新規ユニバーサルシステムのセメントスペースによる接着性能への影響

株式会社ジーシーR&D
○小原由希，平野恭佑

Impact of Film Thickness on Bonding Performance in a Novel Resin Cement

GC R&D CORPORATION, Tokyo, Japan
○Yuki Ohara, Kyosuke Hirano

【目的】CAD/CAM 加工で製作した補綴装置の適合性は、支台歯・窩洞形態やミリングバー径などの加工上の制約に依存し，ロストワックス法による鋳造冠と比較してセメントスペースが厚くなる場合がある。さらに，口腔内装着後に補綴装置上から光照射を行うことで，レジンセメントの重合収縮が接着性能に影響を及ぼす可能性が考えられる。そこで本研究では，新規レジンセメントを用い，セメントスペースが象牙質に対する接着性能へ及ぼす影響を評価した。さらに，G-BOND Universal との併用によるユニバーサル接着システムとしての有効性についても検討した。

【材料および方法】レジンセメントとして試作品 ASAC-02，歯質前処理材として G-Bond Universal，CAD/CAM 用材料としてセラスマート 300（A3 LT，以下 CS）を使用した。牛歯象牙質を耐水研磨紙#600 で研磨し，被着面にΦ3.0mm の孔をあけた，厚さ 100μm 又は 200μm のテフロンシールを貼付し，接着面積およびセメントセメントスペースを規定した。接着システムとして，象牙質表面に G-BOND Universal を塗布した群と塗布していない群を設定した。CS は厚さ 1mm の板状に切出し，耐水研磨紙#320 で研磨後，アルミナサンドブラスト処理(0.15MPa)を行い，超音波洗浄を行った。練和したレジンセメントを CS 表面に塗布し，象牙質にセットした。10N で 10 秒間圧接後，CS 上面から 10 秒間光照射を行った。試験体を 37℃の水中で 24 時間保管した後，オートグラフ（AGX-V，島津製作所）を用い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）。統計解析には二元配置分散分析を用い，有意水準は 5%とした。

【結果及び考察】各条件でのせん断接着試験の結果を Figure.1 に示した。二元配置分散分析の結果，セメントスペースおよび G-BOND Universal 塗布の有無はいずれもせん断接着強さに有意な影響を及ぼした（$p<0.05$）。一方，両因子間に有意な交互作用は認められなかった（$p>0.05$）。このことから，セメントスペースはセメント接着性に影響を及ぼし、また G-BOND Universal の併用はセメント接着性を向上させることを確認した。これはセメントスペースが厚くなると、重合収縮による歯質からの剥離方向の応力が増大することがセメント接着性に影響を及ぼす主要因であると考えられ、一方 G-BOND Universal を塗布することにより歯質浸透性を向上させると同時に、ASAC-02 と G-BOND Universal はタッチキュア能があることで歯質界面からの重合が促進され、剥離方向に向かうセメントの重合収縮応力を緩和したことが、セメント接着性を向上した主要因であると考えられる。

【結論】CAD/CAM 加工補綴装置におけるセメントスペースの厚さはセメント接着性に影響を及ぼし、歯質前処理材としてボンディング材を併用することが、歯質接着性を向上させることを確認した。新規レジンセメント ASAC-02 においては G-BOND Universal との併用により，セメントスペースの影響を受けにくい安定した接着性能が得られることが示された。以上より，ASAC-02 と G-BOND Universal を組み合わせたユニバーサル接着システムは，CAD/CAM 加工を含めた臨床上の多様な状態の補綴装置においても良好な接着性能を発揮する可能性が示唆された。

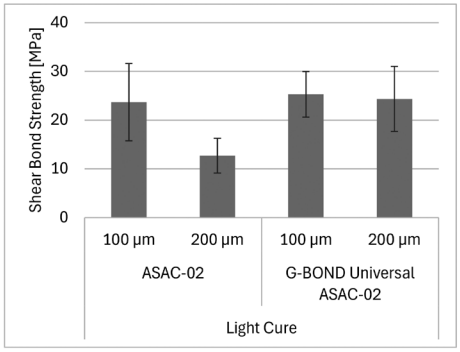


Figure 1. Bond strength of each condition

新規ユニバーサルアドヒーシブ応用型レジンセメントの初期接着性能

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)]，
吉祥寺矯正歯科クリニック[3)]，川本歯科医院[4)]
○大内　元[1,2)]，笠原悠太[1,2)]，青木良太[1)]，渡部修平[1)]，鈴木総史[1,3)]，
鈴木美穂[1,3)]，川本　諒[1,4)]，髙見澤俊樹[1,2)]

Bond Performance of a Newly Developed Luting Cement with a Universal Adhesive

Department of Operative Dentistry[1)]，Division of a Biomaterials Science，Dental Research Center，Nihon University School of Dentistry[2)]，Kichijoji Orthodontic Clinic[3)]，Kawamoto Dental Clinic[4)]
○OUCHI Hajime[1,2)]，KASAHARA Yuuta[1,2)]，Aoki Ryouta[1)]，WATANABE Shuuhei[1,3)]，SUZUKI Soushi[1,3)]，
SUZUKI Miho[1,3)]，KAWAMOTO Ryo[1,4)]，TAKAMIZAWA Toshiki[1,2)]

【目的】

審美歯科治療への関心の高まりから，歯冠色を有する間接修復物の応用頻度が高まっている。セラミックスやCAD/CAMレジン材料に代表されるこの審美性間接修復物は，レジンセメントを介して支台歯と強固に一体化させることで修復歯の予後を良好なものとする。一方，臨床においては装着直後に咬合調整などの外力が加わるため，初期接着性能も重要な評価項目となる。近年，操作の簡便化とともに接着性の向上を目的に，ユニバーサルアドヒーシブを前処理材（プライマー）として用い，初期接着性および接着耐久性の向上を目的としたユニバーサルアドヒーシブ応用型レジンセメントが注目されている。また，更なる接着操作の簡便化を目的として，歯面処理時のエアブローが省略可能であるとともに，化学重合触媒を含有することによって接触重合を可能とした新規ユニバーサルアドヒーシブおよびこれを併用する新規レジンセメントが開発された。そこで本研究では，この新規ユニバーサルアドヒーシブ応用型レジンセメントの10分後および24時間経過後の初期接着性能について検討した。

【材料および方法】

供試した材料としては，新たなユニバーサルアドヒーシブ応用型レジンセメントとしてASAC-02（GC），プライマーとしてG-ボンドユニバーサル（GC）を使用した。接着試験に使用した歯は，ウシ（2〜3 歳齢）下顎前歯で，歯冠部のみを常温重合型レジンに包埋した。次いで，直径4〜5 mmのエナメル質あるいは象牙質の平坦面が得られるようにモデルトリマーを用いて唇側中央部を研削した後，平坦面を耐水性研磨紙の#320まで順次研削し，被着面とした。被着面の表面処理条件としては，プライマー塗布後エアブローを行わなかったもの（AP），プライマー塗布後5秒間のエアブローを行ったもの（MP）およびプライマー塗布を行わなかったもの（SA）の3条件とした。接着試片の製作に際しては，直径2.38 mm，高さ2 mmの円柱ステンレス製ロッドを用い，これにアルミナブラストを行い，ブラスト面をアロイプライマー（クラレノリタケデンタル）で処理し，セメントペーストをブラスト面に塗布，荷重負荷器を用いて0.98 N荷重下で被着面に静置した。その後，マイクロブラシで余剰ペーストを除去し，異なる4方向から光照射を接着面付近に対して10秒間ずつ行った。製作した接着試片は，37℃相対湿度（RH）100%の条件下で10分間あるいは24時間保管した。なお，試片の数は各条件について12個とした。所定の保管期間が終了した接着試片については，万能試験機（Type 68TM-5, Instron）を用いてクロスヘッドスピード1.0 mm/minの条件で剪断接着強さ（MPa）を測定した。なお，それぞれの平均値および標準偏差を求め，各条件の接着強さを有意水準0.05の条件で統計学的検定を行った。また，各条件における接着試験が終了した試片については，ステンレスロッド側およびエナメル質側を，デジタルマイクロスコープ（Keyence）および走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて観察し，その破壊形式を評価した。

【結果および考察】

いずれの条件においても，SAと比較してAPおよびMPは高い接着強さを示し，その際SAとMPは同等の接着強さを示した。また破壊形式については，すべての試片において界面破壊であった。

【結論】

本実験の結果から，新規ユニバーサルアドヒーシブ応用型レジンセメントは，プライマーの併用によって，初期接着性能の向上が示された。

PEEK 材への機械的な表面処理が接着強さに及ぼす影響：その２

○入江正郎[1)]，長岡紀幸[2)]，岡田正弘[3)]，矢部　淳[4)]，武田宏明[4)]，山本直史[4)]，吉原久美子[5)]，秋山謙太郎[6)]
1)岡山大学歯学部，2) 岡山大学学術研究院歯学部先端領域研究センター
3) 東北大学大学院歯学研究科 歯科生体材料学分野
4) 岡山大学学術研究院医療開発領域 歯科・総合歯科部門
5) 国立研究開発法人産業技術総合研究所生命工学領域
6) 岡山大学学術研究院 医歯薬学域 咬合・有床義歯補綴学分野

Effect of Mechanical Surface Treatment on Bond Strength to PEEK Material: Part 2

○Masao Irie[1)], Noriyuki Nagaoka[2)], Masahiro Okada[3)], Atsushi Yabe[4)], Hiroaki Taketa[4)], Tadashi Yamamoto[4)], Kumiko Yoshihara[5)], Kentaro Akiyama[6)]
1)Okayama University Dental School, 2) Advanced Research Center for Oral and Craniofacial Sciences, Okayama University Dental School,
3) Department of Dental Biomaterials, Tohoku University Graduate School of Dental Sciences.
4) Department of Comprehensive Dentistry, Medical Development Field, Okayama University
5) Health Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
6) Department of Occlusal and Oral Functional Rehabilitation, Okayama University

【緒言】国内外で広く修復材料として臨床に使用されている PEEK 材は，従来のセラミックス材料とは異なる材料特性を有しているため，プライマー処理や表面処理法が従来と異なる．そこで今回は，前報（26 年度春季本学会）の継続として，より広く情報を得るために他社接着システムを用いて PEEK 材への接着強さ向上を期待して機械的な表面処理法とプライマー処理の併用によって検討した．

【材料と方法】PEEK 材（Shofu Block PEEK: Shofu）の表面を研磨紙（# 1,000, CarbiMet: BUEHLER）を用いて流水下で研磨し，蒸留水中で超音波洗浄し，乾燥させ基準面とした（**Base**）．その後，Table に示す研磨紙（CarbiMet: BUEHLER）を用いて流水下で研磨したもの，サンドブラスト（粒度：アルミナ，50 μm, Jet Blast II: Morita）を用いて Table に示す圧で処理したものを作製した．蒸留水中で超音波洗浄し，乾燥させた後，下記に示した 3 種のプライマーで表面を処理し，推奨のレジンセメントを用いてステンレスロッド（Alloy Primer: Kuraray Noritake Dental で被着面処理）を接着，光照射して硬化させた．1 日間 37℃蒸留水中に浸漬後せん断接着強さを測定し，破断面を実体顕微鏡で観察した[1)]．

【結果と考察】Table に 3 種の接着システムの結果を示した．研磨紙の粗さがスムースになるほど接着強さは低下，この傾向は 3 種の接着システムで同様の傾向を示し,サンドブラストの圧の向上に伴い接着強さはほぼ増加した. 両処理ともに **Base** と比較して優れた値を示した点からも,両処理の有用性が接着強さの結果から確認された．また，接着強さ測定後の破断面は，剝離破壊がまったく観察されなかったことから,セメントの機械的強さの影響が多いに考えられる[1)]．

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　Effect of surface treating procedures by silicon carbide and sandblasting on shear bond strength to PEEK [MPa, Mean (S.D., N=10)].

	Adhesive systems (Manufacturer)		
	RelyX Universal Resin Cement / Scotchbond Universal Plus Adhesive (Solventum)	SA Luting Multi Automix / Clearfil Universalbond *Quick 2* (Kuraray Noritake Dental)	BeautiLink SA / CAD/CAM Resin Adhesive (Shofu)
Base: silicon carbide, # 1,000	8.6 (1.9)	8.3 (2.1)	15.1 (2.7)
Silicon carbide			
# 60	18.5 (3.5)	16.5 (2.4)	25.8 (4.5)
# 120	14.0 (2.3)	15.7 (1.0)	24.6 (5.6)
# 240	13.0 (3.2)	12.4 (0.9)	22.6 (5.2)
# 320	14.5 (2.2)	11.4 (2.0)	22.1 (3.5)
# 400	10.9 (2.0)	10.0 (1.8)	20.3 (4.0)
# 600	9.2 (1.8)	8.5 (2.3)	18.4 (4.8)
Sandblasting (MPa)			
0.10	10.7 (1.6)	11.8 (2.0)	17.2 (2.2)
0.20	14.2 (2.6)	14.5 (2.4)	19.7 (3.6)
0.30	17.5 (2.0)	17.5 (2.1)	24.2 (5.7)
0.35	18.7 (2.3)	17.9 (2.7)	27.0 (5.6)
0.40	20.7 (3.9)	18.3 (1.9)	26.0 (4.1)

【 文献 】

1) Irie M *et al*., *polymers* 2026, 18, 810.

シラン処理後の高出力光照射は CAD/CAM ブロックへの接着性向上に有効か？

[1]東京歯科大学保存修復学講座　[2]松本歯科大学歯科保存学講座
○江川優果[1]，春山亜貴子[1]，風間龍之輔[2]，高坂怜子[2]，亀山敦史[2]，村松　敬[1]

Is High-Intensity Light Irradiation after Silane Treatment Effective in Improving Adhesion to CAD/CAM Resin-Based Composite Blocks?

[1]Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College
[2]Department of Operative Dentistry, Endodontology and Periodontology, School of Dentistry, Matsumoto Dental University
○EGAWA Yuka[1], HARUYAMA Akiko[1], KAZAMA Ryunosuke[2], KOHSAKA Reiko[2], KAMEYAMA Atsushi[2], MURAMATSU Takashi[1]

【研究目的】

CAD/CAM 用材料が保険収載されて以降，金属の使用量削減や審美的要求の向上から CAD/CAM 用コンポジットレジンブロックを用いた修復治療が普及している．CAD/CAM コンポジットレジン修復物の装着にあたっては，機械的嵌合力の向上の目的でアルミナサンドブラスト処理を，化学的結合を得る目的でシラン処理を行うのが一般的である．先行研究において，シラン処理後の加温処理は接着性の向上に有効とされているため，従来からドライヤーなどの温風による加温が試みられてきた．近年では高出力型の光照射器が市販されるようになり，その照射面は高温となるため，シラン処理表面の加温は可能と思われるが，従来の方法と同様の効果が得られるかどうかについては不明である．そこで本研究では，CAD/CAM ブロックへのシラン処理後の追加光照射がセメントとの接着に与える影響を検討した．

【材料および方法】

CAD/CAM 用レジンブロック（カタナアベンシア P ブロック，クラレノリタケデンタル，A2 および A3.5）を 10.5 × 12 × 6 mm の被着体となるよう硬組織低速切断機 (Isomet, Buehler)を用いて切断し，#600 の耐水研磨紙で研削した面を被着面とした．各ブロックの被着面に対してチェアサイド用サンドブラスター（アドプレップ，モリタ）を用いて 0.2 MPa，10 秒間のアルミナサンドブラスト処理後，2 分間の超音波洗浄を行った．その後，リン酸処理（K エッチャントシリンジ，クラレノリタケデンタル）を 5 秒間応用，十分な水洗と乾燥を行い，さらにクリアフィルセラミックプライマープラス（クラレノリタケデンタル）で 10 秒間処理し，エアブローを行った．①シラン処理のみ（以下：S(+)群），②2 分間の光照射のみ（VALO™X，ULTRADENT）（以下：L(+)群），③シラン処理後，光照射（以下：S(+)・L(+)群）および④シラン処理，光照射のいずれも行わないコントロール群（以下：Cont 群）の計 4 群を設定した。各処理後，コンポジットレジンセメント（パナビア V5 ペースト ユニバーサル，クラレノリタケデンタル）を塗布し，荷重 9.8 N 下で圧接した．余剰セメント除去後，4 方向から光照射を各 10 秒行い，各接着片は 37℃の水中で 1 週間静置保管した．1 週間後，各接着片を ISOMET で切断し約 1 × 1 mm² のビーム状接着試験片を作製した．接着試験片は Micro Tensile Tester（Bisco）に装着，クロスヘッドスピード 1 mm/min の条件下で微小引張り接着強さ（μTBS）の測定を行った．統計解析には Statcel 5 を用い，得られた結果は Steel-Dwass 法にて，有意水準 5%で各群間の比較を行った．

