

歯科充填用アクリル系レジンの重合収縮応力

日本大学松戸歯学部保存修復学講座¹, 日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻²

○神谷 直孝¹, 寺中 文子¹, 庫川 幸利¹, 内山 敏一¹, 小嶋 康世², 石川 豊², 今村 亮哉², 小峯 千明¹

Polymerization Shrinkage Stress of Acrylic Resin Restorative Material during Hardening

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo¹,

Nihon University Graduate School of Dentistry at Matsudo²

○Naotaka Kamiya¹, Ayako Teranaka¹, Yukitoshi Kurakawa¹, Toshikazu Uchiyama¹, Yasutoshi Ojima²,
Yutaka Ishikawa², Ryoya Imamura², Chiaki Komine¹

【緒言】コンポジットレジン修復には多種多様な製品が使用されているが、ほぼすべてが二官能性モノマーベースのコンポジットレジンであり、光照射による急激な収縮応力の上昇に対し配慮が必要である。一方、2011年にアクリルレジンベースのボンドフィルSB（サンメディカル）が発売され、歯科充填用アクリル系レジンとして修復処置に使用されている。我々は第139回秋季学術大会において、ボンドフィルSBの収縮応力は二官能性モノマーベースのコンポジットレジンと比較して有意に小さいことを報告した。ボンドフィルSBは2024年にボンドフィルSBⅡ（以下SBⅡ）にブラッシュアップされ、アルミと同等のエックス線造影性の付与と、光照射による硬化待ち時間のさらなる短縮を実現している。そこで、改めてSBⅡの収縮応力を測定し、光照射の有無による収縮応力の発生挙動の違いを評価した。

【材料と方法】収縮応力の測定はサーボ駆動式収縮応力測定装置にて行った。レジンの填塞部は内径6mm、深さ3mm、C値3.0の開放型モールドとした。SBⅡは筆積法による填塞に特化し、臨床操作ステップでも筆積法が指示されている。しかし、前述の報告でボンドフィルSBの筆積法と混和法の収縮応力に有意差を認めなかったことから、本研究では収縮応力測定に際し便宜的に混和法を選択した。筆積法と同等の粉液比とするため、液材：6滴、キャリストV：2滴の活性化液に粉材0.33gを混和し、事前に活性化液を塗布したモールドにスパチュラで一括填塞した。填塞後ポリエチレンシートで圧接し、光照射しない群（以下L0）と20秒間光照射する群（以下L20）の収縮応力の経時的変動を填塞直後から24時間連続して測定した（n=7）。填塞から5, 10, 30分, 1, 2, 4, 8時間経過時の収縮応力と、収縮応力の上昇を認めなくなった時点を最大収縮応力とし、それぞれ平均値を算出した。経過時間ごとの収縮応力と最大収縮応力についてL0とL20を比較し統計処理を行った（*t*-Test, *P*<0.05）。

【結果と考察】L0は填塞から約2分後、L20は約1分後に収縮応力が発生した。最大収縮応力を記録した平均時間は、L0はおおよそ18時間後、L20はおおよそ15時間後だった。経過時間ごとの収縮応力と最大収縮応力をTableに示す。収縮応力は5分～4時間後はL20がやや大きい傾向を認め、8時間後はL0とL20がほぼ同等、最大収縮応力はL0がやや大きい傾向を示したが、すべての経過時間と最大収縮応力でL0とL20に有意差は認めなかった。L0とL20の収縮応力の経時的変動にみられるわずかな相違は、光照射による初期重合の促進とそれに伴う後重合の持続時間短縮によると考えられる。以上のことから、SBⅡの収縮応力は光照射によって急激に上昇することではなく、また最大収縮応力も光照射の有無による差がないため、収縮応力に対し特段の配慮を要する症例に対し意図的にSBⅡを使用する場合においても、躊躇わずに光照射を実施することが推奨される。

Table Change over time in polymerization shrinkage stress of acrylic resin restorative material

Elapsed time after filling	L0 (No light curing)	L20 (Light curing 20sec)	<i>t</i> -Test (L0 vs. L20)
5 min	0.85(0.19)	0.92(0.21)	n.s.
10 min	1.35(0.21)	1.41(0.20)	n.s.
30 min	2.16(0.27)	2.23(0.25)	n.s.
1 hrs	2.67(0.29)	2.73(0.28)	n.s.
2 hrs	3.15(0.30)	3.19(0.27)	n.s.
4 hrs	3.60(0.23)	3.66(0.23)	n.s.
8 hrs	3.90(0.33)	3.90(0.30)	n.s.
Maximum shrinkage stress	4.62(0.31)	4.42(0.36)	n.s.

Mean (SD), n=7, Unit: MPa, n.s.: Not significantly different (*p* > 0.05)

【結論】SBⅡの収縮応力は光照射による急激な上昇を認めず、また光照射の有無による有意差を認めなかった。

本研究に関連し、開示すべき利益相反関係はありません。

本研究はJSPS科研費 23K09174の助成を受けたものです。

改良型シアノアクリレート系接着材のエナメル質・象牙質接着性

¹⁾ 東京歯科大学 歯内療法学講座 ²⁾ 東京歯科大学 保存修復学講座
石束(鈴木)穂¹⁾, ○原田(中里)晴香¹⁾, 半場秀典²⁾, 古澤成博¹⁾

Adhesion of Modified Cyanoacrylate Adhesives to Enamel and Dentin

¹⁾Department of Endodontics, Tokyo Dental College

²⁾Department of Operative Dentistry, Cariology and Pulp Biology, Tokyo Dental College
ISHIZUKA (SUZUKI) Megumi, ○HARADA (NAKAZATO) Haruka, HAMBА Hidenori, FURUSAWA Masahiro

【目 的】

近年日本では超高齢化社会に突入し、歯科訪問診療の需要が高まっている。歯科訪問診療では、診療器具が十分に整わない、かつ、患者の口腔内清掃状態が悪い場合が多い。修復物脱離時の再合着や歯の暫間固定に用いられるセメントは少ない手順で迅速に硬化、接着する必要がある。以前に我々は、歯科訪問診療で想定される状況において、効率のかつ必要十分な接着力を有する新たなセメントを開発するため、試作した改良型シアノアクリレート系接着材が象牙質脱灰面において 4-META/MMA TBB レジンと同等の接着強さを示したことを日本歯科保存学会 2023 年度春季学術大会で報告した。一方、エナメル質における接着強さおよび歯面の清掃状態が悪い条件下の接着強さは不明であることから、脱灰および非脱灰の処理面を設定し、試作歯面清掃材を用いた際の象牙質とエナメル質に対する改良型シアノアクリレート系接着材の接着強さについて、4-META/MMA TBB レジンとの比較・検討を行った結果を報告する。

【材料および方法】

牛歯前歯を低速精密切断機で歯冠部と歯根部に切断分割し、歯冠部をエポキシ樹脂に包埋した。樹脂硬化後、エナメル質または象牙質が露出するまで、耐水研磨紙で#600 まで研削を行い、接着試験用試料とした。露出させた歯表面を人工脱灰液で脱灰処理した脱灰群と、脱灰未処理の非脱灰群とを設定した。接着材には、改良型シアノアクリレート系接着材 (S8, 日本歯科薬品) (以下 CA)、および 4-META/MMA-TBB レジン (スーパーボンド, サンメディカル) (以下 SB) を用いた。各接着材の前処理については、業者指示に従い、CA は試作歯面清掃材 (日本歯科薬品) を用い、SB はエナメル質面に対し表面処理材レッド、象牙質面に対し表面処理材グリーンを、それぞれ用いた。歯面に接着させる材料は、直径 4 mm の植立用レジン (日本歯科薬品) を用いた。接着操作は、試料の歯面上に内径 3 mm の穴を有するテフロンテープを貼付し、接着面積を規定した。各材料は、フォースゲージを用いて 20 N、20 秒 の圧接、接着を行い、試験体を作製した。接着操作後、試料は恒温機内で室温 37°C、湿度 97% の条件下で 24 時間保存した。接着試料のせん断接着試験は、万能試験機を用いて行った。なお、クロスヘッドスピードは 1 mm/min とした。結果は一元配置分散分析と Tukey の多重比較で統計学的に比較した (有意水準 5%, n=10)。

【結果および考察】

エナメル質面では、非脱灰 CA 群が脱灰 CA 群よりも有意に高い接着強さを示した。非脱灰 SB 群と脱灰 SB 群間で有意差を認めなかった。脱灰 SB 群は脱灰 CA 群よりも有意に高い接着強さを示した。

象牙質面では、脱灰 CA 群の接着強さは非脱灰 CA 群に比較して増加傾向であった。また、脱灰 CA 群と非脱灰 SB 群間に有意差を認めなかった。さらに脱灰 SB 群と脱灰 CA 群間に有意差を認めなかったが、非脱灰 SB 群は非脱灰 CA 群よりも有意に高い接着強さを示した。実際の歯科訪問診療では歯面に初期脱灰や齲蝕が残存している場合にも、CA は接着強さを発揮することが期待される。

一方、今回の結果では、脱灰された象牙質面における CA の接着強さが SB と同等の接着強さを示したことから、CA は歯面清掃材を用いた場合にも SB と同等の接着強さを有することが示唆された。

さらに、SB は使用前に歯面の前処理、水洗、乾燥が必要であるが、CA は使用前に歯面清掃材を用いる場合は歯面清掃材を含浸した綿球で歯面を拭う操作のみであり、SB よりも迅速な処置が可能になると考えられる。また、口腔内環境の悪い患者に用いる際などの十分な前処理操作ができない環境下でも CA は十分な接着力を発揮することが期待される。

以上のことから、改良型シアノアクリレート系接着材は歯面清掃材使用下で 4-META/MMA-TBB レジンと同等の接着強さと簡便な操作性により、歯科訪問治療で求められる状況下でも新たな接着材料として効果的に用いることができるものと考えられた。

ショートファイバーフロアブルコンポジットレジンの曲げ疲労強さ

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⁾

川本歯科医院³⁾, 岩崎歯科医院⁴⁾

○高見澤俊樹^{1,2)}, 石井 亮^{1,2)}, 柴崎 翔^{1,2)} 宮崎真至^{1,2)}, 川本 諒^{1,3)}, 岩崎圭祐^{1,4)}

Flexural Fatigue Strength of a Short Fiber Reinforced Flowable Resin Composite

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾, Nihon University School of Dentistry, Kawamoto Dental Clinic³⁾, Iwasaki Dental Clinic⁴⁾

○TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, ISHII Ryo^{1,2)}, SHIBASAKI Sho^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)},
KAWAMOTO Ryo^{1,3)}, Iwasaki Keisuke^{1,4)}

【研究目的】

深在性齲蝕の処置には、直接法および間接法に限らず裏層が行われる。ショートファイバーフロアブルコンポジットレジンは、長さ 140 μm 、直径 6 μm のガラスファイバーを含有することで、破折抵抗性の向上を図ったコンポジットレジンの裏層材として修復歯の強化が期待されている。しかし、この材料に関する詳細については不明な点が多い。そこで、このショートファイバーフロアブルコンポジットレジンの疲労特性について把握することを目的に 3 点曲げ強さ試験を応用した曲げ疲労試験を行い、その曲げ疲労強さを市販のバルクフィルコンポジットレジンと比較・検討した。また、試験終了後の試片破断面については走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察し、考察資料とした。

【材料および方法】

供試材料は、ショートファイバーフロアブルコンポジットレジンとして everX Flow (EF, GC) を、バルクフィルコンポジットレジンとして Beautifil-Bulk Flowable (BB, 松風), Omunichroma Flow Bulk (OB, Tokuyama Dental) および SDR Flow+ Bulk Fill Flowable (SF, Dentsply Sirona) を、フロアブルコンポジットレジンとしてグレースフィルゼロフロー (ZF, GC) を用いた。

1. 試験用試片の製作

曲げ強さおよび曲げ疲労試験用試片の製作に際しては (ISO 4049 に準拠), 25 mm $\times$ 2 mm $\times$ 2 mm のステンレス製割型に各コンポジットレジンを填塞, ストリップスを介して圧接後, 120 秒間照射し, 同様に裏面を照射することによって重合硬化させた (one layer 群)。また, フロアブルレジンを積層充填することで咬合負担領域の修復を想定し, EF, BB, OB および SF のコンポジットレジンを 25 mm $\times$ 2 mm $\times$ 1 mm の試片となるように製作, これらの試片に ZF を積層, 25 mm $\times$ 2 mm $\times$ 2 mm の棒状試片となるよう試片を製作した (two layer 群)。製作した試片は 37°C の暗所に 24 時間保管した。

2. 曲げ強さおよび曲げ疲労試験

曲げ強さ試験に際しては, 支点間距離 20.0 mm, C.H.S = 0.75 mm/min の条件で, 万能試験機 (Instron) を用いて 3 点曲げ試験を行い, 曲げ強さ, 曲げ弾性率およびレジリエンスを求めた (n=12)。曲げ疲労強さ試験には, ElectroPuls E1000 machine (Instron) を用いるとともに Staircase method を応用して行った。すなわち, 3 点曲げ試験から得られた各レジンの曲げ強さ値の約 15% の荷重を試片に 20 Hz の条件で, 繰り返し 50,000 回負荷した。最終的に試験片の脱落個数および負荷荷重からその曲げ疲労強さ (MPa) を計算式から求めた (n=24)。なお, 試験後の試片については破断面を SEM 観察した。

【成績および考察】

試験の結果から, いずれのコンポジットレジンにおいても two layer 群は, one layer 群に比較して高い曲げ強さおよび曲げ疲労強さを示した。また, EF はいずれの layer 群においても他のコンポジットレジンに比較して有意に高い曲げ強さおよび曲げ疲労強さを示した。このことは, EF に含まれるショートファイバーが荷重負荷時に生じる亀裂進展を抑制することで高い破折抵抗性を示したものと考えられた。

【結論】

ショートファイバーフロアブルコンポジットレジンは, 高い曲げ疲労強さを有することが示された。

新規ファイバー配合支台築造コンポジットレジン（CR）の機械的強度と重合温度による影響

- 1.徳島大学大学院医歯薬学研究部再生歯科治療学分野
 2.東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯制御分野
 ○高木 伸人^{1,2}, 島田 康史², 保坂 啓一¹

Influence of Polymerization Temperature of Core Build-Up Composite Resins on their Mechanical Properties

1. Department of Regenerative Dental Medicine, Tokushima University Graduate School of Biomedical Sciences
 2. Cariology and Operative Dentistry, Department of Restorative Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University
 ○Takagi Nakato^{1,2}, SHIMADA Yasushi², HOSAKA Keiichi¹

【緒言】接着システムの歯質接着性能の向上により、コンポジットレジン（CR）を用いた直接法接着修復法は、歯蝕治療のみならず根管処置歯の支台築造にも広く応用されている。特に、支台築造用途で用いられる場合、咬合圧に耐える高い機械的強度が求められる。本研究では、新規開発されたショートグラスファイバー配合フロアブル CR を含め、支台築造に用いられるフロアブル CR について異なる重合温度において各重合硬化体を作製し、その機械的強度を比較検討した。

【材料と方法】本研究では、ショートグラスファイバー配合フロアブル CR であるエバーエックスフロー（GC）（以下 EVX, Bulk Shade）とショートグラスファイバーを配合しない 3 種類のフロアブル CR, ビューティコア LC インジェクタブル（松風, 以下 BEU）, フィルテックフィルアンドコアフローコンポジットレジンプラス（Solventum）（以下 FIL）, および iTFC ルミナスコア LC フロー（サンメディカル, 以下 iTFC）を用いた。各材料の重合温度を冷蔵保存後（4℃）、室温保管後（23℃）、およびプレヒート後（60℃, 東京硝子器械株式会社 THERMO F-0010D 使用）と設定し、25 x 2 x 2mm の棒状硬化体、および 25 x 5 x 2.5mm のノッチ入硬化体を製作した。それぞれの試料は 37℃ 水中で 24 時間保管後、島津製作所製オートグラフを用いて三点曲げ強度試験（支点間距離 20mm、クロスヘッドスピード 1mm/min、n=5）（ISO4049: 2019）, および平面ひずみ破壊靱性試験（ASTM E-399）に使用された。得られた曲げ強度および破壊靱性値は、Two-way ANOVA および Tukey's HSD 検定により有意水準 5% で統計分析を行った。

【結果と考察】

	Flexural Strength [MPa]			Fracture Toughness [MPa/m ^{0.5}]		
	4℃	23℃	60℃	4℃	23℃	60℃
EVX	160.7±7.7 ^{Aa}	155.8±14.0 ^{Aa}	157.9±5.4 ^{Aa}	2.89±0.35 ^{Aa}	2.72±0.24 ^{Aa}	2.72±0.32 ^{Aa}
BEU	132.4±10.3 ^{Ba}	136.4±4.7 ^{Ba}	139.5±7.5 ^{Ba}	2.05±0.11 ^{Ba}	2.04±0.09 ^{Ba}	2.06±0.26 ^{Ba}
FIL	132.7±5.8 ^{Ba}	131.7±5.0 ^{Ba}	128.7±4.2 ^{Ca}	2.02±0.18 ^{Ba}	1.96±0.10 ^{Ba}	1.95±0.15 ^{Ba}
iTFC	138.9±4.7 ^{Ba}	119.2±4.1 ^{Cb}	124.5±7.5 ^{Cb}	1.54±0.17 ^{Ca}	1.40±0.05 ^{Cb}	1.39±0.08 ^{Cb}

Fig. Flexural strength (MPa) and Fracture toughness (MPa/m^{0.5}): Mean ± S.D. The uppercase letters show statistically significant differences among materials and the lowercase letters show differences among temperatures. The same letter means no significant difference.

EVX はすべての重合温度条件において、BEU, FIL, iTFC より有意に高い曲げ強度と破壊靱性を示した。この結果は、ショートグラスファイバーの配合による CR の補強効果によるものであることが示唆された。重合温度による影響は iTFC の 4℃ 条件でのみ有意差が認められた。重合時の温度変化はフロアブル CR の粘性変化によるハンドリングに影響を及ぼし、臨床上年々注目されていることから CR の機械的強度に及ぼす影響についてはさらなる詳細な検討が必要である。

【結論】ショートグラスファイバーを配合する EVX は、異なる重合温度条件下でも高い曲げ強度および破壊靱性を示した。

ZnO/CuO ナノコンポジット含有セルフエッチングプライマーが象牙質接着に及ぼす影響

¹北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系う蝕制御治療学分野

²朝日大学歯学部 口腔機能修復学講座 歯科理工学分野

○松田康裕¹, 奥山克史², 櫻井雅彦¹, 矢嶋 拓¹, 泉川昌宣¹, 油井知雄¹, 斎藤隆史¹

The potential of ZnO/CuO nanocomposite contains self-etching primer on bond dentin bonding ability.

1. Health Sciences University of Hokkaido Graduate School of Dentistry, Division of Clinical Cariology and Endodontology

2. Asahi University School of Dentistry, Department of Dental Materials Sciences

○MATSUDA Yasuhiro¹, OKUYAMA Katsushi², SAKURAI Masahiko¹,

YAJIMA Hiromu¹, IZUMIKAWA Masanobu¹, YUI Tomoo¹, SAITO Takashi¹

【目的】

抗菌性や象牙質劣化抑制機能などを持つ、多機能歯科材料は歯科治療において二次う蝕の予防が期待される。Zn と Cu の両元素のナノ複合粒子である ZnO/CuO ナノコンポジットには抗菌作用、抗真菌作用があり、さらに細胞毒性が ZnO や CuO よりも少なく、低濃度であれば細胞活性に影響がないことが報告されている。我々はフッ化物含有酸化亜鉛・酸化銅ナノコンポジット (ZCF) を開発し、その抗菌性について報告した[1]。象牙質劣化にはマトリックスメタロプロテアーゼ (MMP) によるコラーゲンの分解も関与している。MMP の活性を抑制することはコラーゲンを保護し、象牙質の劣化を抑制すると考えられている。本研究では、ZCF による抗 MMP 作用の分析と、ZCF がコンポジットレジン of 象牙質の接着強さに及ぼす影響をマイクロシエア接着強さ (μSBS) 試験を用いて検討を行った。

【材料と方法】

ZCF は Matsuda らの方法 1) に従って調整した。

接着性試験： 微小剪断試験 (μSBS) の評価には 12 本の牛歯を用いた。セルフエッチングプライマー (クリアフィルメガボンド2, クラレ) をコントロールした。材料群として 1% または 5% の ZCF を添加した。歯面処理は通法に沿って行い、処理面に直立させたタイゴンチューブ内にコンポジットレジン (クリアフィル AP-X, クラレ) を充填、光照射した後、サンプルを 37℃ の水中で 24 時間保存した。その後、EZ-Test Machine (島津製作所製) を用い、クロスヘッド速度 1.0 mm/min で試験を行った。

抗 MMP 試験： MMP 抑制効果はリコンビナント MMP-8、MMP-9 を用いて MMP fluorometric assay kits (Sensolite assay kits; AnaSpec, USA) を用いた。1mM の 4-aminophenylmercuric acetate (APMA) で活性化された MMP は、ZCF (0.2mg/ml) と 5-FAM/QXLTM 520 fluorescence resonance energy transfer (FRET) と共に 96 ウェルプレートに分注し 37℃ で一時間活性化を行った。その後、LightCycler® 96 システムを用いて FAM (470/514nm) の蛍光強度測定を行った。

すべてのデータは、一元配置分散分析 (one-way ANOVA) の後、Tukey の検定を用いて分析した (p<0.05)。

【結果と考察】

24 時間後と 1 か月後の μSBS では材料群と対照群の間に有意差は認められなかった。1 か月後の μSBS では、5% の ZCF 添加群が低い傾向を示した。これらの結果から、ZCF ナノ粒子は添加濃度によって象牙質接着の強さを減弱する可能性が示唆された。MMP 抑制効果ではコントロール群と比較して、ZCF による MMP-8、MMP-9 抑制効果が認められた。

【結論】

ZCF は、MMP 抑制効果を示し、象牙質の劣化を抑制することが示唆された。また、セルフエッチングボンドの接着強さを減弱する可能性が示唆された。今後は、接着強度に影響を与えず、抗 MMP 効果などを示す適切な ZCF 濃度の検討を行って行く。

[1] Matsuda et. al. Antibacterial effect of a fluoride-containing ZnO/CuO nanocomposite. NUCL INSTRUM METHODS PHYS RES B 456(1), 184-188, 2019.

