

キセノン光と光感受性色素を組合せた aPDT における活性酸素の発存量

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、宮野 侑子、佐藤 史明、鈴木 雅也

The amount of reactive oxygen generated by aPDT combined with xenon light at different wavelengths and photosensitizers

Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata
○Daiki Yoshii, Yuko Miyano, Fumiaki Sato, Masaya Suzuki

【研究目的】

抗菌的光線力学療法 (antimicrobial Photo Dynamic Therapy、以下 aPDT) は、光線と光感受性色素 (Photosensitizer、以下 PS) との光化学反応で生じる活性酸素を利用した殺菌システムである。歯周治療、根管治療およびインプラント周囲炎への応用に関する研究報告が多数存在する一方、齶蝕治療への応用に向けた研究報告は限られている。齶蝕治療では、齶蝕検知液を用いた感染象牙質の識別法が一般的であるが、感染象牙質の完全除去は困難であり、象牙細管内に細菌が残存する可能性が指摘されている。また、露髄が懸念される深在性齶蝕では暫間の間接覆髄法が適応されるが、術式が煩雑で待機期間も長いという課題がある。当講座では齶蝕象牙質に対する aPDT 応用時の活性酸素の発存量と殺菌効果に関する研究を行ってきた。しかしながら、PS の励起波長に一致した光源を用いた研究はまだ十分に行われていない。

本研究の目的は、2 種類の PS を対象に、波長可変キセノン光源を用いて各 PS の励起波長に一致した波長の光照射を行い、PS の種類と励起波長の組合せが活性酸素の発存量に及ぼす影響を評価することである。

【材料と方法】

光照射には、波長 565 nm と 630 nm に調整したキセノン光源 (波長可変光源 NINJ-2、分光計器) を用いた。また、PS には齶蝕検知液 (カリエスチェック、日本歯科薬品株式会社) のブルー (励起波長: 630 nm、以下 BB) とレッド (励起波長: 565 nm、以下 AR) を用いた。実験群は、BB (非照射)、AR (非照射)、BB-565 (BB に 565 nm のキセノン光を照射)、BB-630 (BB に 630 nm のキセノン光を照射)、AR-565 (AR に 565 nm のキセノン光を照射)、AR-630 (AR に 630 nm のキセノン光を照射) の 6 群とした (n=10)。

各 PS をリン酸緩衝生理食塩水に溶解し、0.1%の PS 溶液に調整した。各 PS 溶液 100 μ L に対し、上記の条件でキセノン光を 30 秒間照射した後、ルミノール液を 100 μ L 加えた。発生した活性酸素量は、ルミフォトメーター (TD-4000、フタバメディカル) を使用して発光量を測定した。各実験群における発光量の測定は照射後 20 秒経過してから開始し、30 秒間の合計発光量 (Reactive Light Unit、以下 RLU) を測定値とした。得られたデータは、One-way ANOVA と Bonferroni post-hoc test を用いて各実験群間の統計学的有意差の検定を行った ($\alpha=0.05$)。

【結果と考察】

各実験群の RLU の平均値 (標準偏差) を Table 1 に示す。BB と AR、BB-565 と BB-630 および AR-565 と AR-630 間に統計学的有意差を認めなかった。すべての照射群が非照射群よりも有意に高い RLU を示した。BB-565 は AR-565 と AR-630 に対して、BB-630 は AR-565 と AR-630 に対して有意に高い RLU を示した。

以上の結果から、aPDT におけるキセノン光源を用いた励起波長と PS の組合せは、活性酸素の発存量に有意な影響を及ぼすことが明らかとなった。また、本実験条件下では、波長の種類に関わらず、BB を用いた aPDT により活性酸素の発存量が促進される可能性が示された。

本研究は JSPS 科研費 23K16030 の助成を受けたものである。

Group	Mean (SD)
BB	1833 (598) ^a
AR	1848 (509) ^a
BB-565	4517 (363) ^b
BB-630	4626 (708) ^b
AR-565	3681 (512) ^c
AR-630	3727 (444) ^c

Table 1. The same alphabetical superscripts show no significant differences ($p > 0.05$).

根面う蝕病変における硝酸還元細菌の検出およびその硝酸還元活性に対する 環境因子の影響

大阪大学大学院歯学研究科歯科保存学講座

○朝日陽子、栗木菜々子、阿部翔太郎、前園葉月、島岡 毅、小野舜佳、林 美加子

Detection of nitrate-reducing bacteria in root caries lesions and the influence of environmental factors on its nitrate-reducing activity

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

○Yoko Asahi, Nanako Kuriki, Syotaro Abe, Hazuki Maezono, Tsuyoshi Shimaoka, Syunka Ono, Mikako Hayashi

[研究目的]

高齢者における保有歯数の増加や歯肉退縮に伴う根面露出により、根面う蝕が増加している。う蝕などの口腔感染症の主因は口腔バイオフィルムであり、これらの疾患はバイオフィルムが病原性の高い細菌叢にシフトすることにより起こる。一部の口腔細菌が有する硝酸還元活性により唾液中の硝酸塩から産生される亜硝酸塩は、抗菌作用や細菌の代謝抑制能を有し、口腔細菌叢のバランスの維持に関与することが期待されている。そこで、本研究では、口腔細菌による硝酸還元活性に着目し、初期根面う蝕関連バイオフィルムにおいて亜硝酸塩の産生に関与する細菌を検索するとともに、その硝酸還元活性に影響をおよぼす環境因子を検討した。

[方法]

・硝酸還元細菌の検出

本研究は、大阪大学大学院歯学研究科倫理委員会の承認を受け、遂行された（承認番号 R4-E19）。大阪大学歯学部附属病院保存科を受診した根面う蝕を有する65歳以上の患者のうち、インフォームドコンセントを行い本研究に同意が得られた者を被験者とした。根面う蝕罹患部より滅菌済みスプーンエキスカバータを用いて感染象牙質をサンプルとして採取し、寒天培地に播種・培養した。その後、Griess 試薬を含有した寒天にて重層することで、硝酸還元活性を有する細菌コロニーを採取した。採取した細菌より DNA を抽出し、サンガー法にて菌種を同定した。

・硝酸還元活性に影響をおよぼす環境因子の検討

ポリスチレン製マイクロタイタープレートに分離・同定した細菌の培養液を播種し、24 時間培養しバイオフィルムを作成させた。その後、酸素濃度、pH、硝酸塩濃度、糖濃度、乳酸濃度といった種々の環境条件に暴露し、Griess 試薬を用いて硝酸還元活性を測定した。

[結果]

・硝酸還元細菌の検出

根面う蝕病変より検出された硝酸還元細菌種には個人差が認められたものの、*Veillonella* 属、*Streptococcus* 属、*Actinomyces* 属、*Lactobacillus* 属、*Propionibacterium* 属などの細菌群において硝酸還元活性が認められた。

・硝酸還元活性に影響をおよぼす環境因子の検討

検出された細菌種のうち、硝酸塩の還元能について未解明であったものを用いてバイオフィルムを形成し、環境因子の影響を検討した。その結果、乳酸濃度および硝酸塩濃度が硝酸還元活性に影響を与え、ともに濃度が高い方と硝酸還元活性が増強されることが明らかになった。グルコースの濃度は、乳酸活性に大きな影響を及ぼさなかった。

[結論]

根面う蝕病変から、これまで硝酸塩の還元能が報告されていなかった細菌種を含む複数の細菌群が検出された。これらの硝酸還元活性を高めることで、口腔細菌叢に着目した初期根面う蝕のコントロール法の開発に寄与することが期待される。

本研究は JSPS 科研費 (23K09198) および公益財団法人発酵研究所研究助成金の補助の下に行われた。

光干渉断層撮影を用いた ICDAS による歯冠部齲蝕診断基準の可視化

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹⁾, 総合歯学研究所生体工学研究部門²⁾

○柴崎 翔^{1,2)}, 黒川弘康^{1,2)}, 村山良介¹⁾, 須田駿一¹⁾,
河合良治¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}, 福本敬一¹⁾, 佐藤幹武¹⁾

Visualization of ICDAS Criteria for Coronal Caries via Optical Coherence Tomography
Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾,
Nihon University School of Dentistry
○SHIBASAKI Sho^{1,2)}, KUROKAWA Hiroyasu^{1,2)}, MURAYAMA Ryosuke¹⁾, SUDA Shunichi¹⁾,
KAWAI Yoshiharu¹⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, FUKUMOTO Keiichi¹⁾, SATO Mikitake¹⁾

【研究目的】

ICDAS-ICCMS (The International Caries Detection and Assessment System- International Caries Classification and Management System) による個別齲蝕予防プログラムでは, 病変部の表面性状が ICDAS の齲蝕コード分類のいずれに該当するかを視診で判定するとともに, Nyvad の齲蝕活動性の評価基準と照合することで, 齲蝕の活動性, すなわち検出した病変が将来進行するのか, あるいは健全な状態に回復しうるものなのかを予測する。このように, 患者個々の齲蝕予防プログラムの立案に際しては, 病変部の状態を精緻に観察する作業が必要となる。一方, ICDAS では, 視診によって病変部の状態を評価することから, 歯冠部での診断精度は高いものの隣接面部では劣るとされており, ICDAS での診断には画像資料を併用することの必要性が指摘されている。また, ICDAS の診断基準に基づいて口腔内環境下で齲蝕の状態を正確に捉えることは, とくに臨床経験の少ない歯科医師や歯科衛生士にとっては難しいのが現状である。そこで臨床経験などに左右されることなく, 齲蝕の活動性を適切に判定することが可能な診断システムを準備することは重要と考えられる。

本研究では, 歯冠部における齲蝕を, 光干渉断層撮影 (Optical Coherence Tomography, OCT) 装置, デジタルエックス線撮影装置ならびに口腔内用デジタルカメラで撮影し, 得られた画像データと ICDAS による歯冠部齲蝕のコード分類との関係性を明らかにすることで, ICDAS による歯冠部齲蝕の診断基準を可視化することを検討した。

【材料および方法】

日本大学歯学部倫理審査委員会の承認を得て行った (承認番号: 倫 2024-4)。日本大学歯学部附属歯科病院に通院中で, 視診により歯冠部齲蝕が疑われる患者のうち, 本臨床研究の趣旨を理解し, 協力が得られた者を対象とした。

1. ICDAS による歯冠部齲蝕のコード分類

スリーウェイシリンジを用いた 5 秒間のエア乾燥後, あるいは湿潤環境下において歯面に色調変化や表面性状変化が認められた歯を対象に, ICDAS によるコード分類 (0~4) を行った。なお, 歯面の観察にあたり, 歯ブラシ, フロスおよび歯磨剤を用いて病変部の歯面清掃を行った。

2. デジタル写真撮影ならびにデジタルエックス線撮影

ICDAS によるコード分類を行った歯について, デジタル写真撮影ならびに平行法によるデジタルエックス線撮影を行った。

3. 断層画像撮影

ICDAS によるコード分類を行った歯について, 歯科用 OCT 装置 (オクティナ, 吉田製作所) を用いて断層画像撮影を行った。

【成績および考察】

デジタル写真画像, デジタルエックス線画像ならびに OCT 断層画像によって, ICDAS の歯冠部齲蝕のコード分類を可視化することが可能であった。とくに, ICDAS コード 1 および 2 では, 病変の表面性状の詳細を記録したデジタル写真画像と病変表層の連続性や内部の状態変化の詳細を記録した OCT 断層画像を併用することの有用性が示された。一方, ICDAS コード 4 では, エナメル質を透過する象牙質の色調変化をデジタル写真画像で再現することが困難な症例も少なくはなく, デジタルエックス線画像や OCT 断層画像を併用することが有用であることが示唆された。

【結 論】

ICDAS による歯冠部齲蝕のコード分類について, 既存のデジタル写真画像だけでなく, デジタルエックス線画像ならびに OCT 断層画像を準備することで, 客観的かつ精度の高い診断が行える可能性が示された。

試作品 1 ステップセルフエッチングボンディング材における接着性の評価

株式会社ジーシー

○山下美樹, 平野恭佑, 佐藤拓也

Evaluation of bond strength in trial 1-step self-etching adhesive

GC CORPORATION, TOKYO, JAPAN

○Miki Yamashita, Kyosuke Hirano, Takuya Sato

【目的】

従来の 1 ステップボンディング材は、歯面に塗布後、配合されている水や溶媒を除去するため十分にエアブローを行う必要がある。しかし、エアブローが不十分であり、ボンディング層に水分が残留していると接着強さや耐久性に影響を及ぼす懸念がある。

そこで弊社では、エアブローが不十分、または無い場合でも安定した接着強さを有するボンディング材 AFB-00 を新たに開発している。本研究では、試作品 1 ステップボンディング材 (AFB-00) と、既存 1 ステップボンディング材 (Product A) を用いて、各エッチングモードで処理した際の歯質への接着性を評価した。

【材料及び方法】

ISO 29022:2013 を参考に、ウシ前歯歯冠部を用いて常温重合レジンに包埋した。#400 の SiC ペーパーで注水研磨しエナメル質、または象牙質を露出させ、被着面とした。被着面の前処理は、リン酸エッチング (ジーシーエッチャント, ジーシー) を 10 秒間行った条件 (ER mode) およびこれを行わないセルフエッチ条件 (SE mode) とした。次いで、被着面に対して各ボンディング材を塗布し、AFB-00 はエアブロー無し、Product A は添付文書に従いエアブローを行った。LED 光照射機 (G-ライトブリマ II Plus, ジーシー) を用いて 10 秒間光照射を行い、ボンディング材を硬化させた。内径 2.38 mm のモールドを被着面に固定し、コンポジットレジン (クリアフィル AP-X, クラレ) をモールド内に充填して 20 秒間光照射を行い硬化させた。37℃ の恒温槽にて 24 時間水中浸漬させたのち、オートグラフ (EZ-SX, SHIMADZU) にてクロスヘッドスピード 1mm/min. でせん断接着試験を実施した (n=5)。

結果について、各エッチングモード間で t 検定にて統計処理を行った ($\alpha=0.05$)。また、SEM にて破壊形態の観察を行った。

【結果及び考察】

せん断接着試験の結果を Figure 1. に示した。

AFB-00 は、いずれの被着面においてもエッチングモードの違いにかかわらず、Product A との間に有意な差は見られなかった。また、象牙質での接着試験体の破壊形態から、AFB-00、Product A とともに混合破壊が主であった。これらの結果より、AFB-00 はエアブローがなくとも歯質に対して化学的、機械的接着をすることでいずれのエッチングモードにおいても Product A と同等以上の接着強さを有することが示唆された。

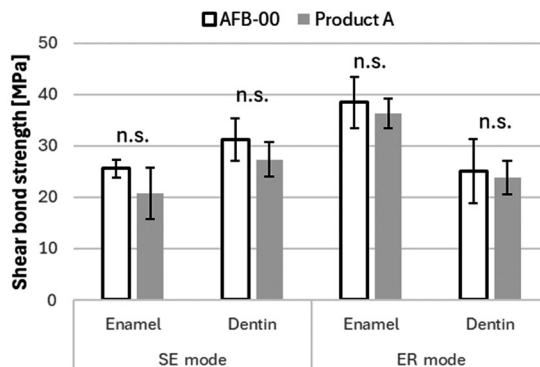


Figure 1. Shear bond strength test

【結論】

試作品 1 ステップボンディング材 AFB-00 は、エアブローを行わずとも、歯質、エッチングモードに依らず既存の 1 ステップボンディング材と同等以上の接着強さを示したことより、臨床場においてもエアブローによるテクニックエラーを軽減でき、安定した接着性能を示すことが期待される。

象牙細管封鎖材塗布後のレジンセメントの接着性

¹ 神奈川歯科大学 歯学部 臨床科学系 歯科診療支援学講座 クリニカル・バイオマテリアル学分野

² 関東学院大学材料・表面工学研究所

³ 神奈川歯科大学 歯学部 臨床科学系 歯科保存学講座 保存修復学分野

⁴ 神奈川歯科大学 歯学部 基礎歯科学系 分子生物学講座 口腔生化学分野

○二瓶智太郎^{1,2}, 片山裕太¹, 緑野智康¹, 青木 香¹, 富山 潔³, 大橋 桂¹, 半田慶介⁴, 向井義晴³

Adhesion of resin cement after application of dentinal tubule sealant

¹Dept. of Clinical Biomaterials, ³Dept. of Restorative Dentistry and ⁴Dept. of Oral Biochemistry, Kanagawa Dental Univ., ²Kanto Gakuin Univ.