【結果および考察】

各群における μTBS の結果を Fig に示す. S(+)群は 51.0 ± 6.1 MPa, L(+)群は 47.6 ± 5.5 MPa であり, Cont 群（39.0 ± 12.3 MPa）に比べていずれも有意に高い μTBS 値を示した（P <0.05）．一方で，S(+)・L(+)群は 41 試料中 23 試料が微小引張り接着試験前に接着界面で破断し，残る試料の接着強さも 4.5 ± 5.0 MPa と他の 3 群に比べて有意に低い μTBS であった（P <0.05）．以上の結果からシラン処理後の過度な高出力光照射は, シランカップリング層の変性や接着阻害を引き起こし, 接着性を著しく低下させることが示唆された．

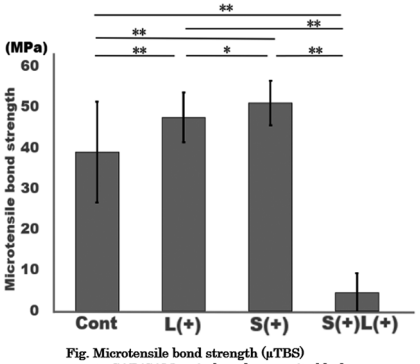


Fig. Microtensile bond strength (μTBS) to CAD/CAM resin-based composite blocks after silane treatment and/or light irradiation. *P< 0.05, **P< 0.01 (Steel–Dwass test)

【結論】

シラン処理を行うことで有意に接着強さは向上した．一方で，シラン処理後の追加光照射による接着性の向上効果は認められなかった．

【利益相反】

本研究で開示すべき利益相反関係にある企業はない．

各種ユニバーサル接着材における溶媒揮発が硬化体の引張り強さに及ぼす影響

[1]松本歯科大学歯科保存学講座（修復），[2]松本歯科大学大学院歯学独立研究科健康増進口腔科学講座
○高坂怜子[1]，弓立彩有里[1,2]，宮下　彩[1]，甲田訓子[1]，
中村圭吾[1]，小松佐保[1,2]，小町谷美帆[1,2]，亀山敦史[1,2]

The Influence of Solvent Evaporation on the Ultimate Tensile Strength of Light-cured Universal Adhesives

[1]Department of Cariology, Endodontology and Periodontology, School of Dentistry, and
[2]Department of Oral Health Promotion, Graduate School of Oral Medicine,
Matsumoto Dental University
○KOHSAKA Reiko[1], YUDATE Sayuri[1,2], MIYASHITA-KOBAYASHI Aya[1], KOHDA Kuniko[1],
NAKAMURA Keigo[1], KOMATSU Saho[1,2], KOMACHIYA Miho[1,2], KAMEYAMA Atsushi[1]

【目的】

一般に 1 ステップ型のアドヒーシブには水や有機溶媒が含まれているため，溶媒除去が不十分であると，光重合後もアドヒーシブの重合・硬化が阻害される[1,2]．近年，水や溶媒を含まない，エアブローの有無にかかわらず使用可能な新規 1 ステップ型ユニバーサルアドヒーシブが開発された．本研究では，この新規接着材の材料学的特徴を明らかにすることを目的として，従来の 1 ステップおよび 2 ステップ型ユニバーサルアドヒーシブと比較し，溶媒揮発の有無が接着材硬化体の微小引張り強さ（ultimate tensile strength: UTS）に及ぼす影響について検討した．

【材料および方法】

材料として新規 1 ステップ型ユニバーサルアドヒーシブ(G ボンドユニバーサル，ジーシー；GBU)，従来型 1 ステップ型ユニバーサルアドヒーシブ（G プレミオ ボンド，ジーシー；GPB）および 2 ステップ型ユニバーサルアドヒーシブ（G2-ボンド ユニバーサル，ジーシー；G2B）を用いた．各材料のボトルを開栓後に恒温器 37℃で 2 週間の意図的溶媒揮発を行った Desiccated 群および溶媒揮発を行わない Original 群を設定した. 各条件の接着材を金属製割型に滴下し，光照射器（Demi Plus，Kerr）を用いて光重合し，硬化体試料とした．1 時間の 37℃水中保管後，試料最狭窄部の断面積を測定し，Micro Tensile Tester（Bisco）に装着，クロスヘッドスピード 1 mm/min の条件下で微小引張り試験を行い，破断時の最大荷重および試料断面積から UTS を算出した．得られたデータは Kruskal-Wallis 法と Steel-Dwass 法を用いて有意水準 5%で統計学的に比較した．統計解析には Statcel5 を用いた．

【結果および考察】

UTS の結果を Fig. 1 に示す．従来型 1 ステップ型の GPB では Desiccated 群では硬化体を作製できたものの，Original 群では UTS 測定に供する硬化体を作製することができなかった．一方，新規 1 ステップ型の GBU では Desiccated 群および Original 群のいずれにおいても UTS の測定が可能であったが, Original 群と比較して Desiccated 群で有意に高値を示した（$p<0.001$）．GBU の Desiccated 群，G2B の Desiccated 群はいずれも GPB の同群よりも有意に高い値を示した（$p<0.001$）．2 ステップ型の G2B においても溶媒揮発の有無にかかわらず硬化体の作製が可能であり，UTS に有意差を認めなかった．従来型 1 ステップ型である GPB では溶媒揮発を行わなかった場合で試験可能な硬化体を形成できなかったのに対し, 新規 1 ステップ型の GBU では溶媒揮発を行わない条件においても硬化体を形成した．これは，GBU が従来型 1 ステップ型とは異なる材料学的特性を有することを示唆している．一方，GBU では溶媒揮発によって UTS が有意に上昇したことから，溶媒揮発の有無は硬化体形成の可否だけでなく，その機械的性質にも影響することが示唆された．また，2 ステップ型である G2B では溶媒揮発による UTS への有意な影響を認めなかったことから，各接着システムの組成の違いが溶媒揮発に対する挙動に関与している可能性が考えられた．

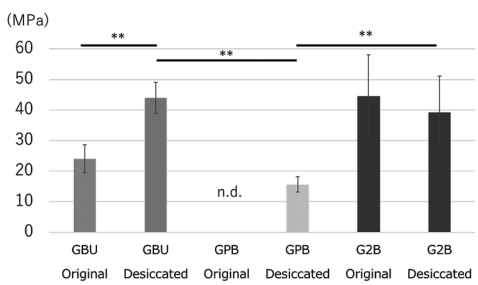


Fig. 1 Ultimate tensile strength in each group (Mean±S.D., MPa)

【結論】

溶媒揮発がユニバーサルアドヒーシブ硬化体の形成および機械的性質に及ぼす影響は，接着材の組成によって異なることが示唆された．

【利益相反】

本研究で開示すべき利益相反関係にある企業はない．

1) Kameyama A et al. Appl Adhes Sci 2019; 7: 4.
2) Kohsaka R et al. Adhesives 2026; 2: 11.

歯科用ボンディング材の組成および歯面乾燥状態がせん断接着強さに及ぼす影響

YAMAKIN 株式会社
○水田悠介，塩毛和樹，加藤喬大

Effects of Composition of Dental Bonding Agents and Tooth Surface Drying Conditions on Shear Bond Strength

YAMAKIN CO., LTD.
○Yusuke Mizuta, Kazuki Shioke, Takahiro Kato

【目的】

1 ステップ 1 液型ボンディング材には，歯面の脱灰作用やぬれ性向上，ならびにボンディング材の均一化を目的として，水やアルコールなどの溶媒が配合されることがある．これらの溶媒が硬化後のボンディング層に残存すると，重合阻害を引き起こし，接着性能の低下につながる可能性がある．そこで我々は，第 162 回日本歯科保存学会にて，接着操作時におけるエアー乾燥が歯科用ボンディング材のせん断接着強さに及ぼす影響について報告し，エナメル質はエアー乾燥による影響を受けにくく，象牙質ではエアー乾燥がない場合，接着強さの低下傾向を確認した．本研究では，エアー乾燥による影響だけでなく，接着操作前の歯面乾燥状態およびボンディング材の水分の有無に着目し，組成の異なる 2 種類の試作 1 ステップ 1 液型ボンディング材(水配合および無配合)を用い，歯面乾燥状態の異なるエナメル質および象牙質に対して，ボンディング材塗布後のエアー乾燥の有無が接着性に及ぼす影響を評価した．

【材料および方法】

水を含有する試作 1 ステップ 1 液型ボンディング材（TB W(+)）と，水無配合試作 1 ステップ 1 液型ボンディング材（TB W(-)）を試験に使用した．

ウシ下顎中切歯（牛歯）のエナメル質または象牙質を湿式研磨により露出させ，耐水研磨紙（P600）で研磨した．歯面条件は，中圧で約 10 秒間エアー乾燥したエナメル質（E_{dry}：dried enamel）および象牙質（D_{dry}：dried dentin），局所排気下で 24 時間乾燥させた過乾燥エナメル質（E_{ovd}：over-dried enamel），ならびにラボタオルで軽く拭き取った湿潤象牙質（D_{wet}：wet dentin）の 4 条件とした．接着面積は直径 2.0 mm とし，ボンディング材塗布後にエアー乾燥をおこなった群（Air(+)）およびおこなわなかった群（Air(-)）を設定し，光照射した．その後，コンポジットレジンを円柱状（直径 4.0，高さ 4.0 mm）に築盛・硬化し，せん断接着試験片とした．試験片を 37℃蒸留水中に 24 時間浸漬後，クロスヘッドスピード 1.0 mm/min でせん断接着試験をおこなった．せん断接着強さの統計分析は，一元配置分散分析および Tukey の多重比較検定を用い，有意水準は 5%とした．

【結果および考察】

エナメル質では，Air(+)条件において，E_{ovd} のせん断接着強さは E_{dry} と比較して，TB W(+)では約 2/3，TB W(-)では約半分まで低下した．同様に Air(-)条件においても，TB W(+)では約半分，TB W(-)では約 1/3 まで低下した．これらの結果より，過乾燥したエナメル質では，ボンディング材中の水分量が接着性能に影響を及ぼす可能性が示唆された．また，水を配合した TB W(+)はいずれの条件下においても，水が無配合 TB W(-)よりも高いせん断接着強さを示しており，水分量が多いほど酸性モノマーの酸解離が起き，エナメル質表面の脱灰作用を促進した可能性が考えられる．一方，象牙質では，いずれの条件においてもせん断接着強さに有意差は認められなかった．

【結論】

エナメル質の接着においては，歯質が特に過乾燥状態にある場合，ボンディング材中の水分が歯質への脱灰を補助し，接着性能の維持に寄与する可能性が示唆された．一方，象牙質の接着では，TB W(+)および TB W(-)はいずれも歯面水分条件やボンディング材塗布後のエアー乾燥条件の影響を受けにくく，接着性能を維持できる可能性が示唆された．

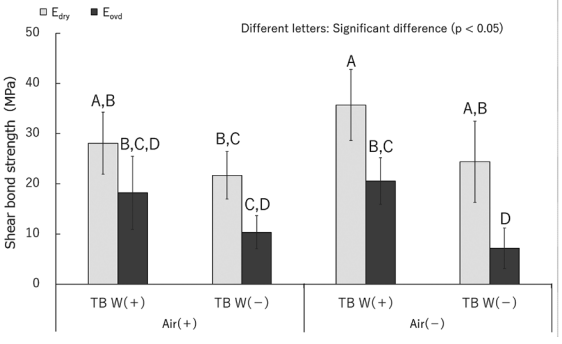


Fig. Shear bond strength of each adhesive under different tooth surface conditions. conditions

3次元プリント有床義歯床用材料に対する接着性レジンセメントを用いた接着修理の有効性

サンメディカル株式会社 研究開発部
○竹部真希、八尾勉、紙本宜久

Efficacy of repairing 3D-printed denture base resin using adhesive resin cement and acrylic resin

Sun Medical CO., LTD. Research and Development Dept.
○Maki Takebe, Tsutomu Yao, Yoshihisa Kamimoto

【目的】

2025年12月、3次元プリント有床義歯床用材料（以下、3DP義歯材）が保険収載された。3DP義歯材を用いた義歯は破損時や紛失時の再製作が容易である一方、保険診療における義歯の新製は原則6ヶ月間認められていない。そのため、短期間で破損した場合は修理対応が必要となる。しかし、3DP義歯材の修理時における接着性や機械的強度に関する知見は乏しい。本研究では、ZENユニバーサルセメント（以下、ZEN）を用いた表面処理後に歯科汎用アクリル系レジンで修理した場合を想定し、3DP義歯材に対する引張接着強さおよび修理後の曲げ強さの評価を行い、修理方法としての有効性を検討することを目的とした。

【方法】

3DP義歯材としてディーマプリントデンチャーベース（クルツァージャパン）、歯科汎用アクリル系レジンとしてプロビスタ（サンメディカル）、接着材料としてZEN（クルツァージャパン、サンメディカル）、製品A、製品Bを使用した。3DP義歯材の試験片（以下、3DP試験片）は3Dプリンター（cara Print Cube、クルツァージャパン）を用い、メーカー推奨手順で作製した。3DP試験片の被着面を#600研磨後、サンドブラスト処理の有無を設けて各接着材料を塗布し、プロビスタを築盛・光照射して試験片を作製した。比較として、接着材料不使用の条件（以下、接着未処理群）についても試験を行った。

［引張接着試験］

12 mm×12 mm×5 mmの3DP試験片を作製し、接着面積をφ4.8 mmに規定して接着処理後、アクリル棒を植立して接着試験片を作製した。37℃水中1日保管後またはサーマルサイクル5,000回（以下、TC5,000）後、万能試験機にて引張接着試験（試験速度2 mm/min）を行った。

［曲げ試験］

32 mm×10 mm×3.3 mmの3DP試験片2個を対向させて接着処理し、64 mm×10 mm×3.3 mmの曲げ試験片を作製した。37℃水中1日保管後またはTC5,000後、万能試験機を用い、37℃水中で曲げ試験（支点間距離50 mm、試験速度5 mm/min）を行った。比較として、64 mm×10 mm×3.3 mmの無修理の曲げ試験片（以下、無垢群）についても試験を行った。

［統計解析］

得られた結果について、一元配置分散分析およびTukeyの多重比較検定（有意水準5%）を行った。

【結果と考察】

引張接着試験では、いずれの条件でも脱落は認められず、ZEN群および製品B群が37℃水中1日保管およびTC5,000後ともにより高い接着強さを示す傾向がみられた。一方、曲げ試験では、37℃水中1日保管条件において、ZEN群は無垢群には及ばないものの、他セメント処理群よりも有意に高い曲げ強さを示した（$p < 0.05$）。また、TC5,000後において、ZEN群は製品A群よりも有意に高い曲げ強さを示し（$p < 0.05$）、接着未処理群および製品B群よりも高い曲げ強さを維持する傾向が認められた。さらに、いずれの接着処理群においても、引張接着試験・曲げ試験ともにサンドブラスト処理の有無による有意差は確認されなかった。

以上より、3DP義歯材の修理処置において、ZENによる接着処理後に歯科汎用アクリル系レジンを築盛する手法は、サンドブラスト処理に依存せず優れた接着強さおよび機械的強度を維持できる有効な手法であることが示唆された。

Er:YAG レーザー照射象牙質に対する修復用 4-META/MMA-TBB レジンの接着強さ
第 1 報　照射モードおよび前処理剤の影響

[1]松本歯科大学歯科保存学講座（修復），[2]松本歯科大学大学院歯学独立研究科健康増進口腔科学講座
[3]東京歯科大学保存修復学講座，[4]東京科学大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野
○小町谷美帆[1,2]，中村圭吾[1]，甲田訓子[1]，弓立彩有里[1,2]，春山亜貴子[1,3]，
高坂怜子[1]，宮下　彩[1]，小松佐保[1,2]，大槻昌幸[1,3]，亀山敦史[1,2]

Bond Strength of 4-META/MMA-TBB Restorative Resin to Er:YAG Laser-irradiated Dentin
Part 1: Effects of Irradiation Modes and Pretreatment Agents

[1]Department of Cariology, Endodontology and Periodontology, School of Dentistry, Matsumoto Dental University, [2]Department of Oral Health Promotion, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University, [3]Department of Operitive Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College, [4]Cariology and Operative Dentistry, Graduate School, Institute of Science Tokyo
KOMACHIYA Miho[1], NAKAMURA Keigo[1], KOHDA Kuniko[1], YUDATE Sayuri[1,3], HARUYAMA Akiko[1,2], KOHSAKA Reiko[1], MIYASHITA-KOBAYASHI Aya[1], KOMATSU Saho[1], OTSUKI Masayuki[1,4], KAMEYAMA Atsushi[1,3]

【緒言】

わが国では 1996 年に販売が始まった Er:YAG レーザーは，齲蝕除去や窩洞形成が可能なレーザー機器として認可を受けて以来，特にレーザー照射歯質に対するレジン系接着材料との接着強さについて数多くの研究が国内外でなされてきたが，その多くはレーザー非照射歯質に対する接着強さに比べて低い，とする報告であった．一方で，低粘性の 1 ステップ接着システムを用いてコンポジットレジンを接着させた場合の接着強さはレーザー非照射歯質に匹敵することを報告している[1)]．近年，高出力化と高パルス化，および 2 つの照射モード（Hard/Soft）を備えた新しい Er:YAG レーザーが開発された．これらの進化は，レジン系接着材料の接着性能に影響を与える可能性があるが，その詳細は不明である．そこで本研究では，異なる照射モードで Er:YAG レーザーを照射した象牙質に対し，粉液タイプの 4-META/MMA-TBB 系接着性修復材料を接着させた場合の引張り接着強さ（TBS）を比較検討した．また，前処理剤の違いについてもあわせて検討した．

