

石灰化誘導性接着性モノマー配合 4-META/TBB レジンの微小引張り強さ

北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系 歯蝕制御治療学分野
○ 塚本尚弘 伊藤修一 大熊一豊 斎藤隆史

Micro-tensile bond strength of mineral-inductive monomer containing 4-META/TBB resin
Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation,
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido
○ TSUKAMOTO Naohiro, ITO Shuichi, OKUMA Kazutoyo, SAITO Takashi

【目的】

接着性修復材料の分野において様々な接着性モノマーが開発され、接着システムに組み込まれ臨床応用されている。現在用いられている接着システムの殆どは、接着性モノマーが脱灰象牙質基質中へと浸透したのち、ボンディングレジンが重合することにより樹脂含浸層を形成するとされている。しかし従来から、樹脂含浸層直下にレジンの浸潤が不十分で脱灰象牙質コラーゲン線維が残存する層が生じることが指摘されてきた。我々は、この層を再石灰化させることにより接着界面の耐久性を向上させることができると考えている。そこで新規に接着性モノマーを開発して、その再石灰化誘導能についてこれまで報告してきた。

本研究では、MMA-TBB レジンに配合した石灰化誘導性接着性モノマーが象牙質に対するレジンの微小引張り強さにかかるような影響を与えるかを検討した。

【材料と方法】

う蝕を有さないヒト抜去大白歯を歯冠部中央で歯軸に対し垂直方向に切断し、健全象牙質を露出させ試験に供した。露出した象牙質表面を注水下にて、#400 耐水研磨紙を用いて 30 秒間研削した。

新規開発接着性モノマーである AK-100 および TSM-47 を 5, 10, 30, 50 および 70% 配合した 4-META/MMA-TBB レジンを調製した (以下 AKS-5~70 および YTS-5~70)。コントロールとして非配合 4-META/MMA-TBB レジン (以下 4-META, サンメディカル) を用いた。また、新規開発接着性モノマー自体の接着性を確認するために、4-META を配合しない MMA (以下 MMA)、新規開発接着性モノマーのみを 5~30% 配合したレジンを調製した (以下 AKN-5~30, YTN-5~30)。

象牙質面を表面処理液グリーンにて 10 秒間処理、水洗後、調製したレジンを接着させた。試料を 24 時間 37°C にて水中保管後、断面が 1mm×1mm の正方形となるように棒状に切り出し万能試験機 (Ez test, 島津) を用いてクロスヘッドスピード 1mm/min で微小引張り強さの測定を行った (n=14)。さらに 37°C、水中およびヘキサデカン中にて 3 および 6 ヶ月間保管後の試料について微小引張り強さ試験を行った。なお AKN, YTN に関しては、水中保管 24 時間後のみ接着強さの測定を行った。また、試料の一部は研磨後、6N 塩酸に 40 秒浸漬し、アルコール脱水後に、白金蒸着し走査型電子顕微鏡 (SEM, SSX-550, 島津) にて接着界面の観察を行った。

【結果および考察】

ヘキサデカン中に保管した全試料において、微小引張り強さの経時的な変化は認められなかった。水中保管の場合、4-META では 24 時間後と 6 ヶ月後で統計学的有意差は認められなかった (Tukey 多重比較検定 $p>0.05$)。24 時間後、AKS-5, 10 および YTS-5, 10 の引張り強さは 4-META と比較して有意差は認められなかったが、AKS-30, 50, 70 および YTS-30, 50, 70 では有意に低い値を示した。

24 時間後と比較して 6 ヶ月後の AKS-5 は有意に高い値を示し、AKS-10 は低い値を示した。YTS-5, 10 の場合には有意差は認められなかった。さらに、全期間を通して AK-100 および TSM-47 の同配合量間では有意差は認められなかった。

MMA, YTN-5, YTN-10, YTN-30 は象牙質に対する接着強さはなく、試料片の作成が出来なかった (N/A)。AKN-5 の象牙質に対する接着強さは 14.0 ± 8.1 (MPa) であり、AKN-10 で 8.3 ± 3.6 , AKN-30 で 4.7 ± 2.0 の値を示した。これらの値は、AKS-5, 10, 30 と比較すると統計学的に有意に低い値であったが、AK-100 単独でも機能性モノマーとして作用していることがわかった。