○Tomotaro NIHEI^{1,2}, Yuta KATAYAMA¹, Tomoyasu MIDONO¹, Kaori MIYAKE¹, Kiyoshi TOMIYAMA³, Katsura OHASHI¹, Keisuke HANDA⁴, Yoshiharu MUKAI³

【研究目的】

近年、生活歯の支台歯形成後の象牙質切断面にレジンコーティングすることにより、歯髄の鎮静が保たれ、審美的な補綴処置による便宜的な抜髄処置は減少していると思われる。また、超高齢化社会の中、歯科医療の発展により、残存歯数は増えているが、歯肉退縮により知覚過敏症も増えており、同様に象牙細管を封鎖する処置が施行されている。

本研究では、象牙細管を封鎖するコーティング法を施行した後のレジンセメントの接着性について検討した。

【材料および方法】

供した象牙細管封鎖材は、フォースデンティン® (FD, メディボ), ティースメイト®ディセンタイザー (TM, クラレノリタケデンタル), MS コート ONE (MS, サンメディカル), ハイブリッドコート II (HB, サンメディカル) の4種とした。

試料の作製は、ウシ下顎前歯唇面を象牙質が露出するまで、耐水研磨紙で平坦に研磨し、長さ6mm、幅5mmに切り出した象牙質片を、10%リン酸溶液に20秒間浸し、水洗後、アパタイトと混合ジェルにて1分間機械研磨を行った。研磨後、試料を30分間超音波洗浄し、さらに蒸留水の入ったスターラー内に24時間水洗し、スメア層およびスメアプラグを除去し、象牙細管を開口させた知覚過敏モデル試料を作製した。

各試料は、各象牙細管封鎖材をメーカー指示に従って塗布し、37℃脱イオン水に24時間保管後、φ3.0mmの穴の開いたメンディングテープを貼付し、アルミナの接着子にレジンセメント (ZEN, サンメディカル) を貼付し、処理象牙質と垂直に1kg荷重で付き合わせ接着した。接着後、37℃脱イオン水に7日間保管後、小型卓上試験機 (EZ test, SHIMADZU) にて、クロスヘッドスピード1.0 mm/minの試験条件で引張接着試験を行った。また、象牙細管封鎖材を塗布しない試料をコントロール群とし、各群の試料数は12個とした。なお、得られた値は平均値と標準偏差を求め、各群の正規性と等分散性を確認し、一元配置分散分析を行い、有意差を認められた場合は、さらに多重比較検定 (Bonferroni 法) を行った。

【結果および考察】

コントロール (未塗布) 群の接着強さは10MPa以上となり、接着界面もレジンセメントの凝集破壊であった。FD, TMならびにMS群の接着強さはコントロール群と比較して有意な差は認められず ($p>0.05$)、接着界面はレジンセメントの凝集破壊あるいは混合破壊であった。また、HB群の接着強さは、他群と比べて有意に高い値であり ($p<0.05$)、接着界面もレジンセメントの凝集破壊であった。

開口した象牙細管に対してリン酸カルシウムを形成し石灰化しながら封鎖するタイプは、コントロール群と同様な接着強さが得られた。また、HBのようなレジンコーティングタイプでは有意に化学的にレジンセメントと結合され、その結果として接着強さが他群と比較して有意に高くなったと示唆された。

以上の結果より、今回供した象牙細管封鎖材を塗布した後のレジンセメントとの接着性は、未塗布群と有意な差が認められなかったことから、生活歯を支台歯形成した後に封鎖材を塗布し、クラウンやブリッジを装着する際もレジンセメントでの接着には影響を及ぼさないと示唆された。

なお、開示すべきCOI関係にある企業などありません。

レジンセメントで装着したクラウン内の残留応力の変化:

1.5 年水中浸漬の結果

鶴見大学歯学部保存修復学講座

○相澤大地, 大川一佳, 黒澤祥世, 河野通将, 英 將生, 山本雄嗣

Changes of residual stresses in crown cemented with resin cements:

Results of 1.5-year water immersion

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

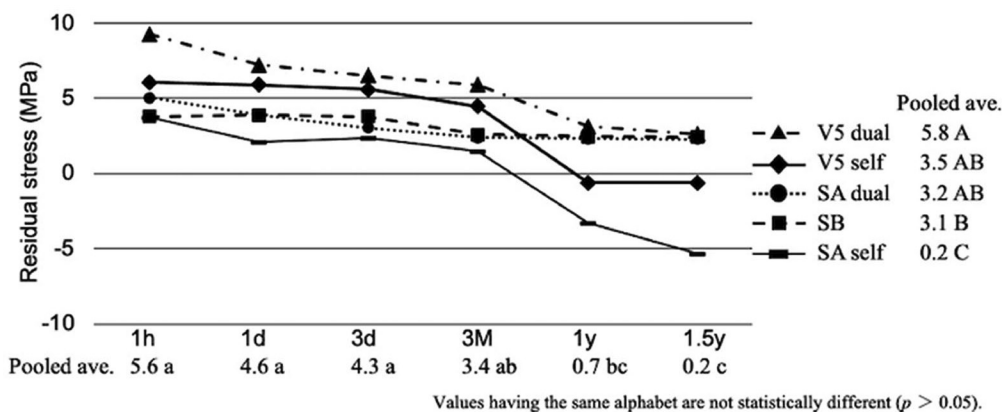
○AIZAWA Daichi, OKAWA Kazuyoshi, KUROSAWA Sachiyo, KONO Michisuke,

HANABUSA Masao, YAMAMOTO Takatsugu

【目的】セラミックインレーや CAD/CAM レジンジャケットクラウンなどの接着性間接修復でレジンセメントは不可欠な材料であり, 日常臨床で頻繁に使用されている。口腔内において, このレジンセメントは重合反応によって収縮すると同時に, 吸水を開始するために膨張や可塑性が起こる。この過程の初期に修復物内には引張応力が発生し, その後徐々に応力は緩和するが, この変化の様相はセメントによって異なる。演者らは 3 種のレジンセメントで装着したクラウン内部の残留応力の変化を検討し, 1 年水中浸漬の結果を第 43 回日本接着歯学会学術大会で報告した。今回, 1.5 年浸漬の結果を得たのでここに報告する。

【材料と方法】大臼歯部クラウンを想定して, 外側軸面に一部平坦面を有する内径 6.0 mm, 厚径 1.5 mm のガラスキャップを準備し, レジンセメント (パナビア V5; V5, SA ルーティング Multi; SA, スーパーボンド; SB) で, 直径 5.8 mm の円柱状ジルコニアに接着した。なお V5 と SA の重合様式はデュアルキュアと化学重合とした。接着後, 試料を 37°C 水中に 1 時間浸漬してから平坦面に亀裂を導入, その長さからクラウン内に発生した応力を求めた。その後試料を再び水中に浸漬し, 1.5 年の期間中に繰り返し亀裂長さを測定して応力を算出した。統計学的比較は二元配置分散分析と Tukey の多重比較を用いた ($\alpha=0.05$, $n=5$)。

【結果および考察】残留応力の結果を下グラフに示す。装着後 1 時間で全グループにセメントの重合収縮による圧縮応力 (3.7~9.2 MPa) が発生しており, その応力は浸漬期間とともに徐々に減少した。分散分析では, 二要因 (グループ, 期間) は有意, 要因間の交互作用は認めなかったため, 多重比較は併合データ間で行なった (グラフ中表示)。浸漬 3 ヶ月以降に V5 化学と SA 化学で応力は負値, すなわちクラウン内の圧縮応力が引張に転じた。1 年以降では特に SA 化学で引張応力が増加した。1.5 年の浸漬期間を通じて, V5 デュアル 1 試料, V5 化学 2 試料, SA 化学 4 試料でクラウンが破折した。SA には親水性モノマーが多く含まれることに加えて, デュアルキュアと比較して化学重合は重合率が低いために吸水量が多く, セメントの吸水膨張が大きくなったことが要因と考えられた。一方 SB では, 1 時間後に 3.5 MPa だった圧縮応力が 1.5 年後は 2.4 MPa となり, 応力変化が最小であった。SB は吸水量が多いものの, フィラー未含有のため弾性率が低く, 応力値が変化しにくかったと考えられた。



【結論】レジンセメントの吸水挙動によるクラウン内の応力は, 装着後 1 年以降も変化した。特に SA 化学では引張応力が増加し, クラウンの破折を惹起しうることがわかった。

研究に関連し COI を開示すべき企業・団体はない。

**MDP 含有クリーナーによる唾液汚染の除去が
自己接着性コンポジットレジンの象牙質接着性能に及ぼす影響**

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
○清水翔二郎, 鶴田はねみ, 岡本千昭, 伊藤里帆, 二階堂 徹, 奥山克史

**The effect of removing saliva contamination using an MDP-containing cleaner on the dentin bonding
performance of self-adhesive composite resin**

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

○Shojiro Shimizu, Hanemi Tsuruta, Chiaki Okamoto, Riho Ito, Toru Nikaido, Katsushi Okuyama

【目 的】

我が国は超高齢化社会に伴って、訪問診療の需要増加により、限られた環境下での治療が求められる。近年、歯科用接着材料の開発・進化により、接着システムの操作時間の短縮や簡略化が進んでおり、歯面処理の手順を省略した自己接着性コンポジットレジンが開発されている。最近では唾液や血液などの接着阻害因子を除去する方法として、リン酸エステル系機能性モノマーである MDP を用いたクリーナーが開発され、臨床応用されている。

本研究の目的は、MDP 含有クリーナーによる唾液汚染物質の除去が、自己接着性コンポジットレジンの象牙質接着性能に及ぼす影響を評価することである。

【材料および方法】

ウシ下顎前歯を解剖学的歯頸線で切断し、耐水研磨紙#600 で研削して歯根象牙質平坦面を作製した。象牙質表面に人工唾液（サリベートエアゾール、帝人ファーマ）を 20 μ l 滴下し、20 秒間静置した。その後、唾液汚染除去の方法は、30 秒間水洗後 10 秒間乾燥（WA）、10%クエン酸-3%塩化第二鉄溶液（表面処理材グリーン、サンメディカル）を 5 秒間塗布後に水洗（10-3）、MDP 含有クリーナー（カタナクリーナー、クラレノリタケデンタル）を 10 秒間こすり塗り後に水洗（KC）に分けた。なお、汚染なしのグループ（NC）をコントロールとした。

被着材料は MDP 含有自己接着コンポジットレジン（SA-100R, SAR, クラレノリタケデンタル）を使用した。接着方法は製造業者の指示通りに操作し、LED 光照射器（ペンキュア 2000, 1200 mW/cm², モリタ）を用いて光照射を行った。試料は 37°C で 24 時間水中保管後、硬組織精密切断機（Isomet, Buehler）にて、1.0 mm $\times$ 1.0 mm のビーム状試料を作製した。得られた試料は、小型卓上試験機（EZ-SX, SHIMADZU）を用いて、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min で微小引張り接着試験（ μ TBS）を行った（n=10）。得られたデータの統計処理は、正規性を確認した後、Student's *t*-test（*p*<0.05）を用いた。

【結果および考察】

各群の μ TBS (MPa) の平均値 $\pm$ 標準偏差は、NC : 24.8 $\pm$ 5.0, WA および 10-3 : n.d (Not detected), KC : 22.6 $\pm$ 3.0 であった。KC は NC と比較して、有意な差が認められなかった（*p*>0.05）。WA および GA は試料作製中の破断が認められた。カタナクリーナーに含まれる MDP-Ca 塩により、象牙質表面の唾液汚染物質が除去されたが、象牙質表面のスマヤーと結合しなかったため、NC よりも接着強さが向上しなかったと考えられる。一方、10%クエン酸-3%塩化第二鉄溶液により、唾液汚染の除去とともに象牙質表面が脱灰されるため、SAR に含まれている酸性モノマーの MDP による象牙質への浸透は、脱灰象牙質の深部まで到達していないと考えられる。

【結 論】

MDP 含有クリーナーによる唾液汚染物質の除去は、自己接着性コンポジットレジンの接着強さの向上に効果があることが示唆された。

歯質と CAD/CAM インレーの界面部におけるコーティング材の三体摩耗試験

¹明海大学歯学部病態診断治療学講座総合臨床歯科学分野

²YAMAKIN 株式会社

○菱川暁弘¹, 中野貴文², 加藤喬大², 松見秀之¹, 村上幸生¹

Three-body abrasion test of protection by coating material at interface of CAD/CAM inlay

¹Meikai University School of Dentistry, ²YAMAKIN CO., LTD

○Hishikawa Akihiro¹, Nakano Takafumi², Kato Takahiro², Matsumi Hideyuki¹, Murakami Yukio¹

【目的】

著者らは CAD/CAM インレー（以下 C-In と略す）と歯質との界面部における表面保護材のコーティングが小臼歯 C-In において C-In と歯質の界面部に露出するレジンセメントを保護することに対し有効であることを第 161 回の本学術大会にて報告した。これに大臼歯においても同様に表層に露出したセメントラインは、窩洞歯質や C-In と比較して硬度が低く溶出もしやすいと考えられ、C-In の脱離や破折の可能性だけでなく、二次カリエス発生等、患歯の重症化につながりかねない。C-In 装着時に表面保護材でコーティングを施すことにより、歯ブラシ摩耗時の C-In と歯質の界面部のセメント摩耗の影響、並びに磨耗後における後コーティング効果についても我々は評価した。更に大臼歯においては、咀嚼時の口腔内環境に近づけることを目的とした三体摩耗試験を加えることで、界面部にコーティングした表面保護材に対する衝突強さや耐摩耗性について評価をし、興味ある知見を得たので報告する。

【材料と方法】

レジンブロック「KZR-CAD HR Block 2 BG」(YAMAKIN)を縦 14×横 14×厚さ 2 mm に切り出し、さらに半分の面積の縦 14×横 7 mm×厚さ 1 mm 切り落とした。牛歯を表面がエナメル質になるよう 14×7×1 mm の板状に切り出し、レジンブロックおよび歯質を表面処理後、接着性レジンセメント「パーマセム 2.0, A2 ユニバーサル」(ヨシダ)を用いてレジンブロックの切り落とした部分に接着した。また、表層の界面部に露出するセメントラインが約 150 μm となるように設計した。接着後、レジンブロック・レジンセメント・エナメル質表面が出ている面を P1000 の耐水研磨紙で水平に研磨後、エナメル質の表面処理として「ゼロフローエッチャント」(YAMAKIN)を使用し、表面を粗造化したのち、表面保護材「Nu:le コート[®], リキッド クリアー」(YAMAKIN)を厚さ約 10 μm になる様に 2 層塗布し、光照射器ジェラル D-Lux Pen (Angelus Japan) で 1 層ごとに重合をした (被験歯 A)。コントロール群としてダイヤモンドペーストを用いて布バフにより鏡面研磨を行ったもの (被験歯 B) を準備した (各 n=3)。各試験片を 37 °C の水中で 24 時間保管後、衝突摩耗試験機 (K655, 東京技研) を用い、グリセリン:PMMA=1:1 で PMMA の粒子径 50 μm を混合したスラリー中で荷重 2.26 kgf, 平面接触直径 3 mm の円柱状の条件で試料上を 5 万回衝突・スライドをさせた。光学式電子顕微鏡 VHX[®]-X1 (キーエンス) を用い、1 万回ごとに歯質とセメント部分の平均摩耗深さを測定した。

【結果と考察】

研磨仕上げの被験歯 B の 5 万回後の平均摩耗深さは、Fig に示すように約 35 μm であり大きくセメントが摩耗した。表面保護材をコーティングした被験歯 A では、5 μm 以下であり摩耗量の低減が確認された。また、被験歯 B は歯質からレジンまでの界面のセメント部分すべてが大きく削れているのに対し、被験歯 A は表面保護材が剥がれたところはわずかにセメントが削れていたが、表面保護材が残っているところはセメントだけではなく、辺縁の歯質とレジンブロックも削れていないことが確認できた。このことにより、表面保護材を施すことによって、界面部のセメントを保護するだけでなく歯質やレジンブロックの辺縁を保護することができる事が確認でき、患歯の重症化予防の一助になると考えられる。

【結論】

レジンブロックと歯質の界面部に表面保護材を施し、口腔内環境に近づけた咀嚼圧を考慮に入れた三体摩耗試験においてレジンセメント層を保護することが確認でき、二次カリエス等の患歯の重症化予防に寄与できる可能性が示唆された。

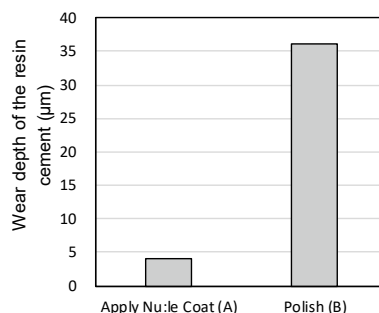


Fig. Average wear depth of resin cement at three-body abrasion test 50,000 cycles.