【材料および方法】

冷凍保存された抜去ウシ下顎前歯 36 本を使用直前に解凍し，その歯冠部を使用した．唇面エナメル質をモデルトリマーで削除して象牙質面を露出させ，その表面を耐水研磨紙#600 で研削した．次いで，研削面に対して Er:YAG レーザー（アドベール SH，モリタ製作所）を 40pps，50mJ，注水下の条件で，Hard モードまたは Soft モードで可及的均一になるよう照射した．照射面に内径 9mm，外径 11mm，高さ 5mm のアクリルリングを固定し，内面にスーパーボンド処理剤グリーン（サンメディカル，以下 10-3）またはティースプライマー（サンメディカル，以下 TP）を用いて前処理後，アクリルリング内面をボンドフィル SB2（サンメディカル）を筆積み法にて充填した．なお，ボンドフィル SB2 は化学重合，光重合の併用が可能であるが，今回は光重合を行わず，充填後 30 分間の室温保管を行い，その後 37℃水中に静置保管した．なお，コントロールとして Er:YAG レーザー照射を行わないものについてもあわせて検討した．7 日間経過後，硬組織低速切断機（Isomet，Buehler）を用いて接着試片を約 1mm の厚さに切断し，さらにダイヤモンドポイント（FG114，松風）を用いて接着界面部を約 2mm の幅を残して砂時計型にトリミングした．これらの接着試料を Micro Tensile Tester（Bisco）に装着，クロスヘッドスピード 1mm/min で引張り接着試験を行った．

【結果および考察】

Er:YAG レーザー非照射の場合，TP 処理で 23.68±8.49MPa であった．Hard モードでの照射の場合，10-3 処理で 17.63±6.18MPa，TP 処理で 16.46±10.02MPa であり，前処理の違いによる有意差は認めなかった（$p>0.05$）．Soft モードでの照射の場合，10-3 処理で 18.08±4.98MPa，TP 処理で 16.37±7.16MPa であり，前処理の違いによる有意差は認めなかった（$p>0.05$）．また，使用した前処理剤に関わらず，Hard モードと Soft モードでの TBS に有意差は認めなかった（$p>0.05$）．

【結論】

Er:YAG レーザー照射象牙質に対する 4-META/MMA-TBB 系接着性修復材料の接着強さは，非照射象牙質に比べて同等か，やや低い傾向であった．また，照射モードや，前処理剤による TBS への影響は認めなかった．

【文献】

1) Kameyama A, et al. Tensile bond strength of single-step self-etch adhesives to Er:YAG laser-irradiated dentin. Photomed Laser Surg 2009; 27: 3-10.

Er,Cr:YSGG レーザーを用いたジルコニアの除去性に関する研究：照射出力とジルコニアの厚みが象牙質の接着強さに与える影響について

大阪歯科大学歯学部　歯科保存学講座
○謝　灵均，李　姝蓉，保尾謙三，山本一世

Study of debondability of zirconia restoration with Er,Cr:YSGG laser: Effects of irradiation power and zirconia thickness on the bond strength to dentin

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Osaka Dental University
○XIE Lingjun, LI Shurong, YASUO Kenzo, YAMAMOTO Kazuyo

高強度セラミック材料であるジルコニアは，高透光性やマルチレイヤーといった審美性を改善した開発もされ，メタルフリー歯冠修復治療に応用されている．しかし，モノリシックジルコニア修復では，その機械的強度の高さにより難除去性が認められる．本研究では，接着性レジンセメントを用いたモノリシックジルコニア修復物の除去における Er,Cr:YSGG レーザー（以下，レーザー）の有効性について，照射出力とジルコニアの厚みが，レーザー照射後のレジンセメントの象牙質に対する接着性に与える影響について検討を行った．

【材料と方法】

Er,Cr:YSGG レーザー発振機器として waterlase iPlus（BIOLASE）を，照射チップとして MZ8 を使用した．ジルコニアとして，VITA YZ XT ディスク（VITA）を使用した．接着性レジンセメントとしてリライエックスユニバーサルレジンセメント(以下RU,solventum)を,処理材としてスコッチボンド ユニバーサルプラスアドヒーシブ(以下SA,solventum)を使用した．

被験歯として牛歯を用いレジン包埋後，モデルトリマーと耐水研磨紙にて＃600 まで研磨し，象牙質平坦面試料を作製し，接着面積を直径 3mm に規定した．ジルコニアディスクを切削し，厚さ 1.0，2.0，3.0mm の直径 4.0mm，高さ 2.0mm の円柱状試料を作製し，接着面にサンドブラスト処理を行った．象牙質面とジルコニア試料の接着面に SA にて接着操作を行い，RU を用いて接着した．硬化後 37℃水中に 24 時間保管し，ジルコニア試料表面から照射条件 20Hz・H mode・Water50%・Air50%，照射出力 1.5W・2.5W・3.5W で 5 秒間レーザー照射を行い，せん断接着試験を行った．統計処理は，一元配置分散分析および Tukey の検定を行った（$p < 0.05$）．本実験は，大阪歯科大学動物実験委員会の承認を得て行われた（承認番号 26-06001）．

【結果及び考察】

1.0mm において，全てのレーザー照射群のせん断接着強さは control 群と比べて有意な低下が認められた．2.0mm において，2.5W・3.5W 群のせん断接着強さは，control 群と 1.5W 群と比べて有意に低下していたが，control 群と 1.5W 群のせん断接着強さに有意差は認められなかった．3.0mm において，3.5W 群のせん断接着強さは，control 群と 1.5W・2.5W 群と比べて有意に低下していたが，control 群と 1.5W 群と 2.5W 群のせん断接着強さに有意差は認められなかった．1.0mm の 2.5W 群と 3.5 群，2.0mm の 3.5W 群では，レーザー照射直後のジルコニア試料の脱落が認められた．これは，ジルコニアの厚みが試料内部でのレーザーの吸収や散乱に影響し，透過エネルギーが減少するため，ジルコニア試料の厚みの違いでレーザー照射出力による接着強さの差が生じたと考えられる．

【結論】

Er:Cr:YSGG レーザーを用いた接着性レジンセメントジルコニアの除去性において，ジルコニアの厚みとレーザーの照射出力が，レーザー照射による接着性レジンセメントの接着強さの低下に影響することが示唆された．

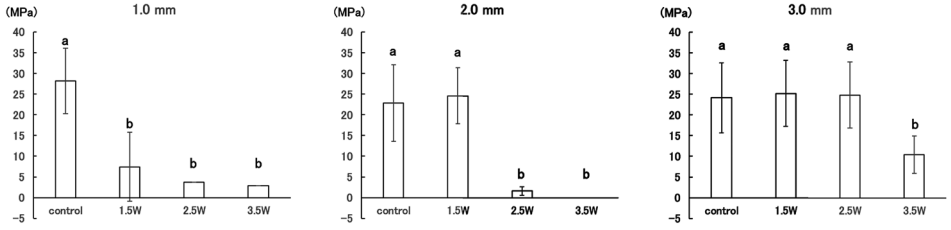


Fig. 1 Shear bond strenghs of each zirconia thickness
Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

ジルコニアの厚みと注水が高繰り返し・パルス幅可変式 Er:YAG レーザーの透過性に与える影響について

大阪歯科大学歯学部　歯科保存学講座
○保尾謙三，島田惇平，田中宗征，三木晃治，中野純嗣，中嶋國博，山本一世

Effects of zirconia thickness and water irrigation on the transmittance of a high repetition rate and variable pulse width Er:YAG laser

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Osaka Dental University
○YASUO Kenzo, SHIMADA Jumpei, TANAKA Muneyuki, MIKI Koji, NAKANO Yoshitsugu, NAKASHIMA Kunihiro, YAMAMOTO Kazuyo

【目的】

高強度セラミック材料であるジルコニアは，高透光性やマルチレイヤーといった審美性を改善した開発もされ，メタルフリー歯冠修復治療に応用されている． しかし，モノリシックジルコニア修復では，その機械的強度の高さにより難除去性が認められる．本研究では，接着性レジンセメントを用いたモノリシックジルコニア修復物の除去における高繰り返し・パルス幅可変式 Er:YAG レーザー（以下，レーザー）の有効性の検討を目的として，注水の有無と異なるジルコニアの厚みがレーザーの透過性に与える影響について検討を行った．

【材料と方法】

高繰り返しパルス幅可変式レーザー照射装置として Adverl SH（モリタ製作所）を使用した．照射チップには CS600F を使用し，照射条件は 150mJ，10pps，Hard mode とした．ジルコニアとして，ノリタケ カタナ ジルコニア（HTML PLUS，NW，クラレノリタケデンタル）を使用した．

ジルコニアディスクの平面に対して垂直（90°）・45° ・水平（0°）の角度で切削し，厚さ 0.5，1.0，2.0，3.0mm の 7mm×7mm ジルコニアディスク試料を作製し，焼成後試料表面を SiC#600 まで研磨した．試料面に各 5 点ずつ注水（-）または注水（+，Air 10・Water 7）でレーザー照射を行い，レーザーパワーメーター（FieldMaxⅡ-TOP，COHERENT）を用いてレーザーの透過出力を測定した．試料なしでのレーザーの測定出力を基準とし，測定結果から透過率を算出した．統計処理は，二元配置分散分析および Scheffe の検定を行った（$p < 0.05$）．

【結果及び考察】

90° の注水（-）では，0.5mm 群と 1.0mm 群のレーザー透過率に有意差は認められず，2.0mm 群と 3.0mm 群のレーザー透過率は 0.5mm 群と 1.0mm 群と比べてそれぞれ有意な低下が認められた．45° と 0° の注水（-）では，0.5mm 群に比べて 2.0mm 群と 3.0mm 群のレーザー透過率は有意な低下が認められたが，0.5mm 群と 1.0mm 群間，1.0mm 群と 2.0mm 群間，2.0mm 群と 3.0mm 群間それぞれのレーザー透過率に有意差は認められなかった．また，すべての条件で，同じ厚みにおける注水（+）の透過率は，注水（-）に比べて有意に低下していた．これは，ジルコニア試料の厚みの増加により，試料内部での吸収・散乱の影響が大きくなり透過エネルギーが低下したと考えられる．また，注水時の試料表面の水分子にレーザーが吸収されたことにより，注水（+）時の透過エネルギーが低下したと考えられる．

【結論】

ジルコニアに対する Er:YAG レーザーの透過性について，注水・非注水にかかわらずレーザーの透過は認められたが，注水の影響ならびにジルコニアの厚みの増加によりレーザーの透過性が減衰することが示唆された．

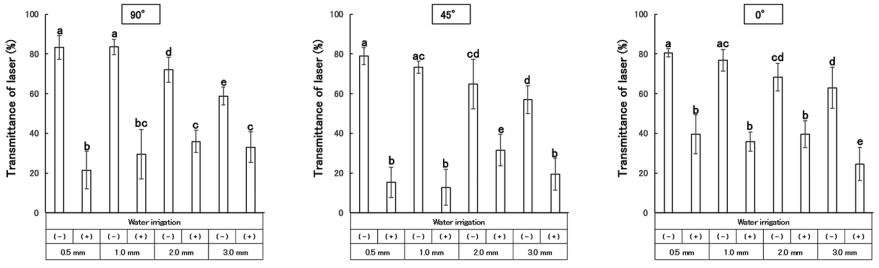


Fig. 1 The transmittance of Er:YAG laser for different thickness of the zirconia disk
Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

脱灰ウシ歯根象牙質に対するレジンインフィルトレーションが表面硬さおよび機械的歯面清掃後の表面粗さに及ぼす影響

[1]松本歯科大学歯科保存学講座（修復），[2]東京歯科大学保存修復学講座
○中村圭吾[1]，宮下　彩[1]，半場秀典[2]，春山亜貴子[1,2]，村松　敬[1]，亀山敦史[1]

Effect of Resin Infiltration on Surface Hardness and Surface Roughness of Demineralized Bovine Root Dentin after Professional Dental Prophylaxis

[1]Department of Cariology, Endodontology and Periodontology, School of Dentistry, Matsumoto Dental University, [2]Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College
○NAKAMURA Keigo[1], MIYASHITA-KOBAYASHI Aya[1], HAMBA Hidenori[2], HARUYAMA Akiko[1,2], MURAMATSU Takashi[2], KAMEYAMA Atsushi[1]

【緒言】

齲窩の形成されていない初期の根面齲蝕の治療法として，プラークコントロール指導や，機械的歯面清掃とフッ化物塗布による非切削でのマネジメントが推奨されている．しかし，脱灰し軟化した根面に対する機械的歯面清掃が根面齲蝕の表面性状へ与える影響についての検討は十分でない．また近年，エナメル質のホワイトスポットに対して，脱灰部に低粘度の光重合型レジンを浸透させるレジンインフィルトレーションが注目されているが，この方法を象牙質に応用した研究は少ない．そこで本研究では，脱灰歯根象牙質に対するレジンインフィルトレーションが表面硬さに及ぼす影響と，脱灰歯根象牙質に対する機械的歯面清掃が表面粗さに及ぼす影響について検討した．

【材料および方法】

ウシ下顎前歯の歯根近遠心面を耐水研磨紙#600, #800, #1200, #1500 で順次研削した後，硬組織低速切断機（Isomet, Buehler）を用いて各辺 5 mm の試験面を有する象牙質ブロックを切り出し，常温重合レジンでアクリルリングに包埋した．人工脱灰溶液に 5 時間浸漬後，24 時間脱イオン水に浸漬して製作した試料（DEMI 群），同様に脱灰した試料の試験面に対し，低粘度光重合型レジン（Icon Smooth Surface，DMG）をメーカーの指示通りに使用し，製作した試料（INFI 群），未脱灰の試料（CONT 群）のそれぞれに対し，光学式硬度測定器（BEL-CODE，タカラベルモント）を用いて試料の表面硬さ（HK）を計測した．なお，1 試料につき任意の 5 点を計測した．また，3 次元測定レーザー顕微鏡（LEXT OLS4100，エビデント）を用いて算術平均高さ（Sa）を計測し，試料表面の観察を行った．その後，PMTC 用ブラシ（メルサージュブラシ，松風）と 1 ステップ型 PMTC 用ペースト（プロフィーペースト Pro, Directa）を用いて非注水，2,500 rpm の条件下で，研磨荷重 100 gf または 300 gf で 10 秒間，各 4 サイクルの機械的歯面清掃を行った後に再度 Sa を計測し，機械的歯面清掃前後での算術平均高さの差（⊿Sa）を求めた．

【結果および考察】

INFI 群の HK は DEMI 群と比較して有意に高かった（$p<0.05$）が，CONT 群より有意に低かった（$p<0.05$, Fig. 1）．

機械的歯面清掃時の荷重が 100 gf の場合（Fig. 2 左），DEMI 群の⊿Sa は CONT 群に比べ有意に大きかった（$p<0.05$）．また，INFI 群の⊿Sa は，DEMI 群と比較して有意に小さかった（$p<0.05$）．

荷重 300 gf の場合（Fig. 2 右），DEMI 群と INFI 群の⊿Sa は CONT 群に比べいずれも有意に大きかった（$p<0.05$）が，INFI 群の⊿Sa は，DEMI 群と比較して有意に小さかった（$p<0.05$）．

【結論】

脱灰歯根象牙質に対して機械的歯面清掃すると表面粗さが増加した．一方で，脱灰歯根象牙質にレジンインフィルトレーションを行うことで表面硬さが増加し，機械的歯面清掃後の表面粗さの低減に寄与できた．

【利益相反】

本演題に関し，開示すべき利益相反関係にある企業はありません．

本研究は JSPS 科研費 JP24K20124 の助成を受けたものである．

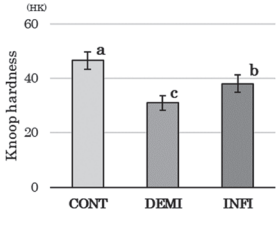


Fig. 1 Knoop hardness in each group

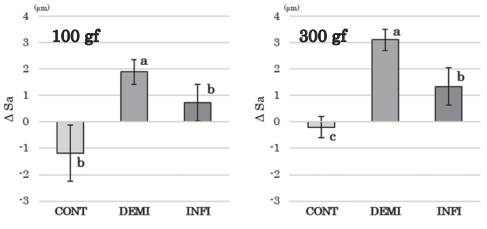


Fig. 2 Variance of Sa before and after professional dental prophylaxis (⊿Sa) in each group

Er:YAG レーザーによる根面齲蝕除去後の齲蝕除去評価に対する光学式硬度測定器の有用性

東京科学大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野，
○中根　晶，田端倫子，大槻昌幸，島田康史