本研究は JSPS 科研費 JP24K12951、JP22K09995、JP24K02620 および JP24K02628 助成を受けたものである。

修復物の装着を想定した各種レジンセメントにおける粘弾性挙動の検討

愛知学院大学歯学部保存修復学講座¹

アイオワ大学歯学部保存修復学講座²

クレイトン大学歯学部総合歯科学講座³

○岸本崇史¹, 岩脇李可¹, 辻本暁正^{1,2,3}

Rheological behaviors of various types of resin cements for seating restorations

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

Department of Operative Dentistry, University of Iowa College of Dentistry²

Department of General Dentistry, Creighton University School of Dentistry³

○KISHIMOTO Takafumi¹, IWAWAKI Rika¹, TSUJIMOTO Akimasa^{1,2,3}

【目的】

近年、間接修復において CAD/CAM レジンブロック、セラミックス、ジルコニアなどの審美修復材料の臨床使用頻度が増加している。これらの材料を用いて製作した修復物の装着にはレジンセメントが使用されており、各メーカーからさまざまな特性を持った製品がラインナップされている。これまで、臨床におけるレジンセメントの選択基準のひとつとして歯質に対する接着強さの大小があり、レジンセメントのさまざまな被着面に対する接着性のみならずプライマーあるいはユニバーサルアドヒージブ併用の有用性などが多く報告されている。一方、レジンセメントの粘弾性挙動に関する検討は少なく、修復物装着時における余剰セメントの除去効率を向上させることを目的としてレジンセメントの流動性ととも荷重をかけた際の拡がりや被膜厚さについての検討も散見されない。そこで、レジンセメントの粘弾性を解明する研究の一環として、その流動性および荷重負荷時の挙動と被膜厚さについて検討した。

【方法】

供試したレジンセメントは、プライマーあるいはユニバーサルアドヒージブ併用型セルフアドヒージブレジンセメントである RelyX Universal Resin Cement (RU, Solventum), G-CEM ONE EM (GO, GC) および SA ルーティング Multi (SL, Kuraray Noritake Dental), セルフアドヒージブセメントの RelyX Unicem 2 Automix (RU2, Solventum), 従来型レジンセメントである ESTECCEM II (ES, Tokuyama Dental) および PANAVIA V5 (PV, Kuraray Noritake Dental) の合計 6 製品である。レジンセメントの流動性の検討に際しては、ガラス練板上にレジンセメント 0.1 g 吐出し、30 秒後セメントペーストの辺縁を印記しガラス練板を直立させた。3 分間経過後、セメントペースト辺縁下端部を印記し、その印間距離をデジタルノギス (CD-S20C, Mitutoyo) を用いて測定し、得られた値をレジンセメントの流動性とした。レジンセメントへの荷重負荷時における挙動と被膜厚さにおける検討に際しては、ガラス板上にレジンセメント 0.08 g 吐出し、別のガラス板でレジンセメントを挟み、定荷重試験機 (セイキ) にて 150 N の荷重を 30 秒間加え、そのセメント泥の直径をデジタルノギスにて 3 回測定し、その平均値をレジンセメントへの荷重負荷時における拡がりの指標とした。また、荷重負荷後の被膜厚さをデジマチックマイクロメータ (MDC-25M, Mitutoyo) にて 3 回測定し、得られた値からガラス板 2 枚分の厚み (3.68 mm) を引いた値の平均値をレジンセメントの被膜厚さとした。統計学的検定は、それぞれの値について正規性を確認したのち、一元配置分散分析を用いて検討した ($p < 0.05$)。

【結果と考察】

レジンセメントの流動性は、1.35-14.47 mm (RU: 1.35 mm; SL: 2.22 mm; RU2: 2.44 mm; ES: 4.15 mm; PV: 5.35 mm; GO: 14.47 mm) を示し GO は他のレジンセメントと比較して有意に高い値を示した。レジンセメントへの荷重負荷時における拡がりには 38.51-42.03 mm (GO: 38.51 mm; RU: 38.79 mm; SL: 38.85 mm; ES: 39.84 mm; PV: 41.75 mm; RU2: 42.03 mm) を示し、製品の違いによって値は異なり RU2 および PV は GO, RU ならびに SL と比較して有意に高い値を示した。また、レジンセメントへの荷重負荷時における被膜厚さは 0.031-0.041 mm (ES: 0.031 mm; RU2: 0.032 mm; SL: 0.033 mm; GO: 0.037 mm; PV: 0.040 mm; RU: 0.041 mm) であり、その値は製品の違いによる影響は認められなかった。このことから、修復物の装着を想定した際におけるレジンセメントの粘弾性は荷重の有無および製品の違いによってその挙動が異なり、これはレジンセメントの製品設計および組成の違いに影響を受けたものと考えられた。

【結論】

本実験の結果から、修復物装着を想定したレジンセメントの粘弾性挙動は荷重の有無および製品の違いによって異なることが判明した。一方、レジンセメントに対する荷重負荷時における被膜厚さは製品の違いによる影響は認められなかった。したがって、臨床におけるレジンセメントを用いた各種修復物の装着時にはそれぞれのセメントの粘弾性を考慮した製品選択が求められることが示唆された。

象牙質の前処理が自己接着性コンポジットレジンへの接着強さに与える影響

日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座

○宮野 侑子、鈴木 雅也、新海 航一

Effect of dentin pretreatment on bond strength of self-adhesive resin composite.

Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata

○MIYANO Yuko, SUZUKI Masaya, SHINKAI Koichi

目的：歯面処理が不要な自己接着性コンポジットレジン（以下、自己接着性レジン）は、その簡便な操作性から注目されている。自己接着性レジンには酸性モノマーをペーストに含有しているが、従来の象牙質接着材を併用するコンポジットレジンに比較して接着強さが劣ることが知られている。これは、接着阻害因子であるスマー層が十分に除去されないことが原因の一つとして考えられる。象牙質への長期的な接着性を得るためには、接着強さのさらなる向上と接着メカニズムの解明が必要である。本研究の目的は、象牙質の前処理によるスマー層の除去が、自己接着性レジンの剪断接着強さ（以下 SBS）に与える影響を明らかにすることである。

材料と方法：ウシ下顎切歯をセメント-エナメル境で切断し、歯冠部を接着試験用リングに収まるサイズにトリミングした。卓上回転研磨機を用いて、注水下にて歯冠部の頬側面を #250 のエメリーペーパーで象牙質を露出させた後、#600 のエメリーペーパーで 1 分間研磨して平坦な被着面を得た。試料は計 60 個とした（各 n=10）。前処理剤は、エナメルコンディショナー（松風、以下 EC）、キャビティコンディショナー（GC、以下 CC）、カタナクリーナー（クラレノリタケデンタル、以下 KC）、スーパーボンド C&B グリーンアクティベーター（サンメディカル、以下 GA）の 4 種類を使用した。各前処理剤は、乾燥した被着面に塗布後 10 秒間放置し、十分に水洗・乾燥を行った。対照群 1（以下 Cont-1）は前処理剤を使用せず、蒸留水で水洗後、乾燥した。対照群 2（以下 Cont-2）は、1 液性セルフエッチ系象牙質接着材（ビューティボンド Xtreme、松風）で歯面処理を行った。すなわち、被着面に塗布後、十分にエアブローしてから 10 秒間の光照射で重合した（出力 1,000 mW、Pencure 2000、モリタ）。各処理後の被着面に、シリコーンゴム印象材（Examix Fine Injection Type、GC）で製作したシリコーンモールド（直径 2.0 mm、高さ 1.5 mm）を設置した。EC、CC、KC、GA および Cont-1 では、自己接着性レジン（FIT SA F03 A2、松風）を用いた。1 層目は 0.5 mm の薄層となるよう充填し、20 秒間放置してから 5 秒間光照射して重合した。次いで、2 層目は 1.0 mm を積層充填し、10 秒間光照射した。Cont-2 は、フロアブルコンポジットレジン（ビューティフィルフロープラス X F00 A2、松風）を用いて、同様の厚さで積層充填を行った。各試料を恒温恒湿槽（37.0℃、相対湿度 95%）で 24 時間保存した後、即時重合レジンを用いて接着試験用リングに固定した。卓上試験機（EZ test 500N、島津製作所）を用いて、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min で SBS を測定した。得られたデータは、等分散性を示さなかったため、Steel-Dwass 検定で多重比較を行った（ $\alpha=0.05$ ）。結果：各実験群の剪断接着強さ [MPa (SD)] は、EC : 0.67 (1.23)、CC : 2.00 (2.14)、KC : 7.88 (2.85)、GA : 1.48 (1.32)、Cont-1 : 6.45 (1.50)、Cont-2 : 14.30 (1.90) であった。統計解析の結果、Cont-1 と KC は、EC、CC および GA と ($p < 0.039$)、Cont-2 はすべての実験群と有意差を認めた ($p < 0.009$)。なお、EC、CC および GA 間、Cont-1 と KC 間に有意差を認めなかった ($p \geq 0.05$)。

考察：象牙質に前処理を行った実験群（EC、CC、KC、GA）のうち、EC、CC、GA は、自己接着性レジンの接着強さが有意に低下した。前処理による過度な脱灰が、自己接着性レジンの接着性モノマーの浸透を阻害し、接着強さを低下せたと推察される。KC は MDP 塩含有の清掃材であるが、Cont-2 と比較して有意差は認めなかったものの、高い接着強さを示した。

結論：自己接着性レジンの接着強さは、前処理剤の種類によって有意に影響を受けることが明らかとなった。

ユニバーサルアドヒーズの保管条件が 象牙質初期接着強さに及ぼす影響

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⁾,
○若松賢吾¹⁾, 陸田明智^{1,2)}, 庄司元音¹⁾, 林 佳奈¹⁾,
高橋奈央¹⁾, 横山宗典¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 宮崎真至^{1,2)}

Influence of Storage Condition of Universal Adhesives on Immediate Dentin Bond Strength
Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾,
Nihon University School of Dentistry
○WAKAMATSU Kengo¹⁾, RIKUTA Akitomo^{1,2)}, SHOJI Mone¹⁾, TAKAHASHI Nao¹⁾,
YOKOYAMA Munenori¹⁾, HAYASHI Kana¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}

【研究目的】

ユニバーサルアドヒーズは、シングルステップセルフエッチング接着システムから発展した接着システムであり、簡便な臨床術式とともに、いずれのエッチングモードでも使用が可能である。この接着システムは、歯質の脱灰、レジンモノマーの浸透および歯質との化学的接着を同時に行うとともに、ボンディング材として重合硬化する必要がある。したがって、ユニバーサルアドヒーズの組成は複雑であり、保管環境によってはユニバーサルアドヒーズの接着性能に影響を及ぼす可能性があるものの、これに関する情報は少ない。

そこで演者は、保管温度および保管期間の違いがユニバーサルアドヒーズの象牙質接着性に及ぼす影響について剪断接着試験および試験終了時の破壊形式の分析から検討した。また、ユニバーサルアドヒーズの pH 測定、処理面および接着界面の走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察を行い、考察資料とした。

【材料および方法】

供試したユニバーサルアドヒーズは、All Bond Universal (Bisco), Beauti Bond Extreme (松風), Clearfil Universal Bond Quick ER (Kuraray Noritake Dental)および Scotchbond Universal Plus Adhesive (3M Oral Care)とした。アドヒーズの保管に関しては、インキュベーター保管 (37 ± 1°C, 50 ± % RH, Ozone espec temp and chambers-220, ICB 条件), 恒温恒湿室保管 (23 ± 1°C, 50 ± 5% RH, CTR 条件) および冷蔵庫保管 (5 ± 1°C, TRF 条件) の3条件とした。保管期間については、ベースライン, 6, 12, 18 および 24 カ月とした。接着試験用試験片の被着体として、ウシ下顎前歯の歯冠部象牙質を用いた。接着試験に際しては、所定の保管期間が終了したユニバーサルアドヒーズを異なるエッチングモードで用いた。すなわち、アドヒーズの塗布に先立って、被着象牙質面に対してリン酸エッチングを行った条件 (ER モード) およびリン酸エッチングを行わない条件 (SE モード) とした。アドヒーズの塗布に際しては、各製造者指示条件に従って塗布、光照射した。その後、塗布面に内径 2.4 mm および高さ 2.5 mm のプラスチック型を用いてコンポジットレ진을填塞、光照射を行い、接着試験用試片とした。これらの試片は、24 時間水中に保管した後、剪断接着強さを測定した。試験終了後の破断試片については、実体顕微鏡を用いて破断面を観察した。また、それぞれの保管条件でのユニバーサルアドヒーズの pH 変化を pH meter (LAQUAtwin-pH-33, Horiba) を用いて測定するとともにアドヒーズ処理面および接着界面の SEM 観察を行った。

【成績および考察】

いずれのエッチングモードにおいても保管条件、保管期間および種類の違いは、ユニバーサルアドヒーズの象牙質接着強さへの有意な影響因子であった。とくに、ICB 条件および CTR 条件はいずれのユニバーサルアドヒーズおよびエッチングモードにおいても保管期間の延長に伴って象牙質接着強さは低下する傾向を示し、保管期間 12 カ月以降ではいずれのエッチングモードおよびユニバーサルアドヒーズにおいて ICB 条件は TRF 条件に比較して有意に低い接着強さを示した。

【結論】

供試したユニバーサルアドヒーズの象牙質への接着性能は、エッチングモードの違いにかかわらず保管条件および保管期間によって影響を受けることが判明した。

各種レジンセメントの象牙質に対する初期せん断接着強さの検討

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学分野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

○岩脇李可¹, 岸本崇史¹, 入江正郎², 辻本暁正^{1,3,4}

Investigation for initial shear bond strength of resin luting cements to dentin

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

○IWAWAKI Rika¹, KISHIMOTO Takafumi¹, IRIE Masao², TSUJIMOTO Akimasa^{1,3,4}

【目的】

近年、デジタルデンティストリーの浸透に伴って審美修復材料（CAD/CAM レジンブロック、セラミックス、ジルコニア）を用いた間接修復の臨床使用頻度が増加している。一般に、これらの材料を用いて作製した修復物の装着にはレジンセメントが使用されているものの、その種類は多岐にわたり従来型に加えてプライマーあるいはユニバーサルアドヒーズ併用型セルフアドヒーズレジンセメントなど、各メーカーから様々な特徴を持った製品が市販されている。一方、これまで各種レジンセメントのさまざまな被着体に対する24時間後あるいは長期耐久性試験後の接着強さについての報告は多く散見されるものの、修復物装着直後における接着強さに関する検討は少ない。そこで演者らは、各種レジンセメントの象牙質に対する初期せん断接着強さについて、製品に違いおよびセメントに対する光照射の有無の影響も含めて検討した。

【方法】

供試したレジンセメントは、プライマーあるいはユニバーサルアドヒーズ併用型セルフアドヒーズレジンセメントである RelyX Universal Resin Cement (RU, Solventum), G-CEM ONE EM (GO, GC) および SA ルーティング Multi (SL, Kuraray Noritake Dental), セルフアドヒーズセメントの RelyX Unicem 2 Automix (RU2, Solventum), 従来型レジンセメントである ESTECCEM II (ES, Tokuyama Dental) および PANAVIA V5 (PV, Kuraray Noritake Dental) の合計6製品である。ヒト象牙質を #320 の耐水研磨紙で研削後、これらの歯面に対し各製造者指示に従って歯面を行う群と歯面処理を行わない群を調製し、テフロンモールド (内径 3.6 mm, 深さ 2.0 mm) を固定した。その後、テフロンモールド内にレジンセメントを填塞後、ポリエステルストリップスを介したのちスライドガラスを圧接し、接着させた。余剰セメントを除去した後、これらの接着試片は光照射を2秒間行う群 (DC 群) と光照射を行わない群 (SC 群) を調製し、初期剪断接着強さを測定した。得られた接着強さは二元配置分散分析を用いて有意水準 5% の条件で統計学的検討を行った。

【結果と考察】

象牙質に対して歯面処理を行った際におけるレジンセメントの初期せん断接着強さは、DC 群で 2.4-4.0 MPa (RU: 4.0 MPa; GO: 4.0 MPa; PV: 3.6 MPa; ES: 3.0 MPa; SL: 2.4 MPa), SC 群で 2.4-5.2 MPa (GO: 5.2 MPa; PV: 3.5 MPa; SL: 3.1 MPa; RU: 2.8 MPa; ES: 2.4 MPa) を示し、これらの値は製品の違いにより影響を受けるものの光照射の有無には影響を受けなかった。また、歯面処理を行わない際におけるレジンセメントの接着強さは、DC 群で 2.0-2.5 MPa (RU: 2.5 MPa; RU2: 2.3 MPa; SL: 2.2 MPa; GO: 2.0 MPa), SC 群で 1.0-2.9 MPa (RU: 2.9 MPa; SL: 2.3 MPa; GO: 1.9 MPa; RU2: 1.0 MPa) を示し、これらの値は製品の違いにより影響を受けるものの光照射の有無には影響を受けなかった。このことから、象牙質に対する各種レジンセメントの初期せん断接着強さは製品の違いによって異なり、これはレジンセメントの製品設計および組成の違いに影響を受けた可能性が考えられた。また、レジンセメント硬化直後の象牙質に対する接着強さは光照射の有無にかかわらず影響を受けなかったところから、2秒間の光照射ではセメントの重合効果反応は十分伸展しておらず光照射を行わない場合と比較して同等の接着強さを示した可能性が考えられた。

【結論】

本実験の結果から、各種レジンセメントの象牙質に対する初期せん断接着強さは製品の違いによって異なることが明らかとなった。レジンセメントの初期歯質接着性は各種修復物装着時における余剰レジンセメントの除去性に影響を及ぼすことから、臨床使用に際してはこれらの特性を十分に勘案した材料選択が求められることが示唆された。

CAD/CAM インレーと歯質との界面部のコーティング材による保護

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

Protection by coating material at interface between CAD/CAM inlay and prepared cavity

¹Division of Oral Diagnosis and General Dentistry, Department of Diagnostic and Therapeutic Sciences, Meikai University School of Dentistry, ²YAMAKIN CO., LTD.

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

【目的】

CAD/CAM インレー (以下 C インレーと略す) は, 2022 年 4 月に保険収載され, メタルインレーの代用になりつつある。メタルインレーと比較して, C インレー自体の強度が低く, マージン部の破折防止のため, ベベルなしで形成する。従って C インレーと歯質の界面部にセメントラインは必ず露出してしまふ。この表層に露出したセメントラインは, 隣接した歯質や C インレーと比較して硬度が著しく低いため摩耗しやすく, C インレーの脱離や破折の原因になるだけでなく, 二次カリエスの発生等重症化につながることも懸念される。そこで本研究では, C インレー装着時に歯面保護材のコーティングを施すことにより, 歯ブラシ摩耗時の C インレーと歯質の界面部の摩耗量への影響について評価し興味ある知見を得たので報告する。

【材料と方法】

天然小白歯に C インレー用の 2 級窩洞を形成し, KZR-CAD[®]HR ブロック 2 BGy A2-S (YAMAKIN) を C インレーへ通法に従って切削加工したものを以下の手順で窩洞に接着した。C インレーの前処理としてサンドブラスト処理後, 水洗, 乾燥した上でシランカップリング材含有の表面処理材 マルチプライマリーキッド (YAMAKIN) をインレー接着面に塗布, 乾燥し, 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) を用いて窩洞に接着した。硬化後, カーボランダムポイント (松風) を用いて形態修正をおこない, 水洗, 乾燥後, インレー周辺 5 mm のエナメル質を歯科用エッチング材 ゼロフローエッチャント (YAMAKIN) でエッチング, 水洗, 乾燥し, 表面保護材 Nu:le[®]コートリキッド クリアー (YAMAKIN) を塗布し, 10 秒間弱圧でエアブローし, 30 秒間光照射 (ジェラル D-Lux Pen, Angelus Japan) を行い, 表面保護材でコーティング (厚さ約 5 μm) した被験歯 A を作製した (N=5)。対照として, 形態修正後にシリコンポイント (茶, 青), コンポマスター[®]CA (松風) で研磨した被験歯 B も作製した (N=5)。

ISO 14569-1:2007 の試験条件に準拠して作製した蒸留水:歯磨剤=2:1 のスラリーを乳酸緩衝液により pH4.5 に調整し, このスラリー内で歯ブラシを用いて, 荷重 2.5 N にて各被験歯上で 5 万回滑走させた。滑走前後の歯質と C インレーの界面部の摩耗量を光学式電子顕微鏡 VHX[®]-1 (キーエンス) とデジタルマイクロスコープ ネクストビジョン[®] (吉田製作所) を用いて測定・観察した。その後, 被験歯 B について被験歯 A 同様に表面保護材をコーティング (約 5 μm) し, 2 度目の歯ブラシ摩耗試験による摩耗量を測定した (被験歯 B')。統計分析は Steel-Dwass 検定による多重比較を用いた。

【結果と考察】

被験歯 A の界面部の摩耗深さは平均 1 μm であり, 摩耗は表面保護材のみでレジンセメントの摩耗は無かった。研磨した被験歯 B の歯ブラシ摩耗試験後の界面部は, レジンセメントが平均 17 μm 摩耗していた。被験歯 B' は被験歯 A と同様にレジンセメントの摩耗は認められなかった。このことにより, C インレー装着時にコーティングを施すことによって, 界面部のセメント材の保護だけでなく, 5 万回歯ブラシ摩耗の影響を受けた後にコーティングを施すことによってもそれ以上の摩耗を防ぐことが認められた。

【結論】

表面保護材を用いて CAD/CAM インレーをコーティングすることで, CAD/CAM インレーと歯質の界面部に露出するレジンセメントを保護でき, 二次カリエスなどの重症化予防ができる可能性が示唆された。

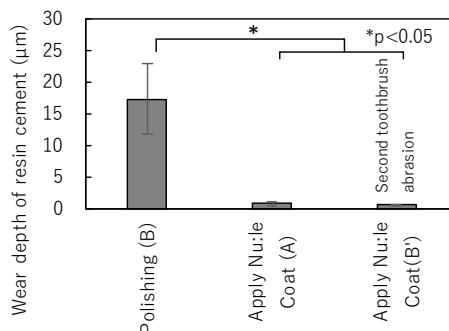


Fig. Wear depth of resin cement at 50,000 toothbrush wear cycles.

