

光照射器の違いがフロアブルレジン重合性に及ぼす影響

¹東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 う蝕制御学分野、²東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科 口腔機能再建工学分野、³東京医科歯科大学学生体材料工学研究所生体材料機能医学分野
○スウィジンアウン¹、高垣 智博¹、池田 正臣²、野崎 浩佑³、二階堂 徹¹、田上 順次¹

The Effect of Different Light-curing Units on Degree of Conversion of Flowable Composites

¹Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University
²Oral Prosthetic Engineering, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University
³Department of Biofunction Research, Institute of Biomaterials and Bioengineering, Tokyo Medical and Dental University
○AUNG SWE ZIN¹, TOOMOHIRO TAKAGAKI¹, MASAAMI IKEDA², KOSUKE NOZAKI³, NIKAIIDO TORU¹, JUNJI TAGAMI¹

[Objective] Polymerization efficacy affects the properties and performance of composite resin restorations. Light curing unit (LCU) is an important factor for composite polymerization. Aim of this study was to evaluate the effect of LCU on degree of conversion (DC) of flowable resin composites by measuring Vickers microhardness (VH).

[Materials and Methods] Spectral radiant power of each LCU was measured by using a spectralradiometer (USR-45, Ushio Inc.). Optilux 501 (Kerr, Halogen, 600 mW/cm²), Elipar DeepCure-L (3M ESPE, LED, 1200 mW/cm²) and Bluephase20i (Ivoclar Vivadent, LED, high mode:1200 mW/cm²) were used. Seven flowable resin composites; Estilite Flow Quick (EFQ, Tokuyama), Estelite Universal Flow (EUF, Super Low, Tokuyama), Beautifil Flow Plus (BFP, F00, Shofu), Filtek Supreme Ultra (FSU, 3M ESPE), Mifil (MIF, GC), Clearfil Majesty ES flow (ESF, Super Low, Kuraray) and TetricEvo Flow (TEF, Ivoclar vivadent) were used. For VH test, ten specimens were prepared for each composite with using Teflon molds and polymerized for 20 seconds. VH test was performed with HM-102 (Mitsutoyo, 50 g, 15 sec) at the top surfaces (3 indentitions for each specimen) (N=30) after 24hrs storage at 37° C. The data were analyzed with 2way-ANOVA and t-test with Bonferroni correction.

[Results and Discussion] The spectral radiant power of each light curing unit was shown in Figure 1. Optilux 501 produced light over a range of wavelengths between 390 and 520 nm. DeepCure showed one wavelength peak at 450 nm, Bluephase had two wavelength peak emissions at 410 nm and 460 nm that corresponded to the LED chips used in these units. The VH results are shown in Figure 2. All the materials but ESF and TEF showed similar trend, higher intensity LCU showed higher or similar VH values. The polymerization of light-cured composite resin may depend not only on the quantity of light but also on its quality such as spectral peak locations. In order to have sufficient curing for any composite resin materials, a light-curing unit must have sufficient light intensity also at wavelength below 430nm.

[Conclusion]The effect of light source on VH was found to be material-dependent. The degree of conversion might be influenced by the combination of light source and composite materials.

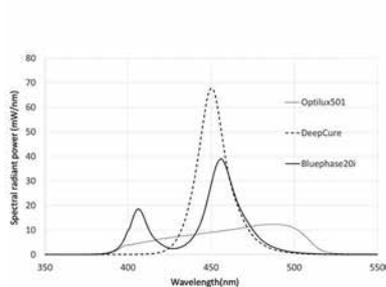


Figure 1. The spectral radiant power of each light curing unit

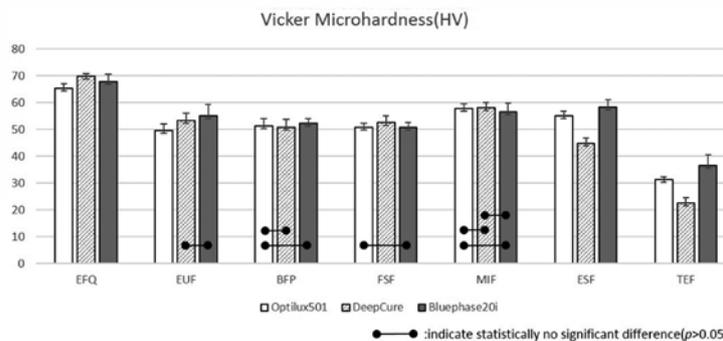


Figure 2. Means and S.D. of microhardness values for all groups (n=30)

光重合型レジン修復物の窩壁適合性と μ CTによる重合挙動解析

¹東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科 歯制御学分野、²ワシントン大学

○吉川 孝子¹、サダル アリレザ²

Light-Cured Composite Adaptation to the Cavity Wall and Polymerization Behavior Analysis using μ CT

¹Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University ²Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, University of Washington, Seattle, WA, USA

○TAKAKO YOSHIKAWA¹, Alireza SADR²

【研究目的】

著者は、コントラスト比が増加するレジンの方が、コントラスト比が減少するレジンよりも Slow-start curing 法を用いると窩底部レジンの重合促進効果が高いことを報告している。本研究では、実験用ランプ電圧可変型ハロゲンランプ光照射器 (GC) を使用し、通常照射法と Slow-start curing 法を用いて、各種レジンにおけるレジン修復物の窩壁適合性について検討した。

【材料および方法】 ウシ下顎前歯唇側歯頸部径3mm、深さ2mmの円柱窩洞を形成した。Clearfil tri-S Bond ND Quick (クラレノリタケデンタル) を使用して、Clearfil AP-X (shade A3: クラレノリタケデンタル) か Clearfil Photo Bright (shade US: クラレノリタケデンタル) のレジンを充塞した。レジンのシェードは、Vita classical shade の A3 に相当するものを使用した。その後、1. 通常照射法: 600 mW / cm² 40 秒と 2. Slow-start curing 法: 270 mW / cm² 10 秒照射、インターバル 5 秒、600 mW / cm² 30 秒により重合硬化させた。この際、 μ CT を用いてレジンの硬化前後の試料のスキャンを行った。半数の試料にサーマルサイクルを 500 回行った後、色素浸透試験により、レジン修復物の窩壁適合性を評価した。データ (n=5) は、Mann-Whitney U test を用いて統計処理を行った。

【成績および考察】 Slow-start curing 法とサーマルサイクルを用いると、Clearfil Photo Bright の窩壁適合性が通常照射法を使用したものと比べ、有意に向上した ($p < 0.05$)。 μ CT による解析では、Slow-start curing 法を用いると、Clearfil AP-X、Clearfil Photo Bright 共に通常照射法を使用したものと比べ窩洞内のレジン修復物の重合収縮量が半減することが認められた。 Clearfil AP-X は、重合と共にコントラスト比 (不透明度) が減少し、Clearfil Photo Bright は、重合と共にコントラスト比が増加するタイプのレジンである。これらのことから、光照射に伴いコントラスト比が増加するタイプの光重合型コンポジットレジンである Clearfil Photo Bright の方が、コントラスト比が減少するレジンである Clearfil AP-X よりも、Slow-start curing 法を用いて重合し、500 回のサーマルストレスを掛けると、レジン修復物の重合収縮量と残留応力が減少し、さらにボンドイングの重合が促進することにより窩壁適合性が向上することが示唆された。

【結論】

光照射に伴いコントラスト比が増加する光重合型コンポジットレジンの方が、コントラスト比が減少するレジンよりも、Slow-start curing 法により重合し、サーマルストレスを掛けると、レジン修復物の重合収縮量と残留応力が減少することにより窩壁適合性が向上することが示唆された。

Table 1 Cavity-wall gap formation (%: mean (SD))

| Light-curing method | Non-thermalcycling | | 500 cycles-thermalcycling | |
|--|--------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | Clearfil AP-X | Clearfil Photo Bright | Clearfil AP-X | Clearfil Photo Bright |
| 600 mW/cm ² 40 s | 54.9 (21.6) | 36.8 (6.3) ^A | 52.7 (17.4) | 23.9 (8.0) ^{A*} |
| 270 mW/cm ² 10 s + 5-s interval + 600 mW/cm ² 30 s | 56.2 (15.7) | 38.0 (10.6) ^B | 33.4 (6.2) | 1.4 (3.1) ^{B*} |

Intergroup data designated with same superscript lowercase letters for each light curing method are significantly different ($p < 0.05$).

Intergroup data designated with same superscript uppercase letters for each resin composite are significantly different ($p < 0.05$).

バルクフィルコンポジットレジンが窩洞の内部応力に与える影響について

¹大阪歯科大学 歯科保存学講座

○岩崎 和恵¹、森川 裕仁¹、澤井 健司郎¹、河村 昌哲¹、小正 玲子¹、保尾 謙三¹、山本 一世¹

Effect of Application of Bulk-fill Resin Composite on Internal Stress of the Cavity

¹Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

OKAZUE IWASAKI¹, YUTO MORIKAWA¹, KENSHIRO SAWAI¹, MASAOKI KAWAMURA¹, REIKO KOMASA¹, KENZO YASUO¹, KAZUYO YAMAMOTO¹

【目的】光硬化型コンポジットレジン修復では重合収縮応力や照射深度の問題から深い窩洞に対しては積層充填が推奨されているが、近年、大型の深い窩洞に対して一括で充填できるバルクフィルコンポジットレジンが開発され臨床応用されている。しかし、C-factor の大きな窩洞におけるバルクフィルコンポジットレジンの重合収縮応力の影響についての報告は少ないのが現状である。今回、GC 社より新規開発されたバルクフィルコンポジットレジンが窩洞の内部応力に与える影響について、コンポジットレジンと接着可能な多結晶化ガラスブロックを用いて視覚的に検討を行ったので報告する。

【材料と方法】接着システムとして G-プレミオボンド (GC, 以下 GP) とクリアフィル フォトボンド (クラレノリタケデンタル, 以下 PB) を、従来型コンポジットレジンとしてソラーレ (GC, 以下 SO) と新規バルクフィルコンポジットレジン (GC, 以下 BF) を用いた。多結晶化ガラスブロックを耐水研磨紙にて #600 まで研磨し、平坦面を作製、直径 4.5 mm 深さ 2.0 mm の円柱状の窩洞形成を行った。窩洞内面を K-エッチャント GEL (クラレノリタケデンタル) を用いてエッチングを行った後、GP で接着処理を行い SO を充填した群を GP+SO 群、GP で接着処理を行い BF を充填した群を GP+BF 群、PB で接着処理を行い SO を充填した群を PB+SO 群、PB で接着処理を行い BF を充填した群を PB+BF 群とした。24 時間水中浸漬後、窩洞の中央を通るように切断、形状測定レーザーマイクロスコープにてギャップおよびクラックの発生状態を観察し、Fig. 1 に示す通りにスコアリングを行い、Mann-Whitney 法により有意差を検討した。

【結果および考察】実験結果を Table 1 に示す。ボンディングシステムの違いに関わらず、従来型コンポジットレジンとバルクフィルコンポジットレジンにおけるギャップやクラックの発生状態に有意差は認められなかった。このことからバルクフィルコンポジットレジンを使用しても、C-factor の大きな窩洞においては、充填操作に留意する必要があることが示唆された。今後はさらに深い窩洞において、重合深度に与える影響を調べる予定である。

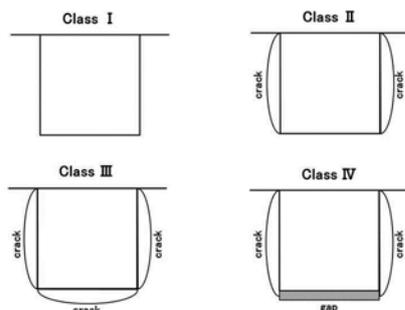


Fig.1 Classification of gap and crack formation

Table 1 Distribution of crack and gap formation

| | Class I | Class II | Class III | Class IV |
|-------|---------|----------|-----------|----------|
| GP+SO | | | 4 | 1 |
| GP+BF | | | 5 | |
| PB+SO | | | 3 | 2 |
| PB+BF | | | 5 | |

バルクフィルコンポジットレジン¹の重合収縮応力 その2 -硬化初期の応力発生挙動と窩洞断面の観察-

¹日本大学 松戸歯学部 保存修復学講座、²神谷歯科 渋谷マークシティ診療所、³そよかぜ歯科医院

○神谷 直孝¹、神谷 昌宏²、山本 憲廣³、平山 聡司¹

Polymerization Shrinkage Stress of Bulk-fill Resin Composites, Part2 -Generation of Shrinkage Stress in the Initial Polymerization and Observation of Cavity Cross Section-

¹Department of Operative Dentistry, School of Dentistry at Matsudo, Chiba, Japan ²Kamiya Dental Office Shibuya Mark City Clinic, Tokyo, Japan ³Soyokaze Dental Clinic, Chiba, Japan

○NAOTAKA KAMIYA¹, MASAHIRO KAMIYA², NORIHIRO YAMAMOTO³, SATOSHI HIRAYAMA¹

【目的】

コンポジットレジン修復では、深在性窩洞に対して重合可能深度と重合収縮応力の発生による歯質の破壊を配慮して積層充填が推奨されている。積層充填に伴い処置時間が延長するが、その解決策として近年、深さ4mmの窩洞を一括で充填可能なバルクフィルコンポジットレジンが開発・市販されている。バルクフィルコンポジットレジンを使用することで処置時間は短縮されるが、一方で発生する重合収縮応力は大きくなる懸念され、製品によって重合収縮応力の挙動がどのように異なるかは興味深いところである。そこで本研究は、市販裏層用バルクフィルコンポジットレジンの重合収縮応力を測定し、重合初期の収縮応力の発生挙動の違いを検討した。

【材料および方法】

本研究では市販裏層用バルクフィルコンポジットレジンのうち、SDR (SDR: デンツプライ三金)、Bulk Base Hard (BBH: サンメディカル) およびBeautiful-Bulk Flowable (BBF: 松風) の3製品を供試した。

1) 重合収縮応力の測定: サーボ電動式重合収縮応力測定装置に内径6mmの黄銅製円筒形モールドを装着し、深さ4mm (C-Value=3.7) にセッティングした。SDR、BBH およびBBF をそれぞれモールドに一括充填した後にポリエチレンシートを介して一定圧で圧接し、窩洞上端1mmの距離からLED 光照射器 (ペンキュア、モリタ) で20秒間照射した。光照射開始時から1時間後まで経時的変動を記録し、測定開始後10、20、40、60秒後および1時間後の重合収縮応力を測定した (n=5)。

2) 窩洞断面の観察: 重合収縮応力の測定と同形態の銀合金製モールドを製作し、1) と同条件で充填・重合させた試料をアイソメットで割断し、窩洞中央部と窩洞隅角部の適合状態を走査型電子顕微鏡 (SEM) にて観察をした。

【成績】

供試した裏層用バルクフィルコンポジットレジンの重合収縮応力は、SDR では光照射開始2秒後から緩やかに上昇をはじめ、照射終了後は徐々に緩やかに上昇を続けていく挙動を示した。最大応力の平均値は1時間後の6.0±0.5 MPaであった。BBHは、光照射開始から6秒後から緩やかに上昇をはじめ、照射終了後はSDRと同様に徐々に緩やかに上昇を続けていく挙動を示した。最大応力の平均値は1時間後の6.2±0.3 MPaであった。BBFは、光照射開始から3秒後に急激に上昇をはじめ、10~40秒で急激に下降し、その後は最大応力より低い値で経過するという挙動を示した。最大応力の平均値は20秒後の5.6±1.7 MPaであった。

窩洞断面のSEM観察の結果、SDRとBBHは、窩洞中央部、窩洞隅角部とも剥離やレジン内部の亀裂は認めなかった。しかし、BBFは窩洞中央部と窩洞隅角部とも剥離は認めなかったが、窩洞隅角部においてレジン内部に亀裂を認めた。

【考察】

SDRとBBHの重合収縮応力は、光照射開始からプラトーになるまでの発生挙動が緩やかであり、10~20秒後まではBBFと比較して有意に低い傾向を示した。また窩洞断面のSEM観察から剥離や亀裂は認められなかった。これは、SDRは重合反応が緩やかに進行するようコントロールされていること、BBHは低重合収縮モマーを使用していることの効果と考えられる。BBFの重合収縮応力は光照射開始から3秒後に急激に上昇をはじめ、10~40秒にかけて急激な下降を示した。この理由として、窩洞断面のSEM観察で窩洞隅角部のレジン内部に亀裂を認めたことから、重合収縮応力の急激な上昇により、最も応力の集中する窩洞隅角部のレジンに亀裂が生じたことで応力が解放され、急激な下降を示したと考えられた。BBFはフィラーを高密度に充填することで収縮率を低下させているが、同時に弾性率も上昇するため、本研究のような窩洞自体の変形や破壊が起こらない金属モールドによる測定試験では、強大な応力がレジン自体を破壊させる方向に働いたと考えられた。

【結論】

SDRとBBHの重合収縮応力発生挙動は緩やかであり、モールド窩底部と窩洞隅角部の剥離やレジンの亀裂は認めなかった。BBFの重合収縮応力発生挙動は急激であり、窩洞隅角部のレジン内部に亀裂を認めた。

新規コンポジットレジンの機械的性質および光沢度に関する研究

¹日本大学 歯学部 保存学教室修復学講座、²総合歯学研究所生体工学研究部門、³天野クリニック
○野尻 貴絵¹、高見澤 俊樹²、辻本 暁正²、古市 哲也¹、秋葉 俊介²、矢吹 千晶¹、坪田 圭司²、宮崎 真至²、天野 晋³

Study on Mechanical Property and Gloss of New resin composite

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ²Division of Biomaterials Science, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry ³Amano Dental Clinic
○Kie NOJIRI¹, Toshiki TAKAMIZAWA², Akimasa TSUJIMOTO², Tetsuya FURUICHI¹, Shunsuke AKIBA², Chiaki YABUKI¹, Keiji TSUBOTA², Masashi MIYAZAKI², Susumu AMANO³

【緒言】

コンポジットレジンの機械的強度、耐摩耗性あるいは研磨性の向上を目指して、フィラーおよびマトリクスレジンの改良が進められている。その開発のひとつの方向性として、ナノサイズのフィラーを高密度に充填することで、材料的強度を向上させるとともに、優れた研磨性を付与するという試みが継続されている。今般、改良型ナノフィラーを採用することで、機械的強度の向上および光沢度の増加を目的としたユニバーサルコンポジットレジンが開発された。そこで、演者らはこのユニバーサルコンポジットレジンの機械的性質および研磨性を把握することを目的に、曲げ特性、破壊靱性および研磨後の光沢度について検討を行った。

【材料および方法】

新規コンポジットレジンとして、Hermonize (HM, Kerr) を用いた。また、対照として Estelite Σ Quick (ES, トクヤマデンタル) および Clearfil AP-X (AP, クラレノリタケデンタル) を用いた。

1. 無機質フィラー含有量の測定

無機質フィラー含有量の測定に際しては、熱重量測定装置 (TG/DTA 6300, Seiko Instrument) を用いた。すなわち、レジンペースト約 50 mg を加熱して、熱負荷前の重量と残存量とから減量を求め、100-減量 (wt %) として算出した。

2. 曲げ試験

2×2×25 mm の棒状試片を製作、24 時間 37°C 精製水中に保管後、万能試験機を用いて C. H. S 毎分 1.0 mm の条件で 3 点曲げ強さを求めた。また、応力-歪み曲線から弾性率およびレジリエンスを求めた。試片の数は、10 個とした。

3. 破壊靱性試験

25×5×2.5 mm で長さ 2.5 mm の切り欠き入りの試片を製作、37°C 精製水中に保管後、万能試験機を用いて C. H. S 毎分 1.0 mm の条件で破壊靱性値 (K_{IC}) を求めた。試片の数は、10 個とした。

4. 光沢度測定

内径 10 mm、高さ 5 mm の円柱試片を製作後、SiC ペーパーを用いて #800 まで順次研磨し、これを研磨基準面とした。この研磨基準面に対し、荷重条件 0.5 N、マイクロモーターの回転数を 10,000 rpm として、スーパースナップの緑および赤の順で 15 秒間ずつ、合計 30 秒間注水することなく研磨を行い、これを光沢度測定用試片とした。この試片に対して、通法に従い、表面粗さおよび光沢度の測定をおこなった。なお、試片の数はそれぞれ 5 個とした。

5. SEM 観察

フィラー性状を観察するため、通法に従って試片を製作して SEM 観察を行った。

【成績および考察】

供試コンポジットレジンの曲げ強さは、113.6~172.1 MPa の値を、破壊靱性は 1.74~2.76 MPa・m^{1/2} の値を示し、用いた製品によってその値は異なるものであった。SEM 観察から、用いた製品によってそのフィラーサイズ、形状および粒度分布は異なっていた。また、研磨後の光沢度についてもその値は製品によって異なり、HM および ES は、AP に比較して高い光沢度を示した。これらの結果は、それぞれのコンポジットレジンが有するフィラー性状に加えて、光線透過性、ベースレジンの組成あるいは無機フィラー含有量などに起因するものと考えられた。

【結論】

臨床使用の際には、それぞれのコンポジットレジンが有する特徴を把握するとともに修復部位および窩洞サイズを考慮した使用が望まれる。

音波式電動歯ブラシによる最終研磨前のコンポジットレジン表面性状について

¹昭和大学歯学部 歯科保存学講座 美容歯科学部門、²昭和大学歯学部 歯科保存学講座 歯科理工学部門

○京泉 秀明¹、寺島 実華子¹、入江 雄一郎¹、真鍋 厚史¹、宮崎 隆²

Effect of the sonic toothbrush on surface morphology of composite resin before final polishing

¹Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry, Tokyo, Japan ²Department of Conservative Dentistry, Division of Biomaterials and Engineering, Showa University School of Dentistry, Tokyo, Japan

OHIDEAKI KYOIZUMI¹, MIKAKO TERASHIMA¹, YUICHIRO IRIE¹, ATSUFUMI MANABE¹, TAKASHI MIYAZAKI²

【目的】

齲蝕や歯周病を予防する最もよい方法はブラッシングである。ブラッシングを行う方法として手用歯ブラシや電動歯ブラシがあり日常的に使用されている。今回使用した歯ブラシは音波式の電動歯ブラシ ソニックアー (フィリップス) である。この歯ブラシの特徴は、音波水流を発生させ歯垢を効率的に除去することができ除去効果は非常に優れている。、研磨材入りの歯磨剤を使用して音波式電動歯ブラシを使用すると、日本歯科保存学会春季学術大会 (第146回) では、最終研磨されたコンポジットレジンの表面性状に影響があることを報告した。

そこで今回は、音波式電動歯ブラシが最終研磨前のコンポジットレジン表面性状に与える影響について実験を行った。

【材料および方法】

材料として、インジェクタブルタイプであるMI フィル (ジーシー)、フロアブルタイプであるユニフィルフロー (ジーシー) の2種類のコンポジットレジンを使用した。

それぞれの材料を、製造者指示に従い直径10mm高さ3mmの円柱状の試料を作製した。試料は最終研磨前であるシリコンカーバイドペーパー#1000まで研磨を行った。試料は相対湿度100%、温度37°Cの恒温槽中に1時間放置した後、37°Cの蒸留水中に23時間保管した。

音波式電動歯ブラシは、ソニックアー フレックスケアーブラチナ、ブラシヘッドはダイヤモンドクリーン ブラシヘッド スタンダードサイズ (フィリップス)、を使用し、ブラッシング圧は荷重約100gfで、清掃時間は1週間に相当する90秒を1サイクルとして360秒まで行った。歯磨剤は、ルシエロホワイト (ジーシー) を使用した。スラリーは歯磨剤と蒸留水の割合が重量比1:2になるように調製した。

試料の表面をブラッシング前後で光沢度計 (VG2000, 日本電色) を使用して60度鏡面光沢法にて光沢度を測定し、さらに形状解析レーザー顕微鏡 (UR-X250, キーエンス) にて表面粗さの測定及び表面性状の観察を行った。試料数は各郡5個とした。

【結果および考察】

光沢度の結果は、ブラッシング前では、ユニフィルフローよりもMI フィルの方が大きい値であった。その後、90秒ごとにブラッシングを行った結果、MI フィル、ユニフィルフローともに大きくなっていった。

表面粗さの結果は、ブラッシング前では、ユニフィルフローよりもMI フィルの方が小さい値であった。その後、90秒ごとにブラッシングを行った結果、MI フィル、ユニフィルフローともに小さくなっていった。

表面性状の観察結果は、MI フィルでは、ブラッシング前は、#1000で研磨された何本もの溝が観察されたが、90秒以降のブラッシングではほとんど観察されなかった。ユニフィルフローでは、ブラッシング前は、MI フィルよりも溝は大きく粗い像が観察され、ブラッシング後は、MI フィル同様に溝がほとんど観察されなかった。今回使用した歯磨剤には、清掃剤 (研磨材) として炭酸カルシウムが入っており、ブラッシングすると、歯磨剤でコンポジットレジンの表面が研磨され大きな溝が消失したと思われる。そして、ブラッシングにより摩擦しても表面に出てくるフィラーによってつやが維持され、セルフシャイニングの効果があったと思われる。

光沢度、表面粗さおよび表面性状の観察において、MI フィルにはナノフィラー、ユニフィルフローにはマイクロフィラーが含有されており、セルフシャイニング効果に違いがでたと思われる。

【結論】

音波式電動歯ブラシを使用して最終研磨前のコンポジットレジンにブラッシングを行うと、光沢度が大きくなっていき、表面粗さが小さくなっていった。表面性状の観察では、ブラッシング前にあった研磨跡が90秒ブラッシングすることにより消失した。セルフシャイニング効果は、ユニフィルフローに比較してMI フィルの方が大きかった。

新規接着性レジンシステムを用いた象牙質とコンポジットレジンの微小引張接着強さについて

¹鹿児島大学 学術研究院医歯学域歯学系 歯科保存学分野

○星加 知宏¹、勝俣 愛一郎¹、丁 群展¹、勝俣 環¹、西谷 佳浩¹

Microtensile bond strengths of new adhesive resin system on dentin and composite resin.

¹Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Research Field in Dentistry, Medical and Dental Sciences Area, Research and Education Assembly, Kagoshima University, Kagoshima, Japan

○TOMOHIRO HOSHIKA¹, AIICHIRO KATSUMATA¹, CHUN-CHAN TING¹, TAMAKI KATSUMATA¹, YOSHIHIRO NISHITANI¹

【研究目的】

近年コンポジットレジン修復の接着材料の開発が進み、接着性の向上や操作の簡易化が図られて以来わが国では1ステップボンディング材が広く用いられている。現在歯質のみならず様々な被着体に対しても良好な接着性を示すマルチユースを掲げる製品や、接着性を維持しつつ歯面処理時間の短縮も図られた製品も販売されている。

その一方で、2ステップ接着システムも高い接着性と長期安定性により、依然として広く診療で用いられている。本研究では1ステップとしても2ステップ接着システムとしても選択可能な新規試作接着システムについて検討を行った。

【材料及び方法】

試料体の作製：接着試験には鹿児島大学倫理委員会の承認のもと集められた新鮮なヒト抜去健全大白歯を用い、歯冠中央部を耐水研磨紙#600で研磨した象牙質面を被着面とした。また、歯面処理にはワンステップ接着システムG-プレミオボンド(GC;以下GPB)および新規試作接着システム(GC;以下BZF)、クリアフィルムメガボンド2(クラレノリタケデンタル:以下MB2)の以上の接着システムを用い、コンポジットレジンとしてClearfil AP-X(クラレノリタケデンタル:シェードA3)を積層築盛し、接着試料体を作製した。試料体は築盛後、24時間37°Cの水中浸漬後試験に用いた。

試料体の接着強さの測定および観察：試料体を精密低速切断機(Isomet, Buehler)を用いて連続切片に切り出し、各切片を接着界面が0.7mm×0.7mmになるように棒型に形成した。接着試料体の一部をランダムに抽出してマイクロテンサイル法による引張接着試験および走査電子顕微鏡(SEM)による破断面の形態観察を行った。微小引張試験は卓上万能試験機(EZ Test, Shimadzu)を用いて、クロスヘッドスピード1.0mm/minの条件下で行った。試料数を各10個とし、得られた結果はOne-way ANOVAとTukey's testを用いて有意水準5%にて統計処理を行った。

【結果】

引張試験の結果として、GPB群は58.9±6.3MPa、BZF群は77.4±13.2MPa、MB2群は80.9±13.4MPaとなり、GPB群に対し、BZF群では有意に高い接着強さを示し、BZF群およびMB2群では有意差は認められなかった。またSEMを用いた接着試験後の破断面形態の観察では、いずれの群も象牙質凝集破壊を多く認め、その中でもGPB群ではボンディング-コンポジットレジン界面での破壊が他群と比較して多く見られた。

【考察および結論】

GPBに対して追加でBZF処理を行うことで、より高い接着性を示すことが確認された。破断面形態の観察から、親水性の高いGPBとコンポジットレジン間に疎水性の高いBZFが介在することによりボンディング材とコンポジットレジンとの接着性が向上したと考えられる。このことからGPBとBZFを組み合わせることで、より少ない種類の材料で操作の簡易な1ステップ接着システムと接着性の高い2ステップ接着システムを状況に応じて選択することが可能であることを示した。本研究では新規接着システムの短期の接着強さで検討したものであり、今後長期のおよびサーマルサイクル等の負荷条件での接着性およびコンポジットレジン以外の材料に対する接着性も含め、検討を行う必要がある。

MDP カルシウム塩の生成量がワンステップボンディング材の接着耐久性に及ぼす影響

¹ 日本大学 松戸歯学部 保存修復学講座、² 日本大学 松戸歯学部 再生歯科治療学講座、³ 日本大学 松戸歯学部 社会歯科学講座、⁴ 日本大学 松戸歯学部 生体材料科学講座

○藤田 光¹、横田 容子²、岩井 啓寿¹、田川 剛士¹、内山 敏一³、西山 典宏⁴、平山 聡司¹

Effect of calcium salt of MDP produced on the bond durability of one-step self-etch adhesive

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, Chiba, Japan ²Department of Renascent Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, Chiba, Japan ³Department of Social Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, Chiba, Japan ⁴Department of Dental Biomaterials, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, Chiba, Japan

OKOU FUJITA¹, Yoko YOKOTA², Hirotoishi IWAI¹, Tuyoshi TAGAWA¹, Toshikazu UCHIYAMA³, Norihiro NISHIYAMA⁴, Satoshi HIRAYAMA¹

[目的]セルフエッチングシステムの接着耐久性は含有している機能性モノマーの種類によって大きく異なることが報告されている。しかし、歯質接着のメカニズム、すなわち機能性モノマーの違いが樹脂含浸層の形成にどのように影響を及ぼしているかについては明らかになっていない。機能性モノマーは、エナメル質および象牙質の脱灰過程を通して歯質アパタイトから溶出したカルシウムイオンと酸-塩基反応を起こしカルシウム塩が生成すること、そのカルシウム塩は歯質接着性に影響を及ぼすことが報告されている。しかし、酸性モノマーのカルシウム塩の生成量が接着耐久性に及ぼす影響を検討した報告はされていない。そこで、本研究では、MDP 含有の3種のワンステップボンディング材と試作ワンステップボンディング材を歯質アパタイトに作用し、脱灰によって生成される反応生成物の解析を固体の³¹P NMR法を用いて行い、MDPカルシウム塩の分子種を同定する。また、MDPカルシウム塩の生成量がエナメル質および象牙質接着性および接着耐久性に及ぼす影響を検討した。

[材料および方法]

歯質粉末の調整：ダイヤモンドポイントを用いてウシ前歯歯冠エナメル質および象牙質を注水下にて切削し、冷却水をビーカーに集め、デカンテーション法にて、それぞれの切削片を回収した。さらに、切削片を蒸留水で3回水洗した後、20°C恒温室で乾燥させ、歯質粉末を調整した。

反応生成物の解析：ワンステップボンディング材はクリアフィルトライエスボンドND(クラレノリタケデンタル)、スコッチボンドユニバーサルアドヒーズ(3M ESPE)、G BOND PLUS (GC)および試作ボンディング材に1.00 g中に切削したウシ歯冠エナメル質および象牙質粉末を0.20 gを懸濁し、各1分間振盪・攪拌した。その後、これらの懸濁液を遠心分離し、得られた反応残渣をエチルアルコールで洗浄し、³¹P NMRスペクトルで測定した。また、測定で得られた反応生成物の解析は、Origin Pro解析ソフトにて波形分離を行った。

せん断接着試験：ウシ前歯除去歯の唇側エナメル質を#1000シリコンカーパイトペーパーにて研磨し、新鮮なエナメル質および象牙質を露出させた後、試料片を埋没した。内径3.2 mmの穴の開いた両面テープを貼付け、その内面をワンステップボンディング材でメーカー指示処理後、エアブローを行い、10秒間光照射し、内径3.2 mmのシリコンリングを固定し、コンポジットレジンを充填し光照射(20秒間)を行い、試験体を作製した。その後、24時間37°C水中保管後、サーマルサイクル10000回を行い、インストロン型万能試験機で、クロスヘッドスピード1.0 mm/minにて圧縮剪断接着強さを測定した。

[結果および考察]各種ワンステップボンディング材の³¹P NMRスペクトルを測定した結果、すべての反応残渣のNMRピークは、エナメル質および象牙質では、反応生成物が異なる形状を示した。ワンステップボンディング材中のMDPは、ハイドキシアパタイトの結晶化度の低い象牙質の方がエナメル質より脱灰していることが解った。また、各種ボンディング材からエナメル質および象牙質ともに反応時間1分でMDPカルシウム塩の生成量は異なり、第二リン酸カルシウムも生成された。³¹P NMRスペクトルの解析結果から、MDPカルシウム塩は4タイプの分子種に同定された。エナメル質ではMDP単量体カルシウム塩、MDP二量体カルシウム塩および第二リン酸カルシウムを生成し、象牙質では上記二種MDPカルシウム塩以外に、カルシウムを2個有するMDP二量体カルシウム塩が生成することがわかった。せん断接着試験では、接着強さの低下の程度はエナメル質と象牙質とは異なり、象牙質接着では、MDPカルシウム塩の生成量が多いと接着強さの低下が増大することが明らかになった。エナメル質接着ではMDPカルシウム塩の生成量が多いと接着強さが増大することがわかった。以上の結果から、ワンステップボンディング材による歯質アパタイトの脱灰程度で生成されるMDPカルシウム塩は、歯質接着性および接着耐久性に影響を及ぼすことが明らかになった。

本研究の一部は、文部科学省委託事業ナノテクノロジープラットフォーム課題として物質・材料研究機構の支援を受けて実施されました。

光照射条件がユニバーサルアドヒーズの界面科学的性質および象牙質に対する接着耐久性に及ぼす影響

¹ 日本大学歯学部保存修復学講座、² 日本大学歯学部総合歯学研究所生体工学部門

○名倉 侑子¹、辻本 暁正²、野尻 貴絵¹、鈴木 崇之¹、大島 美紀¹、関東 英貴¹、高見澤 俊樹²、宮崎 真至²

Influence of Light-irradiation Conditions on Interfacial Characteristics and Dentin Bond Durability of Universal Adhesives

¹Department of Operative Dentistry Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ²Division of Biomaterials Science Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan

○YUKO NAGURA¹, AKIMASA TSUJIMOTO², KIE NOJIRI¹, TAKAYUKI SUZUKI¹, MIKI OSHIMA¹, HIDETAKA KANTO¹, TOSHIKI TAKAMIZAWA², MASASHI MIYAZAKI²

【目的】

近年、光重合型コンポジットレジン接着システムとして、ユニバーサルアドヒーズの臨床使用頻度が増加している。これらのアドヒーズは光照射によって重合硬化し、良好なアドヒーズ層を形成することでその接着性を獲得している。しかし、照射チップ先端とアドヒーズ処理面との距離が適切でないと、光照射の際の光エネルギー量が不足することでその重合硬化が不十分になり、ひいては接着強さが低下することが指摘されている。そこで、光照射条件がユニバーサルアドヒーズの象牙質接着性に及ぼす影響について、アドヒーズ層と蒸留水との接触角測定からその界面科学的性質とともにサーマルサイクル試験を用いて象牙質接着耐久性を検討した。

【材料および方法】

供試したユニバーサルアドヒーズは、Adhese Universal (Ivoclar Vivadent)、All-Bond Universal (BISCO)、G-Premio Bond (GC) およびScotchbond Universal (3M) の、合計4製品である。

1. 接触角の測定

ウシ下顎前歯の象牙質平坦面を、耐水性SiCペーパーの#320まで研削し、被着面とした。これらの被着面に対して、ユニバーサルアドヒーズを製造者指示に従って塗布、光照射し、接触角測定用試片とした。アドヒーズに対する光照射条件は、光エネルギーを4,000 J/cm²に固定し、光強度を100 mW/cm²で照射時間を40秒、光強度200 mW/cm²で照射時間20秒および光強度400 mW/cm²で照射時間を10秒と光強度と照射時間を相互に変えた3条件を設定した。これらの試片を全自動接触角計 (DM 500, 協和界面科学) に静置し、蒸留水との接触角を測定した。

2. 接着試験

接着試験に際しては、接触角測定用試片と同様に調整した試片にコンポジットレジンを填塞し、光強度600mW/cm²の条件で光照射30秒間を行い、接着試験用試片を製作した。これらの試片を、37°C精製水中に24時間保管後あるいは24時間保管後にサーマル試験機を用いて温熱負荷を10,000回および30,000回負荷した後、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて、その剪断接着強さを測定した。

3. SEM観察

ユニバーサルアドヒーズと象牙質とのそれぞれの光照射条件における接合状態を検討するため、FE-SEM (ERA-8800 FE, Elionix) を用いて、その接合界面を加速電圧10 kVの条件で観察した。

【成績および考察】

ユニバーサルアドヒーズに対する蒸留水の接触角は、いずれの製品においても光強度の上昇に伴って低下した。一方、象牙質に対するユニバーサルアドヒーズの接着耐久性は、いずれの光照射条件においても、光強度の上昇に伴って、製品によって差はあるものの向上した。ユニバーサルアドヒーズの接合界面におけるSEM観察では、各アドヒーズ層の厚さは光照射条件により異なるものであった。

【結論】

本実験の結果から、ユニバーサルアドヒーズの界面科学的性質および象牙質接着耐久性は、アドヒーズに対する光照射条件が同一の光エネルギー (4,000mJ/cm²) としても、その照射条件に影響を受けることが明らかとなった。ユニバーサルアドヒーズの界面科学的性質は光強度の上昇に伴って低下するものの、象牙質に対する接着耐久性は向上することが明らかとなった。

塗布方法の違いがワンステップアドヒーシブシステムの歯質接着強さに及ぼす影響

¹日本大学 松戸歯学部 保存修復学、²中川歯科医院

○岩井 啓寿¹、寺中 文子¹、大塚 一聖¹、関根 哲子¹、藤田 光¹、中川 整²、平山 聡司¹

Influence of Different Application Methods on Bond Strength of One-Step Adhesive Systems

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, Chiba, Japan

²Nakagawa Dental Clinic, Saitama, Japan

○Hiroto Iwai¹, Ayako Teranaka¹, Issei Otsuka¹, Satoko Sekine¹, Kou Fujita¹, Sei Nakagawa², Satoshi Hirayama¹