小窩裂溝封鎖を想定した C-MET 含有セルフアドヒーシブレジンセメントの応用

サンメディカル株式会社 研究開発部
○紙本宜久, 秋野知紘

Evaluation of pit and fissure sealing with resin cement containing C-MET

SUN MEDICAL CO., LTD. Research and Development Dept.

○Yoshihisa Kamimoto, Chihiro Akino,

【緒言】

小窩裂溝封鎖材は乳歯や幼弱永久歯の小窩裂溝に歯科用樹脂やセメントを塗布し、凹凸を埋めることで咬合面の平滑化を促し、う蝕のリスクを低減する予防処置としての効果が認められている。

小窩裂溝封鎖材に求められる性能として、簡便な操作性、耐摩耗性、小窩裂溝への浸透性、歯質接着性、耐酸性に寄与するフッ素徐放性などがあり、これらをバランス良く兼ね備えた材料が望ましい。本研究では、各種性能を満たす接着性材料を探索することを目的としている。候補材料として、再石灰化能が期待できるバイオアクティブモノマーの Calcium salt of 4-methacryloxyethyl trimellitate (以下、C-MET) を含有し、且つフッ素徐放性を有するセルフアドヒーシブレジンセメントの ZEN ユニバーサルセメント (クルツァー・ジャパン, サンメディカル) を選定した。

演者らは、牛歯エナメル質の表面に人工的に極小の切削溝を形成することで本材料がエナメル質切削溝に対する浸透性と接着性に優れることを以前に報告している。本研究では、小窩裂溝封鎖材としての応用を想定し、高湿度環境下における歯質接着性と、疑似体液中にて ZEN ユニバーサルセメント硬化体表面に形成されるリン酸カルシウム結晶のフッ素含有率について評価を行った。

【材料と方法】

本研究では、エナメル質用のエッチング材として表面処理剤レッド (サンメディカル) と、セルフアドヒーシブセメントの ZEN ユニバーサルセメント (クルツァー・ジャパン, サンメディカル) を用いて評価を行った。本製品に加え、他社小窩裂溝封鎖材の製品 A, B 及び C についても比較対象とした。

高湿度環境下に対する歯質接着性評価については、以下の通りである。牛歯歯冠部が平滑となるように唇側面から #180 で研削した後、 $\phi 4.8$ mm の面積規定紙を貼付し表面処理材レッドで 30 秒間処理した後に水洗した。その後、相対湿度 95% の環境下にて、各メーカー指定の方法に従って練和し接着面に塗布後ステンレスロッドを植立した。試験体を 37℃ の水中にて一晚浸漬した後、C.H.S: 1 mm/min で引張試験を実施した。

また、リン酸カルシウム結晶に含まれるフッ素含有率の評価については以下の通りである。ZEN ユニバーサルセメントを $\phi 10$ mm $\times$ 2 mm のテフロン型に充填して硬化させた。疑似体液の作製方法および硬化体の浸漬方法は ISO23317 に準拠して実施した。浸漬 5 日後に取り出し流水にて軽く洗浄後に十分に乾燥させ、走査型電子顕微鏡で硬化体表面のリン酸カルシウム結晶のフッ素含有率を確認した。

【結果と考察】

高湿度環境下における接着性について、ZEN ユニバーサルセメントは 5.7 MPa、製品 A は 2.9 MPa、製品 B は 3.1 MPa、製品 C は 2.9 MPa であった。リン酸カルシウム結晶のフッ素含有率について、ZEN ユニバーサルセメントの硬化体で形成された結晶はフッ素含有率が質量比で 5.21% であった。

これらの結果から、ZEN ユニバーサルセメントは小窩裂溝封鎖材として有効である可能性が示唆された。

2.1%フッ化ナトリウム溶液を応用した象牙質知覚過敏抑制剤の塗布が ユニバーサルレジンセメントの接着強さに及ぼす影響

愛知学院大学歯学部保存修復学講座¹

岡山大学大学院医歯薬総合研究科生体材料分野²

アイオワ大学歯学部保存修復学講座³

クレイトン大学歯学部総合歯科学講座⁴

○岸本崇史¹, 入江正郎², 辻本暁正^{1,3,4}

Influence of dentin hypersensitivity desensitizer application using a 2.1% sodium fluoride solution to dentin on shear bond strength of universal resin luting cement

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University¹

Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences²

Department of Operative Dentistry, University of Iowa College of Dentistry³

Department of General Dentistry, Creighton University School of Dentistry⁴

○Takafumi Kishimoto¹, Masao Irie², Akimasa Tsujimoto^{1,3,4}

【緒言】

象牙質知覚過敏症は、露出した象牙質を介して加わった物理的あるいは化学的外来刺激によって一過性の鋭痛が誘発され、刺激除去後に直ちに痛みが消失する状態とされる。一般に象牙質知覚過敏症の治療法は知覚の鈍麻・組織液の凝固・象牙細管の封鎖に大別され、主に象牙質知覚過敏抑制剤が使用されてきた。現在、これらの薬剤はさまざまな特徴を持った製品が市販されており、5%フッ化ナトリウム溶液を応用した製品もそのひとつである。近年、5%フッ化ナトリウム溶液を応用した象牙質知覚過敏抑制剤と同等な効果を有するとともに、より低濃度なフッ化物である2.1%のフッ化ナトリウム溶液を用いた製品も新たにラインナップされている。一方、これらのフッ化物を応用した薬剤の象牙質知覚過敏症を有する患者に対する塗布は比較的低侵襲な治療法であるところから頻用されているものの、その後に修復処置が必要となった際には象牙質の改質によって生じる接着操作に対する影響については未だ不明な点が多い。そこで演者らは、2.1%フッ化ナトリウム溶液を応用した象牙質知覚過敏抑制剤の塗布がアドヒーズ併用型ユニバーサルレジンセメントの接着強さに及ぼす影響について検討した。

【材料と方法】

実験に供した材料は、象牙質知覚過敏抑制剤として Clinpro Clear Fluoride Treatment (Solventum, St. Paul, MN, USA), ユニバーサルレジンセメントとして RelyX Universal Resin Cement (Solventum) およびユニバーサルアドヒーズとして Scotchbond Universal Plus Adhesive (Solventum) を用いた。接着試片の製作に際しては、研磨した象牙質に対して象牙質知覚過敏抑制剤を塗布し15分間人工唾液中に保管後、表面を拭き取り、水洗・乾燥した試片に対してユニバーサルアドヒーズを塗布、テフロンモールドを固定し、モールド内にユニバーサルレジンセメントを填入した。また、象牙質知覚過敏抑制剤を塗布しない接着試片も同様に作製した。これらの接着試片に対して光照射を行う群および行わない群を製作し、セメント硬化直後および24時間保管後における剪断接着強さを測定した。

【結果と考察】

セメント硬化直後におけるユニバーサルレジンセメントの象牙質に対する剪断接着強さは光照射を行った際で14.5MPa、光照射を行わない際で5.4MPaであったものの、知覚過敏抑制剤の塗布によって光照射を行った際で11.5MPa、光照射を行わない際で4.8MPaであった。一方、セメント硬化から24時間経過後におけるユニバーサルレジンセメントの象牙質に対する剪断接着強さは光照射を行った際で21.4MPa、光照射を行わない際で18.6MPaであったものの、知覚過敏抑制剤の塗布によって光照射を行った際で18.7MPa、光照射を行わない際で14.1MPaであった。また、これらの接着強さはセメント硬化直後および24時間経過後にかかわらず知覚過敏抑制剤の塗布によって有意に低下しなかったものの、その値は光照射の有無によって影響を受けた。このことから、2.1%フッ化ナトリウム溶液を応用した象牙質知覚過敏抑制剤の塗布は象牙質の改質を促すものの、アドヒーズ併用型レジンセメントの接着性に及ぼす影響は限定的である可能性が考えられた。

【結論】

本実験の結果から、アドヒーズ併用型ユニバーサルレジンセメントの接着強さは2.1%フッ化ナトリウム溶液を応用した象牙質知覚過敏抑制剤の塗布による影響は認められないことが判明した。一方、これらのレジンセメントに対する光照射の有無は象牙質に対する接着強さに影響を及ぼすところから、臨床使用において確実な光照射が求められることが明らかとなった。

HEMA フリーユニバーサルアドヒーズの湿潤象牙質に対する接着耐久性評価

¹岡山大学学術研究院 医歯薬学域 歯科保存学分野

²岡山大学病院 中央診療施設 医療支援歯科治療部

○高橋 圭¹, 横山章人¹, 松崎久美子², 神農泰生¹, 山路公造¹, 大原直子¹, 鈴木茂樹¹

Evaluation of Adhesive durability of HEMA-free universal adhesives to wet dentin

¹Department of Operative Dentistry, Faculty of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences,
Okayama University

²Division of Hospital Dentistry, Central Clinical Department, Okayama University Hospital

○Kei Takahashi¹, Akihito Yokoyama¹, Kumiko Matsuzaki², Yasuo Shinno¹, Kozo Yamaji¹, Naoko Ohara¹,
Shigeki Suzuki¹

【目的】

近年、超高齢社会が進むにつれて訪問歯科診療の需要が増加している。訪問先で修復治療を行う際、不完全な防湿下で治療する機会も多く、歯面処理が簡便で使い勝手が良いユニバーサルアドヒーズは臨床の現場で広く普及してきている。本研究では、親水性モノマーHEMA無配合の3種のユニバーサルアドヒーズを用いて、湿潤状態の象牙質に対する接着強さの耐久性についてサーマルサイクル負荷試験を行うことにより検討を行った。

【方法】

本実験は岡山大学倫理委員会の許可(承認番号 189 号)を得て行った。接着試験には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まで研磨した象牙質面を被着面とした。象牙質被着面を歯面処理前に5秒間エアードライ乾燥したものをコントロール群とし、象牙質の被着面を直径6mmの円形になるようマスキングテープで覆い、蒸留水を4μl滴下した湿潤状態の象牙質をwet群とした。ユニバーサルアドヒーズにはプライム&ボンドユニバーサル(デンツプライシロナ、以下:PBU)、G-プレミオボンド(ジーシー、以下:GPB)、ビューティボンド Xtreme(松風、以下:BBX)を用いて、歯面処理(各20秒間こすり塗り)後光照射を行い、クリアフィル AP-X(クラレノリタケデンタル)を積層築盛し各10秒間の光照射を行った。試料は24時間37℃水中保管後、サーマルサイクル(以下:TC)試験機を用いて5℃および55℃に設定された水中に10,000回負荷した後、小型卓上試験機(EZ Test、島津製作所)を用いて、クロスヘッドスピード1mm/minで微小引張接着試験を行った。試料数は各8個とし、得られた結果は有意水準5%にて統計処理を行った。

【結果および考察】

TC10,000回後の引張接着試験の結果、各群の平均値±標準偏差は、PBU コントロール群:28.84±4.49、PBU wet群:27.82±3.87、GPB コントロール群:27.38±4.02、GPB wet群:22.27±8.45、BBX コントロール群:28.36±6.07、BBX wet群:24.86±4.17であった。

TC10,000回後の湿潤象牙質に対する接着強さはコントロール群と比較して、PBUとBBXでは有意差は認められなかった。一方、GPBを用いた場合は有意に低い値を示した(p<0.05)。これはGPBが他のアドヒーズと比較して、水分含有量が多いことが相対的に象牙質表面の水分量が多寡となり接着強さの低下に繋がったものと考えられる。

【結論】

本実験の結果から、HEMAフリーユニバーサルアドヒーズの湿潤象牙質に対する接着耐久性は、同じ歯面処理方法でも用いるアドヒーズの種類によって接着強さに影響を及ぼすことが示唆された。

多発性う蝕と根尖性歯周炎を有する歯の歯根保存による口腔機能の長期安定性

1) 岡山大学 大学院医歯薬学総合研究科 歯周病態学分野, 2) 岡山大学病院 歯科・歯周科部門,
3) 岡山大学 学術研究院 医歯薬学域 歯周病態学分野

○阪本 舞¹⁾, 大久保 圭祐²⁾, 中村 心³⁾, 樋口 大樹¹⁾, 釜田 英幸¹⁾,
加納 玄¹⁾, 小山 光那¹⁾, 大森 一弘³⁾, 高柴 正悟³⁾

Long-Term Oral Function Stability Through Root Preservation in Teeth with Multiple Caries and Apical Periodontitis

1) Dept. of Pathophysiology - Periodontal Science, Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama University

2) Dept. Periodontics and Endodontics, Division of Dentistry, Okayama University Hospital

3) Dept. of Pathophysiology - Periodontal Science, Faculty of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama University

○SAKAMOTO Mai¹⁾, OKUBO Keisuke²⁾, NAKAMURA Shin¹⁾, HIGUCHI Daiki¹⁾, KAMATA Hideyuki¹⁾,
KANO Gen¹⁾, KOYAMA Mina¹⁾, OMORI Kazuhiro³⁾, TAKASHIBA Shogo³⁾

キーワード: 多発性う蝕, 咬合崩壊, 咀嚼機能障害, 歯科保存治療, 残根上義歯

【緒言】

口腔内の感染と炎症を制御し, その機能を回復させることは歯科保存治療の根幹であり, 患者の Quality of Life (QOL) 改善に寄与する。今回, 多発性う蝕の進行によって咬合崩壊に至り, 咀嚼機能障害を生じた患者に対して, 感染源のコントロールを行うことと並行して, 歯冠補綴が困難な歯根の積極的な保存によって歯槽骨を維持した。これによって残根上義歯を安定化させ, 回復した口腔機能と良好な口腔環境を長期的に維持している症例を報告する。

【初診 (2013 年 5 月)】

患者: 39 歳, 男性。主訴: 全顎的な歯科治療希望。全身所見: 身長 165 cm, 体重 52 kg, BMI: 19.1 kg/m², 全身疾患の既往はなし。口腔既往歴: 歯科恐怖症 (成人以降の歯科受診なし)。喫煙歴: あり (20 本/日, 20 年間)。

【診査・検査所見】

口腔内所見: 現在歯数は 22 本 (上顎 11 歯, 下顎 11 歯), 上下顎大臼歯と上顎前歯は残根状態であり, 他の残存歯を含む全歯にう蝕があった。口腔衛生状態は不良で全顎的に歯肉の発赤と腫脹があった。デンタル X 線画像検査所見: 全顎的に歯根の 1/3 程度の水平性骨吸収像があった。13, 15, 17, 34, 46 は根尖におよぶ骨吸収像があった。下顎前歯と 44 の隣接面に X 線透過像があり, 12, 13, 43, 45 の根尖部に X 線透過像があった。36 根尖部には境界明瞭な拇指頭大楯円形の X 線透過像があった。CBCT 所見: 36 根尖部に境界明瞭な X 線透過像があり, 同部の皮質骨は菲薄化し, 左側下歯槽管が圧迫され下方に偏位していた。歯周組織検査所見: PPD は平均 2.1 mm (1-3 mm: 98.0%, 4-6 mm: 2.0%), BOP 陽性率は 48%, PISA は 312.7 mm² であった。咬合所見: 歯列弓は上下とも U 字型であった。歯冠崩壊と多数歯欠損によって臼歯部の咬合支持域が喪失し, 審美・咀嚼機能障害が生じていた。

