し、回転して破断させたものを試料とした。浸漬薬液には、10%次亜塩素酸ナトリウム溶液に19%塩化ナトリウムを加えて調製した薬液(以下NCN)、pH4.5に調整したリン酸酸性2%フッ化ナトリウム溶液(以下APF)および脱イオン水(以下control)を調製し、それぞれ1試料当たり5ml用いた。試料は各薬液にそれぞれ浸漬し、37および60℃に設定した恒温槽中で保存した。その後、X線マイクロアナライザー(JCMA-733, JEOL)を使用して、3時間浸漬した試料の形態学的変化を観察した。さらに、レーザー顕微鏡(3D測定レーザー顕微鏡 LEXT OLS4000, OLYMPUS)にて試料の観察および測定を3次元表示により行った。

**【結果および考察】** 37℃のNCNに浸漬した場合、SEMによる観察ではファイル破断側から先端側に向かって進行する崩壊像が認められた。そして同部の3次元表示による観察では、破断側のファイル表面が崩れ落ちて、残ったファイルの中心部と共に、あたかもクリスタル様の外観を呈していた。また、60℃のNCNに浸漬した場合、SEMによる観察では37℃と同様の崩壊像を示した。また、3次元表示による観察では、破断側より約1mmまで崩壊が認められたが、他の部位の刃部はマージンが明瞭に観察され、腐食と思われる所見は認められなかった。前回までの研究において、NCNに浸漬した場合には腐食生成物が観察された。この形成メカニズムは、Niが減少し、Tiが残存したためと推察していたが、3次元表示によって観察されたクリスタル様の外観は、「Tiが残存してNiが減少したために崩れ落ちて腐食生成物となった」ことを裏付ける所見と考えている。また、破断側から崩れ落ちていく様相は、「NCNがNiTiファイルの表面に存在する酸化被膜でなく、破断により生じた歪の部位からファイル本体を直接的に腐食する」ことを意味するのではないかと考えている。一方、37℃のAPFに浸漬した場合、SEMによる観察ではファイル全体の表面に小孔が認められた。そして同部の3次元表示による観察では、表面にクレーター状の欠損が認められ、その深さは2.494 $\mu\text{m}$ (n=5)であった。また60℃のAPFに浸漬した場合、SEMによる観察では、37℃と比べて小孔の数および大きさが増しているのが認められた。3次元表示による観察では、37℃と比べてクレーター状の欠損が深くなり、3.554 $\mu\text{m}$ (n=5)の深さであった。これらのことは、前回までの研究で得られた「APFがNiTiファイルの表面に存在する酸化被膜に作用し、NiとTiを共に溶出する腐食様式を起こしている」ことを裏付ける所見と思われた。

**【結論】** 我々は、これまでの研究により、NiTi ファイルを薬液に浸漬させた場合、NCNおよびAPFでは腐食様式が異なることを報告してきた。今回、3次元表示による検索を行ったことで、腐食様式の違いを明確にできたと考えている。

## 抗菌性を備えたレジン系根管充填シーラーの開発 ～根管充填用 MDPB 配合プライマーの抗菌性評価～

大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)  
○吉川蘭奈、今里 聡、泉谷尚美、恵比須繁之

### Development of resin-based root canal sealer with antibacterial effects.

### -Evaluation of antibacterial activities of an experimental primer containing MDPB-

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry  
○Ranna Yoshikawa, Satoshi Imazato, Naomi Izutani, Shigezuki Ebisu

#### 【目的】

歯に発生する疾患の多くは細菌感染症であり、感染の除去・制御が治療の予後を左右する重要な因子である。感染根管治療はその代表的なものであり、難治性となっている根尖性歯周疾患の多くが感染の不確実な制御に起因していると考えられている。近年実用化に至った抗菌性接着システムに配合されているレジンモノマーMDPB (12-methacryloyloxydodecylpyridinium bromide) は、未重合状態で強い殺菌作用を発現すると同時に、重合後には固定化されてすぐれた接着耐久性を実現できるという特徴を有している。そこで本研究では、この抗菌性モノマー MDPB を応用して、新規の抗菌性を備えたレジン系根管充填シーラーを開発することを目的に、まず MDPB を配合した根管充填用プライマーを試作し、感染根管関連細菌に対する抗菌効果を評価した。

#### 【材料及び方法】

ツーステップタイプのレジン系シーラーの開発を念頭におき、MDPB を 5%配合した HEMA ベースの根管充填用プライマー (以下 MP) を試作した。MP と MDPB 非配合のコントロールプライマー (以下 CP)、ならびに Epiphany プライマー (PENTRON 社、以下 EP) を用いて以下の実験を行った。

- 1) 阻止斑形成試験：寒天平板拡散法により、各プライマーに対する *Enterococcus faecalis* SS497, *Prevotella nigrescens* ATCC33563, *Fusobacterium nucleatum* 1436 の三種の細菌の感受性を評価した。
- 2) 最小発育阻止濃度(MIC) / 最小殺菌濃度(MBC) の測定：各プライマーの *E. faecalis*, *P. nigrescens*, *F. nucleatum* に対する MIC および MBC を micro dilution assay にて測定した。比較のため、次亜塩素酸ナトリウム (10%溶液) の MIC、MBC 値も測定した。
- 3) 浮遊菌に対する殺菌試験：約  $2 \times 10^6$  CFU/mL の *E. faecalis* 懸濁液に、各プライマーを 30 秒または 60 秒間接触させた後、残存生菌数を測定した。

#### 【結果】

- 1) MP と CP では、三種の細菌すべてに対して阻止斑の形成が認められた。しかし、EP は、*E. faecalis*, *F. nucleatum* に対してのみ阻止斑を形成し、*P. nigrescens* に対しては抑制を示さなかった。
- 2) 三種の細菌に対する MP の MIC、MBC 値はすべて、CP、EP、次亜塩素酸ナトリウムと比べて明らかに小さかった。

	<i>E. faecalis</i>		<i>P. nigrescens</i>		<i>F. nucleatum</i>	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
MP	0.078%	0.31%	0.098%	0.20%	0.024%	0.024%
CP	1.56%	3.13%	1.56%	1.56%	0.024%	0.10%
EP	>25%	>25%	*	*	>0.39%	>0.39%
次亜塩素酸ナトリウム	1.25%	2.5%	1.56%	3.13%	0.39%	0.39%

\*0.78%以上では判定できず

- 3) MP は、CP、EP と比較して有意に殺菌効果が高く (Mann-Whitney's U test,  $p < 0.05$ )、三種のいずれの細菌に対しても、30 秒間で 99.9%、60 秒間で 100%の殺菌率を示した。

#### 【考察および結論】

第四アンモニウムの誘導体である MDPB は、細胞膜を障害し、短時間のうちに細胞を破壊すると考えられている。本研究より、MDPB を配合した試作プライマーが感染根管関連細菌に対して強い殺菌作用を即時的に発揮できることが明らかとなり、抗菌性を備えたレジン系根管充填シーラーの開発・実用化において有用な材料であることが示された。

本研究は科学研究費補助金 基盤研究(A) 19209060 の補助のもとに行われた。

## 乳歯歯内療法へのEr:YAGレーザーの有効性

<sup>1</sup> 日本大学歯学部小児歯科学講座, <sup>2</sup> 埼玉医科大学総合医療センター歯科口腔外科,  
<sup>3</sup> 篠木歯科, <sup>4</sup> 明海大学歯学部形態機能成育学講座口腔小児科学分野  
○高森一乗<sup>1</sup>, 那須大介<sup>1,2</sup>, 篠木 毅<sup>3</sup>, 渡部 茂<sup>4</sup>, 白川哲夫<sup>1</sup>

### Effect of Er:YAG laser for Root Canal Treatment of Primary Teeth

<sup>1</sup>Dept. of Pediatric Dent. Nihon Univ. Sch. of Dent., <sup>2</sup>Dept. of Oral and Maxillofacial Surg. Saitama Med. Center, Saitama Med. Univ., <sup>3</sup>Shinoki Dental Clinic, <sup>4</sup>Div. of Pediatric Dent. Dept. of Human Development & Fostering, Meikai Univ. Sch. of Dent.

○Kazunori Takamori<sup>1</sup>, Daisuke Nasu<sup>1,2</sup>, Takeshi Shinoki<sup>3</sup>, Shigeru Watanabe<sup>4</sup>, Tetsuo Shirakawa<sup>1</sup>

#### 【目的】

Er:YAG レーザーは永久歯の歯内療法において、治療の予後に大きな影響を与える根管内壁のスミア一層の除去、ならびに細菌数の減少への有用性が報告されている。一方で、乳歯の歯内療法においては、その根尖部に後継永久歯胚があること、加齢により歯根吸収が進行することを考慮に入れる必要がある。永久歯同様に乳歯の歯内療法にも Er:YAG レーザーは有用と考えられるが、乳歯に関しては不明な点が多い。

今回、我々は乳歯歯内療法へのEr:YAGレーザーの臨床応用に先立ち、その有効性と安全性に関する基礎研究を行ったところ興味ある結果が得られたので報告する。

#### 【方法】

本研究は日本大学歯学部倫理規定に則って行われた。

抜去後ホルマリン中に保存されていた歯根を有する乳前歯を検索に用いた。

Er:YAGレーザー機器はErwin AdvErL(モリタ製作所)を用いた。

根管内への照射条件はR200Tチップを非注水下でそれぞれ出力30,50,70mJ、繰り返しパルスは10ppsで行った。

#### 実験①根管照射時の温度変化

チップを根尖部に挿入後、レーザーを照射しながら電動ステージを用いて1mm/sのスピードで歯冠方向に移動させ、歯根尖から歯冠にかけて設定した5点それぞれの温度変化をサーモグラフィーにて測定した。

#### 実験②根尖からチップが突出した場合の出力変化

XYステージを用い解剖学的根尖孔でチップ先端が0位置になるように調整し、チップ先端を根尖孔 $\pm 1.0\text{mm}$ 移動させその出力をレーザーパワーメータにて測定した。