【目的】

現在のコンポジットレジン修復では、ステップの簡略化により術者のテクニカルエラーが発生し難いという利点からオールインワンタイプの接着システムが急速に普及している。その中でも接着操作時間を極めて短縮化し“塗布後の放置時間なし”を標榜するワンステップアドヒーシブシステムが市販されている。しかし操作性が良い反面、2ステップセルフエッチングアドヒーシブシステムと比較すると、歯質に対するエッチング効果やモノマーの浸透性が不足気味となり接着性が低下することが懸念される。その対策として演者らは、市販ワンステップアドヒーシブシステムを用いて被着面へのアドヒーシブの塗布を複数回行うなど塗布方法の違いによって、エナメル質と象牙質のせん断接着強さの向上に影響を与えることができるのかを検討した。

【材料及び方法】

本研究に供試したワンステップアドヒーシブシステムは、G-プレミオボンド (GP: ジーシー)、クリアフィル ユニバーサルボンド Quick (UQ: クラレノリタケデンタル) およびクリアフィル トライエスボンド ND クイック (ND: クラレノリタケデンタル) の3製品を用いた。コンポジットレジンには、クリアフィル AP-X (AP-X: クラレノリタケデンタル) を使用した。

被着体としてウシ下顎前歯を用い、切断した歯冠部を常温重合型レジンに包埋後、エナメル質を SiC ペーパー#320 にて研磨してエナメル質試料とした。同様に象牙質表面を露出させ、SiC ペーパー#320 にて直径が約5mm となるまで研磨したものを象牙質試料とした。

塗布方法の違いがエナメル質と象牙質の接着強さに及ぼす影響を検討するため、アドヒーシブをマイクロブラシで1回塗布後、直ちにエアブローを行った群 (1-0)、1回塗布後10秒放置してエアブローを行った群 (1-10) および10秒間に3回塗布を繰り返し、その後直ちにエアブローを行った群 (3-10) の3条件を設定した。エアブロー圧は、製造者指示に従って強圧エア指示の GP で0.35 MPa、弱圧エア指示の ND と UQ では0.20 MPa とし5秒間行った後に10秒間光照射 (G ライトプリマ、ジーシー) した。次に内径2.38 mm のモールド (ウルトラデント) を被着面に固定し AP-X を充填後、20秒間光照射を行った。これらの接着試験片をモールドから取り出し、37°C水中に24時間保管した後、小型卓上試験機 EZ-S (島津製作所) を用いてクロスヘッドスピード1 mm/min でせん断試験を実施した (N=5)。また、せん断試験後に走査型電子顕微鏡 Miniscope TM3000 (SEM: HITACHI) を用いて破断面の観察を行った。

【結果及び考察】

せん断接着試験の結果から、エナメル質試料では GP が全ての条件で24.4~30.9 MPa と高い接着強さを示した。しかし、UQ では13.4~17.6 MPa、ND では15.7~17.1 MPa であった。GP と UQ では、1-0 群に比べて1-10 群で接着強さが上昇したが、3-10 群では接着強さの上昇は認めなかった。一方で、ND では全ての塗布条件で接着強さに変化は認めなかった。GP では全ての塗布条件で、ND、UQ に比べ有意に高い接着強さを認めたことから、塗布方法に影響されずエナメル質の十分な脱灰が行われ安定した高い接着強さを示すことが示唆された。

象牙質試料では、GP が全ての条件で26.4~29.5 MPa と高い接着強さを示した。しかし、UQ では15.6~27.9 MPa、ND では11.7~16.4 MPa であった。GP ではエナメル質と同様に全ての塗布条件で ND、UQ に比べ高い接着強さを示し、塗布条件に影響を受けなかった。UQ では1-10 群で15.6±2.6 MPa が3-10 群では27.9±7.2 MPa と上昇したことから、「重ね塗り効果」によって接着強さが向上することが確認された。ND では、1-10 群が最も高い接着強さとなった。

レジン側破断面の SEM 観察からエナメル質および象牙質試料ともに歯質内での凝集破壊が最も多く認められた。

以上の結果から、本実験で供試したワンステップアドヒーシブシステムについては、塗布方法に影響を受けず高い接着性を示すものや被着面へ複数回塗布によるアドヒーシブの十分な供給が接着強さを向上させることが分かった。

化学重合ボンディング材の歯質接着性

¹岩手医科大学 歯学部 歯科保存学講座 う蝕治療学分野

○八木 亮輔¹、岡田 伸男¹、志賀 華絵¹、清水 峻介¹、野田 守¹

Tensile Bond Strength of Chemical-Cure Resin Bonding Agent

¹Division of Operative Dentistry and Endodontics, Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Iwate Medical University, Morioka, Japan

○RYOUSUKE YAGI¹, NOBUO OKADA¹, HANA E SHIGA¹, SYUNSUKE SHIMIZU¹, MAMORU NODA¹

【目的】近年、処置の簡便化を目的として、様々な接着面に対して適応可能で、処理後待ち時間 0 秒のボンディングシステムが普及してきている。そのような接着システムに化学重合型システムが取り入れられていることがある。今回我々は、光照射不要で処理後待ち時間の化学重合型試作ユニバーサルボンド「K5D-01」の牛歯エナメル質および象牙質への接着強さについて検討した。【材料および方法】 接着システムとして、試作型システム K5D-01、(K5D, トクヤマデンタル)、化学重合型としてエステリンク (EL, トクヤマデンタル)、光重合型として G-Premio bond (GPB, GC) を用いた。被着面としてウシ下顎中切歯のエナメル質および象牙質に対し、各接着システムを使用してフロアブルコンポジットレジン (ESTELITE UNIVERSAL FLOW) により修復を行い、引っ張り強さを測定した。牛歯の各歯面を耐水研磨紙 #600 で研磨し、各種接着システムを業者指示に従い被着体表面に塗布した。ステンレスモールド (内径 4mm, 高さ 3mm) を置き、フロアブルコンポジットレジンを 1.5mm 厚さで積層充填し、各層で 20 秒間光照射を行った。試料は、相対湿度 100% で 24 時間保管し、万能試験 (INSTRON4202) にて引っ張り接着強さを測定した (cross head speed at 0.5mm/min)。得られたデータは One-way ANOVA ならびに Tukey-HSD test にて統計学的分析を行った。 ($p < 0.05$, $n=12$)

【結果】エナメル質と象牙質に対する各種接着システムの引っ張り接着強さを図に示す。エナメル質に対する引っ張り接着強さは、EL: 10.8 ± 4.7 MPa, K5D: 10.5 ± 1.9 MPa, GPB: 7.09 ± 2.4 MPa であり、EL および K5D は、GPB より有意に高い値を示した。象牙質に対する引っ張り接着強さは、EL: 8.2 ± 2.3 MPa, K5D: 16.8 ± 3.8 MPa, GPB: 8.48 ± 2.2 MPa であり、K5D が約 2 倍近くの接着強さで有意に高い値を示した。

【考察】EL と K5D を比較するとエナメル質に対する引っ張り接着強さは同程度であったが、象牙質では K5D が有意に高い値を示した。これらの接着システムは、構成成分についてはほぼ同じであることから、組成の違いが影響していると思われる。象牙質の接着性向上を認めているので親水性成分の関与が示唆されるが、より詳細なメカニズムの解明には界面観察や組成成分分析が必要と思われる。更に、長期的な接着界面の安定性についても検討する必要がある。

【結論】新規化学重合型ユニバーサル接着システムは、従来の接着システムと同程度の接着性を有し、特に象牙質に高い接着性を示した。本発表に関して開示すべき利益相反関係にある企業はありません。

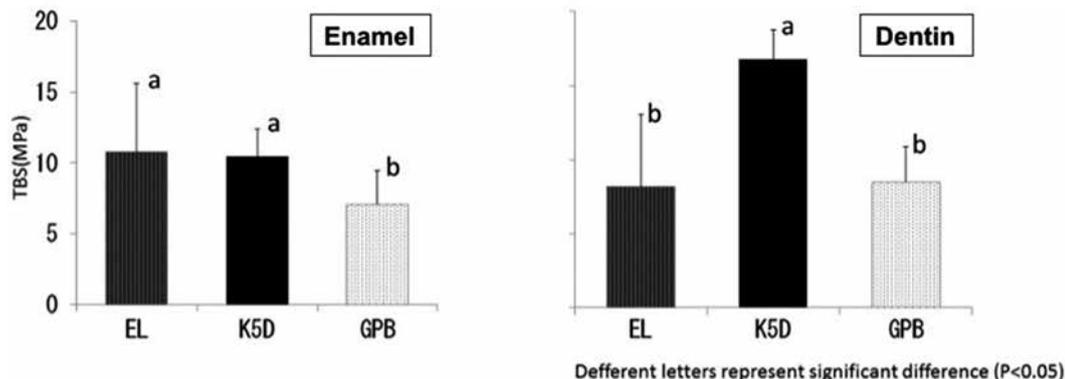


Fig. Tensile Bond Strength of various bonding agents for the surface of Enamel and Dentin.

高透光ジルコニアセラミックスの接着前処理におけるサンドブラストの影響

¹東京医科歯科大学大学院 歯医学総合研究科 摂食機能保存学講座 う蝕制御学分野、

²東京医科歯科大学大学院 歯医学総合研究科 口腔機能再建工学分野

○サンサンメイ ピョーアウン¹、高垣 智博¹、サイカム レオン¹、池田 正臣²、二階堂 徹¹、田上 順次¹

Effect of Alumina-blasting Pressures on the Bonding Performance to Ultra/Super-translucent Zirconia Ceramics

¹Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

²Oral Prosthetic Engineering, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

○PHYU AUNG SAN SAN MAY¹, TOMOHIRO TAKAGAKI¹, LYANN SAI KHAM¹, MASAOMI IKEDA², TORU NIKAIIDO¹, JUNJI TAGAMI¹

Objective: The availability of esthetically pleasing ceramics has expanded and the popularity of so called “translucent zirconia” is increased. The purpose of this study was to evaluate the bonding performance of two different types of resin cements to yttria-partially stabilized zirconia (Y-PSZ) with different pressures of alumina-blasting. Materials and Methods: Fully sintered zirconia disk-shaped specimens (11-mm diameter; 4 mm thickness) of three highly translucent Y-PSZ grades (KATANA HT, KATANA ST and KATANA UT, Kuraray Noritake Dental) were ground flat with #600-grit SiC paper. Prior to cementation, the Y-PSZ blocks were divided into 4 groups according to the pretreatment with Al₂O₃ air-borne particle abrasion: UN: untreated, P1: at 0.1 MPa, P2: at 0.2 MPa and P4: at 0.4 MPa. All the specimens were divided into two groups according to the cements; V5: PANAVIA V5 (Kuraray Noritake Dental) or SA: PANAVIA SA Luting cement (Kuraray Noritake Dental), were bonded with metal rods according to the manufacturer’s instruction. The bonded specimens were stored in distilled water (37°C) for 1 day (D1) and 30 days (D30) and tensile bond strengths (TBSs) were measured with a universal testing machine at crosshead speed of 2 mm/min (n=10) and failure modes were recorded. The bond strength values were statistically analyzed with 3way and 2way-ANOVA and t-test with Bonferroni correction. Results: The results of bond strength test were shown in Figure 1. In V5, TBS were significantly influenced by alumina-blasting pressure (p=5.1E-19), translucency of zirconia ceramics (p=0.009) and storage period (p=0.0006). In SA, TBS were significantly influenced by alumina-blasting pressure (p=1.2E-10), not with translucency of zirconia ceramics and storage period (p>0.05). In V5, alumina-blasting with 0.1 MPa showed significantly lower bond strength comparing with 0.2MPa or 0.4 MPa after 30days, however, in SA there were no significant difference among the groups with alumina blasting. Ideal pressure of alumina-blasting on Y-PSZ surface could be influenced by the type of resin cement system used. Conclusion: The bonding performance of resin cements to Y-PSZ is not influenced by the translucency of Y-PSZ. The pressure of alumina-blasting was the most effective factor to affect the bond strength.

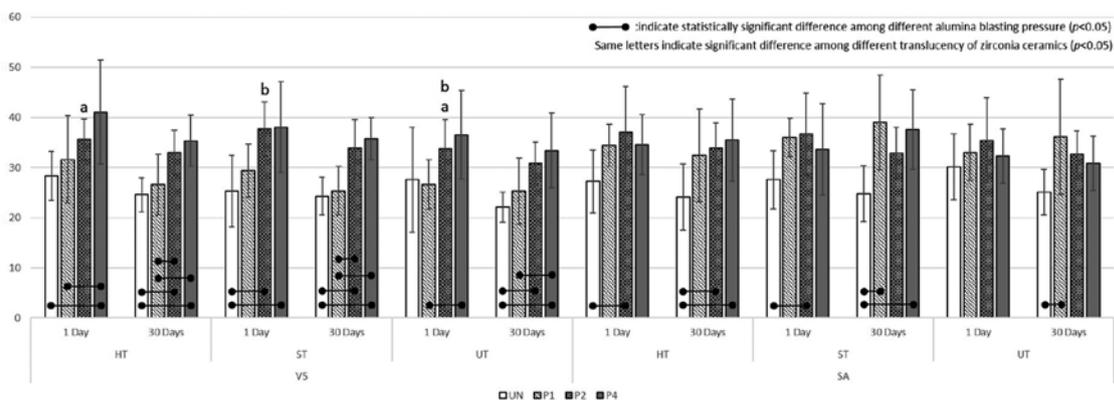


Figure 1. Means and S.D. of tensile bond strength values (MPa) for all groups (n=10)

ファイバーポストとコア材の引き抜き強さ

¹岡山大学 大学院医歯薬学総合研究科 生体材料学分野、²岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 総合歯科学分野、
³岡山大学病院 新医療開発センター

○入江 正郎¹、武田 宏明¹、鳥井 康弘²、吉原 久美子³、松本 卓也¹

Pull-Out Force between Fiber Post and Core Materials.

¹ Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences. Okayama University, Okayama ²Department of General Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences. Okayama University, Okayama ³ Center for Innovative Clinical Medicine, Okayama University Hospital, Okayama

○MASAO IRIE¹, HIROAKI TAKETA¹, YASUHIRO TORII², KUMIKO YOSHIHARA³, TAKUYA MATSUMOTO¹

【緒言】最近、ファイバーポストが保険適用されたことを受け、レジン系支台築造材料システムに関心が高まりつつある。われわれは、第 146 春季学術大会にて、各社コア材及びそのシステムそれぞれに対して引き抜き試験を実施したが、その際ファイバーポストの形状に起因するデータの偏りが明らかとなった。そこで今回は、修復材料自体の性能を評価するため、ポストを統一して硬化直後と 1 日後の引き抜き強さを測定し、維持力を評価したため報告する。

【材料と方法】下記の Table に使用したコア材と処理材、およびポスト (BeautiCore Fiber Post, φ1.6 mm, Shofu に統一) を示す。テフロンモールド (厚さ 5 mm, 維持装置の部分は内径 8 mm, 植立部分は内径 3.6 mm) にコア材を充填、植立装置を用いて中心部にポストを植立、光照射 (20×4 sec.) し、硬化後テフロンモールドから撤去、コア材とポストを試作装置で固定して、硬化直後と 1 日間 37°C 蒸留水中浸漬後の引き抜き強さを測定、値を kgf で表示した。

【結果と考察】下記の Table に硬化直後と 1 日後の維持力を示す。各システムそれぞれ硬化直後は 25 - 40 kgf, 1 日後は 30 - 40 kgf を示した。直後と 1 日後の値を比較すると、有意に優れた値を示したシステムもあれば、有意差がないシステムもあった (p=0.05)。修復物自体の強度や硬化特性、そして併用する接着材のシランカップリング効果の有無が、単独または複合的に影響したと考えられる。

本研究に関連し開示すべき COI 関係にある企業などはありません。

Table Pull out force between fiber post and core materials (kgf)

| Core or cement material / Pretreating agent of BeautiCore Fiber Post, Manufacturer | Mean (S.D.) | | t-Test ^a |
|--|-------------|---------------|---------------------|
| | Immediate | After one-day | |
| RelyX Ultimate / Scotchbond Universal Adhesive, 3M | 27.2 (4.7) | 33.0 (5.3) | S |
| Filtek Bulk Fill Flowable Restorative / Scotchbond Universal Adhesive, 3M | 36.2 (3.9) | 40.8 (4.5) | S |
| RelyX Unicem 2 Automix / None, 3M | 25.2 (3.5) | 30.8 (4.5) | S |
| NX3 / Porcelain Primer (Shofu) + OptiBond XTR, Kerr | 28.4 (4.8) | 40.2 (4.5) | S |
| MultiCore Flow / Monobond Plus, Ivoclar Vivadent | 29.3 (4.9) | 35.5 (5.1) | S |
| UniFil Core EM / GC Ceramic Primer II, GC | 32.6 (4.7) | 33.1 (5.0) | NS |
| BeautiCore Flow Paste / Shofu Porcelain Primer, Shofu | 33.7 (4.7) | 41.1 (3.2) | S |
| ESTECORE / BONDMER Lightless, Tokuyama Dental | 41.0 (3.6) | 40.9 (3.6) | NS |
| i-TFC system Post Resin / i-TFC system Fiber Post Primer, Sun Medical | 34.1 (4.4) | 35.2 (3.5) | NS |
| Clearfil DC Core Automix ONE / Clearfil Universal Bond Quick + Clearfil Porcelain Activator, Kuraray Noritake Dental | 35.6 (4.3) | 43.7 (4.4) | S |

^a: Significantly different by t-Test between the two results. S: Significant difference (p<0.05), NS: Not significantly difference (p>0.05), N=10

新規亜鉛含有ガラス系知覚過敏抑制材の象牙細管封鎖性について

¹大阪歯科大学 歯科保存学講座

○保尾 謙三¹、韓 嘯宇¹、三浦 樹¹、中野 純嗣¹、藤原 秀樹¹、竹内 撰¹、吉川 一志¹、山本 一世¹

Effect of new zinc-fluoride glass dentin desensitizer on dentin permeability for the treatment of dentin hypersensitivity

¹Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University, Osaka, Japan

○KENZO YASUO¹, XIAOYU HAN¹, TATSUKI MIURA¹, YOSHITSUGU NAKANO¹, HIDEKI FUJIWARA¹, OSAMU TAKEUCHI¹,
KAZUSHI YOSHIKAWA¹, KAZUYO YAMAMOTO¹

【研究目的】象牙質知覚過敏症の治療法には、イオン導入、薬物塗布、レーザー照射や接着性材料による罹患部位の被覆などがあり、薬物塗布に用いられる知覚過敏抑制材には、グルタルアルデヒド系、無機塩系、レジン系が臨床応用されている。今回、新規開発された亜鉛含有ガラス系知覚過敏抑制材 (GC) は、ZIF ガラス、リン酸亜鉛や、塗布歯面に生成されるフッ化カルシウム、リン酸亜鉛によるナノ粒子層により象牙細管の封鎖を目的としている。また、抗菌性、脱灰抑制効果を有しており、根面う蝕に対しても応用が期待されている。今回、亜鉛含有ガラス系知覚過敏抑制材の象牙細管封鎖性について、象牙質透過抑制率 (以下、透過抑制率) を測定し検討を行ったので報告する。

【材料と方法】被験歯に健全ヒト抜去大臼歯を用い、モデリングトリマーと耐水研磨紙にて #600 まで研磨し、直径 8 mm、厚さ 1 mm の象牙質ディスク試料を作製した。善入ら¹⁾の方法に準じて作製された装置を用いて、象牙細管内液を満たした試料ステージに試料を装着し、内圧を 25 mmHg に規定した。知覚過敏抑制材として、Nanoseal (日本歯科薬品、以下 NS)、Teethmate Desensitizer (クラレノリタケデンタル、以下 TD)、MS coat one (サンメディカル、以下 MO)、MS coat hys block gel (サンメディカル、以下 HB)、亜鉛含有ガラス系知覚過敏抑制材 (GC、以下 ZF) を用い、業者指定の通り操作を行い塗布したものをそれぞれ NS 群、TD 群、MO 群、HB 群、ZF 群とした。各知覚過敏抑制材の塗布前後の象牙細管内液の移動量から透過抑制率を測定し (n=5)、一元配置分散分析および Tukey の分析により統計処理を行った。なお、本研究は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号: 大歯医倫 110767 号)。

【結果ならびに考察】NS 群、TD 群、MO 群、HB 群、ZF 群はそれぞれ透過抑制率に有意差は認められず、高い透過抑制率を示した (p > 0.05)。これは、亜鉛含有ガラス系知覚過敏抑制材塗布後の歯面に生成されるナノ粒子層により、象牙細管が緊密に封鎖されたためと考えられる。

【結論】新規亜鉛含有ガラス系知覚過敏抑制材は、従来の無機塩系知覚過敏抑制材と同程度の高い象牙細管封鎖性を有することが示唆された。

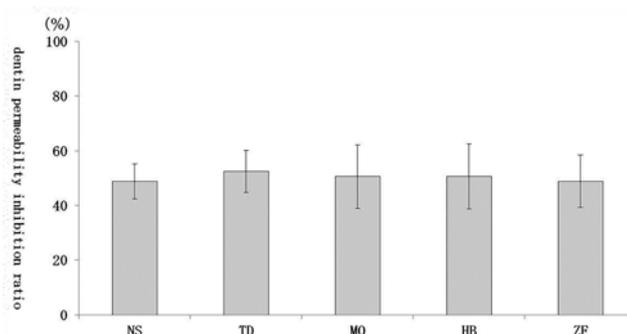


Fig. 1 Measurement of the dentin permeability inhibition ratio in each dentin desensitizer

新規亜鉛ガラス含有バイオアクティブ材料によるう蝕原性細菌に対する抗菌性

¹株式会社ジーシー

○神野 友樹¹、中山 瑞樹¹、有田 明史¹、熊谷 知弘¹

Antimicrobial properties against cariogenic bacteria by new zinc glass-containing bioactive material

¹GC CORPORATION, Tokyo, Japan

○TOMOKI KOHNO¹, MIZUKI NAKAYAMA¹, AKISHI ARITA¹, TOMOHIRO KUMAGAI¹

【研究目的】ジーシーでは根面う蝕の予防・治療を目的とした新製品開発に取り組んでおり、これまでの日本歯科保存学会において現在開発中である新規亜鉛ガラス含有バイオアクティブ材料は歯質根面に対する脱灰抑制効果、コラーゲン分解抑制効果が高いことを報告してきた。しかし、一般的にう蝕の発生は口腔唾液中の *Streptococcus mutans* の量に関係しているとされているため、う蝕に対応する機能として抗菌性を持つことが必要であると考えられる。そこで、本研究では新規亜鉛ガラス含有バイオアクティブ材料(ZIF-C4)におけるう蝕原性細菌への抗菌性を検証した。尚、ZIF-C4 は、亜鉛・フッ素・カルシウム・ケイ素を含有するガラスとポリアクリル酸の練和による酸塩基反応で硬化する。この材料は亜鉛イオン、フッ素イオン等の溶出が確認されている。

【材料および方法】1. 材料 ZIF-C4 に加え、比較対象としてフッ素イオンを溶出するフジVII(ジーシー)、A社製品を使用した。2. 試験 抗菌試験は寒天培地における阻止円の測定により評価した。試験には *Streptococcus mutans* (ATCC25175) を使用し、Brain Heart Infusion 培地 (Difco Laboratories) 中に均一に懸濁した。Brain Heart Infusion 寒天培地 (Difco Laboratories) を使用して寒天平板を作製し、寒天平板上に 2×10^8 CFU/ml に調製した *S. mutans* 懸濁液を 100 μ L 播種した。各平板上に $\phi 3.5$ mm の穴を開け、各試料を充填した。その後、37°C で 24 時間嫌気培養を行った(1)。3. 評価方法 各試料の抗菌性は、ディスク周囲に形成された発育阻止円の大きさにより判定した。阻止円の大きさは長径と短径を計測し、その平均値で表した。

【結果および考察】各材料の発育阻止円の直径を Fig. 1 に示す。A社製品では阻止円の形成が確認されなかったのに対し、Fuji VII, ZIF-C4 において阻止円の形成が確認できた。また、Fuji VII に比べ ZIF-C4 の阻止円直径が大きいため、ZIF-C4 は *S. mutans* に対する発育阻害効果が高いと考えられる。ZIF-C4 は亜鉛イオンが溶出することを確認しており、亜鉛イオンはレンサ球菌の解糖酵素を含む一連の微生物酵素系を阻害する等の抗菌性を有することが報告されている(2)。フジ VII, A社製品は亜鉛イオンが溶出しないのに対し、ZIF-C4 は亜鉛イオンを溶出するため、*S. mutans* に対する発育阻害効果が高いと考えられる。

【結論】新規亜鉛ガラス含有バイオアクティブ材料 ZIF-C4 は *S. mutans* に対する発育阻害効果が高いことが示された。

(文献) (1) APR Magalhaes, et al. ISRN Nanotechnology 2012 (2012). (2) R L Pizzey, et al. International dental journal 61. s3 (2011): 33-40.

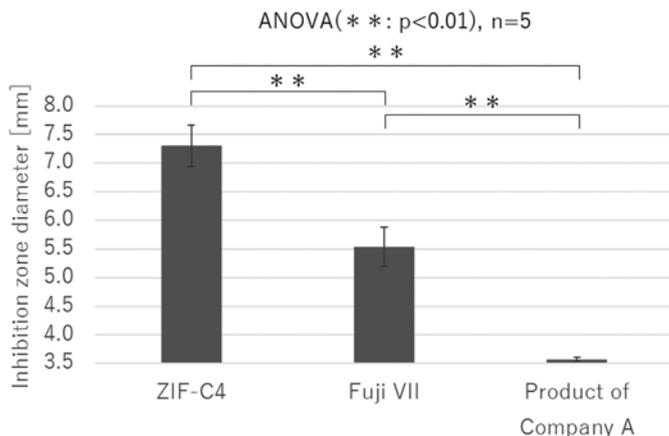


Fig. 1 Diameter of inhibition zone in each sample
※Sample diameter : 3.5 mm

S-PRG フィラー含有根管充填用シーラーから放出されるストロンチウムイオンの骨形成への影響

¹明海大学 歯学部 機能保存回復学講座 保存治療学分野

○日下 洋平¹、小林 健二¹、小谷 依子¹、大塚 隼人¹、横瀬 敏志¹

Influence of strontium ions released from S-PRG filler-containing endodontic sealer on boneformation.

¹Division of Endodontics and Operative Dentistry Department of Restorative and Biomaterials Sciences Meikai University
School of Dentistry, Saitama, Japan

○YOHEI KUSAKA¹, KENJI KOBAYASHI¹, YORIKO KOTANI¹, HAYATO OTSUKA¹, SATOSHI YOKOSE¹

【緒言】

近年開発された S-PRG フィラーは、フッ化物イオンに加えて、アルミニウム、ボロン、ナトリウム、シリコン、ストロンチウムといった多くのイオンを徐放することにより種々の生体活性を有する。我々は、第 143 回、第 144 回、第 145 回日本歯科保存学会学術大会において、S-PRG フィラー含有根管充填用シーラーをラット脛骨に埋入することにより骨形成が誘導されることを報告してきた。今回、放出されるストロンチウム(Sr)の配合の有無が骨形成の誘導に影響を及ぼすかどうかを検討するため、調製したシーラーをラット脛骨に移植し、組織学的に観察すると共に、EPMA による元素マッピングを行ったので報告する。

【材料および方法】

実験材料は、従来型の S-PRG フィラー含有根管充填用シーラー (松風、以下 SP100)、従来型と比較しストロンチウムイオン徐放量を 0 にしたもの (SP0)、及び対照群としてキャナルス-N (昭和薬品、以下 CN) を用いた。それぞれの実験材料はメーカー指定の粉液比にて練和後、直径約 1mm の球形に成形した後完全硬化させ試料とした。実験動物には 6 週齢の雌 SD 系ラット 12 匹を使用し、実験部位は左右の脛骨とし、脛骨 1 本に対し 1 部位とした。全身麻酔下にてラット脛骨に各試料を埋入し、4 週後に脛骨の摘出を行った。摘出した脛骨は埋入したシーラーを中心に長さ約 10mm の大きさにダイヤモンドディスクを用いてトリミングを行い、4℃、10%中性緩衝ホルマリン (pH7.4、和光製薬) で 24 時間固定後、脱水を行い、通常に従い連続切片を作製し H-E 染色を行った。また、EPMA の分析では、試料を固定、脱水後にエポフィックス冷間埋込樹脂 (ストリアス社製) にてレジン包埋を行い、ポリッシングディスクにて埋入したシーラーが脛骨骨髓内に確認できるようになるまで研磨を行った。研磨後、カーボン蒸着を行い日本電子(株) JXA-8530F にて加速電圧 15.0kV の条件下で元素マッピングを行った。なお、本研究は明海大学歯学部動物実験倫理委員会の承認 (承認番号: A1702) を得て行った。

【結果および考察】

SP100 ではシーラー周囲に接するように骨形成が誘導されており、元素マッピングからも骨形成と思われる Ca と P の高度に集積している部位が骨髓内に認められたが、同部位に Sr の集積は認められなかった。SP0 では皮質骨と連続した部位に Ca と P の集積する部位を認めたが SP100 のように骨髓内に集積する部位を認めなかった。CN では材料の埋入が骨髓内まで到達せず良好な結果を得られなかった。Sr イオンは過去の研究において、間葉系細胞から骨芽細胞への分化を促進して活性化を引き起こし、骨形成を促進させるとされている。SP100 の元素マッピングにおいて Sr の骨髓内に形成された骨への集積が認められなかったことから、骨形成の誘導は Sr が骨組織へ取り込まれていくことで進んでいくのではなく、シーラー表面に付着した間葉系細胞が Sr により骨芽細胞への分化を促進され、骨形成が誘導されるのではないかと考えられる。また、Sr が含有されていない SP0 において骨形成がみられなかったことから考えてみても、骨形成における Sr の関与が強いものと思われる。

【結論】

S-PRG フィラー含有根管充填用シーラーから放出されるストロンチウムイオンは骨形成誘導に影響を与えている可能性が示唆された。

S-PRG フィラー溶出液が象牙芽細胞前駆細胞に与える影響

¹北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系 歯蝕制御治療学分野
○油井 知雄¹、泉川 昌宣¹、松田 康裕¹、伊藤 修一¹、斎藤 隆史¹

Analysis of the effects of S-PRG elution on the MDPC-23

¹Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido, Ishikari-Tobetsu, Hokkaido, Japan
○TOMOO YUI¹, Masanobu Izumikawa¹, Yasuhiro Matuda¹, Shuich Ito¹, Takashi Saito¹

【研究目的】 Surface pre-reacted glass ionomer (以下 S-PRG) フィラーは多種イオン徐放能を示し、抗菌性や象牙質再石灰化等が促進されることが期待される。そこで本研究では S-PRG フィラーを含有する Fluoro Bond Shake-One (以下 SO) の溶出液が象牙芽細胞前駆細胞 (以下 MDPC-23) にもたらす分化誘導能について評価した。

【材料および方法】 MDPC-23 は 5.0×10^4 / well に 6 穴デットィッシュへ播種した。なお SO 溶出液は株式会社松風より提供を受けた。α-MEM に溶媒比 (1:100, 1:1000, 1:10000) の SO 溶出液を添加し、5%CO₂、37°C 条件下で培養した。培養 72 時間後における各種溶媒比における MDPC の mRNA (ALP, OCN, OPN) の発現をリアルタイム PCR にて解析した。MDPC-23 の形態観察は走査型電子顕微鏡 (SEM) と共焦点顕微鏡 (CLSM) にて行った。また石灰化誘導はアリザリンレッド S 染色にて評価した。

【結果】 リアルタイム PCR 法により SO 添加群は非添加群と比較し、mRNA 発現量の亢進を認めた。SEM および CLSM の評価では SO 添加群は非添加群と比較し、MDPC の分化誘導が促進されていた。またアリザリンレッド S 染色の評価では SO 添加群は非添加群と比較し、石灰化結節の増強を認めた。

【結論および考察】 S-PRG フィラー含有する SO は MDPC-23 における遺伝子発現の促進、分化誘導を向上させ、石灰化能向上の可能性が示唆された。これにより S-PRG フィラーを含有する SO 溶出液は細胞増殖や石灰化促進等の作用が期待でき、修復象牙質の再生が期待できる。

In-air micro-beam PIXE/PIGE を用いた各種イオンの歯質内分布

¹大阪大学大学院 歯学研究所 口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)、²朝日大学歯学部 歯科理工学分野、

³北海道医療大学歯学部 う蝕制御学分野

○内藤 克昭¹、八木 香子¹、山本 洋子¹、松田 康裕³、奥山 克史²、林 美加子¹

Distribution of various ions in human root dentin using PIXE/PIGE system

¹Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry, Osaka, Japan

²Department of Dental Materials Sciences, Asahi University School of Dentistry, Gifu, Japan ³Division of Clinical Cariology and Endodontology, Health Sciences University of Hokkaido Graduate school of Dentistry, Hokkaido, Japan

○KATSUAKI NAITO¹, KYOKO YAGI¹, HIROKO YAMAMOTO¹, YASUHIRO MATSUDA³, KATSUSHI OKUYAMA², MIKAKO HAYASHI¹

【研究目的】

根面う蝕は、ミネラルの喪失およびコラーゲンネットワークの崩壊により重症化すると考えられており、とくに高齢者における罹患率は年々増加している。う蝕の進行・抑制には多様なイオンが関係していると言われ、近年では亜鉛のコラーゲン分解抑制、歯質脱灰抑制、抗菌作用が報告されているが、歯質内での動向は未だ不明である。

本研究は、亜鉛およびフッ素など含有する塗布剤を作用させた根面象牙質での亜鉛、カルシウム、フッ素、ストロンチウムの歯質内分布の測定を、In-air micro-beam PIXE/PIGE (量子科学技術研究開発機構 高量子応用研究所) を用いて試み、併せて各種イオンの歯質内への影響を検討したので報告する。

【材料および方法】

ヒト健全第三大臼歯3本をセメントエナメル境から歯冠側に0.5mm、歯根側に7mmの位置で歯軸と垂直に切断した。次に頬側面と舌側面を歯軸に平行に切断し、根面象牙質を露出させた後、頬舌および近遠心方向に半切し、3ブロックを使用した。露出根面象牙質を除きスティッキーワックスで被覆し、2ブロックには(1)Fuji 7® (F7群)、(2)ZnF₂を含有した試作塗布剤(Zn群)を各々露出根面象牙質に塗布した。1ブロックは、何も塗布せずにコントロール群(C0群)とした。37°C下で生理食塩水10ml中に浸漬し、生理食塩水は1週間毎に交換した。2ヶ月後、材料を除去せず、各ブロックを露出根面象牙質に垂直、歯軸と平行になるように頬舌方向0.5mm幅に切断し、測定試料とした。

標準試料としてフッ素に対しては従来のもの1)を使用し、亜鉛とストロンチウムには、酸化亜鉛、硫酸ストロンチウムおよびハイドロキシアパタイトを用いて新たに作成した。カルシウム、フッ素、亜鉛の検出器以外に、ストロンチウムの測定のために、低エネルギーのX線を除外するための500μmの厚さのアブソーバーを用いた検出器を新たに設置した。これらの検出器を備えたIn-air micro-beam PIXE/PIGEを用いて、歯質内の亜鉛、カルシウム、フッ素、ストロンチウムの面分析を既報1)に従って行った。

その後、材料を除去した露出根面象牙質表層を除いてスティッキーワックスで被覆し、脱灰溶液(50mmol/l acetate buffer, 2.2mmol/l CaCl₂, 2.2mmol/l KH₂PO₄, pH5.0)に3日間浸漬した。脱灰前後の歯質をμCTで撮影し、各群における脱灰前後でのミネラル密度の変化を比較検討した。

なお、本研究は大阪大学大学院歯学研究所倫理委員会の承認下で実施した。(承認番号:H25-E28)

【結果および考察】

今回、低エネルギーのX線を除外できる検出器を新たに設置して、カルシウム、フッ素だけでなく亜鉛、ストロンチウムの分布も併せて簡便に計測することが可能となり、歯質内の多種のイオン分布を同時に測定できた。Zn群では、亜鉛の歯質への取り込みが確認されたが、フッ素濃度はコントロール群と有意差がなかった。亜鉛は塗布のみで、歯質上に材料が残存していない場合では、亜鉛の歯質内への取り込みは認められなかった。F7群では、ストロンチウムおよびフッ素の歯質への浸透が認められた。Zn群とC0群ではミネラル密度の変化に有意差は認められなかった。

歯質に含有される亜鉛やストロンチウムと脱灰との関係はさらなる検討が必要であるが、本測定法で同時に多種イオンの測定が可能であると明らかになったことは、多種イオンとう蝕抑制の解明に寄与するものである。

【参考文献】

1)H. Yamamoto et al. IJPIXE (19) 91-102、2009

本研究の一部は科学研究費補助金(17H04382, 17K11705)、および2017 IADR Innovation Oral Care Awardの補助の下に行われた。

フッ化物処理ハイドロキシアパタイトにおける歯質結合フッ素の分析 (第2報) -フッ化物溶液のpHによる影響

¹朝日大学 歯学部 口腔機能修復学講座歯科理工学分野、²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、³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)

○奥山 克史¹、松田 康裕²、山本 洋子³、駒田 裕子¹、玉置 幸道¹

Analysis of tooth-bound fluoride on fluoride-treated hydroxyapatite -Effects of pH on the fluoride solution

¹Department of Dental Materials Science, Asahi University School of Dentistry, Mizuho Gifu, Japan ²Division of Clinical Cariology and Endodontology, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido, Tobetsu-cho, Hokkaido, Japan

³Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry, Suita, Japan

○KATSUSHI OKUYAMA¹, YASUHIRO MATSUDA², HIROKO YAMAMOTO³, YUKO KOMADA¹, YUKIMICHI TAMAKI¹

【緒言】演者らは各種フッ化物含有歯科材料より歯質へ取り込まれるフッ素について、試料を1M KOHに浸漬することで、歯質と結合し、ハイドロキシアパタイト (以下HAP) からフルオロアパタイトへ置換されたフッ素 (歯質結合フッ素) の濃度の測定およびフッ素分布を評価できることを報告しており、第145回学術大会では、HAPを浸漬するフッ化物溶液の濃度が大きくなるに従いKOH中のフッ素量およびKOH処理アパタイト (以下k-HAP) 中のフッ素 (歯質結合フッ素) 量はともに増加し、全体のフッ素量 (KOH中のフッ素量とk-HAPのフッ素量の和) に対するk-HAPのフッ素量の割合は、浸漬溶液のフッ化物濃度が大きくなるにつれ減少傾向を示すことを報告した。本研究ではフッ化物処理によりHAPからフルオロアパタイトへの置換における、フッ化物溶液のpHによる影響について検討を行った。