【診断】

- ・11-13, 15, 17, 21-24, 31-34, 41-45, 47: 多発性う蝕, 36: 歯根嚢胞
- ・広汎型軽度慢性歯周炎 (ステージ I, グレード B)

【病態】

不潔性にう蝕と歯周炎を発症したが, 歯科恐怖症のため歯科を長年受診しなかった。そのため, 多数歯にわたってう蝕の進行に伴う歯冠崩壊が生じたことで咬合支持域が喪失し, 審美障害と咀嚼機能障害を来した。

【治療方針】

- 1) 患者教育 (将来にわたる感染・炎症の管理と下顎骨骨体部骨折のリスク), 2) 咬合機能の早期暫間的回復,
- 3) 徹底した感染源除去 (う蝕, 歯内疾患, 歯周病), 4) 歯質および歯髄の可及的保存, 5) 口腔衛生と咬合機能の継続管理

【治療計画】

① 歯周基本治療: 口腔衛生管理指導, 禁煙指導, 治療用義歯作製, う蝕治療 (21, 23, 31, 32, 41, 42, 45), 感染根管治療 (11, 12, 22, 24, 33, 36, 43), ② 歯根端切除術および嚢胞開窓術 (36), ③ 義歯に慣れた後に抜歯 (13, 15, 17, 34, 47) ④ 口腔機能回復治療 (上下顎義歯の新製), ⑤ Supportive Periodontal Therapy (SPT) とう蝕管理

【治療経過】

①で, 早期に咬合支持域を確保した後, 歯冠崩壊した歯の感染源除去と②を行い, 36 は術後 1 年で下顎骨の X 線不透過性の亢進を確認した。歯根の保存と歯槽骨維持により残根上義歯の維持安定を図り, 感染コントロールが困難な歯に対し③を行った。感染と炎症の制御を得た後に④によって, 残存歯にコーピングを装着して上顎は全部金属床義歯, 下顎は審美性に配慮したノンクラスプデンチャーを新製し, ⑤へ移行した (初診から 7 年 9 ヶ月)。

最新の歯周組織検査では, 4 mm 以上の PPD は 0%, BOP 陽性率は 4%, PISA は 31.3 mm² であり, X 線画像検査においても, う蝕や根尖性歯周炎の再発はなく, 安定した口腔状態を維持できている (初診から 11 年 2 ヶ月)。義歯の経過も良好で, 人工歯の咬耗に注意しながら定期的な経過観察を現在も継続している。

【考察・まとめ】

本症例は, 徹底した感染と炎症の制御を行いながら, 歯根を保存して歯槽骨の維持を図った結果, 義歯の維持と安定性が向上し, 審美・咀嚼機能障害を回復することができ, 栄養面の向上や患者の心理的な満足も得ることができたと考える。本患者の年齢を考慮すると, 歯根を保存したことで顎堤吸収や歯根膜感覚の喪失等の口腔内環境の悪化を抑制し, 長期的な QOL の維持と将来的な歯科治療オプションの余地を残すことも可能になったと考える。

会員外協力者: 萬田 陽介 (岡山大学咬合・有床義歯補綴学分野)

Regenerative Endodontic Procedure の長期予後： 根尖閉鎖後に根尖性歯周炎が生じた一症例

¹いとう m 歯科 ²新潟大学医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 う蝕学分野
○伊藤宗倫¹、枝並直樹²、大倉直人²、野杻由一郎²

Long-Term Outcome of Regenerative Endodontic Procedure: A Case of Apical Periodontitis Following Successful Apical Closure

¹Ito m Dental Clinic

²Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○Ito Munenori¹, Edanami Naoki², Okura Naoto², Noiri Yuichiro²

目的：

根管内への細菌感染が生じた根未完成歯に対しては、Regenerative Endodontic Procedure(REP)が有効である。しかしながら、その中～長期的な予後に関しては、いまだ未解明の部分が多い。今回は REP 後に硬組織が添加されたものの、その後に根尖性歯周炎に移行してしまった症例を提示し、その原因を臨床的に考察する。

症例：

患者は 11 歳の男児。初診時、下顎右側第二小臼歯の中心結節が破折しており、頬側歯肉にサイナストラクトを認めた。デンタル X 線写真において未完成の根尖と、その周囲の骨の X 線透過像が確認された。以上の所見から慢性化膿性根尖性歯周炎と診断し、感染根管治療および REP を行う方針とした。

治療経過：

無麻酔下で根管治療を開始したところ、根管中央付近の歯髄に接触痛を認めたため、Partial necrosis の臨床的診断(術中診断)を下した。接触痛を認めた位置を作業長に設定し、その後マイクロスコープ下で数回根管治療を行った。しかしながら、サイナストラクトからの排膿は消失せず、浸潤麻酔下にて根尖部に残存する歯髄組織を除去し、水酸化カルシウム製剤(カルシペックスブレーン)にて再度貼薬を行った。この際、根尖部からの出血があったことにより、根管中央付近までは血餅で満たされ、その上部に水酸化カルシウム製剤が貼薬された状態となった。以後、サイナストラクトと排膿、打診痛などの症状が消失したため、長期間の経過観察に移行することとした。経過観察開始から約 11 か月後に再度デンタル X 線写真を撮影したところ、根管中央部に明瞭なデンチンブリッジ様硬組織が形成され、根尖孔も閉鎖傾向にあることが確認された。そのため、臨床的に REP が成功したと判断し、コア用コンポジットレジン、ファイバーポスト、歯冠修復用コンポジットレジンを用いて根管および歯冠部の充填を行った。以後、患者に自覚症状は生じなかったが、経過観察のために定期的な X 線検査を行なった。術後約 2 年に撮影したデンタル X 線写真で根尖部歯髄腔の閉塞と歯槽硬線の明瞭化を認めた。その後、術後 2.5 年までは歯周組織に著明な変化は観察されなかったが、術後 3.5 年に撮影したコーンビーム CT において根尖部透過像と周囲骨梁の硬化像が観察された。そこで、コンポジットレジンの接着不良または歯の破折による歯冠側からの辺縁漏洩を疑い、マイクロスコープを用いた拡大視野下で歯冠側 3~4mm のコンポジットレジン进行切削観察するも、それらの所見を認めず再度コンポジットレジンによる修復を行い、引き続き経過観察とした。以後、現在に至る約 1 年の間において、打診痛やサイナストラクトの再発、歯周ポケットの形成などの臨床症状は認めず、X 線検査による根尖部透過像においても著明な大きさの変化は認めなかった。

考察：

根未完成歯における REP の治療形態は基礎研究において、根尖部に残存する細胞の種類により多様であることが明らかにされている。そして臨床的に重要な点は、根管内に残存する細菌量とそれに対する感染制御系のバランスであると考えられる。根尖部の感染制御については、根尖孔からの血流量に依存することが推測されるため、当症例においては根尖の形成が完了し歯髄腔が狭窄した後に、ホストとパラサイトのバランスの変化を来し根尖病変を生じたものと考えられる。しかし、現時点ではその詳細は推測の域を出ず、未だ不明な点が多い。今後も詳細な経過観察と加療を継続しながら、基礎研究による解明を期待したい。

Oehlers Type IIIb 陥入周囲歯周炎に、陥入部の根管処置と生活歯髄切断で対応した症例

日本大学松戸歯学部 歯内療法学講座
○神尾直人, 岡部達, 神尾素代, 松島潔

A case of Oehlers Type IIIb peri-invagination periodontitis treated with root canal treatment for the invaginated pseudo-root canal and pulpotomy

Department of Endodontics, Nihon University school of dentistry at Matsudo
○KAMIO Naoto, KAMIO Motoyo, OKABE Tatsu, MATSUSHIMA Kiyoshi

【緒言】

陥入歯(歯内歯)は、歯の石灰化前に歯冠表層のエナメル質が折りたたまれ、歯髄腔内に侵入した形態異常である。その陥入程度は多様であり、Oehlers による分類が広く用いられている。陥入が歯根膜腔(Type IIIa)もしくは根尖(Type IIIb)に到達すると、歯髄の生死に関わらず歯根周囲に感染が生じ、病変(陥入周囲歯周炎)を呈する。今回 Oehlers Type IIIb 陥入歯の疑似根管からの感染により根尖部に生じた陥入周囲歯周炎に対し、疑似根管的根管治療では改善が認められなかったものの、つづけて歯髄の生活断髄を行うことで良好な経過が得られた症例を経験したので報告する。

【症例】

患者: 38 歳の女性

主訴: 歯茎の腫れがひかない。

現病歴: 1 か月前から急に上顎右側側切歯部歯肉が腫れ近医を受診。エックス線撮影を行ったところ歯根尖に炎症所見を認めたものの歯根形態の把握が困難なため、精査および治療依頼により紹介来院。

現症: 自発痛- 打診痛± 瘻孔+ 根尖部圧痛+ 電気診+ (対象歯と比べ同程度)

ブロービング深さ全周で 3mm 以内

診断: Oehlers Type 3b 陥入歯 陥入周囲歯周炎

最初の治療方針: 生活歯髄を温存し、陥入疑似根管的根管治療

治療内容についての十分なインフォームドコンセントを行い、また治療の成果について学術大会にて報告する旨を文書にて患者本人から同意を得たうえで治療を開始することとした。また、疑似根管の治療が奏功しない場合は真の根管の処置、さらには陥入歯削合の後、根管充填を行う可能性も説明した。

【治療経過】

浸潤麻酔は毎回の治療で実施した。初回: ラバーダム防湿下にて陥入疑似根管の髓室開拓を行い、#15 K ファイルにて疑似根尖に穿通し、根管洗浄、水酸化カルシウム製剤の貼薬を行った。2~4 回目: 陥入部の処置は生活歯髄に配慮するため、さらには通常の根管よりテーパーの付与が困難なため、NiTi ファイル (Bassi Logic) にて#30 (03 テーパー) まで拡大を実施し、瘻孔の消失を認めた。5 回目 (5 か月後): CBCT の撮影を実施したところ、病変の大きさに著変を認めなかったため治療計画を再考し、真の根管への介入を行うこととした。根管は陥入歯に圧平されて C-shape 状を呈し根尖部歯髄腔は広く、また根尖孔は開大していることから、抜髄後の緊密な根管充填は困難であることを想定し、最も切断に有利な狭窄部で生活歯髄切断を行い経過を観察することとした。すなわち、根中央部で歯髄組織をファイルおよび超音波器具にて切断後、ケミカルサージェリーを行い水酸化カルシウム製剤を貼付した。6~8 回目: 術前のエックス線で骨透過像の改善を確認した。真の根管内はデンティンブリッジの形成を確認できたため垂直加圧根管充填を、陥入疑似根管は 03 テーパーガッタパーチャポイントとキャナルシーラーBG によるシングルポイント根管充填を行った。

【考察】

陥入歯が失活しやすい理由の一つに陥入部と歯髄腔との交通が報告されており、本症例も術後のエックス線でそれが観察された。治療経過と勘案すると、交通部分から歯髄へ感染していたというよりは、同部の感染歯質の残存が陥入周囲歯周炎の治療を阻害していた可能性が示唆される。CBCT により 3 次元的に根管形態の把握を図り、最小限の侵襲で治療を行うことで、複雑な根管形態を呈する陥入歯においても良好な結果を得ることができたと考えられる。

根管治療時のヒポクロアキシデントにより 重度の皮下気腫を生じた一症例

徳島大学大学院医歯薬学研究部 歯周歯内治療学分野

○ 二宮雅美, 植村勇太, 湯本浩通

A case report of severe subcutaneous emphysema caused by hypochloroaccident during root canal treatment

Department of Periodontology and Endodontology, Institute of Biomedical Sciences,
Tokushima University Graduate School

○Masami NINOMIYA, Yuta UEMURA, Hiromichi YUMOTO

【緒言】

次亜塩素酸ナトリウムは、優れた有機質溶解能による殺菌効果から根管洗浄剤として多用されている。しかし、誤ったシリンジ操作や根尖が大きく拡大されている症例、あるいはパーフォレーションなどにより次亜塩素酸ナトリウムが漏出して皮下組織内に薬液が入ると、皮下気腫により顔面や頸部におよぶ重度腫脹や激しい疼痛やしびれなどの症状を生じることがある。今回我々は、 $\perp$ 1 部の根管治療時にヒポクロアキシデントを起こし、重度の皮下気腫を生じた症例およびその治療経過を報告する。

【症例】

患者は 95 歳の女性。2024 年 6 月に左側眼窩下部の腫脹・発赤と鼻下から上口唇にかけての腫脹・紅斑、左鼻唇溝の紫紅斑を主訴に本院第 2 保存科予診に来院された。前日に同科で $\perp$ 1 抜髄治療を受け、術後に患部にしびれ感があったが、歯肉や顔面の腫脹などの異常所見が認められなかったため治療後はそのまま帰宅された。しかし、帰宅後に顔面の腫脹や痛みが徐々に強くなり、翌日には左眼が開かないほど重度腫脹して紫紅斑も認められるようになったため、救急で来院された。全身既往歴：左側下顎歯肉癌術後、S 状結腸癌術後、慢性甲状腺炎、2 型糖尿病、慢性甲状腺炎、軽度認知障害 前日の治療：本院 1 年目の研修医が治療を担当。 $\perp$ 1 の抜髄治療を行うために浸潤麻酔を行い、口蓋面から髄室開拓を行った。その際に髄腔内から出血があったため、水洗後に次亜塩素酸ナトリウムで洗浄した。その直後に、患者が上顎左側粘膜にヒリヒリした感を訴えられたため再度水洗した。さらに根管内の歯髄を除去しようと K ファイル (#15) を挿入して Root ZX で確認したところ、漏洩音が鳴って針が振り切れた。このことを上級医に報告して患部の確認をしてもらったところ、ファイルの挿入部分が $\perp$ 1 の正規根管から逸脱していることや $\perp$ 1 唇側歯頸部の CR 充填と歯質との間にギャップが形成されており、その部分にファイルを挿入していたことが判明した。上級医にて唇側の古い CR を除去して本来の根管を形成したうえで、根管を塞がないように唇側の再 CR 修復を行った。その後、研修医にて $\perp$ 1 の根管内を次亜塩素酸ナトリウムと EDTA で交互洗浄を行い、カルシペックススプレーで貼薬した。

救急来院時にはアレルギーなどを疑い、根管内を生食で洗浄してドライコットンを挿入した。その後、当院口腔外科に対診し、血液検査および CT 撮影を行ったところ、左側眼窩下周囲に至る気腫性変化と炎症反応の増悪を認めた。

【診断名】次亜塩素酸ナトリウムの漏出に伴う皮下気腫、顔面血腫

【治療経過】

気腫の経過観察および消炎・感染予防目的のため即日口腔外科入院管理とし、抗菌薬（セファゾリンナトリウム）の投与と栄養管理を行った。その後、明らかな気腫の増悪はなく、翌日より徐々に緩解した。入院期間は 1 週間であったが、その期間に外来で $\perp$ 1 根管充填と修復処置まで終了し、顔面の腫脹・紫紅斑も完治した状態で退院となった。その後の定期的な経過観察では、異常所見は認められていない。

【まとめ】

本症例は、術前の $\perp$ 1 の診察が不十分で、唇側の歯槽骨が吸収されていて歯根が露出していたこと、唇側歯根露出部の CR 修復物と歯質との間にギャップがあり、本来の根管を把握できていなかったこと、髄腔開拓の出血時に根管内の洗浄目的で次亜塩素酸ナトリウムを用いてしまい、それが漏洩してしまったこと、シリンジの洗浄操作も強圧であった可能性などが皮下気腫発症の要因と考える。さらに、患者が超高齢で認知症状があり、治療に対する反応がはっきりしなかったため、翌日に腫脹と紫斑が発現してから気がつくこととなった。本症例は、徳島大学病院安全管理部会に報告をして、研修医を含む全ての先生に次亜塩素酸ナトリウムの取り扱いについて、改めて注意喚起をおこなった。

（非会員発表協力者：徳島大学大学院医歯薬学研究部 口腔外科学分野 福田直志先生、高丸菜都美先生）

熱処理加工ニッケルチタン製ロータリーファイルの機械的特性および根管形成能の評価 -フラットサイドを有する新規ファイルの比較検討-

東京科学大学 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

○羅 彦杉, 牧 圭一郎, 山本 里沙子, 豊田 康氣, 平野 恵子, 春日 柚香, 雲野 颯,
大森 智史, 木村 俊介, 海老原 新, 興地 隆史

Evaluation of mechanical property and shaping ability of heat-treated NiTi rotary instruments: Comparative analysis of a new NiTi rotary instrument with a flat-side design

Department of Pulp Biology and Endodontics, Division of Oral Health Science,
Graduate School of Medical and Dental Science, Institute of Science Tokyo

○Yanshan LUO, Keiichiro MAKI, Risako YAMAMOTO, Koki TOYODA, Keiko HIRANO, Yuka KASUGA, Hayate UNNO,
Satoshi OMORI, Shunsuke KIMURA, Arata EBIHARA, Takashi OKIJI

Aim: The aim of this research was to evaluate the bending property and canal shaping ability of four heat-treated nickel-titanium (NiTi) rotary instruments including a newly developed instrument with a flat-side design.