#### 実験③被照射根管内部の形態的变化

形態観察においては、実験①で照射した歯根を分割し、通法に従い固定、乾燥、蒸着後、走査電子顕微鏡を用いて微細構造学的に歯根内壁を観察した。

#### 【結果ならびに考察】

根管照射時の歯根の温度変化に関しては、30、50、70mJと出力が増加するのに伴って温度上昇が観察されたがその温度変化は3度以内であった。

チップを根尖から突出した場合に比べ根尖孔部では出力はやや低下し、根尖孔-0.5mmでは約半分に出力が低下し、-1.0mmではパワーメーターでの測定可能範囲以下であった。

被照射歯面では永久歯同様にスミア層が消失しており、開孔した象牙細管が観察された。

以上の結果より、Er:YAGレーザーはその波長特性に加え、乳歯の特徴を理解する事により乳歯の歯内療法へも安全に応用できる可能性が示唆された。

#### 【会員外共同研究者】

村上晴彦、濱田和典、西川真功、西村巳貴則、岡上吉秀 (株式会社モリタ製作所 レーザー研究開発部)

ファイバースコープ観察下の根管内 Er:YAG レーザー照射深度の評価

鶴見大学歯学部歯科保存学第二講座

○安達 厚, 會田隆介, 福田貴久, 山崎泰志, 鳥塚慎二, 小林一行, 小澤寿子, 新井 高

Evaluation of Er:YAG laser irradiation depth under fiberoptic observation in root canals  
Department of Periodontics and Endodontics, Tsurumi University School of Dental Medicine  
○Adachi Atsushi, Aita Ryuusuke, Fukuda Takahisa, Yamazaki Yasushi, Toriduka Shinji,  
Kobayashi Kazuyuki, Ozawa Toshiko and Arai Takashi

【目的】

近年、Er:YAG レーザーは歯科領域において臨床応用され、歯内治療においては根管内の消毒や根管拡大、異物除去などに応用されている。我々はこれまでに歯周組織や根管内の観察および処置を目的とした多目的チャンネル内蔵の歯科用ファイバースコープ（以下 FS）を作成し、臨床応用を行い良好な成績を得ている。我々が以前報告した Er:YAG レーザーと FS の併用による根管充填材除去の研究において良好な結果が得られたため、本研究では、根管壁にレーザー照射を行い、FS 観察下でレーザー照射可能なレーザーファイバーの根尖方向への到達深度の評価することを目的とした。

【材料と方法】

近遠心方向に縦分割可能な、根管口から根尖までの長さ 10 mm, 60 号, 06 テーパーの根管を有する右側上顎中切歯人工歯（ニッシン社製）を試作し、被験試料とした。被験試料の近心および遠心の根管壁には、長さ 1 mm の標的を根管口直下より根尖方向に 1 mm 間隔で 5 個ずつ印記してある。

FS は先端直径 1.1 mm の外筒内に 6000 画素のイメージファイバーとライトガイドおよび直径 0.36 mm のチャンネルを内蔵し、レーザーファイバーやその他の特殊器具の挿入が可能となっている（図 1）。Er:YAG レーザー（アーウィンアドベール 株式会社モリタ）の出力は 100 mJ, 10 pps に設定し、レーザーファイバーは試作した FS 用 E200FL（長さ 90 mm, 直径 200 μm）を使用した。

根管口より FS を挿入し、注水下にて根管壁の標的を観察した。その後、FS と Er:YAG レーザーを併用し、根管壁に印記した標的へのレーザー照射を試みた。

照射後、根管を分割して実体顕微鏡下で観察、評価した。

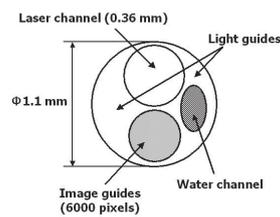


図 1. FS 先端の断面図

【結果および考察】

根管口より FS を挿入し根管壁の標的を観察すると、近心側では 3 個目、遠心側では 2 個目まで明瞭に観察することができた。また、レーザーファイバー先端の標的への到達は、近遠心とも 2 本目まで観察することができ、標的への正確なレーザー照射も、近遠心とも 2 本目まで可能であった。

標的の FS 観察において近遠心に差が生じたことは、構造上イメージガイドが FS の中心になく（図 1）、イメージガイド側を遠心側より挿入したため、イメージガイドと反対側の近心壁の方が観察する角度が大きくなり、遠心壁に比較してより深部を観察できたと思われる。また、マイクロスコープや拡大鏡ではレーザー照射中の状況は観察困難であるが、FS ではレーザー照射中の状況および照射後の蒸散状態を FS 画像で確認しながら処置ができるため、標的への正確なレーザー照射が可能であったと思われる。しかしながら、根管内への FS 挿入深度が増すにつれ、FS 先端部の根管内的可動範囲とレーザーファイバーの挿入角度が制限されるため、標的への正確な照射は困難となった。根管のテーパーの増大や、側方にレーザー照射可能なレーザーチップを使用することにより、さらに根尖部の根管壁にアプローチできる可能性がある。今後、FS をより有効利用するためには、根管の深部への FS 応用方法について検討する必要がある。

【結論】

FS を併用した Er:YAG レーザーの根管壁へのレーザー照射は、明瞭な術野を確保できるため根管上部から中央部にかけて有用である。

## 2 波長レーザー同時照射がヒト歯髄培養細胞の硬組織形成能に及ぼす影響

日本大学松戸歯学部歯内療法学講座

○小峯千明、松井智、高橋知多香、三浦浩、三浦孝司、酒井きよ美、辻本恭久、松島潔

### **Influence of Dual-wavelength Laser on Calcification of Human Dental Pulp Cells**

Department of Endodontics, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○Komine Chiaki, MATSUI Satoshi, TAKAHASHI Chitaka, MIURA Hiroshi, MIURA Takashi,  
SAKAI Kiyomi, TSUJIMOTO Yasuhisa, MATSUSHIMA Kiyoshi

#### 【目的】

近年、水酸化カルシウム製剤や MTA などのカルシウムを主体とした直接覆髄法が臨床応用されているが、歯髄組織への壊死層の形成や修復材料との接着性の低下などの問題が懸念されている。演者らは、光線力学的治療法を応用して材料や薬剤を使用しない歯髄保存療法の確立を目指し研究を行っている。これまでに、810 nm と 660 nm の半導体レーザー照射による歯髄の硬組織形成促進効果についてその有用性を報告してきた。本研究では、ヒト歯髄培養細胞において、有効出力での 810 nm と 660 nm、2 波長同時照射を行うことで、より効率的に硬組織形成を促進させる効果があるのではないかと推測し、2 波長同時照射がヒト歯髄培養細胞における硬組織形成能に及ぼす影響について検討を行った。

#### 【材料および方法】

研究のインフォームドコンセントを十分に行って同意を得た、平均 22 歳の 2 人の患者から抜去された健全歯第三大臼歯の歯髄組織を無菌的に取り出し、3~6 代継代させた細胞を研究に用いた。レーザー照射条件として①660 nm (20mW)+810 nm (0.5W)、②660 nm (20mW)+810 nm (1.0W) のレーザーを 2 波長同時に照射した群 (2 波長群)、③660 nm (20mW)、④810 nm (0.5W)、⑤810 nm (1.0W) のレーザーを単波長で照射した群 (単波長群)、⑥レーザー照射していない細胞の群 (コントロール群) とし、半導体 (Ga-Al-As) レーザーを 5 分間照射した。照射後、経時的に ALP 染色および ALP 活性の変動を測定した。また、オステオカルシン産生量は ELISA 法を用いて行った。40 日目の細胞を Alizarin red S 染色法および von Kossa 染色法にて石灰化結節の観察を行った。

#### 【結果および考察】

##### 1) ALP 染色

コントロール群と比較して、レーザー照射群では、ALP が濃染されているのが観察された。また、コントロール群と比較して、2 波長群では濃染されているのが確認できたが、単波長群のほうが明らかに濃染されており、濃染された細胞数においても、単波長群 > 2 波長群 > コントロール群の順で増加しているのが確認された。

##### 2) ALP 活性の測定

ALP 活性はすべての群において 15 日目をピークとし経時的に上昇が認められた。単波長群 (③と⑤) および 2 波長群 (①) においてコントロール群との間に有意差が認められた。また単波長群 (⑤) と 2 波長群 (②) においても単波長群に有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。

##### 3) オステオカルシン産生量の測定

オステオカルシン産生量は、経時的に増加が認められ、24 日目において単波長群 (⑤) が最も高く、コントロール群との間に有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。2 波長群においては、コントロール群との間に有意差は認めなかった。

##### 4) Alizarin red S 染色および von Kossa 染色

レーザー照射から培養 40 日目の Alizarin red S 染色および von Kossa 染色において、2 波長群と比較し単波長群で Calcified nodule の形成増大が認められた。

以上の結果から、単波長照射ではヒト歯髄培養細胞における硬組織形成能の有意な促進が認められたが、2 波長同時照射の場合では、有意な硬組織形成能の促進効果は認められなかった。現在、2 波長同時照射による波の干渉、細胞に届く光子数の影響や至適エネルギーなどを検討中である。

## ラットにおける血漿中カテコールアミンレベルに対する歯髄刺激の影響

兵庫医科大学歯科口腔外科学講座  
\*兵庫医科大学医系物理化学教室

○長谷川誠実、\*秦 順一、藤原正識、阿部徹也、本田公亮

### Effects of tooth pulp stimulation on plasma catecholamine levels in rats

Department of Dentistry and Oral Surgery, Hyogo College of Medicine

\*Department of Medical physics and Chemistry, Hyogo College of Medicine

○HASEGAWA Makoto, \*HADA Junichi, FUJIWARA Masanori, ABE Tetsuya, HONDA Kousuke

#### 【緒言】

第129回本学会学術大会(2008年11月6・7日、富山)で、ラット歯髄刺激により海馬血流が増加することを見出し、さらに歯髄刺激による海馬血流増加反応にアデノシンが関わっていることを報告した。そして、第131回学術大会(2009年10月29・30日、仙台)では、歯髄刺激による海馬血流増加時の中枢内アデノシン遊離は、短時間のピークでなおかつ微量である可能性について報告した。そこで今回は、視点を痛みの原点であるストレスに置いて、歯髄刺激に伴う血中カテコールアミンの変動動態について検討した。