ユニバーサルアドヒーズ应用型自己接着性レジンセメントの保管条件が 象牙質接着強さに及ぼす影響

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⁾

○林 佳奈¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 石井 亮^{1,2)}, 柴崎 翔^{1,2)}, 笠原悠太¹⁾,
須田駿一¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}, 川本 諒^{1,3)}

Influence of Storage Condition of Self-adhesive Resin Luting Cements in Combination with Universal Adhesives on Dentin Bond Strength

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾,

Nihon University School of Dentistry, Kawamoto Dental Clinic³⁾

○HAYASHI Kana¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, ISHII Ryo^{1,2)}, SHIBASAKI Sho^{1,2)}, KASAHARA Yuta¹⁾,
SUDA Shunichi¹⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, KAWAMOTO Ryo^{1,3)}

【研究目的】

ユニバーサルアドヒーズ应用型自己接着性レジンセメントは、前処理無しに使用が可能であるとともに、プライマーとしてユニバーサルアドヒーズを併用することを可能としたシステムである。これらのレジンセメントは、レジンセメントの組成中に機能性モノマーを含有するため、保管環境によっては接着性能に影響を及ぼす可能性があるものの、これに関する情報は少ない。そこで、演者らは保管温度および保管期間の違いがユニバーサルアドヒーズ应用型自己接着性レジンセメントの象牙質接着性に及ぼす影響について、剪断接着試験およびレジンセメント-歯質接着界面について走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察を行うことで検討を加えた。

【材料および方法】

ユニバーサルアドヒーズ应用型自己接着性レジンセメントおよび付属のプライマーとして、SA Luting Multi + Clearfil Universal Bond Quick ER (クラレノリタケデンタル), Rely X Universal Resin Cement + Scotchbond Universal Plus Adhesive (3M Oral Care) および BeautiLink SA + BeautiBond Xtream (松風) とした。自己接着性レジンセメントおよび付属のプライマーの保管に関しては、インキュベーター保管 ($37 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm \% \text{RH}$, Ozone espec temp and chambers-220, ICB 条件), 恒温恒湿室保管 ($23 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 5\% \text{RH}$, CTR 条件) および冷蔵庫保管 ($5 \pm 1^\circ\text{C}$, TRF 条件) の3条件とした。保管期間については、ベースラインおよび1年とした。接着試験に際しては、ウシ下顎前歯の歯冠部象牙質を被着体として用い、所定の保管期間が終了した自己接着性レジンセメントおよびプライマーを使用した。プライマーの塗布に際しては、各製造者指示条件に従って塗布し、自己接着性レジンセメントの硬化に際しては、光照射を行う条件 (Dual-cure) とこれを行わない条件 (Self-cure) とした。また、プライマーを使用せず自己接着性レジンセメントのみで接着操作を行った条件を加えた (alone)。プライマー塗布面あるいはプライマーを塗布しない被着面にステンレスロッド (直径4 mm, 高さ2 mm) を接着させた。その際、ステンレスロッド被着面にはアルミナブラストを10秒間行い、少量のセメントペーストをステンレスロッド表面に塗布、196.8 N の条件でステンレスロッドを圧接した。荷重負荷下で、Dual-cure 条件では異なる方向の4か所から10秒ずつ、合計40秒間照射し、Self-cure 条件では荷重負荷下にて10分間放置した。接着試片を24時間水中に保管した後、万能試験機を用いて剪断接着強さを測定した。接着界面の微細構造については通法に従ってSEM観察した。

【成績および考察】

すべてのレジンセメントにおいて、プライマー使用群は保管環境および照射条件にかかわらず alone 群に比較して接着強さが高かった。また、保管環境および照射条件の違いは、ユニバーサルアドヒーズ应用型自己接着性レジンセメントの象牙質接着強さへの有意な影響因子であった。とくに、ICB 条件および CTR 条件はいずれの自己接着性レジンセメントにおいても保管期間の延長に伴って象牙質接着強さが低下する傾向を示した。

【結論】

供試したユニバーサルアドヒーズ应用型自己接着性レジンセメントの象牙質への接着性能は、用いる製品によって傾向は異なるものの、保管環境およびレジンセメント照射条件に影響を受けることが判明した。

生体安全性の高い深紫外線 222 nm 照射が CAD/CAM レジンブロックの象牙質接着性に及ぼす影響

日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻¹⁾, 日本大学松戸歯学部保存修復学講座²⁾

○石川 豊¹⁾, 小嶋 康世¹⁾, 今村 亮哉¹⁾, 神谷 直孝²⁾, 内山 敏一²⁾,
寺中 文子²⁾, 庫川 幸利²⁾, 小峯 千明²⁾

Effect of Bio-safety UVC 222 nm Irradiation on Dentin Adhesion of CAD/CAM Resin Blocks

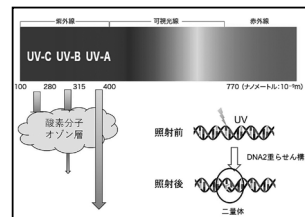
Operative Dentistry, Graduate School of Dentistry at Matsudo¹⁾

Department of Operative Dentistry²⁾,

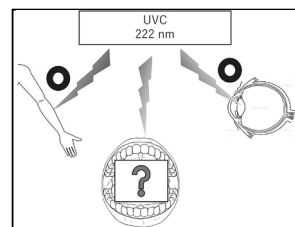
Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○Yutaka Ishikawa¹⁾, Yasutoshi Ojima¹⁾, Ryoya Imamura¹⁾, Naotaka Kamiya²⁾, Toshikazu Uchiyama²⁾,
Ayako Teranaka²⁾, Yukitoshi Kurakawa²⁾, Chiaki Komine²⁾

【目的】アメリカ合衆国産業衛生専門官会議により紫外線領域の限界閾値 (TVL) の見直しがされ, 国際基準において深紫外線 (UVC) 領域における生体に対する安全性も見直された。特に UVC (200-230 nm 帯) 領域ではすでに生体 (皮膚・角膜) に対して影響を及ぼすことが示されており, 医学をはじめ様々な分野で殺菌・コロナウィルス対策などに応用されている。しかしながら, UVC (222 nm) を歯科医療に応用した基礎的な知見は未だ認めない。



2022 年 4 月より保険適用となった CAD/CAM インレーは, 従来のメタルインレーと比べて審美性に優れており, 金属アレルギー患者にも適応である。通常, 保険診療内で行う間接修復は仮封期間を経てインレー体を装着するが歯面への汚染が懸念されている。現在では唾液タンパクに対して酸処理材をはじめとした様々な汚染除去対策を行っているが, 細菌に対する手法においては, 次亜塩素酸ナトリウム溶液での殺菌を行う事でレジンセメントにおける象牙質接着力の低下が懸念されている。そこで我々は窩洞面の殺菌は, 二次う蝕の予防に大変有意義な事と考えており, UVC (222 nm) 照射による殺菌力に着目した。本研究では, UVC (222 nm) を歯科医療に応用することを目的として, UVC (222 nm) 照射が CAD/CAM インレー体と象牙質における接着性に及ぼす影響を検討した。



【材料および方法】

- 1, 試料の作製: ウシ歯を切断機にて解剖学的歯頸線を目安に切断したのち歯冠部歯冠側約半分を切断後, 耐水研磨紙 #600 で研削し象牙質平坦面を作製した。露出象牙質面をパナビア V5 トゥースブライマー (クラレノリタケデンタル) を用いてメーカー指示に従い処理した。
- 2, 光源: UVC (222 nm) 研究用試作機 (TAO 企画社作製) を使用した。UVC (222 nm) 照射時間は, 照射しない群 (Control 群), 300 秒 (300 群) および 600 秒 (600 群) とした。
- 3, 接着試験: 接着体として CAD/CAM レジンブロックを切断機にて約 3 mm の厚さに切断し, 被着面を耐水研磨紙 #600 で研磨し, クリアフィルセラミックブライマープラス (クラレノリタケデンタル) を使用してメーカー指示に従いシランカップリング処理した。その後, レジンブロック被着面にパナビア V5 ペーストを塗布, ウシ歯被着面に圧接し, 1 kg 圧を負荷し重合硬化した。接着操作後, 30 分室温放置し 37°C 水中に 24 時間浸漬した。その後接着界面 1 mm のビーム状に試料をアイソメットにて切断し, クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件で小型万能試験機 (EZ Test, 島津製作所) にて微小引張接着試験を行った。
- 4, 統計分析: 得られた結果は, Dunnett's t-test を使用して, 有意水準を 5% として Control 群と 300 群および 600 群を比較した。

【結果および考察】微小引張接着試験の値 (MPa) は, Control 群 35.87 (±6.21 MPa), 300 群 33.01 (±3.11 MPa) および 600 群 42.86 (±4.50 MPa) であった。Control 群と比較し, 300 群では有意差は認めなかった ($P > 0.05$)。一方, Control 群と比較し, 600 群では有意に接着力の増加を認めた ($P < 0.05$)。すなわち, UVC (222 nm) を接着前に窩洞面に対して照射することにより, CAD/CAM レジンブロックとレジンセメントの象牙質接着力低下は認めなかったが, 600 群の有意な接着力増加の原因に関しては今後検討課題である。現在, UVC (222 nm) 照射のう蝕原因菌および根尖性歯周炎関連菌に対する有効性および宿主細胞に対する生体有害性を検討中である。今後の展望としては, まず閉鎖空間である根管内に着目し殺菌力を有し, 象牙質接着性を低下させない新規根管洗浄法として応用していくことを期待したい。

近年のオールインワンアドヒーズシステムの歯頸部齲蝕影響象牙質に対する接着性能

日本歯科大学 生命歯学部 接着歯科学講座

○伊藤立紀 古木健輔 杉山怜央 中澤美和 河本 芽 前野雅彦 柵木寿男

Bonding performance of recent all-in-one adhesive systems to cervical caries affected dentin

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

○ITO Tatsuki, FURUKI Kensuke, SUGIYAMA Reo, NAKAZAWA Miwa

KOMOTO Mei, MAENO Masahiko, MASEKI Toshio

【研究目的】患者の誰もが望む低侵襲性と審美的を兼ね備えたコンポジットレジン直接修復において、レジン接着システムの存在は極めて重要であるが、その簡便さからオールインワンアドヒーズシステムの臨床における使用頻度が高まっている。一方で、齲蝕影響象牙質はレジンとの強固な接着一体化が獲得し難い対象として知られている。そこで本研究では、近年のオールインワンアドヒーズシステムによる、修復対象となる頻度の高い歯頸部齲蝕影響象牙質に対する即時引張接着強さ (ITBS) について、評価検討を行った。

【材料および方法】被験歯には、本学部研究倫理委員会の承認 (NDU-T-2022-31) を経て、0.1%チモール水溶液に保存したヒト抜去小白歯の中から、歯頸部に中等度の齲蝕を有する歯と、齲蝕や実質欠損を認めない健全歯を各 32 歯選択した。齲蝕影響象牙質 (CAD) 試料の歯面調整では、齲蝕検知液を併用した低速回転のラウンドスチールバーによる臨床的な齲蝕象牙質外層の除去を行った。また対照として、健全歯の頰側歯頸部に対し、規格化 V 字状窩洞を形成し、歯肉側象牙質窩壁中央部の切削面を SD、歯頂側窩縁に付与したストレートベベルのエナメル質切削面中央部を SE とした。オールインワンアドヒーズシステムには、Clearfil Universal Bond Quick 2 (UQ2: Kuraray Noritake Dental)、Clearfil Universal Bond Quick ER (UQE: Kuraray Noritake Dental)、G-Premio BOND (GPB: GC)、Scotchbond Universal Plus Adhesive (SUP: Solvntum) の 4 種を用いた。対照には、2 ステップ型セルフエッチングシステムの Clearfil Mega Bond 2 (MB2: Kuraray Noritake Dental) を選択した。3 種歯面に対し、各システム指定の手順に従った処理を経て、カスタムメイドの小型引張接着試験器 (Portable Adhesion Tester, 東京技研) を用いて、処理完了後 2 分間以内の ITBS 値測定を行った。得られた測定値 (n=8) は、二元配置分散分析と Tukey の HSD 検定による統計学的解析を行った。

【成績および考察】統計学的解析の結果、被着歯面とレジン接着システムはそれぞれ ITBS 値に有意な影響を与えていた。Fig. 1 に、5 種システム統合の各歯面に対する ITBS 値を示す。CAD は対照の健全象牙質に対し有意に低い ITBS 値を示した。これは、齲蝕象牙質内層における器質変化に依るものと考えられ、CAD が特に注意深い対応を要する被着対象であることが示唆された。Fig. 2 に、各システムの 3 種歯面に対する ITBS 値を示す。UQ2 と SUP は、対照の MB2 と同様に歯面間で有意差を認めず、CAD に対して健全歯質と同等の接着性能を有することが明らかとなった。また UQE と GPB では、対照の MB2 と異なり、CAD が健全歯質に対して有意に低い値を示した。UQE は UQ2 の先行システムであり、UQ2 で新規採用された多官能性モノマーによるアドヒーズ層の強度向上が CAD への接着担保に有益であったと推察する。また、SUP では 20 秒間のラビング処理が指定されており、この操作が CAD に対する接着強さ獲得に有益であったと考える。一方、GPB では塗布直後に強風でのエアブローを行うことから、接着の獲得が困難な CAD に対しては、処理液のアクティブ処理や的確なエアブロー法の追究などの配慮によって接着の向上が図れる可能性が示唆された。

【結論】齲蝕影響象牙質はレジン接着システムによる接着獲得に不利な被着体であった。また近年のオールインワンアドヒーズシステムには、歯質を問わず同等の接着性能を発揮するシステムが存在した。

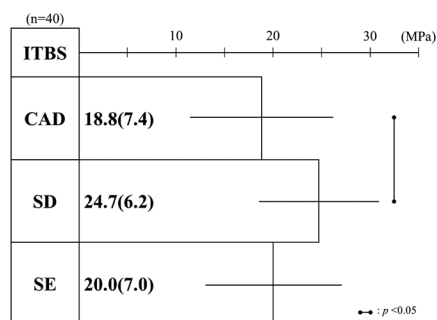


Fig. 1 Differences in ITBS among three types of cervical tooth substance

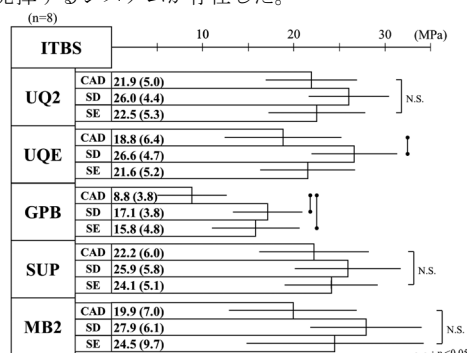


Fig. 2 Differences in ITBS among five adhesive systems to three type of cervical tooth substance

Comparative Wear Resistance of 3D-Printed Composite Resins and Other Dental Materials Using Enamel Cusps Replicas Method

○René Daher¹, Prathanporn Yantarasri¹, Julian Leprince¹, Ivo Krejci¹, Stefano Ardu¹, Jae-Hyun Lee²

¹ University of Geneva, Geneva, Switzerland

² Seoul National University School of Dentistry, Seoul, Republic of Korea

Purpose.

Ceramics are more commonly used in clinical situations of bruxism in a belief to avoid restoration volume loss by abrasion that could occur with resin-based materials. However, previous studies have not conducted wear assessments using the same material for both the restorative material and its antagonist. Could softer materials present less wear against themselves than harder materials? The newly introduced 3D-printed composite resin also has no evidence supported in terms of wear resistance property.

Material and Methods.

Sixteen 4-mm thick slices were prepared from each of the following materials: 3 different 3D-printed composite resins (Crowntec, VarseoSmile Crown Plus and Temp PRINT), 7 subtractive CAD/CAM materials (Initial Lisi, IPS e.max CAD, Katana Zirconia, Katana Avencia, Telio CAD, Tetric CAD, Vita Enamic) and 3 light-curing composite resins for direct restoration (Clearfil Majesty ES-2 Classic, Tetric EvoCeram and Els flow). Subsequent to the polishing procedure, half of the specimens were submitted to 300,000 cycles of mechanical loading by enamel antagonists with thermal cycles. The other half of the specimens were submitted to the same conditions but with exact replicas of each of the enamel antagonists, fabricated with the same material as the tested slice. Slice and antagonist wear volumes were measured using a desktop optical scanner and statistical analysis was performed on wear values.

Results. Lithium disilicate groups were among the groups that presented highest wear on enamel antagonists and total vertical volume loss against both types of antagonists, while Katana Zirconia and resin-based materials including 3D-printed composite resins Crowntec and VarseoSmile Crown Plus as well as direct composite resins Els flow and Clearfil Majesty ES-2 Classic presented significantly lower total wear volumes.

Conclusions. This study showed that in contrast to previous findings, softer and easier to produce materials had less wear than some harder materials like lithium disilicate. The tested 3D-printed composite resins may be considered as a good restorative option especially in bruxism or erosion cases where opposing teeth require restorations. This particular testing method also bypasses multiple limitations of other commonly used methods by using restorative materials as antagonists instead of ceramic or metal, and that also allows a direct comparison to the wear caused by enamel through the production of cusp replicas.

象牙質表面の湿潤状態が自己接着性コンポジットレジンの 象牙質接着強さの長期耐久性に及ぼす影響

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, 二階堂 徹

Effects of surface moisture on long-term durability of the dentin bond strength of a self-adhesive resin composite

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

○Shojiro Shimizu, Hanemi Tsuruta, Toru Nikaido

【目 的】

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, 臨床では1ステップセルフエッチングシステムが広く普及しつつある. さらに簡略化をめざし, 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も登場しているが, 臨床での適応範囲は限られるのが現状である.

本研究では MDP 含有自己接着性コンポジットレジンの象牙質接着面における湿潤条件の影響について, 微小引張り接着試験を用いてサーマルサイクル試験後の耐久性を評価した.

【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 で研削して象牙質平坦面を作製した. その後, 象牙質被着面の湿潤条件は, wet 群: 被着面を蒸留水ですすいだ後に, キムワイプで拭き取り水分を除去, 10 s 群: 被着面を蒸留水ですすいだ後に 10 秒間マイルドエアブロー, 30 s 群: 被着面を蒸留水ですすいだ後に 30 秒間マイルドエアブローの3群に分けた. 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. 接着方法は各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℃で 24 時間水中保管後, 硬組織精密切断機 (Isomet, Buehler) にて, 1.0 mm × 1.0 mm のビーム状試料を作製した. さらに得られた試料は, サーマルサイクル試験 (TC) を 5 - 55℃, 30 秒間に 5000 回行った. 24 時間後および TC5000 回の試料片を小型卓上試験機 (EZ-SX, SHIMADZU) に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. 得られたデータは, μ TBS の結果は二元配置分散分析 (two-way ANOVA) および Bonferroni 法 ($p < 0.05$) を用いて統計処理を行った ($n=15$).

【結果および考察】

各群の μ TBS (MPa) の平均値±標準偏差は, 24 時間後において wet 群: 21.7±4.1, 10 s 群: 25.7±6.9, 30 s 群: 19.8±4.1 であった. TC5000 回において wet 群: 13.3±3.3, 10 s 群: 21.9±5.4, 30 s 群: 15.7±3.8 であった. 24 時間後において Wet 群および 10s 群は 30s 群と比較して有意に高い値を示した ($p < 0.05$). 一方, wet 群および 10 s 群の間に有意差は認められなかった. TC5000 回において 10 s 群は wet 群および 30 s 群と比較して有意に高い値を示した ($p < 0.05$). 一方, wet 群および 30s dry 群の間に有意差は認められなかった. いずれの湿潤条件においても TC5000 回は 24 時間後と比べて有意に低い値を示した ($p < 0.05$). 24 時間後および TC5000 回において 10 s 群が 30 s 群と比較して象牙質接着強さ上昇したのは, 象牙細管内に残留した水の影響により, 自己接着性コンポジットレジンに含まれる MDP によって H⁺ の電離が促進されたためと考えられる. また, 24 時間後よりも TC5000 回で象牙質接着強さが有意に低下したのは, 自己接着コンポジットレジンに含まれる MDP によってレジンの吸水性が増加するため, 接着界面に影響を及ぼしたと考えられる.