Methods: The following heat-treated NiTi continuous rotary instruments (n = 20, each) were tested: Platinum V.EU (UDG, China; S-shape cross-section with a flat side; PL), VDW.ROTATE (VDW, Germany; S-shape cross section; RT), JIZAI (MANI, Japan; off-center quasi-rectangular cross-section; JZ), and Vortex Blue (Dentsply Sirona, Switzerland; convex triangular cross-section; VB). Each sample was #25/.06 in size and 25 mm in length.

Experiment 1 (Bending test): The assessment of bending resistance utilized a cantilever bending device. The evaluation focused on the elastic (0.5 mm deflection) and superelastic (2.0 mm deflection) ranges at body temperature ($37 \pm 1^\circ\text{C}$).

Experiment 2: (Shaping test): Forty J-shaped resin root canal blocks (size #10, 0.02 taper, 45° curvature, 16 mm length, Dentsply Sirona) were used. After achieving patency with #10 stainless steel K-file (Zipperer, Germany) and creating a glidepath with ProTaper Ultimate Slider (#16/0.02, Dentsply Sirona), resin blocks were randomly divided into four groups (n = 10, each). An automated instrumentation and torque/force measuring device was employed in three stages (14, 15 and 16 mm), using the manufacturer-recommended rotational speed and a simulated pecking motion. The maximum vertical force and torque during the 16-mm stage were recorded. Images of the blocks before and after instrumentation were superimposed with Photoshop 2021 (Adobe Systems, USA) to evaluate the canal centering ratios.

Statistical analysis was performed using two-way ANOVA for canal-centering ratios, one-way ANOVA for vertical force and torque, and the Kruskal-Wallis test with Bonferroni correction for bending tests ($\alpha = 0.05$).

Results: At 0.5 mm deflection, PL exhibited significantly lower values (greater flexibility) than VB and RT ($p < 0.05$). At 2.0 mm deflection, VB had significantly higher values than RT and JZ, and PL showed a significantly higher value than JZ ($p < 0.05$).

At 0, 0.5, and 1 mm from the apex, the canal centering ratio of VB was significantly higher than the other three instruments (i.e., showing the most deviation; $p < 0.05$), with no significant differences observed among the others ($p > 0.05$). VB and PL generated significantly higher downward vertical force compared to RT ($p < 0.05$). For upward vertical force, VB showed significantly lower value than PL ($p < 0.05$). VB produced significantly higher torque than RT and PL ($p < 0.05$), while there were no significant differences observed among PL, RT, and JZ ($p > 0.05$).

Discussion: PL showed superior shaping ability compared to VB, likely due to the flat-side design, which may reduce the contact area with canal walls, distribute stress more effectively and facilitate more debris removal, minimizing deviations caused by debris accumulation. PL generated a relatively larger upward vertical force, possibly due to the screw-in effect of its cutting edges caused by its reduced flexibility in the superelastic range. Both PL and RT exhibited lower torque values, likely related to their S-shape cross-sectional design. VB showed a significantly larger canal deviation at apical area, likely due to its higher bending load (lower flexibility). This feature may also account for its higher downward vertical force and clockwise torque.

Conclusion: The flat-side design has the potential to enhance the root canal centering ability of instruments, providing an advantage in preparing and maintaining the original curvature of the curved root canal.

HyFlex OGSF を用いた彎曲根管形成における比較評価

鶴見大学歯学部歯内療法学講座

○押田拓東、黒澤侑次郎、山川駿次郎、中道 匠、吉田 凌、皆川 隼、韓 潤輝、
小松未歩、藤本知秀、中野雅子、山崎泰志

Comparative evaluation of curved root canals preparation using HyFlex OGSF.

Departments of Endodontology, Tsurumi University School of Dental Medicine.

○Takuto Oshida, Yujiro Kurosawa, Shunjiro Yamakawa, Takumi Nakamichi, Ryo Yoshida,
Shun Minakawa, Junki Kan, Miho Komatsu, Tomohide Fujimoto
Masako Nakano and Yasushi Yamazaki.

【緒 言】

Ni-Ti ロータリーファイルは、効率的な根管形成を行うために長年研究・開発が行われてきた。現在では、様々な製品が普及しており、個々の特徴を正しく理解することはとても重要である。マルテンサイト相を有した HyFlex (Coltene / Whaledent, Altstätten, Switzerland) には複数の種類があるが、既存の製品では対応が困難なケースが認められ、そのようなケースに対応するために HyFlex OGSF が開発された。HyFlex OGSF は号数やテーパーが手用ファイルとは大きく異なっており、根管口明示や根管拡大などファイルごとに用途がある。今回、他の Ni-Ti ロータリーファイルである RECIPROC blue (VDW, Munich, Germany) および手用ステンレススチール製 K ファイル (マニー、栃木) と比較・検討を行うことで、HyFlex OGSF の機能・性質を明らかにすることを目的とした。

【材料・方法】

本研究には、透明根管模型 Endo Training Bloc J-shape #10 (BDBLCOA30010, Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland) を使用した。HyFlex OGSF は #18/.11 オリフィスオープナー (Opener), #15/.03 グライドパス (Glider), #18/.045 シェーピングファイル (Shaper), #30/.04 フィニッシング用ファイル (Finisher) の 4 種類で構成されている。根管形成用モーターは、エンドフリー (東京歯科産業, 東京) を使用し、回転速度・トルク値をメーカー推奨値 (Opener・Shaper・Finisher : 400 rpm・2.5 Ncm, Glider : 300 rpm・1.8 Ncm) とした。

初めに、K ファイルにて穿通を確認後、根管を滅菌水にて湿潤状態にした。各切削後は滅菌水にて根管洗浄を行い、以下の実験を行った。

実験 1 : 術者 2 名が彎曲透明根管模型を各 5 本ずつ HyFlex OGSF の各ファイルで切削し、各ファイルの切削時間を計測した。対象群として、K ファイル #15～#30 による各ファイルの切削時間ならびに RECIPROC blue #25 (テーパー 08)・#40 (テーパー 06) を X-Smart® Plus (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland) に装着して用いた各ファイルの切削時間を計測し比較・検討を行った。

実験 2 : 拡大・形成後の根管模型の根管内に造影剤であるオムニパーク 300 注 (GE ヘルスケアファーマ, 東京) を注入した。3 次元的位置を固定し、マイクロフォーカス X 線 CT システム inspeXio SMX-225CT (島津製作所, 京都) を用いて CT 撮影を行った。根管形態の変化と根管拡大後の体積を測定し比較・検討を行った。

【結 果】

HyFlex OGSF の各ファイルによる根管拡大・形成の合計時間は 43.39 ± 1.61 秒であった。K ファイルを用いた際の合計時間は 459.88 ± 45.27 秒であり、RECIPROC blue による切削時間は #25 で 60.88 ± 2.28 秒、#40 で 74.55 ± 1.43 秒であった。

CT 画像から算出した体積の差を比較した結果、HyFlex OGSF は RECIPROC blue #25, #40 および K ファイルより小さい体積であった。切削した根管形態では、HyFlex OGSF は RECIPROC blue より根管彎曲部において、外壁の切削量が少ない。K ファイルでは、根管口から根尖まで全壁を大きく切削していた。

【考察および結論】

本研究において、HyFlex OGSF は RECIPROC blue よりも根管拡大・形成中に根尖部約 2 mm 付近でレジ形成やファイル破折が少なかった。HyFlex OGSF は根尖彎曲部において RECIPROC blue より根管追従が優れている可能性が考えられる。HyFlex OGSF の機能・性質を調査ならびに比較した結果、根管形態を維持し短時間で効率的な根管形成が可能であると示唆された。

高圧蒸気処理したニッケルチタン合金製ロータリーファイルの結晶構造

¹岩手医科大学医療工学講座, ²医療法人社団育心会ココロ南行徳歯科クリニック,
○渡邊 浩章^{1,2}, 武本 真治¹

Surface characterization of the file made of nickel titanium alloy with autoclave sterilization

¹Department of Biomedical Engineering, Iwate Medical University,
²Medical Corporation. Ikushinkai Kokoro Minamigyotoku Dental Clinic
○Hiroaki Watanabe^{1,2}, Shinji Takemoto¹

【目的】

ニッケルチタン合金製ロータリーファイル (NiTi ファイル) は, 弾性係数がステンレス鋼やその他の歯科用金属材料として小さいため低荷重で根管形成できる. その NiTi ファイルは一般的に形状記憶特性と超弾性特性を有していることが知られている. これらの特性はニッケルチタン合金の結晶構造であるオーステナイト相とマルテンサイト相が大きく寄与している.

一方で, NiTi ファイルを含む歯科用器具はしばしば高圧蒸気によって滅菌処理して使用される. これまでに, NiTi ファイルを高圧蒸気で処理するとファイルの表面粗さの増大することが報告されている¹⁾. また, マルテンサイト相を有する NiTi ファイルは高圧蒸気滅菌処理によって形状への影響も危惧されるが, その影響は小さいともされている²⁾. したがって, NiTi ファイルに対する高圧蒸気での処理がその構造および特性への影響は未だに明らかになっていない. 本研究では, 高圧蒸気処理した NiTi ファイルの結晶構造を明らかにすることを目的として, X 線回折 (XRD) による結晶構造, 表面性状および表面形態を調べた.

【材料と方法】

形状記憶特性または超弾性特性を有する NiTi ファイルをそれぞれ 2 種類準備した. オーステナイト相 NiTi ファイル (RACE : FKG RaCe, 白水貿易 および PRT : Pro Taper, Dentsply Sirona) とマルテンサイト相 NiTi ファイル (RE : RE FILE CT, ヨシダ および WOG : Wave One Gold, Dentsply Sirona) をそれぞれ 4 本用意した. 各ファイルのうち 2 本を次亜塩素酸ナトリウムで超音波洗浄したのち, 精製水で軽く流し, 0.2MPa, 121°C, 15 分の高圧蒸気処理を行った. 未処理の試料 (As-received) と高圧蒸気処理 (autoclaved) のそれぞれの試料の結晶構造を XRD 装置 (Ultima IV, CuK α リガク, 東京) で調べた. また, 表面化学状態を X 線光電子分光分析 (XPS : Axis-Ultra, Kratos-Shimadzu, 京都) で元素分析および表面化学状態を調べた. 試料の表面形態は走査電子顕微鏡 (SEM : SU 8010, Hitachi High Tech, 東京) で観察した.

【結果と考察】

XRD パターンから, 未処理 NiTi ファイルの RACE および PRT は 42.4° 付近にピークが認められ, そのピーク形状からオーステナイト相に帰属できた. そのピークの半値幅は, RACE より PRT の方が大きかった. 一方, 未処理の NiTi ファイルの RE では 42.2° と 42.6° に付近にダブルットのピークが認められ, そのピーク形状からマルテンサイト相に帰属できた. 一方, WOG は 42.2° にピークが認められるが, このピークはその他のピークと比較して非対称であり, 高角側にショルダーが認められた. 高圧蒸気処理した NiTi ファイルの XRD パターンは, 未処理 NiTi ファイルと類似していた. これらのことから, それぞれの NiTi ファイルは高圧蒸気処理によって結晶相は変化しないことが明らかとなった.

XPS 測定のうち O1s スペクトルから, 高圧蒸気処理した NiTi ファイルには, 未処理の NiTi ファイルと比較して, 表面に水和による吸着水 (H₂O) や水酸化物 (OH⁻) の割合が増大していた. また, いずれの NiTi ファイルも高圧蒸気処理によって表面に炭素と酸素の割合が増大していた. SEM による表面形態観察では, 高圧蒸気による処理の有無で, いずれの NiTi ファイルの形態にも違いは認められなかった.

高圧蒸気処理によって NiTi ファイル表面は水和反応が進行するが, 結晶構造や表面形状には影響が認められなかったことから, NiTi ファイルの超弾性特性または形状記憶特性自体への影響は小さいと考える.

【参考文献】

1) Volois CR, et al., J Endod 2008; 34: 859-862., 2) 渡邊ら. 日歯内療誌 2020; 41: 179-184.

5 種類の異なる熱処理ニッケルチタン回転器具の体温での機械的性能と相変態挙動

東京科学大学 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
○童方麗, 羅彦杉, 豊田康氣, 山本里沙子, 平野恵子, 大森智史, 牧圭一郎, 木村俊介,
海老原新, 興地隆史

Mechanical performance and phase transformation of 5 different heat-treated nickel-titanium rotary instruments at body temperature

Department of Pulp Biology and Endodontics, Division of Oral Health Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Institute of Science Tokyo

○Tong Fangli, Luo Yanshan, TOYODA Koki, YAMAMOTO Risako, HIRANO Keiko, OMORI Satoshi,
MAKI Keiichiro, KIMURA Shunsuke, EBIHARA Arata, OKIJI Takashi

Aim: To evaluate the phase composition, phase transformation temperatures, bending property, and cyclic fatigue resistance of different heat-treated nickel-titanium (NiTi) rotary instruments with the same tip diameter and taper at body temperature (BT; $37 \pm 1^\circ\text{C}$).

Methodology: Five heat-treated NiTi rotary instruments, Orodeka one plex (Orodeka, Orodeka corp. China), VDW rotate (Rotate; VDW, Munich, Germany), Protaper Next (PTN; Dentsply Maillefer, Switzerland), TF (SybronEndo, USA) and Jizai (MANI, Japan), and a non-heat-treated NiTi rotary instrument Mtwo (VDW, Germany) with a size 25/06 were selected. Temperature-dependent phase transformation was analyzed with differential scanning calorimetry (DSC). The bending loads of the instruments at BT were examined using a cantilever-bending test. Dynamic cyclic fatigue test at BT was performed in an artificial J-shaped canal, and the number of cycles to failure (NCF) was calculated. The results were analyzed using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests ($\alpha = 0.05$).

Results: DSC results indicated that Orodeka, Jizai and PTN were primarily composed of a mix of martensite phase and austenite phase at BT, while Rotate, TF, and Mtwo were mostly composed of austenite at BT. At a deflection of 0.5 mm and 2 mm, Orodeka, TF, and Jizai showed lower bending loads than Mtwo ($p < 0.05$); Rotate showed no significant difference in load value compared with Mtwo ($p > 0.05$). Orodeka and TF showed the lowest bending loads at a deflection of 0.5mm ($p < 0.05$). In the dynamic cyclic fatigue test, Orodeka exhibited a higher NCF value compared with the other instruments ($p < 0.05$), except for Rotate. Rotate exhibited a higher NCF value than Mtwo and PTN ($p < 0.05$). There was no significant difference among PTN, Mtwo, and TF in NCF values.