これらのことから、AKS-5 は 4-META/MMA-TBB レジンの接着界面の耐久性を向上させ、YTS-5, 10 は同等の耐久性を示すことが示唆された。今後、これら石灰化誘導性モノマーの至適配合量について詳細に検討する予定である。

ゼロステップコンポジットレジン接着システムの可能性について

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯冠修復学
○小竹宏朋、岩崎菜央、岡崎 愛、堀田正人、山本宏治

Possibility of Zero-Step Resin Composite Adhesive System

Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Department of Operative Dentistry, Asahi
University School of Dentistry
Kotake Hiroto, Iwasaki Nao, Okazaki Ai, Hotta Masato, Yamamoto Kohji

【緒言】

近年、歯科用接着材料の進歩は目覚しく、従来のエッチング、プライミング、ボンディングのスリーステップボンディングシステムから省ステップ化が図られ、セルフエッチングシステムや、ウェットボンディングシステムなどのツーステップボンディングシステム、さらに1液性のワンステップボンディングシステムなど、接着手順をより簡便な方法に移行するものが開発された。省ステップ化することによりチェアタイムの短縮化が可能になり、患者の負担が少なく、操作ミスを減らすことが可能で、臨床操作が効率的になることは明らかである。

しかしながら、これまでゼロステップボンディングシステムは開発されていない。コンポジットレジンの充填処置を極めて簡略化するために、コンポジットレジンに直接歯質接着性を付与し、これから望まれる次世代コンポジットレジンの開発の可能性について検討した。

【材料および方法】

供試材料：今回使用した材料はベースとなるコンポジットレジンに BEAUTIFIL Flow F02 (松風) にワンステップボンディングシステムである BeautiBond (松風) の一部の成分を混和したものを作製した。BeautiBond を練和紙上に滴下し、エアによりアセトンや蒸留水など溶媒成分を飛ばしたものを BEAUTIFIL Flow F02 に 10%、20% 混和したものを試料 1、試料 2 とした。また、今回、フィラーが 50% 含有した試作レジンも作製し合わせて検討した。コントロールとして何も配合しない BEAUTIFIL Flow F02 を用いた。

実験方法：ヒト抜去歯の象牙質を用いて、#600 の耐水研磨紙で表面が平坦になるように研磨した。平坦化した象牙質上に内径 3.0mm、外径 5.0mm、深さ 4.0mm のテフロンモールドを固定し、各試料を填入し光照射を行い重合させた。各試料とも試料数は 10 個とし、作製した試料片は、37℃蒸留水中に 24 時間保管後、引張り接着試験用アダプターに固定し、万能試験機 (EZ Graph, SHIMADZU) により、クロスヘッドスピード 0.25mm/min の条件で引張り、破断時の値を単位面積当たりに換算し引張り強さ (MPa) を測定した。

【結果および考察】

コントロールの BEAUTIFIL Flow F02 はほとんど象牙質に接着せず、かろうじて接着したのもも 24 時間蒸留水に浸漬したところすべて外れてしまい、引張り強さは測定できなかった。試料 1、2 の平均引張り強さは 1.76MPa、1.95MPa であった。試作レジンの平均引張り強さは 3.55MPa であった。

試作したレジンではガラスアイオノマーセメントに劣る結果となったが、引張り強さをガラスアイオノマーセメントと同等に引き上げることにより、根面う蝕の充填や裏層に用いることが可能となる。また、省ステップの利便性を活かしたフィッシャーシーラントに応用することも考えられる。最終的に、現在のボンディングシステムと同等な引張り強さを目指し、レジン体の物性試験や生体親和性、色彩学的検索なども含め検討を繰り返す考えである。今回、作製し測定した試料の数値は、現在、臨床で用いられている各種ボンディングシステムの値から考えると低い値を示すといえる。しかしながら、接着性のまったくないコンポジットレジンにボンディング材の成分を配合することにより、接着性を有したことは接着性コンポジットレジンを開発する上でとても興味深いものと考えられる。

【結論】

今回の結果から、臨床に応用できるほどの接着性は得られなかったが、接着性のないコンポジットレジンに接着性を付与できる可能性が示唆された。

新規低収縮コンポジットレジン of 重合収縮特性

¹⁾日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座, ²⁾日本歯科大学附属病院総合診療科
³⁾ハーバード大学歯学部 — フォーサイス研究所