【材料と方法】脱灰溶液 (0.2M 乳酸, 3.0mM CaCl₂, 1.8mM KH₂PO₄, 130mM KCl) をKOHでpHを4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0に調整した溶液に、NaFを添加することでフッ化物濃度を10, 50, 100, 500ppmFに調整した浸漬溶液を作製した。HAP粉末 (キシダ) 400mgを作製した溶液15mlに浸漬し、室温中で震盪させながら保存した。24時間後、粉末を脱イオン水で3回洗浄した後、濾過、乾燥させフッ化物処理アパタイト粉末を得た。得られた粉末より200mg取り出し、1M KOH 10ml 中に入れ、室温中で震盪させながら24時間保存した。24時間後上澄みのKOHを採取し、残った粉末を100ml 脱イオン水で5分間洗浄後、さらに2回脱イオン水で洗浄し、濾過、乾燥後、k-HAP粉末を得た。フッ素量の測定は、前回の報告に従った。採取したKOHから1mlを取り出し、1M HNO₃溶液1mlとイオン強度調整剤 (TISAB III: Orion) を0.2ml追加した後、フッ素イオン電極 (9609BNWP, Orion) を用い、溶液中のフッ化物濃度を測定した。またk-HAP 20mgを1M HCl 1.5mlで溶かし、そのうち0.3ml採取後15% CH₃COONa溶液2.7ml, TISAB III 0.3mlを添加し、KOH同様にフッ素イオン電極でフッ化物濃度を測定した。得られたフッ化物濃度よりフッ化物処理アパタイト粉末1mgからKOHに溶解したフッ素量、およびk-HAP粉末1mgに含まれているフッ素量に換算した。測定は各群9試料用い、フッ素量についてはGames-Howell testで有意水準5%にて統計解析を行った。

【結果および考察】pH値が4.5から7へと上昇するにつれ、k-HAP中のフッ素量は減少していくことを認め、全体のフッ素量 (KOH中のフッ素量とk-HAPのフッ素量の和) も減少を認めた。KOH中のフッ素量は、浸漬溶液のフッ化物濃度が10, 50, 100ppmFでは、pHの値が上昇するにつれ増加していたが、500ppmFではpHが上昇するとフッ素量は減少した。酸性度が大きいと溶解されるHAPの量が多くなり、そのため取り込まれるフッ素量が多くなると考えられる。さらにpHが低い場合、OH⁻イオンがより多く分離されているものと思われるため、k-HAP中のフッ素量が多く認められたと考えられる。全体のフッ素量に対するk-HAPのフッ素量の割合は、浸漬溶液のフッ化物濃度が10, 50, 100ppmFにおいては、pH値が上昇するにつれ、割合は減少する傾向を認めたが、500ppmFではpHが変動しても、割合に変化は認めなかった。低濃度のフッ素量の場合は、多くのフッ化物イオンがOH⁻と置換できていたため、pH値に対応して変化したが、500ppmF程度の高濃度になると、フルオロアパタイトに置換できる以上のフッ素が供給されることになり、より多くのKOH可溶性フッ化物が生成されたため、他の濃度とは異なる結果となったと考えられる。以上より、ハイドロキシアパタイト粉末をフッ化物溶液に浸漬させた場合、歯質に結合するフッ素の量やその割合は、溶液のpHに依存性のあることが示唆された。

象牙質知覚過敏鈍麻剤フッ化物配合バニッシュの根面脱灰抑制効果-EPMAによるCa濃度測定とマイクロCT観察-

¹鶴見大学 歯学部 保存修復学講座、²鶴見大学歯学部口腔解剖学講座

○本間 玲奈¹、林 里香¹、千葉 敏江²、菅原 豊太郎¹、山本 雄嗣¹、下田 信治²、桃井 保子¹

Inhibitory effect on root dentin demineralization of fluoride varnish used as desensitizing for dentin hypersensitivity-Ca density value measured with EPMA and Micro-CT observation -

¹Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine, Yokohama, Japan ²Department of Oral Anatomy, Tsurumi University School of Dental Medicine, Yokohama, Japan

○RENA HOMMA¹, RIKI HAYASHI¹, Toshie Chiba², Toyotaro Sugawara¹, Takatsugu Yamamoto¹, Shinji Shimoda², Yasuko Momoi¹

【目的】わが国で象牙質知覚過敏鈍麻剤として市販されている高濃度フッ化ナトリウム (NaF, 22,600ppmF) 配合バニッシュ 2 製品を対象に、短時間 (5 分間) 塗布 1) で、ウシ歯根面象牙質の脱灰をどの程度抑制するか、電子プローブマイクロアナライザー (EPMA) による Ca 濃度測定と高分解能 X 線マイクロ CT 観察により検証した。

【材料および方法】前報 1) で CT (Cariotester) 深さを評価した試片を対象とした。ウシ歯根面に F バニッシュ 歯科用 5% (FV, 東洋製薬化成) を塗布した群, ダイアデント 歯科用ゲル 5% (DG, 昭和薬品化工) を塗布した群, 非塗布群 (Cont) を 21 日間脱灰液 (pH5.0) に浸漬した試片から CT 値が平均に最も近い 1 試片を抽出した。試片を 500 μm の厚さに薄切, 観察面を鏡面研磨し, EPMA (JEM8900, JEOL) で Ca の分析 (counts per second) を行い脱灰程度を評価した。分析領域は歯根表面から 50 μm, 100 μm, 150 μm, 200 μm の深さで, 各深さにおいて計 10 か所の点分析を行った。各深さにおける 3 群 (n=10) の平均値の有意差は, 一元配置分散分析 (危険率 1%) で統計処理した。また, 各試片を高分解能 X 線 CT 装置 (Micro Focus X-Ray System inspeXio SMX-225CT, SHIMADZU, Kyoto, Japan) で観察した。

【結果および考察】結果を Table 1 に示す。深さ 150 μm までは, 非塗布群 (Cont) に比べ塗布群 (FV, DG) の Ca 濃度値は有意に高く (DG の 50 μm を除く), FV の Ca 濃度値は DG より高い傾向にあった。非塗布群の Ca 濃度値は表面で最も低く, 深さが増すにつれ高くなった。一方, FV と DG 群においては, 0 μm の Ca 濃度値は深さ 50 μm における濃度値より高い傾向にあった。これは, 塗布群の表面に生成された再石灰化層 (X 線マイクロ CT 画像で確認) のためと考えられた。深さ 200 μm では塗布群と非塗布群の Ca 濃度値に差がなくなり, 値は健全象牙質と同等と思われた。FV と DG のメーカー指示歯面付着時間は 4 から 6 時間である。今回, 塗布時間を 5 分と極端に短くしたが, 非塗布群に比べバニッシュ塗布群には明らかに高い Ca 含有 (脱灰抑制効果) が認められた。これより, メーカー指示時間塗布ではさらなる抑制効果が得られると推測できる。また, 試片の 21 日間にわたる脱灰溶液への浸漬は, 歯根表面より深さ 200 μm 程度までの脱灰を惹起したと思われた。

【結論】わが国で象牙質知覚過敏鈍麻剤として販売されている高濃度フッ化ナトリウム配合バニッシュ 2 製品を塗布したウシ歯根面象牙質は, 非塗布面に比べ有意に Ca 濃度値が高かった。また, 高分解能 X 線マイクロ CT により, バニッシュ塗布群の歯根表面には明らかに再石灰化層が観察できた。

参考文献: 1) 日本歯科保存学会 2017 年度春季学術大会 (第 146 回) 講演抄録集 p72.

| | Cont (no varnish) | F V | DG |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 μm | 386 ± 65 ^a | 2329 ± 535 ^b | 2307 ± 145 ^b |
| 50 μm | 810 ± 140 ^a | 1766 ± 243 ^b | 935 ± 93 ^a |
| 100 μm | 1081 ± 167 ^a | 2769 ± 109 ^b | 1506 ± 302 ^c |
| 150 μm | 1945 ± 240 ^a | 3077 ± 61 ^b | 2905 ± 359 ^b |
| 200 μm | 3261 ± 88 ^{ac} | 3199 ± 42 ^a | 3360 ± 78 ^c |

Means with different alphabet are significantly different at each depth (p<0.01)

アルカリ環境が修復材料の耐久性に与える影響

¹岡山大学病院 新医療研究開発センター、²岡山大学歯学部先端領域研究センター、
³岡山大学歯学部マルチメディア共同利用室、⁴北海道大学歯学研究科生体材料工学教室
○吉原 久美子¹、長岡 紀幸²、小河 達之³、吉田 靖弘⁴

Effect of alkali condition on durability of restorative materials

¹Center for Innovative Clinical Medicine, Okayama University Hospital, Okayama, Japan ²Advanced Research Center for Oral and Craniofacial Sciences, Okayama University, Okayama, Japan ³Dental School Cooperative Research Facilities of Multimedia, Okayama, Japan ⁴Department of Biomaterials and Bioengineering, Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University, Sapporo, Japan

○KUMIKO YOSHIHARA¹, Noriyuki Nagaoka², Tatsuyuki Ogawa³, Yasuhiro Yoshida⁴

【研究目的】 Mineral trioxide aggregate (MTA)セメントの覆髄材や根管充填シーラーは、強アルカリによる殺菌作用と、硬組織形成能が臨症的な予後もよいことから、広く使われるようになってきている。MTAセメントの硬組織形成能や生体親和性についての in vitro, in vivo 研究や臨床研究が多数行われてきた。一方、MTAセメントは、脆性材料で強度が低く、歯質接着性がほとんどないために、MTA充填部の上に他の修復材料で充填する必要があるが、どの修復材料を用いるのが適切なのかについての研究はあまりなされていない。強アルカリ性である MTA セメントは、周囲の修復材料の耐久性に与える影響に関して、ほとんど評価されていない。そこで、本研究では、強アルカリ環境が修復材料の耐久性に与える影響について検討した。

【材料および方法】 修復材料として、従来型ガラスアイオノマーセメント Fuji IX GP Extra カプセル(ジーシー)、レジン添加ガラスアイオノマーセメント Fuji II LC カプセル(ジーシー)、コンポジットレジン Unifil flow (ジーシー)、クリアフィル マジェスティ ES-2 (クラレノリタケデンタル)を用いた。2x 2x 20mm のテフロンモールドを用いそれぞれの試験材料を充填硬化させ3点曲げ用試験体を各30本作製した。光重合可能なレジン添加型ガラスアイオノマーセメント、コンポジットレジンにはLED 可視光線照射器 (G-Light Plima II) を用い40秒間光照射を行い硬化させた。試験体を、1) 37°C の水中に24時間保管、2) 37°C の水中に4か月間保管、3) 37°C のアルカリ性溶液に4か月保管の3つグループに分けた。アルカリ性溶液は、1g の ProRoot MTA (デンツプライ) の硬化体を 50ml の蒸留水に24時間浸漬した水溶液 (pH=10.8) を用いた。

【結果】 水中保管4か月の試験体は、24時間後のものと比べて、曲げ強度に変化はなかった。一方、アルカリ性水溶液に浸漬したものは以下のような強度変化に認められた。従来型ガラスアイオノマーセメント Fuji IX GP Extra カプセル、コンポジットレジン クリアフィル マジェスティ ES-2 は24時間後と比べて変化なかった。レジン添加ガラスアイオノマーセメント Fuji II LC カプセルは24時間後の強度に比べわずかに劣化が認められた。UniFil flow は強度の優位な低下が認められた。さらに、UniFil flow をアルカリ溶液に浸漬していたものは、浸漬していた水溶液が白濁していた。

【考察および結論】 4か月という比較的短い期間であったが、材料によってはアルカリ水溶液に浸漬していたグループで劣化が認められた。とくに UniFil flow の劣化が著しかった。一方、コンポジットレジンであっても マジェスティ ES-2 では劣化が認められなかった。これは、この UniFil flow には、Bis-GMA ではなく、UDMA が使われているために、アルカリ環境下での劣化がクリアフィル マジェスティに比べて大きかったと考えられる。

新規イオン徐放性ナノ S-PRG フィラー含有前臼歯共用フロアブルコンポジットレジンの光沢度と表面粗さ

¹朝日大学 歯学部 口腔機能修復学講座 歯科保存学分野 歯冠修復学、²さくデンタルクリニック

○玄 太裕¹、尾池 和樹¹、小竹 宏朋¹、作 誠太郎²、堀田 正人¹

Glossiness and Surface Roughness of Flowable Composite Resins Containing Nano S-PRG Filler

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

○TAIYU GEN¹, KAZUKI OIKE¹, HIROTOMO KOTAKE¹, SEITARO SAKU², MASATO HOTTA¹

【研究目的】現在、臨床でフロアブルコンポジットレジンを用いる頻度が増加している。2009年に株式会社 松風より発売されたフッ素徐放性インジェクタブルハイブリッドレジンである Beautifil Flow Plus は優れた操作性を有し、また S-PRG フィラーによるフッ素をはじめとするイオンリリースによる抗菌性等が報告されている。また、患者からの審美的要求が強まり、フロアブルコンポジットレジンにもより高い研磨性と長期的な艶の維持が求められている。当研究室では株式会社 松風より蛍光性を付与し、新規イオン徐放性 S-PRG フィラー含有前臼歯部共用フロアブルコンポジットレジン(開発コード SI-R21510)の供試を受けたのでその研磨性について検討した。

【材料および方法】 Beautifil Flow Plus (以後 BFP, A3, 松風) と新規イオン徐放性 S-PRG フィラー含有前臼歯部共用フロアブルコンポジットレジン 開発コード SI-R21510 (以後 SIR, A3, 松風) の 2 製品の F00 タイプと F03 タイプを用いた。これらのレジンペーストを内径 10mm, 高さ 3mm のテフロンモールドに填入し、ガラス板とポリエステルフィルムにて圧接し、歯科用可視光線照射器 (ペンキュアー, モリタ) を用いて 1 分間光照射して硬化させた。その後、37°C 蒸留水中に 24 時間浸漬した後に注水下にて耐水ペーパー (#600, #800, #1000, #1200, #2000, #4000, #6000, #8000, #10000) により仕上げ研磨を行い、高さ 2mm とした。なお、圧接面のみレジン試料を圧接群とした。これらの試料を 15 分間超音波洗浄した後 37°C 蒸留水中に 24 時間浸漬した。レジン試料は 4 個ずつ作製し、浸漬後に光沢度、表面粗さ (Ra) の測定に供した。光沢度 (60 度鏡面光沢法) は光沢計 (VG-7000, 日本電色工業)、表面粗さはナノスケールハイブリッド顕微鏡 (VN-8010, KEYENCE) を用いて 1 試料について 3 回測定した。得られた値は、二元配置分散分析 (ANOVA, $p < 0.05$) と多重比較検定 Scheffe を用いて有意差検定を行った。

【結果および考察】光沢度においては圧接群の方が研磨群より高かった。また、BFP, SIR 両者とも表面粗さ (平均 Ra 値) においては研磨群の方が高く、圧接群の方が低かった。さらに SIR は BFP に比べて研磨面は光沢が高く、表面粗さが小さい傾向にあり、特に SIR F03 に比較して BFP F03 では表面粗さが大きく、光沢度も低かった。以上のことからバイオアクティブ効果を発揮するナノ S-PRG フィラーとサブミクロン多機能性ガラスフィラーを含有させた SI-R21510 は優れた研磨性と艶を向上させたものであることが確認できた。

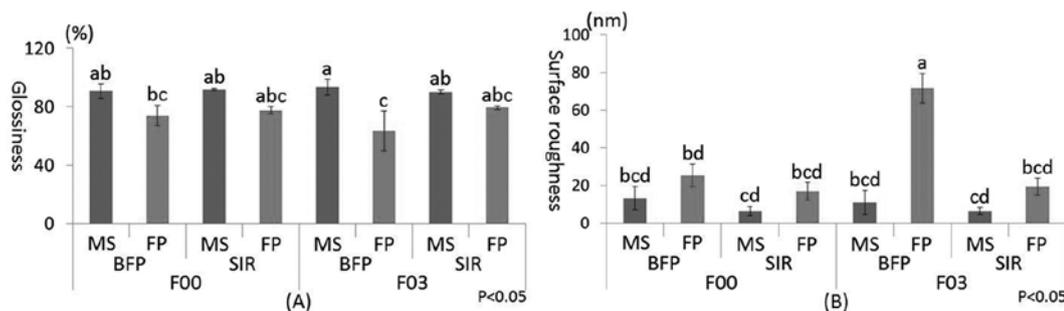


Fig.1 Glossiness(A) and surface roughness(B) of SI-R21510

BFP : Beautifil Flow Plus

SIR : SI-R21510

MS : specimens surface covered with a mylar strips

FP : specimens surface with a final polishing

コンポジットレジン¹の研磨が表面自由エネルギーに及ぼす影響

¹日本大学歯学部保存学教室修復学講座、²日本大学歯学部総合歯学研究所生体工学研究部門、³佐藤歯科
○石井 亮¹、高見澤 俊樹²、辻本 暁正²、野尻 貴絵¹、瀧本 正行²、白土 康司¹、宮崎 真至²、佐藤 幹武³

Influence of Polishing Method on Surface Free Energy of Resin Composite

¹Department of Operative Dentistry Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ²Division of Biomaterials Science, Dental Research Center Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ³Sato Dental Clinic, Tokyo, Japan
○RYO ISHII¹, TOSHIKI TAKAMIZAWA², AKIMASA TSUJIMOTO², KIE NOJIRI¹, MASAYUKI TAKIMOTO², KOJI SHIRATSUCHI¹, MASASHI MIYAZAKI², MIKITAKE SATO³

【研究目的】

近年、光重合型コンポジットレジンはその優れた審美性と操作性から、日常臨床に欠かすことのできない修復材のひとつとなっている。修復操作の最終段階に行われる形態修正および研磨操作は、審美性の獲得のみならずブラークなどの付着抑制など、修復の予後に影響を及ぼす重要なステップである。そのために、コンポジットレジン修復のために多くの研磨システムが開発、臨床応用されている。これまで、研磨システムの評価については表面粗さ、電子顕微鏡観察あるいは光沢度などからの検討が広く行われてきた。しかし、ブラークあるいは着色物などの研磨表面への付着性についての解明には、界面科学的なアプローチからの検討も必要と考えられる。そこで、異なる研磨操作によって得られたコンポジットレジン表面の違いを表面粗さおよび表面性状観察とともに表面自由エネルギーを指標とした界面科学的観点から検討を行った。

【材料および方法】

供試したコンポジットレジンには、Clearfil AP-X (AP, クラレノリタケデンタル)、Estelite Σ Quick (EQ, トクヤマデンタル)、Filtek Bulk Fill (FB, 3M ESPE) および Filtek Bulk Fill Flowable Restorative (FF, 3M ESPE) を用いた。コンポジットレジン¹の形態修正には、ダイヤモンドポイント# SF102R (SF, 松風) あるいはエステティックフィニッシングカーバイドノブ# FG 7714 (CB, Kerr) を使用した。最終研磨には、スーパースナップ (SS, 松風) あるいはコンボマスター (CP, 松風) を使用した。

1. 表面自由エネルギーの測定

表面自由エネルギーの測定に際しては、コンポジットレジン¹を直径8.0 mm、高さ2.0 mmのテフロン型こぼし皿、加圧整形し、ポリストリップス介して60秒間照射することで、これを表面自由エネルギー測定用試片 (Baseline) とした。この試片に対してSiCペーパーの#320まで研磨した後、SFあるいはCBで形態修正を行った条件、さらにこれらの条件にSSあるいはCPを用いて最終研磨を行った条件を加え、合計7条件とした。これらの試片を全自動接触角計 (DM500, 協和界面科学) に静置し、3種の液体を用い、セシルドロップ法でそれぞれの液滴を1 μl 滴下し、被着面との接触角をθ/2法で測定し、得られた接触角から拡張Fowkesの理論式を用いて、各条件における表面自由エネルギーを算出した。

2. 表面性状観察

コンポジットレジン¹の表面性状については、レーザー顕微鏡 (VK-9710, キーエンス) および付属ソフトから表面粗さ (Ra, μm) を求め、観察した。表面粗さの測定に際しては試片中央付近の3ヶ所について測定を行い、その平均値をもってその試片の表面粗さとした。

【成績および考察】

各条件の表面自由エネルギーはいずれのコンポジットレジン¹においても、SFおよびCBの形態修正条件間では有意差は認められなかった。一方、最終研磨面においては形態修正に用いた器具の違いによって、水素結合成分の違いが生じた。また、最終研磨面における表面自由エネルギーは、形態修正面よりも有意に低い値を示した。とくに、SS研磨面は最も低い値を示した。このことは、形態修正および最終研磨によってコンポジットレジン¹の表面性状に変化が生じ、その結果として表面自由エネルギーが低い値を示した可能性が考えられた。一方、最終研磨法における表面粗さには、有意差は認められないものの、形態修正条件間ではCBはSFに比較して有意に低い値を示した。

【結論】

コンポジットレジン¹の形態修正および研磨法の違いは、表面性状および表面自由エネルギーに影響を及ぼすことが判明した。このことから、臨床における形態修正および研磨操作は、その後の審美性あるいはメンテナンスビリティに影響を及ぼすことから、その操作法、器具の選択が重要であるという事が示された。

S-PRG フィラー含有コンポジットレジン研磨ペーストの研磨性能

¹日本大学 歯学部 保存学教室修復学講座

○下山 侑里子¹、黒川 弘康¹、松吉 佐季¹、寺井 里沙¹、飯野 正義¹、山内 嘉文¹、宮崎 真至¹

Polishing performance of S-PRG filler containing resin composite polishing paste

¹Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry

○YURIKO SHIMOYAMA¹, HIROYASU KUROKAWA¹, SAKI MATSUYOSHI¹, RISA TERAI¹, MASAYOSHI IINO¹, KABUN YAMAUCHI¹, MASASHI MIYAZAKI¹

【研究目的】

コンポジットレジン修復において、修復操作の最終ステップである研磨は、審美性獲得のためには重要なものとなる。一方、この操作によって周囲歯質を損傷させてしまう可能性があるところから、歯質保護効果を有する研磨ペーストの開発が望まれるところである。このような臨床的背景のもと、歯質に対する侵襲を抑えながら、コンポジットレジンに対する優れた研磨性を獲得することを目的としたコンポジットレジン研磨ペーストが開発された。本研究においては、S-PRG フィラー含有コンポジットレジン研磨ペーストが、各種コンポジットレジンの表面粗さ、光沢度およびエナメル質の表面性状に及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

1. 研磨ペーストおよびコンポジットレジン

コンポジットレジン研磨ペーストとして、試作S-PRG フィラー含有コンポジットレジン研磨ペースト (松風)、ダイレクトダイヤモンドペースト (松風)、エナメライズポリッシングペースト (マイクロテック) およびダイヤモンドポリッシャーペースト (ジーシー) を用いた。ユニバーサルタイプのコンポジットレジンとして、ビューティフィルネクスト (松風)、エステライトΣクイック (トクヤマデンタル)、クリアフィルマジスティ ES-2 (クラレノリタケデンタル) およびMI グレースフィル (ジーシー) を、フロアブルタイプのコンポジットレジンとして、ビューティフィルフロープラス (松風)、エステライトユニバーサルフロー (トクヤマデンタル)、クリアフィルマジスティ ES フロー (クラレノリタケデンタル) およびMI フィル (ジーシー) を用いた。

2. 研磨法

内径 10 mm、高さ 2 mm のテフロン型にレジンペーストを充填、加圧整形し、ポリストリップスを介して 60 秒間照射した。これを、37±1°C の精製水中で 24 時間遮光下に保管したものをレジン試片とした。研磨操作を行うレジン試片の基準面は、形態修正用ダイヤモンドポイント (ダイヤモンドポイント FG スーパーファイブ、松風) および研磨用ポイント (コンポマスター、松風) を用いた研削面の表面粗さに近似する SiC ペーパーの研削面から選定した。この研磨開始基準面に対して、荷重 0.5 N、マイクロモーターの回転数を無荷重の状態で 10,000 rpm とし、スーパースナップパフディスクと各研磨用ペーストを用いて 30 秒間研磨を行なった。

3. 表面粗さおよび光沢度の測定

表面粗さの測定は、形状解析レーザー顕微鏡 (以後、LSM、VK-9710、キーエンス) を用い、試片中央付近の 3 カ所について行い、その平均値をもってその試片の表面粗さとした。光沢度の測定は、デジタル光沢度計 (GM-26D、村上色彩技術研究所) を用い、入射角および受光角を 60° とし、黒ガラス標準板でキャリブレーションした後に行った。測定は試片中央付近の 5 カ所について行い、その平均値をもってその試片の光沢度とした。

4. エナメル質研削面の LSM 観察

ウシ抜去下顎前歯歯冠部の唇側面中央付近に直径 5~7 mm のエナメル質平坦面が得られるよう、SiC ペーパー #180、#600 および #2000 をそれぞれ用いて研削した。この表面粗さの異なるエナメル質研削面に対して、スーパースナップパフディスクと各研磨用ペーストを用いて 30 秒間研磨を行なった際の表面性状の変化について LSM 観察を行なった。

【成績および考察】

コンポジットレジンの表面粗さおよび光沢度は、コンポジットレジン研磨ペーストの種類によって異なるものであり、ダイレクトダイヤモンドペーストと比較して S-PRG フィラー含有ペーストで高い研磨性を示した。また、エナメル質研削面をコンポジットレジン研磨ペーストで研磨した場合の表面粗さは、ダイレクトダイヤモンドペーストと比較して S-PRG フィラー含有ペーストで低下する傾向を示した。これは、同一製造者の従来品であるダイレクトダイヤモンドペーストと比較して、ペーストに含有されるダイヤモンド粒子の微細化とともに組成の最適化がなされたためと考えられた。

【結論】

S-PRG フィラー含有コンポジットレジン研磨ペーストは、短時間の研磨で良好な表面性状を獲得することが可能な製品であり、その臨床有用性が示された。

S-PRG フィラー含有コンポジットレジン研磨ペーストのエナメル質脱灰抑制および再石灰化効果

¹ 日本大学 歯学部 保存学教室修復学講座

○黒川 弘康¹、飯野 正義¹、須田 駿一¹、森竹 宣之¹、鈴木 総史¹、遠藤 肇¹、村山 良介¹、宮崎 真至¹、
日野浦 光¹

Effect of S-PRG filler containing resin composite polishing paste on demineralization and remineralization of enamel

¹ Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan

○HIROYASU KUROKAWA¹, MASAYOSHI IINO¹, SHUNICHI SUDA¹, NOBUYUKI MORITAKE¹, SOSHI SUZUKI¹, HAJIME ENDO¹,
RYOSUKE MURAYAMA¹, MASASHI MIYAZAKI¹, KO HINOURA¹

【研究目的】 レジンペーストは、半透明という特徴を有していることから、窩縁部での余剰充填を見過ごす可能性がある。したがって、形態修正とともに研磨を行うことで適切な状態に仕上げることが重要であるものの、狭小かつ複雑な窩洞では、これらの操作で窩洞周囲の歯質を損傷し、ひいては二次齲蝕のリスクが増加することが懸念される。このような臨床的背景のもと、バイオアクティブな性質を有するコンポジットレジン研磨ペーストが開発された。本研究においては、S-PRG フィラー含有コンポジットレジン研磨ペーストがエナメル質の脱灰抑制ならびに再石灰化に及ぼす影響について、光干渉断層画像法 (以後、OCT) を用いて検討した。

【材料および方法】 試作S-PRG フィラー含有コンポジットレジン研磨ペースト (松風) および同一製造者のS-PRG フィラー未含有研磨ペースト (ダイレクトダイヤモンドペースト, 松風) を用いた。

1. 測定用試片の調整

ウシ抜去下顎前歯歯冠部を近遠心方向に縦切、唇側面歯冠部を実験に供した。露出象牙質面をネイルバーニッシュで被覆した後、唇側面中央付近に直径2 mm、深さ2 mmの規格円形窩洞を形成した。この窩洞を、2ステップセルフエッチシステム (Clearfil Mega Bond, クラレノリタケデンタル) を用いて製造者指示条件で処理した後、レジンペースト (Clearfil AP-X, クラレノリタケデンタル) を充填、30秒間照射した。これを、37°Cの人工唾液中に24時間保管した後、コンポジットレジン充填面を、窩洞周囲に幅1 mmのエナメル質研削面が得られるまで、SiCペーパー#600および#2000で順次調整したものを測定用試片とした。なお、SiCペーパーによる研削面の表面粗さは、形態修正用ダイヤモンドポイント (ダイヤモンドポイントFG スーパーファイン, 松風) および研磨用ポイント (コンポマスター, 松風) によるコンポジットレジン研削面の表面粗さと近似するよう設定した。

2. 試片の保管条件

試片は、以下に示す各条件に保管した。

1) コントロール群: 測定用試片を実験期間中1日2回、0.1 M乳酸緩衝液 (pH 4.75) に10分間浸漬した後、37°Cの人工唾液中に保管

2) ペースト研磨群: 測定用試片のエナメル質を含んだSiCペーパー研削面に対して、荷重0.5 N、マイクロモーターの回転数を無荷重の状態では10,000 rpmとし、スーパースナップバフディスクと各研磨ペーストを用いて30秒間研磨を行なった。これらの試片を実験期間中1日2回、0.1 M乳酸緩衝液に10分間浸漬した後、37°Cの人工唾液中に保管

3. OCTによる最大ピーク強度値および $1/e^2$ 幅の算出

Time-domain型OCT装置 (モリタ東京製作所) のA-scan modeから試片の信号強度分布を解析、最大ピーク強度値 (dB) を検出することで、その座標を決定した。次いで、この座標を中心として最大ピーク強度値が13.5%に減少した際の信号強度が含まれる範囲を算出し、その波形幅 ($1/e^2$ 幅, μm) を求めた。なお、信号強度分布の測定時期としては、実験開始前および開始1, 7, 14, 21および28日後とした。

4. レーザー顕微鏡 (LSM) 観察

試片表面の観察は、形状解析LSM (VK-9710, キーエンス) を用いて行った。また、付属のソフトウェアを用いて表面粗さ (R_a , μm) を求めた。

【成績および考察】 研削されたエナメル質の最大ピーク強度値は、コントロール群で実験期間の経過に伴って上昇したのに対し、S-PRG フィラー含有ペーストで研磨した条件では低下する傾向を示した。研削されたエナメル質のLSM像は、コントロール群で実験期間の経過に伴ってエナメル小柱が明瞭となったのに対し、S-PRG フィラー含有ペースト研磨条件では、コントロール群と比較して表面性状の変化は少なかった。最大ピーク強度値は、エナメル質表層における形態的变化を表すものとなる。したがって、コントロール群ではエナメル質表層脱灰が進行することで照射光線の歯質表層での散乱が大きくなり、最大ピーク強度値が上昇したものと考えられた。一方、S-PRG フィラー含有ペースト研磨条件では、S-PRG フィラーから徐放される各種イオンがエナメル質の脱灰抑制効果を発揮することで、最大ピーク強度値が低下した可能性が考えられた。

【結論】 S-PRG フィラー含有コンポジットレジン研磨ペーストは、コンポジットレジンの形態修正あるいは研磨時に研削されたエナメル質の脱灰抑制効果を有することが示された。

新規マルチイオン徐放性研磨材による歯面研磨がエナメル質の耐酸性に及ぼす影響

¹日本歯科大学 新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学、²日本歯科大学 新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座

○吉井 大貴¹、新海 航一²

Effect of newly slow-released multi-ion paste on enamel demineralization

¹Advanced Operative Dentistry&Endodontics, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata, Niigata, Japan ²Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata, Niigata, Japan

○DAIKI YOSHII¹, KOICHI SHINKAI²

【研究目的】 PMTC では、歯面研磨材を併用した機械的な歯面清掃によりプラークや着色など歯面付着物を研磨・除去する。その際、マルチイオン徐放性研磨材を用いた場合には、研磨材中の S-PRG フィラーから放出される各種イオンが歯面に浸透し、歯面性状に変化を与える可能性がある。特に、 Si^{2+} と BO_3^{3-} は石灰化促進作用を有し、歯面の再石灰化に寄与すると考えられる。また、 F^- はフルオロアパタイトを生成し歯面の耐酸性を向上させることが知られている。そこで本研究では、この新規研磨材を用いてヒト抜去歯のエナメル質を研磨し、研磨後の歯面への各種イオンの浸透状態と耐酸性について評価した。

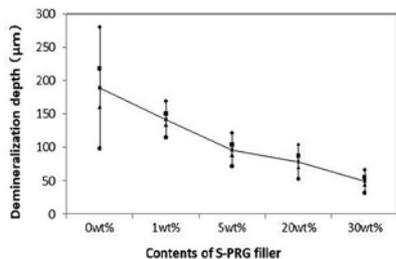
【材料および方法】 本研究は本学倫理審査委員会の承認を得て行った（許可番号：ECNG-R-319）。被験歯はチモール液中に冷蔵保存したヒト抜去上顎前歯で、齶蝕および修復処置がないものを使用した。歯面付着物を除去し、S-PRG フィラーの含有量が異なる試作研磨材とラバーカップを用いて歯冠頰側面を 1 分間研磨した。その後研磨面を 5 秒間噴霧洗浄し、蒸留水中に試料を保管した。実験群は、下表の 5 群とした (n=10)。

脱灰層の観察と脱灰深度の測定 (n=6)：歯根を除去後、歯冠頰側面中央部に 2 mm×2 mm に切ったマスキングテープを研磨面に貼付し、その上からプロテクトバーニッシュを塗布した。バーニッシュ乾燥後、マスキングテープを除去した。その後、Gao XL らの方法に準じた pH サイクルを 7 サイクル行い、試料は生理食塩水に浸漬し恒温恒湿器中に保管した。試料の脱灰部分にエナメルバーニッシュを塗布し、脱灰面を保護した。そして Isomet Low Speed Saw (Buehler) を用いて脱灰面の中央、中央から左右約 0.5 mm の位置で、200 μm の厚さで頬舌方向に薄切した 3 枚の切片を得た。切片は耐水研磨紙と砥石を用い、100 μm 前後の厚さに調整した。調整切片はスライドガラス上で封入し、偏光顕微鏡 (ECLIPSE LV100POL, Nikon) にて脱灰層を観察し、画像上で脱灰深度の計測を行った。得られたデータは One-way ANOVA を行った後、Bonferroni post hoc test を用い統計学的解析を行った。

EPMA によるエナメル質表面の成分分析 (n=2)：pH サイクル未実施の試料を EPMA 用金属製試料台に固定し、金蒸着を行い、研磨面における各種イオンの成分解析を行った。

SEM による表面性状の観察 (n=2)：pH サイクル未実施の試料をトリミングし観察試料を作製し、Au-Pd 蒸着を行った後、研磨面の微細形態を 1000~2000 倍で観察した。

【結果と考察】 各実験群の脱灰深度の平均値±SD を下に示す。統計分析の結果、S-PRG フィラーの含有量が増加するにつれて脱灰深度の低下を認め、特に 30wt%ほどの実験群よりも有意に浅い脱灰深度を示した。したがって、歯面研磨材中の S-PRG フィラーから放出された各種イオンがエナメル質表面に浸透してヒドロキシアパタイトの結晶構造に何らかの変化を与え、耐酸性を向上させたと推察される。



| Group | Contents (wt%) | Demineralization depth (μm) |
|-------|----------------|-----------------------------|
| 1 | 0wt% | 198.8±90.6 ^a |
| 2 | 1wt% | 141.6±26.7 ^{ab} |
| 3 | 5wt% | 96.0±24.9 ^{bc} |
| 4 | 20wt% | 78.3±25.5 ^c |
| 5 | 30wt% | 48.9±17.1 ^c |

レジインインプレグネーション法によって処置されたエナメル質微小亀裂の審美的変化

¹日本歯科大学 生命歯学部 接着歯科学講座

○河本 芽¹、鍋田 智重¹、越田 清祐¹、前野 雅彦¹、柵木 寿男¹、奈良 陽一郎¹

Ethetic change of enamel micro-crack treated by resin-impregnation technique

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

○Mei KOMOTO¹, Chie TOKITA¹, Seisuke KOSHIDA¹, Masahiko MAENO¹, Toshio MASEKI¹, Yoichiro NARA¹

【目的】エナメル質微小亀裂は審美的問題に加え、齲蝕や歯の破折などの歯科疾患をもたらす危険性があると報告されている¹⁾。だが、未だ有用な臨床的対応法は確立されておらず、客観的検知も困難である。そこで近年、演者らは非侵襲的検査機器である近赤外線透照法撮影装置応用の有効性を報告した。²⁾本研究ではさらに、エナメル質微小亀裂への一対応法であるレジインインプレグネーション(RI)法による審美的変化を検証するため、近赤外線透照法撮影装置を用いた画像データに基づく検討を行った。

【材料および方法】被験歯は、エナメル質微小亀裂を有し、かつ齲蝕や修復を認めないヒト抜去上顎切歯を選択した。まず全被験歯唇側面をポリッシングブラシで清掃し、亀裂部の幅を光学顕微鏡(MM-11, Nikon)で測定した。その後、近赤外線透照法撮影装置DIAGNOcam(KaVo)で亀裂部を検査し(Control)、ついで5%NaClO溶液の30秒間静置、水洗、乾燥を経て、同部をDIAGNOcamで再検査した(Cleaned)。その後、亀裂部に対し3種レジイン系材料、試作マイクロラック進行抑制剤 KEC-100(KEC; Kuraray Noritake Dental)、歯面コーティング材 icon(icon; DMG)、およびオールインワンアドヒーズシブ Scotchbond Universal Adhesive(SBU; 3M ESPE)を用いた製造者指示に基づく処理と光照射後にDIAGNOcamで測定した(Impregnated)。微小亀裂部および近接エナメル質表面のデジタル画像データは、画像解析ソフトウェア Image J(v1.50, NIH)を用いて、256階調のグレー値によって数値化し比較検討した。得られたデータ(n=5)は、一元配置分散分析とTukeyのq検定により分析した。

【成績】Fig. 1に、3種レジイン系材料それぞれの3歯面条件下におけるグレー値(S.D.)の違いを示す。微小亀裂部の平均幅径(S.D.)は15.4(1.1)μmであった。分析の結果、レジイン系材料にかかわらず、歯面条件はグレー値に対し有意な影響を与え(p<0.01)、各材料のControl/Cleaned間およびControl/Impregnated間には有意差を認めた(p<0.05)。

【考察】NaClO静置によるエナメル質微小亀裂部の有意なグレー値減少は、亀裂部と近接エナメル質との光学的同調を意味し、審美性が向上したと推察できる。微小亀裂中には、細菌由来などの汚染物質が沈着している³⁾が、NaClOにより汚染物質が除去され、亀裂部を含むエナメル質の近赤外線レーザーの透過性が亢進したと考える。一方、レジイン系材料にかかわらず、NaClO静置後のRI法の実施によって、明瞭なグレー値変化を生じなかった。亀裂内へのレジイン系材料の浸透硬化は考えられるが、その浸透程度や長期安定性については更なる検討が必要である。

【結論】汚染物質除去後のエナメル質微小亀裂に対するレジインインプレグネーション法は、グレー値に基づく審美的変化を生じないものの、低下抑制が期待できる。また、微小亀裂部へのNaClOの静置は審美性の向上に有効であった。

本研究の一部はJSPS科研費15K11134の助成を受けた。

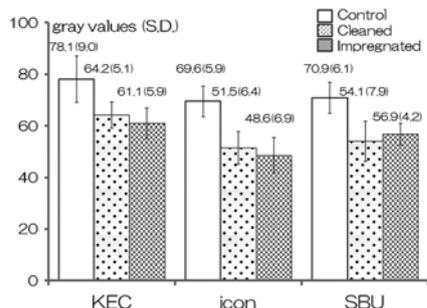


Fig.1 Difference in gray value measured at enamel micro-crack among three surface conditions

1) Cameron CE. Cracked-tooth syndrome. J Am Dent Assoc. 1964.
2) Maseki T et al. New enamel micro-crack examination using Near-IR light transillumination with fluorescence-staining. Dent Mater. 2016.
3) Roudot D et al. The cracked tooth. J Endod. 2015.