Conclusions: Within the limitation of this study, heat-treated NiTi instruments did not necessarily exhibited higher NCF values than Mtwo. At BT, NCF of Jizai, TF and PTN were not significantly higher than that of Mtwo ($p > 0.05$). Orodeka showed a mix of martensite phase and austenite phase and a lower bending loads at BT which may be attributed to its higher cyclic fatigue resistance at BT, while this tendency was less pronounced at Jizai.

ラバーダム防湿におけるコーキング材の種類による防湿性能の比較

東京歯科大学 歯内療法学講座
○江川加奈、岩澤弘樹、石束 穂、原田晴香、佐古 亮

Comparison of moisture-proofing performance according to the type of caulking material used in the construction of rubber dams

Department of Endodontics, Tokyo Dental College
○Egawa Kana, Iwasawa Hiroki, Ishizuka Megumi, Harada Haruka, Sako Ryo

目 的

コンボジットレジンを始めとした直接修復や根管治療では、患歯を隔離・明示することは安全かつ円滑に治療を進めるために重要である。ラバーダム防湿は、ラテックス製やシリコン製のシートを用いて患歯のみを露出させることで、窩洞内への唾液の侵入防止や周囲軟組織の排除による診療効率や安全性の向上、根管洗浄剤の誤飲を防止することができるかとされている。ラバーダム防湿を装着したにもかかわらず、患歯の形状などにより漏洩が生じる可能性がある場合には、隔離した患歯の周囲に辺縁封鎖材（コーキング材）を応用して防湿の補強をする場合もある。これまでに我々は、コーキング材によるラバーダムシートの穿孔部辺縁の封鎖はラバーダム防湿の密閉性の向上に関与しているという結果を報告した。しかし、コーキング材の素材による防湿性能の差については、未だ報告に至っていない。そこで本研究では、ラバーダム防湿に用いるコーキング材の種類による防湿性能を比較し評価することを目的とした。

方 法

シートで隔離した術野からの漏洩量を調べるため、シンブルマネキン III（ニッシン）に P6FE-OP.4 モデル顎（ニッシン）と Oral Cavity Cover SPM III（ニッシン）を装着して実験を行った。ラバーダム装着歯は下顎右側第一大臼歯とした。テンプレートを用いてシート（ダーマダムミディアム、ウルトラデントプロダクツインク）の穿孔位置を均一化し、直径 2.0mm の孔をラバーダムパンチで穿孔した。ラバーダムクランプ（以下、クランプ）はアイボリー有翼型の No.56 を使用した。漏洩した水分を計測するため、ラバーダム装着歯の頬舌側に Φ10×30mm のコットンロール（歯愛メディカル）を密着させ、クランプのウィングで固定した。（n=6）これらの設置後、各コーキング材を歯面とラバーダムシートの境界に塗布・重合し、エアタービンによる注水を対象歯の咬合面に垂直に向けて 3 分間行った。なお、コントロール群には辺縁封鎖材を使用しなかった。設定時間経過後、ただちにコットンロールの重量を精密はかり（カスタム）を用いて計測、比較した。なお、コットンロールは実験前後でそれぞれ 3 回測定した平均値を記録した。コーキング材は、デントダム（DD 群、メディクラスカンパニー）、トーデントコーキングダム（TC 群、S&C ポリマー社）、オラシール J コーキング（OSC 群、ウルトラデントプロダクツインク）、オラシール J パテ（OSP 群、ウルトラデントプロダクツインク）の 4 種類を使用した。光重合による硬化反応を要する DD 群および TC 群は、製品規定に準じて光照射を行った。

結 果

実験前のコットンロール重量は平均して 1534mg であった。実験後のコットンロール重量は、コントロール群で 379mg、DD 群で 10mg、TC 群で 17mg、OSC 群で 27mg、OSP 群で 29mg の増加を認めた。コーキング材を用いた各群の実験前後のコットンロールの重量はコントロール群と比較して変化が少なかった。

考 察

コントロール群では術野からの漏洩がコットンロール重量の変化として認められたのに対し、コーキング材を用いた実験群ではほとんど認められなかったことから、シートの穿孔部辺縁を封鎖するコーキング材は密閉性の向上に関与している可能性が示唆された。また、DD 群、TC 群、OSC 群、OSP 群での実験前後の重量に差はほぼ認められなかったことから、コーキング材の素材の違いは防湿の緻密さに影響を与えないと推察された。しかし、OSC 群、OSP 群と比較して DD 群、TC 群のほうが漏洩量が少ない傾向を認めたため、シリンジから射出した時点での流動性が高い素材のほうが、高い辺縁封鎖性を得られるのではないかと考えられた。

器具到達不可根管の焼灼に対する根管の長さが高周波通電回数の影響

北海道大学 大学院歯学研究院 1) 口腔健康科学分野 歯周病学教室、2) 難治性歯内・歯周病治療学分野
○白石 司¹⁾、菅谷 勉²⁾

The Influence of Root Canal Length and Frequency of High-Frequency Current Application on the Cauterization of Inaccessible Root Canals

1) Department of Periodontology, Division of Oral Health Science, 2) Department of Treatment for Refractory Endodontic and Periodontal Diseases, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University

○Tsukasa SHIRAIISHI¹⁾, Tsutomu SUGAYA²⁾

【背景と目的】

根尖性歯周炎の治療は根管内の細菌を除去することが必要である。しかし、ファイルが到達できない部位では細菌の十分な機械的除去ができない。一方、根管を導電性の高い薬液で満たし高周波通電を行うと、根管の狭窄した部分では電流密度が高くなり、短時間で温度が上昇して気泡が発生し、放電が発生することによって根管壁の有機質が灰化、消滅したり、象牙質が溶融したりする。また、根尖部に骨欠損を認め、根尖孔への穿通が行えない症例に対し高周波通電を行った臨床研究では、根尖部骨欠損の改善に高い効果が得られている。しかし、効果がなかった症例もあり、ファイルが到達しない根管の長さが治療の成否に関与している可能性が指摘されている。

そこで本研究では、根管の長さや通電回数が根管壁の有機質の除去に及ぼす影響について検討した。

【材料と方法】

ウシ象牙質に直径 0.15mm、長さ 2, 3, 4mm の人工根管を形成し、根管上部には内径 1mm の PTFE チューブを定して、穿通不可根管モデルとした。模擬根管は Plank-Rychlo 溶液で 5 分間脱灰し水洗した。次に、次亜塩素酸ナトリウム溶液で根管とチューブ内を満たして、#50K ファイルを電極とし、高周波治療器と対極の間に 2 k Ω の抵抗を介在させ、周波数 520kHz、duty 比 70 %、電圧 225 V の高周波電流を、1 回 1 秒で 0, 5, 10, 15, 20 回行った。

通電後、模擬根管を長軸方向に切断、走査型電子顕微鏡で根管壁の有機質除去状態を評価した。評価は根管上部から下部まで等間隔に 4 カ所を選択し、「有機質残存面」、「有機質除去面」とし、視野に占める有機質除去面の割合を 4 つに分類して行った。

【結果および考察】

根管長 2mm の試料では、通電回数 5 回で根管壁の 75% の部位で有機質層が除去され、10 回で 100% 除去された。根管長 3mm および 4mm の試料では、通電 10 回でそれぞれ 81.3%、68.8% であった。また通電回数 20 回でそれぞれ 92.9%、83.3% であった。いずれの根管長でも通電の有無で有意差 ($p < 0.001$) が認められたが、通電回数による有意差はなかった。また、通電回数 5 回では 4mm と 2mm および 3mm の根管の間に有意差が見られた ($p < 0.05$)。

根管長が長くなると焼灼効果が低下したが、その理由として、根管が長くなることでインピーダンスが増加して電流値が低下し、十分な発熱や放電が得られなくなった可能性が考えられた。また、1 秒通電するたびに 5 秒のインターバルが設定されていることから、インターバルの間に薬液の温度が低下したり、気泡が消失したりするため、とくに根管長が長い場合には根管壁全域への放電が難しくなったのではないかと考えられた。

【結論】

ファイルが到達しない根管が長い症例では、通電回数を増やすことで根管壁の有機質が減少する傾向が認められた。

キサントフモールとレーザーを用いた光線力学療法での活性酸素の分析

松本歯科大学歯科保存学講座
○河村裕太, 森川雅己, 吉田明弘, 増田宜子

Analysis of Reactive Oxygen Species in Photobiomodulation Using Xanthohumol and Laser

Department of Cariology, Endodontology and Periodontology,
Matsumoto Dental University
○Yuuta Kawamura, Masaki Morikawa, Akihiro Yoshida, Yoshiko Masuda

キサントフモール(XN)は、ホップ(*Humulus Lupulus* L.)の雌花序に含まれるプレニル化されたフラボノイドである。近年の研究で、抗炎症作用、抗癌作用、抗酸化作用、抗肥満効果が報告されており、近年インプラント表面のバイオフィルムに対する抗菌効果も報告されている(Alonso-E Andrea et al., Int. J. Mol. Sci, 24, 2335, 2023)。

【目的】

今回、活性酸素への耐性を欠失した *Streptococcus mutans* DES *dpr::Sp^c* (*S.mutans* DES 株)を用いることにより、XNを光触媒とした Nd:YAG レーザー(Nd コンパクト® ;インサイシブジャパン)、ダイオードレーザー(OPELASER Filio; 株式会社ヨシダ)を用いた光線力学療法において、照射時の活性酸素の発生による抗菌効果を解析した。

【材料と方法】

S.mutans と、XN(帝京平成大学薬学部 名取 威徳教授より提供)、赤色素及び青色素(カリエスチェッカー;Ci medical Co.,Ltd., 白山)を用い、薬剤感受性試験を行った。*S.mutans* DES 株を、Brain heart infusion (BHI) 10 ml に 37 °C で 24 時間嫌気培養し、Mitis-Salivarius 寒天培地に菌を薄く均等に広げ、ろ紙(直径 6mm)を培地上に乗せた。ろ紙に試薬を 5 µl 滴下し、37 °C で 24 時間嫌気培養し、実験を開始した。

ジメチルスルホキシド(DMSO)にXNを100 mM (22.8 mg/ml)で溶かし、DMSOで希釈したXN(20 mM, 70.8 mg/ml)を添加した200 µlのBHI溶液を1.5 mlのマイクロチューブに入れ、Nd:YAG レーザーを140 mJ/pulse, 25 Hz, 3.5 W, 60 秒間照射した。レーザーの波長は1064 nmでFiberの直径は0.4 mmを用いた。チューブの底から6 mmの距離から菌液中に照射した。また、同条件の溶液をダイオードレーザー 3.5W, REPEAT モード, CW で60秒間照射した。これらを培地上に置いたろ紙上に5 µl 滴下し、感受性ディスク法で、抗菌効果を調べた。

【実験群】

レーザーを照射しなかった群(A)、Nd:YAG レーザーを照射した群(B)、ダイオードレーザーを照射した群(C)、の三つのグループに分け、それぞれをXN添加の有無と、色素の添加の有無で区分した。Nd:YAG レーザーには赤色素を、ダイオードレーザーには青色素を添加した。尚、XN無添加の群は、DMSOを用いた。これらを培地上に置いたろ紙上に5 µl 滴下し、感受性ディスク法にて抗菌効果を調べた。

【結果】

(A)のDMSOでは、阻止円は見られなかった。しかし、(A)のXNを添加した群では、阻止円が出現し、平均値で8.47 mmと、一定の抗菌効果が認められた。色素の添加、レーザーの照射によって、DMSO、XN共に阻止円の拡大が見られたが、阻止円の拡大比はXN添加群で大きかった。最も阻止円が大きかったのは、XNを添加した青色素とダイオードレーザーを併用した群の平均値11.31mmであり、次いでXNを添加した赤色素とNd:YAG レーザーを併用した群の平均値の10.31mmが大きかった。

【考察及び結論】

活性酸素に対する耐性を欠失した *S.mutans* に対してXNを光感受性物質として用いたNd:YAG レーザー、ダイオードレーザーによる光線力学療法を行うことで、活性酸素の発生と、活性酸素による抗菌効果の増強が示唆された。特に、ダイオードレーザー照射群で、より抗菌効果が高く、色素を併用すると、最も高い結果であった。今後も他の波長域の光で活性酸素の発生量について調査していく。

象牙細管封鎖を促すハイドロキシアパタイト様結晶の生成

: 均一二相性リン酸カルシウムセメント (Biphasic calcium phosphate cement) の新規応用

日本大学歯学部歯科保存学第II講座¹, 歯科保存学第I講座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,

総合歯学研究所生体工学研究部門⁴, 日本大学歯学部⁵, 菅原歯科⁶

○井上聖也¹, 鈴木裕介^{1,3}, 林 誠^{1,3}, 石井 亮^{2,4}, 高見澤俊樹^{2,4}, 菅原明喜^{5,6}, 武市 収^{1,3}

Hydroxyapatite-like Crystals Promoting Dentinal Tubule Occlusion

: A Novel Application of Biphasic Calcium Phosphate Cement

Departments of Endodontics¹, Operative Dentistry², Divisions of Advanced Dental Treatment³,

Biomaterials Science⁴, Nihon University School of Dentistry⁵, and Sugawara Dental Clinic⁶

○Seiya Inoue¹, Yusuke Suzuki^{1,3}, Makoto Hayashi^{1,3}, Ryo Ishii^{2,4}, Toshiki Takamizawa^{2,4}, Akiyoshi Sugawara^{5,6}, Osamu Takeichi^{1,3}

【研究目的】

均一二相性リン酸カルシウムセメント (Biphasic calcium phosphate cement: BCPC) は、同一粒子中に α -リン酸三カルシウムとリン酸四カルシウムを分散させることで単峰性の粒度分布¹⁾を示し、迅速かつ効率的にハイドロキシアパタイト (HA) を生成する特性をもつ。HA は、象牙細管の物理的閉鎖に加え、歯質の耐酸性向上や再石灰化を促進することことが報告されている。近年問題視される高齢者残存歯数の増加に伴う根面齲蝕や、露出象牙質面の象牙質知覚過敏症に対する薬物塗布は十分なエビデンスが示されているが、BCPC の歯質塗布は、多機能性を持つ新たな治療法の確立に寄与するものと考えた。そこで本研究では、BCPC が生成する HA による象牙細管浸透度を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察し、象牙質知覚過敏抑制材としての可能性を評価する。

【材料と方法】

① 供試材料

Powder BCP 粉末 (Median Diam 8.2 μ m) +1.5 M クエン酸 3 ナトリウム

Liquid 2.5M 酸性リン酸カルシウム溶液 (P/L ratio=3.0)

② 半歯試片の作製

ウシ下顎前歯歯頸部象牙質をモデルトリマー (MT 10, モリタ東京製作所) および自動研削機 (Buehler Minitech, Presi) を用いて、4×4×1 mm のブロック体に調整した。その後、耐水シリコンカーバイトペーパー #800, #1,200, #2,500 の順で研磨し、超音波洗浄したものを象牙細管開口モデルとした。

③ BCPC の塗布

BCPC を 10 秒混和後、塗布時間 30, 40 および 50 秒の 3 条件で塗布。24 時間水中保管後、試片を SEM 観察 (ERA-8800FE; Elionix) した。

④ SEM 観察

水中保管後の試片を塗布面の象牙細管の走行に沿って切断し、象牙細管浸透度を評価した。

【結果と考察】

BCPC の塗布により、象牙細管内に HA 様結晶構造が生成され、細管封鎖が確認され、塗布条件の違いによる影響は認められなかった。縦断面観察では、BCPC がタグ様構造を形成し、象牙細管深部まで HA 様結晶構造が確認された。さらに、水中保管後も BCPC のウォッシュアウトが認められず、口腔内環境下においても安定した HA 様結晶構造の生成が可能であると考えられる。

【結論】

BCPC による HA 様結晶構造が崩壊することなく象牙細管深部まで封鎖していることから、象牙質知覚過敏抑制材としての性能を有する可能性が示唆された。今後は、HA 様結晶構造が浸透した歯面の耐酸性や再石灰化能などの付加的な機能評価を行い、BCPC の臨床応用にむけたさらなる評価が必要である。