○柵木寿男¹⁾, 新田俊彦²⁾, 代田あづさ²⁾, 山田 正¹⁾, 貴美島 哲¹⁾, 奈良陽一郎^{1,3)}, Dogon I.L.³⁾, 勝海一郎¹⁾

Characteristics in polymerization shrinkage of latest low shrinkage resin composite

¹⁾Dept. of Endodontics and Operative Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental Univ.,
²⁾University Hospital, General Dentistry, The Nippon Dental Univ.,
³⁾Harvard School of Dental Medicine – The Forsyth Institute.

○Maseki T¹⁾, Nitta T²⁾, Shirota A²⁾, Yamada T¹⁾, Kimishima T¹⁾, Nara Y^{1,3)}, Dogon I.L.³⁾, Katsuumi I¹⁾

【研究目的】 コンポジットレジンの重合収縮は臨床的予後に多大な影響を与えることから、その低減化が強く望まれている。そこで今回、異なるアプローチによって開発された新規低収縮コンポジットレジン 2 種の重合収縮特性を明らかにすることを目的に、光供給様式の異なる 2 種照射器による光照射直後から 3 分後までの初期重合収縮について評価検討した。

【材料および方法】 新規低収縮コンポジットレジンとしては、欧米上市の臼歯用 : P-90 (P9: 3M ESPE) と試作前臼歯両用 : GDLS-200 (LS: GC) を使い、対照としては、市販前臼歯両用 : Supreme DL (SD: 3M ESPE) および Gradia Direct (GD: GC)、市販フロアブルレジン : Supreme Flow (SF: 3M ESPE) と試作フロアブルレジン : GDUC-516 (UC: GC) を選択した。さらに、照射器は、照射強度 750mW/cm² を維持安定供給できる市販ハロゲン照射器 : GC NEW LIGHT VL-II (GC) を 20 秒間設定とし、また広波長域・ハイパワーLED 照射器 : G-Light Prima (GC) をハイパワー/ファストモード 3 秒間照射設定 (照射強度 1800mW/cm²) として用いた。重合収縮の測定に際しては、カバーガラスを介し鏡上に安置した内径 4.0mm × 高径 8.0mm の透明モールド内に各種レジンを入後、モールド底部からの重合を促進させるため、相対させた同種 2 機照射器によって鏡面

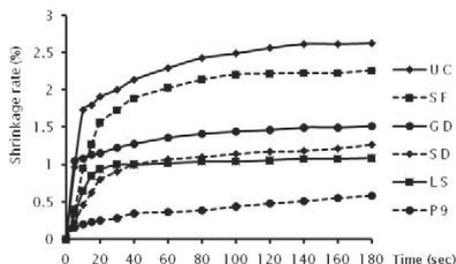


Fig. 1 Time-dependence of shrinkage rate for resin composite irradiated by halogen light source

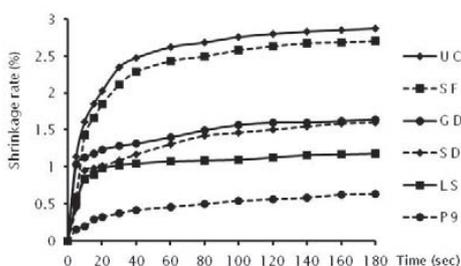


Fig. 2 Time-dependence of shrinkage rate for resin composite irradiated by LED light source

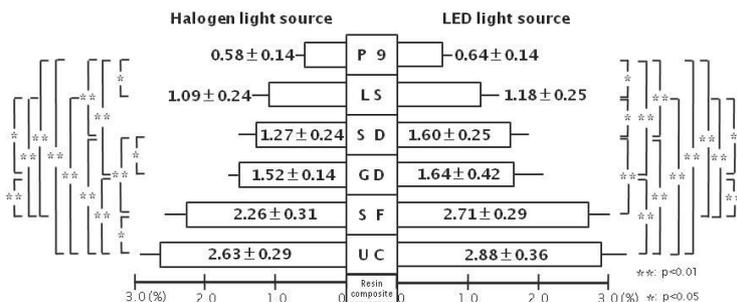


Fig. 3 Shrinkage rate of resin composites at three minutes after irradiation

に対し照射角 45° の同時光照射を 1 セット行った。ついで、モールド長軸に対し照射角が 90° になるまで照射口を暫時変化させつつ追加 1 セットの同時光照射を行った。重合収縮は、SUNX 社製レーザ変位センサ HL-C105B-BK を用いて、モールド内レジンの表面中央部における垂直的变化量を光照射開始直後から 3 分後まで測定し、重合収縮率を算出した。得られた測定値 (n=5) は、Two/One-way ANOVA ならびに q 検定による統計学的分析を行った。