Usefulness of an Optical Hardness Measurement Device for Evaluating Caries Removal Following Er:YAG Laser Treatment of Root Caries

Department of Cariology and Operative Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Institute of Science Tokyo
○Akira Nakane, Tomoko Tabata, Masayuki Otsuki, Yasushi Shimada

【緒言】

臨床において齲蝕象牙質の残存の有無を確認する方法としては，う蝕検知液を用いる方法や，象牙質の硬さを触診によって評価する方法がある。硬さを基準として齲蝕象牙質を除去する際には，スプーンエキスカベータやラウンドバーが用いられ，Over Treatment を避けながら齲蝕象牙質の除去が可能である。一方，Er:YAG レーザーを用いた場合，照射出力 100mJ(パネル値)における象牙質の蒸散量は約 200～250μm と報告されており，Over Treatment を生じにくいと考えられる。しかしながら，Er:YAG レーザーは Micro Explosion によって齲蝕象牙質が蒸散されるため，照射中に象牙質の硬さを触知することが困難である。そのため，齲蝕象牙質の除去をリアルタイムで評価することが困難であり，露髄などの偶発症を引き起こす危険性もある。

そこで本研究では，口腔内で硬度測定が可能な光学式硬度測定器を用いて，Er:YAG レーザー照射後の根面象牙質の硬度を測定できるかについて検討を行った。

【材料と方法】

ヒト抜去小臼歯の歯根部を歯軸に対して水平方向に分割後，耐水研磨紙(株式会社三共理化学，埼玉)を用いて研削をし，健全歯根象牙質表面を平坦に調整した試料を作製した(n＝5)。本研究は東京科学大学歯学部倫理審査委員会により承認され遂行された(承認番号:D2013-022)。使用したレーザー発振装置は，Er:YAG レーザー(Adverl SH，株式会社モリタ製作所，京都)，コンタクトチップは石英チップ(C600F，株式会社モリタ製作所，京都)を用いた。照射条件は，照射モードを Soft モードおよび Hard モード，照射出力を 30，35 および 40mJ(パネル値)，繰り返しパルス数を 10pps とし，air10，water7 の注水下で，各試料に対し石英チップを約 1mm/s の速度で移動させながら接触照射を行った。また，Er:YAG レーザーを照射しなかった試料を Control 群とした。Er:YAG レーザー照射後，被照射部位の根面象牙質を，光学式硬度測定器(BEL-CODE，タカラベルモント株式会社，大阪)を用いて Knoop 硬さを測定した。統計解析は，Soft モード，Hard モード共に，一元配置分散分析および Tukey の HSD 検定を用いた。有意水準は 5%とした。

【結果と考察】

Control 群と Soft モード，Hard モードにおける照射出力 30，35，および 40mJ 群の Knoop 硬さの平均値は，Control 群で 68.25，Soft モードで 51.38，46.28，および 42.85，Hard モードで 47.08，40.68，および 45.75 であった。Soft モードでは，Er:YAG レーザー照射群はいずれも Control 群と比較して Knoop 硬さが有意に低下をした。また，30，35，および 40 mJ 群の各群間においても，照射出力の増加に伴い Knoop 硬さは有意に低下した。Hard モードでは，Er:YAG レーザー照射群はいずれも Control 群と比較して Knoop 硬さが有意に低下をした。

Er:YAG レーザーを象牙質に照射すると，被照射面は粗造となり，表面硬さは低下することが報告されている。そして，照射出力の増加に伴って表面粗さは増大をし，表面硬さは低下をすることも報告されている。本研究に用いた Er:YAG レーザーは，同一の照射出力であっても Hard モードは Soft モードよりピークパワーが高く設定されていることから，被照射面は Soft モードよりも粗造になると考えられる。また，光学式硬度測定器は，光の反射や散乱の特性を利用して象牙質の硬さを数値化する測定原理を採用している。Hard モードでは，根面象牙質の被照射面の表面粗さが大きいため，LED 光の散乱が増大し，測定値に影響を及ぼした可能性が考えられる。このことから，光学式硬度測定器は，粗造な象牙質表面よりも，可能な限り平滑な象牙質表面への適用が望ましいと考えられる。

【結論】

Er:YAG レーザー照射後の根面象牙質に対する光学式硬度測定器を用いた硬度測定は，Soft モードの低出力照射条件において可能であった。

光学式硬度測定器を用いたヒト抜去歯根面齲蝕の歯質硬さの評価

[1]岡山大学学術研究院医歯薬学域 歯科保存学分野
○孟心悦[1]，大原直子[1]，TSAI SHINHO [1]，小野瀬里奈[1]，横山章人[1]，
高橋圭[1]，山路公造[1]，鈴木茂樹[1]

Evaluation of Dentin Hardness in Root Caries of Extracted Human Teeth Using an Optical Hardness Measurement Device

[1]Department of Operative Dentistry,
Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Science
○MENG XINYUE[1], OHARA Naoko[1], TSAI SHINHO[1], ONO Serina[1], YOKOYAMA Akihito[1],
TAKAHASHI Kei[1], YAMAJI Kozo[1], SUZUKI Shigeki[1]

【目的】

根面齲蝕は，歯肉退縮により露出した歯根面に発生する齲蝕であり，超高齢社会の進展に伴って，その増加が懸念されている．根面齲蝕の診断や活動性の評価は，主として視覚的所見や探針による触診所見に基づいて行われており，より客観的な評価指標が求められている．近年，歯質の硬さを非侵襲的に測定できる光学式硬度測定器 BEL-CODE®（タカラベルモント株式会社）が開発され，臨床での使用が可能となった．本研究では，BEL-CODE®を用いて，ヒト抜去歯に生じた根面齲蝕の表面および縦断面における歯質硬さの分布を測定し，齲蝕部の色調および齲蝕検知液による染色状態との関連を検討した．

【材料と方法】

根面齲蝕を有するヒト抜去歯 10 本を対象とした．本研究は，岡山大学倫理審査委員会の承認（研 2602-043）を得て実施した．根面齲蝕表面を流水下で清掃し，齲蝕表面の色調を記録した後，BEL-CODE®を用いて齲蝕表面の硬さを測定した．その後，表面硬さの測定部位を通り，歯髄側に向かう縦断面が得られるように，精密切断装置 IsoMet®（Buehler 社）を用いて試料を切断した．切断面に齲蝕検知液カリエスディテクター®（クラレノリタケデンタル株式会社）を 10 秒間塗布し，水洗した後，実体顕微鏡 VH-5500（キーエンス）下で歯質固有の着色および齲蝕検知液による染色状態を観察し，着色域，染色域，見かけ上正常な象牙質域として識別した．また，齲蝕表面付近に明瞭な染色域を認めたものを高染色群，染色域をほとんど認めないものを低染色群とした．さらに，齲蝕表面から歯髄側に向かって象牙細管の走行に沿った測定線を設定し，各領域の硬さを BEL-CODE®により測定した．各測定点につき 3 回測定し，その平均値を代表値とした．BEL-CODE による光学的硬度（ヌープ硬さ相当値）の測定下限値は 10 KHN であるため，測定下限値未満を示した測定値は 10 KHN として解析した．また，齲蝕表面から染色域の最深部までの距離を実体顕微鏡下で計測した．

【結果および考察】

縦断面の光学的硬度は，齲蝕表面付近で低く，歯髄側に向かうにつれて上昇する傾向を示した．また，染色域では，見かけ上正常な象牙質域と比較して低い光学的硬度を示した．これらの結果から，根面齲蝕象牙質の軟化の程度は，齲蝕検知液による染色状態と関連していると考えられた．

高染色群は 6 本，低染色群は 4 本であった．各測定部位における光学的硬度は，高染色群で齲蝕表層 20.1 ± 7.2 KHN，着色域表層 20.8 ± 6.9 KHN，染色域の最深部 39.8 ± 13.5 KHN，低染色群で齲蝕表層 30.9 ± 8.1 KHN，着色域表層 31.4 ± 5.5 KHN，染色域の最深部 37.2 ± 4.6 KHN であり，高染色群では，齲蝕表層および着色域表層の光学的硬度が低染色群より低かった．また，齲蝕表面から染色域の最深部までの距離は，高染色群で 0.5 ± 0.3 mm，低染色群で 0.1 ± 0.0 mm であった．これらのことから，齲蝕表面付近に明瞭な染色域を認める病変では，脱灰および軟化がより深部まで及んでいる可能性が示唆された．

さらに，齲蝕直下の歯髄腔側に第三象牙質の形成を認めたものが，高染色群の 3 本および低染色群の 1 本に認められた．第三象牙質の形成には，病変の深さに加えて刺激の持続期間や進行速度，歯髄反応など複数の因子が関与すると考えられることから，表層付近の染色状態や表面硬さのみでは，歯髄側の組織反応を必ずしも推測できないと考えられた．

【結論】

ヒト抜去歯に生じた根面齲蝕では，齲蝕検知液による染色状態に応じて，齲蝕表面の光学的硬度および染色域の深さに違いが認められた．高染色群では，低染色群より齲蝕表面の光学的硬度が低く，染色域がより深部まで及んでいた．BEL-CODE®による光学的硬度測定は，根面齲蝕の歯質性状を数値化し，客観的評価に有用な指標となる可能性が示唆された．

根面う蝕診断用光学式硬さ測定装置の確度向上に向けた脱灰象牙質の深さ方向不均一性の評価および等価力学モデルの構築

[1] 大阪大学大学院工学研究科
[2] 大阪大学大学院歯学研究科
○張　天悦[1]，藤本　尚弘[1]，峯　篤史[2]，山口　哲[2]，間　久直[1]

Characterization of Depth-Dependent Heterogeneity and Development of an Equivalent Mechanical Model of Demineralized Dentin to Improve the Accuracy of an Optical Hardness Measurement Device for Root Caries Diagnosis

[1]Graduate School of Engineering, The University of Osaka
[2]Graduate School of Dentistry, The University of Osaka
○Tianyue Zhang[1], Naohiro Fujimoto[1], Atsushi Mine[2], Satoshi Yamaguchi[2], Hisanao Hazama[1]

【研究目的】高齢化，および残存歯数の増加に伴い，根面う蝕への対応が重要な課題となっている．特に，初期の根面う蝕では，外観上の変化や触診時の硬さの変化が小さく，その診断は術者の経験に依存する．そこで，我々は，圧子の押込み時に生じる光学的変化を利用して象牙質の硬さを定量的に評価する光学式硬さ測定装置 HAMILTOM（hardness meter using indenter with light for tooth monitoring）を開発している．しかし，う蝕象牙質に圧子を押し込んだ際の力学的応答は完全には解明されておらず，硬さ測定の確度はまだ十分とは言えない．う蝕象牙質は，深さ方向に不均一な構造，および力学特性を持ち，硬さ測定の確度を向上させるには，これらを考慮した力学モデルが必要である．本研究では，脱灰象牙質の深さ方向の構造変化を明らかにし，その構造情報に基づく等価力学モデルの基本的な枠組みを構築することを目的とした．

【材料および方法】根面う蝕を模擬した脱灰象牙質試料を，以下の手順で作製した．ウシ歯象牙質を切断し，エポキシ樹脂に包埋した後，表面を鏡面研磨した．その後，乳酸水溶液（pH=5）を用い，0～2 日の範囲で人工的に脱灰処理を行った．ナノインデンター（ENT-1100, Elionix）を用い，試料表面の機械的特性を評価した．試料を脱灰面に対して垂直に切断し，その断面について走査電子顕微鏡（JCM-5700, JEOL）による微細構造観察，およびエネルギー分散型 X 線分光法（EDS）による Ca，P，および C の深さ方向分布の測定を実施した．得られた形態情報，および元素分布に基づき，脱灰の影響を受けた各領域の範囲と厚さを評価した．数値シミュレーションでは，実験から得られた構造と機械的特性を有限要素モデル（Abaqus, Dassault Systèmes）に導入し，脱灰象牙質の深さ依存構造を表現する等価力学モデルの基本構成を構築した．

【結果および考察】SEM 観察，および EDS 分析から，脱灰象牙質には，脱灰の影響が顕著な outer 領域，構造と元素組成が深さ方向に変化する middle 領域，ならびに変化が小さい inner 領域（健全）が認められた．また，各領域の厚さは脱灰時間によって異なり，脱灰時間の延長に伴って影響範囲が拡大する傾向を示した（Fig.）．ナノインデンテーション試験では，脱灰時間の延長に伴って弾性率が低下する傾向が認められた．これらの深さに依存した構造，および各領域の厚さに基づき，脱灰象牙質の不均一性を表現できる等価力学モデルの基本的な枠組みを構築した．一方，各領域における局所的な力学特性については，より高い空間分解能で評価する必要があることが示された．

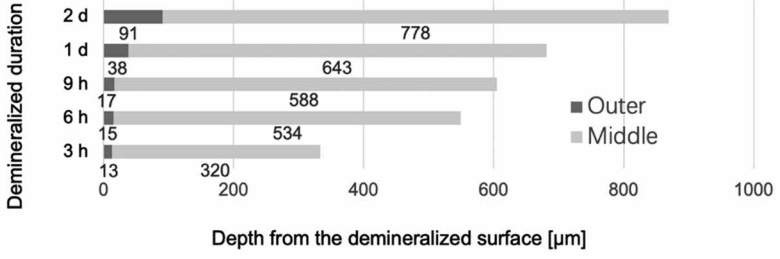


Fig. Thicknesses of the outer and middle regions of demineralized dentin at different demineralization durations.

【結論】SEM 観察，および EDS 分析により，脱灰象牙質の深さ方向に依存した構造と各領域の厚さを明らかにし，その結果を反映した等価力学モデルの基本的な枠組みを構築した．ただし，形態学的，および組成的に認められた領域区分が局所力学特性の変化と一致するかは不明確である．今後，原子間力顕微鏡（AFM）を用いて局所弾性率の深さ方向分布を測定し，各領域の材料特性，およびその境界を決定することで，光学式硬さ測定装置の確度向上に資する等価力学モデルへと発展させる予定である．

口腔内スキャナを活用した歯肉退縮および根面う蝕のコホート調査　第2報

[1]サンスター株式会社 グローバル研究開発部　[2]一般財団法人 サンスター財団
○近藤 実南[1]、岡澤 悠衣[1]、茨木 浩子[2]、垣田 怜奈[2]、
小峰 陽比古[1]、鈴木 秀典[2]、加藤 啓介[1]

Cohort study of gingival recession utilizing an intraoral scanner and root caries : second report

[1]Grobal Research and Development Department, Sunstar Inc. [2]Sunstar Foundation
○Minami Kondo[1], Yui Okazawa[1], Hiroko Ibaraki[2], Rena Kakita[2],
Akihiko Komine[1], Hidenori Suzuki[2], Keisuke Kato[1]

【背景・目的】

近年、40代以降の歯周病有病率は増加傾向にあり、それに伴い歯肉退縮を有する者や根面露出による根面う蝕有病者の増加が見込まれる。歯肉退縮の抑制や歯肉退縮後の根面う蝕の予防方法を確立することが重要であるが、歯肉退縮および根面う蝕の実態やその関連因子について調査した研究は少ない。最近ではデジタルデンティストリーが普及してきており、その1つである口腔内スキャナ(以下IOS)は高精度に口腔内情報を取得可能であり、正確に歯肉退縮量を評価できることが見込まれている。そこで、本研究の目的は、IOSを用いて歯肉退縮所見が認められる患者の歯肉退縮量や発症部位を評価し、歯肉退縮進行および根面う蝕発症と歯科データ、生活習慣との関連を調査することとした。2025年秋季の本学術大会において、中間報告として歯肉退縮に関する結果を報告した。今回は調査が完了したため、根面う蝕に関する結果を報告する。

【方法】

本調査はベースライン(以下0M)から6カ月後(以下6M)、12カ月後(以下12M)、18カ月後(以下18M)、24カ月後(以下24M)に評価を行ったコホート研究である。対象者は0M時点で20歯以上かついずれかの歯に歯肉退縮部位を有し未治療の根面う蝕のない、サンスター財団附属千里歯科診療所の40～70代の患者62名とした。歯肉退縮量は智歯を除く全歯の各頬側・口蓋舌側面における近心・中央・遠心の最も深い1点について、IOSの3次元データ上でセメント-エナメル境から歯肉辺縁までの距離を 0.1 mm 単位で評価した。根面う蝕は智歯を除く全歯に対し ICDAS-Ⅱ(Lesion Code, Activity Code)を用いて評価した。生活習慣情報はアンケート結果、歯科データはカルテデータより抽出した。本調査はサンスター株式会社妥当性評価委員会の承認を得て実施した(承認番号:22/下-12,23/下-13,25SD01)。