1) Sugawara A. Method for controlling work time for forming shape of biphasic self-setting calcium phosphate. US Patent : No.10322211, 2019

根管シーラーの封鎖性を評価するための規格化した細菌漏洩実験モデルの作製

愛知学院大学歯学部歯内治療学講座
○井口皓一郎、樋口直也、藤田将典、諸富孝彦

Development of a standardized bacterial leakage model for evaluating the sealing ability of root canal sealers

Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University
○INOKUCHI Koichiro, HIGUCHI Naoya, FUJITA Masanori, MOROTOMI Takahiko

【目的】

根管充填は根管治療の予後を左右する重要なステップである。現在、根管充填用シーラー（以下シーラー）は、根管壁への壁着性・接着性により封鎖性を高める根管充填に必須の材料と考えられており、多くの製品が製造、販売されている。封鎖性はシーラーに求められる所要性質の中でも最重要視される因子であり、これまで多くの研究でヒト抜去歯から得られた歯根全体を用いた漏洩実験により評価されてきた。ヒト抜去歯の歯根全体を用いた研究は臨床に極めて近い環境にすることが可能であるが、一方で、側枝やフィンなど副根管の存在や、試料に付帯させる装置など実験環境を規格化することが困難となる。それに起因するためか、各研究の結果が一致していない。今回、シーラーの封鎖性を評価するための、ウシ抜去歯を用いた規格化細菌漏洩実験モデルを作成したため報告する。

【材料および方法】

被検体として、エポキシ系レジンシーラーである AH プラス (Dentsply Sirona)、MMA 系レジンシーラーであるメタシールソフト (サンメディカル)、酸化亜鉛ユージノール系シーラーであるキャナルス (ジーシー昭和薬品)、そして水酸化カルシウム系シーラーであるデンタリス NX (ネオ製薬工業) を用いた。

ウシの単根抜去歯の歯根上部を水平に切断し、輪切り状の歯根象牙質試料を 36 個作製し(厚さ 3mm)、シンターダイヤモンドポイント (SHM111031, 直径 3.1mm, ホリコ) で根管部分を拡大した後、密閉容器内で保存した。試料のうち半数は保存状態のまま (Dry 試料)、他は実験前に 24 時間生理食塩水に浸漬し (Wet 試料)、以降の実験に供した。3% EDTA (スメアクリン, 日本歯科薬品) と 3~6% 次亜塩素酸ナトリウム (歯科用アンチホルミン, 日本歯科薬品) を用いた超音波洗浄 (各 1 分間) を行い、各シーラーをそれぞれ 3 個の試料に充填した。37 度、湿度 100% でシーラーを硬化させ、8 時間後に余剰部分のシーラーをメスで切断除去し、シーラー表面を平坦にした。再度同一条件で保管し、シーラー充填から 24 時間の時点で BHI 寒天培地に静置し、試料上面のシーラー部に *Enterococcus faecalis* ATCC19433 (1×10^8 CFU/ml, 20 μ l) を含むメンブレン (直径 4mm) を静置した。37 度、湿度 100% で好氣的に培養しつつ、48 時間毎にメンブレンを交換しながら 49 日間、試料周囲のコロニー形成の有無を確認した。この実験を 3 回繰り返した。

【結果】

Dry/Wet 試料にかかわらず、AH プラスが最も細菌漏洩しにくく、メタシールソフト、キャナルス、デンタリスの順に続く傾向を示した。しかしながら、中央値から離れた試料が存在した。また、湿潤歯根片 (Wet 試料) では、メタシールソフトおよびキャナルスの封鎖性が向上する傾向がみられた。

【考察】

本研究ではいずれのシーラーも充填した 8 時間後に余剰シーラーの切断を行ったが、各シーラーの硬化度が異なっていたため、一部の試料において切断処理後の形態が再現性の低下に影響した可能性がある。硬化度により各シーラーの切断適正時間を調べ、一律ではなく個々に切断除去までの経過時間を検討したほうが良いと思われる。また、より臨床時の条件に近い湿潤歯根片でのメタシールソフト充填試料の封鎖性の向上は、吸水により重合収縮量を相殺するとされる本シーラーの特性を示すものである。

【結論】

本漏洩実験モデルは、より精度を向上させるためにさらなる検討が必要であるものの、シーラーそのものの封鎖性を正確に比較する新たな実験モデルとなりうることが示唆された。

Comparison of Antibacterial Efficacy of Chitosan and Its Derivatives Against *Enterococcus faecalis* Biofilm

Department of Periodontology and Endodontology,

Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences, Tokushima, Japan

○ Raras Ajeng Enggardipta, Minato Akizuki, Mika Bando, Yuji Inagaki, Hiromichi Yumoto

【Background and Objective】

Various alternative antimicrobial irrigating solutions have been studied for years to optimize biofilm eradication and increase the success of endodontic treatment. One of the potential materials is chitosan which has a broad spectrum of antimicrobial properties against Gram-positive bacteria such as *Enterococcus faecalis*. Quaternization of chitosan is a chemical modification carried out to improve its physicochemical and biological properties. Among other chitosan derivatives, trimethyl chitosan (TMC) is the most abundantly explored. As a chitosan derivative, TMC retains the fundamental properties of chitosan while improving its antimicrobial activity and water solubility. This study compared the antibacterial and antibiofilm efficacy of Chitosan Nano Particles (CNPs) synthesized from two different molecular weights (Low Molecular Weight; LMW and High Molecular Weight; HMW) and TMC against mature *E. faecalis* biofilm.

【Materials and Methods】

Two types of chitosan, LMW and HMW, were prepared to form CNPs using modified ionic gelation methods and characterized by measuring particle size, polydispersity index (PDI), and zeta potential (ζ) of nanoparticles using a dynamic light scattering (DLS) unit. Subsequently, morphology of CNPs was observed under scanning electron microscope (SEM). The 2-weeks-old *E. faecalis* biofilm formed on the hydroxyapatite (HA) pellets surface was immersed for 30 sec in the CNPs (LMW and HMW), TMC, 0.5% NaOCl (positive control), or phosphate buffered saline (PBS, negative control). Total *E. faecalis* biofilm biomass was quantified by crystal violet staining and observed under SEM. To evaluate bacterial viability in the biofilm, a colony forming unit (CFU) counting and adenosine triphosphate (ATP) assay were employed. Furthermore, proportion between live and dead cells in the biofilm was observed under a fluorescence microscope.

【Results】

CNPs were successfully synthesized in this study, showing a spherical morphology with sizes of 137.1 nm and 343 nm, PDI of 0.12 and 0.14, and zeta potential of 43.45 mV and 42.49 mV for LMW and HMW, respectively. On the mature *E. faecalis* biofilm, TMC interfered the total biofilm biomass, showed by the lower values compared with CNPs and negative control ($p < 0.05$), and confirmed by SEM observation. CFU counting revealed that both CNPs and TMC exhibited antibacterial activity against *E. faecalis* biofilm, significantly reduced bacterial colony numbers and ATP production in the biofilm. The analysis of live/dead cells in the biofilm using fluorescence staining confirmed a significant reduction in *E. faecalis* viability after treatment with CNPs and TMC compared to negative control. However, TMC demonstrated a greater reduction in bacterial viability than CNPs groups.

【Conclusions】

CNPs and TMC effectively reduced the bacterial viability of a 2-weeks-old *E. faecalis* biofilm. Chitosan and its derivatives show potential as antibacterial agents for endodontic treatment. Notably, TMC exhibited superior antibacterial efficacy compared to CNPs, highlighting its greater potential for biofilm eradication.

研究協力者： 徳島大学大学院医歯薬学研究部口腔微生物学分野 住友倫子
徳島大学大学院医歯薬学研究部生体材料工学分野 関根一光, 浜田賢一

天然由来架橋剤の根管象牙質コラーゲンに対する耐酵素性と色調変化に与える影響

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 歯科補綴学分野 保存修復学部門
○山田志津香, 介田 圭, 江越貴文, 小柳 悠, 平 曜輔

The effects of natural cross-linkers on the enzymatic resistance and discoloration of root canal dentin collagen

Department of Prosthetic Dentistry, Division of Cariology and Restorative Dentistry, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

○YAMADA Shizuka, KAIDA Kei, EGOSHI Takafumi, KOYANAGI Yu, TAIRA Yohsuke

【緒言】

根管内に薬剤とともに作用させたナノバブル水は、象牙質深部への薬剤の浸透を高め、EDTAの脱灰作用を促進させることが報告されている¹⁾。また、クチナシ属の果実の抽出物にみられるゲニポシドと呼ばれるイリドイド配糖体のアグリコンであるゲニピンは急性毒性が低いことから、タンパク質、コラーゲン、ゼラチン、キトサン等に対する天然の架橋剤として研究分野で多用されている。そこで、2つの特徴を生かした“ゲニピン含有ナノバブル水”を根管象牙質に作用させることにより象牙質コラーゲンの架橋形成が適度に促進した結果、歯根破折抵抗性および抗齶蝕性の増加が期待される。また副次的に、根管象牙質コラーゲンの質向上によりレジシン系シーラーの根管象牙質への接着力が増加し、より緊密な根管充填が実現可能となる。一方、ゲニピンにはタンパク質中のアミノ基と酸化・重合することで青色の高分子を産生するため、歯質に変色をもたらすという欠点を有する。今回、ゲニピン含有ナノバブル水の歯根象牙質に対するコラゲナーゼ抵抗性および歯質変色に与える影響について検討した。

【材料と方法】

まず歯冠を切除したウシ下顎切歯の歯根を用いて、総濃度が0.01%、0.1%、0.5%になるように超純水またはナノバブル(NB)水で溶解したゲニピン溶液を根管内に24時間作用させた後、根管を洗浄・乾燥させて細菌性コラゲナーゼを24時間作用させた。超純水のみ作用させたグループを対照群とした。そして6N塩酸による加水分解後Hydroxyproline assayにより、遊離したヒドロキシプロリンの濃度を測定した。データは、有意水準5%でOne-way ANOVAとFisherのPLSDテストにより統計学的に解析した。次に歯根を垂直に切断し、光学顕微鏡により歯根の色調を観察した後VITA Easyshade® Vにより象牙質の測色を行った。

【結果および考察】

対照群と比較して、ゲニピン含有超純水/NB水群は有意に遊離ヒドロキシプロリン濃度が低かった($P<0.05$)。またゲニピンは濃度依存的に、根管象牙質からの遊離ヒドロキシプロリン濃度を減少させることが明らかとなった。ゲニピン含有超純水群とゲニピン含有NB水群を同濃度で比較した時、統計学的有意差は認められなかったものの、ゲニピン含有NB水群の方が、遊離ヒドロキシプロリン濃度が低い傾向を認めたことから、NB水によりゲニピンの架橋作用が象牙質内で速やかに発揮された可能性が示唆された。歯根象牙質の明度は、対照群およびNB水単独群ではビタシェードクラシカルにおけるB3やA3.5が多くみられたのに対し0.1%および0.5%ゲニピン含有群ではC4やA4といった低い明度が散見された。0.01%ゲニピン含有超純水/NB水群は、対照群およびNB水単独群と同等の明度を認めた。また、ゲニピン含有超純水/NB水群ともにゲニピンの濃度が高くなるにつれて青色の変色が強くなる特徴が見られた。顕微鏡による観察では0.1%と0.5%ゲニピン含有NB水群において歯髄側象牙質とセメント質側象牙質に強い変色が見られたことから、NB水のもつ薬物送達性によりゲニピンが速やかに象牙質深部に到達した可能性が考えられる。以前、Nagaokaらはゲニピンにより架橋された象牙質には2つの未知の架橋が形成され、象牙質コラゲナーゼ抵抗性が増加したことを報告しており²⁾、今回の研究結果はこれらの報告を支持している。今後架橋された歯根の機械的強度を計測することにより歯質に変色をもたらさない低濃度のゲニピン含有NB水が臨床的に有用であるかを検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) 庵原耕一郎, 中島美砂子. 閉塞根管拡大のためのナノバブル水含有EDTAによる脱灰効果促進. 日歯保存誌, 62(3): 152-158, 2019
- 2) Nagaoka H, Nagaoka H, Walter R, Boushell LW, Miguez PA, Burton A, Ritter AV, Yamauchi M. Characterization of Genipin-Modified Dentin Collagen. Biomed Res Int, 2014, 7 pages, 2014

ナノバブルオゾン水のスマヤー層除去効果

¹⁾愛知学院大学歯学部歯内治療学講座 ²⁾株式会社 安斎管鉄

○藤田 将典¹⁾, 鶴飼 学¹⁾, 安斎 聡²⁾, 樋口 直也¹⁾,
井上 麻衣¹⁾, 奥田 沙映¹⁾, 堀場 直樹¹⁾, 諸富 孝彦¹⁾

The Utility of Nano-bubble Ozone Water for Removing the Smear Layer

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

²Anzaikantetsu Co.,Ltd

○FUJITA Masanori¹, UKAI Manabu¹, ANZAI Satoshi², HIGUCHI Naoya¹,
INOUE Mai¹, OKUDA Sae¹, HORIBA Naoki¹, MOROTOMI Takahiko¹

【目的】

根管洗浄は、機械的清掃が及ばない範囲の感染源の除去や、機械的清掃時に形成されたスマヤー層の除去に重要な操作である。スマヤー層の残留は緊密な根管充填の妨げになり、再感染の原因となる。近年医療・工業分野等において、マイクロ・ナノバブル水による洗浄効果が報告されている。安斎らはナノバブルを用いてオゾン水を生成することにより、オゾン濃度を高濃度で長時間維持できるナノバブルオゾン水の作製に成功した。以前、我々はこのナノバブルオゾン水が、*Enterococcus faecalis* のバイオフィームモデルおよびブタ感染根管モデルに対して、グルコン酸クロルヘキシジンや次亜塩素酸ナトリウム溶液と同等以上の殺菌効果を有することを報告した（第159回本学術大会）。本研究ではブタ抜去歯より作製した根管スマヤー層モデルを用いて、SEM 下でナノバブルオゾン水および各種根管洗浄剤のスマヤー層除去効果を比較し、有用性について検討した。

【材料と方法】

1. ナノバブルオゾン水

ナノバブルオゾン水生成機 AZ-FB-O3SW-10g/h2000A(安斎管鉄) より作製した。

バブル水の仕様 気体: オゾン オゾン濃度: $5.0 \pm 0.1 \text{ mg/l}$ (計測機器: DDZ-1000PE) 溶媒: 生理食塩水

2. 根管スマヤー層モデルへの洗浄効果の検証

ブタ抜去歯を作業長 13mm となるよう調整し、規格形成法に従い #60 まで手用 K ファイルを用いて根管拡大形成を行った。その後、生理食塩水で根管を洗浄し根尖部を即時重合レジンで封鎖して、根管スマヤー層モデルを作製した。根管スマヤー層モデルに対し、シリンジを用いて各種根管洗浄剤で根管洗浄を行った。根管洗浄剤は生理食塩水(大塚製薬)、3~6%次亜塩素酸ナトリウム溶液(歯科用アンチホルミン: 日本歯科薬品)、2%グルコン酸クロルヘキシジン(富士フイルム和光)、3%EDTA 溶液/pH9~10 (スデアクリーン: 日本歯科薬品)、17%EDTA 溶液/pH9~10 (17%EDTA リキッド: ペントロンジャパン)、ナノバブルオゾン水を用いた。いずれも使用量は 5ml、洗浄時間は 1 分間とした。次に生理食塩水 2ml にて根管を洗浄した後、それぞれの歯を歯軸方向に分割し固定した。続いて、通法通り脱水および凍結乾燥、導電処理を行った後、走査型電子顕微鏡(VE9800, KEYENCE)下で根尖部約 3mm 部分の根管表面を観察し、象牙質表面 $12000 \mu \text{m}^2$ に確認できる象牙細管数を計測した。得られた結果は統計ソフト SPSS Statistics Ver.28.0 (IBM)を用いて Tukey test で検定を行った。有意水準は 5%とした。