#### 【実験材料と方法】

実験には10週齢の雄性ラット(310~340g)15匹(実験群10匹、対照群5匹)を使用した。ラットにはすべてウレタン(1.2g/kg)腹腔内投与による全身麻酔を施した。採血は、ラットの大腿静脈にカテーテルを挿入することにより行った。大腿静脈のカニューレ後、下顎切歯の切端を切断し、両側の歯髄内に直径0.2mmのステンレス針電極を挿入し歯髄刺激電極とした。その後、ラットを脳定位固定装置に固定し、脳アトラスに従い左側海馬内に血流測定用プローブを挿入した。そして、歯髄刺激電極は電気刺激装置に、血流測定用プローブは血流計に接続した。

実験は、まず大腿静脈から3mlの採血を行い、0.5mlは血液ガス分析による全身状態のモニタリングに用い、2.5mlは4℃に冷却しながら3000rpmの遠心分離を5分間行い血漿を採取し、血漿中カテコールアミンの分析を行った。次に、実験群にはintensity 3.3mA(血流増加反応を生じる閾値の5倍)、duration 0.5ms、対照群には0.0mAのinterval 10msからなるpulse train(10s間)の電気刺激を20sごとに10分間歯髄に与えた。海馬血流増加反応に対して有効な刺激かどうかは、血流を常時測定することで確認した。そして、刺激後1時間および2時間後に、3mlの採血を行い、全身状態のモニタリング、血漿採取によりカテコールアミン分析を行った。採血終了後、前述のパラメータの歯髄電気刺激を1回行い、歯髄刺激に対して海馬血流増加反応が正常に生じることを確認の上実験を終了した。

#### 【結果】

ドーパミンは、実験群で刺激後1時間から2時間の間に急激な増加を認めた。対照群では、1時間および2時間後と増加した。2時間後では、対照群の方が有意に増加した。アドレナリンは、実験群および対照群ともに刺激後1時間、2時間ともに減少した。刺激後2時間では、実験群の方が対照群に比較して有意に減少した。ノルアドレナリンは実験群および対照群ともに、刺激後1時間から2時間の間に増加した。ノルアドレナリンにおいては、両群の間に差はなかった。

#### 【考察】

対照群(歯髄を刺激しない群)における、ドーパミンおよびノルアドレナリンの増加やアドレナリンの減少は、麻酔や手術、採血に関連するストレスによるのかも知れない。実験群(歯髄刺激)では、対照群と比較し、ドーパミンの増加が抑制され、アドレナリンの減少が増強された。また、有意差は認めないもののノルアドレナリンの増加が増強された。これらのことから、歯髄刺激の反復は、痛み刺激を与えながら同時に鎮痛の反応をも生じさせているのかも知れないことを示唆している。すなわち、歯髄刺激による痛みは中枢性の快・不快の両面を持つ複雑な侵害刺激であることが推察された。

本研究は、科学研究費助成金：基盤研究(C)、課題番号：21592438の助成を受け行われた。

## 歯髄 CD105 陽性細胞を用いた抜髄後歯髄再生法の確立

<sup>1)</sup> 国立長寿医療センター研究所口腔疾患研究部 <sup>2)</sup> 愛知学院大学歯学部小児歯科学講座  
<sup>3)</sup> 愛知学院歯学部歯内治療学講座  
庵原 耕一郎<sup>1)</sup> 石坂 亮<sup>1,2)</sup> 今林 貴代美<sup>1)</sup> 江場 久哲<sup>3)</sup> 松下 健二<sup>1)</sup> 中村 洋<sup>3)</sup> 中島 美砂子<sup>1)</sup>

### Dental pulp regeneration by CD105 positive pulp stem cells after pulpectomy

<sup>1)</sup>Laboratory of Oral Disease Research, National Institute for Longevity Science  
<sup>2)</sup>Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University <sup>3)</sup> Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University  
Koichiro Iohara<sup>1)</sup>, Ryo Ishizaka<sup>1,2)</sup>, Kiyomi Imabayashi<sup>1)</sup>, Hisanori Eba<sup>3)</sup>  
Kenji Matsushita<sup>1)</sup>, Hiroshi Nakamura<sup>3)</sup>, Misako Nakashima<sup>1)</sup>

#### 【研究目的】

私どもはこれまで歯の延命化を目指した象牙質・歯髄再生法の開発を行ってきた。前回、血管新生および神経再生能に優れた歯髄 CD31<sup>+</sup>SP 細胞をイヌ生活歯髄切断面上に移植すると歯髄が再生されることを報告した(第125回日本歯科保存学会)。一方、CD31<sup>+</sup>SP 細胞は、DNA 結合色素 Hoechst 33342 を使用するため安全性に問題がある。よって歯髄 CD31<sup>+</sup>SP 細胞と同等の血管新生能・神経再生能を有する、より安全性に優れた歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞を新たに分取した。本研究では、歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞の特徴化をすすめ、さらに CD105<sup>+</sup>細胞および再生根管充填材(遊走因子および scaffold)を用いて、抜髄した後に完全に歯髄を再生させる新たな細胞治療法の開発を行った。

#### 【材料と方法】

1. イヌ歯髄・脂肪 CD105<sup>+</sup>細胞の分取：total 細胞を酵素分離後、フローサイトメトリーによる CD105<sup>+</sup>細胞分取
2. CD105<sup>+</sup>細胞の特徴化と血管新生能の検索
  - A. フローサイトメトリーによる表現型の解析 (CD29, CD34, CD44, CD45, CD73, CD90, CD105, CD150)
  - B. Real-time PCR による神経誘導因子(BDNF, NGF, NPY, NT3)、および血管誘導因子 (GM-CSF, VEGF, MMP3) mRNA 発現解析
  - C. 多分化能の解析 (脂肪誘導、象牙質誘導、血管誘導、神経誘導)
  - D. マウス下肢虚血モデルにおける血管新生レーザードップラー解析および免疫組織学的解析(BS1-lectin)
3. イヌ抜髄モデルにおける歯髄再生
  - A. 最適な根管内移植細胞数、遊走因子濃度(SDF1)、および根尖部拡大の大きさの検討
  - B. 根管内再生組織の経時的形態観察 (H-E) (移植後 14, 30, 60, 90 日)  
：歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞、脂肪 CD105<sup>+</sup>細胞および歯髄 total 細胞の比較
  - C. 神経再生、血管新生の免疫組織学的解析(PGP9.5, BS1-lectin)
  - D. 象牙質形成の in situ hybridization による解析(*Dspp*, *enamelysin*)
  - E. 高齢 (5歳) のイヌにおける歯髄再生

#### 【結果】

イヌ歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞は、CD29, CD44, CD90 の間葉系幹細胞のマーカーを高発現しており、CD73, CD105, CD150 の幹細胞マーカーは歯髄 total 細胞、脂肪 CD105<sup>+</sup>細胞より高く発現していた。歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞は神経誘導因子および血管誘導因子を高発現し、脂肪、象牙質、血管および神経誘導能を有していた。CD105<sup>+</sup>細胞を下肢虚血モデルに移植すると血管新生を促進し、7日で血流が回復した。イヌ抜髄モデルにおいて、コラーゲンを scaffold として歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞を SDF1 とともに移植すると、14日後には細胞あるいは SDF1 単味に比べて有意に歯髄が再生され、炎症所見、内部吸収および歯根吸収は全くみられなかった。再生歯髄には神経が侵入し、血管が新生していた。歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞の最適な根管内移植細胞数は  $5 \times 10^5$  であり、根管拡大の最小限の大きさは #70 で、最適な SDF1 濃度は 15ng/ml であった。また、脂肪 CD105<sup>+</sup>細胞あるいは歯髄 total 細胞を SDF1 とともに移植した場合には再生される組織量はわずかであり、石灰化がみられることが多かった。歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞移植 90 日後では、象牙質側壁に象牙質形成がみられ、炎症、内部吸収、歯根吸収はみられなかった。さらに高齢のイヌにおいても同様に歯髄を再生することができた。

#### 【考察】

イヌ歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞は各種幹細胞マーカーの発現が高く、多分化能を有し、神経・血管誘導因子の発現が高く、イヌ抜髄モデルにおいて歯髄 total 細胞よりも有意に歯髄を再生した。よって、CD105<sup>+</sup>細胞を用いた抜髄後歯髄再生治療法の有効性が示唆された。

#### 【結論】

抜髄後の根管内に歯髄 CD105<sup>+</sup>細胞と SDF1 を scaffold とともに移植すると歯髄が再生された。

## Polyvinyl Alcohol 添加 Mineral Trioxide Aggregate の操作性に関する基礎研究

愛知学院大学歯学部歯内治療学講座<sup>1</sup>, 愛知学院大学歯学部歯科理工学講座<sup>2</sup>  
山本光徳<sup>1</sup>, 渡邊泰三<sup>1</sup>, 鰐部春昌<sup>1</sup>, 中田和彦<sup>1</sup>, 鶴田昌三<sup>2</sup>, 河合達志<sup>2</sup>, 中村 洋<sup>1</sup>

### A study on operative properties of Mineral Trioxide Aggregate containing polyvinyl alcohol

Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University<sup>1</sup>

Department of Dental Materials Science, School of Dentistry, Aichi Gakuin University<sup>2</sup>

Yamamoto Mitsunori<sup>1</sup>, Watanabe Taizo<sup>1</sup>, Wanibe Harumasa<sup>1</sup>, Nakata Kazuhiko<sup>1</sup>, Tsuruta Shouzo<sup>2</sup>,  
Kawai Tatsushi<sup>2</sup>, Nakamura Hiroshi<sup>1</sup>

#### 目的

逆根管充填材として開発された Mineral Trioxide Aggregate (MTA) は、現在国内でも多くの症例に使用され良好な臨床成績が報告されている。その一方、操作性に問題があるという報告もあり、操作性向上のためにさまざまな研究が行われている。今回我々は MTA の操作性向上を目的として、界面活性剤のポリビニルアルコール (Polyvinyl Alcohol : PVA) を添加して性質について検討した。

#### 実験材料

PVA 添加 MTA の調製 : プロルート MTA (デンツプライ三金) を使用し、液成分として PVA 水溶液を 4, 8, 10wt% の濃度となるように添加した。対照試料として、メーカーの規定どおり精製水で練和した MTA ならびにユニフィルフロー、ユニフィルローフロー (ジーシー) を用いた。