【結 論】

自己接着性コンポジットレジンでは, 24 時間後では wet 群および 10 s 群は 30 s 群より, 高い象牙質接着性能を示した. しかし, TC5000 回ではいずれの湿潤条件においても有意に低い値を示した. 自己接着性コンポジットレジンでは, 象牙質表面の水分によって初期接着強さが向上するが, 長期耐久性に影響を及ぼすことが示唆された.

バルクフィルコンポジットレジンユニバーサルシェードと従来型コンポジットレジンとの色調適合性の比較検討

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
○村瀬由起, 二階堂 徹

Examination of color compatibility between universal shade of bulk-fill resin composites and conventional resin composites.

Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science
and Rehabilitation, Asahi University School of Dentistry
○Murase Yuki, Nikaido Toru

【目 的】

シェードのない色調適合性の良いコンポジットレジン (CR) が CR 修復において注目されている。さらに、深い窩洞を一度に充填できるバルクフィルコンポジットレジンのユニバーサルシェードの商品が開発された。そこで各シェードのレジンプロック上で CR 試料を重ねて測色し、従来型のユニバーサルシェードや支台築造用の CR などと比較検討した。

【材料および方法】

背景色としてエステライトΣクイック(トクヤマデンタル)の各シェード(A1, A2, A3, A3.5, A4, C3)の CR ブロック(大きさ 15mm×12mm、厚さ 10mm)を作製した。バルクフィルコンポジットレジンとして、OMNICHROMA FLOW BULK(トクヤマデンタル、以下 OFB)とフィルテックTMフィルアンドコアフローコンポジットレジンプラス(U, 3M、以下 FCU)を用いた。ユニバーサルシェードコンポジットレジンとして、OMNICHROMA FLOW (トクヤマデンタル、以下 OF)とビューティフィルユニシェードフロー(松風、以下 BU)を用いた。また、従来型のコンポジットレジンとして、クリアフィルマジエスティ ES フロー(A2、クラレノリタケデンタル、以下 Cont. 1) とビューティフィルフロープラス X(A2、松風、以下 Cont. 2)を用いた。

各 CR の円柱状試料(直径 10mm、厚さ 1 mm)を作製した。光照射時間は、各社の指示通り行った。CR ブロックの色彩(CB)および CR ブロックにグリセリンを介して静置した各 CR 試料の色彩をデジタル色調分析器 (SE7700、日本電色)を用いて測色し、色差値を求めた ($L^*a^*b^*$ 表色系、 $n=10$)。

【結 果】

CR 試料を CR ブロックに静置した場合、 L^* 値は OFB と FCU では低下、BU と Cont.1 と Cont.2 では増加するものがあった。OF は A1 と A2 では低下したが、それ以外では増加する傾向が認められた。 a^* 値は OFB と FCU と OF と BU の群で増加するものがあった。一方、 b^* 値について OFB と OF は増加するのに対して、他の群では低下した。CR ブロックに CR 試料を静置する前後の ΔE^*ab の値を Table. 1 に示す。色差値は全群で OFB と OF が 6 未満であったのに対し、BU と Cont.1 と Cont.2 はシェードが暗くなるほど色差値は大きくなり、FCU は全群でほぼ同程度であった (Table. 1)。

Table.1 ΔE^*ab values of various samples against the each shade CR surface($n=10$).

ΔE^*ab	OFB	FCU	OF	BU	Cont.1	Cont.2
A1	5.74±0.07	6.31±0.13	5.54±0.06	6.35±0.11	2.11±0.10	5.48±0.12
A2	5.43±0.17	6.41±0.23	4.93±0.16	7.25±0.14	2.92±0.22	6.06±0.21
A3	3.94±0.14	6.00±0.26	3.86±0.15	8.91±0.12	4.84±0.17	7.91±0.14
A3.5	2.28±0.05	6.70±0.06	3.77±0.08	12.18±0.09	8.37±0.12	11.39±0.11
A4	1.99±0.04	7.31±0.13	3.51±0.10	12.95±0.07	9.02±0.14	11.98±0.13
C3	3.02±0.07	6.71±0.16	3.91±0.10	11.33±0.10	7.63±0.08	10.65±0.18

【考察およびまとめ】

顔料や着色剤を使用して色調を調整している材料は、特定の色調域での適合性は高いが、その色調域を外れると適合性は著しく低下する傾向にある。また、肉眼的に透明感の高い OFB と FCU と OF は下地の色を透過しやすいことが考えられるが、このように色差値の変動に違いが生じたのは、顔料を含まない OFB と OF が下地の色を透過させているだけでなく、構造発色という特性が関与したものと示唆される。

歯科用測色器とシェードガイドのシェードに関する研究

ホワイトエッセンス株式会社 ヘルスケア事業本部
○中畑亜加音、新井未知可、ウィジェツンガチャマリ、浅木隆夫

Relationship between a dental spectrophotometer and shadeguide

White Essence Co.,Ltd, Health Care Division
○NAKAHATA Akane, ARAI Michika, WIJETUNGA Chamari L, ASAKI Takao

【緒論】

歯の漂白（ホワイトニング）処置の前後に測色を行い、それを記録することは、治療効果を患者さんに説明するためにも重要である。歯の測色方法は、シェードガイドを用いる視感比色法と測色機器を用いた測色法に大別される。視感比色法では簡便であり、一方、測色機器による測色は、客観的で定量的な測定が可能である。視感比色法と測色機器を用いた測色はいずれも確立された測色方法であるが、それらの相関については必ずしも明らかではない。そこで、本研究では、シェードガイドの各シェードタブを測色機器によって測色し、その表示されたシェードの一致率について検討した。

【材料および方法】

VITA Classical シェードガイド（VITA-白水貿易）A1～D4 の 16 シェードと Ivoclar Bleach Shades（Ivoclar Vivadent）BL1～BL4 の 4 シェードの計 20 のシェードタブをデジタルシェード測定器（WE シェード、ホワイトエッセンス、Fig 1）を用いて黒色の背景で測定し、表示されたシェードを記録した。各シェードタブ、それぞれ 100 回測定を繰り返した。測定モードは、「全体平均」と「3 点測定」の 2 種類のモードで行い、3 点測定では歯冠中央部のシェードのみを記録した。また、シェードタブを明度順（BL1...BL4, B1, A1...A4, C4）に並べて、明度の高い順に 1 から番号を付した際の、計測したシェードタブと WE シェードに表示された各モードでのシェードの相関係数を算出した。

【結果および考察】

測定したシェードと WE シェードに表示されたシェードの一致率はシェードタブによってまちまちであった。各シェードタブにおける一致率は、「全体平均」モードでは、11 シェードで 95%以上の一致率であり、「3 点測定」モードの歯冠中央では、10 シェードで 95%以上の高い一致率であった。ただし、両測定モードで高い一致率を示したシェードは、必ずしも同じではなかった。計測したシェードタブと WE シェードに表示された各モードでのシェードの Spearman の順位相関係数は、それぞれ 0.976 と 0.984 で有意な高い正の相関が認められた。これらの測色結果は、視感比色法よりも一致率は高いもの考えられるが、さらなる検討が必要と思われる。

本研究に用いた WE シェードは、軽量の分光光度計で、画像の保存も可能である。また、歯面全体のシェードを表示するのみならず、歯面を 3 分割あるいは 9 分割して、それぞれの箇所のシェードを表示することも可能である。本装置は歯冠修復治療の際のシェードテイキングのみならず、歯の漂白処置前後の歯の色調の記録に有用な測色装置と考えられる。本装置の有用性を明らかにするためには、他のシェードガイドを用いた評価、他の測色装置との比較、および、臨床的な評価等、さらなる検討が必要と思われる。

【結論】

デジタルシェード測定器 WE シェードを用いて、シェードガイドのシェードタブの測色を行ったところ、シェードタブと測定器に表示されるシェードは高い正の相関を示した。



Fig 1. WE Shade
(White Essence, Japan)

ユニバーサルボンドとレジンセメントの組み合わせが歯質への接着強さに及ぼす影響

1)岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野

2) 東北大学大学院歯学研究科 歯科生体材料学分野

3) 岡山大学病院 歯科 (総合歯科部門)

○入江正郎¹⁾, 岡田正弘^{1,2)}, 矢部 淳³⁾, 武田宏明³⁾, 山本直史³⁾, 松本卓也¹⁾

Study on Bond Strength to tooth structure of Universal Pretreating Agents

1)Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences.

2)Department of Dental Biomaterials, Tohoku University Graduate School of Dental Sciences.

3) Department of Department of Comprehensive Dentistry, Dentistry, Division of Dentistry, Okayama University Hospital

○Masao IRIE¹⁾, Masahiro OKADA^{1,2)}, Atsushi YABE³⁾, Hiroaki TAKETA³⁾, Tadashi YAMAMOTO³⁾, Takuya MATSUMOTO¹⁾

【 緒言 】

CAD/CAM の導入に伴い種々のセラミックス系材料が登場し、それに適応すべく種々のレジンセメントも登場した。今回は、これらレジンセメントの基礎的な情報の一環として、各レジンセメントの推奨前処理材と、新規のユニバーサルボンド (BONDMER Lightless II, Tokuyama Dental, 以後 BL II) を歯質接着強さから比較検討した。

【 材料と方法 】

下記の Table に使用したレジンセメントと前処理材を示す。方法は、ISO の接着強さの測定指針 (ISO/TR 11405) を参考にして行った。ヒト歯質 (エナメル質と象牙質) を使用し (岡山大学大学院医歯薬学総合研究科および岡山大学病院倫理委員会: 承認番号 研 1901-036), トリミングして被着面 (直径約 5 mm, 厚さ約 2 mm) を確保した。被着面を、# 320 耐水研磨紙で最終研磨後、被着面上にテフロンモールドを固定し、このモールド内に各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) を接着させた。Super-Bond Universal は 37°C 恒温室に 8 分間保存して硬化させ、それ以外のレジンセメントは光照射 (20×2 秒間) して硬化させた。1 日間 37°C 蒸留水中浸漬後せん断接着強さを測定した。

【 結果と考察 】

Table にせん断接着強さの結果を示す。各レジンセメントは、今回の BL II で処理することにより、推奨前処理材と比較して接着強さに有意差がなかった (歯質処理していない SA Luting Multi を除く)。BL II 処理では、推奨前処理材と同様の安定した値を示したことから、BL II 処理の汎用性が確認された。破断後の表面は、多くがセメントが付着した凝集破壊像が観察され、セメント自身の機械的強さの影響が考えられた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 Shear bond strength to tooth structure after one-day storage (MPa)

	Luting cement (recommended primer, Manufacturer)				Mean (S.D.)			
					To ENAMEL		To DENTIN	
					by recommended primer vs. by BL II		by recommended primer vs. by BL II	
ESTECCEM II (BONDMER Lightless II, Tokuyama Dental)	27.1 (2.6)				—		26.0 (4.8)	—
Calibra Ceram (Prime&Bond universal, Dentsply Sirona)	24.5 (4.4)	vs.	25.2 (5.0)	NS ^a			23.1 (3.1)	vs. 24.7 (3.8) NS
RelyX Universal Resin Cement (Scotchbond Universal Plus Adhesive, 3M)	23.7 (4.1)	vs.	26.4 (4.2)	NS			26.6 (3.5)	vs. 25.0 (3.2) NS
Nexus Universal Chroma (OptiBond eXTRA Universal, Kerr)	28.6 (5.9)	vs.	28.1 (4.1)	NS			27.6 (4.7)	vs. 27.0 (3.7) NS
Variolink Esthetic DC (Adhese Universal, Ivoclar Vivadent)	23.4 (3.9)	vs.	26.0 (2.6)	NS			24.1 (2.3)	vs. 26.8 (4.1) NS
G-Cem ONE EM (Adhesive Enhancing Primer, GC)	27.7 (4.7)	vs.	29.8 (3.7)	NS			27.3 (4.5)	vs. 26.8 (3.9) NS
ResiCem EX (BeautiBond Xtreme, Shofu)	22.1 (4.6)	vs.	25.0 (3.4)	NS			22.0 (3.5)	vs. 24.3 (3.6) NS
Panavia V5 (Panavia V5 Tooth Primer, Kuraray Noritake Dental)	24.1 (3.6)	vs.	24.1 (3.6)	NS			25.1 (4.4)	vs. 24.0 (3.0) NS
SA Luting Multi (No pretreating, Kuraray Noritake Dental)	17.4 (3.4)	vs.	22.5 (2.2)	S			17.6 (2.0)	vs. 22.4 (3.8) S
ZEN Universal Cement (ZEN Universal Bond, Sun Medical)	26.7 (3.4)	vs.	25.1 (3.9)	NS			25.3 (5.6)	vs. 23.4 (4.4) NS
Super-Bond Universal (TEETH PRIMER, Sun Medical)	25.2 (3.3)	vs.	23.9 (3.5)	NS			23.9 (3.0)	vs. 23.8 (3.7) NS

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

【 文献 】

¹⁾ Irie M *et al.*, *Polymers* 2023, 15, 1128.

オフィスホワイトニング材がシングルシェードコンポジットレジン の色調および表面性状に及ぼす影響

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⁾
○杉村留奈¹⁾, 高見澤俊樹^{1,2)}, 青木良太¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}

Influence of an In-office Whitening Agent on the Color Changes and Surface Characteristics of the single-shade resin composites

Department of Operative Dentistry¹⁾, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²⁾,
Nihon University School of Dentistry

○SUGIMURA Runa¹⁾, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2)}, AOKI Ryota¹⁾, MIYAZAKI Masashi^{1,2)}

【研究目的】

単一シェードで充填が可能なコンポジットレジンが開発され、臨床応用されている。これらのシングルシェードコンポジットレジンには、光透過性および光拡散性を調整することで窩洞周囲との色調適合性を向上させるものと、構造色の技術を応用したものがある。しかし、オフィスホワイトニング材の塗布が、シングルシェードコンポジットレジン自体の色調および表面性状に及ぼす影響については不明な点が多い。そこで、オフィスホワイトニング材が、シングルシェードコンポジットレジンの色調変化および表面性状に及ぼす影響について、ホワイトニング前後の色差、表面粗さ、光沢度および走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察から検討した。

【材料および方法】

シングルシェードコンポジットレジンとして Omnichroma (OC, トクヤマデンタル), Beautifil Unishade (BU, 松風), A・UNO Universal Basic (AU, ヤマキン) および Transcend (TU, Ultradent Products) を用いた。オフィスホワイトニング材として, Opalescence Boost 35% (Ultradent Products) を用いた。試片の製作に際しては、それぞれのコンポジットレジン直径 10 mm, 高さ 2 mm のプラスチックモールドに充填, 光照射を行い, 重合硬化させた。次いで, 耐水性 SiC ペーパーの #2,000 まで順次研削し, 人工唾液中に 24 時間保管し, 測定用の試片とした。オフィスホワイトニング材の塗布については, ホワイトニング材塗布時間 20 分×3 回を 1 セッションとして, これを一週間毎, 合計 3 回繰り返した。ホワイトニング前後の試片の色調測定は, 分光測色計 (CMS-35FS, 村上色彩技術研究所) を用いて行い, 測定部位については白色および黒色標準色板上で異なる 3 点をそれぞれ測色した。それらの平均値を算出し, 得られた測色値については CIELab 法によるパラメーター (L^* , a^* および b^*) から, 漂白前後のコンポジットレジンの色差 (CIELAB ΔE^*_{ab} , CIE DE2000 ΔE_{00} および ΔWI_D) を求め, 比較検討した。表面粗さ (Sa) についてはレーザー顕微鏡 (VK-8700, キーエンス) を用いて測定した。表面粗さの測定後, 光沢計 (GM-26D, 村上色彩技術研究所) を用いて光沢度を測定した。また, シングルシェードコンポジットレジンのフィラーの性状およびホワイトニング前後の形態的な変化を SEM (FE-8000, エリオニクス) 観察した。

【成績および考察】

ホワイトニング前後のシングルシェードコンポジットレジンの色調変化 (ΔE^*_{ab} および ΔE_{00}) は, BU を除くコンポジットレジンでは, いずれの背景色板およびホワイトニング回数においても有意差は認められなかった。一方, BU においては 3 回目の漂白後に有意に高い値を示した。また, いずれのコンポジットレジンにおいてもホワイトニング回数および背景色板の違いにかかわらず ΔWI_D に有意差は認められなかった。表面粗さについては, BU および TU では漂白前後で有意差は認められなかったものの, AU と OC では漂白後に有意に高い表面粗さを示した。光沢度は, いずれのコンポジットレジンにおいても漂白前と比較して, 漂白後の光沢度は有意に低い値を示した。シングルシェードコンポジットレジンの SEM 観察から, BU, AU および TU では不定形フィラーを含有しているものの, OC のフィラーでは球状フィラーを呈していた。また, ホワイトニング後の SEM 観察からは, BU では粗造面を呈し, マトリックスレジンとフィラーの接合部が明瞭であった。一方, OC においては部分的にフィラーが脱落した像が観察された。

【結論】

オフィスホワイトニング材がシングルシェードコンポジットレジンの色調および表面性状に及ぼす影響は, 用いた製品によって傾向は異なるものの, いずれのコンポジットレジンにおいてもその影響は軽微であり臨床的には問題とならないことが示唆された。

無水リン酸カルシウムがグラスアイオノマーセメントの機械的性質に及ぼす影響

鶴見大学歯学部保存修復学講座

○黒澤祥世, 佐々木里那, 相澤大地, 岡田彩子, 山本雄嗣

Influence of Calcium Phosphate Anhydrous on Mechanical Properties of Glass Ionomer Cement

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○KUROSAWA Sachiyo, SASAKI Rina, AIZAWA Daichi, OKADA Ayako and YAMAMOTO Takatsugu

【研究目的】超高齢社会となった現在, 根面う蝕修復を含む高齢者の保存修復治療において, 持続的にフッ素を徐放し且つ充填操作がシンプルな従来型グラスアイオノマーセメント (GIC) の需要が増している. 我々は GIC の物性向上と機能付加を目指し, 生体内硬組織の主要構成成分であるとともに, 歯質の石灰化やタンパク質の担持などのユニークな特性を有する無水リン酸カルシウム (CPA) に着目した. 今回, 市販の GIC に CPA 粉末を配合し, 機械的性質への影響を評価した.

【材料と方法】CPA 粉末 (太平洋化学産業) と GIC (フジVII, GC) を本実験に使用した. GIC に CPA を 10, 20, 30 および 40wt.% を配合し, メーカー指定の粉液比で混和して試料を作製した. なお CPA 無配合 (0wt.%) のものを対照群とした.

1. 破壊靱性値の測定

ノッチを有する板状試片 ($2.5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$) を用いる SENB 試験によって測定した ($n=4$). セメント試片は 37°C 水中で 1 日保管してから測定に供した. なお曲げ試験はクロスヘッドスピード毎分 1.0 mm , 支点間距離 20 mm で行った.

2. 曲げ弾性率ならびに曲げ強さの測定

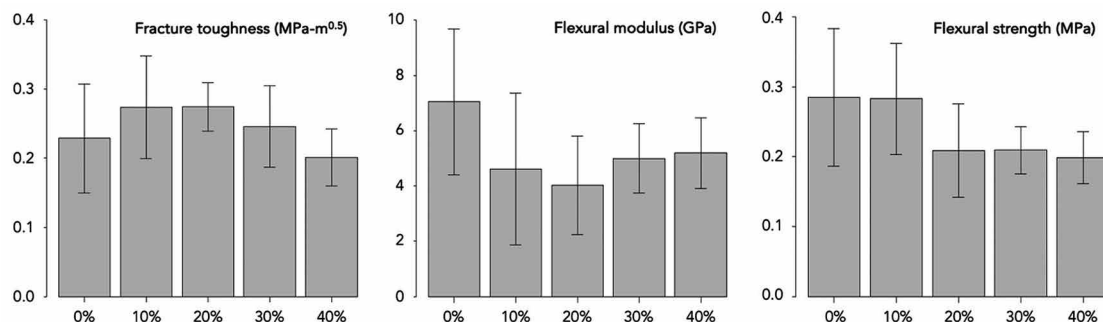
各セメントで棒状試料 ($2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$) を作製し, 上記と同様に保管した後に 3 点曲げ試験を行った ($n=5$). 試験条件はクロスヘッドスピード毎分 1.0 mm , 支点間距離 20 mm とした.

3. 画像分析

各セメントの円柱試料 ($\phi 4 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$) をエポキシ包埋し, 試料表面を研磨したのち走査型電子顕微鏡で観察, また EPMA により Ca と P の元素分析を行った.

【結果および考察】

結果を下グラフに示す. それぞれの結果でグループ間に有意差は認められなかった (ANOVA, $p > 0.05$).



- ・破壊靱性値の平均は $0.20 \sim 0.27 \text{ MPa-m}^{0.5}$ となり, 10%群と 20%群が 0%群よりも高くなる傾向を示した.
- ・曲げ弾性率は CPA の配合とともに減少したが, 配合率の影響は認められなかった.
- ・曲げ強さは CPA10%では減少せず, 20%を超えると減少する傾向を示した.
- ・EPMA 分析では配合率の上昇に伴って Ca と P の濃度は高くなった.