【成績ならびに考察】 Fig.1~3 に得られた結果を示す。分析の結果、材料の違いと照射器の違いは 3 分後の重合収縮率に対し信頼率 99% で高度に有意な影響を与えることが判明した。また、照射器にかかわらず、新規低収縮コンポジットレジンの P9 および LS の同収縮率は他のレジンより小さい値を示した。P9 は従来の Bis-GMA 系とは異なる環状シロキサン化合物をベースレジンとして用いることによって、一方、LS は UDMA に新規モノマーを添加し、さらにフィラー配合の最適化を図ることによって低重合収縮性の獲得に至っている。この 2 つの技法は今後の各種レジン系材料の開発に寄与する有益なアプローチであり期待できる。また、

レジンにかかわらず、広波長域・ハイパワーLED 照射器による高照射強度・短時間照射は、ハロゲン照射器による一般的照射より大きな重合収縮を生じさせることが確認できた。したがって、臨床応用に際しては、分割積層充填法や歯質透過光としての活用などを組み合わせながら、質の高い修復に努めることが望まれる。

新規充填用コンポジットレジン Fantasista™ の特性について

日本大学松戸歯学部う蝕抑制審美治療学講座¹、日本大学松戸歯学部歯科生体材料学講座²、中村歯科医院³、そよかぜ歯科医院⁴

○山本憲廣^{1,4}、平山聡司¹、谷本安浩²、中村光夫³、池見宅司¹

Characteristics of a Newly Composite Resin Filling Material “Fantasista™”

Department of Caries Control and Aesthetic Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo¹, Department of Dental Biomaterials, Nihon University School of Dentistry at Matsudo², Nakamura Dental Clinic³, Soyokaze Dental Clinic⁴

○YAMAMOTO Norihiro^{1,4}, HIRAYAMA Satoshi¹, TANIMOTO Yasuhiro², NAKAMURA Mitsuo³, IKEMI Takuji¹

【研究目的】

MI コンセプトに基づいたコンポジットレジンによる修復処置は、接着修復材の進化により前歯部から臼歯部まで日常臨床において高頻度で行われる臨床技法である。しかし、コンポジットレジンの色調が材料の厚さや背景色に大きく影響を受けるため、前歯部隣接面の類舌的に貫通した窩洞や窩底部に着色象牙質が残存する症例では、レイヤリングテクニックを用いて周囲歯質の色調にマッチした審美修復を成し遂げようとしても、レジンペーストのシェード選択や充填操作に困難を伴うことが多い。最近、サンメディカル社より従来の MFR 型コンポジットレジン Metafil C に加え、色調適合性を追求したハイブリッド型コンポジットレジン Fantasista が開発・市販された。そこで、本研究では、Fantasista オペーシャスペーストの遮蔽効果について検討を行い、併せて臨床症例について報告する。

【材料および方法】

コンポジットレジン試料は、Fantasista と Metafil C の A2 ペーストを使用し、直径 20mm、厚さ 2.0mm テフロンモールドに填入後、スライドガラスで圧接し、両面を JET ライト 3000 (モリタ) にてそれぞれ 20 秒間照射した。得られた硬化体の測色には色差計(MINOLTA CM-3500d)を用い、これを基準色とした。一方、う蝕影響象牙質を想定した着色群では、背景として直径 20mm、厚さ 0.1mm のメタカラープライムアートステイン DARK-BROWN (サンメディカル) 硬化体を作製した。その上に、Fantasista A2 ペーストと A2O オペーシャスペーストの厚みがトータル 2.0mm となるよう、それぞれの厚さ (A2 : A2O = 2.0mm : 0mm, 1.5mm : 0.5mm, 1.0mm : 1.0mm, 0.5mm : 1.5mm, 0mm : 2.0mm) を調整した硬化体試料を作製し、色差計にて測色した。なお、対照とした Metafil C については A2 ペーストのみ測定した。