#### 実験方法

##### 1) 物性試験

PVA 添加 MTA を直径 6mm, 高さ 12mm の型にて円柱形に成形し、37°C で 24 時間硬化させた後、万能試験機を用いて圧縮強さを測定した。また PVA 添加 MTA について回転粘度計を用いて、5 回転、50 回転の粘度比を測定することにより得られるせん断速度依存性 (TI 値) でチクソトロピー性の評価を行った。そして対照試料の精製水で練和した MTA およびユニフィルフロー、ユニフィルローフローと比較検討した。

##### 2) 元素分析

PVA 添加 MTA を直径 6mm, 高さ 2mm の型にてタブレット状に成形し、37°C で 24 時間硬化させた後、調製した擬似体液 (pH7.2) に 37°C で 4 週間浸漬し、SEM 観察および Electron Probe Micro-Analysis (EPMA) 分析を行い試料表面の析出物について元素分析を行った。

#### 結果および考察

##### 1) 物性試験

PVA 添加 MTA は、圧縮試験において MTA よりも高い強度を示した。これは PVA が分散材・減水材として働き、成形体に粗大な気孔を生じさせないことが要因と考えられる。また粘性試験において、MTA を精製水で練和した試料は流動性が著しく低く計測不能であった。一方 PVA を添加した MTA は流動性を有し、粘性は添加量が増加するにつれて低下する傾向がみられた。また TI 値は、4, 8, 10wt% で 8.1, 6.2, 4.3 であった。ユニフィルフローは 1.3 でローフローは 4.5 であった。TI 値は一般的に 3 以上で高度なチクソトロピー性を有すると評価されている。今回 PVA の添加量の異なる 3 試料とも TI 値は 3 以上を有し、対照試料として用いたユニフィルローフローと比較するとほぼ同程度または上回るチクソトロピー性を示した。

##### 2) 元素分析

擬似体液に浸漬した試料の SEM 観察では、試料表面に小球状の結晶物が観察された。この結晶物を EPMA にて元素分析を行った結果 Ca, P, Mg などが検出され、Ca/P 比は化学量論的なハイドロキシアパタイトの 1.67 より低い値を示した。これらのことからカルシウム欠損アパタイトが析出していることが考えられた。このアパタイトは骨や歯を構成するアパタイトと類似した組成であり、生体内でデンチンブリッジやセメント質などの硬組織形成に大きく寄与していると考えられている。

今回試作した PVA 添加 MTA は、高度なチクソトロピー性を有し操作性が良好であり、また MTA 同様にアパタイト形成能を示すことから、臨床上有用であると考えられる。

## アレンドロネートによる顎骨壊死モデルの形態学的解析

神奈川県立歯科大学口腔治療学講座歯内療法学分野

武藤徳子, 佐藤武則, 渡部弘隆, 石井信之

### *Analysis of Experimental Model on Bisphosphonate Related Osteonecrosis of the Jaw by Alendronate .*

*Department of Endodontics, Kanagawa Dental College.*

*Noriko Mutoh, Takenori Sato, Hiroataka Watabe, Nobuyuki Tani-Ishii*

#### 【研究目的】

ビスフォスフォネート製剤 (BPs) は主に、骨粗鬆症患者および悪性腫瘍の骨転移防止及び病変の安定化のために処方される。ビスフォスフォネート製剤誘発顎骨壊死 (BRONJ) は、口腔内の顎骨露出を主症状とし、歯周病等の歯科疾患との共存に発症の重要な役割が有ると考えられている。BRONJ の発症件数は、2002 年に初めて報告されてから現在に至るまで毎年増加傾向を示しているが、決定的な治療法は未だ確立されていない。今回我々は、骨粗鬆症モデルマウスを用いた経口投与 BP s と ONJ 発症メカニズムの関係を解析することを目的とし、BRONJ 実験モデルを用いた歯槽骨変化を形態学的に検討した。

#### 【材料および方法】

骨粗鬆症の誘導のため卵巣摘出 (OVX) を行った ICR 系マウス♀および Wistar 系ラット♀に対して BPs (Alendronate : フォサマック錠<sup>®</sup>) を選択し、絶食下にて経口投与を行った。BRONJ 誘導法として上顎第一臼歯咬合面を露髄させ、口腔内常在菌の感染誘導を行ったもの、および *P. gingivalis* を口腔内に播種することで実験的に歯周病を誘発したものの 2 群に分け、2 週間の経過観察の後、深麻酔下にて 4% paraformaldehyde で灌流固定後顎骨を採取、マイクロ CT 解析を行った後、14% EDTA にて 6 週間脱灰し、パラフィン切片を作製後、HE 染色を行い組織学的解析を行った。なお、未処置群、BPs 非投与群の組織をコントロールとして実験群と比較した。

#### 【成績】

歯周病を誘導した組織では、歯根部セメント質の外部吸収、歯根膜線維の変性、歯肉上皮の肥厚及び上皮脚の伸長が認められ、その延長は歯肉溝底部に及んでいた。また、歯槽骨頂部は炎症性細胞の集積、及び吸収が認められた。

根尖性歯周炎を誘導した組織では、根尖周囲の歯槽骨には、骨吸収部位の破骨細胞は形態が不明瞭であった。根尖孔周囲には多形核白血球を中心とした細胞の集積が見られた。2 群共に、歯槽骨内の血管と骨小腔が減少し、骨小腔内に存在する骨細胞が萎縮および欠損していた。

マイクロ CT 解析により、コントロール群において OVX の影響と考えられる骨梁構造の変化が認められたが、BPs 投与群では骨量の回復が見られた。また、根尖性歯周炎の病巣部位においては、根尖相当部骨吸収面積の拡大が認められた。

#### 【考察】

OVX を行った際には海綿骨の骨量減少と骨梁構造の劣化が見られ、これは骨吸収速度の上昇を意味し、その速度をコントロールすることは骨粗鬆症の改善につながる。しかし全身のあらゆる骨代謝速度は部位により異なっていることから壊死を誘発しやすい部位が存在すると考えられる。

本研究の結果より、骨粗鬆症に対する経口 BPs 製剤の投与により、破骨細胞の変性が誘導されることによる骨代謝停止および、骨髓内の血液循環障害による骨細胞機能不全が誘導されていることが示唆された。

## 各種歯科治療が歯科医の治療時間に占める割合

虎の門病院・歯科

森上 誠、行定健治、田島賢一、佐藤暢昭、杉崎順平、宇野 滋、山田敏元

**The propotion of the various dental treatments to the whole working hours of the general practitioners**  
Toranomom Hospital, Department of Dentistry  
Morigami M, Yukisada K, Tajima K, Satoh M, Sugizaki J, Uno S, Yamada T

### 【研究目的】

我々はこれまでも、歯科外来において診療に従事しながら、新規患者における歯頸部欠損の臨床調査や接着性レジン修復の症例調査などの調査を実施し、学会発表・論文投稿を行ってきた。今回、多岐にわたる各種の歯科処置が歯科医の治療時間の中でどの程度の割合を占めているのかについて調査を行い、考察を試みた。

### 【方 法】

本調査に参加した歯科医師は、虎の門病院歯科に在籍する 11 名であり、調査期間は、平成 21 年 8 月から 10 月までの 3 か月間であった。まず、通常行われる歯科処置について、初診診査、歯周処置、歯内処置、レジン修復、インレー修復、クラウン補綴、ブリッジ補綴、脱離修復物・補綴物の再装着、義歯補綴、インプラント処置、口腔外科処置、顎関節症処置、漂白、その他のカテゴリーに分類し、さらに各カテゴリーを処置ステップごとに細分化して、それぞれのステップに要した処置時間を記録するためのプロトコルを作成した。各歯科医師が、診療を行いながらその処置時間をストップウォッチで計測し、各患者の診療が終了するごとにプロトコルに記入した(単位:分)。調査期間終了後、各種の歯科処置に要した時間および患者数を集計し、これにもとづき処置内容別の患者一人あたりの平均処置時間を算出した。また、平均処置時間とそれぞれに対応する保険診療報酬との関係を処置内容別に比較・検討するために、保険点数を平均処置時間で除した値(P/T ratio 以下 P/T ratio)を算出した。

### 【結果および考察】

調査に参加した全歯科医師の延べ処置時間は 103,041 分、延べ患者数は 8,992 人、延べ診療日数は 346 日であった。カテゴリー別の処置時間は、歯周処置が 29,556 分(28.7%)、歯内処置が 9,274 分(9.0%)、レジンおよびインレー修復処置が 16,083 分(15.6%)であり、歯科保存学領域の処置は全体の 53.3%を占めた。処置内容別では、スケーリングが 21,677 分で全体の 21.0%を占め、全ての処置内容のなかで最も多くの処置時間を占めることが明らかとなった。次いでレジン修復の 13,019 分(12.6%)、歯周疾患処置の 4,276 分(4.1%)、義歯調整の 3,938 分(3.8%)、Cr 失 PZ + imp の 3,930 分(3.8%)、根管貼薬の 3,725 分(3.6%)という順になった。

処置内容別の患者一人あたりの平均処置時間(P/T ratio)は、歯周処置においては TBI が 13.3 分(6.0)、スケーリングが 10.6 分(25.8)、歯周疾患処置が 5.2 分(40.4)、T-Fix が 11.0 分(30.0)、GA 切開が 12.2 分(14.8)、歯内処置においては抜髄が 21.1 分(単根:10.4、2根:19.2、3根:27.0)、感根治が 15.3 分(8.5、18.0、26.8)、根管貼薬が 10.5 分(1.3、2.1、2.7)、根管充填が 12.9 分(17.4、20.8、24.2)、修復処置においてはレジン充填が 12.2 分(単純:18.9、複雑:24.3)、う蝕除去+裏層(間接覆髄)が 12.3 分(3.3)、インレー-KP+imp が 16.5 分(11.8)、インレー-set が 12.9 分(小白歯複雑:30.6、大白歯複雑:33.6)であった。