以上の結果から, CPA の配合で従来型グラスアイオノマーセメントの機械的性質が変化することがわかった.

【まとめ】CPA の配合は従来型グラスアイオノマーセメントの機械的性質に影響した. 破壊靱性と曲げ特性の挙動は必ずしも一致せず, CPA 粉末の物性やセメントマトリックスとの結合状態が影響していると推測された.

本研究は JSPS 科研費 JP24K12938 の助成を受けたものである.

亜鉛徐放性ガラスアイオノマーセメントの象牙質脱灰抑制効果

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 口腔制御学分野

○Kyaw Htet, 平石典子*, Panchanit Ubolsa-ard, 島田康史

Effect of zinc-releasing glass ionomer cement on preventing dentin demineralization

○Kyaw Htet, Noriko Hiraishi*, Panchanit Ubolsa-ard, Yasushi Shimada

*Department of Cariology and Operative Dentistry, Division of Oral Health Science,
Graduate School of Medical and Dental Science, Tokyo Medical and Dental University, Japan.***Objective:**

Glass ionomer cements (GICs) have been popular in dental restorations due to their fluoride release and strong adhesion to teeth. Caredyne-Restore, a new GIC with BioUnion Filler, has been developed to enhance anti-demineralization and remineralization by releasing ions such as Zn^{2+} , F^- , and Ca^{2+} . This study aimed to evaluate the anti-demineralization ability of zinc-releasing glass ionomer cement under acidic challenging on root dentin surface.

Materials and Methods:

Dentin specimens were obtained from cervical portion of bovine incisor roots. The specimens were divided into three groups based on the material applied: Control (without GIC), Conventional GIC (Fuji IX, GC CORPORATION, Tokyo), and Caredyne Restore (GC CORPORATION, Tokyo). The specimens were subjected to a 4-week pH-cycling process. The pH cycling was daily performed 4h at pH 4.5 (demineralizing solution) and 20h at pH 7.4 (simulated body fluid, Kokubo *et al.*, 2006). Demineralization was assessed using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT), transverse microradiography (TMR), and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). The data were analyzed by one-way ANOVA for FTIR and two-way ANOVA for TMR with Tukey's post hoc tests at the significance level of 0.05.

Results:

The statistical analysis for both FTIR (Table 1, Phosphate/amide) and TMR (Table 2, lesion depth) tests showed a significant difference ($p < 0.05$) between the groups, with the Caredyne Restore group having the highest mineral contents, followed by the Fuji IX group, and the control group showing the least. The SS-OCT images showed sound surface adjacent to the margin of the restoration in the Caredyne Restore and Fuji IX groups, while a demineralized zone was detected in the control group.

Conclusion:

In the case of Caredyne Restore, effective release of zinc probably occurred under acidic conditions of pH cycling, resulting in Caredyne Restore being most effective in reducing lesion depth and promoting remineralization of root surface dentin.

Clinical significance:

Caredyne Restore is promising for the treatment of root surface caries because of its ability to release effective ions in acidic conditions and thus reduces lesion progression and promote remineralization in secondary caries situations.

Table 1	Phosphate/amide
Control	0.47 (0.11) ^a
GI	1.29 (0.13) ^b
CR	1.89 (0.30) ^c
Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$)	

Table 2	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks
μm				
Control	2637.17 (296.0) ^{Aa}	3554.48 (806.83) ^{Aab}	4200.95 (359.03) ^{Abc}	4546.22 (458.43) ^{Ac}
GI	-13.47 (7.02) ^{Ba}	-23.69 (7.10) ^{Bab}	-31.98 (8.65) ^{Bbc}	-41.68 (7.02) ^{Bc}
CR	-33.13 (8.72) ^{Ba}	-38.23 (5.22) ^{Bab}	-45.03 (17.37) ^{Bab}	-54.21 (7.33) ^{Bb}
Different uppercase and lowercase letters indicate significant differences in each column and in each row, respectively ($p < 0.05$).				

ゼオライト薄膜シリカコーティング法を応用したジルコニアに対する接着強さの検討

¹⁾朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学

²⁾朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座口腔生化学

○土山博司¹⁾, 鶴田はねみ¹⁾, 上野恭平²⁾, 伊藤里帆¹⁾, 清水翔二郎¹⁾, 二階堂徹¹⁾

Examination of adhesive strength to zirconia using zeolite thin film silica coating method

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

Department of Oral Biochemistry, School of Dentistry, Asahi University

○Hiroshi Tsuchiyama, Hanemi Tsuruta, Kyohei Ueno, Riho Ito, Shojiro Shimizu, Toru Nikaido

【目的】

近年, CAD/CAM 技術の発展により, ジルコニアを用いた歯冠修復治療が注目されている. ジルコニアの組成にはシリカが含まれていないため, シラン処理が有効でないことが報告されている. ゼオライトは均一な微細構造を有する結晶性アルミノケイ酸塩材料で, 構成元素組成により吸着能・イオン交換能などが制御可能である. また, Zr はゼオライトの骨格構成元素ともなり, シリカを含有していることから, ジルコニアの表面にゼオライトが均一に形成され, 表面微細構造を付与することができれば, ジルコニアの接着性能向上につながると考えられる.

そこで本研究では, 純シリカで構成されたゼオライトをジルコニア表面にコーティングをさせることで, ジルコニアの接着にシラン処理が有効であるかを検討した.

【材料と方法】

本研究で使用したゼオライト薄膜は, 構造規定剤 (テトラプロピルアンモニウムブロミド) を精製水に溶解後, コロイダルシリカと水酸化ナトリウムの順に混合し, 1 時間攪拌したものを用いて調製した. 接着試験に使用した材料は, ジルコニア基板 (Zpex Smile 東ソー), パナビア V5, セラミックプライマープラス, アロイプライマー (クラレノリタケデンタル) を用いた.

ジルコニアを未処理群 (CN), アルミナブラスト処理群 (SB), ゼオライトコーティング群 (ZC) の 3 種類に分けた. 各試料表面を #600 耐水研磨紙で研削後, SB 群は 0.2MPa アルミナブラスト処理を行い, ZC 群はゼオライト合成溶液をジルコニア基板と共にゼオライト薄膜合成用耐圧容器に導入し, 160℃ で任意の時間水熱処理することで調製した. その後, 精製水で 1 時間洗浄・乾燥後, 接着試験に使用した.

各試料表面にセラミックプライマープラスを業者指示通りに表面処理し, 両面テープ (直径 4mm, 厚さ 50 μ m) を貼付して被着面積を規定した. ステンレスロッドをパナビア V5 を用いて植立して接着させ, 5 方向から各 10 秒間, 合計 50 秒間光照射後, 30 分間静置してから 37℃, 24 時間水中保管した. その後, 万能試験機 (オートグラフ AGS-X, 島津製作所) を用いて, クロスヘッドスピード 1.0mm/min で引張接着試験を行った. その後, 破断面形態を SEM (JSM-IT200 日本電子株式会社) にて観察した.

得られたデータは, 正規性および等分散性の確認後, 一元配置分散分析 (one-way ANOVA) と Bonferroni 法にて統計処理を行った. ($p < 0.05$)

【結果と考察】

引張接着試験の結果, SB 群は CN 群・ZC 群より高い接着強さを示した. また, ZC 群は CN 群よりも高い接着強さを示した. ZC 群が SB 群よりも低い接着強さを示したのは, ゼオライトの構成成分にケイ素を含んでおり, シラン処理が可能であるが, ジルコニアに対するゼオライトの化学的結合が低いからではないかと考えられた. また, 引張接着試験後の ZC 群を SEM 観察した結果, ジルコニア表面にゼオライトの観察を認め, ゼオライトの結晶内にレジンセメントの残留が認められた. 以上より, ゼオライトが化学的にジルコニアおよびレジンセメントに結合していると考えられた.

【結論】

ZC 群は SB 群に比べて低い接着強さを示した. ゼオライトはジルコニアの表面に対して, コーティング処理を施すことが可能であることが示された.

生活歯と変色した失活歯を含む上顎両中切歯に対する 超高透光性ジルコニアを用いたラミネートベニア修復による審美性の改善

愛知学院大学歯学部保存修復学講座¹

Citta eterna²

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

○前迫真由美¹、北村 悠²、辻本暁正^{1,3,4}

Aesthetic improvements for vital and discolored non-vital maxillary incisors using ultra-translucent zirconia veneers

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

Citta eterna²

Department of Operative Dentistry, University of Iowa College of Dentistry³

Department of General Dentistry, Creighton University School of Dentistry⁴

○MAESAKO Mayumi¹, Yu Kitamura², TSUJIMOTO Akimasa^{1,3,4}

【緒言】

近年、間接修復材料としてインレー、アンレーあるいはラミネートベニア修復に適応可能な超高透光性ジルコニア (Lucent Ultra, Shofu) が開発・臨床応用されている。そこで、生活歯と失活歯を含む上顎両中切歯に対する超高透光性ジルコニアを用いたラミネートベニア修復による審美性の改善を行った症例を報告する。

【症例】

43歳女性。約20年前に上顎両中切歯に対しラミネートベニア修復処置を行ったものの、その修復物の破折および変色を主訴に愛知学院大学歯学部附属病院審美歯科診療部に来院した。上顎右側中切歯は生活歯であるもののラミネートベニア修復の破折が認められた。また、上顎左側中切歯におけるラミネートベニア修復は顕著な変色を認め、対象歯は失活歯で緊密な根管充填がされており根尖病巣は認められなかった。まず、最終修復処置に先立ち上顎右側中切歯のラミネートベニア破折部に対するコンポジットレジンを用いた補修修復を施し、その後上顎左側中切歯に対するウォーキングブリーチを行うこととした。上顎両中切歯に対するラミネートベニアの製作に際しては、強化型プレスセラミックおよび超高透光性ジルコニアを用いて修復物を製作した。その結果、患者は超高透光性ジルコニアを用いて製作したラミネートベニア修復を希望したため、これらの修復物を装着した。

【治療経過】

初回来院時、上顎右側中切歯におけるラミネートベニア破折部に対してコンポジットレジンを用いた補修修復を行った。その後、上顎左側中切歯の口蓋側面からウォーキングブリーチを行うため旧修復物および根管充填材を除去し、従来型グラスアイオノマーセメントを用いて裏層した。次いで、35%過酸化水素オフスホワイトニング材を製造業者指示に従って髄腔内に5分塗布、薬剤に対する光照射を3分行い、7分静置した。これを1度の来院毎に3回、合計3クール行った。最終修復処置に際しては、ラバーダム防湿下で上顎両中切歯および側切歯の旧修復物を除去し、フロアブルレジンを用いて支台築造および修復処置を行った。上顎両中切歯に対しては歯肉圧排後、シリコーンガイドを用いて支台歯の削除量を確認しながら最終形成・精密印象採得を行った。暫間修復物の製作に際しては、最終修復物の形態を印記したシリコンモールドと Bis-acryl 系暫間修復用レジンを用いた。最終修復物の製作に際しては、強化型プレスセラミックおよび超高透光性ジルコニアを用いたラミネートベニアを製作し、トライインペーストを介在させてそれぞれの修復物を試適し、その審美性について比較・検討した。その結果、患者は上顎両中切歯における支台歯の色調の違いを補償するとともに高い強度を獲得することのできる超高透光性ジルコニアを用いて製作したラミネートベニアの装着を希望された。ラバーダム防湿下で支台歯および修復物に対する前処理を行った後、デュアルキュア型レジンセメントを用いてラミネートベニアを装着し、術後6ヶ月経過しており順調な経過を辿っている。

【考察】

本症例においては上顎左側中切歯に対するウォーキングブリーチの効果は高く、術後における色調の後戻りも想定し、最終的な色調は上顎右側中切歯と比較して明度を高く調整したため、修復物の透光性を熟慮する必要があった。また、旧修復物は強化型プレスセラミックが用いられていたものの、これらが破折していたことを勘案し、より強度の高い修復材料を用いた修復処置が望まれた。これらの懸案事項に対し、超高透光性ジルコニアを用いたラミネートベニア修復によって支台歯における色調の違いを補償するとともに強度の高い修復処置を行うことが可能であった。

【結論】

生活歯と変色した失活歯を含む上顎両中切歯に対して、ウォーキングブリーチと超高透光性ジルコニアを用いて製作したラミネートベニア修復処置によって高い審美性の改善を行うことができた。

フッ素含有リン酸カルシウム、または亜鉛含有バイオアクティブガラスを含んだ 新規グラスアイオノマーセメントの物理化学的性質とバイオ活性

¹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,

²CEU カーデナルヘレラ大学 バイオマテリアル教室

○樋谷賢太^{1,2}、佐野英彦¹、Yamauti Monica¹、星加修平¹、戸井田侑¹、福山麻衣¹、柿崎周斗¹、友清淳¹

Physical-Chemical and Bioactive Properties of Experimental Glass Ionomer Cements Incorporated with Fluoride Doped Calcium Phosphates or Zinc-Containing Bioactive Glass

¹ Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University

²Dental Biomaterial and Minimally Invasive Dentistry, CEU Cardenal Herrera University

○Kenta Tsuchiya^{1,2}, Hidehiko Sano¹, Monica Yamauti¹, Shuhei Hoshika¹, Yu Toida¹, Mai Fukuyama¹, Syuto Kakizaki¹
and Atsushi Tomokiyo¹

【背景と目的】 グラスアイオノマーセメント(GIC)はコンポジットレジンと比較して、歯質接着性、辺縁封鎖性、生体親和性、及びフッ素徐放性に優れることから、歯質の脱灰防止効果が高い材料である。その一方で機械的性質や抗菌性に関しては、改良の余地がある。そこで本研究では、従来型と光重合型の2種類のGICに、フッ素含有リン酸カルシウム(FDCP)、または亜鉛含有バイオアクティブガラス(BAG-Zn)を混ぜ合わせた材料を作製し、それらのpH、フッ素イオン放出量、カルシウムイオン放出量、圧縮強さ、圧縮強さ弾性率、ハイドロキシアパタイト(HAp)の形成能、及びSEMによる形態学的な観察を比較・検討することとした。

【材料と方法】 本研究には2種類のGIC(フジIXGP; CG, フジII LC; RG)を使用した。FDCP及びBAG-Znは、CEUカーデナルヘレラ大学 Salvatore Sauro 教授から譲渡されたものを使用した。CGとRGの粉末にFDCPまたはBAG-Znを0、5、10、20%配合したのち、ポリアクリル酸と混ぜ合わせてディスク状のサンプルを作製した。pH、フッ素イオン放出量、カルシウムイオン放出量、及び圧縮強さはサンプルを蒸留水中に保管したものを1、7、28日後にそれぞれ測定した。フーリエ変換赤外分光法(FTIR)及びエネルギー分散型X線分光法(SEM/EDX)ではPBS中にサンプルを保管したものを28日後に測定した。

【結果】 CG及びRGにFDCPを配合したものではpHに大きな変化はなかったが、BAG-Znを配合したものでは配合割合に比例してpHの上昇を認めた。CGにFDCPを配合したサンプルでは配合割合に比例して、コントロールよりもフッ素イオンの放出量は有意に上昇したが、RGにFDCPを配合したものではコントロールとの間に有意差を認めなかった($p<0.05$)。CG及びRGにBAG-Znを配合したサンプルでは28日後に有意なフッ素イオン放出量の上昇を認めた($p<0.05$)。一方で、FDCPまたはBAG-ZnをCG及びRGに配合してもカルシウムイオン放出量に大きな変化は認められなかった。CGにFDCPまたはBAG-Znを配合したサンプルの圧縮強さにおいては、コントロールとの間に有意差を認めなかったが、RGにFDCPを5、10、20%またはBAG-Znを5%配合したサンプルの圧縮強さは、28日後においてコントロールよりも2倍程度高い値を示した($p<0.05$)。またRGにBAG-Znを10%または20%配合したサンプルにおける圧縮強さは、コントロールよりも有意に低い値を示した($p<0.05$)。FTIRでは、RGに10%または20%のFDCP、及び5%のBAG-Znを配合したサンプルにおいてHApの形成を認めた。

【考察】 RGの28日後のpHが 6.17 ± 0.09 と弱酸性であるのに対し、RGにBAG-Znを5%配合したサンプルではpHが 6.97 ± 0.16 であり、中性に近い値を示したことから歯髄為害性は少ないと考えられた。GICにBAG-Znを配合したサンプルが高いフッ素イオン放出量を示したのは、BAG-Znから放出された各種イオンがGIC中のフッ素イオンと競合することで、GIC中に未反応のフッ素イオンが残留し、最終的にそれが放散された結果と推察される。RGにFDCPまたはBAG-Znを配合して圧縮強さが上昇したのは、これらの材料がフィラーとして機能したこと、及びHApの形成を誘導したことが原因ではないかと推察された。

【結論】 本研究ではRGにFDCPを10%または20%、及びBAG-Znを5%配合したサンプルがHApの形成能と圧縮強さの観点から好ましいと考えられた。RGにBAG-Znを5%配合したサンプルではほぼ中性に近いpHを得られたことから、覆髄材としての応用も期待される。その一方で、本研究では歯質接着性や、唾液や咀嚼運動等の口腔内環境の条件を考慮していないため、今後これらの条件を加味した臨床的な条件下での研究が必要である。

バイオマス由来によるキトサン添加型アルギン酸ゲルの歯髄創傷被覆剤への検討

¹⁾ 北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野

²⁾ 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

○油井知雄¹⁾, 松田康裕¹⁾, 伊藤修一²⁾, 泉川 昌宣¹⁾, 斎藤隆史¹⁾

Investigation of chitosan modified alginate gel

based on biomass resources as dental pulp wound dressing

¹⁾ Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation

²⁾ Division of General Dental Sciences 1, Department of Oral Rehabilitation

School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

○YUI Tomoo¹⁾, MATSUDA Yasuhiro¹⁾, ITO Shuichi²⁾, IZUMIKAWA Masazobu¹⁾, SAITO Takashi¹⁾

I. 目的

アルギン酸カリウムは高い含水率を有しており、多孔性のハイドロゲルとしてドラッグデリバリーシステム (DDS) への応用を目的とした研究報告が多い。アルギン酸カリウム水溶液に炭酸カルシウム (CaCO_3) のような 2 価の金属イオンを添加することにより、アルギン酸カルシウム分子同士で架橋構造である Egg Box Junction を形成して不溶性ゲルを形成することが知られている。しかしアルギン酸カリウムと難水溶性である CaCO_3 との架橋には、超臨界 CO_2 などの煩雑な手法やカルシウムイオンの緩やかな電離制御が必要である。今回、我々は従来法と比較して簡易的な架橋法として炭酸水を用いたハイドロゲル調製法を採用し、バイオマス由来の Scallop- CaCO_3 (S- CaCO_3) とアルギン酸カリウムを架橋させ、さらに高分子親和性を持つキトサン (Cs) を添加した新規ハイドロゲル (S- CaCO_3 /Cs-Gel) を作製した。本研究では、S- CaCO_3 /Cs-Gel の特性と歯髄創傷被覆における DDS 基剤としての可能性について検討した。

II. 材料と方法

1. ハイドロゲルの作製: S- CaCO_3 (0.1g) を 20ml の超純水に懸濁した。次にアルギン酸カリウム (0.4g) を溶解後に 30ml の炭酸水を加えて S- CaCO_3 /Gel (以下 A 群) および Cs を 2.0 vol% 添加した S- CaCO_3 /Cs-Gel (以下 B 群) の両者を実験群とした。対照群は、 CaCO_3 (030-00385, 和光純薬) を用いて、同法で CaCO_3 /Gel (以下 C 群) を製作した。
2. ゲル化時間の測定: 試験管倒立法に基づき、各試料の固化に要する時間を測定した。
3. 元素分析: 各試料を凍結乾燥し、蛍光 X 線分析装置 (XRF, 日本電子社製) にて試料中に含有される元素を測定した。
4. pH と膨潤率の測定: 各試料を生理食塩水 (37°C) に 7 日間浸漬し、溶出液の pH を測定した。また、歯髄創傷部におけるハイドロゲルによる組織滲出液の吸水を想定して、各試料の膨潤重量の変化を調べた。
4. 含水率の測定: 各試料を 5 日間、25°C で風乾し、乾燥重量を測定して含水率を求め、生体組織と比較した。
5. Ca^{2+} の溶出性: 各試料を PBS (37°C) に浸漬し、1, 3, 7 日の Ca^{2+} 溶出量を原子吸光分析装置 (AA, PerkinElmer) にて測定した。
6. 細胞毒性試験: 各試料を PBS (37°C) に 7 日間浸漬し、溶出液を得た。播種 1 日目のヒト歯髄幹細胞 (#PT-5025, Lonza) に各試料の溶出液 (5、10、30、50、70 vol%) を 10% FBS + DMEM (Gibco) に添加した。培養 4 日目に CCK-8 アッセイ (同仁堂) を行い、細胞生存率を求めた。
7. Ca 沈着の解析: 培養 5 日目に通常培地から 10 mmol/L の β -グリセロリン酸, 50 $\mu\text{g/mL}$ のアスコルビン酸を添加した分化誘導培地に交換し、各試料の溶出液 (10、20、30 vol%) を加えて培養を継続した。培養 19 日目にアリザリンレッド染色にて Ca 沈着量を可視化した。なお統計解析は Tukey's test にて有意水準 5 % とした。

III. 結果と考察

ゲル化時間は、B 群が他群と比較して有意に短縮 (66s) した。XRF から各試料は Ca と K を主とするピークを認めた。各溶出液は弱アルカリ性 (pH 9.5) を示した。膨潤率は A 群 (171.6%) が他群と同程度となり、B (181.7%) と C (164.4%) 間のみに有意差を認めた。同様に含水率も B 群 (67%) と C 群 (61%) 間に有意差を認めた。 Ca^{2+} 溶出性は、7 日目に A 群 (11.3 $\mu\text{g/mL}$) と B 群 (96.3 $\mu\text{g/mL}$) 間のみに有意差を認めた。細胞生存率は、各溶出液の 10 vol% 添加群が亢進傾向を示し、B 群の溶出液 10 vol% 添加群が Ca 沈着量を亢進した。これらの結果から S- CaCO_3 /Cs-Gel は、他群と比較するとゲル化時間の短縮、Ca 沈着量を亢進する可能性が示唆された。

IV. 結論

S- CaCO_3 /Cs-Gel は、歯髄創傷被覆の DDS 基剤になり得る可能性がある。今後は薬物徐放性、抗菌性、細胞分化能に関する詳細を明らかにしていく。

γ -D-グルタミル-メソ-ジアミノピメリン酸(iE-DAP) がヒト歯髓由来線維芽細胞の
tissue inhibitor of metalloproteinase-1 産生に及ぼす影響

大阪歯科大学 歯科保存学講座¹、生理学講座²

○張 皓男¹、井上 博²、寒川延子²、谷本啓彰¹、合田征司²、山本一世¹

Effect of γ -D-glutamyl-meso-diaminopimelic acid (iE-DAP) on tissue inhibitor of
metalloproteinase-1 production in human dental pulp fibroblast-like cells.