【結果・考察】

観察期間を通じて根面う蝕の累積発症率は上昇傾向を示したが、新規発症率は観察前半(6M・12M)で高く、観察後半(18M・24M)では低い傾向が認められた。ICDAS-Ⅱによる評価の結果、非活動性または静止性病変では実質欠損が0.5㎜未満であったのに対し、活動性病変では0.5㎜以上であった。活動性病変はう蝕が進行中と推定される状態であるため、6カ月以内に深い実質欠損を伴う段階にまで速やかに進行する可能性が示唆された。いずれかの調査時点で、根面う蝕発症との間に有意な関連が認められた0Mの因子は、年齢、全顎平均歯肉退縮量、歯ブラシのかたさであり、発症者では60歳以上、全顎平均歯肉退縮量が大きい者、やわらかめの歯ブラシ使用者の割合が有意に高かった。第1報にて、年代が高いほど歯肉退縮量が大きく、歯肉退縮量の大きさは歯肉退縮の進行にも関連することが示されており、歯肉退縮を進行させずに根面う蝕を予防することが重要と考えられる。やわらかめの歯ブラシはプラーク除去効果が低い傾向が報告されているが、かためのブラシはプラーク除去効果が高い一方でその使用歴が歯肉退縮と関連することが報告されており、歯肉退縮の進行を促進する要因となる可能性がある。よって、歯肉退縮抑制と根面う蝕予防の両立という観点では、ふつう・やわらかめを個々に応じて選択することが望ましく、特にやわらかめを使用する場合は退縮部位への注意深いブラッシングやブラッシング時間を十分に確保する意識づけが必要と考えられる。近年では歯ブラシの特徴として、やわらかい使用感と清掃性を両立したものも開発されており、こうした歯ブラシは歯肉退縮の進行抑制と根面う蝕予防の両方に寄与するセルフケアツールとなる可能性がある。

【結論】

根面う蝕の新規発症率は観察前半に集中していたことから、20歯以上を有し比較的口腔状態が良好と考えられる集団であっても、歯肉退縮量が大きい者では観察開始から比較的早期の段階で速やかに発症する可能性が示唆された。その他にも、年齢、歯ブラシのかたさが根面う蝕発症の関連因子として示され、高リスク患者への早期介入および個々の状態に応じた歯ブラシの選択や適切なブラッシング指導が重要と考えられる。

炭酸カルシウム系材料および APF による脱灰ウシエナメル質の構造的回復

大阪歯科大学歯学部口腔病理学講座
○岡村友玄、上田愛里、芳鐘雄大、久野雪乃、池田千浦子、富永和也

Structural recovery of demineralized bovine enamel using calcium carbonate based materials and APF

Department of Oral Pathology, School of Dentistry, Osaka Dental University
○Tomoharu Okamura, Airi Ueda, Takehiro Yoshikane, Yukino Kuno, Choko Ikeda, Kazuya Tominaga

【目的】

本研究の目的は、エナメル小柱間質を実験的に脱灰させたウシエナメル質モデルを用い、炭酸カルシウム材料 （フォースデンティン：4D）適用前後の微細構造変化を走査型電子顕微鏡（SEM）にて観察し、その構造的回復の機序を検証することである。

【材料と方法】

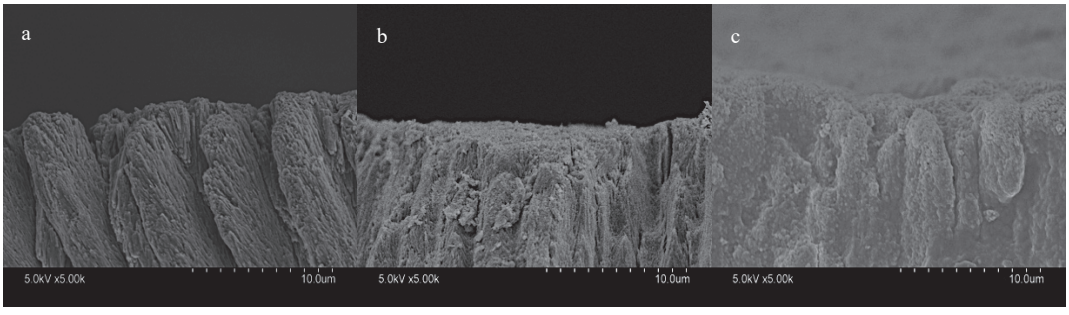
5%EDTA 溶液で 30 分間脱灰処理を施したウシエナメル質試料に対し、4D（A 液および B 液の混和物）を塗布した（4D 群）。さらに、4D 塗布後にリン酸酸性フッ化ナトリウム溶液（APF）を 2 分間反応させた群（4D＋APF 群）を設定した。全試料を蒸留水中で 2 分間の超音波洗浄に供した後、SEM を用いて水平および垂直断面の微細構造を観察した。

【結果】

対照群では脱灰によって小柱間質が消失した (a)。4D 群では、脱灰により消失した小柱間質部において、板状あるいは角柱状の結晶構造による構造的回復を認めた (b)。4D＋APF 群では、最表層（約 1 μm）に微細な球状結晶の密集層が形成されたが、その直下には 4D 由来の板状結晶構造が維持されており、二層性の構造が構築されていた (c)。

【結論】

既存の結晶を核としたエピタキシャル成長を示唆する板状結晶の析出によって、脱灰エナメル質の構造的回復を 4D は誘導した。また、4D と APF との併用は、構造的補填と化学的修飾とを統合した二層性の防御構造を形成し、硬組織バリアの再構築に寄与する可能性が示唆された。



a) Bovine enamel specimen demineralized with 5% EDTA solution for 30 minutes: Loss of the interprismatic substance is observed.

b) Bovine enamel specimen demineralized with 5% EDTA solution for 30 minutes and treated with 4D (a mixture of Solution A and Solution B) (4D group): Structural recovery of the interprismatic substance is observed.

c) Bovine enamel specimen demineralized with 5% EDTA solution for 30 minutes, treated with 4D, and subsequently exposed to acidulated phosphate fluoride (APF) solution for 2 minutes (4D + APF group): Recovery of the interprismatic substance and the presence of spherical crystal structures on the enamel surface are observed.

This study was conducted with the approval of the Animal Experiment Committee of Osaka Dental University (Approval No. 25-03009).

S-PRG フィラー含有新規 2 ステップ型ボンディング材の酸中和能及びマルチイオン徐放性の評価

株式会社松風　研究開発部
○新谷直人、山本健蔵、北田直也

Evaluation of Acid neutralization ability and multi-ion release of novel two-step adhesive system containing S-PRG Filler

SHOFU Inc.
○Naoto Shintani, Kenzo Yamamoto, Naoya Kitada

【緒言】

臨床において、ボンディング材はコンポジットレジン修復時に歯質と修復材料を接着させるために広く使用されている。近年の接着技術の進歩により、CR 充填に用いられるボンディング材の接着強さは高い水準に達しており、長期的な修復物の維持に寄与している。一方で、口腔内では細菌由来酸などにより局所的に酸性環境が形成されるため、接着界面周辺における酸性環境の改善に向けた検討が望まれる。このような背景から、当社は S-PRG フィラー含有新規 2 ステップ型ボンディング材 SI-301323 を開発した。S-PRG フィラーはグラスアイオノマー相を多機能ガラスの表層に形成させたフィラーであり、塩基性及びマルチイオン徐放性を有することから、酸中和能や各種イオン徐放を介したバイオアクティブな効果が期待される。本研究では、SI-301323 の基礎的特性として、酸中和能及びマルチイオン徐放性について、市販 2 ステップ型ボンディング材と比較評価した。

【材料及び方法】

材料としては、SI-301323 及び市販 2 ステップ型ボンディング材のボンドを用いた。評価には、各材料を硬化させた円板状試料を用いた。円板状試料は、各材料をステンレス金型（厚さ 1 ㎜、直径 15 ㎜）に填入し、カバーガラスで圧接した後、ソリディライト LED（松風）を用いて両面に各 90 秒間光照射することで作製した。硬化後、金型から円板状試料を取り出し、耐水研磨紙#600 を用いて全面が均一な研磨面となるよう非注水下で研磨した。その後、試料表面に付着した研磨くずをエアブローにより除去した。酸中和能の評価は、PP 製 10 mL 容器に乳酸水溶液（pH 4.0）5 mL を分注し、各円板状試料を浸漬して評価した。ネガティブコントロールとして、試料を浸漬しない乳酸水溶液を用いた。試料浸漬後、37℃に設定した恒温器内で保管した水溶液について、各浸漬時間（1,2,4,8,24,48 時間）における pH を pH メーター（電極：9618S-10D、本体：D-74、堀場製作所）により測定し、経時変化を観察した。イオン徐放量の評価は、PP 製 10 mL 容器に蒸留水 5 mL を分注し、各円板状試料を 1 枚ずつ浸漬して評価した。試料浸漬後、37℃に設定した恒温器内で 1 週間静置した。1 週間後の抽出液について、フッ化物イオン電極法により F^- 濃度を測定し、ICP 発光分光分析法により Na^+、Al^{3+}、BO_3^{3-}、Sr^{2+} 及び SiO_3^{2-} 濃度を測定した。得られた結果は、一元配置分散分析及び Tukey’s test により統計解析を行った（$\alpha = 0.05$）。

【結果】

酸中和能の評価において、SI-301323 は、乳酸水溶液（pH 4.0）への浸漬 1 時間後から明らかな pH 上昇を示した。浸漬 2 時間後には pH 5.0 を超え、48 時間後には pH 6.8 まで上昇した。また、SI-301323 の酸中和能は、市販 2 ステップ型ボンディング材群と比較して同等または有意に高かった。イオン徐放量の評価において、各イオンの徐放量は市販 2 ステップ型ボンディング材群と比較して同等または有意に高かった。

【考察】

S-PRG フィラー含有新規 2 ステップ型ボンディング材 SI-301323 は、高い酸中和能及びマルチイオン徐放性を有し、バイオアクティブ効果が期待できる。

機能化リン酸三カルシウム（fTCP）配合フッ化物ジェル歯磨剤の再石灰化効果に関する *in vitro* 評価

ソルベンタムイノベーション株式会社　歯科用製品技術部 [1]
日本ゼトック株式会社　研究本部 [2]
○金山晶 [1]、宮本康司 [1]、中山拓哉 [2]、金井勇樹 [2]、吳佳燕 [1]

In Vitro Evaluation of the Remineralization Efficacy of a Fluoride Gel Dentifrice Containing Functionalized Tricalcium Phosphate (fTCP)

Solventum Japan Innovation Limited[1], NIPPON ZETTOC CO., LTD.[2]
○Aki Kanayama[1], Koji Miyamoto[1], Takuya Nakayama[2] , Yuki Kanai[2], Joan Wu[1]

【研究目的】

日本において高齢化が進むなか、歯周組織の退縮に伴う歯根面露出者の増加により、根面う蝕の発生リスクは高まっており、その予防の重要性が近年ますます注目されている。2016 年に 891 名を対象として実施された調査では、根面う蝕の有病率は加齢とともに増加し、60 代では約 50%に達したことが報告されている（Onose et al., 2017）。

象牙質はエナメル質より著しく摩耗しやすく、Dobler らの実験的ブラッシング試験では、エナメル質の最大摩耗量が 9.86 μm であったのに対し、象牙質では最大 166.7 μm の摩耗で約 17 倍高い摩耗量であったことが報告されている（Dobler et al., 2023）。従って、露出根面では機械的清掃による摩耗も懸念されることから、セルフケアにおいて根面へのダメージを抑えた低侵襲な歯磨剤の開発が必要とされている。このような背景を踏まえ、研磨剤を含まないジェルタイプの基材に、fTCP（機能化リン酸三カルシウム）を配合した新規歯磨剤を開発したため、その有用性について報告する。本研究においては、う蝕予防効果の初期評価として牛歯エナメル質の再石灰化を評価した。

【材料および方法】

ウシ下顎前歯をエポキシ樹脂に包埋し、エナメル質表面を#4000 まで研磨後、試験区画(4×4 mm)を設定し乳酸脱灰ゲルにて人工脱灰エナメル質を作製した。試験群は、①1450 ppm フッ化物＋fTCP 配合ジェル歯磨剤群(gel1450+)、②1450 ppm フッ化物単独ジェル歯磨剤群(gel1450-)、および③フッ化物及び fTCP 無配合対照ジェル歯磨剤群(gel0-)の 3 群（各 n=18）とした。各ジェル歯磨剤群はフッ化物および fTCP の配合有無のみを変更し、その他の有効成分ならびに基材組成（フレーバー等）は同一とした。各ジェル歯磨剤は純水で 4 倍希釈したスラリーとして使用した。pH サイクル試験として、脱灰処理（37℃、1 時間）、ジェル歯磨剤スラリー処理（6 分間）、再石灰化処理（37℃、一晩）を組み合わせたサイクルを 4 日間実施した。pH サイクル試験前後のエナメル質表面のビッカース硬度（VHN）を測定し、硬度変化量（ΔVHN）を算出した。統計解析は分散分析および Tukey 法による多重比較を行い、有意水準を 5%とした。

【結果】

本試験では、ΔVHN は fTCP 添加 1450 ppm フッ化物配合ジェル歯磨剤群で最も高く、フッ化物単独ジェル群および対照ジェル群と比較して統計学的に有意であった(Fig. 1)。

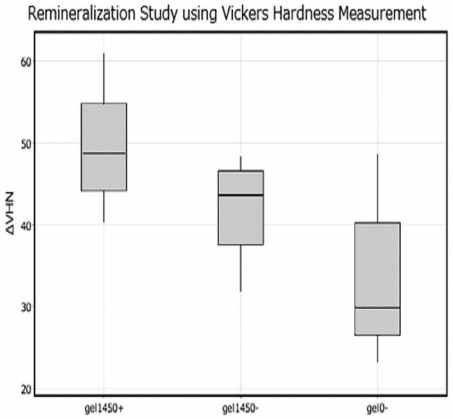


Fig.1 Mean (±SEM) change in Vickers hardness (ΔVHN) of enamel specimens after pH cycling. Different letters indicate statistically significant differences among groups according to Tukey's test ($p < 0.05$).

【考察】

fTCP はフッ化物と併用することで、エナメル質表層へのカルシウムおよびリン酸供給を補助し、再石灰化を補助的に促進させた可能性がある。その結果、フッ化物単独ジェル群と比較してより大きな硬度回復が得られたと考えられる。今後、根面う蝕予防に対する有用性を評価するため、根面象牙質に対する効果についても検討が必要である。

【結論】

1450 ppm フッ化物配合ジェル歯磨剤への fTCP 添加により、フッ化物単独配合ジェル歯磨剤と比較して再石灰化能が有意に向上した。以上により、fTCP 含有フッ化物配合ジェル歯磨剤群で認められた再石灰化の向上は、フッ化物との併用により、fTCP が供給するカルシウムイオンおよびリン酸イオンが寄与した可能性がある。

【文献】

1. Y. Onose et al., Proc. Jpn. Soc. Gerodontol., (2017) 28: 172.
2. L. Dobler et al., Oral Health Prev. Dent., (2023) 21: 41.

抗菌性タンパク質担持グラスアイオノマーセメントのFおよびCaイオン徐放性

鶴見大学歯学部　保存修復学講座
○佐々木里那，河野通将，黒澤祥世，紅林和樹，英　將生，山本雄嗣

Fluoride and Calcium Ion Release Properties of Antibacterial Protein-Loaded Glass Ionomer Cements

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine
○SASAKI Rina, KONO Michisuke, KUROSAWA Sachiyo, KUREBAYASHI Kazuki, HANABUSA Masao and YAMAMOTO Takatsugu

【研究目的】

演者らは，これまでにグラスアイオノマーセメント（GIC）の機械的性質への無水リン酸カルシウム（CPA）配合の影響，ならびに抗菌性タンパク質（プロタミン）担持のCPAを配合したGICの曲げ特性について検討してきた．このGICはフッ化物イオンを徐放することで齲蝕予防に大きく寄与することは周知であるが，これにCPAを配合することによってCaイオンの供給機能が付与される可能性がある．さらに，CPAにプロタミンを担持させることで，抗菌機能も併せ持つ材料への発展が期待できる．プロタミン担持CPA配合のGICの臨床応用を検討するためには，機械的性質に加えて，イオン徐放性の評価が必要であろう．そこで本研究では，プロタミン担持CPA配合GICからのCaおよびFイオンの短期徐放性を評価することを目的とした．

【材料と方法】

GICにはFujiⅦとFuji Ⅱ LC（GC）を用い，プロタミン担持無水リン酸カルシウム（CPA）を0，10，20，30 wt.%で配合し，試作GICを調製した．φ4 mm×6 mmのモールドに各セメントを充塡し，モールドごと37℃，湿度90%以上の恒温器中で1日保管した．各セメント試料をモールドから外して30 mLのHEPES緩衝液に浸漬し，浸漬1，2，3日後に浸漬液を回収してCaイオンおよびFイオンの溶出量（mg/L）を測定した．測定毎に浸漬液を新しいHEPES緩衝液に交換し，同一試料を継続して浸漬した．測定にはポータブルイオン計（HM-40P，東亜DKK）とCaイオン用およびFイオン用電極を用いた．それぞれのGIC内で，各イオン溶出量を浸漬期間およびCPA配合率間で比較した．統計処理にはKruskal-Wallis検定とHolm補正のDunn法を用いた（$\alpha = 0.05$）．

【結果および考察】

両セメント，両イオンにおいて，浸漬1，2日後ではCPA配合率は溶出量に影響しなかった（$p > 0.05$）．下表に3日目の各イオン溶出量（中央値）ならびに統計結果を示した．3日後では，Fイオンは FujiⅦにおいて30 wt.%群が0，10，20 wt.%群より有意に高値を示した．Fuji Ⅱ LCでは0 wt.%群と20，30 wt.%群間，および10 wt.%群と30 wt.%群間に有意差を認め，CPA配合率の増加に伴い溶出量は高くなる傾向を示した．一方Caイオンは，両GICとも浸漬期間中に有意な変化を認めなかった．以上より，プロタミン担持CPAの配合はGICからのFイオン溶出に影響を及ぼし，その影響程度は浸漬期間およびGICの種類により異なることがわかった．またCaイオンの溶出はCPA配合の影響を受けずFイオンとは異なることが示された．

Table　Volume of the ion release from the GICs on the third day of immersion

GIC		0 wt.%	10 wt.%	20 wt.%	30 wt.%
FujiⅦ	F^-	9.00 ^{A}	7.90 ^{A}	5.70 ^{A}	18.00 ^{B}
	Ca^{2+}	17.35 ^{a}	13.50 ^{a}	11.00 ^{a}	9.05 ^{a}
Fuji Ⅱ LC	F^-	5.80 ^{A}	8.05 ^{AC}	14.85 ^{BC}	19.30 ^{B}
	Ca^{2+}	10.70 ^{a}	11.40 ^{a}	9.60 ^{a}	10.65 ^{a}

Values having the same alphabet are not significantly different in the same row ($n = 8$, $p > 0.05$).