レーザーによる根面齲蝕治療シミュレーション実習システムの構築

¹北海道医療大学 歯学部 口腔機能修復・再建学系 齲蝕制御治療学分野

○泉川 昌宣¹、猪熊 孝憲¹、黒田 周作¹、伊藤 修一¹、斎藤 隆史¹

Development of clinical simulation training system for laser treatment of root surface caries.

¹Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry,
Health Sciences University of Hokkaido, Japan

○MASANOBU IZUMIKAWA¹, TAKANORI INOKUMA¹, SYUSAKU KURODA¹, SHUICHI ITO¹, TAKASHI SAITO¹

【緒言】これまで我々は齲蝕検知液可染性齲蝕付人工歯を開発し実習に用いることによってMIの概念に立脚した保存修復学基礎実習を行ってきた。また2008年の保険改正により「齲蝕歯無痛の窩洞形成加算」の算定が可能となり、レーザーが日常臨床で使用される機会がますます増加しており、本学でも歯科用レーザーに関する知識および操作法を習得させることを目的として「歯科用レーザーによる齲蝕治療実習」を第5学年臨床実習において導入し、歯科用レーザーの有効性の理解を促す教育を推進してきた。また、高齢社会の到来とともに歯科診療所に来院する患者の1/3以上が65歳以上の高齢者となっており、高齢者の口腔機能の予防管理や入院患者の周術期口腔管理など歯科治療時には様々な機能低下を来した高齢者に対する安全性の確保が重要である。そのため、MI歯科治療としてのレーザー治療は、今後、高齢者歯科医療に欠かせないものとなることが予想される。近年、高齢者の歯の残存率は改善傾向にある一方、加齢に伴う歯肉退縮によって歯根が露出し根面齲蝕に罹患するケースに加え、降圧剤や鬱に対する薬剤が口腔乾燥症を引き起こすことにより根面齲蝕を助長するケースが多い。根面齲蝕への対応として低侵襲な歯科用レーザーの利用が有効である。本研究では、高齢者型ロボットに本講座で開発した根面齲蝕付き人工歯を有する顎模型を装着し、根面齲蝕を歯科用レーザーで除去後にグラスアイオノマーセメント修復を行うシミュレーション実習教育システムを構築して、その効果について検証を行うことを目的とした。

【材料と方法】本学歯学部多職種連携シミュレーション実習室に整備した高齢者型ロボット(SIMROID, モリタ製作所)、上顎前歯部に根面齲蝕付き人工歯を有する顎模型(HN-C-50, ニッシン、上顎右側中切歯:ホーニング歯、他歯:メラミン歯)、Er:YAGレーザー(Erwin AdvErL Evo, モリタ製作所、チップC600F)、客観的窩洞評価システム(SURFLACER, ユニスン)を使用し、歯科用レーザーによる根面齲蝕治療実習システムを以下のように構築した。まず、シムロイドに顎模型を装着し、C600Fチップを装着したErwin AdvErL Evoで根面齲蝕を除去し、グラスアイオノマーセメント(Fuji IX GP, ジーシー)修復を行う。次いで治療時の高齢者型ロボットに対する態度評価、レーザーによる齲蝕除去に関する技能評価、グラスアイオノマーセメント修復処置に関する技能評価を総合して評価する。本実習を歯学部5年生に対して実施した。実習終了後にアンケート調査を行い、本システムのシミュレーション実習における適性を評価した。

【結果および考察】36名から回答を得た。今回の実習を通じて根面齲蝕の病態、治療法について80%以上が理解できたと回答し、レーザーによる齲蝕除去は75%が有効であると回答した。また高齢者型ロボットによる実習で92%の学生がバキュームテクニック等の訓練に役立つと回答し、60%以上が術者としての患者対応の訓練に役立つと回答した。根面齲蝕付き人工歯の切削感について硬いと意見が得られたが、回転切削器具と比較してレーザーによる齲蝕除去の効率が劣ることによるものと思われた。また、根面齲蝕付き人工歯に関して齲蝕の色調、染色性について改善の必要性があることが明らかとなった。高齢者型ロボットを使用して浸潤麻酔やインレー修復、根管治療等の他の実習を希望する意見も得られた。教員側からは頻回の使用に対する高齢者型ロボットの耐久性を危惧する意見も得られた。これらのことから、レーザー根面齲蝕治療シミュレーション実習は、高齢者に対する齲蝕治療を学習させるのに効果的であることが示唆された。今回の結果を基に本実習の本格導入に向けたさらなる検討を行う予定である。

三次元レーザー形態計測システムによる学生の切削窩洞の評価

¹朝日大学 歯学部 口腔機能修復学講座 歯科保存学分野 歯冠修復学

○石樽 大嗣¹、井殿 泰鳳¹、越智 葉子¹、清水 翔二郎¹、村瀬 由起¹、尾池 和樹¹、玄 太裕¹、日下部 修介¹、小竹 宏朋¹、堀田 正人¹

Three-dimensional laser morphometric evaluation of tooth cavity preparation by dental students

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

○HIROSHI ISHIGURE¹, TAIHO IDONO¹, YOKO OCHI¹, SHOJIRO SHIMIZU¹, YUKI MURASE¹, KAZUKI OIKE¹, TAIYU GEN¹, SHUSUKE KUSAKABE¹, HIROTOMO KOTAKE¹, MASATO HOTTA¹

【研究目的】本大学の歯冠修復学実習では下顎右側第一大臼歯のメタルインレー2級MO窩洞形成を実施している。しかし、評価するインストラクターの総数は少なく、臨床経験年数も大きく離れている。また主観的評価ではバラつきが見られる可能性があり、そのキャリブレーションは難しい。また形成窩洞に対する切削の過不足部の指摘や修正の指導は口頭による指示で行うことができない。一方、三次元レーザー形態計測装置（形成技能評価 3D スキャナー「SURFLACER」VMS-12XR, モリタ）はレーザー計測した窩洞を手本窩洞とどの程度異なっているかを数値化することができるシステムである。本実習では学生にメタルインレー2級MO窩洞形成をさせた模型歯を、三次元レーザー形態計測装置で計測を行ってきた。今回、本年度および昨年度の学生に対して窩洞形成の評価を比較分析したので報告する。

【材料および方法】1. 被験者および実験前準備被験者は歯冠修復学基礎実習を受講している朝日大学歯学部3年生（本年度137名、昨年度81名）である。計測を行う前に、メタルインレー2級MO窩洞に関する実習講義を受けており、チェック項目と手本窩洞も提示されている。2. 窩洞形成と評価法ファントムヘッド（DR-11タイプJ, モリタ製作所）に顎模型（D18FE-GIC-QF, ニッシン）を装着させ、その顎模型に下顎右側第一大臼歯の切削評価用模型歯（A5SA-500, ニッシン）を装着させた。装着後、窩洞形成はエアタービン（640BP-LUX, ヨシダ）とFG用ダイヤモンドバー・C1（GC）, 201, 202（松風）を使用して行われた。その後、三次元レーザー形態計測システム（3台）に形成させた切削評価用模型歯を装着して計測した。窩洞形成技能評価は切削の過不足を窩洞外形（0～100点）と窩洞深さ（0～100点）によって分け、それらを総合して総合点数（0～100点）とした。また窩洞外形と深さの切削過剰と不足についても評価した。本年度と昨年度の結果の比較にはt検定（ $\alpha=0.05$ ）を用いた。

【結果および考察】総合点数（mean±SD）は本年度57.9±14.9点（最高73点～最低0点）、昨年度54.0±10.6点（最高69点～最低0点）であった。窩洞外形の評価点数（本年度/昨年度, 最高～最低点数）は、60.7±16.3点（78～0点）/51.9±13.9点（86～0点）であった。窩洞深さの評価点数は58.8±8.6点（71～36点）/57.7±9.4点（70～41点）であった。いずれも本年度の点数が高い傾向にあった。外形の切削過剰による減点（本年度/昨年度）は30.7±22.3 / 20.8±16.5点で、切削不足による減点は40.0±17.8 / 61.9±19.0点であった。深さの切削過剰による減点は31.3±23.4 / 33.9±23.3点で、切削不足による減点は40.4±25.2 / 39.8±25.8点であった。外形の切削不足による減点が昨年度の方が本年度より有意に大きかった。また本年度、昨年度ともに窩洞外形の切削不足による減点が切削過剰による減点より大きく、窩洞深さの切削不足による減点が切削過剰による減点より大きくなった。以上のことから学生は目視で確認した窩洞外形に対しては切削過剰を意識しすぎたためか、逆に不足してしまったのではないかと推測された。窩洞深さに対しても切削不足になる傾向があることからメタルインレー修復に必要な窩洞の深さまで形成することができず、慎重になったと考えられた。また昨年度と比較し、今年度は窩洞形成を指導するインストラクターの人数が増員され、各学生に対しても窩洞形成のポイントを細かく指導できたことなど昨年度の反省を生かしたことが点数の上昇につながったと考えられた。しかし総合点数が60点を下回ったことから基礎実習の学生にとっては手本窩洞通り精密に切削することはかなり難しいと考えられ、窩洞形成実習の時間数をさらに増加し、反復練習による習熟度を高めることが必要であるとともに、実際の齶蝕を模倣した模型歯も使用し、三次元レーザー形態計測による窩洞形成評価を行いたいと考えている。

Er : YAG レーザーの歯質に対する切削効率について

¹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

○猪熊 孝憲¹、泉川 昌宣¹、松田 康裕¹、櫻井 雅彦¹、伊藤 修一¹、斎藤 隆史¹

Study on Tooth Cutting Efficiency of Er: YAG Laser Irradiation

¹Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido, Hokkaido, Japan

○TAKANORI INOKUMA¹, MASANOBU IZUMIKAWA¹, YASUHIRO MATSUDA¹, MASAHIKO SAKURAI¹, SHUICHI ITO¹, TAKASHI SAITO¹

【目的】歯科診療においてう蝕除去は日常的に行われる診療行為であり、エアタービンやマイクロモーターといった回転切削器具による歯質切削によって切削時の騒音や振動が患者に過剰なストレスを与えてしまう。2008年の診療報酬改定以来、う蝕歯無痛の窩洞形成加算の算定が可能となり、日常臨床で歯科用レーザーを用いた処置を行う機会が増加している。Er:YAGレーザーが硬組織切削用の医療機器として承認され、レーザーを用いた歯科治療は今後さらに発展するものと思われる。特に超高齢社会における歯科治療では有病者に対応する機会も増加し、切削時の騒音や振動が少ないEr:YAGレーザーによる根面う蝕除去法が注目されている。しかし、う蝕除去時におけるEr:YAGレーザーの照射条件についての詳細な報告はない。そこで今回我々はEr:YAGレーザーの歯質に対する切削効率について種々検討を行った。

【材料および方法】新鮮ヒト抜去歯10本を実験に用いた。本研究は北海道医療大学歯学部・歯学研究科倫理委員会(承認番号47号)の承認を得て行われた。根面う蝕を想定した試料を作成するため、歯根部をグラインダーにて平滑化し#600耐水ペーパーで研磨を行った。0.1 mol/l 乳酸水溶液中で72時間脱灰後、実験に供した。対照は同一の条件にて調製した非脱灰象牙質を用いた。Er:YAGレーザー(Erwin AdvErL Evo, モリタ製作所, チップC600F)のチップ先端を試料表面から1mmの距離で照射角度を90°に固定し、クロスローラステージ(ALS-904-HIP, 中央精機)にて2mm/secの速度で移動させ、先端値24~130mJ, 10pps, 注水3ml/minの条件下で照射した。照射面の切削量を形状測定レーザーマイクロスコープ(VK-X100, KEYENCE)にて測定した。また、非脱灰象牙質表面に対して照射角度を45°に調整し、先端値80mJ, 10pps, 注水3ml/minの条件下で照射した場合の切削量の測定を行った。その後、paired t-testにて統計分析を行った。

【結果】先端値24mJでの切削量は脱灰象牙質では $0.0070 \pm 0.0300 \text{mm}^3$ 、非脱灰象牙質で $0.0067 \pm 0.0153 \text{mm}^3$ であった。先端値130mJでの切削量は脱灰象牙質では $0.1343 \pm 0.0473 \text{mm}^3$ 、非脱灰象牙質で $0.1493 \pm 0.0312 \text{mm}^3$ でどちらも出力に比例して増減しており、有意差を認めなかった。レーザー照射角度を変えた実験については、非脱灰象牙質において切削量は照射角度90°では 0.079mm^3 となり、照射角度45°では 0.052mm^3 となった。よって、レーザー照射角度は90°で照射した方が切削量は多くなる傾向にあった。

【考察】Er:YAGレーザーは水に対する吸収係数が高く、レーザー照射による水の微小爆発により歯質を蒸散することが知られている。本実験において、脱灰象牙質と非脱灰象牙質間で切削量に有意差がなく、脱灰象牙質と非脱灰象牙質の硬度の差はレーザー照射による水の微小爆発に影響を及ぼさなかったことが明らかになった。レーザー照射角度を変えた実験では、照射角度90°の方が照射角度45°で照射した場合よりも切削量が多い値となった。一般的にEr:YAGレーザーによる硬組織切削は照射角度45°が推奨されていることから、今後今回の結果との違いを検討するとともに、他の角度で照射した場合に切削量が変わる可能性もあるため、様々な照射条件での切削効率について検討を行う予定である。

CO₂レーザー (波長 10.6 または 9.3 μm) 照射したエナメル質の耐酸性に関する研究

¹愛知学院大学 歯学部 保存修復学

○長塚 由香¹、八谷 文貴¹、岸本 崇史¹、林 建佑¹、掘江 卓¹、富士谷 盛興¹、千田 彰¹

Effects of CO₂ (λ:10.6 and 9.3 μm) laser irradiation on acid-resistance of enamel

¹Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University, Aichi, Japan

○YUKA NAGATSUKA¹, YOSHITAKA YATAGAI¹, TAKAFUMI KISHIMOTO¹, KENSUKE HAYASHI¹, TAKU HORIE¹, MORIOKI FUJITANI¹, AKIRA SENDA¹

[緒言]ハイドロキシアパタイト (HAp) に光吸収特性がある CO₂ レーザーを歯質に照射すると、歯質の形態ならびに性状に変化が生じる。演者らはすでに、波長 10.6 μm あるいは波長 9.3 μm の CO₂ レーザーをエナメル質あるいは象牙質に照射すると、HAp に対し吸収されやすい λ=9.3 の方が、λ=10.6 より歯質の形態変化が顕著に生じることを報告した (日歯保存誌, 2012, 2016)。また、CO₂ レーザー照射した象牙質において、λ=9.3 の方が λ=10.6 より高い耐酸性を示すことを報告しているが (日歯保存誌, 2012)、エナメル質に対する検討はしていない。そこで本研究は、エナメル質に対して、λ=9.3 あるいは λ=10.6 の CO₂ レーザーを照射したときの耐酸性への影響について検討するために、まず、λ=10.6 の場合の影響をみた。

[材料および方法] 新鮮抜去ウシ前歯の唇側エナメル質平坦面 (#2000) にネイルバーニッシュを塗布して照射面 (3.5×2.6 mm) を調製した。当該面に、λ=10.6 の CO₂ レーザー (バルレーザー, タカラベルモント) を用いて、3 種のエネルギー密度 (119.0 J/cm², 158.7 J/cm² および 238.1 J/cm²) でそれぞれ 0.1 s ずつ各照射野が重ならないように 48 点照射した (10.6L 群, 10.6M 群および 10.6H 群)。各試料を 0.1 M 乳酸緩衝液 (pH 4.8, 37°C) 20ml に 24 時間浸漬脱灰後、ICP 発光分光分析装置 (Optima7300DV, PerkinElmer) を用いて溶出 Ca 量を測定し、得られた結果を Tukey の多重比較検定を用いて統計学的処理を施した (p=0.05)。また、レーザー照射面の脱灰前後の形態変化を走査型電子顕微鏡 (VE-9800, キーエンス) を用いて観察し、さらに形状解析レーザー顕微鏡 (VK-X150/160, キーエンス) による三次元画像解析を行った。なお、非照射試料を対照とし (Cont 群)、試料数は 5 とした。

[結果および考察] Cont 群の溶出 Ca 量は約 2.10 mg/cm² であり、10.6L 群, 10.6M 群および 10.6H 群のそれは、それぞれ約 2.02 mg/cm², 約 1.77 mg/cm² および 約 1.20 mg/cm² であった。統計学的には、Cont 群と 10.6M 群間, Cont 群と 10.6H 群間, ならびに 10.6M 群と 10.6H 群間に有意差を認め (p<0.05), 10.6M 群ならびに 10.6H 群は λ=10.6 の CO₂ レーザー照射により耐酸性を示すことが判明した。10.6L 群では、照射野中央部に鱗片状の形態が小範囲に認められたが、脱灰により不明瞭になった。10.6M 群でも鱗片状の形態が照射野の 1/5 程度の面積に観察されたが、脱灰による形態の変化はほとんど認められなかった。また、10.6H 群においては、鱗片状の形態がさらに広範囲 (照射野の 1/3~1/2 程度) に認められ、硝子様およびクレーターの形態が観察された。これらの形態は脱灰後においてもほとんど変化はなく、したがって 10.6M 群よりさらに耐酸性を示したものと考えられた。λ=10.6 の CO₂ レーザー照射により生じたこれらのエナメル質の形態変化が、耐酸性の獲得に関与していると推察された。

[結論] 波長 10.6 μm の CO₂ レーザーをエナメル質に照射すると、表層に種々の形態変化が生じ耐酸性を示すことが明らかとなり、それは照射条件によって異なることが判明した。

新規クリーナー兼エッチング材の洗浄機能について

¹YAMAKIN 株式会社

○木村 洋明¹、水田 悠介¹、坂本 猛¹

Detergent property of a newly developed cleaner and etchant

¹YAMAKIN CO., LTD.

○CHIROAKI KIMURA¹, YUSUKE MIZUTA¹, TAKESHI SAKAMOTO¹

【目的】 口腔内に適用することを目的とした接着材の機能を十分に発揮させるためには、適用する修復物や適用される歯質などの表面が清浄であることが望ましい。しかしながら、口腔内という環境は血液や唾液、あるいは止血剤などの様々な原因により容易く汚染が起り、接着が阻害され易い環境と言える。レジンセメントやボンディング材といった歯科用接着材の添付文書を見ると、唾液や血液に被着面が汚染された場合、アルコールやリン酸エッチング材による洗浄が指定、あるいは推奨されているものがある。しかし、象牙質にリン酸エッチング処理を行うと過脱灰（オーバーエッチング）により、接着に悪影響を与えるとされている。また、ジルコニアにリン酸エッチング処理を行うと、リン酸が強固にジルコニア表面に吸着することで、レジンセメントなどに含まれる接着性モノマーの化学的結合が阻害され、接着に悪影響を与えるという報告が数例挙げられている。以上のような課題を解決するため、水溶性リン酸モノマーである 11-メタクリロイルオキシテトラエチレングリコールジヒドロジェンホスフェート（M-TEG-PTM, Fig）を酸性成分に採用したクリーナー兼エッチング材である「マルチエッチャント」（YAMAKIN）を使用し、血中や唾液中のタンパク質など、接着の阻害要因を十分除去できるか評価をおこなった。

【方法および材料】 汚染源として市販の人工唾液（サリベート® エアゾール（帝人ファーマ））に人の唾液相等の濃度になるようタンパク質を添加して調整した試料の他、代用血漿剤（ボルベン®輸液6%（フレゼウス カービ ジャパン））、止血剤（ビスコスタット（ウルトラデント ジャパン））を使用した。接着材としては接着性レジンセメント（SA ルーティング®プラス（クラレノリタケ））を使用し、接着対象には牛歯、ジルコニア（KZR-CAD® ジルコニア SHT（YAMAKIN））、銀合金（ユニ1-n（YAMAKIN））を用いた。牛歯表面はP600、ジルコニアと銀合金はP1000の研磨面に被着面を調整し、「汚染源塗布後水洗」および「水洗後にマルチエッチャントを塗布し水洗」の各条件で接着性の比較評価をおこなった。さらに「水洗後にリン酸エッチング材を塗布し水洗」した条件でも同様に接着性を評価し、洗浄効果を比較した。評価はISO/TS 11405:2015 および JIS T 6601:2009 を参考に実施し、小型卓上試験機（Ez-Graph（島津製作所））を用いて引張接着強さを測定した。

【結果】 各種汚染源によって表面が汚染されることで、各材質で接着材の引張接着強さは有意に低下するが、マルチエッチャントを使用すると汚染前と同等の水準まで回復することを確認した。また、リン酸エッチング処理は材質によっては有効な洗浄手段ではないことを確認した。

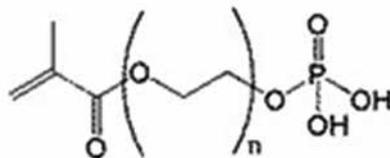


Fig. Chemical structure of M-TEG-PTM (n = 4)

口腔乾燥症モデル作製のための基礎的研究—吸水および乾燥による充填用材料の質量変化

¹岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 生体機能再生・再建学講座 歯科保存修復学分野

○澁谷 和彦¹、松崎 久美子¹、大原 直子¹、島田 康史¹、吉山 昌宏¹

A Basic Study on Model Building of Xerostomia— Mass Changing of Filling Materials by Water Absorption and Drying

¹Department of Operative Dentistry, Field of Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction, Okayama University

Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama, Japan

OKAZUHIKO SHIBUYA¹, KUMIKO MATHUZAKI¹, NAKO OHARA¹, YASUSHI SHIMADA¹, MASAHIRO YOSHIYAMA¹

【目的】

現在、本邦は超高齢社会を迎え、加齢による唾液量減少に伴い口腔乾燥症を有する高齢者が増加している。口腔乾燥は腐蝕発生リスクの増加につながり QOL の低下が懸念されるが、保存修復治療において口腔乾燥症を想定した条件での修復物の評価の報告は皆無である。口腔乾燥症を想定した環境モデルを作製することで口腔乾燥症が修復物に与える影響の *in vitro* での検討が可能になると思われる。口腔乾燥症における口腔内では様々な温度変化や湿度変化、咬合力による負荷が修復材料に影響を与えることが予想される。本研究ではまず修復材料に与える湿潤および乾燥のサイクルの時間条件の設定のために水中浸漬および乾燥が修復材料に与える影響を評価することとした。本研究では使用する修復材料として充填用コンポジットレジン、レジン添加型ガラスアイオノマーセメントおよびガラスアイオノマーセメントの3種類を用い、それぞれの吸水および乾燥の質量変化を比較した。

【材料および方法】 クリアフィルマジスティ ES フローLOW A3(クラレノリタケデンタル)、フジ II LC カプセル A3(GC)、フジ IX GP エクストラカプセル A3(GC)を用いて 2×2×25mm の試料体を各修復材料 5 本ずつ作製した。初めに吸水による試料体への影響の検討のため脱イオン水中に浸漬し吸水に伴う経時的な質量変化を測定した。測定時期は水中浸漬 6 時間までは毎 1 時間ずつ、その後 12 時間、24 時間、48 時間、72 時間および 1 週間の時点での質量を電子天秤(UX220H, SHIMADZU)にて測定した。次に乾燥が試料体に及ぼす影響を検討するため水中浸漬 1 週間を行った試料体を室温中に保管し 6 時間までは毎 1 時間ごと、その後 12 時間、24 時間の時点での質量を測定した。いずれの実験でも測定前にキムワイプ(日本製紙クレシア)にて試料体表面の水滴を除去した後、質量測定を行った。測定結果は Tukey' s test を用い $p < 0.05$ にて統計処理を行った。

【結果および考察】

1) 吸水による質量変化 : ES フローは測定期間内において吸水に伴う質量変化はほぼ認められなかった。フジ II LC カプセルおよびフジ IX GP エクストラカプセルは水中浸漬 1 時間までに急速な質量の増加を認め、その後浸漬 3 時間でほぼ質量は一定となった。

2) 乾燥による質量変化 : ES フローは吸水実験と同様に測定期間内における乾燥による質量変化は認めなかった。フジ II LC カプセルおよびフジ IX GP エクストラカプセルは乾燥 4 時間で水中浸漬前の質量と同程度になり、その後質量の変化は認めなかった。

以上よりフジ II LC カプセルおよびフジ IX GP エクストラカプセルは ES フローに比べ吸水および乾燥による影響を受けやすい可能性が示唆された。

【結論】

本研究の条件では水中浸漬は 3 時間以上、乾燥は 4 時間以上が必要条件であることが明らかとなった。今後、本実験で得られた水中浸漬時間および乾燥時間による負荷サイクルを各種修復材料に与え口腔乾燥症モデル作製のための詳細な環境条件設定を検討していく予定である。

「う蝕」と「味覚の感受性」の相関

¹千葉県立保健医療大学 健康科学部 歯科衛生学科

○荒川 真¹、金子 潤¹

Relationship between "Dental caries" and "Taste sensitivity"

¹Department of Dental Hygiene, Chiba Prefectural University of Health Sciences

○MAKOTO ARAKAWA¹, JUN KANEKO¹

【目的】

ショ糖は「う蝕発症に最も影響を及ぼす食物」と考えられており、これを頻回もしくは多量に摂取するとう蝕リスクが高まることは広く知られている。しかしながら「その摂取量や頻度はどう決定されているのか？」という点に関しては未だ不明な点が多い。実は先天的な味覚の鋭敏さが摂食行動に影響している事は以前から報告されていた。例えば、味覚の鋭敏な子供は、味の濃い食べ物を好まないことが報告されている。また、近年では苦味や甘味に鈍感な子供は、ショ糖の摂取回数および頻度が高く、結果的にう蝕リスクが高まる可能性があることも報告されている。

そこで味覚に対する感受性を調べることにより、う蝕リスクを判定することが可能ではないかとの仮説の下、本研究を遂行した。

【方法】

まず最初に、研究対象者 31 名を "PROP test" という方法により、"Super-taster" (=味覚がとても敏感な人)、"Medium-taster" (=同じく中程度の人) および "Non-taster" (=敏感ではない人) の 3 群に区分した。具体的には 6-n-propylthiouracil (PROP) という薬剤を染み込ませた濾紙のディスクを舌背部に乗せ、それをどの程度の濃度まで認識出来るかを調べた(濾紙ディスク法)。本法はごく一般的な味覚検査法であり、PROP に対して敏感な人は苦味および甘味に敏感であるという事実に基づく。

その上で、視診により各群における研究対象者のう蝕歯数および DMFT 指数をカウントした。得られた結果は Fisher's exact test にて統計学的検討を行った。統計ソフトには JMP Pro. 13 を使用した。

【成績】

各群の存在比率はそれぞれ "Super-taster": 16.1 % (31 名中 5 名)、"Medium-taster": 38.7 % (同 12 名)、"Non-taster": 45.2 % (同 14 名) であった。

平均う蝕歯数は Super-taster 群: 0.00 本、Medium-taster 群: 0.25 本、Non-taster 群: 0.78 本であった。同じく DMFT 指数はそれぞれ 18.8±4.0、18.2±5.4、21.1±5.4 であった。

すなわち、Super-taster はう蝕が少なく、Medium-taster、Non-taster の順でう蝕が多くなった。しかし統計学的有意差は認められなかった。

【結論】

以上から、「味覚がとても敏感」である群ではう蝕が少なく、敏感でなくなるにつれ、う蝕が増加する傾向がみられた。ただし、現時点ではサンプル数が少ないため、今後さらなる検証が必要と考えられた。

【文献】

- 1) Anliker JA, Bartoshuk L, Ferris AM, Hooks LD. Children's food preferences and genetic sensitivity to the bitter taste of 6-n-propylthiouracil (PROP). Am J Clin Nutr. 1991 Aug;54(2):316-20.
- 2) Lin BP. Caries experience in children with various genetic sensitivity levels to the bitter taste of 6-n-propylthiouracil (PROP): a pilot study. Pediatr Dent. 2003 Jan-Feb;25(1):37-42.
- 3) Bartoshuk LM, Duffy VB, Miller IJ. PTC/PROP tasting: anatomy, psychophysics, and sex effects. Physiol Behav. 1994 Dec;56(6):1165-71.
- 4) Yackinous CA, Guinard JX. Relation between PROP (6-n-propylthiouracil) taster status, taste anatomy and dietary intake measures for young men and women. Appetite. 2002 Jun;38(3):201-9.

根管形成法習得に対する客観的評価に関する研究 -X smart IQ を利用した根管形成の教育効果-

¹ 神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 歯髄生物学分野

○山田 寛子¹、宇都宮 舞衣¹、許 多¹、木庭 大樹¹、原賀 浩¹、下島 かおり¹、武藤 徳子¹、石井 信之¹

The objective evaluation for learning effect of root canal preparation

-Educational effect of root canal preparation by X smart IQ-

¹Department of Oral Interdisciplinary Medicine Division of Pulp Biology Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○HIROKO YAMADA¹, Mai Utsunomiya¹, Ta Kyo¹, Taiki Koba¹, Hiroshi Haraga¹, Kaori Shimojima¹, Noriko Mutou¹, Nobuyuki Tani-Ishii¹

【研究目的】

Ni-Ti ローターリー・ファイルは正確で効率的な根管形成を行うことを可能にした。しかしながら、手用ファイル使用者がハンドピースを介したファイル操作を確立するには適切な指導と学修を必要とする。Ni-Ti ローターリー・ファイルの使用は、適切な回転数とトルク設定を規定することが必須であり、不適切なファイル操作によってファイル破折、ジッピングや穿孔などの偶発事故が生じやすい。X smart IQ (Dentsply-Shirana)は、Ni-Ti ファイル使用時のトルク値、操作回数、および操作時間をタブレット端末に記録することが可能なコードレス・ハンドピースとして臨床応用された駆動システムである。本研究は、X smart IQ のNi-Ti ファイル操作記録機能を応用し、根管形成法の学修効果を客観的に評価することを目的とした。

【材料および方法】

本研究には、WaveOne Gold (Dentsply Maillefer) 使用未経験の術者 5 名と使用経験者 1 名を評価対象として X smart IQ を使用して根管形成を行い、根管形成法の学修過程をタブレット端末においてファイルのトルク値、操作回数、および操作時間から解析した。実験には、J 型根管模型 (Dentsply Maillefer Plastic training Block) 30 本を使用した。各術者は 5 本の根管模型を順次使用し、形成術式は手用#15K ファイルで根尖まで穿通確認、作業長を決定後に根管を精製水で満たし、ProGlider によるグライドパス形成後に WaveOne Gold Primary ファイルを使用して根管形成を行った。

【結果】

X smart IQ を使用して ProGlider および WaveOne Gold による根管形成を行った結果、根管形成時間は経験者が平均 21.2 ± 2.3 秒に対し、使用未経験者は平均 45.9 ± 7.6 秒であった (有意差あり p>0.05)。ファイルの上下動回数は ProGlider によるグライドパス形成時は経験者 3.2 ± 0.4 回、未経験者 4.2 ± 1.9 回であった (有意差あり p>0.05)。WaveOne Gold 形成時は経験者 9.2 ± 1.1 回、未経験者 14.3 ± 4.6 回であった (有意差なし p>0.05)。また、ファイルトルク値は経験者 1.39 ± 0.15 Ncm、未経験者 0.98 ± 0.18 Ncm で有意差が認められた (p>0.05)。ファイルトルク値は経験者では安定し変動が少ないが、未経験者は初回が低く使用回数と共に高くなる傾向が認められた。

【考察】

X smart IQ のファイル操作記録機能 (トルク値、操作回数、および根管形成時間) は、根管形成の習熟度を客観的に評価することが可能であった。さらに、ファイルに対するトルク値および操作回数を解析することで、ファイルの疲労度が確認可能であり、ファイル破折を未然に防ぐ可能性が示された。

Ni-Ti ファイルによる根管形成におけるガイドパスの有効性に関する研究
～ProGlider と ProTaper Next による学部学生の教育効果～

¹神奈川歯科大学 大学院歯学研究科 口腔機統合医療学講座 歯髄生物学分野
○下島 かおり¹、武藤 徳子¹、石井 信之¹

Study on the effectiveness of glide path in root canal Preparation by Ni
- Ti file Educational effect of undergraduate students with ProGlider and ProTaper Next

¹Department of Oral Interdisciplinary Medicine Division of Pulp Biology Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental
University

OKAORI SHIMOJIMA¹, NORIKO MUTOH¹, NOBUYUKI TANI-ISHII¹

目的; グライドパス形成を目的とし開発された ProGlider (Dentsply Sirona) は、高度湾曲根管に対する根管形成時 Ni-Ti ロータリーファイルシステムを安全に適切に使用する上でファイルの誘導路を確保する重要な役割を担っている。本研究は、歯学部学生の模型実習に ProGlider と手用 K ファイルによるガイドパスを形成後に ProTaper Next (Dentsply Sirona) による根管形成を行い、偶発事故の発症、及び根管壁変位量を解析し教育効果を評価することを目的とした。

材料と方法; 歯学部 3 年生 100 名に対し 2 本の J 型エポキシレジン製透明湾曲根管模型に ProGlider と手用 K ファイルにてそれぞれガイドパスを形成後、ProTaper Next X1, X2 にて根管形成を行い、形成後の根管壁変位量を評価した。根管壁変位量の解析は実体顕微鏡 Olympus SZX 16 及びデジタルカメラ DP71 を使用し、根管形成前後の透明根管模型をデジタル画像で重ね合わせ、得られた画像データを PC に取り込み、計測用ソフトを使用して計測を行った。計測箇所は根尖から 1, 3, 5, 8mm の位置を設定し ProGlider、手用 K ファイルにてガイドパスを行った 2 本の J 根管模型の根管壁変位量を比較し、さらに指導医との根管壁変位量の比較検討を行った。

結果; 学生 100 名による根管形成を行った結果、手用 K ファイルと ProTaper Next 群ではレッジ 15 根管、ProGlider と ProTaper Next 群ではレッジ 16 根管の偶発事故症例が認められたが、ファイル破折は認められなかった。適切に形成された手用 K ファイルガイドパス群 85 根管、ProGlider グライドパス群 84 根管に対して根管壁変位量を解析した結果、内湾、外湾ともに変位量に有意差は認められなかった。さらに学生と指導医の ProGlider、ProTaper Next にて根管形成を行った根管の根管壁変位量を比較検討した結果、内湾では 1, 8mm、外湾では 1, 5mm で統計学的有意差が認められた。(P<0.05) 手用 K ファイル (#15)、ProTaper Next にて根管形成を行った根管の根管壁変位量を比較検討した結果内湾では 1, 3, 5, 8mm、外湾では 1, 8mm で統計学的有意差が認められた。(P<0.05)

結論及び考察; グライドパス形成後の ProTaper Next 形成根管は本来の根管形態を維持した根管形成が可能であり、クラウンダウン法の理解を深める上でも有効な教育効果を得ることが示された。手用 K ファイルと ProGlider による異なるガイドパス形成後に ProTaper Next による根管形成を行った結果、両者の根管壁変位量に有意差は認められなかったが、学生と指導医の ProGlider 使用時の根管壁変位量の差が少ないことから本来の根管形態がより維持されることが示唆される。手用 K ファイルを用いた場合は有意差が認められたが、これは、手用 K ファイルの使用方法には、経年的な影響が考えられる。基本的手技として大変重要であることから、学生指導時は十分注意が必要と考えられる。また、作業時間には明らかな差があることから、臨床応用に不可欠なものとなるべく、今後解析の必要性が示唆される。

根管充填の技能評価に用いる模型歯ならびに顎模型の開発と有効性の検討

¹鶴見大学 歯学部 歯内療法学講座

○吉田 拓正¹、小野 京¹、森戸 亮行¹、山口 貴央¹、細矢 哲康¹

Study on development and effectiveness of model teeth and dedicated jaw system for evaluation of the root canal filling method

¹Department of Endodontology, Tsurumi University School of Dental Medicine

OTAKUMASA YOSHIDA¹, MIYAKO ONO¹, AKIYUKI MORITO¹, TAKAO YAMAGUCHI¹, NORIYASU HOSOYA¹

【目的】歯内療法学実習における技能習得の評価は、各ステップの実技試験で行なわれることが多い。しかしながら、最終ステップである根管充填は、他のステップと比較して公平かつ再現性のある客観的評価が困難である。抜去歯の応用では个体差が大きく、評価はエックス線写真に頼らざるを得ない。また模型歯では、多くが根管拡大形成用であり、根管充填前の根管状況は拡大形成の手技に大きく影響し正しい評価が困難である。本研究の目的は、根管治療における最終ステップである根管充填技能の習得度を評価する際に、公平かつ再現性のある評価が可能な模型歯ならびに顎模型を開発し、その有効性を検討することである。

【材料と方法】模型歯の開発にあたり、歯内療法学臨床基礎実習の指導者5名から、根管充填評価用模型歯ならびに顎模型が具備すべき条件を聴取し、2種類 (5.45ならびに7%) のテーパーを有する試作模型歯を作製した。これらを用いて、本研究の主旨に賛同した4年次の学生6名に対して技能試験を実施し評価を行なった。また、受験者と評価者に対してアンケート調査を行い、様々な意見を反映させて模型歯ならびに顎模型の改良を重ねた。改良した試作模型歯ならびに顎模型を用いて、同12名の受験者に対して技能試験を行い、臨床基礎実習の指導者 (臨床経験12~13年) が評価を行なった。改良試作模型歯を使用した技能試験では、実施直前に課題として指示された処置 (根管充填) を5分間で行なうように口頭で説明した。なお、根管シーラーの練和は実習で指導者を務める補助者が、受験者の求めに応じて30秒で練和した。技能試験のプロセス評価は、各受験者に2名の評価者がマニュアルに従って7項目 (1. マスターポイントの選択、2. マスターポイントの挿入長さの確認、3. 試適、4. 適切な器具の使用、5. 根管シーラーの使用、6. スプレッダーによる圧接、7. アクセサリーポイントの挿入) の評価を行った。試験終了後、模型歯を顎模型から直ちに取り出し、LED照明付き1.8倍拡大鏡下で評価者が2項目 (1. マスターポイントの到達度、2. 近遠心ならびに頬舌側の4方向からの死腔の有無) のプロダクト評価を行った。なお2名の評価者に対しては、あらかじめ評価マニュアルをもとに評価のすり合わせを行った。評価結果に対しては χ^2 検定 ($p < 0.05$) を用いて統計学的検索を行った。