また、全ての歯科処置のなかで P/T ratio の高い処置は、硬質レジン前装 Br set(2支台歯:219.6)、FD set(167.9)、ナイトガード set(164.9)であり、P/T ratio の低い処置は、Cr メタルコア KP+imp(1.3)、根管貼薬(単根:1.3)、Br メタルコア KP+imp(2支台歯:1.6)であった。P/T ratio は診療時間に対する歯科処置のコストパフォーマンスを考慮する際の指標になるものと思われた。

### 【結 論】

3 か月間にわたる各種歯科診療の時間調査より、歯科保存学領域の処置は全体の 53.3%を占めることが明らかとなった。処置内容別では、スケーリングおよびレジン修復が全ての歯科処置のなかで最も多くの処置時間を占めることが明らかとなった。

## β ガラクトシダーゼの局在に関する検討および酵素活性と口臭との関連性について

福岡歯科大学総合歯科学講座総合歯科学分野<sup>1</sup>

福岡歯科大学総合歯科学講座高齢者歯科学分野<sup>2</sup>

榊尾陽介<sup>1</sup>、鈴木奈央<sup>1</sup>、米田雅裕<sup>1</sup>、内藤 徹<sup>2</sup>、山田和彦<sup>1</sup>、岡田一三<sup>1</sup>、岩元知之<sup>1</sup>、廣藤卓雄<sup>1, 2</sup>

### Study of localization of beta-galactosidase and the relationship between enzyme activity and oral malodor

Section of General Dentistry, Department of General Dentistry, Fukuoka Dental College<sup>1</sup>

Section of General Dentistry, Department of General Dentistry, Fukuoka Dental College<sup>2</sup>

Yosuke Masuo<sup>1</sup>, Nao Suzuki<sup>1</sup>, Masahiro Yoneda<sup>1</sup>, Toru Naito<sup>2</sup>, Kazuhiko Yamada<sup>1</sup>, Ichizo Okada<sup>1</sup>, Tomoyuki Iwamoto<sup>1</sup>, Takao Hirofuji<sup>1, 2</sup>

【目的】口臭の主な原因物質である揮発性硫黄化合物 (volatile sulfur compound, VSC) は、主に口腔内の嫌気性菌によるアミノ酸分解過程で発生すると考えられている。その最初の段階である唾液ムチンや剥離上皮細胞などの糖タンパク質の糖鎖切断に、唾液中のβガラクトシダーゼが重要な役割を担うことが報告されている。これまでに、我々は口臭患者の唾液におけるβガラクトシダーゼ活性の有無を発色法で調べ、本酵素活性が口臭と正の関係を有することをみいだした (日本歯科保存学会 第131回秋季大会)。また、酵素活性を有する群と有さない群を比較したところ、酵素活性を有する群では高い舌苔付着スコアが認められ、歯周病関連因子との関連がみられないことから、βガラクトシダーゼ活性が生理的口臭と関係があるのではないかと予測した。本研究ではまず、唾液を遠心分離法により上清と沈殿にわけ、βガラクトシダーゼの局在を調べた。さらに、吸光度測定により酵素活性を測定し、活性測定値と口臭パラメータとの関連について、歯周病の有無によって比較検討した。

【方法】研究対象者は56名の口臭患者である (男性20名、女性36名、平均年齢47.9 ± 13.5歳)。対象者に口臭に影響すると思われる全身疾患を有する者はいなかった。口臭の評価には、官能検査 (OLT)、ハリメーター、ガスクロマトグラフィーを用いた。口臭測定・口腔内診査・唾液採取は同日に、起床時より何もしていない状態あるいは飲食、口腔清掃、喫煙より少なくとも5時間経過後におこなった。唾液採取にはガムテストを用い、5分間の刺激時唾液を回収した。嗅覚閾値は従来法に従って、>OLTスコア3、>100ppbのハリメーター値、>2.5ng/10mL mouth airの総VSC、>1.5ng/10mL mouth airの硫化水素、>0.5mL mouth airのメチルメルカプタン、>0.2ng/10mL mouth airの硫化ジメチルとした。歯周病の有無は5ミリ以上の歯周ポケットの有無によって分類した。舌苔付着量は小島の分類を利用して0-4の5段階で評価した。βガラクトシダーゼ活性は、*o*-nitrophenyl-β-D-galactopyranoside (ONPG) を基質に用いて測定した。サンプル中の総タンパク質の定量にはビスシコニン酸 (BCA) 法を利用した。唾液は遠心分離法によって上清と沈殿にわけ、沈殿については上清と等量の溶解液で溶解した。上清、沈殿溶解液、懸濁唾液の3サンプルについて、それぞれ酵素活性と総タンパク量を調べた。

【結果】βガラクトシダーゼは沈殿溶解液と懸濁唾液に認められ、唾液上清には認められなかった。全対象者における酵素活性と口臭パラメータとの相関解析では、OLTスコア、ハリメーター値、総VSC、硫化水素、メチルメルカプタンとの間に弱い正の相関が認められた。酵素活性と口臭関連因子との相関は認められなかった。次に、歯周病を有する群と有しない群において酵素活性と口臭パラメータの関係を調べた。その結果、歯周病を有しない群において、βガラクトシダーゼ活性とハリメーター値、総VSC、硫化水素、メチルメルカプタン、硫化ジメチルとの間に強い正の相関関係が認められた。また口臭関連パラメータでは、舌苔付着スコアとの間に弱い正の相関が認められた。これに対し歯周病を有する群では、口臭測定値、口臭関連因子のいずれについても相関関係が認められなかった。

【結論】唾液βガラクトシダーゼは、本酵素産生能を有する細菌由来であることが示唆された。また沈殿溶解液と懸濁唾液の酵素活性が変わらなかったことから、本酵素は菌体の表面に局在するものと考えられる。歯周病を有しない群において、酵素活性と口臭パラメータとの間に強い相関関係が認められ、舌苔付着スコアとの正の関係もみられたことから、βガラクトシダーゼの生理的口臭への関与が示唆された。

超音波チップを用いての歯内治療  
髄腔開拓から根管形成と根管洗浄について

日本大学歯学部保存学教室歯内療法学講座

日本大学歯学部総合歯学研究所高度先端医療研究部門

○明石俊和 武市 収 鶴町 保 小木曾文内

Ultrasonic Vibration for Root Canal Preparation and Irrigation

Removal of Fractured Endodontic Instruments using An Ultrasonic Tip

Department of Endodontics , Nihon University School of Dentistry

Toshikazu Akashi Osamu Takeichi Tamotsu Tsurumachi Bunnai Ogiso

【はじめに】

超音波振動装置の歯内治療への活用は髄腔開拓から根管拡大・形成や根管洗浄に使用し、治療の確実性と効率性を図るには優れた操作法である。とくに、超音波チップの種類を目的別に選択することにより根管治療時の操作目的に合った処置に利用することが出来る。

すなわち、根管壁を破壊し、根管形成する超音波振動による根管形成法は拡大チップは1種類、1本で行え、チップ種類の交換により髄腔開拓、髄角部、側壁除去などの操作が行える。また、キャビテーション効果により根管口の探索、根管内容物除去、再根管治療時の充填物除去、スメア層除去などの根管洗浄・清掃にも使用できる。

そこで多目的使用振動装置であるナカニシ社製バリ奥斯 750 に各種超音波チップを装着し、髄腔開拓から根管口明示、根管拡大・形成、そして、根管洗浄等の歯内治療のシステム化を構築したので報告する。

【材料及び方法】

バリ奥斯 750 と、その専用チップ E4D, V-S51D, V-S51, V-G77, V-G71 を使用する。

A) 超音波振動根管形成法の手順と使用超音波チップ

- 1) 髄室開拓と根管口の確認 (V-G77, V-G71)
- 2) ストレートラインアクセスの確保 (V-G77)
- 3) 作業長の決定操作 (#10 手用K型ファイル)
- 4) 根管のガイドグループ形成 (#10~#20 手用K型ファイル)
- 5) 根管口上部 1/3 の根管拡大・形成 (V-S51D)
- 6) 根中央部 1/3 の根管拡大・形成 (V-S51D)
- 7) 根尖部 1/3 の根管拡大・形成 (V-S51D)
- 8) アピカルシート形成 (#K型ファイル)

B) 超音波チップによる根管洗浄法

- a) 5) 6) 7) 操作時の根管洗浄法
- b) 洗浄用超音波チップ V-S51 による根管拡大終了後の根管洗浄法とその効果
- c) 根管拡大、根管洗浄効果、スメア層除去の有無は抜去歯を超音波チップによる根管処置を行いその後、SEMにより根管壁を観察し判定を行った。

【結果および考察】

- 1) 髄室開拓、髄角部除去が行、根管口の明示操作に使用できる。
- 2) 根管口上部 1/3 の根管拡大・形成が可能である
- 3) 根中央部 1/3 の根管拡大・形成が可能である
- 4) 根尖部 1/3 の根管拡大・形成が可能である
- 5) 根管洗浄が可能である

回転切削による根管拡大は随時太い拡大用ファイルに取替える必要がある。しかし、超音波振動根管拡大・形成においては咬み込みによる切削ではなく、振動による歯質の破壊によるため超音波チップが1種類1本で拡大形成が出来た。また、超音波チップのキャビテーション、攪拌、叩き出し作用により洗浄作用が発揮できる。とくに根管拡大時に形成されるスメア層の除去が確認できたことは根管洗浄性の向上に意味深い。

【結 論】

超音波振動装置バリ奥斯 750 と各種超音波チップの使用により根管形成から根管洗浄までの操作が可能である。

## 新しいタイプの歯周病治療 (第 10 報)

### —レーザーとプロポリスを用いて歯槽骨の造成—

<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> 奥羽大学保存修復学講座, <sup>3</sup> (医) 木島歯科医院, <sup>4</sup> 歯と骨の GCOE

○木島 峯雄<sup>1,2,3)</sup> 木島 武尊<sup>3)</sup> 横瀬 敏志<sup>2)</sup> 大槻 昌幸<sup>1)</sup> 田上 順次<sup>1,4)</sup>

### Periodontal Treatment of New Type (10<sup>th</sup> Report) —Osteogenesis Using Laser and Propolis—

<sup>1)</sup> Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University, <sup>2)</sup> Operative Dentistry, Department of Restorative Science, Graduate School, Ohu University, <sup>3)</sup> Kijima Dental clinic, Chiba City, <sup>4)</sup> GCOE Program; IRCMSTBD