【まとめ】

プロタミン担持CPA配合GICでは，GICの種類およびCPA配合率によりFとCaイオンの溶出挙動が異なった．今回報告したイオン溶出性と既得の機械的性質を総合的に考慮し，後続する歯質再石灰化能の評価試験に適した配合条件を決定する予定である．

本研究はJSPS科研費 JP24K12938 の助成を受けたものである。

バイオアクティブモノマー配合コーティング材がエナメル質初期脱灰病巣の再石灰化に及ぼす影響

神奈川歯科大学歯学部 歯科保存学講座 保存修復学分野 [1)]
北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系高度先進保存学分野 [2)]
○小倉真奈 [1]，伊藤修一 [2]，向井義晴 [1]

Effects of a Bioactive Monomer-Containing Coating Material on the Remineralization of Initial Enamel Demineralization Lesions

Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University[1)]
Department of Oral Rehabilitation Division of General Dental Sciences I School of Dentistry Health Sciences University of Hokkaido[2)]
○Mana OGURA[1], Shuichi ITO[2], Yoshiharu MUKAI[1]

【目的】

バイオアクティブモノマー配合コーティング材「Bio コート Ca」（サンメディカル）は，エナメル質初期脱灰病巣への塗布により白斑改善効果を示す事が報告されている．しかし，その機序が材料成分による「再石灰化」か，あるいは「レジンモノマー成分の浸透」によるものかは明らかではない．本研究では，ウシエナメル質初期脱灰病巣に Bio コート Ca を塗布後，再石灰化処理を施した試料を Transverse Microradiography（TMR）により解析し，白斑改善機序における再石灰化の関与と定量的効果を検討した．

【材料および方法】

ウシ下顎中切歯歯冠部よりエナメル-象牙質ブロックを切り出し，耐水研磨紙で表面研磨後，エナメル質被験歯面が 2×3 mm となるよう耐酸性バーニッシュを他の部分に塗布した．これを二層法脱灰システム（0.1 M 乳酸溶液，pH 4.6，37 ℃）に 10 日間浸漬し，初期エナメル質脱灰病巣を作製した．

実験群は以下の 4 群とし，n 数は各群 3 とした．①【基準病巣（BL）群】脱灰のみ．②【非処理再石灰化（RE）群】脱灰後に再石灰化溶液（1.5 mM $CaCl_2$，0.9 mM KH_2PO_4，130 mM KCl，20 mM Hepes，pH 7.0，37 ℃）に 14 日間浸漬した．③【Bio コート Ca 処理（BC）群】脱灰後に Bio コート Ca を塗布し，脱イオン水に 14 日間浸漬した．④【Bio コート Ca 処理再石灰化（BC+RE）群】脱灰後に Bio コート Ca を塗布し，再石灰化溶液に 14 日間浸漬した．また，再石灰化溶液および脱イオン水は 7 日目に溶液を交換した．実験終了後，全試料をレジン包埋し，厚さ約 150 μm の薄切片を作製し TMR 撮影を行った．分析ソフトを用いてミネラル喪失量（IML）および病巣深度（Ld）を測定．一元配置分散分析および Games-Howell 法（有意水準 5 %）にて統計学的解析を行った．

【結果および考察】

TMR 画像およびミネラルプロファイルにおいて，BL 群では表層から深部にかけてミネラル含有量の著しい低下を示した．RE 群では表層部のミネラル回復による一定の再石灰化傾向がみられ，BC 群では BL 群より軽度の改善はあるものの，深さ 60 ㎛付近までミネラル含有量が低い値を示し，再石灰化効果は限定的であった．これに対し BC+RE 群では，表層から深部にかけて最も高いミネラル含有量を示し，顕著な再石灰像が確認された．また，IML では，BL 群が最も高い値を示し，BC+RE 群が最も小さく著しい再石灰化効果を示した．統計解析の結果，BL 群と BC+RE 群および，BC 群と BC+RE 群の間に有意差を認めた．

IML の結果から，BC 群では RE 群と比較して有意な改善は認められず，Bio コート Ca 単独ではミネラルの回復効果は限定的である事が示唆された．これは白斑改善が必ずしも Bio コート Ca による影響のみを反映しているわけではない可能性を示している．しかしながら BC＋RE 群では最も IML が低く，他群と比較して有意に高い再石灰化効果が認められた．この結果から Bio コート Ca 単独での再石灰化促進作用は限定的であるものの，十分なミネラルが存在する環境下においては，病巣内へのミネラルの沈着や保持を促進する作用を併せ持つ事が示唆された．

【結論】

Bio コート Ca による白斑改善には，レジン成分の浸透だけでなく，再石灰化を補助する作用も関与している．しかしながら，その再石灰化促進効果は材料単独では限定的であり，唾液などの再石灰化環境と併用される事によって最大限に発揮される可能性が示唆された．

CAD-CAM 用ブロックに対するエアパウダーポリッシング条件の違いが表面性状に及ぼす影響

[1]松本歯科大学歯科保存学講座（修復），[2]松本歯科大学大学院歯学独立研究科健康増進口腔科学講座
[3]東京歯科大学保存修復学講座，[4]東京科学大学大学院医歯学総合研究科う蝕制御学分野
○宮下　彩[1]，甲田訓子[1]，弓立彩有里[1,2]，春山亜貴子[1,3]，高坂怜子[1]，
中村圭吾[1]，小松佐保[1,2]，小町谷美帆[1,2]，大槻昌幸[1,4]，亀山敦史[1,2]

Effect of different air-powder polishing conditions on surface textures of CAD-CAM Blocks

[1]Department of Cariology, Endodontology and Periodontology, School of Dentistry, Matsumoto Dental University, [2]Dept. of Oral Health Promotion, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University, [2]Department of Operitive Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College, [3]Cariology and Operative Dentistry, Graduate School, Institute of Science Tokyo
MIYASHITA-KOBAYASHI Aya[1], KOHDA Kuniko[1], YUDATE Sayuri[1,2], HARUYAMA Akiko[1,3], KOHSAKA Reiko[1], NAKAMURA Keigo[1], KOMATSU Saho[1,2], KOMACHIYA Miho[1,2], OTSUKI Masayuki[1,4], KAMEYAMA Atsushi[1]

【緒言】

わが国における CAD-CAM 用メタルフリー材料を用いた歯冠修復治療は，2023 年 12 月にポリエーテルエーテルケトン（PEEK）樹脂を用いた歯冠修復が保険収載されたことで，その臨床応用範囲がさらに拡大している．しかし，歯冠修復後における口腔の維持管理にあたり，研磨ペーストとラバーカップやブラシを併用した機械的歯面清掃を行った場合，清掃時の荷重に関わらず表面性状に影響を与える可能性があることを第 163 回学術大会で報告した[1)]．

近年では，噴射式歯面清掃器を併用したエアパウダーポリッシングが効果的かつ効率的な機械的歯面清掃法の主流となりつつあるが，CAD-CAM 用メタルフリー材料に対するエアパウダーポリッシングの影響についての検討は十分でない．そこで本研究では，CAD-CAM 用コンポジットレジンブロックと CAD-CAM 用 PEEK ブロックの表面に対するエアパウダーポリッシング前後での表面性状（光沢度，表面粗さ）の変化について検討を行った．また，ポリッシング用パウダーの違いによる影響についてもあわせて検討した．

【材料および方法】

厚さ 3 mm に切断した 2 種類の CAD-CAM 冠用材料［松風ブロック PEEK WHITE 14（松風，以下 PEEK）および松風ブロック HC スーパーハード A2-LT/M（松風，以下 HC)］を実験試料とした（n=5）．切断面を＃400，＃800，＃1200 の耐水研磨紙で研削後，MicroCloth® Polishing Cloth（Buehler）と粒径 0.3 μm および 0.05 μm の MicroPolish® アルミナ懸濁液（Buehler）を用いて段階的に機械的研磨処理を行った．これをエアパウダーポリッシング前の試料として，微小面積光沢計（GM-26DS，村上色彩技術研究所）を用いて光沢度（60°）（以下 Gs）を，3 次元測定レーザー顕微鏡（LEXT OLS4100，エビデント）を用いて算術平均高さ（以下 Sa）をそれぞれ計測した．次に，各試料表面を歯科用多目的超音波治療器（Merssage E-PICK 2 in 1，松風）のパウダーモードを用いて，エアパウダーポリッシングを行った．使用パウダーには，炭酸カルシウム（FLASH Pearl，松風；以下 FP）とグリシン（ペリオメイトパウダー，松風：以下 PM）の 2 種類を用いた．パウダーハンドピースの先端を試料表面から 5 mm 離し，試料とハンドピース先端のなす角度を 45°に固定してエアパウダーポリッシングを行った．パウダー噴射パワーおよび注水量は最大設定とし，試料の両端を一定方向に往復移動させながら，10 秒間の噴射を各 4 サイクル実施した．各サイクル間では清掃表面をスリーウェイシリンジで水洗，乾燥した．これをエアパウダーポリッシング後の試料表面とし，Gs と Sa をそれぞれ再計測した．

【結果および考察】

HC に対してエアパウダーポリッシングを行うと，PM を用いた場合では Gs，Sa ともに有意差がなかった（$p>0.05$）が，FP を用いた場合では Gs が大幅に減少し，Sa は大幅に上昇した（$p<0.05$）．PEEK に対するエアパウダーポリッシングでは PM，FP のいずれを用いた場合においても Gs は大幅に減少し，Sa は大幅に上昇した（$p<0.05$）．

【結論】

PEEK 表面に対するエアパウダーポリッシングは，パウダーの種類にかかわらず光沢は消失し，その表面粗さを増加させた．

【利益相反】

本演題に関し，開示すべき利益相反関係にある企業はありません．

【文献】

1) 甲田訓子，宮下　彩，ほか．PEEK に対する PMTC が光沢度と表面粗さに及ぼす影響．特定非営利活動法人日本歯科保存学会 2025 年度秋季学術大会（第 163 回）プログラムおよび講演抄録集　132，2025.（P34）

唾液う蝕リスク検査 RD テストと他のう蝕リスク検査法との比較検討

奥羽大学歯学部歯科保存学講座保存修復学分野
○大木英俊，影山直，永井春菜，藤山修平，菊井徹哉，山田嘉重

Comparative Study of the RD Test and Other Salivary Caries Risk Assessment Methods

Division of Operative Dentistry, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry
○OHKI Hidetoshi, KAGEYAMA Sunao, NAGAI Haruna, FUJIYAMA Shuhei,
KIKUI Tetsuya, YAMADA Yoshishige

【緒言】

第 163 回歯科保存学会にて，唾液う蝕リスク検査法の 1 つである RD テストの有効性について評価・報告をおこなった．RD テストは唾液中の細菌活性をレサズリンにより評価する簡易う蝕活動性試験である．レサズリンとは酸化還元反応を利用して“細菌の代謝活性”を色の変化として示す化学指示薬であり，本検査法は口腔内の細菌代謝活性を簡便かつ短時間で判定できるという利点を持つ．しかし，これまで RD テストと他のう蝕リスク検査の相関については，ほとんど検討されていない．そのため，RD テストと唾液を検体とした他のう蝕リスク検査法にどの程度相関があるかを評価することを本研究の目的とした．

【実験方法】

本研究に際し，事前に奥羽大学倫理委員会の承認（承認番号第 454 号）を得た後，本研究の趣旨に賛同・同意を得た東北歯科専門学校歯科衛生士科の学生 30 名を対象として行った．

う蝕リスク検査法として RD テスト（GC 昭和薬品），カリオスタット（デンツプライシロナ），サリバチェックラボ「う蝕関連先菌」（Gc 昭和薬品）の 3 法を使用した．

口腔内の PCR レコードも記録した．

【結果】

検査の結果，RD テストとカリオスタット間では，近似する傾向の被験者がいる反面，RD テストとカリオスタット間で逆転する傾向の被験者も認められ，RD テストとカリオスタットとの相関は約 63%であった．一方，RD テストとサリバチェックラボ間の相関はサリバチェックラボの Low，Middle，High で異なるものの，平均して約 25%と低値であった．また RD テストと PCR レコードの相関は 50%であった．

【考察】

カリオスタットは，ストレプトコッカス・ミュータンスなどの細菌が産生する酸を評価する細菌の活動性評価法であり，RD テストも同様にう蝕細菌の活動性を評価する検査法であることが両検査法の相関が比較的高かった理由であると推測される．一方，サリバチェックラボはストレプトコッカス・ミュータンス菌，ストレプトコッカス・ソブリヌス菌，乳酸桿菌の各菌数を測定する方法で，細菌の活動性を調べる方法ではない．う蝕関連細菌の数が多いことが必ずしもう蝕発症に直結するわけではないことから，RD テストとサリバチェックラボ間で相関が高くなかった理由と考えられる．また，RD テストと PCR レコード間の相関が 50%ということは，口腔清掃性が良いことが必ずしもう蝕のリスクが低いと言い切れないことを示している．

RD テストは簡便でかつ，迅速という利点があり，う蝕リスクを判定する最初のスクリーニング法としては優れていると思われるが，他の検査法との相関の割合の結果を鑑みると，より詳細なう蝕リスク評価を検討する場合は他の検査法についても変容して検討する必要性も考えられる．

唾液中細菌代謝活性および細菌数測定を用いたう蝕リスク評価法の検討

福岡歯科大学 口腔治療学講座 歯科保存学分野[1]，福岡歯科大学 口腔医学研究センター[2]，
福岡歯科大学医科歯科総合病院 健診センター[3]，福岡看護大学 看護学講座[4]，
九州医療専門学校[5]，福岡看護大学[6]
○松﨑英津子[1,2,3]，北川槙弓[1]，松本典祥[1]，晴佐久 悟[4]，米田雅裕[3,5]，樗木晶子[3,6]

Evaluation of a saliva-based caries risk assessment method using salivary bacterial metabolic activity and bacterial counts

[1]Section of Operative Dentistry and Endodontology, Department of Odontology, Fukuoka Dental College, [2]Oral Medicine Research Center, Fukuoka Dental College, [3]Medical Examination Center, Fukuoka Dental College Medical and Dental General Hospital, [4]Department of Nursing, Fukuoka Nursing College, [5]Kyusyu Medical Training School, [6]Fukuoka Nursing College
○Etsuko MATSUZAKI[1,2,3], Mayumi KITAGAWA[1], Noriyoshi MATSUMOTO[1], Satoru HARESAKU[4], Masahiro YONEDA[3,5], Akiko CHISHAKI[3,6]

【目 的】

う蝕は宿主因子、細菌因子、食生活、口腔清掃習慣などが関与する多因子性疾患で、生涯にわたる予防・非切削での管理が重要である。そのためには個人のう蝕リスク評価が不可欠であるが、簡便かつ客観的な評価法や体外診断用医薬品は十分に確立されていない。そこで本研究では、若年健康成人を対象に、唾液中細菌代謝活性の評価と PCR 法および培養法による細菌数との関連を検証し、唾液を用いたう蝕リスク評価法の有用性について検討した。

【材料および方法】

本研究では、本学園学生（福岡看護大学）を対象とした歯科健診の一環として唾液を採取し、唾液中細菌代謝活性および唾液中う蝕関連細菌数（*S. mutans* 等）を評価することとした（福岡学園倫理審査委員会第 758 号）。