Department of Operative Dentistry, ²Department of Physiology, School of Dentistry,
Osaka Dental University

○Haonan Zhang¹, Hiroshi Inoue², Nagako Sogawa², Hiroaki Tanimoto¹, Seiji Goda², Kazuyo Yamamoto¹

【目的】

歯髓組織には、う蝕などの外的刺激から損傷を受けたときに修復および再生する能力がある。歯髓の可逆性および不可逆性歯髓炎で起こる炎症性破壊は、マトリックスメタロプロテアーゼ (MMPs) および tissue inhibitor of metalloproteinases (TIMPs) によって複雑に制御されている。TIMPs/MMPs のバランスが維持されることで、細胞外マトリックスの恒常性とリモデリングが正常に保たれる一方、それらが崩れることで様々な疾患がもたらされる。ヒト歯髓由来線維芽細胞(hDPFs)で構成的に発現されるスクレオチド結合オリゴマー化ドメイン 1 (NOD1) は D-グルタミル-メソ-ジアミノピメリン酸(iE-DAP) を感知する。iE-DAP は、細菌の構成成分であり、NOD1 によって 微生物特異的分子として認識され自然免疫応答を惹起する。

本研究では、hDPFs の TIMP-1 産生における iE-DAP の影響について検討した。

【方法】 全ての実験は hDPFs を 12 well plate に 1.0×10^5 cells / well で播種して行った。

- (1) 各種濃度 (1, 5, 10, 20 μ g/mL) の iE-DAP で 24 時間刺激した。刺激後に上清を濃縮してサンプルを作成し、TIMP-1 をウエスタンブロッティングにて確認した。
- (2) 10 μ g/mL iE-DAP でさまざまな時間 (5, 10, 15, 30 min) 刺激した。刺激後にサンプルを作成し、p38、ERK1/2、JNK のリン酸化をウエスタンブロッティングにより検討した。
- (3) 20 mM SB203580 (p38 阻害剤)、U0126 (ERK1/2 阻害剤)、SP600125 (JNK 阻害剤) で 1 時間前処理した後に 10 μ g/mL iE-DAP と 24 時間共刺激した。刺激後に上清を濃縮してサンプルを作成し、TIMP-1 をウエスタンブロッティングにて確認した。

本研究は、大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号 111300)。

【結果】

- (1) iE-DAP 刺激により TIMP-1 産生は増強し、10 μ g/mL がピークであった。
- (2) iE-DAP 刺激によるリン酸化の増強は ERK1/2 と JNK にて確認され、共に 5 分がピークであった。しかしながら、p38 の刺激によるリン酸化の増強は確認できなかった。
- (3) iE-DAP 刺激による TIMP-1 産生に SB203580 (p38 阻害剤) は影響を与えなかった。しかしながら、U0126 (ERK1/2 阻害剤) と SP600125 (JNK 阻害剤) 処理により TIMP-1 産生は抑制された。

【考察】

以上の結果から、iE-DAP 刺激が hDPFs からの TIMP-1 産生を増強する可能性が示唆された。また、その作用のメカニズムには ERK1/2 と JNK のリン酸化が関与している可能性が示唆された。

【利益相反】

本研究において開示すべき利益相反関係にある企業はない。

ストロンチウム置換型生体活性ガラスのヒト歯髄幹細胞への影響と、固体 NMR による界面反応性評価

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯制御学分野¹

理化学研究所 生命機能科学研究センター²

○竹内 梓¹, 権藤 理夢¹, Elseoudy Nader¹, Wang Xinyu¹, 田村 幸彦¹, 林 文晶², 平石 典子¹, 島田 康史¹

Effects of strontium-substituted bioglasses on human dental pulp stem cells and evaluation of interfacial reactivity by solid-state NMR

Department of Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University¹

RIKEN Center for Biosystems Dynamics Research²

○Azusa Takeuchi¹, Tadamu Gondo¹, Elseoudy Nader¹, Wang Xinyu¹, Yukihiko Tamura¹, Fumiaki Hayashi², Noriko Hiraishi¹, Yasushi Shimada¹

【緒言】生体活性ガラスはイオンの徐放能力と送達力を持つことから、骨再生材料として応用が進められている。ストロンチウム (Sr) は歯科修復材料に造影剤として含有されているが、一方でヒト歯髄幹細胞 (hDPSCs) の増殖及び、石灰化を促進することが報告されている。Sr 置換型生体活性ガラスが骨芽細胞の代謝活性に及ぼす影響に関する研究は多いが、hDPSCs の増殖や石灰化へ与える影響に関する研究は少ない。本研究では、Sr 置換型を含む生体活性ガラスが歯髄幹細胞の象牙芽細胞分化への影響を評価した。さらに、生体活性ガラスの界面反応性を、固体 ³¹P-NMR にて分析した。

【材料及び方法】SiO₂-P₂O₅-Na₂O-CaO 系生体活性ガラスと、Sr 置換型生体活性ガラス (CaO を SrO にて 10wt% 置換) を試料とした。

1. hDPSCs 培養試験：生体活性ガラスを α -MEM 培地 (1.5g/L) に添加し、4 時間攪拌し抽出培養液 (抽出培地) を調整した。hDPSCs (Lonza 社) は 10%FBS 含有の抽出培地を用いて培養した。

i) 細胞増殖、細胞毒性試験：3 日及び 7 日培養後、それぞれ Cell Counting Kit-8 (CCK-8)、乳酸脱水素酵素 (LDH) で評価を行った。

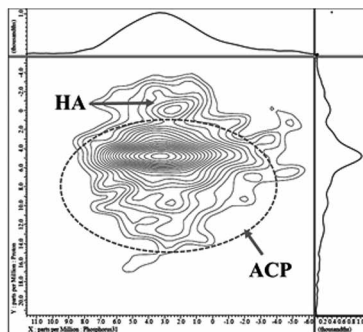
ii) Alizarin Red 染色：21 日間培養後、Alizarin Red 染色を行い石灰化評価を行った。

iii) qPCR：7、14、21 日間培養後、total RNA を抽出し qPCR により象牙芽細胞関連遺伝子の発現を解析した。

2. 固体 NMR 測定：各生体活性ガラスを擬似体液 (pH7.4) に 3 週間浸漬し乾燥後、固体 ³¹P-NMR 試料とした。ECA II spectrometer (JEOL RESONANCE 700MHz), 16.5 T を使用し、交差分極マジック角回転 (MAS) 速度は 15 kHz、交差緩和の接触時間 (CP) は 0.2-5ms にて測定した。さらに 2 次元固体 NMR 分析である ¹H-³¹P 交差分極異種各相関分析法 HETCOR 法により、アモルファスリン酸カルシウム (ACP) とハイドロキシアパタイト (HA) を同定した。

【結果及び考察】細胞増殖、細胞毒性試験において、生体活性ガラス群では 3 日及び 7 日間の培養後、有意差は認められなかった。Alizarin Red 染色では、生体活性ガラスで濃染され、特に Sr 置換型生体活性ガラスにおいて顕著に濃染された。また qPCR では Sr 置換型を含む生体活性ガラスにおいてマスター転写因子である Runx2、およびオステオカルシンの発現の上昇が認められた。固体 NMR では、3 週間模擬体液に浸漬した場合、表層に水分子由来の反応性 ACP と、アパタイト構造中の OH 基を有する HA の成長が確認できた (図)。

【結論】生体活性ガラス群では象牙芽細胞関連遺伝子の発現が上昇していることから、生体活性ガラスが象牙芽細胞分化を促進している可能性が示唆された。さらに Sr 置換型生体活性ガラスにおいて、石灰化が亢進されていることより、Sr 置換型生体活性ガラスが hDPSCs の分化をより促進する可能性が示唆された。また、生体活性ガラスは生体内で反応し、その表面層に、非晶質成分 (ACP) と結晶質成分 (HA) を成長させるため、バイオミネティック機能を有することが判明した。



4-META/MMA-TBB レジンをベースとした充填材が歯髄由来間葉系幹細胞の分化と増殖に及ぼす影響

¹朝日大 歯 保存、²朝日大 経営 化学、³朝日大 歯 口腔生化学、⁴朝日大 歯 化学
○鶴田はねみ¹⁾、ラハマンシファ¹⁾、神谷真子²⁾、川木晴美³⁾、近藤信夫⁴⁾、二階堂徹¹⁾

Effect of 4-META/MMA-TBB resin-based filling materials on the differentiation and proliferation of dental pulp mesenchymal cells

¹Dept. Operative Dent., Asahi Univ. Sch. of Dent.

²Chem. Lab., Dept. Asahi Univ. Sch. of Business Admin.

³Dept. Oral Biochem., Asahi Univ. Sch. of Dent. ⁴Chem. Lab., Asahi Univ. Sch. of Dent.

○Hanemi Tsuruta¹⁾, Shifa Rahman¹⁾, Masako Kamiya, Harumi Kawaki, Nobuo Kondoh²⁾, Toru Nikaido¹⁾

【目的】

4-META/MMA-TBB レジンは、歯科用接着材としてその高い歯質接着性と辺縁封鎖性、良好な生体親和性から広く臨床応用されている。本材料の直接覆髄材としての可能性についても検討され、水酸化カルシウム製剤と同等の歯髄創傷治癒作用が報告されている。一方、硬組織再生を促進する生体活性作用がなく、十分な修復象牙質形成能についてはこれまで報告がない。そこで本研究では、4-META/MMA-TBB レジンをベースに開発された充填材について歯髄由来間葉系幹細胞 (DP002) の分化・石灰化への影響について検討した。

【材料および方法】

2種類の充填材；ボンドフィルSBプラスまたはボンドフィルSBII（サンメディカル）を粉材/液材/キャタリスト V = 2.2g / 60 滴 / 20 滴の割合でそれぞれ混和した。テフロンモールドに流し込み、セロハンフィルムとガラス板にて圧接し、37℃で24時間放置して硬化させた。その後、硬化体を10×10×1mmのサイズに切り出して試験片とした。試験片はEOGガス滅菌後、50mL コニカルチューブに硬化体12枚と細胞培養用培地(0.1μM デキサメタゾン、10%FBS、α-MEM) 5mL を投入し、37℃で24時間抽出した後、試験片を取り出して抽出試験培地を調製した。(ISO 10993の細胞毒性試験に準じた抽出条件6 cm²/mLを採用)。

抽出試験培地と、2倍濃度の石灰化誘導分化培地を1:1に混和して馴化培地とし、それぞれボンドフィルSBプラス(BFP)群とボンドフィルSBII(BF2)群とした。また石灰化誘導分化培地のみを対照群とした。

DP002を1～3週間培養し、プレストブルーにて細胞生存率、アリザリンレッド染色にて石灰化量を測定した。

【結果および考察】

BFP群またはBF2群では、コントロールに比べてDP002の細胞増殖は阻害されなかった。

これら2種類のボンドフィル馴化培地でDP002を14日間培養すると、コントロールに比べ石灰化が(50～68%程度)抑制されたが、20日間培養したものでは、コントロールと同程度の石灰化が観察された。

BFP群とBF2群の石灰化が遅延した要因として、試験片を浸漬することにより抽出液試験培地のpHが低下した可能性や、フィラーからの無機イオンの溶出の影響が示唆された。

【結論】

- ① BFP群とBF2群は、歯髄由来間葉系幹細胞の増殖は抑制しない。
- ② BFP群とBF2群は歯髄由来間葉系幹細胞の硬組織形成をやや遅延させるが明らかな阻害は見られない。

前歯部審美領域における Polytetrafluoroethylene (PTFE) テープと スプリットダムテクニックを援用した新たな防湿法を用いて修復治療を行った一症例

鶴田歯科医院¹,
愛知学院大学歯学部保存修復学講座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
○鶴田剛士^{1,2}, 辻本暁正^{2,3,4}

A case report for restorations in aesthetic zone using novel isolation method with polytetrafluoroethylene tape and split dam technique

Tsuruta Dental Clinic¹,
Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University²
Department of Operative Dentistry, University of Iowa College of Dentistry³,
Department of General Dentistry, Creighton University School of Dentistry⁴
○TSURUTA Takeshi^{1,2}, TSUJIMOTO Akimasa^{2,3,4}

【緒言】

近年、正常な歯の構造や機能への深い造詣のもと修復材料を用いて生体模倣するとともに、治療対象歯に対する修復物の接着力を最大化させた状態で治療を行う Biomimetic Restorative Dentistry (BRD) が注目を集めている。BRD では、修復前準備処置としてラバーダム防湿法が頻用されているものの、前歯部審美修復治療を行う際にはフィニッシュラインが歯肉縁下に及ぶことが多い。そのため、クランプやフロスなどを利用してラバーダムシートを確実に固定する必要があるものの、これらによって生じる歯肉損傷や術後歯肉退縮、静置の難しさあるいは術中の操作性については問題となることも多い。これまで演者らは、臼歯部ブリッジを装着する際における Polytetrafluoroethylene (PTFE) テープとスプリットダムテクニックを援用した新たな防湿法を考案し、その有効性とともラバーダム防湿法を用いた際と近似した環境湿度を再現できることを報告してきた。そこで、前歯部審美領域に対してもこの新たな防湿法を前準備処置として使用することで BRD に基づいた修復処置を行ったので報告する。

【症例】

72 歳女性。30 年以上前に上顎前歯部の審美修復治療を受けたものの、1 週間前からの上顎右側側切歯における違和感を主訴に来院された。X 線診査の結果、上顎右側側切歯に歯根破折を認め、患者は上顎両側前歯部を含めた審美修復治療を希望された。上顎両側中切歯および側切歯は失活歯であり、上顎右側中切歯の根尖部付近には透過像が確認された。上顎右側側切歯はルートサブマージエンステクニックを用いて歯根と歯周組織を極力保存し、上顎両側中切歯および左側側切歯には根管治療を施した。上顎両側前歯部に対して必要な支台築造および支台歯形成を施し、プロビジョナルレストレーションを装着した。これらの処置による審美性と機能の両立を確認した後、精密印象採得し、ポーセレン前装ジルコニアブリッジおよびクラウンをレジンセメントを用いて装着した。

【治療経過】

上顎両側中切歯および左側側切歯には根管治療・支台築造を行った後、PMMA ブロックから削り出して製作したプロビジョナルレストレーションを装着した。次回来院時に、ラバーダム防湿下で最終形成後、再度 IDS を行い、想定される最終修復物の形態、歯肉ライン、顔貌との調和などを確認した後、精密印象採得を行った。上顎右側前歯部に対してはポーセレン前装ジルコニアブリッジ、上顎左側前歯部に対してはポーセレン前装ジルコニアクラウンを製作し、これらの最終修復部を試適し、審美性、患者の満足度などを確認した。最終修復物の装着に際しては、支台歯にパンチングした PTFE テープと 5-0 圧排糸を装着するとともに、ラバーダム防湿法の変法であるスプリットダムテクニックとシリコン印象材を用いて防湿し、接着前処置後レジンセメントを用いて装着した。防湿状態は、湿度計を用いた湿度測定と支台歯への歯肉溝浸出液や出血などの汚染を目視にて確認した。最終修復物装着後状態は、1 週間においても歯肉退縮も認められなかったとともに術後 1 年経過時においても順調な経過を辿っている。

【考察】

本症例において最終修復物装着時における新たな防湿法を応用し、防湿後、接着前処置後、接着操作終了後に測定した環境湿度は通常のラバーダム防湿法を用いた際と近似したものであり、接着操作時に支台歯への歯肉溝浸出液や出血の漏洩がなかったところから、その有用性が確認された。

【結論】

前歯部審美修復領域における PTFE テープとスプリットダムテクニックを援用した新しい防湿法の使用は、BRD に基づいて修復治療を行う際に有効である可能性が示唆された。

エナメル質白濁部に対してレジンコーティング材を応用した2症例

¹ うのデンタルクリニック, ² 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
○鶴野慶治¹, 伊藤修一²

Two cases of resin coating material applied to enamel clouding

¹Uno Dental Clinic, ²Division of General Dental Sciences 1, Department of Oral Rehabilitation
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

○Keiji UNO¹, Shuichi ITO²

[目的]

近年、第一大臼歯および切歯に限局して認められるエナメル質形成不全が世界的に認められるようになり、2001 年頃からは MIH (Molar Incisor Hypomineralization) という言葉が使用されるようになった。日本においても小児歯科医を中心に注目されるようになってきている。2018 年の齊藤らの報告¹⁾によれば、本邦における 7~9 歳の健常な小児における MIH の有病率は、19.8%であり、5 人に 1 人は MIH を有していることになる。しかしながら、現状、MIH に対する治療法は確立されておらず、石灰化が不十分なため、う蝕の進行が早く、歯科的な長期管理が必要になるなど、課題が多く残されている。一方でこれまで我々は、接着性モノマーの Ca 塩 (Bioactivemonomer) を含有するレジンコーティング材 (Bio コート Ca (BC) サンメディカル) を開発し、象牙質に対する接着性の向上や石灰化誘導能について報告してきた。近年、BC を MIH に応用することで、色調が改善したことが報告されている²⁾。

そこで、本発表では、エナメル質白濁部に BC を応用することで色調が改善した症例を経験したので報告する。

[症例]

症例 1 : 34 歳の女性。以前から上顎両側中切歯切縁側 1/3 白濁していた。いつ頃からは自覚はないとの事だった。月 1 回のメンテナンス時に BC を当該部位に塗布し、計 16 回の塗布を行った。その間、特記すべき症状などは認められなかった。

症例 2 : 20 歳の男性。以前から上顎左側中切歯および側切歯が白濁していたという。いつ頃からは自覚はないとの事だった。特に上顎左側側切歯は、歯冠中央部が四角く、矯正用ブラケットを除去した後のように白濁していたため、矯正治療の既往を尋ねたが、その経験はないとのことだった。月 1 回のメンテナンス時に BC を当該部位に塗布し、計 4 回の塗布を行った。その間、特記すべき症状などは認められなかった。

[治療経過]

症例 1 : 1 回目の塗布後 (1 か月経過後) においては、全体的に白濁部の色調が大きく減退している事が観察された。その後、6 回塗布後においては、切縁側 1/3 を覆っていた白濁について、両側遠心隅角部にわずかに白濁部分が残っている状態にまで回復が見られた。

症例 2 : 1 回目の塗布後 (1 か月経過後) においては、上顎左側側切歯の歯冠中央部の大きな白濁は、色調がかなり改善しており、うっすらと白濁が観察できる程度だった。4 回目の塗布後 (4 か月経過後) においても、大きな変化は認められなかったため、BC 塗布を終了することとした。

[考察および結論]

いずれの症例においてもエナメル質白濁部において BC を応用することで、色調の改善が認められた。これまでの基礎研究においては、BC は、象牙質石灰化誘導能については報告されているが、エナメル質石灰化誘導能についての報告はない。しかしながら、臨床研究においては、MIH に対する色調改善が報告されている。今後、MIH モデルを用いた石灰化誘導実験などを行うことにより、Bioactivemonomer が色調改善に与える影響について、メカニズムを解析する必要がある。

[参考文献]

- 1) Saitoh M et.al: Prevalence of molar incisor hypomineralization and regional differences throughout Japan. Environ Health Prev Med 23, 55, 2018.
- 2) Tadano M et.al. The Retention Effect of resin-based desensitizing agents on hypersensitivity - a randomized controlled trial. Materials, 15, 5172, 2022.