【成績および考察】

着色群における Fantasista A2 ペースト 2.0mm では、L*値、a*値および b*値の全てにおいて基準色よりも低い値を示したが、その差は Metafil C よりも小さかった。Fantasista A2O オペーシャスペースト 2.0mm では、基準色と比較して L*値は高く、a*値および b*値ともに低い値を示した。Fantasista A2 ペーストと A2O オペーシャスペーストの厚みを変化させた場合、A2 : A2O = 1.0mm : 1.0mm が最も基準色に近く、次いで A2 : A2O = 0.5mm : 1.5mm が近似していた。このことから、Fantasista は、従来の Metafil C に比べ遮蔽効果を有するものの、オペーシャスペーストを 1.0mm の厚さ以上で併用することにより高い色調回復効果があることが分かった。

【結論】

今回開発された充填用コンポジットレジン Fantasista を用いた臨床症例から、アマルガム充填物除去後の着色象牙質やう蝕影響象牙質など窩洞の色が変色している場合に、オペーシャスペーストを併用することによって色調適合性に優れた修復が可能であることが示唆された。

新規コンポジットレジンの理工学的性質について

サンメディカル株式会社 研究部¹⁾, 日本大学松戸歯学部生体材料学講座²⁾
○今井啓文¹⁾, 松平知子¹⁾, 土川益司¹⁾, 西山典宏²⁾

Physical properties of a novel resin composite

○Hirofumi Imai¹⁾, Tomoko Matsudaira¹⁾, Masuji Tsuchikawa¹⁾, Norihiro Nishiyama²⁾
Sun Medical Co., Ltd.¹⁾, Department of Dental Biomaterials, Nihon University School of Dentistry
at Matsudo²⁾

【目的】

近年の歯科診療は、患者の歯科審美への要求の高まりや金属アレルギーなどの問題からメタルフリーでの治療が注目されている。また、MI の概念から歯質の削除量を極力抑えた窩洞形成を施されるようになり、これらの要求を満たすコンポジットレジンは、現在の歯科診療において必須の材料となっている。

一方、歯科材料メーカー各社では、これら要望に対応するため、接着システムの構築や多種多様で審美性、耐久性に優れたコンポジットレジンの開発が行われている。

そこで我々は、天然歯への馴染みを追求した前歯白歯対応のコンポジットレジン「ファンタジスタ」の開発を行い、その理工学的性質について検討を行ったので報告する。

【材料及び実験方法】

実験にはファンタジスタ (A3) および比較対象としてメタフィル C (A3)、メタフィル Flo (A3) を使用し、三点曲げ試験、ビッカース硬さ及び圧縮強さ試験を行った。三点曲げ試験体は各ペーストともに JIS T 6514 に準じて作製し、島津社製オートグラフにてクロスヘッドスピード 1.0mm/min の条件で測定した。ビッカース硬さ試験においてはφ15.0mm、厚さ 1.0mm の金型に各ペーストを填入し、JET ライト 3000 にて片面光照射 (20 秒) を行い得られた硬化体を 37°C/24h 水中浸漬後に島津社製微小硬度計を用いて測定した。一方、圧縮強さ試験においてはφ4.0mm、厚さ 3.0mm のテフロンモールドに各ペーストを填入し、ビッカース硬さ試験と同様の条件にて硬化体の作製及び水中浸漬を行った。その後、オートグラフにてクロスヘッドスピード 2.0mm/min で試験を行った。得られた各試験結果は One-way ANOVA による分散分析、多重比較として Tukey 法を用いて統計処理を行なった。

【成績】

各物性試験結果を表に示す。

表. 試験結果 (n=7)

	曲げ強さ (MPa)	弾性率 (GPa)	破壊エネルギー (J×10 ⁻⁴)	圧縮強さ (MPa)	ビッカース硬さ (HV)
ファンタジスタ	125.8±3.0 ^a	8.5±0.1 ^d	131.0±12.5 ^e	441.3±13.2 ⁱ	47.0±1.4 ^k
メタフィル C	88.3±4.6 ^b	4.3±0.2 ^c	108.9±11.9 ^e	435.4±15.4 ^{i,j}	36.8±1.9 ^l
メタフィル Flo	115.8±6.5 ^c	5.2±0.1 ^e	202.7±0.0 ^h	414.5±29.6 ^j	42.4±1.6 ^m