研究参加について文書による同意取得後、RD テスト（ジーシー昭和薬品）を実施した。安静時唾液（1 ml）を採取し、RD ディスクに滴下した後、前腕皮膚に約 15 分間貼付して反応させた。呈色変化に基づき、唾液中細菌代謝活性を Low（低）、Middle（中）、High（高）の 3 段階で判定した。さらに、5 分間のガム咀嚼により刺激唾液(1〜5 ml)を採取し、プラスチックチューブに回収した。採取した唾液を用いて PCR 法による細菌数測定を行った（ジーシー昭和薬品）。また、同一唾液に浸漬した製品付属スワブ綿球をカルチャースワブに移し、培養法によるコロニー形成単位（CFU)の測定を行った（BML)。その後、RD テストの判定結果と各測定値との関連を解析した。

【結果】

唾液中細菌代謝活性の判定と PCR 法による細菌数測定を比較したところ、唾液中細菌代謝活性の判定は、細菌数測定と比較して低いカテゴリーとなる傾向が認められた。一方、培養法による細菌数測定は PCR 法と完全には一致しなかったものの、概ね同様の傾向を示した。

【考察】

本研究において、RD テストを用いた唾液中細菌代謝活性の判定は、PCR 法による細菌数測定結果よりも低いカテゴリーとなる傾向が認められた。今回、唾液中細菌代謝活性判定には安静時唾液を、細菌数測定にはガム咀嚼による刺激唾液を用いたことから、唾液採取条件の違いが評価結果に影響した可能性が考えられた。また、培養法による細菌数測定では、PCR 法と概ね同様の傾向を示したが、測定可能範囲に上限・下限値が設定されていたため、定量範囲の違いから PCR 法との完全な一致は得られなかったものと考えられた。これまで、RD テストを用いた唾液中細菌代謝活性判定の報告では、試料として「混合唾液」が用いられていることが多いものの、その採取条件は必ずしも明確ではない。本研究から、唾液中細菌代謝活性の判定には、唾液採取方法の違いが影響する可能性が示唆され、唾液採取方法の標準化が重要であると考えられた。一方、健診での運用を考慮すると、5 分間のガム咀嚼による唾液採取は実用性の面で課題がある。今後は、より短時間の咀嚼など、簡便で再現性の高い判定基準に適した唾液採取法を検討する必要がある。

【結論】

唾液中細菌代謝活性の判定結果は、PCR 法による細菌数評価よりも低いカテゴリーに判定される傾向が認められた。その背景には、唾液採取条件の違いが関与している可能性が示唆され、唾液を用いたう蝕リスク評価の精度向上には、唾液採取方法の標準化が重要であると考えられた。

【謝辞】

本研究の実施に際し、検査用資材をご提供いただいた株式会社ジーシー昭和薬品に深く感謝申し上げます。

本研究にかかる費用の一部は、(一社) 日本歯科医学会連合よりサポートいただきました（JDSF-DSP1-2026-102-1)。

トリカルシウムシリケート含有自己接着型レジンの直接覆髄材としての応用可能性について

北海道大学大学院歯学研究院 口腔保健科学分野 歯科保存学教室
中村勇登, 戸井田侑, 赤塚瞭太, 三宅凛, Islam Asiful, 清水真菜, 権藝智, 長川直樹,
加藤真悟, 五十嵐豊, 友清淳

Application Potential of Tricalcium Silicate–Containing Self-Adhesive Resin as a Direct Pulp Capping Material

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University
Yuto Nakamura, Yu Toida, Ryota Akatsuka, Rin Miyake, Islam Asiful, Mana Shimizu, Ieji Kon,
Naoki Nagakawa, Shingo Kato, Yutaka Igarashi, Atsushi Tomokiyo

【背景及び目的】

偶発的露髄に対しては、直接覆髄により露髄面直下にデンティンブリッジ形成を誘導することで歯髄の保存が試みられる。Mineral trioxide aggregate (MTA) は高い生体親和性とカルシウム徐放能を示すことから直接覆髄に臨床応用されているが、接着性を有さないことから辺縁封鎖性に関して懸念がある。さらに辺縁封鎖性の向上を目的としてレジン配合型覆髄材が開発されたが、硬化特性に優れる一方でレジン成分の残留モノマーによる細胞毒性に課題を持つ。MTA の高い生体親和性とカルシウム徐放能は、主成分であるトリカルシウムシリケート (TCS) に由来するが、TCS 原料は生成過程において生産元ごとに焼成方法や精製度合いが異なることから、同じ「TCS」という名称であっても特性は異なる可能性がある。そこで本研究では、異なる 2 種類の TCS 原料を添加した自己接着型レジンを作製し、それらの直接覆髄後の歯髄組織の炎症状態ならびにデンティンブリッジの形成量について検証する。そして、これらの結果を基に TCS 含有自己接着型レジンが直接覆髄材として臨床応用可能であるかを評価する。

【材料及び方法】

本研究は北海道大学大学院歯学研究院動物実験委員会の承認を得て実施した(承認番号:23-0165)。生産元の異なる 2 種類の TCS 原料 (Mineral Research Processing および太平洋コンサルタント) を 28.5wt%の濃度で自己接着性レジンに添加したものを、各々「TCS1」および「TCS2」として本研究に使用した。

直接覆髄動物実験モデル : 8 週齢 Wistar オスラットに対してイソフルランによる吸入麻酔後、3 種混合麻酔による腹腔内麻酔を実施した。それぞれの左右上顎第一臼歯近心に対して 1/2 スチールバーと#20K ファイルによる点状露髄後、生理食塩水と#20 ペーパーポイントによる止血・乾燥を施した。次に、露髄面に TCS1 および TCS2 を静置したのち光照射器 G Light Prima 2 Plus (株式会社ジーシー) を用いて 20 秒間光照射を行った。またポジティブコントロールとして MTA (ProRoot MTA; デンツプライシロナ) を静置した群 (MTA)、ならびにネガティブコントロールとして露髄のみを行った群 (NEG) を設定した。各群の歯質を乾燥させたのち、スーパーボンド (サンメディカル) にて仮封を施した。処置後、28 日間飼育後にイソフルラン過剰投与による安楽死処置を行い、上顎骨を摘出後 21 日間 EDTA で脱灰したのち通法通り切片化を行った。これらの切片を用いてヘマトキシリン・エオジン (HE) 染色を行い、得られた染色像を基に炎症の程度、形成されたデンティンブリッジの均一性、デンティンブリッジ直下の象牙芽細胞様細胞の出現、ならびにデンティンブリッジ形成量を評価した。

【結果及び考察】

NEG では TCS1、TCS2、および MTA と比較し好中球の浸潤が広範囲に観察された。一方、TCS1、TCS2、および MTA においては好中球浸潤に明らかな差は認められなかった。また TCS1、TCS2、および MTA においては露髄面直下にデンティンブリッジ形成が認められたが、TCS2 は TCS1 および MTA よりもデンティンブリッジの形成量や連続性に優れていた。これらの結果から、TCS 原料の違いが直接覆髄後の炎症に及ぼす影響は希少であるが、デンティンブリッジの形成量や連続性には影響を及ぼすこと、ならびに TCS1 および TCS2 は直接覆髄材として使用できる可能性が示唆された。

新規自己接着型多種イオン徐放性覆髄材がラット歯髄に及ぼす影響

日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第２講座
○佐藤史明、宮野侑子、鈴木雅也

Histopathological responses of rat pulps to direct capping with self-adhesive resin-based materials containing multi-ion-releasing fillers

Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata
○SATO Fumiaki, MIYANO Yuko, SUZUKI Masaya

【緒　言】

直接覆髄法には、水酸化カルシウム製剤が長年用いられてきたが、近年ではさまざまな覆髄材が開発されている。なかでも、Mineral Trioxide Aggregate セメント（以下、MTA）は、臨床において高い成功率が報告されている。しかし、MTA は操作性が必ずしも良好ではなく、歯質接着性がないという欠点がある。一方、松風社は、6 種類のイオン（Na^+、BO_3^{3-}、Al^{3+}、SiO_3^{2-}、Sr^{2+}および F^-）を徐放する機能性フィラーである Surface Pre-Reacted Glass-ionomer フィラー（以下、S-PRG フィラー）を開発し、コンポジットレジンをはじめとする各種歯科材料へ応用している。また、S-PRG フィラーから徐放される BO_3^{3-}と Sr^{2+}には、硬組織誘導能を有することが報告されている。本研究の目的は、S-PRG フィラーを含有する試作自己接着型多種イオン徐放性直接覆髄材（以下、SRD、松風）をラット露髄モデルに応用し、露髄面の病理組織学的評価を行うことで、SRD の直接覆髄効果を明らかにすることである。なお、本研究は本学動物実験倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：R08-N04）。

【材料と方法】

8 週齢の SD 系雄性ラットを用いた。全身麻酔および局所麻酔後、球状ダイヤモンドポイント（MI-1R、松風）を用いて上顎第一臼歯近心咬頭に楕円形窩洞を形成した。スチールラウンドバーで露髄後、創面を 6% NaClO および 3% H_2O_2の交互洗浄により止血を行った。その後、滅菌生理食塩水で洗浄し、乾燥した露髄面に 3 種類の試作覆髄材（Table 1）を適用し、10 秒間光照射を行った。対照群には MTA（ProRoot MTA、Dentsply Maillefer）を用いた。続いて、窩洞を BeautiBond Xtreme（松風）で処理後、フロアブルレジン（Beautifil Flow Plus X、松風）を充塡し、10 秒間光照射を行って修復を完了した。所定の観察期間（2 週および 4 週）経過後にラットを屠殺し、摘出試料を 4%PFA 溶液で固定した後、10%EDTA 溶液で脱灰し、通法に従ってパラフィン連続薄切切片を作製した。切片に H-E 染色を施し、光学顕微鏡下で歯髄組織の変化（PTD）、炎症性細胞浸潤（ICI）、修復象牙質・象牙質橋形成（RDF）および細菌侵入（BP）について 4 段階評価を行った。なお、各項目の評価は二重盲検法により実施し、評価者のバイアスを最小限にするよう努めた。

Table 1. Experimental group

Capping materials (n=8)	S-PRG filler loadings (wt%)
SRD-0	0
SRD-3	30
SRD-6	60
MTA (Control)	

【結　果】

RDF は、各観察期間において、SRD-0 では覆髄面直下に薄い硬組織の形成を認めた。SRD-3 では、覆髄面からやや離れた部位に硬組織の形成を認めた。SRD-6 では、露髄部直下および歯髄内部に硬組織の形成を認めた。一方、MTA では 2 週および 4 週ともに覆髄面直下に明瞭な完全象牙質橋の形成を認めた。各観察期間における SRD-0、SRD-3 および SRD-6 の一部の試料では、PTD および ICI を中等度に認めた。なお、すべての試料において BP は認められなかった。

【考　察】

S-PRG フィラーを 30wt%または 60wt%含有する SRD では、覆髄面からやや離れた歯髄内に硬組織が形成された。この硬組織は緻密ではなく、歯髄細胞を内包する構造が散見された。これは、SRD から徐放された BO_3^{3-}と Sr^{2+}が露髄面直下の歯髄へ浸透し、硬組織形成を誘導した可能性が考えられる。SRD による露髄面の閉鎖は、MTA で認められたような緻密な象牙質橋によるものではなかった。そのため、今後さらに検討する必要がある。

【結　論】

直接覆髄に応用した各 SRD は、2 週および 4 週において硬組織形成を認めたが、一部の試料で PTD および ICI が認められ、MTA と比較して良好とはいえなかった。一方、MTA はすべての評価項目で良好な病理組織学的所見を示した。

ケイ酸カルシウム系覆髄材を用いたコンポジットレジン修復における マイクロ CT 三次元評価法の検討

東京歯科大学　保存修復学講座
○岡村梓文，半場秀典，村松敬

Evaluation of a three-dimensional micro-CT method for composite resin restorations with calcium silicate-based pulp-capping materials

Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College
○OKAMURA Shimon, HAMBA Hidenori, MURAMATSU Takashi

【研究目的】

深在性齲蝕に対する歯髄保存療法では，窩底部にケイ酸カルシウム系覆髄材を適用した後，コンポジットレジン修復を行うことがある。しかし，覆髄材を介した修復物内部の構造については不明な点が多い。マイクロ CT（μCT）は，同一試料を非破壊的に繰り返し撮影でき，各撮影画像を位置合わせすることにより内部構造を三次元的に評価できる可能性がある。本研究では，覆髄材を用いたコンポジットレジン修復について，各材料のグレースケール値を比較するとともに，覆髄材相当領域の抽出による三次元評価法について検討した。

【材料および方法】

ウシ下顎前歯を 6×6×3 mm に調整し，ダイヤモンドポイント FG207（松風）を用いて直径 2.6 mm，深さ 2 mm の窩洞を形成した後，μCT（μCT50, SCANCO, ボクセルサイズ 10 μm）撮影を行った。覆髄材には Super MTA Paste（SMP, サンメディカル）およびセラカル LC（TLC, モリムラ）を，修復材料にはバルクベースライナーII およびバルクベースハード II Medium flow（BBH, サンメディカル），クリアフィルユニバーサルボンド Quick 2 およびクリアフィルマジェスティ ES Flow（CMF, クラレノリタケデンタル）を使用し，2 種類の覆髄材それぞれに 2 種類の修復材料系を組み合わせて計 4 群（各群 n=3）とした。窩底部に各覆髄材をメーカー指示に従って充填後，再度 μCT 撮影を行った。続いて窩壁および覆髄材表面に各接着材料を適用・光照射した後，各コンポジットレジンを充填・光重合し，再度 μCT 撮影を行った。3 時点の μCT 画像を同一座標系に位置合わせし，TRI/3D-BON（ラトック）および Fiji（ImageJ）を用いて三次元解析を行った。窩洞形成後の画像から窩洞領域を，覆髄材充填後の画像から覆髄材相当領域を，コンポジットレジン修復後の画像から窩洞内空隙をそれぞれ抽出した。窩洞の上端は，窩洞周囲のエナメル質表面に最小二乗法で当てはめた平面により規定した。各材料のグレースケール値を測定するとともに，覆髄材の体積および内部気孔率を算出した。測定値は平均値±標準偏差（SD）で示し，分散分析および多重比較を行った（有意水準 5%）。

【結果および考察】

各材料のグレースケール値（平均値±SD）は，SMP［50,969 ± 1,068］, TLC［40,967 ± 139］, BBH［52,944 ± 164］, CMF［46,210 ± 187］であり，試料間の平均値としてはすべての組み合わせの間に有意差を認めた（$p<0.05$）。ただし SMP の材料内標準偏差（5,974）は BBH との平均値の差（1,975）の約 3 倍であり，両者が共存する画像では画素単位の識別ができないため，覆髄材相当領域は覆髄材充填後の画像から抽出した。覆髄材の体積は SMP で 1.290 ± 0.279 mm^3, TLC で 0.817 ± 0.230 mm^3であった。内部気孔率はそれぞれ 1.40 ± 0.36%および 0.73 ± 0.61%であり，SMP が高い傾向を示した。手練和を要するペースト材と光重合型フロアブル材という材形の違いを反映している可能性が考えられた。TLC では母材中に体積比 4.0 ± 0.5%の高輝度領域が散在しており， 組成に含まれるストロンチウムガラスに由来する凝集体と考えられた。一方 SMP では材料全体が高輝度を示し，独立した高輝度粒子は認められなかった。これは造影成分である酸化ジルコニウムが本撮影条件の分解能以下で均一に分散していることを示唆する。以上より，μCT 画像の位置合わせとグレースケール値に基づく材料領域の抽出を組み合わせることで，覆髄材を用いたコンポジットレジン修復物の内部構造を非破壊的かつ三次元的に評価できることが示された。今後は試料数を増やし，高分解能撮影を併用した検討を予定している。

ステロイド由来歯痛における歯髄微小環境変化の解析

[1)]東京歯科大学　保存修復学講座，[2)]東京歯科大学　生理学講座
関矢 日向子[1, 2)]，黄地 健仁[2)]，木村 麻記[2)]，澁川 義幸[2)]，村松 敬[1)]

Pathophysiological analysis of steroid-induced tooth pain focusing on pulpal microenvironment

[1)]Department of Operative dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College
[2)]Department of Physiology, Tokyo Dental College
○SEKIYA Hinako[1, 2)], OUCHI Takehito[2)], KIMURA Maki[2)], SHIBUKAWA Yoshiyuki[2)], MURAMATSU Takashi[1)]

【目的】

象牙質知覚過敏症は，露出した象牙質に対する様々な刺激によって誘発される一過性の鋭利痛を特徴とする疾患である。近年，ステロイド長期服用患者で象牙質知覚過敏様症状が惹起されることが数多く報告され，患者同士のコミュニティ内では広く認知されるようになった。ステロイドには易感染性，糖尿病，骨粗鬆症，副腎萎縮など多くの副作用が存在するが，学術的な報告がわずかであるためステロイド投与により歯痛が惹起されることを知る医師・歯科医師は少ない。ステロイド誘発性象牙質知覚過敏様歯痛（以下ステロイド由来歯痛）は，象牙質露出のない歯への冷刺激および温刺激により誘発される痛みを特徴とし,ステロイド薬の減量または中止により軽減・消失することが知られている（Shoji *et al.*, 2016)。これらの症状は象牙質のみならず歯髄痛の特徴でもあり，可逆性の歯髄炎症状にも類似しているが，ステロイド治療によって一過性象牙質痛あるいは歯髄痛が誘発される分子細胞学的根拠は乏しい現状にある。そこで本研究は，グルココルチコイド投与によるステロイド由来歯痛モデルマウスを作製し,疼痛行動解析,組織学的解析および遺伝子発現解析を行うことで,その発生機序の解明を目的とした（承認番号：240303，250303，260303)。