【結果および考察】試作模型歯は、下顎左側第一小臼歯とし、歯冠部は天然歯に準じた形態と色調で齶空開閉は済んでいる。歯根部は立方体のアクリル樹脂製で根尖部直径0.4mm、テーパー5.45ならびに7%、頬側咬頭長から根尖まで20mmとした。また模型歯の破損を防止するために、歯冠部と歯根部を組み込み式とした。顎模型の歯肉辺縁はラバーダム防湿が容易にできる位置とし、さらに模型歯が脱着しやすいように頬側から根尖部でネジ留めする形式とした。プロセス評価では、2種類の根管テーパーにおいて、すべての項目で評価結果間に有意差は認められなかった。プロダクト評価では、ガッタパーチャポイントの到達度において7%テーパーの方が、5.45%テーパーに比べ有意に高かった ($p < 0.05$)。また、受験者へのアンケート調査結果では、すべての項目で根管テーパー間に有意差は認められなかった。すべての受験者は設定時間内で課題を修了しており、時間が全く足りなかったという回答はなかった。評価者に対するアンケート調査では、ガッタパーチャポイントの到達度ならびに死腔を評価する領域と大きさの基準となる指標の必要性に関する回答があった。改良試作模型歯は根管テーパーを7%とし、死腔の明瞭化ならびに評価領域の特定、具体的な大きさや長さの指標とするために、幅1mmのスリットを歯根尖から5mmの位置に付与した。改良模型歯を使用した技能試験においては、プロセス評価の根管シーラーの使用に関する評価を除いた6項目とプロダクト評価の2項目で評価者間に有意差は認められなかった。

【結論】根管充填の技能評価用に模型歯と顎模型を考案し、改良を進めた試作模型歯を用いて根管充填の技能ならびに根管充填の状態を評価した結果、開発した模型歯の使用によって公平で再現性のある評価が可能であることが示唆された。本研究は、鶴見大学歯学部倫理審査委員会の承認 (No. 1321) のもとに行なった。

根尖孔外に突出した破折器具の除去を試みた症例

¹愛知学院大学 歯学部 歯内治療学講座

○北村 成孝¹、今泉 一郎¹、中田 和彦¹

Trial for removing fractured instruments over-extended into the periapical tissue: case reports

¹Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University, Nagoya, Japan

○NARITAKA KITAMURA¹, ICHIRO IMAIZUMI¹, KAZUHIKO NAKATA¹

【緒言】 根管治療は歯髄腔の複雑な解剖学的形態に加え、根管に狭窄を生じていることも多いため偶発事故が生じやすい。とくに日常臨床において、不用意な器具操作や不良器具の使用により、偶発的に根管内で器具が破折することがある。根管に破折器具が存在すると、破折部位より根尖側の歯髄や感染歯質の除去が困難となり、根管治療の成功率に大きく影響を与えるため、現在に至るまでさまざまな除去法が考慮されている。今回、我々は除去が困難であると思われた根尖孔外に突出した破折器具の除去を試み、成否の両方を経験したので報告する。

【症例および方法】 愛知学院大学歯学部附属病院歯内治療科へ依頼のあった患者の中で、臨床症状や根尖部透過像が存在し、根尖孔外に突出して破折器具が存在している症例について除去を試みた（うち1症例については、除去中に根尖孔外に突出した症例を含む）。部位はそれぞれ「5, 「4, 7」, 「6, 4」, 6」であった。除去方法としては、マイクロスコープと超音波を併用して行った。マイクロスコープ観察下で破折片に対して根尖方向に力を加えないよう十分注意しながら、破折片断端の明示を行った。次に、破折片の離脱方向の根管壁を切削して、破折片上部のフレアー形成を行い、超音波チップ（#30）が極力破折片に触れないように破折片の根管内壁の切削を非注水下で行った。また、発熱防止と視野の確保のため、根管を適宜注水下で超音波洗浄を行った。次にEDTAを根管内に満たし、超音波チップの先端が破折片断端に触れないように注意しながら、破折片が根尖孔より離脱するまで超音波洗浄と根管壁の切削を繰り返した。

【結果】 6症例中、4症例において破折器具を根管内から除去することが出来た。除去できた4症例のうち、1症例ではマイクロスコープと超音波併用のみでは除去出来ず、ブレードングテクニックを併用して除去を行った。除去できた症例の破折片は、それぞれ「5: 5mm, 「4: 4mm, 7」: 4.5mm, 「6: 5.5mm」であった。除去出来なかった2症例のうち、1症例においては、根管処置を行ったところ、症状が消失し根尖部透過像においても消失傾向を示したため、患者の意向を尊重して外科的な除去は行わず根管充填を行ったが、もう1症例については、ヘミセクションを行った。

【考察】 近年、マイクロスコープの普及により根管内破折器具を直視できるようになり、それに伴い除去の確率も飛躍的に高くなっている。根管内器具破折が認められる場合には、まず根管の解剖学的形態や感染状況、歯質の削除量と穿孔や歯根破折のリスクを考え、除去すべきか否かを十分に検討する必要がある。破折片が根管内に存在していても、破折片の先に広い根管が存在しているような症例においては、破折片が根尖方向に押し込まれる可能性が考えられる。また、破折片が根尖部に存在している場合や、根尖孔より突出している症例においては、破折片に振動を与えることにより根尖孔の破壊が起こり、破折片が根尖方向に移動し根尖方向に押し出される可能性があるため、破折片に与える振動は最小限であるのが望ましいと考えられる。破折片が長い症例においては、ループ牽引という手技もあるが、破折片が根尖孔より突出している症例においては、根管内に存在している部分が短く、また手技自体も難易度が高い。したがって今回、破折片が根管壁に対してルーズな状態になったことを確認し、EDTAを根管内に満たしキャビテーション効果およびアコースティックストリーミング効果によって根尖孔から押し出さず離脱させることにより除去を行い、その有効性が示唆された。除去できなかった症例においては、破折片の上端がマイクロスコープで視認することが困難であり、マイクロスコープで破折片が視認できるかどうかは除去の成否に大きく影響を及ぼしていると思われる。また、根管治療時にオーバーインスツルメンテーションさせた状態で器具を破折する可能性は極めて低く、根管内で破折した器具を除去しようとして根尖孔外に突出させる可能性が高いと考えられる。症例によっては、穿孔や根尖孔からの押し出し等のリスクを最小限にするためにCBCTにおいて根管に対する破折片の位置関係や根管壁の厚み、根尖孔の大きさなどを把握することが必要であると思われる。

巨大根尖病変を伴う根末完成永久歯に対し、Regenerative Endodontic Therapy を試みた一症例

¹ 日本大学 松戸歯学部 歯内療法学講座

○神尾 直人¹、齊藤 梨紗¹、神尾 素代¹、松島 潔¹

Regenerative Endodontic Therapy of Immature Permanent Tooth with Huge Periapical Lesion: A Case Report

¹Department of Endodontics, Nihon University school of dentistry at Matsudo, Chiba, Japan

○NAOTO KAMIO¹, RISA SAITO¹, MOTOYO KAMIO¹, KIYOSHI MATSUSHIMA¹

【緒言】

失活した根末完成永久歯に対する処置として長く行われてきた Apexification は、根尖病変の消退と根尖孔の封鎖を期待し、緊密な根管充填を行うことを目的とする意味では適切な処置である。また、MTA を応用した1回法の Apexification も行われ、治療期間の短縮、予知性の向上が図られてきた。さらに近年、根尖が開大した環境と豊富な血流を利用し、残存する未分化細胞の歯髄への分化誘導、根管壁の肥厚と根尖の成長を期待した Regenerative Endodontic Therapy が行われ様々な知見が得られている。今回、中心結節破折による歯髄感染から継発した、下顎頰側皮質骨の著しい膨隆を伴う根尖未完成歯の根尖性歯周炎に対し Regenerative Endodontic Therapy を行い、良好な経過を得た症例を経験したので報告する。

【症例】

14 歳男児。下顎右側小臼歯部の腫脹を主訴として当院口腔外科へ来院した。自発痛および咬合痛、体温の上昇、歯肉溝からの排膿、食事困難なほどの嚢胞様骨膨隆を認め、同日エックス線および CT 撮影を行ったところ、犬歯から第二小臼歯にかけての根尖部透過像および根尖の開大を認めた。小児歯科にて第一小臼歯のアクセスオープニング、根管内より排膿を確認し、抗菌薬の処方を行い開放状態にて治療を終了した。3 回の貼薬交換を行い急性症状は消退したため仮封を行ったところ、再び腫脹が増大したため、当科依頼。第一小臼歯の瘻孔を伴う慢性化膿性根尖性歯周炎と診断した。

【治療経過】

ラバーダム防湿後、徹底的に次亜塩素酸ナトリウムと根管用超音波チップによる根管洗浄を行い根管内に残存した肉芽の清掃を行ったのち、水酸化カルシウム製剤を少量貼薬し仮封した。2 回目の来院時には瘻孔および排膿路として形成された歯周ポケットが消退傾向であったため、この診察日を AAE regenerative procedure の First Appointment として以後の処置をプロトコル通り行い、経過を観察した。

【予後】

骨膨隆は術後 4 か月後に完全に消退したが、根管 apical third 部で厚い石灰化層が形成された不透過像を認めた。術後 6 か月でさらに石灰化層は不透過性を増したが、歯髄電気診で生活反応は認めず、歯冠側の髓腔内は死腔になっていると判断した。そこで充填した MTA を除去して根管の再開放を行い、顕微鏡にて観察すると根管中央部にて強固な硬組織で緊密に封鎖されていた。術後 7 か月、根管充填および歯冠修復。12 か月後、18 か月後の観察で根尖部のわずかな伸長とともに歯根膜腔が形成されているのを確認した。

【考察】

巨大な根尖病変を有する歯においても、機械的清掃を必要最小限にとどめ、感染歯髄の徹底的な洗浄を行うことで根尖病変の治療さらには硬組織の誘導を図ることが可能であり、Regenerative Endodontic Therapy は有用であったと考えられた。また、本症例において形成された硬組織は過去の論文に鑑みるとセメント質・骨様硬組織であり Apexification と同様ではあるが、歯質の保存と機械的強度の増加という観点ではより有意義な結果が得られた。

下顎前歯歯根嚢胞に対する根管治療による保存療法

¹小峰歯科医院、²日本歯科大学新潟病院、³水沼歯科医院

○小峰 信広¹、水沼 秀樹³、塩沢 恵美²、江面 晃²

A Case of Endodontic Treatment of Mandibular Incisor with a Radicular Cyst.

¹Komine Dental Clinic, Tochigi, Japan ²The Nippon Dental University Niigata Hospital, Niigata, Japan ³Mizunuma Dental Clinic, Tochigi, Japan

ONOBUIHIRO KOMINE¹, Hideki Mizunuma³, Megumi Shiozawa², Akira Ezura²

<緒言>歯根嚢胞は多くの場合、緩慢に進行するため自覚症状がほとんど認められず、嚢胞が大きくなり、触診や細菌感染から自覚症状を示すことや他部位のエックス線検査の際に発見されることがある。通法の感染根管治療では治癒が起こりにくく、外科的歯内療法や抜歯適応となることも多い。今回、智歯の抜歯依頼で来院した若年患者のパノラマエックス線診査で認められた左側下顎中切歯の歯根嚢胞に対し、感染根管治療を行い、治癒後の約4年の経過観察を行ったので報告する。

<症例>患者：20歳代女性

初診日：2013年3月25日

主訴：近医より下顎左右の埋伏智歯のため当院口腔外科を紹介受診。パノラマエックス線検査にて左側下顎中切歯部に透過像がみられたため、抜歯終了後当科に治療依頼を受けた。

現病歴：下顎前歯部には現在まで全く自覚症状はなく根管未処置歯であり、う蝕、外傷等の既往も認めない。

治療経過：自覚症状および口腔内の発赤、腫脹等の症状はみられない。デンタルエックス線検査、パノラマエックス線検査より左下顎中切歯の根尖部に約13mmの類円形の境界明瞭な透過像所見が観られた。電気歯髓診にて生活反応がなかったため、埋伏智歯抜後の2013年7月2日(1回)に感染根管治療を開始した。ラバーダム防湿下で髄質開口を行ったが滲出液はみられず、通法に従い手用Kファイルで#30まで拡大、6%NaClOと3%H2O2の交互洗浄後CP貼薬後仮封を行った。7月8日(2回目)には微量の漿液性滲出液を認め、根管内細菌塗抹検査を行いギムザ染色により剥離上皮細胞を認めたためエックス線写真所見とあわせて歯根嚢胞と診断した。その後#40までの拡大、交互洗浄後FC貼薬後仮封を行った。7月5日(3回目)に根尖部の「ズキズキ」するような疼痛と根尖部腫脹、打診痛、軽度動揺を認めたため急遽来院した。その際根管内から出血と排膿を認めたため、CP貼薬とともに抗菌剤と鎮痛剤を与薬した。7月8日(4回目)前回の処置後疼痛の増悪を認めた。根管内からは微量の出血を認め、CP貼薬後仮封と再度抗菌剤を与薬した。7月17日(5回目)には症状消退と微量漿液性滲出液であるためFC貼薬後仮封を行った。7月29日(6回目)滲出液の消失を認めたため、根管内細菌培養検査(S-倍)を行い、FC貼薬後仮封を行った。8月2日(7回目)に培養検査で陰性が確認されたので非エージノール系シーラーとガッタパーチャポイントによる側方加圧根管充填、デンタルエックス線撮影を行い根尖部までの緊密な根管充填を確認しコンポジットレジン充填を行った。9月9日(8回目)の根管充填後5週後、デンタルエックス線検査にて嚢胞縮小を認めた。その後3ヶ月、1年、4年後にデンタルエックス線検査による経過観察を継続し、嚢胞腔の消失を認め経過良好である。

<考察とまとめ> 本症例では、根尖部の明瞭な円形のエックス線透過像と漿液性滲出液中の剥離上皮細胞の存在から歯根嚢胞と診断した。処置方針として外科的根管治療法は第1に選択せずまず通法の感染根管治療による方法を選択した。根管治療による方法では、嚢胞上皮にリーマーなどによる機械的損傷による急性炎症で上皮破壊を起こす(Bhaskar)ことや根管内に応用したNaClOとH2O2の交互洗浄によるケミカルサーージェリー効果による嚢胞上皮の溶解除去(川崎)で肉芽腫に移行させ歯根嚢胞を治癒に導けるとの考えがある。本症例では、根管拡大時に急性炎症症状が発現したことで嚢胞上皮が破壊され、短い期間で肉芽腫に移行したものと推測される。その後の根管無菌性の獲得、緊密な根管充填により治癒に導けたものと考えられる。歯根嚢胞の根管治療による保存療法では嚢胞上皮の除去が可能であれば奏功すると考えられる。

ガイドを使用した下顎切歯髓室開拓時の歯質切削率の比較

¹日本歯科大学 生命歯学部 歯科保存学講座、²日本歯科大学 生命歯学部 歯科理工学講座

○西田 太郎¹、石田 祥己²、小倉 陽子¹、前田 宗宏¹、宮坂 平²、五十嵐 勝¹

Comparison of Sacrificed Tooth Ratio during Access Cavity Preparation by Using the Guide on Mandibular Incisor

¹Department of Endodontics, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo, Tokyo, JAPAN ²Department of Dental Materials, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo, Tokyo, JAPAN

OTARO NISHIDA¹, YOSHIKI ISHIDA², YOKO OGURA¹, MUNEHICO MAEDA¹, TAIRA MIYASAKA², MASARU IGARASHI¹

【目的】

髓室窩洞の適切な形成は、その後の根管処置をスムーズに進めるための重要なステップとなる。近年、歯科用CBCTの撮影画像データから3Dプリンタによる立体的な模型構築が可能となり、口腔外科領域では顎骨関連の手術に、またインプラント治療時のドリリングにおけるトレーニングやガイドとして応用されつつある。第146回本学術大会において、狭窄根管を有する下顎切歯の髓室開拓時に窩洞形成ガイドを用いることにより、根管の湾曲度に影響を与えず、適切に下顎切歯の髓室開拓を行えることを報告した。歯質の過剰な切削は、歯の強度低下を起し、ひいては歯の破折を招くため、必要最低限の削除量とする必要がある。本研究では、下顎切歯における窩洞形成ガイドを使用した髓室開拓時の歯質切削率について検討を行ったので報告する。

【材料と方法】

実験には、デンタル写真で単根管性を有するヒト抜去下顎切歯を用いた。抜去歯の使用に際しては日本歯科大学生命歯学部倫理委員会の承認(NDU-T2011-20)を得た。試料をマイクロCT(ScanXmate-D100SS270, Comscan)で断層撮影し、三次元画像処理ソフト(TRI/3D-BON, ラトックシステムエンジニアリング)で三次元構築を行った。三次元画像上で歯髓腔を抽出し、抽出した歯髓腔画像から長軸方向に3等分する根管断面を作成した。作成した根管断面の中央を通過する直線を根管の軸方向とした。三次元画像処理ソフト上で、根管の軸方向の延長線上に誘導孔を組みこんだブロック型髓室開拓窩洞形成ガイド(Access Cavity Preparation Guide: ACPG と略す)のデータを作製した。ACPGのデータを光造形方式3Dプリンタ(Nobel 1.0, XYZ Printing)を用い、光硬化性樹脂(Photopolymer Resin Clear, XYZ Printing)による造形を行った。歯冠にACPGを固定し、#1557 サージカルバー(マニー)を用い、誘導孔に沿って髓角に到達するまで髓室開拓を行った(n=6)。また、コントロール群として通法に従い歯冠舌側より根管に達する髓室開拓窩洞の形成を行った(n=4)。

髓室開拓後、マイクロCTによる断層撮影を行い、三次元画像処理ソフト上で髓室開拓前後の三次元画像を重ね合せ、歯質切削量を計測した。歯質切削量を全硬組織量で除して歯質切削率を算出した。算出した歯質切削率は角変換の後、Studentのt検定を用い評価した(p<0.05)。

【結果とまとめ】

歯質切削量の平均はACPG使用群で13.6mm³(SD:4.3)、コントロール群で13.1mm³(SD:5.3)であった。さらに歯質切削率の平均はACPG使用群で6.1%(SD:2.1)、コントロール群で4.7%(SD:1.5)であった。統計分析の結果、歯質切削率において有意な差異は認めなかった。

歯質切削率の平均は、ACPG使用群とコントロール群でほぼ同様な値を示した。根管の軸方向を考慮したACPGによる髓室開拓窩洞の形成が、有用である可能性が窺われた。今後さらに詳細な検討を行う予定である。

RECIPROC Direct を用いた Reciproc の切削特性に関する研究

¹ 神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 歯髄生物学分野

○毛塚 甫¹、下島 かおり¹、武藤 徳子¹、石井 信之¹

Cutting efficiency of Reciproc with a new reciprocating device of RECIPROC Direct

¹Department of Oral Interdisciplinary Medicine Division of Pulp Biology Graduate School of Dentistry,
Kanagawa Dental University

OHAJIME KEZUKA¹, KAORI SHIMOJIMA¹, NORIKO MUTOH¹, NOBUYUKI TANI-ISHII¹

目的; Reciproc は反復回転運動により、1本のファイルで正確な根管形成を可能にした Ni-Ti ロータリーファイルである。Reciproc は X Smart Plus による駆動システムで根管形成を行ってきたが、最近歯科用ユニットに直接接続可能な Reciproc 専用ハンドピース (RECIPROC Direct) が開発された。本研究は、RECIPROC Direct による Reciproc の切削特性を、X Smart Plus と比較検討することを目的とした。

材料と方法; 術者は、Ni-Ti ロータリーファイル使用経験3年以上の歯科医師にて行った。根管形成は、J型エポキシレジン製透明湾曲根管模型 (湾曲度 30°、根尖孔径 #15、テーパ 02、根管長 19mm, VDW) 40本を使用し実験群 (RECIPROC Direct; VDW, n=20) と対照群 (X Smart Plus; Dentsply Sirona, n=20) に分類した。#15 手用 K ファイルによる根尖までの穿通確認と作業長決定後、ProGlider によりグライドパスを形成し、その後実験群の RECIPROC Direct と対照群の X Smart Plus において Reciproc R25/08 にて根管形成を行い、形成後の根管壁変位量を評価した。根管形態は、根管湾曲部の内湾部と外湾部の根管壁切削量を測定した。根管壁変位量の解析は実体顕微鏡 Olympus SZX 16 及びデジタルカメラ DP71 を使用し、根管形成前後の透明根管模型をデジタル画像で重ね合わせ、得られた画像データを PC に取り込み、計測用ソフト (WinRoof) を使用して計測を行った。計測箇所は根尖から 1, 3, 5, 8mm の位置を設定し、J 根管模型の根管壁変位量を比較し、根管壁変位量の比較検討を行った。根管形成所要時間については、形成開始から形成終了までを計測した。根管内の切削片は適宜蒸留水にて洗浄し、常に湿潤状態にて根管形成を行った。

結果; 40本の根管模型に対し、根管形成中の偶発事故症例 (レッジの形成、ファイル破折等) は認められなかった。適切に形成された根管に対し、根管形成時間を解析した結果、根管形成時間は実験群 RECIPROC Direct 34.9sec (n=20)、対照群 X Smart plus 45.8sec (n=20) であった。実験群および対照群の根管壁変位量を解析した結果、内湾では、実験群 RECIPROC Direct の形成量が対照群 X Smart Plus を上回り、1~8mm すべての計測点においてその変位量に統計学的有意差が認められた (P<0.05)。特に実験群 RECIPROC Direct では 2, 3, 5mm でその変位量は大きくなっていった。外湾では、対照群 X Smart Plus が実験群 RECIPROC Direct の形成量に比べて多くなっており、1, 2, 8mm において統計学的有意差が認められた (P<0.05)。

結論及び考察; 実験群、対照群ともに、Ni-Ti ロータリーファイルを用いた根管形成は、根管本来の形態を維持した根管形成を行う事が可能であり、さらに実験群 RECIPROC Direct では、特別な設定等を行う必要がなく根管形成時間は短縮されている。本研究において、内湾側の形成量に有意差が認められたが、これは、根管形態においては実験群も対照群も変位量は 1, 8mm に比べ大きくなっている。もともと解剖学的に湾曲が高度になる、または側枝や副根管の形成が多く認められることから、実際の形成時は、グライドパス形成を十分に行い、根管の直線化に注意する必要がある。さらに本研究において、推奨回転数に設定したが、使用エンジンの回転数の調節が、根管形態の維持に重要な役割を持つ可能性が示唆された。

ヒト抜去歯 STL データから作製した根管模型ブロックによる槓状根管の拡大形成評価

¹日本歯科大学 生命歯学部 歯科保存学講座

○関谷 美貴¹、前田 宗宏¹、勝海 一郎¹、五十嵐 勝¹

Evaluation of C-shaped Root Canal Preparations with Canal Model Blocks Based on STL Data of a Extracted Human Tooth

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

OMIKI SEKIYA¹, MUNEHIRO MAEDA¹, ICHIROH KATSUUMI¹, MASARU IGARASHI¹

【はじめに】

日本人において出現頻度が高い槓状根管は、根管口から根尖孔に至る形態の多様さにより、歯内療法の難易度が高い歯種とされている。そこで、槓状根管の拡大形成に対する器具の有用性について、同一形態の根管モデルで評価するために、ヒト抜去歯の STL 形式データから槓状根管模型ブロックを作製した。第 146 回の本学会において、根管壁の切削面積と切削面積の割合を評価し拡大形成方法間の違いを報告したが、今回われわれは根管壁切削部位の分析を行ったので報告する。

【材料と方法】

マイクロ CT (ELE-SCAN, 日鉄エレックス) を用いて断層撮影を行い、画像処理ソフト (TRI/3D-BON, ラトックシステムエンジニアリング) によって三次元画像構築を行ったヒト抜去歯の画像データから、Fan らの分類で C1 (分岐や分割のない連続した“C”を示す) の槓状根管形態に最も近い 1 歯を選択し、STL データを作成した。ヒト抜去歯の使用については、日本歯科大学生命歯学部倫理委員会の承認 (NDU-T2015-33) を得た。

STL データをもとに、ヒト抜去歯のセメント-エナメル境から根尖までの根管形態を再現したエポキシ樹脂製の透明槓状根管模型ブロックを作製した。根管模型ブロックの拡大形成は、#15 の K ファイル (マニー) を用いて作業長を決定した後、根管形態を視認できないようブロック外周に不透明テープを巻いた状態で、卒後 5 年目の術者 1 名が行った。以下 4 群の拡大形成群に対し、ランダムに各 5 本ずつ作業を行った。

1. K ファイル (#15~40, マニー, KF 群)
2. Self-Adjusting File (φ1.5mm 21mm, ReDent Nova, Israel, SA 群)
3. PROTAPER NEXT (X1 17/04, X2 25/06, Dentsply Maillefer, Switzerland, PN 群)
4. RECIPROC (R25 25/08, VDW, Germany, RE 群)

KF 群は、#15・#20・#25 で拡大形成した後、#30・#35・#40 でステップバック形成を行った。操作法は円周ファイリングを基本とし、湾曲部・狭窄部には選択的に回転操作を行った。SA 群・PN 群・RE 群は左右の C 字末端部からそれぞれファイルを挿入し、メーカー指定の方法で拡大形成を行った。拡大形成中は精製水で頻回に洗浄を行い、#15 の K ファイルを用いて目詰まりの有無を確認した。各ブロックは拡大形成前後にマイクロ CT (ScanXmate-D100SS270, コムスキャンテクノ株式会社) で撮影を行い、画像処理ソフト (TRI/3D-ADJ, ラトックシステムエンジニアリング) を用いて拡大形成前後の画像を重ね合わせた。重ね合わせ画像から、各群の 4 側面方向と、根尖から 3mm・6mm の水平断面における根管壁切削部位を分析した。

【結果とまとめ】

KF 群・SA 群は槓状根管をほぼ均等に切削し、拡大形成前の根管形態に相似した均一な拡大形成が認められた。一方、PN 群・RE 群は近遠心側 C 字末端部から作業長までのファイル挿入部分のみが切削され、ファイル挿入部位にファイルの回転運動による円形の過剰切削部位と未切削部位を生じ、拡大形成は不均一であった。しかし、いずれの拡大形成法も根管壁の未切削部位が存在したことから、臨床においては機械的清掃と化学的清掃の併用が必要であることが示唆された。今後、さらに詳細な検討を進めていく予定である。

RECIPROC® direct を使用した根管拡大の作業時間と荷重および形成域に関する研究

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、

³日本歯科大学新潟病院 総合診療科、⁴日本歯科大学生命歯学部 歯科保存学講座

○清水 公太¹、湊 華絵²、北島 佳代子²、新井 恭子²、横須賀 孝史³、佐藤 友則³、松田 浩一郎³、
山田 理絵²、五十嵐 勝⁴

A study of working times, forces and prepared area on shaping using RECIPROC® direct

¹Advanced Operative Dentistry-Endodontics, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata, Niigata, Japan ²Department of Endodontics, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata, Niigata, Japan ³Comprehensive Dental Care, The Nippon Dental University Niigata Hospital, Niigata, Japan ⁴Department of

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

OKOTA SHIMIZU¹, HANAE MINATO², KAYOKO KITAJIMA², KYOKO ARAI², TAKASHI YOKOSUKA³, TOMONORI SATOH³, KOICHIRO MATSUDA³,
RIE YAMADA², MASARU IGARASHI⁴

【緒言】 Ni-Ti ファイルは、ステンレススチール製のファイルと比較し永久変形が生じにくく、湾曲根管の追従性に優れているが、切削効率や破断抵抗が劣るため、トルクコントロールエンジンに取り付けて使用される。RECIPROC® (VDW) はシングルファイル法で使用される Ni-Ti ファイルで、reciprocating motion という反復運動のできる専用モーターが必要とされている。今回発売された RECIPROC® direct (VDW、以下 RPD) は、歯科用ユニットのマイクロモーターに接続することで reciprocating motion が得られるが、トルクコントロール機能は備わっていない。そこでわれわれは、RECIPROC®と専用モーターあるいは RPD で湾曲根管模型を拡大した時の総拡大時間、拡大時の荷重、根管形態変化について比較検討したので報告する。

【方法】 30度のJ字型湾曲根管模型 (ENDO-TRAINING-BLOC A0177, DENTSPLY Maillefer) を実験に供し、RECIPROC®は2mmのR25 (先端直径/テーパ: #025/.04) を使用した。RPDをポータブルユニットM4 (吉田製作所) 付属のマイクロモーター (ワイドレンジ・マイクロモーター: 100~40,000rpm) に接続し、回転数を15,000rpmに設定して拡大を行い RPD 群とした。また、トルクコントロール機能を備える Ni-Ti ファイルである X-smart™ plus (DENTSPLY Maillefer、以下 XSP) を用い、RECIPROC®のモードに設定して拡大を行い XSP 群とした。術者8名が、各モーターに対して1ブロックずつ拡大し、使用するモーターと術者の順番はランダムとした。拡大前にステンレススチール製手用 K ファイル (2mm, Zipperer) の#10で作業長の確認を行った。荷重簡易試験スタンド (FGS-50X-L、日本電産シンボ) に模型を取り付け、拡大は1回の挿入振幅が2~3mmのペッキングモーションを3~4回行い、根管洗浄し、作業長に達するまで繰り返した。押し込み時と引き抜き時の荷重を最大5,000 gfまで測定可能なデジタルフォースゲージ (FGP-5、日本電産シンボ) を用い、100 ms 間隔で経時的に垂直荷重測定を行い、切削王ソフト (トリエもん USB Ver. 1.02、日本海計測特機) で記録した。荷重が効いている時間の合計から根管洗浄時間を除き総拡大形成時間を算出した。実験終了後、押し込み時と引き抜き時の複数のピーク点の荷重の平均値を求めた。また拡大前後にメチレンブルー水溶液を根管内に注入しデジタル画像撮影を行い、画像処理ソフト (Adobe® Photoshop® Elements® 7.0, Adobe) で重ね合わせ画像を作成し、WinROOF (三谷商事) を用いて拡大後の外湾と内湾の面積を測定した。各結果は Wilcoxon signed-rank test により有意水準5%で統計処理を行った。

【結果】 総拡大形成時間の平均値は、RPD群で31.0秒、XSP群で33.4秒であり、2群間の有意な差は認められなかった。押し込み荷重の平均値は、RPD群で363 gf、XSP群で305 gfであり、RPD群の方が有意に大きかった。引き抜き荷重の平均値は、RPD群で545 gf、XSP群で538 gfであり、有意な差は認められなかった。拡大領域の面積は、外湾部の平均値は RPD 群で1.42 mm²、XSP 群で1.47 mm²となり、有意な差は認められなかった。また内湾部の平均値は RPD 群で1.73 mm²、XSP 群で1.67 mm²となり、有意な差は認められなかった。拡大形成中のファイルの破折、拡大終了後の根管のステップ形成などの偶発事故や、使用後のファイルの変形はなかった。

【考察】 RPD群がXSP群よりも押し込み荷重が大きかったのは、トルクコントロール機能のあるXSPではトルク制限値に達すると警告音を発するため、術者が拡大形成にかける荷重を軽減でき、押し込み荷重に差が出たからだと考えられる。また、重ね合わせ画像から、両群とも内湾・外湾の全域が拡大されていることが分かり、拡大領域の面積に有意な差は認められなかったことから、適切な根管拡大形成ができると考えられる。

【結論】 RPDとXSPを用いて湾曲根管模型を拡大形成した結果、押し込み荷重で有意な差が認められたが、総拡大時間、引き抜き荷重、内湾部の拡大面積、外湾部の拡大面積では有意な差は認められず、RPDを使用しても従来と同等で、術者間での差がない根管拡大形成が可能であることが示された。

HyFlex™ EDMの彎曲根管形成能—ProTaper Gold™との比較—

¹大阪歯科大学 口腔治療学講座

○松尾 望¹、西川 郁夫¹、前田 博史¹

Shaping Ability of HyFlex™ EDM Ni-Ti Rotary Instruments Compared with ProTaper Gold™ in Simulated Curved Canals

¹Department of Endodontics, Osaka Dental University, Osaka, Japan

ONOZOMI MATSUO¹, IKUO NISHIKAWA¹, HIROSHI MAEDA¹

【緒言】

現在、歯内治療においてニッケル・チタン（以下 Ni-Ti と略す）製ファイルシステムが広く臨床使用されており、その根管形成における有効性に関してこれまでに多数の報告がみられる。最近、新たなシングルファイルシステムとして COLTENE 社 HyFlex EDM Ni-Ti 製ロータリーファイルが発売された。この製品は、優れた根管追従性を有し、加熱滅菌することで刃部の形態と強度が回復、さらにプレカーブを付与できる形状記憶性ファイルである。また、Dentsply-Maillefer 社からも新たに ProTaper Gold が発売された。このファイルは従来品と規格・使用手順（マルチファイルシステム）が同様で、柔軟性と根管追従性を向上させたものである。そこで本研究では、この HyFlex EDM と ProTaper Gold を用いて規格彎曲模型根管を形成することにより、各ファイルシステムの根管形成能を比較検討することを目的とする。

【材料および方法】

1. 模型根管

実験には、J型透明レジン製模型根管（Endo-Training-Bloc, Dentsply-Maillefer）を使用した。術前の模型根管に、画像処理時に必要となるランドマークを#5 ラウンドバーで付与し、#10 K-ファイルによって根尖孔の穿通を確認後に実験に使用した。

2. 使用ファイル

本実験で使用する Ni-Ti ファイルと使用順序は以下の通りである。

- HyFlex EDM（以下 HF と略す, COLTENE）
Orifice Opener (25/.12)→Glidepath File (10/.05)→HyFlex CM(20/.04)→One File(25/.08-.04)
- ProTaper Gold（以下 PG と略す, Dentsply-Maillefer）
SX→S1→S2→F1→F2

3. 根管形成方法

本実験で使用するファイルによる根管形成方法は、メーカーの指示を元に形成順序を規定した。作業長は 16 mm に設定して根管形成を行った。ただし、Orifice Opener および SX は作業長の 2/3 までの挿入とした。

根管形成には、X-smart plus (Dentsply-Maillefer) を使用した。HF はメーカー推奨による回転値、トルク値に設定して根管形成を行い、PG は機器内蔵プログラム通りに使用した。

根管には常時精製水を満たしながら形成を行い、ファイル交換毎にキャナルシリンジ（ネオ製薬）を用いて、精製水にて根管洗浄を行った。なお、根管形成は Ni-Ti ファイル使用経験者と未経験者の 2 名によって行った。

4. 根管偏移量の測定方法

模型根管に墨汁を満した状態の根管形成前の根管形態および各ファイルにて根管形成を行った後の根管形態は、CCD カメラ（DXC-108, SONY）を装着した実体顕微鏡（SZH10, Olympus）で観察したものを画像として PC に取り込んだ。次に画像処理ソフト（Photoshop Elements, Adobe）を使用して PC モニター上で根管模型に付与したランドマークを基準に、術前の根管形態画像と根管形成後の根管形態画像とのスーパーインポーズを行うことで比較検討した。さらに、画像処理システム（WinROOF, 三谷商事）を使用して根尖部 0 mm から歯冠側へ 5 mm まで 1 mm 間隔の 6 ポイントにおける形成後の根管壁削除量を内彎部および外彎部で各々測定し、外彎部削除量から内彎部削除量を差引いた値を根管の各測定ポイントにおける偏移量とした。すなわち、外彎部への偏移をプラス偏移、内彎部への偏移をマイナス偏移として処理した。

【結果ならびに考察】

1. PG 群の形成後の根管形態が非常にスムーズであるのに対して、HF 群では根尖部より 1.5~2.0mm の位置にわずかな段差が観察された。これは、One File 刃部先端の形状に起因するものと思われる。

2. Ni-Ti ファイル経験者と未経験者との根管偏移量の比較では、HF 群、PG 群共に差がみられ、術者の習熟度がファイルの根管追従性に影響することが認められた。

3. Ni-Ti ファイル経験者、未経験者に関わらず、HF 群の根管偏移量は PG 群のそれよりも小さく、元の根管形態に追従した形成が行われていた。これは HF の持つ独特の刃部形状と高い柔軟性によるものと考えられる。

ヒト歯髄細胞における KLKB1 による calcineurin を介した炎症反応

¹ 日本大学松戸歯学部 歯内療法学講座

○薬山 朋美¹、神尾 直人¹、岡部 達¹、松島 潔¹

KLKB1 promotes Inflammation in human dental pulp cells via calcineurin

¹Department of Endodontics, Nihon University School of Dentistry at matsudo, Chiba, Japan

○TOMOMI HAYAMA¹, NAOTO KAMIO¹, TATSU OKABE¹, KIYOSHI MATSUSHIMA¹

【研究目的】 これまでに我々はヒト歯髄培養細胞を用いて kallikrein (KLKB1) による PAR (protease activated receptor)-1 の活性化と炎症への関与について検討を行ってきた。KLKB1 は基質を分解し kinin を産生させるだけでなく、PAR-1 を介して細胞内カルシウムイオン濃度 ($[Ca^{2+}]_i$) を上昇させ、cyclooxygenase (COX)-2 mRNA 発現量を促進することにより、歯髄炎を増悪させる因子の1つであることまで明らかにした。しかし、KLKB1 が COX-2 を発現させるまでの細胞内シグナル伝達経路については明らかになっていない。そこで今回、 $[Ca^{2+}]_i$ が上昇することで活性化される酵素の1つであるセリンスレオニンホスファターゼ (calcineurin) に注目し、ヒト歯髄培養細胞を用いて KLKB1 による calcineurin の活性化を介した COX-2 発現について検討した。

【材料および方法】 ヒト歯髄培養細胞は、日本大学松戸歯学部倫理委員会の承認 (承認番号: EC15-009) 事項に基づき、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られた患者の、矯正学的理由によって抜去された健康な歯牙から歯髄組織を無菌的に取り出し、10%牛胎児血清を含む α -MEM を用いて 5~9 代継代し、37°C、5% CO₂ 条件下で培養を行った。ヒト歯髄培養細胞における COX-2 mRNA 発現量の変化を RT-PCR 法、realtimePCR 法、タンパク質発現を western blot 法にて検討した。

【成績】 ヒト歯髄培養細胞において、KLKB1 は COX-2 mRNA 発現量を促進し、その効果は calcineurin 阻害剤である FK506 で抑制された。KLKB1 の添加により COX-2 タンパク質発現も増加したが、FK506 で抑制された。同じセリンプロテアーゼである plasmin、PAR-1 活性化剤である SFLLRN でもほぼ同様の結果が得られた。

【結論】 KLKB1 は PAR-1 を介して COX-2、PGE₂ を産生することで歯髄炎を増悪させる可能性があり、またその細胞内シグナル伝達経路において calcineurin が関与することが示唆された。今後の展望として、calcineurin は活性化することで転写因子である NF-ATc を脱リン酸化し、核内転写因子を形成することが報告されているため、KLKB1 刺激時においても同様の経路を辿り炎症性サイトカイン遺伝子のプロモーター領域を活性化させるのかを検討していく予定である。

歯髄創傷治癒過程におけるマクロファージの集積と myofibroblast 様細胞の分化

¹新潟大学大学院 医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 う蝕学分野

○枝並 直樹¹、吉羽 邦彦¹、吉羽 永子¹、大倉 直人¹、竹内 亮祐¹、遠間 愛子¹、野杵 由一郎¹

Accumulation of Macrophages and Differentiation of Myofibroblast-like cells during Pulp Wound Healing