各物性試験における同一記号は有意水準 5% で差がないことを示す

【考察及び結論】

今回開発を行ったファンタジスタは反応性有機質複合フィラー並びに無機フィラーの最適な配合により、メタフィル C やメタフィル Flo の応力緩和や耐摩耗特性といった特長を活かしつつ、前歯白歯に対応できる審美性を追求し開発したコンポジットレジンである。今回の各種物性試験結果により、比較対象であるメタフィル C やメタフィル Flo よりも更なる物性の向上を実現していることが確認された。また、メタフィル C やメタフィル Flo のこれまでの臨床知見も併せて考慮した場合には、前歯部は勿論のこと、臼歯部にも十分使用可能な物性を有していると考えられた。

従って、ファンタジスタは前歯白歯対応型コンポジットレジンとして有用であることが示唆された。

試作コンポジットレジン GDLS の基本的諸性質

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，福石歯科医院³

○ 高見澤俊樹^{1,2}，渡邊孝行¹，前田 徹¹，吉田武史¹，
色川敦士^{1,2}，角野奈津¹，宮崎真至^{1,2}，福石弘三³

Mechanical Properties of Experimental Resin Composite GDLS

Department of Operative Dentistry¹，Division of Biomaterials Science，Dental Research Center²，
Nihon University School of Dentistry，Fukuishi Dental Clinic³

○ TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}，WATANABE Takayuki¹，MAEDA Toru¹，YOSHIDA Takeshi¹，
IROKAWA Atsushi^{1,2}，SUMINO Natsu¹，MIYAZAKI Masashi^{1,2}，FUKUISHI Kozo³

【緒言】

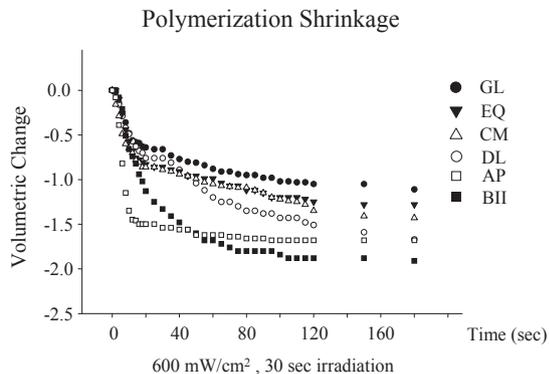
歯質接着システムの進歩によって，光重合型コンポジットレジンの使用頻度が増加するとともに応用範囲も広がっている。しかし，コンポジットレジンの重合時の収縮は，二官能性モノマーを用いるコンポジットレジンでは避けることはできず，これが修復物の長期安定性に影響を及ぼす可能性が指摘されている。そこで，使用するコンポジットレジンのフィラーあるいはモノマー組成を変更することによって，重合収縮の低減化が試みられている。今回，演者らは重合収縮の低減を目的とした試作コンポジットレジンの機械的性質について，市販のコンポジットレジンと比較検討した。また，レジン硬化物のフィラー形状について走査電子顕微鏡（以後，SEM）観察を行うことによって考察資料とした。

【材料および方法】

供試したコンポジットレジンには，市販のコンポジットレジン Clearfil AP-X（Kuraray Medical，以後 AP），Clearfil Majesty（Kuraray Medical，以後 CM），Supreme DL（3M ESPE，以後 DL），Beautiful II（Shofu，以後 BII），Estelite Σ Quick（Tokuyama Dental，以後 EQ）および試作コンポジットレジンの GDLS（GC，以後 GL）の 6 種類とした。

評価項目としては，以下について検討した。

- 1) 無機フィラー含有量（wt %）
- 2) 熱膨張係数
- 3) 曲げ強さおよび曲げ弾性率
- 4) 体積重合収縮率（vol %）
- 5) レジン硬化物のフィラー形状の SEM 観察