【材料および方法】

生後 8～20 週齢の C57BL/6 マウスを使用し行動評価を実施した（n=71)。実験群は 100 μg/mL dexamethasone を，対照群はカルボキシメチルセルロース溶液を 21 日間連続で 0.2 mL ずつ腹腔内投与し，下顎前歯への冷水適用時の疼痛行動評価を行った。実験条件は実験群，対照群ともに象牙質露出の有無，象牙質知覚過敏抑制材として歯科用象牙質接着剤を用いたボンディング処理の有無により 8 グループに分けた。評価には疼痛行動評価スケールを使用した（Ohyama *et al.*, 2022)。投薬開始日を 1 日目とし，行動観察は 0，7，14，21 日目に行った。また，投薬中断後の行動評価を行うため，21 日目までは同様のタイムコースで実験を行い，22 日目から投薬を中断し 42 日目まで 7 日毎疼痛行動を観察した。行動評価終了後に屠殺し下顎骨を採取，組織固定を行った。脱灰後に凍結切片を作製し，ヘマトキシリン・エオジン（H-E）染色による炎症性細胞浸潤の評価および免疫蛍光染色を実施した。また，遺伝子発現の網羅的解析は 21 日間投薬終了後に屠殺し，歯髄，歯肉，三叉神経節からサンプリングを行い，mRNA を抽出し解析を行った。

【結果および考察】

行動評価実験では,すべての実験条件において 21 日目の実験群の疼痛行動スコアは対照群と比較して有意に高い結果を示した。また，dexamethasone の投薬中は 21 日目をピークにスコアの上昇を，投薬中断後には減少したことからステロイド投与と歯痛発生に関係があることが示唆された。対照群のマウス下顎前歯歯髄の H-E 染色像では毛細血管の拡張や炎症性細胞浸潤などの炎症を示唆する所見は認められなかった。一方で，実験群のマウス下顎前歯歯髄は毛細血管拡張が認められた。免疫蛍光染色により血管内は赤血球により満たされていることが観察されたが，明らかな炎症性細胞浸潤は認められなかった。Dexamethasone 投与により変動する遺伝子発現の網羅解析ではサンプリングを行ったすべての組織で glucocorticoid receptor の下流遺伝子である *Zbtb16* のアップレギュレーションを認め、投与した glucocorticoid が全身に作用していることが示唆された。さらに，ATP 合成に関連する遺伝子や特定の炭酸脱水素酵素をコードする遺伝子が dexamethasone 投与群の歯髄組織において特異的に発現が上昇した。これは、歯髄内で局所循環障害が生じたことにより組織低酸素状態に陥り ATP 需要が上昇したためと考えられる。

以上の結果より，ステロイド由来歯痛の発症には，炎症性細胞浸潤を伴わない歯髄充血および歯髄内の代謝・酸素環境の変化が関与する可能性が示唆された。

新規知覚過敏抑制材の象牙細管封鎖性およびエナメル質表面硬さに及ぼす影響

株式会社ジーシーR&D
○鳥居志深，有馬恵美子，平野恭佑

Effects of a Novel Dentin Hypersensitivity Agent on Dentinal Tubule Occlusion and Enamel Surface Hardness

GC R&D CORPORATION
Nozomi Torii, Emiko Arima, Kyousuke Hirano

【目的】

象牙質知覚過敏症は，冷水やブラッシングなどの日常的な刺激により疼痛を生じ，患者の QOL 低下を招く臨床上の課題である。継続した知覚過敏対策を行うために，歯科医院での処置だけでなく，セルフケアにも使用できる製品が求められていると考えられる。そこで硝酸カリウムとフッ化ナトリウムを配合した知覚過敏抑制剤ジーシー　ヒステクト（以下ヒステクト）を開発した。ヒステクトはラバーカップ等によるこすり塗りによって歯科医院で使用できるだけでなく，綿棒や歯ブラシ等によるこすり塗りやマウストレーの使用によって自宅でも使用可能な材料である。本研究ではヒステクトの象牙細管封鎖性およびエナメル質表面硬さに及ぼす影響を評価した。

【材料および方法】

象牙細管封鎖性試験

ウシ象牙質を耐水研磨紙（#120～#2400）で研磨し，舌側から耐水研磨紙（#80）を用いて厚さ 1 ㎜以下の板状に加工したものを試験片とした。試験片を 10%クエン酸水溶液で 30 秒間処理し，その後水洗することで歯面を清掃した。次に，マウストレー使用を想定した条件（ヒステクトを塗布後，トレーシートを被せ，軽く圧接して 10 分間静置）またはこすり塗り(ラバーカップにヒステクトを取り，1000 rpm で 30 秒間こすり塗り)の 2 条件でヒステクトを歯面に塗布し，その後軽く水洗した。試験片を一晩真空乾燥させた後，走査型電子顕微鏡(SEM)にて表面観察を行い，各条件における表面状態を評価した。

ビッカース硬さ測定

ウシ前歯歯冠部を切り出し常温重合レジンで包埋し，耐水研磨紙（#120～#2400）で研磨して試験片を作製した（n=10)。処置前のビッカース硬さを測定（試験力 490.3mN，保持時間 15 秒）した。ラバーカップにヒステクトを取り，1000rpm で 30 秒間こすり塗りし，その後軽く水洗した。これを 1 日 1 回，3 日間繰り返し，その翌日に再度ビッカース硬さを測定し，t 検定にて統計解析を行った。

【結果および考察】

象牙細管封鎖試験の結果，マウストレーおよびこすり塗りのいずれの条件においても，象牙細管の開口部が被覆・封鎖されている様子が SEM 観察により確認された。これらの結果から，ヒステクトは使用方法に依らず，安定した象牙細管封鎖性を示す可能性があると考えられる。また，ビッカース硬さ測定の結果を Figure.1 に示す。ヒステクト処置後にビッカース硬さが有意に大きくなった（$p<0.01$)。よって，ヒステクトを継続的に使用することで，エナメル質の硬さが向上する可能性が示唆された。

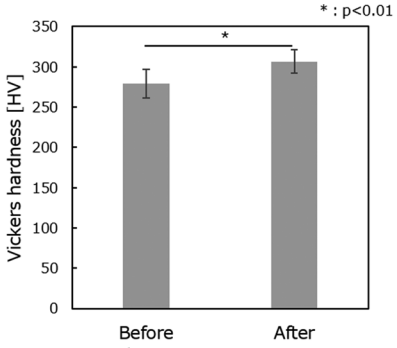


Figure. 1 Vickers hardness test results

【結論】

我々が開発した新規知覚過敏抑制材ヒステクトは，使用方法に依らず良好な象牙細管封鎖性を示し，継続的に使用することでエナメル質の硬さが向上する可能性が示唆された。さらに，簡便に適用可能であり，院内および自宅のいずれの環境においても使用可能な有用な材料であると考えられる。

ホームブリーチング材適用象牙質表面におけるバイオフィルム形成量の検討

[1]神奈川歯科大学 歯科保存学講座 保存修復学分野，[2]教育企画部，[3]総合歯学教育学講座 教育学分野，
[4]生体機能学講座 歯科薬理学分野，[5]分子生物学講座 口腔細菌学分野
○相田 樹[1]，國松 雄一[1]，小浦 裕菜[1]，富澤 恵[1]，稲葉 啓太郎[2]，吉田 彩佳[3]，吉野 文彦[4]，
浜田 信城[5]，向井 義晴[1]

Investigation of Biofilm Formation on Dentin Surfaces Treated with At-Home Bleaching Agent

Dep of Restorative Dentistry[1], Education Plannning[2], Liberal arts education[3], Pharmacology[4],
Oral Microbiology[5], Kanagawa Dental University
○AIDA Itsuki[1], KUNIMATSU Yuichi[1], KOURA Yuna[1], TOMIZAWA Megumi[1], INABA Keitaro[2], YOSHIDA Ayaka[3],
YOSHINO Fumihiko[4], HAMADA Nobushiro[2], MUKAI Yoshiharu[1]

【研究目的】

過酸化水素は歯科用ブリーチング材の有効成分として広く知られているが，我々は他の作用としてバイオフィルムに対する抗菌効果を有することを報告してきた．近年、ホームブリーチング材を使用する中高年層が増加している．

中高年層では，くさび状欠損による歯頸部象牙質の露出が高頻度 (50 歳以上の 10%以上) で認められ，同部位にブリーチング材の接触が想定される．したがって，過酸化水素の抗菌効果により，このような象牙質表面ではバイオフィルムが形成されにくい可能性がある．そこで本研究では，ホームブリーチング処理が象牙質表面のバイオフィルム形成量に及ぼす影響を濁度測定により検討した．

【材料および方法】

ウシ下顎中切歯の歯根部を，歯頸部直下より 8 mm 根尖側で水平切断し，円盤状試料 (直径 6 mm・厚さ 1 mm) を作製した．表面を ＃2000 耐水研磨紙で研磨し，2 枚が研磨面が外側になるよう貼り合わせガンマ線滅菌し，試料とした．ホームブリーチング材 (ティオン ホーム ウィズ，ジーシー) を用い，試料に対して 1 日 1 回 60 分間のホームブリーチング処理を 1 回または 3 回 (すなわち 1 日間または 3 日間) 行い，処置後は湿潤環境下に保存した．非処理群の試料は同期間，湿潤環境下で保存した．前処理を行った試料について，24 時間または 48 時間のバイオフィルム培養を行った．培養には 1 名の被験者から採取した唾液を用いた (神奈川歯科大学倫理承認番号 1120)．バイオフィルムモデルは Amsterdam Active Attachment Model を使用，McBain 2005 (0.2 %スクロース, 0.4 ppm F, 1.8 mM Ca, 0.9 mM P 含有) を用い，24 時間および 48 時間の連続嫌気培養 (10 時間・14 時間間隔の培養液交換) を行った．

実験群は （1）24 時間培養・ブリーチング非処理群 (24・Cont)，（2）48 時間培養・非処理群 (48・Cont)，（3）24 時間培養・1 回処理群 (24・1 T)，（4）48 時間培養・1 回処理群 (48・1 T)，（5）24 時間培養・3 回処理群 (24・3 T)，（6）48 時間培養・3 回処理群 (48・3 T) の 6 群とした (各群 n=4)．培養終了後，象牙質表面に形成されたバイオフィルムを回収・懸濁し，その菌懸濁液の濁度を紫外可視分光光度計 (UV-1900i, 島津製作所) で測定した．得られた結果は Welch’s one-way ANOVA および Games-Howell により有意水準 5 %で統計学的に比較した．

【結果および考察】

24 時間培養群，48 時間培養群ともに非処理群と比較して処理群において濁度が低い傾向が認められた．48 時間培養における 1 回処理群 (48・1 T) および 3 回処理群 (48・3 T) は，非処理群に比較し有意に低い値を示した (p<0.05)．一方，1 回処理群と 3 回処理群の間には 24 時間培養群，48 時間培養群ともに有意差は認められなかった．

以上より，ホームブリーチング処理により，とくに 48 時間培養群において多菌種バイオフィルムの形成が有意に抑制されることが示された．また、1 回処理群と 3 回処理群の間に有意差が認められなかったことから，抑制効果は少ない処理回数で頭打ちとなる可能性が考えられる．この抑制効果は，我々が報告してきた過酸化水素の抗菌効果と一致するものと考えられるが，象牙質表面性状の変化など他の要因の関与も否定できず，今後，過酸化水素の残存状態や抗菌機序について詳細に検討する必要がある．

【結論】

ホームブリーチングの副次的効果として，ブリーチング材が歯根象牙質表面に接触することで，バイオフィルム形成を抑制する抗菌効果が得られる可能性が示唆された．

フロキシンBを用いた抗菌性齲蝕検知液の開発

[1]神奈川歯科大学 歯科保存学講座 保存修復学分野，[2]教育企画部，[3]総合歯学教育学講座 教育学分野，
[4]生体機能学講座 歯科薬理学分野，[5]分子生物学講座 口腔細菌学分野
○相田 樹[1]，稲葉 啓太郎[2]，吉田 彩佳[3]，吉野 文彦[4]，浜田 信城[5]，向井 義晴[1]

Development of an Antibacterial Caries Detector using Phloxine B

Dep of Restorative Dentistry[1], Education Plannning[2], Liberal arts education[3], Pharmacology[4],
Oral Microbiology[5], Kanagawa Dental University
○AIDA Itsuki[1], INABA Keitaro[2], YOSHIDA Ayaka[3], YOSHINO Fumihiko[4],
HAMADA Nobushiro[2], MUKAI Yoshiharu[1]

【研究目的】

齲蝕除去の際，エナメル象牙（ED）境や窩洞最深部に染色部が残ることがある．また，非侵襲的歯髄覆罩法（AIPC）施術の際には窩洞最深部の感染象牙質を残置する．そのため，齲蝕検知液に抗菌効果を付与することができれば再発齲蝕の発症抑制やAIPCの成功率を上げる新たな手法となる可能性がある．これまでに我々は，赤色色素である 0.001% フロキシンB（PB）が，青色 LED を照射することで *Streptococcus mutans*（*S.mutans*）に対して抗菌効果を示すことを報告している（Shiotsu-Ogura et al., *Photodiagn Photodyn Ther*. 2019）．本研究では，既存の齲蝕検知液の溶媒は変更せずに色素のみをPBに変更した齲蝕検知液を試作し，*S.mutans* に対する抗菌効果を既存の齲蝕検知液と比較検討することとした．

【材料および方法】

S. mutans Ingbritt 株（本学分子生物学講座口腔細菌学分野保存株）を嫌気ガス（70% N_2, 15% H_2, 15% CO_2）を満たした嫌気ボックス内で，ブレインハートインフージョン（BHI）ブロス（Becton Dickinson）を用いて37℃で培養した．培養終了後，菌液を波長 550 nm で吸光度 0.6 に調整し 1. 0 ml ずつ分注し，遠心分離（10,000 rpm, 3 分間）後上清を除去して得られたペレットに，処理群には各齲蝕検知液と PBS を 200 µl ずつ加えて懸濁し 1 分間静置した．非処理群には PBS のみを 400 µl 加えた．光照射群には歯科重合用光照射器（デミウルトラ，カボデンタルシステムズ）を用いて照射距離 15 mm，照射時間 20 秒で光照射した．その後懸濁液を希釈し，BHI 寒天培地に 100 µl 塗抹後、37℃の嫌気条件下で 3 日間培養しコロニー数から生菌数（CFU/ml）を算出した．

実験群は，（1）齲蝕検知液非処理-非光照射群（Cont），（2）赤色齲蝕検知液（ニシカカリエスチェック・レッド，日本歯科薬品）処理-非光照射群（red），（3）青色齲蝕検知液（ニシカカリエスチェック・ブルー，日本歯科薬品）処理-非光照射群（blue），（4）PB 使用試作齲蝕検知液（日本歯科薬品）処理-非光照射群（pb），（5）齲蝕検知液非処理-光照射群（Cont-L），（6）赤色齲蝕検知液処理-光照射群（red-L），（7）青色齲蝕検知液処理-光照射群（blue-L），（8）PB 使用試作齲蝕検知液処理-光照射群（pb-L）の 8 群（各群 n=3）とした．得られた結果は one-way ANOVA および Tukey の検定により有意水準 5%で検定した．

【結果及び考察】

生菌数は Cont 群（1.49×10^9 CFU/ml）に対して他のすべての群で有意に低い値を示した（$P<0.05$）．また，Cont-L 群（1.11×10^9 CFU/ml）に対してすべての齲蝕検知液処理群は有意に低い値を示した．それ以外の群間で有意差は認められなかったが，非光照射群に比べ光照射群では低い生菌数を示し，特に red-L 群（5.83×10^5 CFU/ml），pb-L 群（1.33×10^4 CFU/ml）では顕著に低い生菌数を認めた．

有意差は認められなかったものの pb-L 群は red-L 群，blue-L 群（5.37×10^6 CFU/ml）に比較し低い生菌数を認めた．各色素の吸収波長と光照射器の波長との関係により，生菌数の減少幅が異なった可能性が考えられた．

【結 論】

色素として PB を用いた齲蝕検知液は青色 LED を照射することで *S.mutans* に対し抗菌効果を示すことが認められ，今回の実験では生菌数を $1/10^5$ まで減少させた．AIPC において感染象牙質を残置する際や ED 境に感染象牙質が残存した場合などにおいて，本検知液は光照射を併用することで有用である可能性が示唆された．