【結果】

3%、17%EDTA 溶液およびナノバブルオゾン水においては象牙細管の開孔が認められたが、生理食塩水、次亜塩素酸ナトリウム溶液およびグルコン酸クロルヘキシジンにおいては象牙細管の開孔はほぼ認められなかった。確認できた象牙細管数は、3%、17%EDTA 溶液およびナノバブルオゾン水は、生理食塩水、次亜塩素酸ナトリウム溶液グルコン酸クロルヘキシジンに対し有意に多く認められた。また、17%EDTA 溶液は 3%EDTA 溶液およびナノバブルオゾン水に対し有意に多く認められた。3%EDTA 溶液とナノバブルオゾン水には有意差は認められなかった。

【考察】

ナノバブルオゾン水は他のマイクロ・ナノバブル水同様に洗浄効果を有すると考えられる。ナノバブルオゾン水は殺菌効果に加え、3%EDTA 溶液と同等のスマヤー層除去効果をも有し、根管洗浄に有用であることが示唆された。

新規 MTA 配合水酸化カルシウム系シーラーの硬組織形成能への影響

¹東京歯科大学 歯内療法学講座、²丸紅健康保険組合東京診療所歯科、³東京歯科大学 短期大学
○岩澤 弘樹¹、倉持 仁¹、番場 桃子¹、関矢 日向子¹、浅井 知宏²、佐古 亮¹、古澤 成博³

The effect of a new calcium hydroxide-based sealer with MTA on the ability to form hard tissue

¹Department of Endodontics, Tokyo Dental College,

²Marubeni Tokyo Dental Clinic, Health Insurance Association of Marubeni Corporation,

³Tokyo Dental College Junior College

○IWASAWA Hiroki¹, KURAMOCHI Jin¹, BAMBA Momoko¹, SEKIYA Hinako¹,

ASAI Tomohiro², SAKO Ryo¹, FURUSAWA Masahiro³

【目 的】

近年、根管充填用シーラーとして、ケイ酸カルシウムを主体とする MTA やバイオアクティブガラスなどを含んだバイオセラミック系の材品の流通が多くなりつつある。バイオセラミック系シーラーは、生体親和性が高いことに加えて、硬化時に微膨張するといった従来とは異なる性質をもつことから、これまでのシーラーよりも根管治療後の経過を向上させる可能性があるとして期待されている。

我々は、根管治療において根管消毒剤として用いられる水酸化カルシウム製剤についての研究を行ってきた。水酸化カルシウム製剤は、高 pH 環境を誘導することで根管内の消毒と根尖周囲組織の硬組織形成の誘導を行うことができ、さらには LPS の分解作用をもつことが知られている。なかでも、粉末と液を練和し貼薬する製剤であるカルピタル（ネオ製薬）は、他の製品と比較して水酸化カルシウム含有量が多く、LPS の減弱や硬組織形成作用が高いことを報告した（2024 年 4 月保存学会誌、保存学会 157～160）。水酸化カルシウム製剤は根管貼薬において一般的にペーストとして使用されている一方で、硬化型にするとその効果がマスキングされてしまう特徴があり、根管シーラーには適さない現状にある。そこで今回、水酸化カルシウム製剤の薬理作用を保持・発揮しつつ根管シーラーとして応用できる剤品の開発を企画し、試作品の開発へと至ったので報告する。

【材料および方法】

実験には、新規材料である試作品シーラー CM324（以下 CM324）と、現在流通している材料としてデンタリス KEZ（以下 KEZ 群：ネオ製薬）、ニシカキャナルシーラー BG multi（以下 CS-BG 群：日本歯科薬品）、MTA マルチシーラー（以下 MTA-ms 群：クラーク）を用いた。培地は、DMEM（ナカライテスク）を基本培地とし、DMEM に β -グリセロリン酸、アスコルビン酸、デキサメタゾンを添加した石灰化誘導培地（以下 MM）を用いた。

まず、材料の周囲環境への影響について検討した。24-well のトランスウェルインサート（ポアサイズ 1.0 μ m：Greiner）のメンブレン上にシーラーが均一になるように一層填入し、培地 2.0mL の入ったウェルへ静置したあと、細胞培養環境に倣ってインキュベーター内（37℃、5% CO₂）にて保管した。実験開始から 1、3 日後に培地の pH を測定した。また、7 日後に培地中のカルシウムイオン濃度を測定した。

次に、各種根管充填用シーラーがヒト歯根膜線維芽細胞（以下 HPLF、ScienCell）に与える影響について検討した。HPLF は専用の基本培地で培養した後、12-well プレートに 10,000 細胞/cm² の密度で播種し、コンフルエントとなった 3 日後に MM へと培地交換し、各種シーラーを一層填入したインサートをそれぞれのウェルへ静置した（n=3）。なお、培地交換は 3～4 日毎に行った。各種シーラーの HPLF への作用を評価するために、実験開始から 7 日目に Ca assay で細胞外・細胞内の Ca イオン濃度の測定と、BCA assay にてタンパク質量を測定したのち ALP 活性を ALP assay で測定した。

【結果および考察】

各種材品を培地に静置しただけの場合、培地の pH はすべての群で弱アルカリ性を示した。実験開始から 1 日では CS-BG 群が他の群に比較して高い pH を示した。一方、3 日後にはすべての群で pH8.0 付近に収束した。実験開始 7 日後の培地中の Ca イオン濃度は、MTA-ms 群と CS-BG 群で高かった。HPLF を培養した際の細胞外 Ca イオン濃度は、材料のみで測定した結果と同様に MTA-ms 群と CS-BG 群で高かったが、CM324 群でもやや高い結果であった。細胞内の Ca イオン濃度は、CM324 群、KEZ 群、MTA-ms 群で低い傾向にあった。ALP 活性は、各種シーラー群で高かったが、CM324 群が最も高い ALP 活性を示した。

MTA 系のシーラーは周囲の水と反応することによりケイ酸カルシウムから水酸化カルシウムを生成し、それによって水酸化物イオンを放出するため pH が上昇することが知られているが、今回の培養液の pH が明確な上昇を示さなかったことは、培養液中の重炭酸塩による緩衝の影響が考えられた。ALP 活性は硬組織形成能に関与しており、CM324 群で最も高かった。材料の Ca イオンの濃度比に対して細胞外の Ca イオン濃度比が高かったのは、CM324 群により HPLF が取り込んだ Ca イオンを細胞外に排出し、硬組織形成を促進する方向に作用したため、ALP 活性も上昇したことが示唆された。

今後、新規シーラーについてさらなる検討を加え、発表を行う予定である。

異なる混和条件によるバイオセラミックス系シーラーの骨芽細胞における石灰化への影響

日本大学歯学部歯科保存学第Ⅱ講座¹, 日本大学歯学部総合歯学研究所高度先端医療研究部門²
○岡野真之¹, 安川拓也^{1,2}, 林 誠^{1,2}, 勝呂 尚^{1,2}, 正覺泰佑¹, 山中香音¹, 齊藤 瑞¹, 武市 収^{1,2}

Effect of different mixture conditions of bioceramics sealer on calcification in osteoblast
Departments of Endodontics¹, Division of Advanced Dental treatment, Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry
○Masayuki Okano¹, Takuya Yasukawa^{1,2}, Makoto Hayashi^{1,2}, Hisashi Suguro^{1,2}, Taisuke Shokaku¹,
Kao Yamanaka¹, Mizuki Saitou¹, Osamu Takeichi^{1,2}

【研究目的】

近年、歯内療法領域においてバイオセラミックスを含む歯科材料が広く臨床応用されており、そのなかでもバイオセラミックス系シーラーの普及は著しい。今回、2つのバイオセラミックス系シーラーに着目した。MTA マルチシーラー (Clark) には MTA が、ニシカキャナルシーラー BG multi (日本歯科薬品) にはバイオアクティブガラスの一種であるカルシウムシリケートガラスが配合されており、2つのシーラーの特徴として付属する粉末成分の量を調整することで、クリーム状やパテ状など性状を変えることが可能である。演者らは第 161 回秋季日本歯科保存学会学術大会にて、異なる混和比で作成した試料による骨芽細胞への影響について発表した。本研究の目的は、骨芽細胞における Alkaline phosphatase (ALP) 活性を測定し、被験試料が石灰化および生体親和性にどのように影響を与えているかを明らかにすることである。

【材料および方法】

被験試料は MTA マルチシーラーとニシカキャナルシーラー BG multi の 2 種類で、対照試料として ProRoot MTA (Dentsply Sirona) を用いた。また、骨芽細胞としてマウス頭蓋冠由来株化骨芽細胞である MC3T3-E1 細胞を用いた。
試料の調整

MTA マルチシーラーは粉液比 1:1 および 2:1 の条件にて混和、ニシカキャナルシーラー BG multi はペースト/パウダー重量比 10:0 および 10:6 の条件にて試料を作製した。ProRoot MTA は製造者の指示通りに混和した。これらの試料を直径 9 mm, 厚さ 3 mm の型枠に填入し、37°C, 相対湿度 100%, 5%CO₂ の条件下で 24 時間静置し硬化させ、 α -minimum essential medium (α -MEM) 中に 3 日間浸漬した。その後、MC3T3-E1 細胞を播種した細胞培養用プレート上の cell culture insert に被験試料を静置し、試料を設置しないものを陰性コントロールとした。

実験 1. MC3T3-E1 細胞に対する生体親和性

被験試料の生体親和性について、Cell counting kit-8 (同人化学) を用いて 1, 2 および 3 日目の細胞数を測定した。

実験 2. 被験試料から遊離する Ca²⁺ 濃度の測定

本実験条件における被験材料より遊離する Ca²⁺ 濃度を Calcium E-test Wako (和光純薬) を用いて 1, 2 および 3 日目に測定を行なった。

実験 3. ALP 活性の測定

本実験条件における ALP 活性を QuantiChrom Alkaline Phosphatase Assay Kit (Funakoshi) を用いて 7 日目まで測定した。

【結果】

実験 1 では、培養 1 日目および 2 日目において陰性コントロールと差は認められなかったが、培養 3 日目において、MTA マルチシーラーの細胞数は混和条件に関わらず、陰性コントロールと同程度の増加を認め、ニシカキャナルシーラー BG multi は陰性コントロールよりも減少する結果となった。実験 2 では、Ca²⁺ 濃度測定試験では MTA マルチシーラー の 2 つの混和試料はともに 1 日目から 3 日目にかけて経時的に増加し、約 5mg/dl まで上昇した。これは MTA と同程度の Ca²⁺ の放出量であった。ニシカキャナルシーラー BG multi では 1 日目に約 3mg/dl の Ca²⁺ を放出し 3 日目まで濃度の変化は微増であった。実験 3 ニシカキャナルシーラー BG multi では、7 日目まで変化は認められなかったが、MTA マルチシーラー、MTA において陰性コントロールと同程度の ALP 活性の増加を認めた。

【考察および結論】

以上のことから、MTA Multi Sealer は 混和条件に関わらず MTA と同程度の Ca²⁺ を放出し、陰性コントロールと同程度の細胞数および ALP 活性の増加を認めたことから、MTA Multi Sealer は骨芽細胞の増殖および石灰化に影響が少ないシーラーである可能性が示唆された。

新規バイオセラミックスのヒト歯根膜由来細胞に対する細胞親和性の検討

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 歯周歯内治療学分野

○松裏貴史, 阿嘉明日香, 吉村篤利

Evaluation of cytocompatibility of new bioceramics for human periodontal ligament-derived cells

Department of Periodontology and Endodontology, Nagasaki University Graduate School

of Biomedical Sciences, Nagasaki, Japan

○Matsuura Takashi, Aka Asuka, Yoshimura Atsutoshi

【背景】近年, ProRoot MTA よりも操作性や封鎖性が優れているとされる MTA や, 生体活性ガラスを含有したバイオセラミックスなど, 様々な新しい歯内療法用材料が開発され, 臨床に応用されている. しかし, これらの製品は開発されてから日が浅いものが多く, その安全性や有効性に関する研究は十分とは言えない. そこで今回我々は, ProRoot MTA (以下 P), MTA アンジェラス HP (以下 HP), MTA Flow White (以下 F), ニシカキャナルシーラー-BG Multi (以下 BG), Bio-C Repair (以下 BR) の 5 種類のバイオセラミックス, およびスーパーボンド (以下 SB) の計 6 種類の歯科用材料の, ヒト歯根膜由来細胞 (以下 hPDLs) に対する細胞親和性を評価することを目的として実験を行った. また, F および BG は粉液 (ペースト) 比を変えることができるため, 3 種類の粉液比で hPDLs に対する細胞親和性を評価した.

【方法】本研究は, 長崎大学病院臨床研究倫理委員会の承認を得た後に実施した (許可番号: 22022113, 21111512, 23112015). P, HP, F, BG, BR, SB の 6 種類の材料を, それぞれメーカーの取扱説明書に従って準備した. また, F および BG は 3 種類の粘度で調整した (以下粘度の低い順に F0, F1, F2 および, BG0, BG1, BG2). その後, 内径 8 mm, 厚さ 1 mm の型に填入し, 37°C, 5% CO₂ 条件下で 48 時間静置して硬化させることでディスクを作製した (n = 11). また, 長崎大学病院で抜歯された抜去歯のうち, 歯周炎もしくは智歯周囲炎を認めない小臼歯および第三大臼歯の歯根中央部 1/3 から, メスを用いて hPDLs を採取し, 10% FBS 含有 DMEM 培地中で 37°C, 5% CO₂ 条件下で培養後, 3~5 代継代したものを実験で使用した. 作製したディスクを 48 ウェルプレートの底面に静置し, その上に hPDLs を, 100,000 cells/well の濃度で播種し, 10% FBS 含有 DMEM 培地中で培養し, 7 日目および 28 日目に MTT アッセイを行った. ディスクを静置せず hPDLs のみで培養したものをコントロールとした (以下 C). 2 群間の比較には Welch の t 検定を用い, 培養 7 日目と 28 日目の吸光度の差の検定には対応のある t 検定を用いた ($\alpha = 0.05$).

【結果】培養 7 日目の吸光度は, F 群 < BG 群 < BR 群 < SB 群 < P 群 < HP 群 < C 群の順に大きい結果となり, 培養 28 日目の吸光度は, F 群 < P 群 < BG 群 < BR 群 < SB 群 < C 群 < HP 群の順に大きい結果となった. 次に, HP 群, BG 群, BR 群, SB 群および C 群では, 培養 7 日目と比較して 28 日目において有意に吸光度の上昇を認めたものの, P 群および F 群では有意差を認めなかった. 次に, 7 日目において F0 群と F1 群の間には有意差を認めず ($p = 0.165$), F0 群と比較して F2 群と C 群の吸光度は有意に高い値を示した ($p = 0.015$, $p < 0.001$). また, 7 日目において BG0 群と BG1 群の間には有意差を認めず ($p = 0.398$), BG0 群と比較して BG2 群と C 群の吸光度は有意に高い値を示した ($p = 0.003$, $p < 0.001$). 28 日目においては, F0 群と C 群の間には有意差を認めた ($p = 0.015$). 吸光度は, F2 群 > F1 群 > F0 群および, BG2 群 > BG1 群 > BG0 群の順で高い結果となった. 全ての群において, 7 日目と比較して 28 日目の吸光度が有意に高い結果となった ($p < 0.05$).

【考察】本実験の結果, HP 群および SB 群は良好な細胞親和性を持つことがわかった. また, BR 群および BG 群は, 培養 7 日目においては HP 群や SB 群と比較して吸光度が低い結果となったものの, 培養 28 日目において, HP 群および SB 群と同様に有意な吸光度の増加を認めた. このことは, 長期間培養している間にディスクから溶出する造影剤粒子や各種イオンが細胞増殖に対悪影響を及ぼさず, 細胞親和性が良いことを示していると考えられる. 一方 P 群および F 群では hPDLs の細胞増殖が抑制された. BG や F が含有する造影剤には細胞毒性に関する報告があるため, 現在造影剤の細胞親和性への影響に関する研究を行っている. また, F と BG の細胞親和性は, 粘度が大きいほど高くなることが示された. 本研究と先行研究の結果より, 粘度が高いほど早く硬化して細胞親和性が高くなったものと考えられる.