○KIJIMA Mineo, KIJIMA Takeru, YOKOSE Satoshi, OTSUKI Masayuki, TAGAMI Junji

#### 〔目的〕

Er-YAG レーザーは *Actino bacillus actino mycetem comitans* や *Porphyromonas gingivalis* に対して殺菌効果があり、プロポリスが *Porphyromonas gingivalis* や Epp の減少に効果がある事が報告されている。また低レベルの Er-YAG レーザー照射が歯周の繊維芽細胞の増殖に効果がある事も報告されており、両者を併用する事により歯周組織の一部に再生効果がある事 (Epp の改善、骨様硬組織の造成) を、第 120 回、第 122 回、第 124 回、第 126 回、第 128 回第 130 回日本歯科保存学会、第 16 回、第 17 回、第 18 回、第 19 回日本レーザー歯学会で報告した。今回はプロポリスとレーザーを併用した症例を増やし、新たな文献を引用して骨造成について検討を加えた。

#### 〔材料と方法〕

被験者は、本院に来院する患者で、治療の方法、効果等を説明し承諾を得て施術した。重度及び中等度の歯周疾患罹患歯に T-Fix を行い Er-YAG レーザー (HOYA PHOTONICS 製) で注水下 60°カーブチップ 60mj、10pps で歯軸と平行にポケット内に照射、蒸散した。その後、健康食品プロポリス“オーロ” (MN プロポリス製) を Dent Ject (昭和薬品工業製) で 0.5ml ポケット内に貼薬した。症状に応じて週に一回 Er-YAG またはソフトレーザー-DIOTRON (オサダ製) をポケットに照射し、プロポリスを貼薬し経過を観察した。

#### 〔結果及び考察〕

今回はエムドゲインにレーザー照射したケース (PAR LLLT)、自家骨移植 (PAR LLLT)、人工骨移植 (PAR LLLT)、インプラント植立 (PAR LLLT) に応用したのも同様に骨造成時間短縮が認められた。

歯周治療に PDT (光線力学療法) が有効であると言われている。プロポリ (歯周病菌殺菌作用 免疫力を高める作用) と Er-YAG レーザー (PDR HLLT) の *Porphyromonas gingivalis* の殺菌効果 歯石除去効果、ソフトレーザーの活性化効果 (PAR LLLT) および咬合圧を分散固定する T-Fix の効果の併用が歯周治療に有効であることが確認された。

## 歯周組織診査への OCT の応用

花王株式会社 パーソナルヘルスケア研究所<sup>1)</sup>,  
国立長寿医療センター病院先端医療・機能回復診療部口腔機能再建科<sup>2)</sup>  
○中津 晋<sup>1)</sup>, 山岸 敦<sup>1)</sup>, 高柳 篤史<sup>1)</sup>, 押野 一志<sup>1)</sup>, 矢納 義高<sup>1)</sup>, 小澤 総喜<sup>2)</sup>, 角 保徳<sup>2)</sup>

### Application of OCT for the analysis of gingiva

Global R&D - Personal Health Care, Kao Corporation<sup>1)</sup>,  
Department of Advanced Medicine National Center for Geriatrics and Gerontology<sup>2)</sup>  
○NAKATSU Susumu<sup>1)</sup>, YAMAGISHI Atsushi<sup>1)</sup>, TAKAYANAGI Atsushi<sup>1)</sup>, OSHINO Kazushi<sup>1)</sup>, YANO Yoshitaka<sup>1)</sup>,  
OZAWA Nobuyoshi<sup>2)</sup>, SUMI Yasunori<sup>2)</sup>

#### 【目的】

光干渉断層画像診断法 (Optical Coherence Tomography : OCT) は、近赤外光を使用するため生体に対して無害であり、非侵襲的で分解能に優れた新規画像診断法として歯科口腔領域においても近年注目を集めている。今回、歯周組織に着目して OCT から得られる画像と歯科用 CT から得られる画像を比較し、その関連性や特徴を明らかにすることで、歯周組織診査への応用の可能性を検討した。

#### 【材料および方法】

対象：本研究に同意の得られた成人男性 3 名および成人女性 3 名の上下顎前歯 4 部位の歯周組織。

方法：印象採得を行って口腔内の石膏模型を作製し、被験部位の表面形状モデルとした。口腔用 SS-OCT (IVS-2000, Santec)にて前歯辺縁部及び石膏模型の同部位を撮影した。また、歯科用 CT (3DX FPD, モリタ製作所)にて口腔内の撮影を行った。得られた画像から 3D 可視化ソフト (amira 5.2.1)にて同部位の断層画像を抽出し、比較検討した。

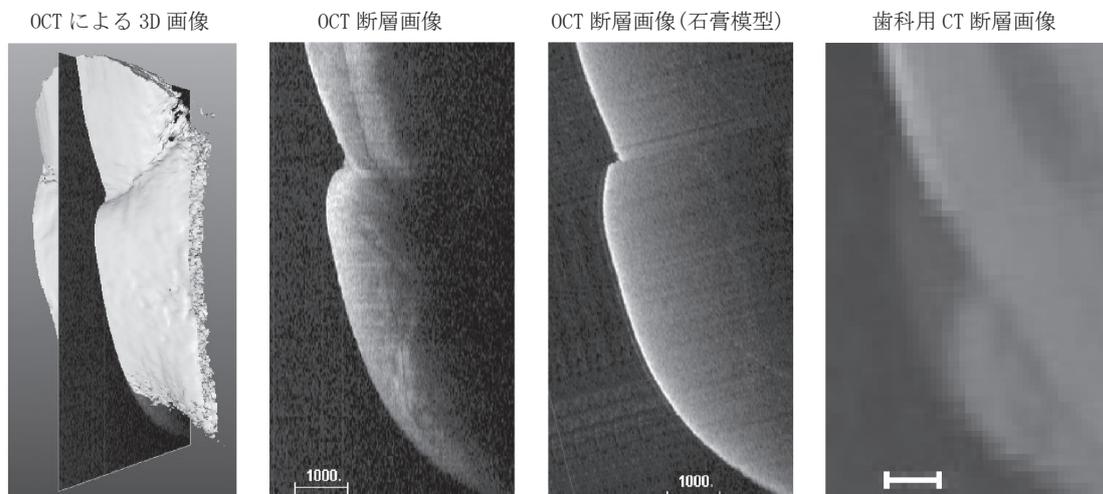
#### 【結果および考察】

石膏模型と実測の OCT 断層画像を比較したところ、歯冠の表面形状はほぼ完全に一致したが、歯周組織の表面形状に若干のずれが生じた。これは印象採得の際に変形する場合があるためと考えられる。この結果から、歯冠を基準として歯周組織の微細な変化を捉えることが可能であると考えられる。OCT 断層画像と CT 断層画像は表層付近の形態に関連性が認められ、OCT では歯周組織表層付近の鮮明な内部構造が確認された。OCT 画像と CT 画像の観察から歯槽骨の位置が推定されたが、OCT 画像の歯肉縁付近においても歯槽骨様の組織像が観察された。この組織像の同定には組織切片と OCT 画像の関係性を調べるなどの検討が必要と考えられる。

#### 【結論】

歯周組織の画像解析において、OCT 画像は歯科用 CT 画像と形態的に関連性が認められ、歯周組織の精密な表面形状及び鮮明な内部構造が確認された。OCT は明瞭に歯周組織の形状と歯槽骨の位置情報を得ることができるため、OCT の臨床応用により歯周病の進行の追跡を高精度に短時間でできる可能性が示唆された。

図. 被験者 (28 歳) 下顎前歯 (41) の近遠心的中心



## 研磨粗さが hybrid 型コンポジットレジン ビューティフィルⅡの色彩と光沢に及ぼす影響

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科・医療科学専攻・<sup>1</sup>小児歯科学、<sup>2</sup>生体材料学

○ 細矢由美子<sup>1</sup>, 白石孝信<sup>2</sup>

### Influence of surface roughness to color and gloss of hybrid resin composite “BEAUTIFIL II”

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry and <sup>2</sup> Department of Dental and Biomedical Materials Science, Course of Medical and Dental Science, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

○ Yumiko Hosoya<sup>1</sup>, Takanobu Shiraishi<sup>2</sup>

**[研究目的]**：審美的歯冠修復材であるコンポジットレジンの特徴として、色と光沢に優れている点があげられるが、研磨面の粗さはこれらの要素に影響すると思われる。影響の程度は、ユニバーサル、オベーク、エナメル色用のシェード間で異なると思われる。そこで、松風社の S-PRG フィラー含有 hybrid 型コンポジットレジン、ビューティフィルⅡ(シェード: A2, A2O, Inc)に対し、異なる粗さの研磨紙で最終研磨した試料面の粗さが、色彩と光沢に及ぼす影響を比較した。

**[材料および方法]**：光重合させた直径 15 mm, 厚さ 3 mm のレジン試料を、注水下にエメリーペーパーで #180, #600, #800, #1000, #1200, #2000, #3000 の順に研磨し、最終研磨が #180, #1000, #3000 の 3 群を設け、高さを 2 mm に統一した。シェードと最終研磨別に 9 群を設け、各群 3 個ずつ試料を作成した。湿度 100 %の容器中に遮光して 4° C で保管した硬化後 1 週の試料の分光反射率を、分光測色計 CM-3600d (コニカミノルタセンシング社) で D<sub>65</sub> 光源, 2 度視野下に測定した。照明受光方式は、拡散照明 8° 受光, 測定時の背景には白色板と黒色板を用い、正反射光を除去した SCE 方式と除去しない SCI 方式で計測し、CIE 1976 L\*a\*b\*表色系による測色値と不透明度(%)を算出した。光沢(GU)は、デジタル精密光沢計 GM-26D (村上色彩技術研究所)を用い、測定面積:3 mm x 3 mm, 測定角度:60° で測定した。粗さは、超深度形状測定顕微鏡 VK-8500 (KEYENCE 社)を用い、測定面積:100 μm x 100 μm に対する表面粗さ(Ra: μm)を測定した。測定は各試料に対して 3 回ずつ行い、統計処理には、ANOVA, Fisher's PLSD (α=0.05)を用いた。