歯学教育用 VR シミュレータ (Simodont®) を用いた 朝日大学歯学部 4 学年の切削実習

¹⁾朝日大学 PDI 岐阜歯科診療所 ²⁾朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学
○石樽大嗣^{1,2)}, 伊藤里帆²⁾, 岡村晨吾^{1,2)}, 小川雅之¹⁾, 日下部修介²⁾, 二階堂 徹²⁾, 堀田正人¹⁾

Preparation practice for 4th grade dental students using a VR simulator for dental education (Simodont®)

¹⁾Asahi university PDI Gifu dental clinic ²⁾Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University School of Dentistry

○ISHIGURE Hiroshi^{1,2)}, ITOH Riho²⁾, OKAMURA Shingo^{1,2)}, OGAWA Masayuki¹⁾, KUSAKABE Shusuke²⁾, NIKAIDO Toru²⁾, HOTTA Masato¹⁾

【緒言】

近年, Virtual Reality(VR)技術が一般化され, 教育においても VR 技術を用いる試みが増えている. 歯学教育においても VR 技術を積極的に導入することは, 歯学臨床教育の質の向上に有用ではないかと考えられる. 歯学教育用 VR シミュレータ Simodont® (株式会社ニッシン) は, 最先端の VR 技術を用い, 画面内の物体を立体的に視認することができ, 画面内での歯の切削を疑似体験できる装置である. 朝日大学歯学部では 2022 年 7 月に Simodont®を導入して以降, 学生教育に組み込むべくカリキュラムを開発してきた. 今回, 4 学年の学生に対し, Simodont®を用いた切削実習を行ったので, その教育内容と結果を報告する.

【方法】

対象は本学歯学部 4 学年の学生 133 名である. 本学では 5 学年で実施される臨床実習に向けて, 臨床前実習 (ポリクリ) を実施している. 実習期間 (2024 年 2 月~3 月) に各グループ 10 名程度で各科をローテーションし, 当科の実習の際に行った.

実習では Simodont®の使用目的や方法について 5 分程度説明を行い, 実習①「切削ブロックを用いた直線的なタービンワーク」(制限時間 10 分) と, 実習②「下顎右側第一小臼歯近心部の象牙質齲蝕の除去」(制限時間 20 分) の 2 つのプログラムを行った (Fig.1).

実習の評価項目は, 切削時間 (①、②), 対象物の切削率 (①), 切削不可部 (側面・底面) の切削率 (①), 齲蝕除去率 (②), 健全歯質 (エナメル質・象牙質) の切削率 (②) であり結果の分析を行った.

【結果および考察】

[実習①] 平均切削時間は 7 分 6 秒 46, 対象物の切削率は 88.0 ± 11.5 (mean $\pm$ SD) %, 切削不可部の切削率は側面が $0.5 \pm 1.1\%$, 底面が $1.9 \pm 2.9\%$ であった.

[実習②] 平均切削時間は 12 分 44 秒 49, 齲蝕除去率は $94.8 \pm 14.6\%$ であった. 健全歯質の切削率は, エナメル質は $1.1 \pm 1.3\%$, 象牙質は $4.5 \pm 4.2\%$ であった.

以上から, 設定時間については実習①では制限時間の 71.0%, 実習②で 63.6%の時間で実習が終了していたため, 適切な時間設定の検討が必要ではないかと考えられた. 切削率・齲蝕除去率は実習①の方が高かったものの, 切削不可部位・健全歯質の切削率については実習②の方が高く過剰切削になる傾向が見られた. 実習①については切削不可部位が明確であるため学生も注意して切削していたと考えられるが, 実習②については健全歯質の切削のデメリットや窩洞の形成方法を学生が理解していないものと考えられた. 切削方法については Minimal Intervention Dentistry (MID) の概念も含めた指導が必要と思われた.

【結論】

1. 直線的なタービンワークの実習では, 制限時間に配慮した時間をかけた慎重な切削であった.
2. 象牙質齲蝕除去の実習では, 切削率は高いが過剰切削になる傾向が認められた.
3. VR シミュレータ (Simodont®) を用いた臨床前実習の有効性が明らかとなった.

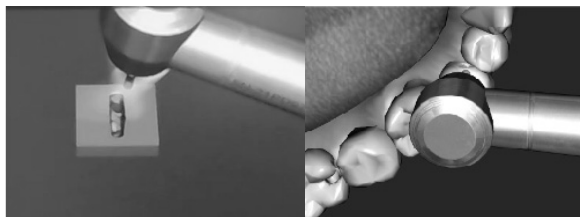


Fig.1 Examples of preparations for Practice ① and ② by students.

口腔内フッ化物滞留徐放技術およびコラーゲン保護技術を応用した歯磨剤の根面う蝕予防における有用性検証

ライオン株式会社 研究開発本部
○仲田燎平、石井志織、石井康平、高林輝、岩澤広将、山本幸司

Root Caries Preventive Effect of Toothpaste Containing Fluoride Retention-Release Technology and Collagen Protection Technology

Research & Development Headquarters, Lion Corporation

○NAKADA Ryohei, ISHII Shiori, ISHII Kohei, TAKABAYASHI Hikaru, IWASAWA Hironobu, YAMAMOTO Koji

【研究目的】

近年、高齢者のう蝕有病者率は増加傾向を示しており、根面う蝕の増加が関与していると推察される。根面う蝕予防にはフッ化物応用が有効であり、歯磨剤は身近なフッ化物応用法の一つである。フッ化物配合歯磨剤の根面う蝕予防効果を高めるためには、より多くのフッ化物イオンを歯面に作用させることが有効だが、フッ化物イオンは唾液分泌や歯みがき行動時のすすぎなどにより容易に口腔外へ排出される。そこで我々は、フッ化物が歯面に高滞留するとともに、フッ化物イオンを口腔内に徐放する技術として、フッ化ナトリウム（以下、NaF）と、水溶性カルシウム塩（以下、Ca）、水溶性リン酸塩（以下、P）の複合化技術（以下、F-Ca-P）を開発した。これまでに F-Ca-P 水溶液は NaF 水溶液と比べて歯根象牙質に対してもフッ化物滞留性や脱灰抑制効果が高いことを報告してきた（石井ら、第 73 回日本口腔衛生学会学術大会）。また、象牙質コラーゲンの保護成分として DL-ピロリドンカルボン酸ナトリウム（以下、PCA）を見出し、根面う蝕予防に有用である可能性を報告してきた（石井ら、日歯保存誌 62(6)）。今回は、F-Ca-P と PCA を配合した歯磨剤の根面う蝕予防効果の有用性を検証するため、歯根象牙質に対するフッ化物滞留性及び脱灰抑制効果を *in vitro* で評価した。

【材料および方法】

試験歯磨剤は以下 5 種：NaF 配合歯磨剤（フッ化物イオン濃度 1450ppm、TP-1450F）、NaF+PCA 配合歯磨剤（TP-1450F+PCA）、NaF+Ca+P 配合歯磨剤（TP-1450F+Ca+P）、NaF+Ca+P+PCA 配合歯磨剤（TP-1450F+Ca+P+PCA）および NaF 配合歯磨剤（フッ化物イオン濃度 5,000ppmF、TP-5000F）を用いた。象牙質ディスクは、ウシ歯根象牙質を切削・研磨し、マニキュアを用いて 2mm×2mm のウィンドウを露出表面に作製し、調製した。

①フッ化物滞留性評価：象牙質ディスクを各試験歯磨剤の 4 倍希釈液に 3 分間浸漬し、水洗浄・乾燥後、ウィンドウ部分を塩酸処理し、フッ化物イオンを抽出、測定した。②脱灰抑制効果の評価：象牙質ディスクを各試験歯磨剤の 4 倍希釈液に 3 分間浸漬し洗浄した後、人工唾液に浸漬するサイクルを 1 日 2 回、計 3 日間繰り返した。その後、本ディスクを脱灰液に浸漬した際に溶出したカルシウムイオン濃度を原子吸光光度計で測定した。得られた結果は、Tukey-Kramer 検定にて統計処理を行い、有意水準は 5%とした。

【結果および考察】

①TP-1450F+Ca+P+PCA は、TP-1450F、TP-1450F+PCA 及び TP-1450F+Ca+P と比べて有意に歯根象牙質に対するフッ化物滞留性が高く、TP-5000F と同程度のフッ化物滞留性を示した。②TP-1450F+Ca+P+PCA 処理群からのカルシウムイオン溶出量は、TP-1450F+PCA 及び TP-1450F+Ca+P 処理群と比べて有意に少なく、TP-5000F 処理群との間に有意差は認められなかった（Fig. 1）。F-Ca-P と PCA の組み合わせによる高いフッ化物滞留性が、TP-1450F+Ca+P+PCA の脱灰抑制効果に寄与していると推察された。

【結論】

歯磨剤に F-Ca-P と PCA を応用することで、相乗的にフッ化物滞留性が向上し、5000 ppm フッ化物イオン配合歯磨剤と同程度の歯根象牙質に対する脱灰抑制効果が示された。以上より、F-Ca-P と PCA を配合した歯磨剤は根面う蝕予防に有用である可能性が示唆された。

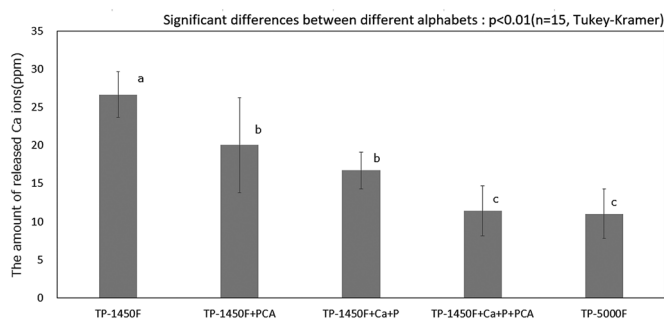


Fig.1 Effects of toothpaste on dentin demineralization

齲蝕リスク診断（CAMBRA®）に基づく齲蝕予防プログラムの効果 ～ICDAS を用いた齲蝕評価による分析～

昭和大学歯学部歯科保存学講座保存修復学部門¹⁾，
昭和大学大学院保健医療学研究科 医系基礎・専門・教育分野 医療人教育学領域²⁾，
昭和大学歯科病院歯科衛生室³⁾，昭和大学病院病院歯科⁴⁾
○菅井琳太郎¹⁾，新妻由衣子¹⁾，城生麻里²⁾，佐藤祥子³⁾，松原こずえ³⁾，
坂本奈津季⁴⁾，永里咲恵³⁾，松田梢³⁾，小林幹宏¹⁾

Effect of Caries Prevention Program Based on Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA®) -Analysis of Caries Assessment by ICDAS-

Department of Conservative Dentistry, Division of Operative Dentistry, Showa University School of Dentistry¹⁾, Department of Medical Basics, Specialty and Education, Division of Health Science Education, Showa University, Graduate School of Health Sciences²⁾, Showa University Dental Hospital Division of Dental Hygiene³⁾, Showa University Hospital, Hospital dentistry⁴⁾
○SUGAI Rintaro¹⁾, NIIZUMA Yuiko¹⁾, JONO Mari²⁾, SATO Shoko³⁾, MATSUBARA Kozue³⁾, SAKAMOTO Natsuki⁴⁾, NAGASATO Sakie³⁾, MATSUBARA Kozue³⁾, KOBAYASHI Mikihiro¹⁾

【目的】

矯正歯科治療を行う患者は、矯正装置の装着に伴い清掃不良となりやすく、齲蝕に罹患するリスクが増加する。齲蝕のリスク診断である Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA®) は患者のカリエスリスクを評価し、リスクとなる要因を調査することで患者に適した齲蝕予防プログラムを提供することができる。本研究では本学で CAMBRA® による分析を用いて実施した齲蝕予防プログラムの効果を International Caries Detection & Assessment System (以下、ICDAS) により評価した。

【方法】

本研究は 2018 年以降に昭和大学歯科病院矯正歯科を受診し、CAMBRA® による齲蝕予防プログラムを実施した 12 歳から 60 歳の患者 44 名（男性 19 名、女性 25 名）の上下顎前歯 12 本（48 歯面）を対象とした。患者の平均年齢は 24 歳（中央値 20 歳）であった。CAMBRA® では問診、咬翼法による口腔内エックス線撮影、口腔清掃状態の確認、唾液の分泌量と緩衝能、Lactobacillus 菌量、Streptococcus mutans 菌量の測定により齲蝕リスクを判定し、ICDAS により齲蝕の検出と活動性の評価を行う。ICDAS の評価では歯面清掃後、5 秒間のエアブローを行い、対象歯面を Code 0（健全）、Code 1（歯面乾燥後に認められるエナメル質の色調変化）、Code 2（歯面乾燥前に認められるエナメル質の色調変化）、Code 3（エナメル質に限局した実質欠損）、Code 4（エナメル質を透過して認められる象牙質の色調変化）、Code 5（象牙質が確認できる明瞭な齲蝕）、Code 6（象牙質が確認できる広範な齲蝕）に分類した。再評価は半年から 1 年以内に行われ、ICDAS の初回評価時と再評価時の Code の変化を比較して分析した。

なお、本研究は昭和大学倫理委員会の承認を得ている。（承認番号 2024-096-B）

【成績】

初回評価時における ICDAS のスコアは調査対象 2112 歯面中、Code 0 が 1945 歯面、Code 1 が 34 歯面、Code 2 が 104 歯面、Code 3 が 17 歯面、Code 4 が 10 歯面、Code 5 が 2 歯面、Code 6 は認めなかった。再評価時の ICDAS のスコアは調査対象 2112 歯面中、Code 0 が 1955 歯面、Code 1 が 51 歯面、Code 2 が 99 歯面、Code 3 が 5 歯面、Code 4 が 2 歯面、Code 5、6 は認めなかった。Code 1 以上のスコアは下顎より上顎に多く認められ、歯面は唇側に最も多く、舌側が最も少なかった。Code の増加は、Code 0 から Code 1 が 27 歯面、Code 0 から Code 2 が 28 歯面、Code 0 から Code 3 が 2 歯面、Code 0 から Code 4 が 1 歯面認め、Code 1 から Code 2 が 6 歯面、Code 2 から Code 4 が 1 歯面認めた。

【考察】

矯正装置装着による齲蝕罹患リスクを低減させるためには齲蝕の進行状態と活動性の評価を行い、予防管理を行うことが重要である。ICDAS による検査の結果、初回評価時に前歯部において Code 1 以上を認める患者は 37 名（全体の 84%）であり、齲蝕進行抑制のための介入が必要であった。初回評価時と再評価時の結果を比較したところ、2047 歯面（全歯面の約 97%）の Code は変化せず、齲蝕予防効果が認められた。一方、65 歯面（全歯面の約 3%）においては Code が増加したため、わずかな歯面数ではあるが齲蝕の進行が認められた。

【結論】

本研究で、CAMBRA® に基づく齲蝕予防プログラムの効果を ICDAS により評価したところ、齲蝕予防効果について一定の効果が認められた。

根面齲蝕の診断に向けた光学式歯質硬さ測定装置における 象牙質硬さ測定メカニズムの理論的検討

¹大阪大学大学院工学研究科 環境エネルギー工学専攻

²大阪大学大学院歯学研究科 クラウンブリッジ補綴学・顎口腔機能学講座

³大阪大学大学院歯学研究科 歯科生体材料学講座

○高橋 知之¹, 藤本 尚弘¹, 峯 篤史², 山口 哲³, 間 久直¹

Theoretical Study on the Mechanism of Dentin Hardness Measurement Using an Optical Tooth Hardness Measuring Device

¹Division of Sustainable Energy and Environmental Engineering, Osaka University Graduate School of Engineering

²Department of Fixed Prosthodontics and Orofacial Function, Osaka University Graduate School of Dentistry

³Department of Dental Biomaterials, Osaka University Graduate School of Dentistry

○Tomoyuki Takahashi¹, Naohiro Fujimoto¹, Atsushi Mine², Satoshi Yamaguchi³, Hisanao Hazama¹

【背景と目的】

根面齲蝕の客観的かつ定量的な診断を目指した機器として、光を用いて歯の硬さを簡便に測定する装置 HAMILTOM (hardness meter using indenter with light for tooth monitoring) が提案されている¹⁾。HAMILTOM は、円錐型で透明な圧子で象牙質に触れた際の圧子と象牙質の接触投影面積(減光面積)を光学的に測定し、象牙質の硬さを定量化する。これまでに、特定の条件で脱灰したウシ抜去歯の象牙質では、減光面積とビッカース硬さに強い相関関係が確認されているが、多様な条件で生じる実際の齲蝕象牙質においても減光面積とビッカース硬さに同様の相関関係が得られるかは不明確である。そこで、圧子力学と呼ばれる理論に基づいて算出した減光面積の理論値と実測値を比較したところ、両者には乖離が見られた²⁾。理論値は均一な物質を想定して算出されているが、脱灰象牙質内では深さ方向にミネラル含有率の分布があり、この不均一性が理論値と実測値との乖離の要因の一つと考えられる。脱灰象牙質内の不均一性を考慮した計算を行うためには数値シミュレーションが必要となるため、本研究では数値シミュレーションを行うための基礎データとして脱灰象牙質の押込み硬さ、弾性率、および Ca と P の含有率を測定した。

【方法】

ウシ象牙質を切断し、エポキシ樹脂 (Crystal Resin, NISSIN RESIN) で包埋したサンプルを #4000 までの耐水研磨紙で研磨した後、0.1 M の乳酸水溶液で脱灰処理を行った。脱灰する時間を 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 h とし、脱灰程度の異なるサンプルを作製した。脱灰後、リン酸緩衝生理食塩水 (164-18541, FUJIFILM Wako Pure Chemical Corp) 中で冷蔵保存した。Nano-Indentation Tester (ENT-1100a, elionix) による負荷-除荷試験で湿潤状態のサンプルの押込み硬さ、および弾性率を測定した。脱灰時間 0 h のサンプルについては、負荷速さを 0.98 mN/s、最大荷重を 9.8 mN とし、それ以外のサンプルについては、負荷速さを 0.1 mN/s、最大荷重を 1 mN とした。いずれのサンプルも最大荷重で 1 s 保持した後、負荷時と同じ速さで除荷した。次に、イオンスパッタ装置 (E-1010, Hitachi) を用いて電流 15 mA、時間 30 s でサンプルの表面を金コーティングし、エネルギー分散形 X 線分析装置 (EDS, JED-2300, JEOL) を用いて各サンプルにつき 5 点ずつ、サンプル表面の Ca、および P の含有率を測定した。

【結果および考察】

健全象牙質の押込み硬さは 557.0 ± 84.2 N/mm² であったが、脱灰時間 0.25 h のサンプルでは 10.1 ± 2.3 N/mm² となり、急激に低下した。一方、脱灰時間 0.5, 0.75, および 1 h のサンプルの押込み硬さはそれぞれ、 8.5 ± 2.2 , 6.6 ± 2.0 , および 8.6 ± 3.8 N/mm² となり、大きな変化が見られなかった。本稿では紙面の制約から弾性率、および Ca と P の含有率の値は割愛するが、これらの値も押込み硬さと同様の傾向を示しており、発表ではこれらの値の詳細についても報告する。今回の負荷-除荷試験では最大押込み深さが 4 μ m 未満で、EDS の検出深さも 2 μ m 程度であるため、脱灰象牙質での測定値は表面の脱灰層のみの特性を反映しており、脱灰前後では測定値の急激な低下が見られたが、脱灰時間の増加に対しては測定値に大きな変化が見られなかったと考えられる。

【まとめ】

脱灰時間を変化させても脱灰象牙質表面の押込み硬さ、弾性率、および Ca と P の含有率には大きな変化が見られず、脱灰象牙質は表面の脱灰層と内部の健全層の 2 層構造に近似できることが示唆された。今後は、これらの測定値を用いた数値シミュレーションを行い、HAMILTOM による硬さ測定メカニズムを明らかにする予定である。

【文献】

- 1) S. Kondo, *et.al.* J Biomed Opt 2022; 27(10): 105004.
- 2) 近藤聡太 他. 日レ医誌 2024; 45(2): 127-135.