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

○NAOKI EDANAMI¹, KUNIHICO YOSHIBA¹, NAGAKO YOSHIBA¹, NAOTO OHKURA¹, RYOSUKE TAKEUCHI¹, AIKO TOHMA¹, YUICHIRO NOIRI¹

【緒言】 α -smooth muscle actin (α -SMA)の発現を特徴とする myofibroblast は、組織傷害時に一過性に出現し、活発に細胞外基質を産生することで、肉芽組織のリモデリングを行うことが知られている。myofibroblast は、transforming growth factor- β 1 (TGF- β 1)の作用を受けて分化するが、組織傷害時における TGF- β 1 発現の亢進には、創傷部に集積したマクロファージが重要な役割を果たしていると考えられる。我々は、断髄処置後の歯髄治癒過程においても、 α -SMA 陽性の myofibroblast 様細胞が一過性に創傷部に集積することを報告した¹⁾。しかしながら、歯髄 myofibroblast 様細胞の分化機序については、いまだ多くが不明である。そこで本研究では、歯髄治癒過程における myofibroblast 様細胞の分化と、TGF- β 1 の発現、ならびにマクロファージ浸潤との関連性について *in vitro*, *in vivo* の両面から検索した。

【方法】本研究は新潟大学動物実験倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号 27 新大研第 79 号 1, SA00065)。実験 1. 歯髄細胞への TGF- β 1 刺激による α -SMA mRNA の発現変化 5 週齢 Wistar 系ラットの臼歯から摘出した歯髄細胞を、10%FBS 添加 DMEM 培地にて 3-4 代まで継代培養し、実験に用いた。培養液にリコンビナント TGF- β 1、あるいは TGF- β 受容体阻害剤 (SB431542) を添加し、5 日間の培養を行った後、リアルタイム PCR を用いて α -SMA mRNA 発現を解析した。実験 2. 断髄処置後のラット臼歯歯髄におけるマクロファージと myofibroblast 様細胞の動態検索 8 週齢 Wistar 系ラットの上顎第一臼歯咬合面を直径 0.8mm のカーバイドバーにて切削し、ケイ酸カルシウム系セメント (ProRoot MTA; Dentsply Tulsa Dental) を用いて断髄処置を行った。その後、窩洞はコンポジットレジン (ビューティフィロフロー; 松風) にて封鎖した。1-14 日後に抜去した上顎第一臼歯を用いて、断髄後の歯髄における TGF- β 1, α -SMA mRNA 発現を、リアルタイム PCR により解析した。また、免疫組織化学的解析のため、1-14 日後に動物を還流固定し、凍結切片を作成した。次いで、抗 α -SMA 抗体、または抗 CD68, CD163 (マクロファージマーカー) 抗体を用いて免疫染色を行い、その局在を観察するとともに、CD68, CD163 に関して、単位面積当たりの陽性細胞数を計測した。

【結果】実験 1. 歯髄細胞培養において、TGF- β 1 による刺激は、有意に α -SMA mRNA 発現を亢進させた。一方、TGF- β 受容体阻害剤は、TGF- β 1 刺激による α -SMA mRNA 発現の亢進を抑制した。実験 2. 未処置歯髄および断髄処置 1 日後の歯髄では、免疫染色による α -SMA 陽性反応は、血管に沿ってのみ観察されたが、処置 3 日後では、紡錘形の α -SMA 陽性細胞である myofibroblast 様細胞が pulp core に散在して観察された。さらに処置 5 日後では、これらの紡錘形 α -SMA 陽性細胞は露髄部直下に集積して観察された。14 日後になると修復象牙質の形成が観察され、 α -SMA 陽性細胞は、再び血管周囲のみに観察されるようになった。CD68, CD163 陽性のマクロファージは、処置 3 日後まで細胞数が増加し、その後、処置 14 日後までに未処置歯髄と同等まで減少した。TGF- β 1, α -SMA mRNA 発現は、断髄処置後に有意に増加したが、その後、処置 14 日後までに未処置歯髄と同等まで減少した。

【考察】培養歯髄細胞への TGF- β 1 刺激は、 α -SMA mRNA 発現を亢進させた。また断髄処置後の歯髄では、TGF- β 1 mRNA 発現の亢進と共に、 α -SMA mRNA 発現が亢進し、 α -SMA 陽性 myofibroblast 様細胞が観察された。これらのことから、歯髄創傷治癒においても、TGF- β 1 が myofibroblast 様細胞の分化を誘導していることが示唆された。一方、断髄処置後には、マクロファージの増加が観察され、マクロファージが TGF- β 1 の産生細胞として、myofibroblast 様細胞の分化に関与している可能性が考えられた。今後は、歯髄創傷治癒におけるマクロファージの TGF- β 1 産生能に関して、さらなる検討が必要である。

【結論】培養歯髄細胞への TGF- β 1 刺激は、 α -SMA mRNA 発現を亢進させた。また、断髄処置後の歯髄創傷治癒過程において、マクロファージの浸潤と TGF- β 1 mRNA 発現の亢進が起こると共に、 α -SMA 陽性 myofibroblast 様細胞の創傷部への集積が観察された。

【参考文献】1) Edanami N et al. Characterization of Dental Pulp Myofibroblasts in Rat Molars after Pulpotomy. J Endod. 43(7):1116-1121, 2017

Er:YAG レーザーを利用した根管洗浄：離れた位置における清掃効果

¹東京医科歯科大学 (TMDU) 大学院医歯学総合研究科 医歯学系専攻 口腔機能再構築学講座 歯髄生物学分野

○星原 康宏¹、渡辺 聡¹、高野 晃¹、本郷 智之¹、八尾 香奈子¹、井手 彩集¹、佐竹 和久¹、興地 隆史¹

Er:YAG Laser-activated Root Canal Irrigation: Cleaning Efficacy in Regions Apart from the Laser Tip

¹Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU)

○YASUHIRO HOSHIHARA¹, Satoshi Watanabe¹, Akira Kouno¹, Tomoyuki Hongo¹, Kanako Yao¹, Ayai Ide¹, Kazuhisa Satake¹, Takashi Okiji¹

【目的】根管洗浄は歯内療法重要なステップの一つである。通常はシリンジを使用する根管洗浄(syringe irrigation, 以下「SI」)や超音波洗浄 (passive ultrasonic irrigation, 以下「PUI」) が用いられている。一方、演者らは Er:YAG レーザーを用いた根管洗浄(laser-activated irrigation, 以下 LAI)の有効性や安全性を検討しており、LAI で生じる根尖孔外への圧力や洗浄液の溢出量はチップ設定位置を根尖から離して低出力にて照射することで SI と同等あるいは有意に低いことをすでに報告している (Yao et al. Photomed Laser Surg 2017; 印刷中)。本研究では低出力 LAI がチップ先端から離れた位置で及ぼす清掃効果を評価することを目的とし、水酸化カルシウム材除去効果を清掃指標として三次元的に解析した。

【材料および方法】 模型底部から 6 mm の位置に側枝を有する J タイプ規格根管模型 (THERMAFIL TRAINING BLOC, Dentsply Maillefer) を模擬根管 (n=24) として用いた。この側枝部および根尖部 2 mm の位置に水酸化カルシウム材 (カルシペックス, 日本歯科薬品) を注入し、湿度 100%, 37 °C の恒温槽で保管した。その後、試料を無作為に 3 群 (n=8) に分け、以下の 3 種類の洗浄を行った。1) LAI 群: Er:YAG レーザー装置 (Erwin AdvErL, モリタ製作所) および付属チップ (R200T, 同) を使用し、模擬根管内に満たした蒸留水に対して 30 mJ, 10 pps の出力条件で作用させた。2) PUI 群: 超音波装置 (ENAC SE10, オサダ) を用い、超音波チップ (SC4, 同) 設定値 3 の条件で作用させた。3) SI 群: 27G 洗浄針およびシリンジ (ニプロプラント針, ニプロシリンジ, ニプロ) を用い 3 ml の蒸留水で洗浄した。なお、各群とも根管模型の底部から 9 mm 手前にチップまたは洗浄針の先端を設置し、各 20 秒×3 回、計 60 秒間作用させたのち、20 秒ごとに 27G 洗浄針およびシリンジを用いて蒸留水で洗浄した。また、模擬根管内の蒸気泡の発生挙動をハイスピードカメラ (VW-9000, キーエンス) で観察した。実験前後の水酸化カルシウム材の体積量を micro CT (inspeXio, SMX-100CT, 島津製作所) および解析ソフト (TRI/3D-BON, ラトックシステムエンジニアリング) を用いて解析し、水酸化カルシウム材の除去率を評価した。統計学的解析には一元配置分散分析および Tukey-Kramer 検定を用い、有意水準を 5% とした。

【結果】 根管模型側枝部および根尖部ともに、LAI 群の水酸化カルシウム材の除去率は、他群に比べ有意に高く ($p < 0.05$)、SI 群の水酸化カルシウム材の除去率は他の群に比べ有意に低かった ($p < 0.05$)。ハイスピードカメラ観察では、LAI 群の蒸気泡の発生範囲はチップ先端から遠位部においても観察された。

【考察】 今回の実験条件では、LAI はチップ先端から離れた位置に存在する側枝および湾曲根管の根尖部に対し、PUI および SI よりも優れた水酸化カルシウム材除去効果を示すことが判明した。LAI, PUI とも根管内にキャビテーション、高速の水流、蒸気泡および衝撃波を発生させるとされており、LAI ではこれらの作用が離れた位置まで及びやすいことを示唆するものである。湾曲部やレッジ等が生じた位置を超えて超音波チップや洗浄針を挿入することは臨床的に困難であるものの、LAI 低出力照射においては同部を超えた位置あるいは側枝部の清掃効果を示すことが推察される。

【結論】 低出力 LAI はチップ先端から離れた位置において、PUI および SI より高い清掃効果を示すことが示唆された。

Photodynamic therapy (PDT)およびBlue light laser 照射による E faecalis への殺菌効果に対する評価

¹奥羽大学歯学部歯科保存学講座保存修復学分野、²奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野

○山田 嘉重¹、木村 裕一²、菊井 徹哉¹

Evaluation of the sterilizing effect on Enterococcus faecalis by photodynamic therapy (PDT) and Blue light laser therapy

¹Division of Operative Dentistry, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry, Fukushima, Japan ²Division of Endodontics, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry, Fukushima, Japan

○YOSHISHIGE YAMADA¹, YUICHI KIMURA², TETUYA KIKUI¹

【目的】根管治療の良好な予後を得るためには根管拡大と根管洗浄が大切である。現在最も効果的な殺菌作用を有する根管洗浄液として5-10%次亜塩素酸ナトリウム洗浄液が広く根管治療に使用されている。次亜塩素酸ナトリウムは自身の持つ強い殺菌作用により効果的な根管内殺菌を行うことができる反面、同時に根尖孔外への漏出による周囲組織に重篤な障害を引き起こす危険性も有している。そのため次亜塩素酸ナトリウムと近似した殺菌作用を持ち、生体組織に安全な根管内殺菌法が望まれている。これまでに高出力レーザーを用いた根管内殺菌法などが検討されている。近年メチレンブルーを主体とする染色剤と、その補色となる波長域の光との共作用からなる光線力学療法 (photodynamic therapy : PDT) による根管治療への応用が検討されている。また青色光レーザー (Blue light laser) による細菌の殺菌作用が皮膚科領域等ですでに臨床応用がなされており、歯科治療への応用も検討されている。本研究ではこれら光線力学療法や青色光レーザーによる殺菌法が難治性根尖性歯周炎の病因菌と考えられている E faecalis に対してどの程度殺菌効果を有するのかを再評価した。

【材料および方法】本研究では光線力学療法 (PDT) を行うために660 nm 低出力半導体レーザーを使用した。またBlue light laser として480nm のアルゴンレーザーを用いた。両方のレーザー共に220mW の照射出力で細菌に作用させた。照射対象となる細菌は 2.6×10^7 CFU の E faecalis の菌叢とした。またポジティブコントロールとして5%次亜塩素酸ナトリウム洗浄液を使用した。細菌に対して、1分間、5分間、10分間それぞれの殺菌法を作用させた後、すべての試料は寒天培地を用いて1週間嫌気性培養した。嫌気培養終了後、細菌増殖の抑制効果をそれぞれ比較検討した。

【成績】E faecalis はPDT 反応5分間で全ての細菌が死滅することが確認された。5%次亜塩素酸ナトリウム洗浄液は1分間の作用ですべて細菌が殺菌された。一方Blue light laser 照射の場合は、10分間の照射においてもほとんど殺菌効果は認められなかった。

【考察および結論】これまで報告されているようにPDT の作用により E faecalis の細菌叢は影響を受けることが確認された。その殺菌効果は5%次亜塩素酸ナトリウム洗浄液を凌ぐ効果ではなかったが、臨床応用に対しては有効と思われる。一方Blue light laser 照射では、ほとんど殺菌効果は認められなかった。これまでにBlue light laser 照射で E faecalis の殺菌効果を示す報告が幾つかなされており、それらとは異なる結果となった。現時点では結果の相違の理由は不明であるが、照射条件の違いが結果に大きく影響を与えてしまう可能性が示唆された。Blue light laser 使用による殺菌効果に対しては今後レーザー照射方向、出力、照射時間などの検討を続けていき、殺菌効果の可否をさらに検討していく予定である。またPDT による殺菌効果に対しても、確実に殺菌が遂行される厳密なPDT 照射条件の選定や殺菌効果を有する許容細菌密度の同定などの詳細の検討も必要であると考えられる。

高脂肪飼育したラットに実験的根尖性歯周炎を起こさせた際の変化

¹東京歯科大学 歯内療法学講座、²東京歯科大学 保存修復学講座

○田宮 資己¹、半場 秀典²、村松 敬²、古澤 成博¹

Change of experimental periapical lesion in high fat dietary rats

¹Department of Endodontics, Tokyo Dental College ²Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology,
Tokyo Dental College

○YOSHIKI TAMIYA¹, HIDENORI HAMBA², TAKASHI MURAMATSU², MASAHIRO FURUSAWA¹

【目的】

高脂肪、糖尿病、高血圧などの生活習慣病は様々な疾患との相互関係があるとされている。中でも、糖尿病患者は歯周病の罹患率が高く重篤になりやすいことが報告されており、高脂肪（脂質異常症）でも動脈硬化や狭心症のリスクを高めることが示唆されている。近年、高脂肪飼料で飼育されたマウスでは *P. gingivalis* による炎症性サイトカインの産生が亢進すると言われているが、根尖性歯周炎の病態にどのような影響を及ぼすかを調べた研究は少ない。本研究では高脂肪飼料にて飼育したラット臼歯を露髄させ、実験的に根尖性歯周炎を惹起させ、 μ CT、病理組織学的に評価し、高脂肪下で飼育された場合の根尖性歯周炎の病態を比較、検討することを目的とした。

【方法】

実験には6週齢、150g前後のWistar系ラット(各群n=3)を用いた。ラットを通常飼料(MF、オリエンタル酵母)と高脂肪飼料(HDF-60、オリエンタル酵母)の2群で2週間飼育し、2週飼育後、麻酔下[ペントバルビタールナトリウム(0.1mL/100g)]にて上顎左側第一臼歯(M1)を咬合面から直径1mmのラウンドバーを用いて露髄させた。露髄後開放の状態を保ち露髄後2、4、6週で μ CT(90kV、100 μ A)にてラット上顎骨を撮影し露髄させたM1の根尖病変の根尖孔中央より根管に平行に骨までの距離を骨形態計測ソフト(TRI/3D-BON、RATOC)にて計測し評価した。6週例では μ CT撮影後に4%パラホルムアルデヒド溶液で大動脈より灌流固定し、上顎骨を採取、10%EDTAにて4週間脱灰、通法にしたがいパラフィン切片を作製しH-E染色を行い光学顕微鏡で観察した。統計学的検討はMann-Whitney U-test ($p < 0.05$)で行った。

【結果・考察】

根尖病変の大きさを計測した結果、通常飼料群では露髄後2週 $510.9 \pm 112.7 \mu\text{m}$ 、4週 $828.1 \pm 99.6 \mu\text{m}$ 、6週で $931.6 \pm 140.8 \mu\text{m}$ (各n=3, 平均 \pm SD)、高脂肪飼料群では2週 $512.6 \pm 101.4 \mu\text{m}$ 、4週 $737.4 \pm 85.6 \mu\text{m}$ 、6週 $947.3 \pm 185.9 \mu\text{m}$ (各n=3, 平均 \pm SD)となり、根尖病変の大きさには有意な差はみられなかった。病理組織学的にはいずれの群も根尖部に歯根膜細胞の増生、リンパ球や形質細胞を主体とする炎症性細胞浸潤がみられたが、通常飼料群では根尖周囲にセメント質の著明な肥厚が見られた。また、高脂肪飼料群では根尖孔周囲に好中球が限局性に集簇する膿瘍形成がみられ、炎症性細胞も通常飼料群より多く見られた。以上の結果から、高脂肪飼料下では根尖病変の大きさには差がないものの炎症の程度に違いがある可能性が考えられた。今後、根尖病変における炎症性サイトカインの発現状況、高脂肪飼料の脂肪率を変えた際の変化について検討を行う予定である。

血清中への浸漬がポリスチレン添加ユージノール濃度低減酸化亜鉛ユージノールセメント(PS-OSP)の物性に
及ぼす影響について

¹日本歯科大学 生命歯学部 歯科保存学講座、²日本歯科大学
○前田 宗宏¹、橋本 修一²、五十嵐 勝¹

Physical properties of the zinc oxide low concentration eugenol mixture with polystyrene immersed in serum

¹Department of Endodontics, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo ²The Nippon Dental University
OMUNEHIRO MAEDA¹, SHUICHI HASHIMOTO², MASARU IGARASHI¹

【目的】

第 146 回の本学会において、酸化亜鉛ユージノールセメントの液成分であるユージノールに脂肪酸などを加えることでユージノール濃度を低減させ、水酸化カルシウムを添加した試作酸化亜鉛ユージノールセメント(OSP セメント)の物性向上を目的にポリスチレン(PS)をOSP セメントに添加したポリスチレン添加OSP セメント(PS-OSP)について報告した。今回は、ラットから採取した血清中にPS-OSP を浸漬した際の物性変化について検討した。なお、本研究は日本歯科大学生命歯学部動物実験委員会の承認を得て行った。

【方法】

1. 血清の採取

7 週齢の Wister 系雄性ラット 2 匹に腹腔内麻酔(ペントバルビタールナトリウム 45 mg/kg)を行い、奏効後に頸動脈から血液を採取した。遠心管内の血液を 3000rpm, 30 分間遠心分離して血清 8 ml を得た。2. ポリスチレン添加OSP セメント(PS-OSP)の組成および練和

試作粉末(和光純薬)の全量は1.008gとした。酸化亜鉛 0.45 g, ロジン 0.2 g, 水酸化カルシウム 0.2 g, 硫酸バリウム 0.15 g, 酢酸亜鉛 0.008 g をオレイン酸 0.06563 ml, イソステアリン酸 0.06563 ml, プロピレングリコール 0.13125 ml の混液でペースト状とし、さらにユージノール0.07 ml にポリスチレン 0.0175 g を添加したPS-ユージノール混液と練和した(粉液比 3.08)。3. セメントの物性試験

1) 辺縁封鎖性試験

内面を粗造にした内径5mm、長さ40mmのガラス管に練和直後の練和物を20mmの長さまで填塞した。室温で30分間放置後、ラット血清中にガラス管の先端5mmが漬かるように懸垂し100%湿度、37°Cの恒温恒湿器内で24時間静置した。血清から試料を取り出した後、1%メチレンブルー水溶液(MB)中に浸漬し100%湿度、37°Cで24時間保持した。蒸留水で管の外表面を洗浄してから、ガラス管内方への色素浸透距離をノギスで計測した。各条件につき3試料ずつ行った。コントロールは、生理食塩液中に24時間浸漬した後にMBに24時間浸漬したPS-OSPとした。2) 硬化度の測定

内面を粗造にした内径8mm、長さ5mmのガラス管をガラス板上に置き、各セメントを填塞した。室温で30分間放置後、ラット血清中に試料を浸漬し、恒温恒湿器(37°C、100%湿度)内で24時間保持後に測定用試料とした。先端径1mm、長さ100mmの測定針を装着したテクスチャーアナライザ(EZ Test:島津製作所)の試料台上に試料の上面が測定針に接触するように固定後、1mm/secの速度で測定針が試料に進入する際の荷重変化を専用データ処理ソフト(TRAPEZIUM、島津製作所)で記録した。各条件につき4試料ずつ行った。コントロールとして、蒸留水中に浸漬したPS-OSPセメントを用いた。

【成績】

1. 血清および生理食塩液に浸漬したいずれのPS-OSPにも色素の侵入は認められなかった。
2. 血清に浸漬したPS-OSPの硬度は蒸留水中で硬化させた群とほぼ同様の硬化度を示した。

【結論】

血清および蒸留水への係留は、恒温恒湿器内で硬化させたPS-OSPの硬化度に比べ約20%上昇したものの、周辺環境の変化に対して大きく影響を受けないことが明らかとなった。OSPセメントにPSを添加することで、OSPに比べて血清中における辺縁封鎖性が向上した。

アルカリ環境下でのヒトセメント芽細胞の反応

¹東京歯科大学 保存修復学講座、²東京歯科大学 歯内療法学講座

○石塚 久子¹、三友 啓介¹、古澤 成博²、村松 敬¹

Response of human cementoblast under alkaline condition in vitro

¹Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College, Tokyo, Japan ²Department of Endodontics, Tokyo Dental College, Tokyo, Japan

○HISAKO ISHIZUKA¹, KEISUKE MITOMO¹, MASAHIRO FURUSAWA², TAKASHI MURAMATSU¹

【目的】日常歯科臨床において根管側壁穿孔 (perforation) はしばしば遭遇する歯内療法領域の偶発症である。根管治療の際に生じる根管側壁穿孔に対し、修復材として MTA (mineral trioxide aggregate) が利用されている。MTA は高い封鎖性や硬組織形成の促進などの特徴がある。動物を用いた穿孔部修復実験では MTA を応用した際にセメント質の形成がみられることが報告されている。これは材料自体がアルカリ性になっていることによるものと考えられているが、アルカリ環境がセメント芽細胞に及ぼす影響については明らかになっていない。そこで本研究ではヒトセメント芽細胞由来細胞 (以下、HCEM) をアルカリ環境で培養した際の細胞増殖能、アルカリ刺激受容体の変化、硬組織形成能の変化を検索することとした。

【方法】実験にはヒトセメント芽細胞由来細胞 (以下、HCEM : 広島大学大学院高田隆教授より供与) を用いた。HCEM を 1×10^5 個/mL の割合で播種し、通常の培養液 (α -MEM, ThermoFisher 社, 10% FBS・100 U/mL 抗生物質) で培養した。その後、上記の培養液に 10mM β -グリセロリン酸, 50 μ g/mL アスコルビン酸, 10 nM デキサメタゾン を添加した硬組織形成細胞分化培地を 1M NaOH で pH を 7.8, 8.0, 8.2, 8.4, 8.6 に調整した培地に交換して刺激した。培養液の pH の経時的な変化と細胞増殖の関係を観察するためにインキュベーター内の CO₂ を入れずに大気と同じ状態のものと通常の 5% CO₂ のものとの比較した。細胞増殖の検討のためには培養液に WST-1 試薬 (TaKaRa 社) を添加し、1 時間後にマイクロプレートリーダー (Molecular Devices 社) を用いて波長 450nm で測定した。硬組織形成能の検討のため ABI 7500 Fast システムと TaqMan Probe を用いた定量的リアルタイム PCR (qRT-PCR) 法にて硬組織形成関連遺伝子の発現量を比較した。石灰化の度合いを検討するためには 4 週後にアリザリンレッド染色を行った。またアルカリ刺激受容体である TRPA1 の関与を検討するためには TRPA1 アンタゴニストである HC030031 を添加して、増殖能、硬組織形成能を検討した。

【成績】CO₂ の有無が増殖能に及ぼす影響を検討したところ、いずれの pH においても CO₂ を入れない環境の方が高い増殖能を示したが、pH 依存性の細胞増殖の亢進はみられなかった。qRT-PCR では刺激後 7 日で *Wnt5a*, *ALP*, *OPN* の発現量が約 1.5 倍高くなっていた。また発現量のピークは pH 8.0, 8.2 でみられる傾向が確認された。アリザリンレッド染色の結果、アルカリ刺激群では早期に赤色に染色され、早期の硬組織形成がみられた。アルカリ受容体である TRPA1 の関与を検討するためにアンタゴニストである HC030031 を添加して検討したところ、HC030031 添加群では細胞増殖に変化はみられなかったものの、石灰化の抑制が認められた。

【結論】本研究の結果からは、アルカリ刺激は HCEM の細胞増殖を亢進させ、TRPA1 を介して硬組織形成を亢進させると考えられた。

根管内視鏡と市販の口腔内カメラとの融合による微細構造観察システムの開発

¹九州歯科大学 口腔保存治療学分野、²北九州市立大学 国際環境工学部 情報メディア工学科、³九州大学 味覚・嗅覚センサ研究開発センター、⁴早稲田大学大学院 情報生産システム研究科
○藤元 政考¹、吉居 慎二¹、奥田 正浩²、池沢 聡³、植田 敏嗣⁴、北村 知昭¹

Development of microstructure observation system with the combination of root canal endoscopy and commercially available intraoral camera

¹Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Kyushu Dental University ²Faculty of Environmental Engineering, The University of Kitakyushu ³Research and Development Center for Taste and Odor Sensing, Kyushu University ⁴Graduate School of Information, Production and Systems, Waseda University

○MASATAKA FUJIMOTO¹, SHINJI YOSHII¹, MASAHIRO OKUDA², SATOSHI IKEZAWA³, TOSHITSUGU UEDA⁴, CHIAKI KITAMURA¹

【研究目的】 歯科用顕微鏡やコーンビームCTの登場によって歯内療法における診断・治療の精度は大きく向上しているが、根管深部に存在する破折や側枝といった微細構造の確実な検出は未だ困難である。現在、根管内微細構造の観察に有用と考えられる歯科用内視鏡も複数あるが、コストや消毒・滅菌などの問題で広く普及するに至っていない。既存の歯科用内視鏡が抱える問題点の克服を目的として、これまでに我々は新規根管観察用内視鏡の設計と開発について報告してきた (Yoshii et al., S2IS, 2013; Fujimoto et al., IEEE Sensors J, 2016)。また、日常臨床に導入しやすい根管内観察システムへの展開を目的として、既に市販され臨床応用されている口腔内カメラと根管内視鏡プローブとを融合させたプロトタイプを報告してきた (吉居ら, 第141回日本歯科保存学会秋季学術大会)。今回、本プロトタイプの精度向上を目的として、口腔内カメラと内視鏡プローブとの接続方法やシステム構成について改良を行い、その性能について定量的評価を行った。

【材料と方法】 口腔内カメラは市販されている SOPRO Care (ACTEON 社) を用いた。根管内視鏡プローブはイメージファイバ、屈折率分布型レンズ、光ファイバから構成され、作動距離 (焦点の合う距離) が 0.32-0.33 mm の試作内視鏡プローブを用いた。口腔内カメラと試作内視鏡プローブを、三軸芯出しレンズホルダーに固定した光学顕微鏡用の対物レンズを介在させて接続し、口腔内カメラと試作内視鏡プローブから成る微細構造観察システムを構築した。作製した微細構造観察システムを用いて、10, 20, 50, 100 μm のライン・スペースが描記されているレゾリューションチャートの観察を行い、SOPRO Care に付属するソフトウェア SOPRO Imaging を用いて画像取得した。取得画像のフォーマットを JPEG 形式に変換し、演算ソフトウェアの MAT LAB にて Visibility と呼ばれる客観指標で解像度を定量的評価した。比較対象としては市販の工業用内視鏡を用いた。さらに SOPRO Imaging のビデオキャプチャ機能を用い動画観察の可能性についても評価を行った。

【結果】 試作システムで取得した画像は 10, 20, 50, 100 μm のライン・スペースが全て観察可能であった。取得画像を用いて Visibility を解析した結果、ライン・スペースの幅が大きくなるごとに Visibility は増加し、市販の内視鏡と比較しても高い値を示した。また本研究室がこれまでに試作した根管用内視鏡単独で取得した画像と比較してもほぼ同等の値となった。ビデオキャプチャ実験では 29 fps の動画撮影が可能であり、動画上でも 10 から 100 μm のライン・スペースの観察が可能であった。

【考察】 本実験で構築した微細構造観察システムによる基礎研究では、10 μm の最小解像力で画像観察だけでなくビデオキャプチャも可能であった。以上の結果は、市販の口腔内カメラと根管内視鏡プローブとの適切な組み合わせが根管深部の微細構造を観察する上で有用であることを示唆している。一方、実際の臨床で根管内を観察する際には内視鏡システムの作動距離をより長くする必要がある。今後、ハードウェアの面から根管観察に最適な作動距離と必要な解像力の両立可能なプローブの性能を検討し更なる改良に取り組むとともに、ソフトウェアの面から取得画像の画像処理に関する改善も行う予定である。

【結論】 口腔内カメラと根管観察用内視鏡プローブを接続することで試作した微細構造観察システムのプロトタイプは、これまでの内視鏡と比較しても遜色のない解像力を示した。本研究の一部は戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE, 平成 29 年度第 3620 号) の補助の下に行われた。

化学清掃剤による根管形成時の切削応力軽減効果—電流値および可視化による評価—

¹ 神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 口腔総合医療学講座 歯髄生物学分野

○鈴木 二郎¹、藤巻 龍治¹、石井 信之¹

Reduction effect of root canal preparation stress by using chemical cleaning material
—Evaluation by a current value and the visualization—

¹Department of Oral Interdisciplinary Medicine Division of Pulp Biology Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University, Yokosuka, Japan

○JIRO SUZUKI¹, RYUJI FUJIMAKI¹, NOBUYUKI TANI-ISHII¹

【研究目的】 グライドパス形成時に用いた化学清掃剤(EDTA 製剤)は、対照群(蒸留水)と比較して切削時応力に有意差を与えないことを第 146 回学会にて報告した。そこで今回は、根管形成時の化学清掃剤併用による切削応力軽減効果を、同様の方法にて検証することを目的とした。

【材料および方法】 供試根管模型は、35 本のプラスチック製湾曲根管模型 (Dentsply Sirona) を根管内に満たされた各種に応じて以下の 7 群に分け、1 精製水 2Glyde (Dentsply Sirona) 3RC-Prep (白水貿易) および粘稠性の異なる Type4 (低粘稠性) ~7 (高粘稠性) 型の試作 EDTA ジェル (日本歯科薬品) Protaper Next (X1, X2 Dentsply Sirona) または Endo Wave (#20, 25 モリタ) をデンタポート (モリタ) に装着、メーカー指示に従い、各々の模型群に駆動させ下記実験に供試した。

実験 1: 根管拡大形成時の切削応力に対応するモーター電流値測定プラスチック製湾曲根管模型を術者が視認できない状態で #10K ファイル (マニー) にて作業長を決定、Protaper Next 切削群は Proglider (Dentsply Sirona), Endowave 切削群は MGP #15 (モリタ) にてグライドパス後、精製水 1ml にて根管洗浄および乾燥後、各種 EDTA ジェルを併用した根管拡大を行い、Apex より -5mm, -3mm, -1mm および Apex でのモーター電流値をデータロガー (midi LOGGER GL820, GRAPHTEC) にて測定した。

実験 2: 根管拡大形成時応力の可視化実験 1 と同様の条件で根管拡大形成を行い、プラスチック製根管模型の応力陰影を偏向歪検査装置 (MRV330) にて撮影した。なお統計学的解析については、Non-repeated measures ANOVA および Bonferroni 法による多重比較を行った。

【結果】 実験 1・Protaper 群の X1 ファイルを用いた根管形成では、いずれの補助材を用いても Apex-1mm, X2 ファイルでは Apex にてモーター電流値の上昇、すなわち切削応力上昇傾向を認めた。・試作 EDTA Type5 (中粘稠性) 群では Apex-1mm で、試作 EDTA Type7 (高粘稠性) 群では Apex において切削応力軽減効果が認められた。・Endowave 群 #20 では全測定部位での電流値上昇を認めなかったが、#25 では Apex-1mm および Apex にて軽微な上昇傾向が認められた。実験 2・精製水での根管形成では、一部不均一な応力陰影を認めたのに対し、根管形成補助材使用群では、根管湾曲部内側および外側でほぼ均等な陰影が認められた。

【考察および結論】 根管形成時に EDTA 系補助材を併用することで、スマヤー層除去効果が期待されるとともに、本研究より強湾曲部での切削応力軽減効果、内湾側および外湾側でのほぼ均等な切削効果が示唆された。しかし根管湾曲度や File 形状等により最適な粘稠性が異なることが判明した。

新規透明ジェル EDTA 系化学的清掃剤の検証—スミヤー層除去と潤滑効果の評価—

¹神奈川歯科大学大学院歯学研究科 口腔統合医療学講座 歯髄生物学分野

○藤巻 龍治¹、鈴木 二郎¹、石井 信之¹

Trial Clear Gel EDTA Chemical Cleaning Agent-Removal of Smear Layer and Evaluation of Lubrication Effect-

¹Department of Oral Interdisciplinary Medicine Division of Pulp Biology Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University, Yokosuka, Japan

ORYUJII FUJIMAKI¹, JIRO SUZUKI¹, NOBUYUKI TANI-ISHII¹

【研究目的】 根管壁表面に生じるスミヤー層は、根管洗浄液の浸透を阻害するとともに、根管充填物の封鎖性を低下させることが明らかとされており、EDTA 製剤による化学的清掃剤で除去する必要がある。本研究は、根管孔視認性の良い新規透明ジェル EDTA 系の化学的清掃剤 (試作 17%EDTA ジェル PENTRON JAPAN) の根管象牙質表面スミヤー層除去と潤滑効果を評価し解析することを目的とする。

【材料および方法】 実験 1. 根管象牙質表面におけるスミヤー層除去効果の電頭的評価ヒト単根抜去歯 (倫理審査委員会承認番号 326) の歯冠切除後、垂直方向に切断し、断面が上面となるように包埋した。耐水研磨紙を用いて表面が平面となるまで研磨を行い、象牙質表面にスミヤー層を実験的に付与した。試料象牙質面に試策 17%EDTA ジェルおよび 17%EDTA リキッド を 1 分間作用させた。試験片に白金蒸着を施し、走査型電子顕微鏡 (SS-550, 島津製作所) にて観察を行い Hulsman らの方法 1) に従いスミヤー層の除去効果を解析した。1) Hulsman et al. : J Endod. 23(5): 301-306, 1997. 実験 2. 根管形成時の切削応力に対する電流値測定プラスチック製湾曲根管模型 (Dentsply Sirona) 40 本を 4 群に分け、各群 Protaper Next (X1, X2 Dentsply Sirona) または Endo Wave (#20, 25 モリタ) をデンタポート (モリタ) に装着し、術者が視認できない状態で #10 K ファイル (マニー) にて作業長を決定、精製水 1ml にて根管洗浄および乾燥後、各種 EDTA 系化学的清掃剤 (17%EDTA ジェル, Glyde (Dentsply Sirona), RC-Prep (白水貿易)) を併用した根管拡大形成を行い、Apex から -5mm, -3mm, -1mm および Apex 位置でのモーター電流値を、データロガー (midi LOGGER GL820, GRAPHTEC) にて測定した。なお、対照には精製水を用いた。

【結果】 実験 1. 根管口部、根管中央および根尖部において、各製材ともにスミヤー層は除去され象牙細管の開口が確認された。実験 2. Protaper Next 群では根尖部方向に進むにつれて、電流値の上昇が認められ、Protaper Next X2 File の Apex-1mm の測定部位において各種 EDTA 系化学的清掃剤使用群では精製水に比べて電流値軽減傾向が確認できた。

【考察および結論】 試作 17%EDTA ジェルは、作業時間 1 分で各測定部位でのスミヤー層除去効果が確認できた。また、試作 17%EDTA ジェルは透明性に優れることにより操作視野の妨げが軽減しより安全な根管治療を行うことが可能になるとと思われる。

試作コンデンサーを用いた糊剤根管充填の填塞率と物性試験

¹ 日本大学 歯学部 歯内療法科、² 日本大学歯学部総合歯学研究所高度先端医療研究部門、³ 日本大学歯学部歯科理工学講座、
⁴ 日本大学歯学部総合歯学研究所生体工学研究部門

○平 亜希子¹、武市 収^{1,2}、清水 康平^{1,2}、勝呂 尚^{1,2}、米山 隆之^{3,4}、小木曾 文内^{1,2}

Filling rate and physical properties of a resin-based root canal sealer using trial condensers

¹Department of Endodontics, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ²Division of Advanced Dental Treatment, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ³Department of Dental Materials, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ⁴Division of Biomaterials Science, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan

○AKIKO HIRA¹, Osamu Takeichi^{1,2}, Kouhei Shimizu^{1,2}, Hisashi Suguro^{1,2}, Takayuki Yoneyama^{3,4}, Bunnai Ogiso^{1,2}

【目的】近年、歯質に接着性を有するレジン系根管充填材が登場した。現在、歯質とシーラー間に樹脂含浸象牙質を形成することで優れた辺縁封鎖性を有し、良好な組織親和性を示す接着性レジンシーラーが注目されている。本研究の目的は、接着性レジンシーラーのひとつである「メタシールSoft (サンメディカル株式会社)」を用いて粉液比を変えた際の物性試験を行い、試作コンデンサーを用いて根管充填した際の填塞率の違いを比較検討することである。

【材料および方法】

1. 規格透明根管模型

規格化した単根の透明根管模型 (株式会社ニッシン) を作製した。模型の根管形態は25号、07テーパーで、作業長を18.5mmとし、模型の根尖を2mm穿通させた。

2. 試作コンデンサー

先端の太さ15号・20号・25号または30号、ピッチ数12、17または22、ピッチの角度5、8または11度とし、この組み合わせを基に02テーパーの試作コンデンサー (マニー株式会社) を作製した。

3. 実験方法及び実験条件

- 1) 試作コンデンサーを使用し、作業長 - 1.5mmの位置まで挿入したのち、回転数500rpmで根管充填する操作を4回繰り返した。
- 2) メタシールSoftの粉の量を×1.0、×1.1、×1.2、×1.3および×1.4と変化させ、根管充填した。

4. 填塞率の評価

根管充填を行ったのち、透明根管模型を根尖側1/3 (作業長 - 3mm)、根管中央部 (作業長 - 6mm) および根管上部1/3 (作業長 - 9mm) の位置でアイソメット (11-1180-170、ビューラー社製) を用いて切断した。切断面を実体顕微鏡 (×5、×10) で観察し、写真撮影したのちパーソナルコンピュータに取り込んだ。画像解析ソフト (SigmaScan Pro 5.0、HULINKS Inc.) を用い、切断面全体の面積と気泡の面積をピクセル数で求め、填塞率 (%) を算定した。

5. 物性試験

歯科用根管充填シーラーISO規格6876に基づいて、メタシールSoftの粉液比を変化させた際の硬化体の物性試験 (稠度・被膜厚さ・硬化時間・溶解率) を行い、根管充填材として適しているかを評価した。

6. 統計分析

試作コンデンサーの填塞率と粉液比を変化させた際の物性試験の結果を、Tukey's testを用いて比較検討した。

【結果】

- 1) 粉液比を変化させた結果、×1.3で根管充填を行ったときに最も填塞率が優れている傾向にあった。
- 2) 各試作コンデンサーを比較した結果、20号が最も填塞率に優れ、コンデンサーのピッチ数が多いほど、また角度が大きいほど填塞率が上昇する傾向にあった。また、ピッチ数22、角度11度のコンデンサーが最も優れた填塞率を示した。
- 3) 物性試験を行った結果、被膜厚さ、硬化時間、溶解率は全ての粉液比で規格の範囲内であった。稠度は粉液比×1.4の条件のみ規格の範囲外となった。

【考察および結論】以上の結果から、コンデンサーの太さ#20、ピッチ数22、角度11度のコンデンサーを用いて粉液比×1.3で根管充填を行った時が最も填塞率が優れ、根管充填用材料としての物性にも適していることが確認された。

超音波用ファイルから発生するキャビテーション効果の検討

¹ 日本大学 松戸歯学部

○小関 亮介¹、深井 謙滋¹、酒井 きよ美¹、三浦 孝司¹、高瀬 俊彦¹、岡部 達¹、松島 潔¹

Investigation of cavitation effect generated from ultrasonic file

¹Department of Endodontics, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

ORYOSUKE OZEKI¹, JOJI FUKAI¹, KIYOMI SAKAI¹, TAKASHI MIURA¹, TOSHIHIKO TAKASE¹, TATSU OKABE¹, KIYOSHI MATSUSHIMA¹

<緒言>音波は粗密を繰り返す縦波である。超音波振動体を水中に入れると、水中の振動体の周囲で圧力差が生じ短時間に泡の発生と消滅が生じる。この現象をキャビテーション効果といい、泡の発生、消滅時に衝撃波が生じ、歯内療法では、複雑な形態を呈する根管内の洗浄に応用されている。根管洗浄には種々の洗浄液と超音波の併用が使用され、機械的清掃で除去しきれない細菌などを含む根管汚物である有機質あるいは象牙質切削片やそれが根管壁に擦り付けられたスメア層である無機質の除去に効果があるとされている。ソノケルミネッセンスを用いた研究で#25 ファイルの先端2 mm のところまでキャビテーションが起きていることを報告 (R Macedo et al. Cavitation Measurement during Sonic and Ultrasonic Activated Irrigation. J Endod. 2014;40:580-583) されているが不明なところが多い。我々は第 146 回日本歯科保存学会で超音波センサを用いてスプレッダー型のチップ (エンドチップ E2, モリタ製作所) から発生する衝撃波を観察した。そこで、本研究では、根管内で効果的に衝撃波が発生・伝播する状況を明らかにする目的で、超音波用ファイル (#15~#40) から発生する衝撃波を観察した。

<材料と方法>超音波発生装置として、歯科用多目的超音波治療器ソルフィーF (モリタ製作所、発振周波数30kHz) を使用し、超音波発生装置の先端に根管治療用のソルフィーウルトラソニックファイル#15~40 (モリタ製作所) を装着した。なお、超音波の出力はメーカーによる規定以内 (6~10) で行った。デジタルオシロスコープ GDS-1022 (GW Instek) に超音波センサ (SPM0404UD5, Knowles Electronics 社製) を接続し、水中でファイルから1~5 mm 離れた水中で衝撃波の圧力の測定を行った。衝撃波の測定は水中でのオシロスコープの波形から空中での超音波の波形 (正弦波) の差分から得た。

<結果および考察>空气中で超音波の波形を捉え、30 kHz の正弦波であることを確認し、この正弦波と水中で捉えた波形との差分を水中で生じた衝撃波として計算して得た。規定出力の最大の範囲で#15~40 のいずれのファイル周囲1~5 mm の範囲の水中で超音波および衝撃波の圧力を測定した。ファイルとセンサの距離が近いほど強い圧力を得るが、距離が離れるに従って圧力は減少するものの5 mm の距離では20%程度の減衰に留まった。ファイル先端においても5 mm まで衝撃波の発生を認めた。超音波を用いて根管洗浄の際、ファイル周囲から衝撃波が発生し、有効に作用していることが明らかになった。

幹細胞と血管内皮細胞の共培養モデルにおける VEGF 発現について

¹東京医科歯科大学 (TMDU) 大学院医歯学総合研究科口腔機能再構築学講座歯髓生物学分野、²新潟大学大学院医歯学総合研究科
口腔健康科学講座う蝕学分野

○ミヨーゾー スーイー¹、金子 友厚¹、末山 有希子²、顧 彬¹、興地 隆史¹

The Expression of VEGF in a Mesenchymal Stem Cell and Endothelial Cell Co-culture Assay

¹Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU), Tokyo Japan ²Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata Japan

OSU YEE MYO ZAW¹, TOMOATSU KANEKO ¹, YUKIKO SUEYAMA², BIN GU¹, TAKASHI OKIJI ¹

Aim: We have previously reported that co-implantation of rat bone marrow mesenchymal stem cells (RBMSCs) and rat dermal microvascular endothelial cells (RDMECs) into rat pulp chamber after pulpotomy alleviated the regeneration/healing of the coronal pulp in rat molars and induced the formation of a complete dentine bridge in two weeks as compared with the MSCs alone. Furthermore, vascular endothelial growth factor (VEGF) proteins were significantly up-regulated in the RBMSC/RDMEC-implanted pulp compared with the MSC-implanted pulp. However, detailed mechanisms involved in the up-regulation are still unknown. This study aimed to test the hypothesis that nuclear factor kappa B (NF- κ B), an important mediator of angiogenesis, has some functional roles to regulate revascularization and angiogenesis. Thus, a quantitative ELISA-based RBMSC/RDMEC co-culture assay was performed.