**[結果]**：<表面粗さ>：1) どのシェードも、#180 群が#1000 と#3000 群より有意に高く、#1000 と#3000 群間には有意差がなかった。2) 同一研磨群でシェード間に有意差がみられたのは#180 群のみであり、Inc が A2 と A2O より有意に低かった。<光沢度>：1) どのシェードも、#3000, #1000, #180 群の順で高く、研磨群間に有意差がみられた。2) 同一研磨群の光沢度をシェード間で比較すると、#180 と#1000 群は有意差がなく、#3000 群は Inc が A2 と A2O より有意に高かった。<色彩>：1) 背景が白色板の L\*a\*b\*値を SCI と SCE 方式間で比較すると、L\*値は A2 と A2O の#180 群を除くすべての群で SCI が有意に高かった。a\*値は A2 の#180 と#3000 群及び Inc の#1000 群で SCI が有意に低く、b\*値には有意差がなかった。2) SCI 方式で背景が白色板の場合には、L\*は A2 と Inc は#180 群が他の 2 群より有意に高く、A2O は#1000, #180, #3000 群の順に高く、研磨群間に有意差がみられた。a\*はどのシェードも#180 群が#1000 と#3000 群より有意に高かった。b\*は A2 で#180 群が#3000 群より有意に高く、A2O は#3000 群が他の 2 群より有意に低く、Inc は#3000, #180, #1000 群の順で高く、研磨群間に有意差が見られた。より有意に低かった。3) 各シェードの#3000 群に対する#1000 群と#180 群の背景が白色板の色差は、SCI 方式では、A2 (0.34, 0.76), A2O(0.98, 0.63), Inc(0.77, 0.69)であり、SCE 方式では、A2 (0.48, 1.03), A2O(1.08, 0.90), Inc(0.86, 1.03)であった。<不透明度>：1) どの研磨群でも、不透明度は A2O, A2, Inc の順に高く、シェード間に有意差がみられた。2) 研磨の影響はシェードにより異なり、A2 は#180 群が#3000 群より有意に高く、A2O は研磨群間に有意差がなく、Inc は#180 群が#1000 と#3000 群より有意に高かった。<粗さと色彩>：粗さと L\*a\*b\*値間で有意な相関がみられたのは、A2 と Inc の L\*のみであった。<光沢度と色彩>：光沢度と L\*a\*b\*値間で有意な相関がみられたのは、A2 の a\*, A2O の L\*と a\*, Inc の a\*と b\*であった。

**[考察および結論]**：粗さが色彩に及ぼす影響はシェードにより異なっていたが、#3000 研磨群に対する最大粗さの#180 群の色差は、肉眼で認識できる値より低く、表面粗さが色彩に及ぼす影響は少なかった。粗さと比較すると、光沢が色彩に及ぼす影響は大きく、特に赤と緑の色要素を示す a\*値への影響が強かった。すべてのシェードについて#3000 研磨群の粗さは 4.5 μm 以上であり、細菌が付着増殖すると報告されている 0.2 μm を大きく超えていた。本レジン材については、審美性の向上のみならず、歯垢付着による 2 次齲蝕やレジン材の変色を予防する為に仕上げ研磨が必要である。

## 試作ダイヤモンドバーの臨床における有効性と MiCD コンセプトの展開

日本大学歯学部保存学教室修復学講座<sup>1</sup>, 総合歯学研究所生体工学研究部門<sup>2</sup>, 東京電力病院歯科<sup>3</sup>  
○黒川弘康<sup>1,2</sup>, 高見澤俊樹<sup>1,2</sup>, 大藤竜樹<sup>1</sup>, 色川敦士<sup>1,2</sup>, 陸田明智<sup>1,2</sup>,  
瀧川智義<sup>1,2</sup>, 安藤 進<sup>1,2</sup>, 宮崎真至<sup>1,2</sup>, 岩崎圭祐<sup>3</sup>

### Clinical Effectiveness of Experimental Diamond Bar with the New Concept of MiCD

Department of Operative Dentistry<sup>1</sup>, Division of Biomaterials Science Dental Research Center<sup>2</sup>,  
Nihon University School of Dentistry, TOKYO Denryoku Hospital, Department of Dentistry<sup>3</sup>  
○KUROKAWA Hiroyasu<sup>1,2</sup>, TAKAMIZAWA Toshiki<sup>1,2</sup>, OTO Tatsuki<sup>1</sup>, IROKAWA Atsushi<sup>1,2</sup>,  
RIKUTA Akitomo<sup>1,2</sup>, TAKIGAWA Tomoyoshi<sup>1,2</sup>, ANDO Susumu<sup>1,2</sup>, MIYAZAKI Masashi<sup>1,2</sup>, IWASAKI Keisuke<sup>3</sup>

#### 【緒言】

より美しくありたいという患者の要求の高まりから、審美修復処置を行う頻度が増加している。一方、これまでの審美修復処置では、間接修復物を装着することによってその改善を図るケースも多く、歯質に対する侵襲を最小限に留めるとする Minimal Intervention の考え方に必ずしも合致するものではないのが現状であった。Minimally Invasive Cosmetic Dentistry (MiCD) コンセプトとは、Koirala によって提唱されたものであり、非侵襲的かつ審美的に口腔内の健康や機能を改善、維持するための包括的治療方針である。すなわち、審美的な問題に対し早い段階でアプローチすることで、将来行わなければならない処置を最小限とする、あるいは非侵襲的治療を行うために必要な器材を、エビデンスに基づいて選択する等の五つの基本理念によって構成されている。このコンセプトに沿って歯質の削除を考えると、窩洞を狭小化することのみ注意を払うだけではなく、確実な感染歯質の除去を行うとともに審美性を考慮し、これを可能とする適切な切削器具の選択が重要となる。

そこで演者らは、MiCD コンセプトに基づいた審美修復処置を行うための臨床手技を確立するための研究の一環として、新たに開発された試作ダイヤモンドバー (MiCD ダイヤセット, 松風) の臨床における有効性ととともに確実な操作を可能とする臨床手技などについて検討した。

#### 【材料および方法】

試作ダイヤモンドバーは、すでに市販されている齶蝕除去用ダイヤモンドバーである MI ダイヤ (松風) に改良を加えたものである。すなわち、切削部の形状は MI ダイヤと同様にラウンドおよびベアシェーブタイプの2種類とし、シャンク部を細くするとともに頭部径を小さく、ダイヤモンド粒子を微細なものとしている。さらに、全長の長いものをそれぞれに追加して4製品を加えることで、MI-1P および IR とともに6本セットとして構成されている。これらのダイヤモンドバーを5倍速のマイクロモーターに装着し、歯科用ルーペ (MiCD ルーペ, 松風) を使用した拡大視野



MiCD ダイヤバー追加形態

下で齶蝕の除去およびその後の修復処置を行った。

ダイヤモンドバーの評価に関しては、治療経験年数の異なる20名の歯科医師に対して、アンケートによって行われた。すなわち、頭部径の大きさ、ダイヤモンド粒子のサイズ、バーの長さ、回転時の先端の振れ、研削部の目視のしやすさおよび耐久性について評価するとともに、それぞれのダイヤモンドバーがどのような症例に対して有効かについても合わせて評価した。さらに、MiCD コンセプトに基づいた審美修復処置を行うために必要となる、歯科用ルーペについてもアンケートを行い、使用年数、使用頻度、使用目的および使用の有効性について調査、検討を行った。

#### 【成績および考察】

アンケートの結果から、MiCD ダイヤバーは頭部径が小さく、ダイヤモンド粒子が微細となったため、歯質を削除しすぎることがなく、MI ダイヤと比較して微小域の切削に適しているとの評価が得られた。また、齶窩の開拓の狭小化に伴って起こりうる感染歯質の取り残しも、シャンク部を細くしたことで術野の明視が良好となり、適切に行うことが可能であった。さらに、シャンクの長いダイヤバーでは、回転数によって振れが生じる可能性が考えられたが、5倍速のマイクロモーターに装着して使用した際にも問題ないとの評価が得られた。

#### 【結論】

MiCD ダイヤセットは、MiCD コンセプトに基づいた齶蝕除去に有効であることが判明した。一方、齶窩の開拓の狭小化および齶蝕除去後の窩洞は複雑な形態を呈するため、歯科用ルーペを用いた拡大視野下での操作が必須であり、引き続き行われる光重合型レジンを用いた審美修復処置にも配慮が必要であることが示唆された。

## 血液の汚染時間が 4-META/MMA-TBB レジンと歯根象牙質の接着に及ぼす影響

北海道大学大学院歯学研究科 口腔健康科学講座 歯周・歯内療法学教室  
○福田寛恵、下地伸司、森川真衣、田中佐織、菅谷 勉、川浪雅光

### Influence of Duration of Blood Contamination on Adhesion of 4-META/MMA-TBB Resin to Root Dentin

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

○Fukuda Hiroe, Shimoji Shinji, Morikawa Mai, Tanaka Saori, Sugaya Tsutomu and Kawanami Masamitsu

#### 【研究目的】

4-META/MMA-TBB レジンは優れた象牙質接着性と生体親和性を有することから、根管充填、根尖切除術時の root-end sealing、穿孔部の封鎖、破折歯根の接着治療などに応用されている。これらの処置では、被着面に血液が付着することで封鎖性が低下する可能性が考えられる。演者は第 131 回日本歯科保存学会春季学術大会で、歯面処理前に血液が付着しても、水洗して通常の処理を行えば、象牙質面とレジンとの封鎖性に及ぼす影響はきわめて少ないこと、一方、歯面処理後に血液が付着した場合には、水洗だけでは封鎖性が著しく低下するが、再度歯面処理を行なうことで高い封鎖性を得ることが可能であることを報告した。今回の研究では、歯面処理後の血液による汚染時間の影響と接着強さについてさらに詳細な検討を行った。

#### 【材料および方法】

##### 実験 1: 血液汚染時間が封鎖性に及ぼす影響の検討

実験試料はウシ下顎前歯の歯根象牙質を露出させ、シリコンカーバイドペーパー#600 にて研削して作製した。10% クエン酸・3% 塩化第二鉄水溶液 (表面処理剤グリーン<sup>®</sup>、サンメディカル) で歯面処理し、水洗乾燥後、4-META/MMA-TBB レジン (スーパーボンド C&B<sup>®</sup>、サンメディカル) を混合法で塗布した。この接着操作の過程において、以下の条件で被着面をヒト全血で汚染させた (各 n=10)。