口腔内診査に関するタイムスタディ分析

¹⁾北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系 口腔制御治療学分野

²⁾北海道医療大学歯学部口腔構造・機能発育学系 保健衛生学分野

³⁾いのくま歯科クリニック

○泉川昌宣¹⁾、猪熊孝憲^{1,3)}、油井知雄¹⁾、松田康裕¹⁾、水谷博幸²⁾、三浦宏子²⁾、斎藤隆史¹⁾

Time Study Analysis of Oral Examination

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

²⁾Division of Disease Control and Molecular Epidemiology, Department of Oral Growth and Development,
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

³⁾Inokuma Dental Clinic

○Masanobu Izumikawa¹⁾, Takanori Inokuma^{1,3)}, Tomoo Yui¹⁾, Yasuhiro Matsuda¹⁾, Hiroyuki Mizugai²⁾,
Hiroko Miura²⁾, Takashi Saito¹⁾

【緒言】

日本政府は2025年に国民皆歯科健診制度の導入を目指しており、北海道医療大学歯科クリニックにおいても各種健康診査を実施しており、診査項目が臨床での口腔内診査項目と異なることから比較的多くの時間を費やしている。また、後期高齢者歯科健診では、根面齲蝕の検出に対する正確さが重要となると同時に、時間的な負担軽減が重要であると考えられる。今回我々は対象年齢ごとにシミュレートした顎模型を使用して、診査項目毎の所要時間と齲蝕検出の過誤について評価、検討を行った。

【方法】

本学多職種連携シミュレーション実習用模型を改変して、小児から義歯装着高齢者へと4種類のライフステージの口腔内模型を作製した。本学多職種連携シミュレーション実習室において、診査者15名、診査者・筆記者・タイムキーパーの3名が一組となり口腔内診査を実施した。診査項目は、「歯の状況」「補綴状況」「歯肉の状況」「歯列・咬合の状況」で各項目の対応時間を測定した。また診査時の「声がけ」による個人差を排除し、診査項目毎の所要時間を正確に採時する為のシナリオを作製したうえで実施した。さらに、タイムスタディで得られた口腔内診査データを二次利用し、齲蝕検出の過誤の有無を評価した。

各模型の診査にかかる所要時間に関して、One-way ANOVA, Tukey 多重比較検定にて統計分析した。

【結果および考察】

診査対象年齢の増加とともに総所要時間の増加が認められた。全ての模型で「歯の状況」に関する診査時間の占める割合が最も高かった。義歯が装着されている高齢者模型では、「補綴の状況」に関する診査時間が大きく増加した。「歯肉の状況」に関する診査時間は、進行した歯周病を有する模型で有意に増加していた。

齲蝕検出の過誤については、臼歯部では鉤歯の根面齲蝕や最後方臼歯遠心面に存在する齲蝕の見落とし、前歯部では歯頸部歯肉縁下の根面齲蝕や口蓋側に開放された齲蝕の見落とし、咬耗歯の見誤りがみられた。特に、後期高齢者歯科健診では口腔機能に関する診査項目が多く、口腔内状況の把握との関係性が深いことから、齲蝕や咬耗症の見落としや見誤りに関する参考事例として、本研究結果を活用したいと考える。

SS-OCT を用いた放射線照射後の歯の微細構造の分析

1 岡山大学病院 中央診療施設 医療支援歯科治療部

2 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 う蝕制御学分野

3 岡山大学学術研究院医歯薬学域 歯科保存修復学分野

○松崎久美子¹、田端倫子²、大原直子³、高橋 圭³、曾我賢彦¹、島田康史²

Analysis of the microstructure of irradiated teeth using SS-OCT

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

2 Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan

3 Department of Operative Dentistry, Okayama University, Okayama, Japan

○Kumiko Matsuzaki, Tomoko Tabata, Naoko Ohara, Kei Takahashi, Yoshihiko Soga, Yasushi Shimada

【目的】

放射線う蝕は、頭頸部がん放射線治療後の晩期有害事象の一つである。咬耗によって露出した咬合面のエナメル象牙境周囲や、歯周炎等で歯肉退縮して露出した歯頸部のエナメル象牙境周囲に好発し、通常のう蝕と比較して進行が非常に早い。このことから、放射線照射後の歯には微細な構造変化が生じると考えられており、微小硬さの変化や走査電子顕微鏡像での象牙細管の消失などが報告されている。一方で、これらの検証では試料の切断、研磨、乾燥など破壊的かつ侵襲的な処理を経ており、結果に対するコンセンサスが得られにくい。本研究では、放射線を照射したヒト抜去歯の内部に生じた微細な構造変化を、波長掃引型光干渉断層計〔Swept-source (SS)-OCT〕で非破壊的、非侵襲的に観察できるか、さらには SS-OCT 画像の信号を解析することにより詳細な構造変化の分析ができるか検討した。

【方法】

本研究は岡山大学倫理審査委員会の許可（承認番号 189 号）を得て行った。完全埋伏のヒト抜去智歯 8 本を使用した。咬耗を想定して歯冠部歯質を一部除去し、歯肉退縮を想定して歯根膜を除去することで、各歯の咬合面と歯頸部のエナメル象牙境を露出させた。その後、歯根を一部切断して歯髄を除去し、非照射群と照射群に分けた（各群 4 本）。照射群には、直線加速器 (ONCOR, シーメンス社製) を使用して、1 回 10Gy で 7 回放射線を照射した。SS-OCT (IVS-2000, Santec) を用いて、すべての試料の咬合面と歯頸部を観察し、断層画像を得た。さらに、得られた画像を用いて、画像解析ソフト (Image J, NIH) で信号強度プロファイルを作成した。エナメル質、象牙質、およびエナメル象牙境に関心領域 (500 μm $\times$ 1,000 μm) を設定し、信号強度の減衰係数 (組織密度を反映する) を算出した。

【結果】

照射群の試料における約半数の断層画像で、咬合面、歯頸部ともに、エナメル質内に非照射群でみられない白線状の変化を認めた。白線はいずれもエナメル小柱の走行に沿っており、亀裂の先端がエナメル質表面に接するもの、エナメル象牙境に接するもののほかに、亀裂の先端がいずれにも接しないものも認めた。一方で、象牙質内には白線状の変化を認めなかった。微小亀裂照射群の関心領域における信号強度の減衰係数を非照射群のそれと比べると、咬合面と歯頸部、そしてエナメル質と象牙質の箇所を問わず、有意に大きな値を示した ($P < 0.05$, Mann-Whitney U test)。

【考察】

照射群の試料の断層画像でみられたエナメル質内の白線状の変化は微小な亀裂と考えられた。SS-OCT で、エナメル質表面および内部に生じた、肉眼では検知できないレベルの微小亀裂が確認できると思われた。また、咬合面と歯頸部、そしてエナメル質と象牙質の箇所を問わず、本条件の放射線照射は組織密度を低下させると考えられた。

【結論】

SS-OCT で、放射線照射によって歯の内部に生じた微細な構造変化を非破壊的、非侵襲的に観察でき、さらに SS-OCT 画像の信号を解析することにより詳細な構造変化の分析が可能であることを明らかにした。

(会員外協力・謝辞)

本研究の実施にあたっては、岡山大学学術研究院 医歯薬学域 陽子線治療学講座 吉尾浩太郎先生、岡山大学病院 医療技術部 放射線部門 青山英樹放射線物理士、岡山大学病院 歯科放射線科部門 松崎秀信先生に多大なご協力を頂きました。心より感謝申し上げます。

S-PRG フィラー溶出液と超音波スケーラーを用いた歯根面象牙質の脱灰抑制効果の検討

¹ 神奈川歯科大学短期大学部歯科衛生学科, ² 神奈川歯科大学歯科保存学講座保存修復学分野
○片岡 あい子¹, 小倉 真奈², 椎谷 亨², 向井 義晴²

Anti-demineralization effect of S-PRG filler eluate with ultrasonic scaler on root dentin

○Aiko Kataoka¹, Mana Ogura², Toru Shiya², Yoshiharu Mukai²

¹Department of Dental Hygiene, Kanagawa Dental University Junior College,

²Department of Restorative Dentistry, Kanagawa Dental University

[目的]

S-PRG フィラーは Sr^{2+} , Na^+ , SiO_3^{2-} , F^- , BO_3^{3-} , Al^{3+} などの複数のイオンをリリースする機能性フィラーである。イオン濃度勾配に応じて可逆的にイオンのリリースとリチャージが起こりバイオフィルムの形成阻害や酸産生の抑制, 緩衝能および抗菌活性などさまざまな生理活性を有しており, 象牙質の再石灰化効果が認められている。

本研究では超音波スケーラーによるデブライメントに S-PRG フィラー溶出液 (ナノ S-PRG フィラーを 0.5wt% 含有) を注水液に用いた場合の歯根象牙質面の脱灰抑制効果を検討した。

[材料および方法]

1. 象牙質試料の作製: ウシ下顎中切歯歯根部を歯頸部直下およびそれより 5 mm 根尖側で切断し円筒状象牙質歯片を切り出した。その後, 歯軸方向に 2 分割し, 表面を 2000 番の耐水研磨紙により研磨後, 象牙質試料とした。
耐酸性バーニッシュを用いて $2 \times 3 \text{ mm}$ 被験歯面を作製し、歯髄側および側面もバーニッシュを塗布した。
2. 処理群 ($n=3$) 3 群: 1) Power0 で S-PRG フィラー溶出液を注水液に用いた群: PRG 群
2) Power0 で DW を注水液に用いた群: DW 群
3) Power4 で超音波振動を与え S-PRG フィラー溶出液を注水液に用いた群: PRG+US 群
3. 処理方法: 超音波スケーラー (Varios970, P20 チップ) で 20 秒間スケーリング (接触角度 0 度, 接触圧 50 g) を行った。処理後は DW で 5 秒間洗浄し, 水分を拭き取った。これらの処理は 1 日 1 回とし, その他の時間は以下に記載するような脱灰液に浸漬した。
4. 脱灰試験: 処理以外の時間は各試料を脱灰溶液 (1.5 mM CaCl_2 , $0.9 \text{ mM KH}_2\text{PO}_4$, $50 \text{ mM acetic acid}$, 0.1 ppm F , $\text{pH } 5.0$) 10ml に浸漬し, 37°C で 4 日間脱灰を行った。
5. 評価方法: ダイヤモンドワイヤー式精密切断機 (Well3242) にて厚さ $300 \mu\text{m}$ の薄切片を作製し、Transverse Microradiography (TMR) 撮影 (管電圧 35kV, 管電流 15mA, 焦点-試片間距離 570mm, 照射時間 15 分, PW3830) を行った。現像後, 分析用ソフト (TMR2006, 2012) を用いてミネラルプロファイルを作成し, ミネラル喪失量 (IML) および病巣深度 (Ld) を測定した。3 群間の比較には Games-Howell の多重比較検定 (有意水準 5%) を用いた。

[結果]

各群の平均ミネラル密度は, DW 群が $14 \mu\text{m}$ 付近で 14vol%, PRG 群が $8 \mu\text{m}$ 付近で 27vol%, $36.5 \mu\text{m}$ 付近で 25vol%, PRG+US 群が $9.5 \mu\text{m}$ 付近で 25vol%, $33.5 \mu\text{m}$ 付近で 30vol% であり PRG 群と PRG+US 群ともに 2 層性のピークが認められた。ミネラル喪失量 ($\text{vol}\% \times \mu\text{m}$) は DW 群が 5177, PRG 群が 4609, PRG+US 群が 4148 であり PRG+US 群と PRG 群が DW 群と比較して有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。病巣深度はすべてのグループ間に有意差は認められなかった ($p < 0.05$)。

[考察]

今回の実験では, 超音波スケーラー使用時に S-PRG 溶出液を注水し超音波振動を与えた群と, 振動を与えなかった群とを比較すると超音波振動を与えた場合は平均ミネラルプロファイルの 2 つ目のピークの値が高かったことから, 溶出液中の微細なフィラーやイオンが深部にまで浸透し脱灰液中のフッ化物イオンをリチャージ・リリースすることで形成されたものと考えられた。よって S-PRG 溶出液を注水に用いて超音波スケーラーによるデブライメントを行うと、露出した歯根象牙質面の脱灰抑制効果を向上させる可能性が示唆された。

インドシアニングリーンを併用したレーザー援用バイオミメティック法による ヒト歯象牙質へのフッ素含有アパタイトコーティング膜の迅速形成

北海道大学大学院歯学研究院口腔総合治療学教室¹, 北海道大学病院口腔ケア連携センター²,
産業技術総合研究所ナノ材料研究部門³

○蒔 佳奈子¹, 田中佐織², 大矢根綾子³, 宮治裕史¹

Rapid generation of fluoridated apatite coating on human dentin by laser-assisted biomimetic process with indocyanine green

¹Department of General Dentistry, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University,

²Center for Oral Supportive Care, Hokkaido University Hospital,

³Nanomaterials Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

○SHITOMI Kanako¹, TANAKA Saori², OYANE Ayako³, MIYAJI Hirofumi¹

【研究目的】

バイオミネラライゼーションとは、生体が無機鉱物を生成するプロセスを指し、リン酸カルシウム (CaP) に対し過飽和な体液中で生体アパタイトが合成される反応もその一つである。レーザー援用バイオミメティック法 (LAB 法) は、このプロセスとレーザーを組み合わせることで CaP 被膜を基材に迅速形成する方法である。大矢根らはフッ化物イオン含有過飽和 CaP 溶液中で Nd:YAG レーザーを照射することにより、30 分以内にヒト歯象牙質基材上に領域特異的にフッ素含有アパタイト (FAp) 膜を形成することに成功した。また、LAB 法で作製した FAp コーティング膜は *Streptococcus mutans* (Sm) の増殖を抑制することが示された¹⁾。一方で一般の歯科治療において 30 分間のレーザー照射は長時間であり臨床応用に当たってデメリットとなる。本研究では、歯科用ダイオードレーザーを用いたヒト歯象牙質基材へのより迅速な FAp コーティングを目的とし、LAB 法の改良と²⁾、照射面の構造分析、および Sm に対する抗菌性評価を行った。

【材料および方法】

ヒト歯象牙質基材は通常の歯科治療で抜歯された第三大臼歯より作製した。抜歯歯根からダイヤモンドディスクを用いて厚さ 1 mm, 縦 5 mm, 横 5 mm の象牙質基材を作製し、その表面にインドシアニンググリーン (ICG) の溶解液 (0.2 $\mu\text{L}/\text{mm}^2$) をプレコートし乾燥処理した。フッ化ナトリウム (NaF) 1.0 mM を含む CaP 過飽和溶液中に象牙質基材を静置し歯科用ダイオードレーザー (S LASER, GC) を用いて近赤外レーザー光 (808 nm) を 3 分間照射した (17 W/cm²)。基材表面の FAp コーティング膜生成を確認するため、照射面を SEM-EDX 分析により、さらに断面試料を作製し TEM-EDX 分析, SAED 分析により調べた。また、未処理およびレーザー照射した基材に Sm を播種し 24 時間培養後 LIVE/DEAD 染色して蛍光顕微鏡にて観察した。

【結果と考察】

SEM-EDX 分析の結果、照射面特異的に、F を含む CaP で構成されるナノ粒子様の構造を認めた。基材の断面 TEM 分析においてナノ粒子は長さ 1 μm 程度の柱状の形態で、象牙質表面に対して概ね垂直方向に配向していた。また、生成した柱状粒子からなる表面膜は象牙質とシームレスに接合していた。走査 TEM-EDX 分析より表面膜には Ca, P ならびに F が検出され、プレコートされた ICG 層の残存は認められなかった。SAED 分析の結果と合わせて基材表面に結晶性 FAp 膜が形成されたと考えられた。

また基材表面での抗菌活性試験において、レーザー照射群では未処理群と比較して約 4 倍の死菌を観察した。FAp 膜が Sm に対して抗菌活性を発揮したと考えられた。

【結論】

フッ化物イオン含有 CaP 溶液中で歯科用ダイオードレーザー照射を短時間 (3 分間) 行うことで、ICG プレコート象牙質基材上に抗菌性 FAp 膜が形成されることが示唆された。

本研究は北海道大学病院 (第 016-0072 号, 第 020-0352 号), 北海道医療大学 (第 206 号), 産業技術総合研究所 (第 2016-217 号, 第 2020-347 号) の倫理委員会の承認を得て実施された。また、本研究は JSPS 科研費 JP24K03294, JP22H05148, JP22K19927 の助成を受けたものである。

【参考文献】 1) A Oyane *et al.* Mater Sci Eng C, 2020, 111170. 2) A Oyane *et al.* Int J Mol Sci, 2022, 15981.

フッ化ジアンミン銀塗布後の光照射による象牙質変色の評価

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

○今井佑亮, 清水翔二郎, 村瀬由起, 二階堂 徹

Evaluation of dentin discoloration with light curing after application of silver diamine fluoride

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

○Imai Yusuke, Shojiro Shimizu, Yuki Murase, Toru Nikaido

【目 的】

フッ化ジアンミン銀を露出歯根面に塗布することによって、根面う蝕の予防や進行抑制効果が期待されている。一方、SDF に光照射することにより、象牙質に銀イオン (Ag^+) の沈着が促進されることが報告されている。しかし、光照射による象牙質の変色についての定量的な評価は行われていない。そこで本研究の目的は、38% SDF を象牙質に塗布後、LED 光照射することによる象牙質の色調変化について、測色計を用いて定量的回析を行い、光照射条件を検討することである。

【材料および方法】

ウシ抜去前歯の歯根部を唇舌側から硬組織精密切断機 (Isomet, Buehler) を使用して切断し、象牙質ブロック ($5 \times 5 \times 2 \text{ mm}$) を作製した。作製した象牙質ブロック表面を耐水研磨紙 #600~2000 にて順番に研削し、5 分間純水にて超音波洗浄を行った。試料表面を分光測色計・色彩計 (SE7700, 日本電色工業) にて測色し、さらに試料表面の写真撮影を一眼レフカメラ (D3500, Nikon) にて撮影した。その後、38% フッ化ジアンミン銀 (SDF, サホライド, ビーブランドメディコデンタル) を 10 秒間塗布し、エアー乾燥させた後、LED 光照射器 (ペンキュア 2000, 標準モード 1200 mW/cm^2 , モリタ) を用いて、光照射時間 5 s, 10 s, 30 s, 60 s の 4 条件で光照射した。また、試料表面の測色および写真撮影を直後、24 時間後、1 週間後、2 週間後に行った。試料は室温・暗室内にて保管した。色彩の表示は、国際照明委員会 CIE (JISZ8729) による CIE $L^*a^*b^*$ 表色系を用いた。得られた L^* , a^* , b^* 値から SDF 塗布前と塗布直後、24 時間後、1 週間後、2 週間後の色差 (ΔE^*ab) を算出した。

得られた測定値は正規性および等分散性の確認後、一元配置分散分析および Bonferroni 法を用いて、危険率 5% にて統計処理を行った。

【結果および考察】

38% SDF 塗布後の象牙質の変色については、すべての光照射条件において、光照射直後から強い変色を呈していた。また保管期間中にも変色の程度の差はあるものの黒変が強くなる傾向を示した。このことから 38% SDF の象牙質塗布後の光照射によって銀イオン (Ag^+) がメタリック銀 (Ag) に急速に変化し、象牙質表面に固定化されることが示唆された。象牙質表面の銀の固定化について表面分析を検討していく予定である。

齲蝕検知液を併用した Er:YAG レーザーによる齲蝕の選択的除去

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○石田俊輔, 保尾謙三, 奥村瑳恵子, 岩崎和恵, 小正玲子, 岩田有弘, 山本一世

Study of selective Removal of Caries with Er:YAG laser using Experimental Caries-detecting-dye-solutions

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○ISHIDA Shunsuke, YASUO Kenzo, Okumura Saeko, IWASAKI Kazue, KOMASA reiko, IWATA Naohiro, YAMAMOTO Kazuyo

【目的】

患者の治療時, minimal intervention(MI)のコンセプトが歯科医師の間で浸透し, 齲蝕治療に関しても健全歯質をできるだけ保存するために齲蝕検知液の改良や齲蝕を選択的に削除する器械の開発が行われてきた. 我々は各種波長のレーザーの吸収特異性に注目し, 尿素を有する化合物(レーザー高吸収体)を齲蝕検知液に配合するとEr:YAGレーザーの吸収率を向上させることが可能であることを見出した. 今回, レーザー高吸収体を配合した齲蝕検知液を併用し, Er:YAG レーザーによる人工齲蝕象牙質に対する除去効率を測定し, レーザーのパルス幅による影響を検討したので報告する.

【材料と方法】

被験歯として, -40°C で冷凍保存していたウシ歯を実験直前に解凍したものを使用した. 被験歯をレジンで包埋後, モデルトリマーにて象牙質が露出するまで面出しし, さらに注水下にて耐水研磨紙 #600 まで研磨を行った後, 0.1M 乳酸に $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ で 24 時間浸漬し, 人工齲蝕象牙質を作製した. Er:YAG レーザー発振装置として Adverl SH (モリタ製作所) を使用した. 研磨面に尿素を 8.0% 配合した緑色の試作齲蝕検知液 (日本歯科薬品株式会社研究所) を滴下し, Er:YAG レーザーに CS600F チップ (先端直径 $600\mu\text{m}$) を装着し, Soft mode, Hard mode それぞれについて 30, 50, 100mJ, 1pps の条件で照射面に接触した状態から 1 パルス照射し, 形成された窩洞を 3 次元形状測定装置にて測定し, 窩洞の深さ, 除去体積を測定した. 同様の条件で齲蝕検知液を滴下していないウシ健全象牙質に形成された窩洞を測定し, 得た数値をコントロールとした. 算出したデータは二元配置分散分析と Tukey の検定で統計処理を行った. 試料数は 8 とした. なお, 本研究は大阪歯科大学 動物実験委員会の承認 (承認番号 104002) を受けて行った.

【成績および考察】

窩洞の深さについて, Soft mode で照射した場合, 二元配置分散分析の結果, レーザーの照射出力と象牙質の状態 (健全・齲蝕・齲蝕+検知液) に交互作用が認められた ($p < 0.05$). Hard mode で照射した場合, 二元配置分散分析の結果, レーザーの照射出力と象牙質の状態 (健全・齲蝕・齲蝕+検知液) に交互作用は認められなかった ($p > 0.05$). レーザーの照射出力が増加するにつれて窩洞は深くなるが, その増加の傾向は象牙質の種類による影響は認められなかった.

除去体積量については, Soft mode で照射した場合, 二元配置分散分析の結果, レーザーの照射出力と象牙質の状態 (健全・齲蝕・齲蝕+検知液) に交互作用が認められた ($p < 0.05$). Hard mode で照射した場合, 二元配置分散分析の結果, レーザーの照射出力と象牙質の状態 (健全・齲蝕・齲蝕+検知液) に交互作用は認められなかった ($p > 0.05$). レーザーの照射出力が増加するにつれて除去体積量は大きくなるが, その増加の傾向は象牙質の種類による影響は認められなかった.

Er:YAG レーザーは歯質の削除に最も適したレーザーであるが, 今回, Soft mode で照射した場合, 健全象牙質を削除することなく, 齲蝕象牙質のみを削除することが可能であり, さらにレーザー高吸収体配合齲蝕検知液を併用することにより, その効果が高まることが確認できた.

【結論】

Soft mode, Hard mode それぞれについて, Er:YAG レーザーを人工齲蝕象牙質に照射した場合, 出力を増加させると, 窩洞形成の深さ, 除去体積量ともに増加させる効果が認められた. またレーザー高吸収体配合齲蝕検知液を併用することにより, その傾向は顕著となり, Er:YAG レーザーによる安全で, かつ効率的な選択的齲蝕除去ができると考えられる.