Materials and Methods: RBMSCs (Lonza, Basel, Switzerland) and RDMECs (Cell Biologics, Chicago, IL) were cultured in a stem cell growth medium (Dulbecco's modified Eagle's medium /F12, Gibco/Invitrogen). The cells were divided into six groups: i. RBMSCs; ii. RDMECs; iii. RBMSC/RDMEC co-culture; iv. RBMSC/RDMEC co-culture with an NF- κ B decoy (50 nM, Cosmo Bio Co., Ltd, Japan); v. RBMSC/RDMEC co-culture with a neutralizing anti-VEGF antibody (50 ng, R&D Systems, Inc, Minneapolis, USA); and vi. RBMSC/RDMEC co-culture with the NF- κ B decoy and neutralizing anti-VEGF antibody. RBMSCs (0.1×10^5 cells/ml) were seeded onto the bottom of 6-well plates, and RDMECs (0.1×10^5 cells/ml) were seeded onto hanging cell culture inserts with 0.4 μ m pores (Millicell) and cultured for 2 or 4 days. After the culture, cell culture supernatants were collected and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA; Abcam) was performed for the quantitative measurement of rat VEGF according to the manufacturer's instructions. The intensity of the color was measured at 450 nm. Data were analyzed by Kruskal-Wallis nonparametric analysis of variance followed by the Mann-Whitney U test with Bonferroni correction.

Results: At 2 days after the incubation, VEGF expression in RBMSC/RDMEC co-culture was significantly up-regulated when the expression was compared with RBMSC or RDMEC cultured alone. At 4 days, VEGF expression in RBMSC/RDMEC co-culture showed further significant up-regulation. On the other hand, VEGF expression in the three co-culture groups treated with NF- κ B decoy, neutralizing anti-VEGF antibody, or both was significantly down-regulated at 2 and 4 days. Notably, in each experimental period, there was no significant difference in VEGF expression among the three treated co-culture groups.

Discussion: When the co-culture cells were treated with NF- κ B decoy or neutralizing anti-VEGF antibody, VEGF expression was down-regulated. On the other hand, no difference in VEGF expression was observed between the treatment of NF- κ B decoy and/or neutralizing anti-VEGF antibody. Taken together, these results suggest that VEGF secretion from co-culture cells is NF- κ B dependent.

Conclusion: VEGF expression was up-regulated by RBMSC/RDMEC co-culture through the NF- κ B signaling pathway.

References:1. Sueyama Y, Kaneko T, Ito T, Kaneko R, Okiji T. Implantation of endothelial cells with mesenchymal stem cells accelerates dental pulp tissue regeneration/healing in pulpotomized rat molars. J Endod 2017; 43: 943-948.

ラット歯髄再生過程における神経線維の再生について

¹東京医科歯科大学 (TMDU) 大学院医歯学総合研究科口腔機能再構築学講座歯髄生物学分野、²新潟大学大学院医歯学総合研究科
口腔健康科学講座う蝕学分野

○ピーソウン ピョー¹、金子 友厚¹、ミョーゾー スーイー¹、末山 有希子²、顧 彬¹、村野 浩気¹、興地 隆史¹

Neural Regeneration/Remodeling in the Regenerative Process of Rat Engineered Pulp Tissue

¹Department of Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University (TMDU), Tokyo Japan ²Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata Japan

○Phyo Pyai Sone¹, Tomoatsu Kaneko¹, Su Yee Myo Zaw¹, Yukiko Sueyama², Bin Gu¹, Hiroki Murano¹, Takashi Okiji¹

Purpose: We have recently reported a method of engineering dental pulp tissues by implantation of bone marrow mesenchymal stem cells (MSCs) in the coronal pulp chamber of pulpotomized rat molars. However, neural regeneration/remodeling in the regenerative process of the engineered pulp tissue remains unclear. Thus, this study aimed to examine, using immunohistochemistry, the distribution of nerve fibers expressing protein gene product 9.5 (PGP 9.5; a general neuronal marker) in the engineered pulp tissue.

Methods: The maxillary first molars of 5-week old female Wistar rats (n = 16) were subjected to pulpotomy and the regenerative procedure involving the use of rat bone marrow MSCs (Lonza), biodegradable preformed poly-L-lactide, acid (PLLA) scaffolds, and hydrogel (Matrigel; Corning) constructs. The constructs were implanted into pulpotomized pulp chambers, and the cavities were sealed with mineral trioxide aggregate (MTA: ProRoot, Dentsply Tulsa Dental). Untreated teeth served as controls (n = 4). Three, 7, and 14 days after the implantation (n = 4 teeth in each time point), the molars were retrieved, embedded as frozen sample blocks, and cut in a cryostat. The sections were immunostained by using avidin-biotin complex method with a polyclonal anti-PGP 9.5 antibody (1:400 dilution; Proteintech) and observed under a light microscope. For quantitative analysis, two regions of coronal and root pulp were determined. To calculate the density of stained neurons, digital images of randomly selected 5 immunostained areas in each region were taken and stored as jpeg files. The percentage of immunostained area in the total area was calculated by using Image J software (Version 1.37v; National Institutes of Health). Data were analyzed by Kruskal-Wallis nonparametric analysis of variance followed by the Mann-Whitney U test with Bonferroni correction. Results: At 3 days after implantation, cells were located mainly along the PLLA scaffolds, PGP 9.5-positive nerve fibers were rarely observed in the scaffolds. At 7 days, the pulpotomized region of the pulp was filled with regenerated tissue with dentin formation, and PGP 9.5-positive nerve fibers were observed in the regenerated tissue. At 14 days after implantation, the pulpotomized region of the pulp was filled with regenerated tissue with distinct dentin bridge formation, and PGP 9.5-positive nerve fibers were further increased in the regenerated tissue and distributed under the dentin bridge. The density of PGP 9.5-positive nerve fibers in the coronal pulp chamber was gradually increased with time, but was significantly lower (P<0.05), compared with that in the normal pulp. However, the density of PGP 9.5-positive nerve fibers in the root pulp was not significantly different between the implanted and control groups (P>0.05).

Conclusion: The neural regeneration/remodeling occurred in the engineered pulp tissue.

塩酸ミノサイクリン局所投与がサポーティブペリオドンタルセラピー (SPT) 期歯周炎患者の歯肉縁下細菌叢に及ぼす影響(第I報)

¹新潟大学 大学院医歯学総合研究科 歯学教育研究開発学分野、²新潟大学 大学院医歯学総合研究科 歯周診断・再建学分野、³新潟大学 大学院医歯学総合研究科 口腔保健学分野

○中島 貴子¹、宮沢 春菜²、堀水 慎²、杉田 典子²、奥田 一博²、山崎 和久³

Impact of Local Drug Delivery of Minocycline on the Subgingival Microbiota during Supportive Periodontal Therapy (I)

¹Division of Dental Educational Research Development, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

²Division of Periodontology, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences ³Division of Oral Science for Health Promotion, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○TAKAKO NAKAJIMA¹, HARUNA MIYAZAWA², MAKOTO HORIMIZU², NORIKO SUGITA², KAZUHIRO OKUDA², KAZUHISA YAMAZAKI³

【目的】歯周炎治療における機械的プラークコントロールの補助療法として、抗菌薬の局所投与は有用である。しかしながら、抗菌薬の歯周ポケット内投与が、培養不可能細菌を含む歯肉縁下細菌叢全体に与える作用・効果について解析した報告は今までにない。本研究の目的は、スケーリングと塩酸ミノサイクリン(ペリオクリン®)局所投与の併用療法による歯肉縁下細菌叢の改善効果について、次世代シーケンサーによる網羅的解析により検討することである。

【材料および方法】新潟大学医歯学総合病院歯周病科または歯科総合診療部に通院する、SPT期でかつ歯周炎再発リスクが高い患者10名を対象とし、無作為に実験群と対照群に割り付けた。被験者1名あたりプロービングポケット深さ(PPD)5mm以上でプロービング時の出血(BOP)がある2部位を被検部位とし、スケーリング後、実験群にペリオクリン®, 対照群にプラセボ製剤を1週間ごとに計4回歯周ポケット内へ投与した。治療開始時(BL), 4週後(4W), 8週後(8W)に歯周ポケット内細菌を採取し、DNAを抽出後に16SrRNA遺伝子をPCR法にて得て、次世代シーケンサー(Illumina MiSeq)により細菌叢解析を実施した。臨床指標としてPPD, 臨床的アタッチメントレベル(CAL), BOPについて解析した。

【結果および考察】1. 属レベルでのポケット内細菌叢の多様性は、BLでは2群間に相違なく、対照群は3時点ともほとんど変動がなかった。実験群ではBLまた対照群と比較し4Wで多様性が有意に減少したが、8Wでは再び多様性の増加傾向を示した。2. 属レベルでの細菌叢構成比率の有意な変化は実験群でのみ認められた。実験群ではBLに比較して4Wで*Treponema*が有意に減少し、*Streptococcus*と*Veillonella*は有意に増加した。8Wでは、*Streptococcus*と*Veillonella*が4Wに比較して有意に減少し、*TM7[G-1]*が4Wに比較し有意に増加した。3. 歯周病原細菌*Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*の3菌種が全細菌叢に占める割合はBLに比較して4Wで減少し、8Wでも低いレベルが続いていた。4. 臨床指標についてはPPDおよびCALは両群とも変化を認めず、BOPは実験群でのみ4Wおよび8WでBLに比較して有意な改善を認めた。5. 歯周ポケットの炎症の改善とともに細菌叢の多様性は減少すると考えられた。

【結論】SPT期におけるスケーリングとペリオクリン®局所投与の併用療法により、歯周病原細菌の増殖が選択的に抑制され、歯肉縁下細菌叢を改善し、炎症の活動性が低下することが示唆された。本研究はサンスター株式会社の支援を受けて行われた。会員外共同研究者 Lu Li, Robert Genco (ニューヨーク州立大学バッファロー校)

エムドゲイン由来合成ペプチドがヒト歯髄幹細胞の石灰化物形成能に及ぼす影響

¹大阪歯科大学 歯周病学講座、²大阪歯科大学 口腔病理学講座

○嘉藤 弘仁¹、田口 洋一郎¹、今井 一貴¹、野口 正皓¹、山内 伸浩¹、山脇 勲¹、富永 和也²、RUAN Yaru¹、
田中 昭男¹、梅田 誠¹

Effects of synthetic oligopeptide derived from enamel matrix derivative in human dental pulp stem cells on the mineralization

¹Departments of Periodontology, Osaka Dental University ²Departments of Oral Pathology, Osaka Dental University

○HIROHITO KATO¹, YOICHIRO TAGUCHI¹, KAZUTAKA IMAI¹, MASAHIRO NOGUCHI¹, NOBUHIRO YAMAUCHI¹, ISAO YAMAWAKI¹,
KAZUYA TOMINAGA², Yaru RUAN¹, AKIO TANAKA¹, MAKOTO UMEDA¹

【目的】 Emdogain (EMD) は歯周組織の再生治療を目的に広く臨床応用されているが、EMDは動物由来の製剤であり、未知のタンパクや病原体が含まれている可能性がある。すなわち、生物に由来しない人工的に合成可能な硬組織再生を可能にする製剤が必要とされている。そこで、我々はEMDを用いた基礎研究から硬組織誘導能を有するEMD由来合成ペプチド(SP)を作製した。また、近年の報告には、EMDを歯髄組織に作用させると、象牙質様硬組織が誘導されることが明らかになっている。すなわち、覆髄材料としてのEMDの有用性が注目されており、ヒト歯髄幹細胞に対するSPの硬組織形成も期待できると考えている。今回、SPと象牙質形成に重要な役割を果たすヒト歯髄幹細胞(HDPSC)を用いて、SPの覆髄材料としての有用性について検討をした。

【材料と方法】 HDPSCはLonza社より提供を受け、実験に用いた。HDPSCに対する細胞増殖能への影響として、SP(0, 10, 100, 1000 ng/ml)を添加した10% FBS含有Dulbecco's Modified Eagle Medium培地でそれぞれ培養し、HDPSCの細胞増殖能の検討を行った。SP(0, 100 ng/ml)添加した硬組織分化誘導培地をHDPSCに作用させ、Alkaline phosphatase (ALP)活性の測定、Alizarin red染色による石灰化物形成能の検討、胃酸抽出によるカルシウム析出量の測定、リアルタイムPCR法を用いてRunx2 mRNA, Osteonectin (ON) mRNAの遺伝子発現の検討を行い、SPの硬組織分化誘導能に及ぼす影響を検討した。また石灰化物に含まれるリン析出量を測定しカルシウム・リン比の検討を行うことで硬組織の組成を検討した。さらにwestern blot法により硬組織分化に関与すると報告されているMAPKファミリーであるERK1/2, JNK, p-38タンパク発現を確認し、SPによって誘導されるMAPK経路の関与を検討した。

【結果】 SPのHDPSCに対する細胞増殖能への影響は培養3, 5, 7日で、SP添加群では対照群と比較して有意に高い値を示し、100 ng/ml濃度のSP添加群が最も有意に高い値を示した。またHDPSCに対するSPの硬組織分化への影響は培養開始7, 14日においてALP活性、カルシウム析出量、石灰化物形成能、Runx2 mRNA, ON mRNAの遺伝子発現を有意に促進し、培養開始7日においてSP添加群で有意にカルシウム・リン比の上昇が認められた。さらに、SP添加群ではERK1/2, JNK, p-38タンパク発現のリン酸化が誘導されることが明らかとなった。

【考察】 SPはHDPSCの細胞増殖と硬組織分化を促進し、SP添加群ではカルシウム・リン比の上昇が認められたことから、SPは成熟した硬組織形成が早期に誘導されることが示唆された。さらにERK1/2, JNK, p-38タンパク発現のリン酸化が誘導されることから、SPはMAPK経路一端を介して硬組織分化を誘導する可能性が示唆された。したがって、SPは歯髄保存療法における覆髄材料としてEMDと同様の有用性がある可能性が示唆された。

Treponema denticola に対する Porphyromonas gingivalis Hgp44 の付着の特性

¹東京歯科大学 歯周病学講座, ²東京歯科大学 口腔科学研究センター
○吉川 幸輝^{1,2}、喜田 大智¹、今村 健太郎¹、勢島 典¹、齋藤 淳^{1,2}

Characterization of Adhesion of Porphyromonas gingivalis Hgp44 to Treponema denticola

¹Department of Periodontology, Tokyo Dental College, Tokyo, Japan,
²Oral Health Science Center, Tokyo Dental College, Tokyo, Japan

○KOUKI YOSHIKAWA^{1,2}, DAICHI KITA¹, KENTARO IMAMURA¹, FUMI SESHIMA¹, ATSUSHI SAITO^{1,2}

【目的】 主要な歯周病原細菌である *Porphyromonas gingivalis* および *Treponema denticola* は、慢性歯周炎において検出される菌群 ‘red complex’ に分類される。*P. gingivalis* が産生する Arg-gingipain (Rgp) の RgpA は、プロテアーゼドメイン、赤血球凝集/付着ドメインによって構成されている。近年、この赤血球凝集/付着ドメインの一部である Hgp44 が *T. denticola* との共凝集において重要な付着因子であることが報告された。しかしながら、その Hgp44 のどの部分が共凝集に関連しているかは明らかになっていない。本研究の目的は *T. denticola* に対する *P. gingivalis* Hgp44 の付着ドメインを明らかにすることである。

【材料および方法】 *P. gingivalis* ATCC 33277 の Hgp44 (アミノ酸配列 1-419) を含む プラスミドベクター pET32Xa/LIC-Hgp44 を テンプレートとし、PCR 法にて増幅後、self ligation し、pHgp44₁₋₁₂₄、pHgp44₁₋₁₉₉、pHgp44₁₋₃₁₆、pHgp44₁₋₄₁₉、pHgp44₁₉₉₋₄₁₉、pHgp44₁₂₄₋₁₉₉、pHgp44₁₉₉₋₃₁₆ を作製した。これらを *E. coli* BL21Star (DE3) に形質転換し、培養した。菌液の sonication、遠心分離の後、沈殿を 8M 尿素にて可溶化した。可溶化したリコンビナントタンパク質 (r-Hgp44₁: 1-124, r-Hgp44₂: 1-199, r-Hgp44₃: 1-316, r-Hgp44₄: 1-419, r-Hgp44₅: 124-199, r-Hgp44₆: 199-316) を精製した。これらについて、SDS-PAGE および抗 His-tag 抗体を使用した Immunoblotting で発現を確認した。r-Hgp44₁₋₆ の *T. denticola* ATCC 35405, *Fusobacterium nucleatum* ATCC 25586 への付着は、ELISA にて抗 *T. denticola* 全菌抗体、抗 *F. nucleatum* 全菌抗体、ペルオキシダーゼ標識ヤギ抗ウサギ抗体を用いて評価した。

【結果および考察】 SDS-PAGE の結果、r-Hgp44 の各フラグメントは、目的の分子量であることを確認し、Immunoblotting で、単一のバンドとして認めた。ELISA では、r-Hgp44、r-Hgp44₃、r-Hgp44₄ と、*T. denticola* の付着はコントロールに比べて有意に高い値を示した (p < 0.001, Fig. 1A)。r-Hgp44₆ と *T. denticola* の付着はコントロールと比較して有意に高かった (p < 0.001, Fig. 1B)。同様に r-Hgp44₆ と *F. nucleatum* の付着はコントロールに比べて有意に高かった (p < 0.001)。これらの結果から、Hgp44 遺伝子において付着に関わる主たるドメインは、アミノ酸配列の 199-316 間にある可能性がある。また、このドメインは *T. denticola* 特異的ではなく、非特異的に付着に関わる可能性が示唆された。

【結論】 今回、*T. denticola* に対する *P. gingivalis* Hgp44 の主要な付着ドメインの候補を明らかにした。今後、予想される付着領域のアミノ酸配列をもとに合成ペプチドを作製し、*T. denticola* との付着を詳細に解析する予定である。

(会員外共同研究者：東京歯科大学微生物学講座 石原 和幸、菊池 有一郎、国分 栄仁)

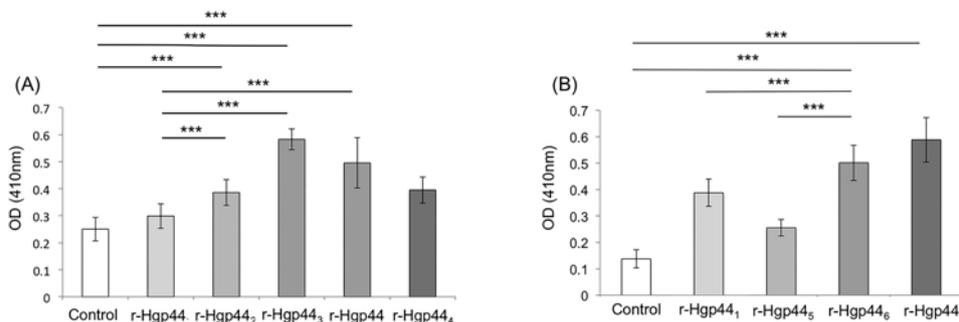


Fig. 1. Assessment of adherence of *P. gingivalis* r-Hgp44s to *T. denticola*.

***Porphyromonas gingivalis*由来のLPSを用いた歯周炎モデルラットにおける11 β -HSD1発現の増加**

¹大阪歯科大学 大学院歯学研究科 歯周病学専攻、²大阪歯科大学 歯周病学講座、³琉球大学 大学院医学研究科
内分泌代謝・血液・膠原病内科学講座、⁴大阪歯科大学 内科学講座
○藤田 敦子¹、中田 貴也²、梅田 誠²、益崎 裕章³、澤井 宏文⁴

Increased expression of 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase type 1 in experimental periodontitis induced by lipopolysaccharide from *Porphyromonas gingivalis*

¹Department of Periodontology, Graduate School of Dentistry, Osaka Dental University, Osaka, Japan ²Department of Periodontology, Osaka Dental University, Osaka, Japan ³Division of Endocrinology, Diabetes and Metabolism, Hematology, Rheumatology, Graduate School of Internal Medicine, University of the Ryukyus, Okinawa, Japan ⁴Department of Internal Medicine, Osaka Dental University, Osaka, Japan

○ATSUKO FUJITA¹, TAKAYA NAKATA², MAKOTO UMEDA², HIROAKI MASUZAKI³, HIROFUMI SAWAI⁴

【目的】細胞内グルココルチコイド活性化酵素である11 β -hydroxysteroid dehydrogenase type1(以下11 β -HSD1)は、不活性型であるコルチゾン(げっ歯類での11-デヒドロコルチコステロン)を活性型であるコルチゾール(げっ歯類でのコルチコステロン)に変換する酵素である。近年の研究で、11 β -HSD1の過剰な発現は、メタボリックシンドロームに影響を与えることが明らかになっている。メタボリックシンドロームは脂肪組織の慢性炎症と考えられており、他の慢性炎症性疾患における11 β -HSD1の関与も報告されている。歯周組織の慢性炎症である歯周病における11 β -HSD1の役割を解明するため、歯周病患者における11 β -HSD1発現を検討し、増加していることを報告してきた。本研究では*Porphyromonas gingivalis*(以下*P. gingivalis*)のLPSを用いた歯周炎モデルラットにおいての11 β -HSD1発現を検討した。

【材料および方法】生後7週齢のWistar系雄性ラットに実験的歯周炎を惹起させるため、上顎左側第二臼歯口蓋側歯肉に*P. gingivalis*のLPSを注射したものを実験群、上顎右側第二臼歯口蓋側歯肉にEndotoxin Free Waterを注射したものを対照群とした。実験群および対象群の口蓋側歯肉を採取し、歯肉組織よりtotal RNAを抽出し、11 β -HSD1、11 β -HSD2(活性型のコルチゾールを不活性型のコルチゾンに変換する酵素)、TNF- α 、GAPDHのプライマーを用いてReal-time PCRを行い、それぞれのmRNA発現量を比較、測定した。また、X線CT像における歯槽骨吸収、および組織学的評価も行った。

【結果と考察】X線CT像において、対照群と比較して、実験群での水平的骨吸収が認められた。また、TNF- α および11 β -HSD1のmRNA発現量は、対照群と比較して実験群で有意に増加していることが認められた。11 β -HSD2のmRNA発現量は、実験群と対照群の間に差は認められなかった。また、組織学的観察において、対照群と比較して実験群では、H-E染色での炎症細胞の浸潤、および、免疫組織化学染色での11 β -HSD1発現の増加が認められた。これらのことより、歯周炎モデルラットにおける11 β -HSD1の関与及び、歯周病におけるグルココルチコイド活性化制御の意義が示唆された。今後、11 β -HSD1阻害剤を用い、歯周炎モデルラットの炎症状態を改善できるかどうかを検討していく。

歯肉線維芽細胞に対するラクトフェリンの作用について

¹東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科 歯周病学分野、²ライオン株式会社

○鈴木 苗穂^{1,2}、小林 宏明¹、加納 千博¹、和泉 雄一¹

Effect of Lactoferrin on Gingival Fibroblasts

¹Department of Periodontology, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan, ²Lion Corporation

ONAHO SUZUKI^{1,2}, Hiroaki Kobayashi¹, Chihiro Kano¹, Yuichi Izumi¹

【背景・目的】

われわれは抗菌・免疫力向上などの作用を持つ多機能タンパク質であるラクトフェリン (LF) に着目し、歯周病に対する作用について検討を行なっている。これまでに *Porphyromonas gingivalis* 由来の lipopolysaccharide (LPS) に対する検討から、LF が LPS に結合して不活性化し、LPS により誘導される歯肉線維芽細胞のコラーゲン量の低下を抑制することなどを明らかにしている。一方で歯周組織に対するラクトフェリンの直接的な作用については不明な点が多い。そこで本研究では、網羅的な遺伝子発現解析技術であるトランスクリプトーム解析を用いて、LF による歯肉線維芽細胞への影響を検討した。

【材料および方法】

東京医科歯科大学歯学部附属病院歯周病外来において、同意の得られた患者さんの歯周外科時に得られた歯周組織からヒト歯肉線維芽細胞 (HGFs) を分離培養した (東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会、承認番号: 185)。HGFs は 10%FBS 含有 α -MEM にて培養し、継代 3~5 代を実験に用いた。トランスクリプトーム解析は DNA マイクロアレイ法にて実施し、1%FBS 条件下で、ウシ LF にて刺激し 24 時間後に抽出した total RNA を用いて cDNA を合成し、サンプルとした。細胞増殖試験は、1%FBS 条件下にて、LF にて刺激し 48 時間後の細胞で WST-1 assay を実施した。創傷治癒作用の検証はスクラッチアッセイ法にて実施し、1%FBS 条件下、ウシ LF を含有する培地中で 20 時間培養後の傷を模したスクラッチ部への HGFs の浸潤量で評価した。

【結果と考察】

トランスクリプトーム解析の結果、HGFs では LF により細胞周期関連の遺伝子群の発現変動が顕著であった。このうち、細胞周期のアクセラレーターとしての役割を担う CDK・サイクリン複合体遺伝子の発現増加が認められ、LF の HGFs に対する作用の仮説として細胞増殖を促進することが推察された。この仮説の検証として、細胞増殖試験と創傷治癒作用を実施した結果、細胞増殖試験では LF の濃度依存的に HGFs の増殖の促進が認められ、スクラッチアッセイでは LF 群において傷を模したエリアへの HGFs の浸潤の促進が認められた。

【結論】

本研究から LF が HGFs の細胞周期の進行を促進して細胞増殖や創傷治癒を亢進させることが示唆された。LF は歯周組織を強化する有用な素材であると考えられる。

ラット人工的歯周組織欠損部の早期創傷治癒過程における新規合成ペプチドと
エナメルマトリックステリペティブの影響の比較検討

¹大阪歯科大学 大学院歯学研究科 歯周病学専攻、²大阪歯科大学 口腔病理学講座、³大阪歯科大学 歯周病学講座、
⁴大阪歯科大学 病理学室

○三木 晴加¹、富永 和也²、高橋 貫之³、田中 昭男⁴、梅田 誠³

Comparison of the influence of the newly synthetic peptide and Enamel Matrix Derivative in early wound healing
process of the artificial periodontal tissue defect in rats

¹Department of Periodontology, Graduate School of Dentistry, Osaka Dental University, Osaka, Japan ²Department of Oral
Pathology, Osaka Dental University, Osaka, Japan ³Department of Periodontology, Osaka Dental University, Osaka, Japan
⁴Department of Pathology, Osaka Dental University, Osaka, Japan

○HARUKA MIKI¹, KAZUYA TOMINAGA², TSURAYUKI TAKAHASHI³, AKIO TANAKA⁴, MAKOTO UMEDA³

【目的】現在、歯周組織再生療法として、エナメルマトリックステリペティブ（以下 EMD と略す）が、一般的に用いられている。ところが、EMD は生物由来のため、患者からの拒否感があるのも事実である。このため生物に由来しない再生材料の開発が望まれていることから EMD の成分を参考に新規合成ペプチドを作製した。我々のグループでは、新規合成ペプチドの有効性を in vitro、in vivo の両面から研究してきたが、新規合成ペプチドと EMD の比較検討は行っていない。今回、新規合成ペプチドと EMD によるラット人工的歯周組織欠損部の早期創傷治癒および再生の過程を観察し、比較検討した。

【材料および方法】生後 8 週齢の SD 系雄性ラットの上顎臼歯部に人工的歯周組織欠損を作製した。作製した欠損部に実験群 (1) として新規合成ペプチドを、実験群 (2) に EMD を、対照群としてプロピレングリコールアルジネート水溶液をそれぞれ塗布し縫合した。術後 3、5 および 7 日目の標本を作製し、H-E 染色、鍍銀染色および抗 III 型コラーゲンに対する免疫組織学的染色を行った。また、再生付着上皮の深部増殖の抑制程度を検出するため、セメントエナメル境から欠損基底部分までの距離に対する、付着上皮最根端部から欠損基底部分までの距離の割合（再生付着上皮の深部増殖抑制率）を算出した。

【結果、考察および結論】再生付着上皮の深部増殖抑制率は、術後 3 日目では対照群、実験群 (1) および (2) のいずれにおいても有意な差はなかった。術後 5 日目では実験群 (1) が、術後 7 日目では実験群 (2) がそれぞれ対照群と比較して再生付着上皮の深部増殖を有意に抑制していた。免疫組織化学的に III 型コラーゲンを検出すると、実験群 (1) および (2) は対照群と比べて早期に検出され、対照群よりも早く消失した。鍍銀染色では、術後 7 日目の実験群 (1) と (2) において周囲に細網繊維を伴った新生の骨様石灰化物が検出された。以上のことより、新規合成ペプチドと EMD は再生付着上皮の深部増殖を抑制し歯周組織の再生を促進させるが、新規合成ペプチドと EMD の歯周組織再生を促す能力の差は認められなかった。

BOP 検査に歯肉溝滲出液 (GCF) の hemoglobin (Hb) 検査併用の有用性

¹日本歯科大学 生命歯学部 歯周病学講座、²日本歯科大学、³東京都
○伊藤 弘¹、沼部 幸博¹、橋本 修一²、伊藤 明子³、永田 達也³、濱田 亮³

The usefulness of BOP examination with hemoglobin (Hb) in GCF inspection

¹Department of Periodontology, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo ²The Nippon Dental University ³Tokyo-to

○HIROSHI ITO¹, YUKIHIRO NUMABE¹, SHUICHI HASHIMOTO², AKIKO ITO³, TATSUYA NAGATA³, MAKOTO HAMADA³

【目的】 歯周組織検査の遂行で重要なことは、正確かつ再現性のある検査実施と得られる検査結果の有効利用である。特に、プロービングから得られる評価項目は、臨床的ポケットの深さ (PD) に加えて、ポケット底部の組織抵抗性・歯周治療の成否などを評価する bleeding on probing (BOP) がある。この PD・BOP の検査結果は、スケーリング・ルートプレーニングに対する臨床的な治癒反応と予後の推定に関わる情報として治療計画立案に極めて有益な情報として活用される。一方、プロービング操作は、プロービング圧、プローブの挿入方向、歯の解剖学的形態など、その遂行を困難にする因子が多く、極めて繊細な行為でもある。また、炎症症状に依存し疼痛が生じるとも報告され、プロービング操作の困難性を表している。我々は、従来の PD・BOP 検査との併用により、より検査精度の向上する候補マーカーとして GCF に注目し特に Hb 検査の有用性について検討してきた。今回、特に BOP 検査と Hb 検査との併用の有用性について検討を行い、その概要について報告する。

【材料および方法】 被験者は、日本歯科大学附属病院に来院している SPT 患者とし、臨床パラメータは、PII, GI, PPD, CAL, BOP とした。GCF の採取にはペリオペーパーを用い、抵抗感があるまで挿入し 30 秒間静置し採取した。なお、ペリオペーパーに出血が視認できた試料は除外対象とした。PII 測定後ペリオペーパーにて GCF を採取し、GI, PPD, CAL, BOP の各臨床パラメータを測定した。Hb 検査は、immuno-chromatography (IC) 法を用いて行った。IC 法を行った試料は、デンストメーター (Bio Rad) にて測定し定量化を図った。

【結果および考察】 我々は、GCF 歯周組織の状態からにおける臨床パラメータと酵素活性から、検索部位が重篤にも拘らず BOP 検査に齟齬があることを報告した。今回の結果から、特に BOP 検査において陰性にも拘らず、IC 法を応用した解析から、視覚的に判別不可能な出血反応が確認された。すなわち、視認により判定する BOP 検査に対し、GCF の Hb 検査を併用することは、検査部位における歯周組織の状況をより詳細に評価できることが示された。

【参考文献】 1) Hiroshi Ito, Yukihiro Numabe, Shuichi Hashimoto, et al: Evaluation of bleeding on probing and gingival crevicular fluid enzyme activity for detection of periodontally active sites during supportive periodontal therapy. *Odontology*, 102, 50-56, 2014. 2) Hiroshi Ito, Yukihiro Numabe, Shuichi Hashimoto, et al: Correlation between GCF hemoglobin content and periodontal clinical parameters. *Journal of Periodontology*, 87, 1314-1319, 2016.