- (1) 歯面処理→血液汚染 (2 秒)→水洗乾燥→レジン塗布、(2) 歯面処理→血液汚染 (5 秒)→水洗乾燥→レジン塗布、
- (3) 歯面処理→血液汚染 (15 秒)→水洗乾燥→レジン塗布、(4) 歯面処理→水洗→レジン塗布 (コントロール群)

硬化後、試料を 37°C 生理食塩水中にて 24 時間保存した。その後 0.5% 塩基性フクシン溶液に浸漬して色素侵入距離を測定し、Games-Howell 検定にて統計処理を行った。さらに各条件のレジン塗布前の象牙質表面を SEM で観察した。

##### 実験 2: 血液汚染が接着強さに及ぼす影響の検討

実験方法は実験 1 に準じて行い、実験 1 と同じ 4 群に、以下の 2 群を加えて、合計 6 群とした。(各 n=10)。

- (5) 血液汚染 (15 秒)→水洗乾燥→歯面処理→水洗乾燥→レジン塗布、(6) 歯面処理→血液汚染 (15 秒)→水洗乾燥→再歯面処理→水洗乾燥→レジン塗布。硬化後、試料を 37°C 生理食塩水中にて 24 時間浸漬した。その後、微小引っ張り試験をクロスヘッドスピード 1mm/min の条件下にて行った。測定結果は Scheffe 検定にて統計処理を行った。

#### 【結果と考察】

**実験 1:** 歯面処理後における血液の汚染時間が 5、15 秒の場合は、水洗後の被着面に血液成分の残存が認められ、コントロール群と比較して有意 ( $p < 0.05$ ) に色素侵入距離が増加した。しかし、汚染時間が 2 秒の場合は血液成分の残存は少なく、色素侵入距離に有意差はなかった。

**実験 2:** 歯面処理前に血液汚染した場合は、水洗後に通常通り接着操作を行うことで、接着強さはコントロール群と有意差がなかった。しかし、歯面処理後に血液汚染した場合は、汚染時間にかかわらず、水洗だけでは接着強さが大きく低下した。しかし、15 秒汚染した場合でも、再度歯面処理を行うとコントロール群と有意差のない接着強さが得られた。

本実験結果から、被着面が歯面処理後に血液で汚染された場合には、その汚染時間が短時間であっても接着強さは低下するため、再度歯面処理することが望ましいと考えられた。

#### 【結論】

歯面処理後における被着面の血液汚染は、短時間の場合には水洗によって良好な封鎖性が得られたが接着強さは低下した。しかし、再度歯面処理を行うことにより接着強さも改善した。

## 2ステップセルフエッチングシステムにおけるフッ素徐放性が 接着強さと Acid-Base Resistant Zone の形態に及ぼす影響について

<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

○桐原大<sup>1</sup> 井上剛<sup>1</sup> 二階堂徹<sup>1</sup> 田上順次<sup>1,2</sup>

Effect of fluoride release from 2-step self-etching primer system  
on bond strength and formation of acid-base resistant zone

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

<sup>2</sup>GCOE Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases

○Masaru KIRIHARA<sup>1</sup>, Go INOUE<sup>1</sup>, Toru NIKAIIDO<sup>1</sup>, Junji TAGAMI<sup>1,2</sup>

【緒言】 Acid-Base Resistant Zone (以下 ABRZ)は、樹脂含浸層直下に形成される酸-塩基抵抗層であり、フッ素徐放性ボンディングシステムを用いた場合、象牙質への移行部がスロープ状に肥厚して観察されることが報告されている (Shinohara 他, 2006)。しかし、ボンディング材のフッ素徐放性が接着強さ及び ABRZ の形態に与える影響については未だ不明な点が多い。そこで本研究では、ボンディング材の含有するフッ化物の濃度が接着強さ及び ABRZ の形態に与える影響について検討を行った。

### 【材料及び方法】

1. ボンディングシステムとして、クリアフィルメガボンド FA(FA,クラレメディカル)をコントロールとして用いた。FA はフッ素徐放性ボンディング材であり、表面処理 NaF を配合している。これを基準に NaF を 1/2 含有するもの(F1/2)、全く含まないもの(F0)を試作して用いた。
2. 微小引張接着試験:ヒト抜去第三大臼歯歯冠部を歯軸と垂直に切断し、600 番の耐水研磨紙にて研削して被着面とした。FA プライマーで歯面処理し、3 種のボンディング材を塗布し、コンボジットレジン(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°C24 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切断し断面積約 1 mm<sup>2</sup>の試料を作製し、クロスヘッドスピード 1 mm/min にて微小引張接着試験を行った。得られたデータは一元配置分散分析を用いて統計処理を行った。
3. ABRZ 観察:厚さ約 2 mm の象牙質板を、600 番の耐水研磨紙にて研削し被着面とし、接着処理後、フロアブルレジン(クリアフィルマジエスティ LV,クラレメディカル)をサンドイッチ状に挟み込み光硬化させた。37°C24 時間水中保管後、接着界面に対し垂直に半切し、エポキシレジンを用いて包埋した。試料を pH4.5 の人工脱灰液に 90 分間、次いで 6%次亜塩素酸ナトリウムに 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行い、界面の SEM 観察を行った。

### 【結果及び考察】

微小引張接着試験の結果を表 1 に示す。F0、F1/2、FA はそれぞれ約 75 MPa 前後の接着強さを示し、三者の間に統計学的有意差は認められなかった。一方、SEM 観察において、すべての試料で厚さ 1~2 μm の ABRZ が明瞭に観察されたが、FA 及び F1/2 ではフッ素徐放によると考えられる ABRZ 底部の肥厚が観察されたのに対し(図 1)、F0 では肥厚部は観察されなかった。しかし、ABRZ の肥厚部の発生は、FA では 100%であったのに対し、F1/2 ではその半分程度であった。このことから、ボンディング材のフッ化物の配合量が ABRZ 肥厚部の形成に影響を及ぼすことが示唆された。

【結論】 ボンディング材のフッ素徐放性は、初期の接着強さには影響しないが、ABRZ の形態に影響を及ぼすことがわかった。

表 1 象牙質に対する微小引張接着強さ

ボンディング材	MPa (SD)
F0	74.5 ± 13.8 (n=37)
F1/2	74.2 ± 19.3 (n=26)
FA	75.5 ± 13.8 (n=39)

( ) :試料数 平均値±標準偏差

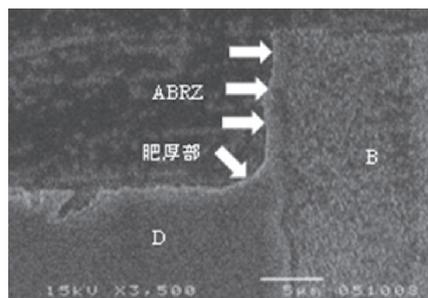


図 1 ABRZ 底部の肥厚 B:ボンド D:象牙質

## Beautiful Flow Plus の臨床応用

虎の門病院歯科

○田島 賢一、杉崎順平、森上 誠、宇野 滋、山田敏元

### Clinical application of Beautiful Flow Plus

Toranomon Hospital, Department of Dentistry

○TAJIMA Kenichi, SUGIZAKI Jumpei, MORIGAMI Makoto, UNO Shigeru, and YAMADA Toshimoto

#### 【研究目的】

現在、フロアブルレジンとは各メーカーから続々と新製品が開発市販され、MI の概念の普及、高い審美性、填塞の容易さゆえに比較的小さな窩洞の修復、深い窩洞の裏層など幅広い症例用いられるようになり、それこそ日常の臨床で使用しない日はないほどその使用頻度は高い。また、最近では機械的性能の向上によって中程度の咬合面窩洞の修復処置すらフロアブルレジンのみでの処置が可能となっている。さらには、現在市販されているコンポジットレジン シリンジ数で比較すると、従来のペーストタイプのものに比べてフロアブルレジンの方が上回っている傾向を示している。しかしながら、その流れの良さゆえに咬合面の複雑な形態の付与は困難である。そこで小さな窩洞に応用されてきたフロアブルレジン、比較的大きな窩洞にも応用され得るように耐摩耗性などの機械的性能を向上させ、かつ咬頭や隆線の付与が容易な審美的修復が可能で低流動性の製品の開発が待たれていた。本法では松風社によって新たに開発された低流動性白歯部咬合面フロアブルレジン、Beautiful Flow Plus の SEM 観察、臨床的性能について検討した。

#### 【材料と方法】

今回発売された低流動性フロアブルレジンには、ガラスフィラー、S-PRG フィラー、球状フィラーが含まれている。流動性の違う 2 種類 (F-00:超低流動、F-03:低流動) があり、F-00 のシェードは全 9 色 A0.5、A1、A2、A3、A0.5O、A1O、A2O、Inc、BW、F-03 は A0.5、A1、A2、A3、A3.5、A4、A2O、A3O、Inc、BW、MI、CV の 12 種類であり、審美修復にも十分対応されるようになっている。

基礎的性能についての検討では、1) 従来からの山田の方法に従って、硬化物研磨面のアルゴンイオンエッチング面の SEM 観察を行った。2) 抜去白歯咬合面の I 級窩洞修復を行った。3) 同様に実際に口腔内において修復処置を行った。

#### 【結果及び考察】

SEM 所見からは、非常に細かい 3 種のフィラーが比較的密に充填されていた。抜去白歯咬合面の I 級窩洞修復においても、実際に口腔内においても天然歯牙のような微細な咬合面形態付与が可能であり、多彩なシェードによりステインを用いずともシェードマッチングもよく、かつ短時間で極めて優れた審美的修復処置を行うことができた。

#### 【結論】

今回松風社により開発されたフロアブルレジンである Beautiful Flow Plus は、極めて高い機械的性能を有した白歯咬合面に応用可能なフロアブルレジンであり、さらに低流動な為に形態付与が容易で良好な審美性を有していることが明らかとなった。