【倫理的配慮】 本研究は日本歯科大学倫理委員会承認の下遂行された (承認番号 NDU-T2014-56)。

【資金源】 文部省科学研究費助成金：基盤 C, 課題番号：17K11996・17K11995 の援助を受けた。

ローラー型歯ブラシ(クルン)を用いた歯垢除去に対する臨床評価

¹東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 歯周病学分野、²クルン株式会社
○鈴木 彩¹、吉田 明日香¹、岩淵 義之¹、井川 貴博¹、林 伸彦²、和泉 雄一¹

Clinical evaluation for plaque removal using roller type toothbrush(kurun)

¹Department of periodontology, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan

²Kurun Corporation

○AYA SUZUKI¹, ASUKA YOSHIDA¹, YOSHIYUKI IWABUCHI¹, TAKAHIRO IGAWA¹, NOBUHIKO HAYASHI², YUICHI IZUMI¹

【目的】ローラー型歯ブラシ(クルン)は、従来の歯ブラシよりも高密度に植毛されており、回転するだけで毛細管現象によりプラークを容易に除去することができる。その上、超軟毛を植毛してあるので、歯や歯肉を傷つけにくいという特徴を持つ。本研究では、ローラー型歯ブラシを用いたプラーク除去率を一般的な形状の歯ブラシと比較し、その有用性を検討することを目的とした。

【材料と方法】被験者は東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科に所属する25歳から35歳までの男女30名の歯科医師を対象とした。試験時より24時間前にブラッシングを停止するよう指示し、歯垢染色液を用いてプラーク染色を行った。Rustogi Modification of the Navy Plaque Index: PIを計測し(Baseline)、無作為に左右を試験群:ローラー型歯ブラシ(提供元:株式会社クルン)と対照群:システムSP-T(提供元:株式会社ライオン)でブラッシングを行った。再度プラーク染色し同様にPIを計測し、プラーク除去率を比較した。また実験終了後に各被験者にアンケート調査を行い、その使用感についても検討した。本研究は東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会(D2016-058)にて承認を得て行った。

【結果と考察】プラーク除去率は前歯部では試験群が92.0%、対照群が91.4%、小臼歯では試験群が88.4%、対照群が86.3%となった。わずかに試験群でのプラーク除去率が高かったが、対照群との統計学的な有意差は認めなかった。しかし、大臼歯部においては、プラーク除去率は試験群が88.4%、対照群が83.2%であり有意差($p < 0.05$)を認めた。アンケート調査では歯肉に対するマッサージ効果を期待する回答が多く得られた。ローラー型歯ブラシは超軟毛を植毛しており、その簡便さから歯肉のマッサージ効果と従来型の歯ブラシで歯磨きにくい部位のプラークコントロールが容易になるものと考えられる。

【結論】クルン歯ブラシは従来の歯ブラシと同等のプラーク除去能をもち、歯肉に対してのマッサージ効果も期待できる。

DNA チップを用いた唾液中の歯周病関連細菌叢の評価

¹株式会社ジーシー

○高山 和人¹、笹部 奈津季¹、船橋 英利¹、熊谷 知弘¹

Evaluation of Periodontal Disease Associated Bacterial Flora using DNA Chip

¹GC CORPORATION

○KAZUTO TAKAYAMA¹, NATSUKI SASABE¹, HIDETOSHI FUNABASHI¹, TOMOHIRO KUMAGAI¹

【緒言】

歯周病は国民の70%以上が罹患しているといわれる国民病の一つである。歯周病に関連する細菌は多数報告されているが、歯周病原細菌が口腔内にいきなり存在することはまれであり、歯周病の発症・進行には、口腔内細菌の存在バランス（細菌叢）が関わっていると考えられる。DNA チップを用いた細菌検査では多種の細菌を一度に評価することが可能なため、細菌叢の情報を得ることができる。DNA チップによる検査を行うことで、歯周病関連細菌の検査をより詳細に実施できることが期待される。検体として歯肉溝滲出液を用いることで局所的な情報を得ることが可能であり、唾液を用いることで非侵襲的に口腔内全体の様子を把握することが可能となると考えられる。そこで本研究では、被験者から採取した唾液中の細菌叢を DNA チップを用いて評価することを目的とした。

【材料及び方法】

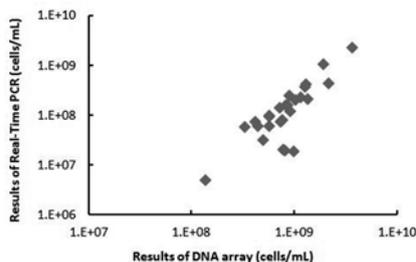
被験者 26 名について、最大ポケット深さの値を記録した。その後、刺激唾液を採取し、QuickGene (KURABO) を用いて DNA を抽出した。抽出した DNA についてオーラルケアチップ ORAG (DNA チップ, 三菱ケミカル) を用いて細菌叢 (歯周病関連細菌 28 菌種および総菌数) の評価を行った。また、リアルタイム PCR 法を用いて総菌数の測定を実施した。それぞれの試験で得られた総菌数の結果を比較した。得られた細菌叢についてクラスター解析を行い、3 群に分類した。それぞれの群について、最大ポケット深さの平均値を算出し、比較を行った。クラスター解析には JUSE-StatWorks/V4.0 Version 4.88 (日本科学技術研修所) を用いた。この試験は株式会社ジーシーの倫理委員会の承認を得て実施した。

【結果および考察】

DNA チップを用いて測定した総菌数の結果とリアルタイム PCR で測定した総菌数の結果について、Spearman の相関係数は $\rho = 0.915$ となった。これより、2 つの試験結果の間に強い相関が認められるため、DNA チップを用いた測定でも定量的な検出が可能であることが示唆された。クラスター解析を行った結果、クラスター-1 (n=13)、クラスター-2 (n=12)、クラスター-3 (n=1) の 3 群に分類された。各群の平均最大ポケット深さはクラスター-1: 3.7mm (標準偏差 (SD) 1.5)、クラスター-2: 5.2mm (SD 2.1)、クラスター-3: 5mm (SD 0) となった。これより、細菌叢のバランスはポケット深さに影響を与える可能性が示唆された。

【結論】

DNA チップを用いた細菌検査は定量性が認められることが示唆された。検査の結果得られた細菌叢のバランスによって平均最大ポケット深さに差が見られたことより、細菌叢のバランスを評価することで口腔内の評価が可能であることが示唆された。



広汎な唇側歯槽骨の破壊を伴う歯内-歯周病変 (Class III) に対して再生療法を行った症例 : 36 ヶ月予後

¹白井歯科、²山田歯科医院

○白井 義英¹、山田 實²、田幡 元¹、藤木 傑¹

A case of guided tissue regeneration for bone destroyed because of endodontic-periodontal disease (Class III) :
36 month follow-up

¹SHIRAI Dental Clinic ²YAMADA Dental Clinic

○YOSHIHIDE SHIRAI¹, MINORU YAMADA², HAJIME TABATA¹, SUGURU FUJIKI¹

[緒言] 根管と歯周組織とは、根尖孔、副根管、側枝(髄管)などで相互に交通しているため、どちらか一方の感染が他方に影響を与える可能性がある。そのため、治療を進めるにあたり、歯髄の生死、歯周ポケットの深さ、エックス線所見などを組み合わせて的確に診断を下し、歯内治療を先行するのか、歯内治療と歯周治療を同時に行うのかを決定する必要がある。検査として、歯周-歯内病変が疑われる場合、次の項目の検査を行う。1. 歯髄の生死、2. 歯周ポケット深さ(ポケット底部の位置)、根分岐部のプロービング、3. エックス線写真(根あるいは根管の形態と数: とくに、コーンビームCTは、骨欠損の範囲だけでなく根管との関係についてもよりの確に把握できる可能性があり、有効な検査法となっている)、4. 歯肉の炎症の程度、5. 疼痛の種類、6. 咬合状態、7. 歯根破折の有無など。治療にあたっては、上記項目について検査し、歯周-歯内病変の分類のどのクラスに属するかを診断し、治療を進める。疼痛が著しい場合は、除痛処置を第一に行う。この場合、歯髄に対する処置(抜髄)が必要なのか、歯周炎の急性発作に対する処置(膿瘍切開など)が必要なのかを鑑別する。急性症状が消退したのち、一般的には歯内治療を優先し、その後、歯周治療を開始する。失活歯の場合、歯根破折の有無に十分注意する。咬頭嵌合位(中心咬合位)または側方運動時に外傷性咬合が認められる場合には、まず咬合調整を行う。本症例は、進行した歯内病変により歯周疾患を併発し広汎な唇側歯槽骨吸収を伴う歯周病変に対して骨補填材と吸収性膜併用による再生療法を行った。

[症例] 上顎左側中切歯の腫脹と排膿を主訴として当院に来院された患者(女性、62才)に対して歯周基本治療終了後、患者の同意を得たのちに歯周組織再生療法を行った。まず初めに歯内治療を行い、通法通りに根管充填を済ませておく。その後に再生療法を行ったが、根吸収も著明に認められたので根管充填を含む汚染根管部分を削合して接着材料にて本来の歯根形態を還元しておく。また、再生療法についても唇側歯槽骨の崩壊が広範囲に及ぶため骨補填材で審美性を回復すべくスペースを付与して吸収性膜も併用しての歯周外科を行った。また、歯肉弁に骨膜減張切開を加え完全に被覆する様に懸垂縫合を行った。

[経過] 術後5日間はアモキシシリン(750mg×5)を投与、含嗽剤にてうがいを併用してもらう。術後1週ごとに来院してもらい、縫合部と歯肉の治癒状態をチェックする。また、2週目から軟毛ブラシによるブラッシングを開始してもらう。術後3週目に抜糸を行った。術後6週目までは毎週来院してもらい、プロフェッショナルトウースケアを行った。その後は1ヶ月ごとに来院してもらい、施術部の歯肉状態をチェックする。術後6ヶ月の歯周組織の安定が得られるまでは、施術歯には暫間被覆冠を装着し、咬合の変化には十分な注意を払うようにしておく。また、術後6ヶ月経過を待ってPD、ALの臨床評価を行うと同時にXray評価も行う。

[予後] 本症例の様に歯内病変から歯槽骨破壊を生じた場合には感染部が広範囲となるため治癒を左右する要因も多いことから治癒期間に若干の遅れが生じたものと思われた。また、術前のPDは10mm、ALは12mm(唇側中央部)であったのが術後36ヶ月ではPDが2mm、ALが3mmに改善されていた。

[考察] この症例のように、歯内-歯周病変の治療に関して主たる病因となる方から治療を始めることが重要である。また、今回は上顎前歯部であったため審美面も考慮して治療に当たることが大切と思われた事から、歯周外科では必要最小限の切開と治癒後には瘢痕が残らないような配慮も必要であった。

[結論] 歯内病変により生じたと考えられる歯内-歯周病変に関して歯内治療後に外科処置を行うことによって、より確実な病因除去が可能になり良好な治癒が得られると考えられる。また、術前・術後のブランクコントロールを良好に維持することにより長期に渡って歯周組織の安定が得られたと思われた。

薬物性歯肉増殖症を伴う広汎型重度慢性歯周炎の一症例

¹神奈川歯科大学大学院 歯学研究科 口腔科学講座 歯科形態学分野、
²神奈川歯科大学大学院 歯学研究科 口腔統合医療学講座 う蝕制御修復学分野
○日高 恒輝¹、向井 義晴²

A case report of Sever Chronic Periodontitis with Drug-induced Gingival Overgrowth

¹Kanagawa Dental University Graduate School of Dentistry Department of Oral Science, Division of Dental Anatomy, Yokosuka, Japan ²Kanagawa Dental University Graduate School of Dentistry Department of Oral Interdisciplinary Medicine, Division of Cariology and Restorative Dentistry, Yokosuka, Japan
OKOKUKI HIDAKA¹, YOSHIHARU MUKAI²

【はじめに】薬物性歯肉増殖症を伴う広汎型重度慢性歯周炎患者に歯周基本治療を行い、改善を認めた症例を報告する。患者は多数の全身的既往および服薬により、歯周外科治療が困難であったため、歯周基本治療のみで対処した。

【初診】初診日：2016年10月26日 患者：71歳男性、大柄でがっしりとした体型。主訴：下前歯肉からの出血が気になる。現病歴、歯科的既往歴：4日前からブラッシング時に出血することに気づき、違和感がある。1週間前から42に咬合痛もある。これまで歯周病の説明やブラッシング指導を受けたことはなく、義歯の使用もない。全身的既往歴：高血圧症、糖尿病、高脂血症、不整脈(カテーテルアブレーション治療あり) 服薬等：アプリノール、バイアスピリン、ワルファリンK、ワーファリン、ハーブジゴキシンKY、フロミセド、ジャヌビア、アムロジピン、メトグルコ、オルメテック、ベラパミル塩酸

【診査・検査所見】口腔内所見：17, 26, 36, 46, 47が欠損しており、45は残根状態であった。36の欠損に対しては35, 37を支台歯とするブリッジ(Br)が装着されており、欠損部には大きな骨隆起がみられた。37の歯肉には自然出血を認めた。ブラークコントロールは悪く、全顎的な歯肉の発赤、腫脹をみとめた。特に下顎前歯部に著明な歯肉の肥大があり、歯間離開もみられ、歯周ポケット内に歯石の沈着があり、排膿もみられた。16, 27, 37には根分岐部病変をみとめた。下顎前歯部舌側に骨隆起、頬粘膜には血腫のようなものをみとめた。エックス線所見：全顎的に歯槽骨吸収をみとめ、下顎前歯部で高度であった。16, 27, 37は骨吸収が著しく、根分岐部にも骨吸収像をみとめた。45周囲には透過像をみとめた。また、縁下歯石像もみとめた。歯周組織検査：4mm以上の歯周ポケットは41.6%、6mmを超える歯周ポケットは38.7%、BOPは79.6%であった。多数歯に動揺をみとめ、45は動揺度3であった。

【診断】広汎型重度慢性歯周炎、薬物性歯肉増殖症

【治療計画】1)歯周基本治療、2)再評価、3)口腔機能回復治療、4)再評価、5)サポータティブペリオドンタルセラピー(SPT)

【治療経過】1)歯周基本治療：歯周病の原因と治療についての説明、動機づけを行い、軟毛歯ブラシによるバス法でのブラッシングと歯間ブラシを用いた歯間部の清掃指導を行った。歯肉縁上のプラークコントロールにより歯肉が退縮し、縁下歯石が縁上に露見したため、改めてスケーリング・ルートプレーニングを行った。45は保存不可能のため抜歯を行った。下顎左側のBrは形態と適合状態が不良であったため除去し、26欠損とあわせて連続レジン冠による暫間補綴を行った。その際に全体的な咬合調整も行った。2)再評価：プラークコントロールが改善し、歯周ポケットも全体的に減少した。患者からもブラッシング時に出血しなくなり、痛みもなくなったと報告があった。また、下顎前歯部の歯肉肥大、歯間離開および動揺も改善傾向であった。なお、大臼歯部に深い歯周ポケットが残存していたが、全身的な問題から歯周外科治療は行わなかった。3)口腔機能回復治療：26, 36の欠損に対しては、固定性Brを最終補綴とした。当初、患者は義歯を希望しなかったが、再評価後に反対側でも咬めるようにしておきたいとの希望があり、現在は可撤性部分床義歯を作製、装着している。4)再評価：初診時と比較し、PCRと歯肉の炎症状態も改善され、動揺も軽減していた。病状安定と判断し、1-2カ月に1度のSPTへ移行した。5)SPT：歯肉の状態は安定しているが、16, 27, 37には4mm以上の歯周ポケットと、根分岐部病変が残存している。Br部の清掃が難しい様子で、注意深い経過観察を要する。

【考察】薬物性歯肉増殖症は、抗痙攣薬、カルシウム拮抗薬、免疫抑制剤等の服用により誘発され、本症例はカルシウム拮抗薬のアムロジピンによると考えられる。今回服用薬剤の変更は特に行わず、基本治療のみで炎症が改善されたので、抗菌薬の使用や歯周外科治療も行わなかった。患者のモチベーションが非常に高く治療の成功に直結したのだと思われる。

根面う蝕重症度と歯周病重症度の関連性調査研究

¹サンスター株式会社、²一般財団法人サンスター財団附属千里歯科診療所

○小峰 陽比古¹、櫻井 晋也¹、三宅 直子²、鈴木 秀典²

Relevance of root caries severity to periodontal disease severity

¹Sunstar Inc. ²Sunstar Foundation

○AKIHIKO KOMINE¹, SHINYA SAKURAI¹, NAOKO MIYAKE², HIDENORI SUZUKI²

【目的】

高齢者のう蝕は残存歯数の増加に伴って増加し、歯肉退縮し露出した根面部のう蝕は大きな課題となっている。象牙質はエナメル質と比較して脱灰しやすいこと、また臨床において根面の脱灰は目視確認が困難なことなどから、根面う蝕は治療が困難な歯科疾患である。また、平成23年度歯科疾患実態調査によると、日本における40歳以上の約8割が、根面う蝕に繋がる歯肉退縮の原因の一つである歯周病を患っていると報告されている[1]。しかしながら、エナメル質う蝕に対して根面う蝕に関する研究報告は少ないのが現状であり、歯周病との関連性を調査した報告もほとんどない。そこで、本研究では根面う蝕有病率の現状に加え、根面う蝕重症度と歯周病重症度の関連性を調査することを目的とした。

【方法】

2016年11月から2017年1月の2ヶ月間にサンスター財団附属千里歯科診療所に通院し、カルテデータの使用に同意を得ている患者を調査対象者とした。調査対象者のカルテを匿名化したうえでデータ抽出を行い、根面う蝕有病率、根面う蝕重症度と歯周病重症度の関連性を調査した(サンスター株式会社倫理審査承認番号16下/04号)。

調査項目は、1)調査対象者背景(性別、年齢)、2)根面う蝕の有無と重症度(最も根面う蝕重症度の高い部位一箇所を対象歯とし、ICDAS[International Caries Detection and Assessment System][2]の評価項目を用いた)、3)歯周病重症度(歯周治療の指針2015-日本歯周病学会の評価項目[3]を用いた)とした。また、関連性に関してはピアソンの積率相関係数を用いて解析を行った。

【結果】

調査対象数は298名であり、被験者背景は男性101名(33.9%)、女性197名(66.1%)であり、20歳代6名(2.0%)、30歳代13名(4.4%)、40歳代43名(14.4%)、50歳代38名(12.8%)、60歳代89名(29.9%)、70歳代89名(29.9%)、80歳代20名(6.7%)であった。根面う蝕有病率は、全体の49.3%であり、30歳代から年齢が高くなるにつれ増加し、80歳代が70%で最も高かった。根面う蝕重症度と歯周病重症度の関連性において、50歳代で低い相関が見られた以外ではほとんど相関が見られなかったが、根面う蝕有病部位の90%以上に歯周病、もしくは歯周病既往歴が確認された。

【考察・結論】

1996年に報告された根面う蝕有病率では、50歳代が最も高く60歳代以降では減少している結果が得られており[4]、本調査結果では異なる結果が得られた。これは、ちょうど20年分高い年齢層に有病率がスライドした結果であり、かつ20年前と比較し残存歯数が増加したためと考えられる。また、根面う蝕重症度と歯周病重症度に相関がほとんど見られなかったことに関して、歯周病は全身疾患との関連が多数報告されており、口腔環境以外の影響もあるためと考えられる。しかしながら、根面う蝕有病部位の90%以上が歯周病、もしくは歯周病既往歴があったことから、歯周病により歯肉退縮が起こり根面う蝕になるリスクは高いと考えられる。以上のことから根面う蝕予防と歯周病予防は併せて実施することが必要であると結論付ける。

【参考文献】

[1] 2011年 歯科疾患実態調査報告書;厚生労働省、[2] 日本歯科保存学会編、う蝕治療ガイドライン 第2版、末永書店、[3] 日本歯周病学会編、歯周治療の指針2015、医歯薬出版(株)、[4] 眞木吉信ら、成人および老年者の歯根面う蝕とくさび状欠損の年齢的推移、口腔衛生学会誌 1996 46 ; 504-505

試作非接触型電磁式加振装置に関する基礎的研究
—レーザー変位計を応用した際の模擬インプラント骨植状態に及ぼす影響—

¹ 日本大学 歯学部 歯科保存学第二講座、² 日本大学歯学部基礎自然科学分野、³ 日本大学歯学部総合歯学研究所高度先端医療
研究部門、⁴ 日本大学歯学部総合歯学研究所機能形態部門

○小林 寛¹、林 誠¹、山岡 大²、會田 泰代¹、小木曾 文内¹

Fundamental study of electromagnetic vibration device
—Evaluation of simulated implant stability by laser displacement sensor—

¹Departments of Endodontics, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ²Departments of Physics,
Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ³Division of Advanced Dental Treatment, Dental Research Center,
Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan ⁴Division of Functional Morphology, Dental Research Center,
Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan

○HIROSHI KOBAYASHI¹, MAKOTO HAYASHI¹, MASARU YAMAOKA², YASUYO AIDA¹, BUNNAI OGISO¹

【研究目的】

歯周組織の状態を把握することは辺縁性歯周炎のみならず根尖性歯周炎や歯根破折などの診断に必要不可欠である。これまで演者らの講座では、歯の動揺を含めた歯周組織の客観的評価方法を確立するため、電磁力を応用した非接触型電磁式加振装置を試作し、加速度ピックアップを用いて各種力学的パラメーターによる歯周組織の性状分析について実験用植立模型を用いて検討を行ってきた。しかしながら、この方法では振動検出器の加速度ピックアップを測定対象物に接着させることが必要となるため、操作が複雑で検出精度が不安定となる問題があった。そこで、臨時的操作性と検出精度の向上を目的に、振動検出器としてレーザー変位計を用いた測定方法の開発について第139、140、142回本学会にて報告した。

今回、本装置はインプラント骨植状態の評価にも応用可能と考え、模擬インプラント植立模型を使用した際の力学的パラメーターに及ぼす影響について分析した。また、対照としてペリオテストによる測定結果を用いて比較検討を行った。

【材料および方法】

植立模型は模擬歯槽骨としてポリウレタン枠および発泡ポリウレタン枠を使用し、模擬インプラントであるチタン棒（直径6.0mm、長さ25.0mm）を15.0mm埋入させた。模型はインプラント周囲炎を模倣するため幅0.5mmの骨欠損を15.0mm付与した群と、骨欠損の無い群の2種類を作製した。なお、インプラント周囲炎を模倣した骨欠損部には、模擬軟組織として弾性裏装材であるティッシュコンディショナーII（松風、京都）を填入した。測定は模擬インプラントに円形磁石（直径4.0mm、質量0.19g）を接着し、非接触型電磁式加振装置を用いて模擬インプラントに電磁力による強制振動を与え、振動状態をレーザー変位計（波長655nm、KEYENCE、東京）にて検出し、FFTアナライザーにて周波数応答特性を得た。その後、周波数応答特性から力学的パラメーターとして共振周波数、弾性係数および粘性係数を算出し、骨欠損状態の有無に対応した力学的パラメーターの変化をMann-Whitney *U* testにて有意水準5%にて統計学的分析を行った。また、同一条件下で測定したペリオテストによるペリオテスト値と比較した。

【成績および考察】

共振周波数および弾性係数は、ポリウレタン枠および発泡ポリウレタン枠ともにインプラント周囲炎を模倣した骨欠損部の存在によって有意に減少し、粘性係数は有意に増加した。また、ペリオテスト値も粘性係数と同様な挙動を示し、ポリウレタン枠および発泡ポリウレタン枠ともに骨欠損部の存在によって有意に増加した。これらのことから、本装置から得られた3種の力学的パラメーターは模擬インプラント植立模型の骨欠損の有無を模擬歯槽骨の性状と関係なく把握できることが推察された。また、骨欠損部の存在に伴ってペリオテスト値が増加したことから、本模擬インプラント植立模型の妥当性も確認された。以上のことから、レーザー変位計を応用した本装置は模擬インプラント周囲組織の状態変化および安定性を客観的に把握することが可能であると推察された。

【結論】

レーザー変位計を応用した本装置から算出された力学的パラメーターは、歯根膜が存在する天然歯の骨植状態の評価だけでなく、歯根膜の無いインプラントの骨植状態の評価にも応用が可能であることが示唆された。

0.32% フッ化ナトリウム配合歯磨剤のう蝕予防効果

¹サンスター株式会社

○井手上 拓¹、小峰 陽比古¹

The Anti-Caries Efficacy of a 0.32% NaF Dentifrice

¹Sunstar Inc.

○TAKU IDEUE¹, AKIHIKO KOMINE¹

【目的】

高齢者のう蝕は残存歯数の増加に伴って増加し、歯肉退縮で露出した根面部のう蝕は大きな課題である。象牙質がエナメル質と比較し脱灰しやすいこと、また臨床において根面う蝕の病変部位は目視確認が困難なことから、根面う蝕は治療が困難な歯科疾患である。このことから根面部のう蝕予防も口腔衛生上非常に重要である。一方で日本国内における薬用歯みがき類（液体を除く）へのフッ化物の配合上限は、これまで1000ppmであったが、2017年3月に1500ppmを上限として配合された製品が厚生労働省に承認された。本研究ではフッ化ナトリウム(NaF)を0.32%(フッ化物として1450ppm[以降1450ppmF])配合した歯磨剤の根面う蝕予防効果を確認するべく、ウシ象牙質に対するpHサイクリング試験を実施し、再石灰化促進効果について950ppmF配合の歯磨剤との比較を行った。

【方法】

《象牙質に対する再石灰化促進効果》

ウシ歯根象牙質を歯根表面が約5mm×5mmになるように切断し、歯科用レジンで包埋後表面を研磨し、象牙質ブロックとした。象牙質ブロックを脱灰液(1.5mM CaCl₂、0.9mM KH₂PO₄、50mM 酢酸、pH4.8)にて37℃にて96時間浸漬させたのち、14日間のpHサイクリング法によって観察を行った。pHサイクリングは、脱灰液1時間→歯みがき剤4倍懸濁液(950ppmF、1450ppmF)3分間→石灰化液(1.5mM CaCl₂、0.9mM KH₂PO₄、130mM KCl、20mM HEPES、pH7.0)6時間→脱灰液1時間→歯磨剤4倍懸濁液3分間→再石灰化液16時間の順で実施した。pHサイクリング後の象牙質ブロックから薄切片を作成し、TMRにてミネラルの状態を観察した。

【結果】

《象牙質に対する再石灰化促進効果》

950ppmF群、1450ppmF群共に再石灰化が明瞭に認められ、また再石灰化部のミネラル量が健全象牙質よりも高い「過再石灰化層」の形成が確認された。またこの過石灰化層の厚さは、1450ppmF群のほうが950ppmF群と比較し約20%大きく、NaFを0.32%(1450ppmF)配合した歯磨剤が象牙質に対して高い再石灰化効果を有することが分かった。

【結論】

NaFを0.32%(1450ppmF)配合した歯磨剤の使用は、象牙質の再石灰化を強く促進する効果があることが明らかとなった。

航空自衛隊隊員における口腔保健指導 (本学ランチメニューとの比較)

¹奥羽大学 歯学部 口腔衛生学講座

○車田 文雄¹、佐々木 重夫¹、佐藤 穂子¹、木村 裕一¹

Oral hygiene guidance for JASDF staff (compared with Ohu University Lunch menu)

¹Ohu University School Dentistry, Fukushima, Japan

○FUMIO KURUMADA¹, SHIGEO SASAKI¹, YASUKO SATOH¹, YUICHI KIMURA¹

【緒言】先の第146回本学会を含め、5年前から当学会にて、職場における集団口腔健康管理の目的で、航空自衛隊第27警戒群大滝根山分屯基地の隊員等の対照群として、同じ国家公務員で勤務定時制である国税局職員の一連の口腔衛生について発表してきた。前々回は、「食事バランスガイド」を活用し、両者の食べた料理でわかる個人の食事バランスを実施した結果を発表し、前回は、齲蝕誘発性の抑止に関する歯垢非形成食品に着目して、2職場間の1ヶ月間の昼食データを基に口腔保健指導を実施した結果について、その知見を報告した。今回は、本学学生食堂のランチメニューと自衛隊献立とを比較して、若干の知見を得たのでここに報告する。

【方法および結果】<予定献立表より>1. 航空自衛隊第27警戒群大滝根山分屯基地における献立(某月の昼食) 2. 奥羽大学学生食堂における献立(某月の昼食) 食事のバランスでは、大学の定食に関しては航空自衛隊と同様に釣り合いが取れており、食事自体のメニューの工夫が凝らされていた。カロリーでは、自衛隊は「戦闘食」で1回の食事が約1,100キロカロリーの摂取と定められており、必然的に大学よりは多めであった。塩分摂取量においては、各食事で自衛隊が3.1~9.9グラムの範囲であったのに対し、大学は1.9~7.5グラム(定食)と少なかった。歯垢非形成食品においては、バランスの面からしても、自衛隊の方が「野菜類、漬け物、味付けとしての酢等」が充実されており、繊維類の摂取、唾液の中和作用および分泌作用のある食材が積極的に取り込まれていた。

【考察および結論】1. 塩分摂取量においては、自衛隊の方が税務署より約1.3倍多めではあったが、上記の如く、業務によっては身体を動かす部署では必要量とも推測できた。また今回、大学でのメニューでは「定食」をデータに入れたが、メン単品のメニューもあるため、塩分摂取量は4.4~7.5グラムとなり、さらにそのメンに「ミニカレー」と併せた摂取であれば、1.0~2.2グラムとなり、塩分の過剰摂取が危惧された。2. カロリーでは、自衛隊は「戦闘食」で1日の食事が約3,300キロカロリーの摂取と定められており、必然的に大学よりは多めであるが、それを消費するだけの業務を行っているため、問題ない熱量と考えられる。3. 歯垢非形成食品においては、自衛隊の方では「野菜類、漬け物」が充実されており、生野菜の繊維類および漬け物ならびに咀嚼回数の多い食材摂取することで、大まかな歯垢除去が出来るようになり、その自浄作用によって齲蝕活動性の低下につながる事が考えられた。4. また、同様に歯垢非形成食品である調味料の味付けとしての酢の使用で、唾液の中和作用および分泌作用のあるメニューが積極的に取り込まれていたことにより、齲蝕活動性の低下につながる事が示唆された。5. アラカルトメニューでは、単品で定食と同値段であるのにも関わらず、野菜が不足気味であることから、バランスの釣り合いが良くないことが示唆された。6. うどん、そばの単品もカロリーでは低くても、上記同様、野菜が不足気味であることから、バランスの釣り合いが良くないことが示唆され、生活習慣病の予備軍となるリスクが高まると考えられる。7. 上記3,4の有意性を確認するためにも、今後、大学教職員のDMF歯数と唾液緩衝能検査を実施したいと考える。

加齢に伴う口臭の不快さに関する検討

¹花王株式会社 パーソナルヘルスケア研究所、²花王株式会社 香料開発研究所
○矢納 義高¹、田力 鉄平¹、永山 美佳¹、板野 守秀¹、田添 由起²、石田 浩彦²

The study of unpleasant breath odor by aging

¹Personal Health Care Products Research, Kao corporation ²Perfumery Development Research, Kao corporation
○YOSHITAKA YANO¹, TEPPEI TAJIKARA¹, MORIHIDE ITANO¹, YUKI TAZOE², MASAHIRO YABUKI¹, HIROHIKO ISHIDA²

【目的】

口臭は、加齢に伴いその不快さが増加することは経験するところである。口臭の程度は、おもに舌苔や歯周の状態に依存することが知られている。これまでに我々は、口臭の不快さには揮発性硫化物 (VSCs) を含めた 14 種の口気成分の関与することを明らかにしており、中でも 1-propanol、p-cresol、indole および skatole が舌苔と関連することを示唆してきた¹⁾。しかしながら、これら口臭の不快さに関連する口気成分が、加齢やそれに伴う口腔状態の変化にどのような影響を受けるかについては不明な点が多い。そこで本検討では、加齢による口臭の不快さに関する要因を明らかにすることを目的とし、20 歳代、40 歳代、60 歳代の各年代における口臭および口腔状態の評価を行った。

【方法】

全身的に健康な男性の 20 歳代 18 名、40 歳代 18 名、60 歳代 28 名を対象とし、試験当日の起床時からの口腔清掃および飲食を制限した。口臭評価は、UBC 式に準じて呼気の官能評価を実施し、口気成分の測定は揮発性硫化物 (VSCs) を簡易口臭測定装置 (ブレストロン) にて、1-propanol、p-cresol、indole および skatole をフッ素樹脂バックに採取した呼気をサンプルとして TDS-GC/MS にて測定した。口腔状態は、う蝕経験歯数 (DMF)、残存歯数、歯肉の炎症状態 (GI)、歯肉の出血状態 (BOP)、歯周ポケット深さ (PD)、歯垢の付着状態 (MQHI)、および舌苔の付着状態 (WTCl) を診査し、安静時唾液量の測定も実施した。統計解析は、SPSS16.0 を用いて Kruskal-Wallis の検定および Spearman の順位相関分析を行った。なお、本研究は、花王株式会社ヒト試験倫理委員会の承認に基づいて実施した。

【結果および考察】

年代と各評価値との関連性について Kruskal-Wallis の検定を行った結果、年代と口臭官能評価値 (強度および不快度) に有意差が認められた。年代と各口気成分の濃度においては、1-propanol および skatole に有意差が認められた。また、年代と口腔状態においては、GI、MQHI および唾液量を除き有意差が認められた。一方、口腔状態と口気成分について Spearman の順位相関分析を行った結果、VSC は PD および WTCl と、1-propanol、p-cresol および indole は MQHI、WTCl と、skatole は DMF、PD、および WTCl と有意な相関関係を示した。以上の結果から、加齢に伴い口臭の不快さは増加し、1-propanol と skatole が関連することが示唆された。また、1-propanol および skatole の発生要因として共通したのは舌苔の付着状態であったのに対し、舌苔の付着状態は年代と関連しなかったこと、口気成分の産生には口腔細菌の代謝が関与する²⁾ ことから考え、1-propanol および skatole の産生には舌苔の付着状態ではなく、細菌分布や基質となるタンパク質組成などの舌苔の質的变化が関与することが考えられる。

【結論】

加齢に伴い口臭の不快さは増加し、その要因として口気成分中の 1-propanol および skatole の増加が関連した。

【引用文献】

- 1) 矢納義高 四国歯誌 24(1), 2011.
- 2) McNamara TF et al Oral Surg Oral Med Oral Pathol 34, 1972.

口臭の不快さと口腔内細菌叢との関連性

¹花王株式会社 パーソナルヘルスケア研究所、²九州大学大学院 歯学研究院 口腔予防医学分野

○田力 鉄平¹、矢納 義高¹、竹下 徹²、山下 喜久²

The relationship between oral microbiome and unpleasant breath odor

¹Personal Health Care Products Research, Kao corporation ²Section of Preventive and Public Health Dentistry, Faculty of Dental Science, Kyushu University

OTEPPEI TAJIKARA¹, YOSHITAKA YANO¹, TORU TAKESHITA², YOSHIHISA YAMASHITA²

【目的】

口臭はおもに口腔内細菌が産生する不快な揮発成分によって構成され、発生源は歯周状態や舌苔の付着状態が関連することが知られている。不快な揮発成分は、揮発性硫化物 (VSC) に加え、p-Cresol や Skatole などが関連することが報告¹⁾ されているが、これらの成分と口腔内細菌叢との関連性については不明であった。そこで本検討では、口臭の不快さと口腔内細菌叢との関連性を明らかにすることを目的とし、舌苔、歯垢および唾液中のそれぞれの細菌叢と口臭の不快成分との関係性に関する調査を実施した。

【方法】

全身疾患および重篤な口腔疾患を認めない30歳代、40歳代、50歳代の男性69名(平均年齢45.2±8.3歳)を対象とした。当日起床時からの口腔清掃および飲食を制限し、口腔診査(DMF, GI, BOP, PD, CAL, PLI, CI, WTCI)および呼気の官能評価を実施した。口腔内細菌叢の解析は、舌苔、歯垢、刺激時唾液を採取し、DNA抽出後、16S rRNA遺伝子V1-V2領域を網羅的に増幅するPCR反応を行い、Ion PGMにて塩基配列の決定後、QIIME、UPARSE、blast等のソフトウェアを用いて行った。また、口臭不快成分の測定は、VSCをオーラルクロマ、p-Cresol や Skatole を洗口吐出液中の臭気成分解析によって行った。Spearmanの順位相関およびMann-WhitneyのU検定(有意水準; p<0.05)の統計解析はSPSS16.0を用いて行った。なお、本研究は、九州大学医系地区部局臨床研究倫理審査委員会の承認に基づいて実施した。

【結果および考察】

VSC、p-Cresol、Skatoleの各量は口臭官能値と有意な正の相関を示した。舌苔中の細菌叢において、最も多くの細菌種の構成比率が口臭官能値と有意な正の相関を示し、中でも*Fusobacterium nucleatum*はSkatoleと、*Eubacterium sulci*はp-Cresolと、*Prevotella pallens*はVSCと最も高い正の相関を示した。また、舌苔、歯垢、唾液のどの部位でも、*F. nucleatum*の構成比率は口臭官能値と正の相関を示した。さらに、舌苔中では*F. nucleatum*の構成比率は*Eubacterium*、*Prevotella*、*Selenomonas*および*Capnocytophaga*などの口臭官能値と相関があった細菌の構成比率と高い正の相関を示した。*F. nucleatum*は、上述の細菌との共凝集することが報告されていることから考え、これらの細菌の舌苔への定着には*F. nucleatum*が関与している可能性が考えられた。

【結論】

口臭の不快さには、おもに舌苔中の細菌種構成が関連し、*F. nucleatum*がそのキーバクテリアとして働いている可能性がある。

【引用文献】1) 矢納義高 四国歯誌 24(1), 2011

新規ホームホワイトニング材 HWX-01 の過酸化尿素放出性能の評価

¹株式会社 ジーシー

○高橋 慎¹、熊谷 知弘¹

Evaluation of carbamide peroxide release performance of new home whitening material HWX-01

¹GC CORPORATION, Tokyo, Japan

○MAKOTO TAKAHASHI¹, TOMOHIRO KUMAGAI¹

【目的】ホームホワイトニング材は、国内で4製品が認可されている。どの製品も一様に有効成分である過酸化尿素が10%配合されたものであるため、ホワイトニング効果は同等であると考えられてきた。我々は、「ホームホワイトニング材は歯面に有効成分を放出することでホワイトニング効果を発揮する」という点に着目し、有効成分濃度は10%でありながら、歯面に効率的に有効成分を放出する事で、ホワイトニング効果を高めるといったコンセプトの試作品を開発している。本報告では、材料から歯面に放出される過酸化尿素の放出挙動を評価する事を目的とし、開発中のHWX-01と既存製品におけるHAPディスク（ハイドロキシアパタイト焼結体）への過酸化尿素放出性能について報告する。

【材料及び方法】

1. 蒸留水に浸漬しておいたHAPディスクを取り出し、内径10mm、厚さ2mmのアクリルリングを上に乗せた
2. リングに材料[新規ホームホワイトニング材 HWX-01、ティオンホーム、製品A、B、C]をすり切り一杯充填し、OHPシートで蓋をした
3. 37℃相対湿度100%環境下で[15分、30分、60分、120分]静置した
4. アクリルリング中に残留した材料を回収し、酸化還元滴定にて材料中の過酸化尿素濃度を測定した。試料数は材料、静置時間ごとにn=5とした
5. 以下の式でHAPディスクへの過酸化尿素の放出濃度を算出した

HAPディスクへの過酸化尿素の放出濃度[%] = 試験前濃度[%] - 試験後濃度[%]

6. 以下の式で各材料のHAPディスクへの過酸化尿素放出割合[%]を算出した

過酸化尿素放出割合[%] = HAPディスクへの過酸化尿素放出濃度[%] / 試験前濃度[%]

結果は一元配置分散分析および Tukey の検定により統計処理を行った(p<0.05)

【結果及び考察】全ての材料で、過酸化尿素が経時的にHAPディスクに放出されていることを確認した。全ての測定時間においてHWX-01の過酸化尿素放出割合が一番高く、測定した全ての時間で他の全ての製品との間に有意差があった。次いで製品Aが高く、残りのティオンホーム、製品B、製品Cは測定時間によって多少前後はあるが、おおむね同等の放出濃度であり、3製品間に有意差はなかった。

【結論】本試験条件で評価した材料の中では、HAPディスクに過酸化尿素を早期から最も多く放出する材料はHWX-01である事が確認された。臨床での歯面への材料の付着時間は2時間が想定されるが、より高いホワイトニング効果を期待するためには、早期からより高い濃度の過酸化尿素が歯面に供給される事が望まれる。その点でHWX-01は有効成分濃度が他と同じ10%でありながら高い過酸化尿素放出性能を持つため、高いホワイトニング効果を期待できると考える。