【成績および考察】

供試したコンポジットレジンの無機質フィラー含有量は，57.9～83.4 wt %の範囲を示し，CM で最も低く，AP で最も高い値を示した。熱膨張係数は， $20.8\sim 42.7\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の範囲を示し，CM で最も高く，AP で最も低い値を示した。また，曲げ強さは，88.8～160.5 MPa，曲げ弾性率は8.0～15.5 GPaの範囲を示し，熱膨張係数とともに無機フィラー含有量との間に強い相関関係が認められた。一方，照射開始から 180 秒後の体積重合収縮率は， $-1.91\sim -1.11\%$ の範囲を示し，GL で最も小さく，BII で最も高い値を示した。また，無機フィラー含有量と重合収縮率との間に相関は認められなかった。このことは，フィラー含有量の多寡のみならずフィラーの形状および処理法あるいはベースレジンの種類が体積重合収縮率に影響を及ぼすことを示すものと考えられた。

【結論】

本実験の結果から，供試したコンポジットレジンの基本的諸性能は，製品によって異なることが示された。また，試作コンポジットレジンの GDLS は，他のレジンに比較して重合収縮率が少ないことが明らかとなった。

コンポジットレジン修復システムの歯質窩洞における垂直および水平的硬化収縮について

岡山大学 大学院医歯薬学総合研究科 生体材料学分野
○入江正郎, 鈴木一臣

Vertical and horizontal setting shrinkage in composite restorations.

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

○ Masao Irie, Kazuomi Suzuki

【 緒言 】

歯冠修復に不可欠な近年のコンポジットレジンには、フィラーの高密度充填化や光重合の確立、さらに接着のシステム化によって高性能、高機能化をもたらしている。昨年春の本学会では市販のコンポジットレジン修復における硬化初期の歯質接着性の変動について報告した。今回は、最近のコンポジットレジンシステムにおける光照射直後の歯質窩洞における垂直および水平的硬化収縮について詳細に検討した。

【 材料と方法 】

材料としては Table に示すコンポジットレジン 9 種とメーカー推奨のセルフ・エッチング・プライマーを使用した。方法は、ヒト臼歯咬合面に I 級窩洞（直径 3.5mm, 深さ 1.5mm）を形成、メーカー指示に沿ってセルフ・エッチング・プライマーで処理、コンポジットを充填、光照射して硬化させた。光照射直後に、垂直的な硬化収縮は、窩洞中心部における光照射前後の寸法変化を測定、修復したコンポジットレジンの厚みで除して%で、水平的な硬化収縮は、光照射直後に研磨して窩洞辺縁部（エナメル質）に生じている最大の間隙幅を測定部位の窩洞直径で除して%で表示した。

【 結果と考察 】

Table に結果を示した。垂直方向には 1.2~2.8%、水平方向には 0.5~2.2%の収縮率を示した。いずれのコンポジットレジン修復システムにおいても、垂直方向の方が水平方向と比較して有意に大きな値を示した。最近のコンポジットレジンには吸水による膨張がほとんど期待できないため、この収縮は残された問題である。研磨時の形態修正に頼るしかないかと思われるが、フロワブルタイプを併用した積層法が提唱された。演者らは、レジンモディファイド・グラスアイオノマーを使用して流動性にとんだタイプを併用した積層法の有用性を報告してきた¹⁾。

Table Vertical and horizontal setting shrinkage in composite restorations (% , N=10)

Composite + Self-etching adhesive (Manufacturer)	Vertical dimension*	Horizontal dimension ⁺	Alpha value ^a
Experimental composite + Xeno IV (Dentsply/Caulk)	2.81 (0.37)	1.95 [0]	<0.05
Filtek Supreme DL + Adper Easy Bond (3M ESPE)	1.72 (0.43)	0.83 [3]	<0.05
Premise + OptiBond All-in-One (Kerr)	2.05 (0.58)	2.22 [3]	<0.05
go! + ice (SDI)	1.59 (0.38)	0.86 [3]	<0.05
Kalore + G-Bond Plus (GC)	1.15 (0.43)	0.49 [6]	<0.05
BEAUTIFIL II + FL-Bond II (Shofu)	1.36 (0.37)	0.68 [3]	<0.05
Fantasia + AQ Bond SP (Sun Medical)	1.75 (0.61)	0.45 [5]	<0.05
Estelite Σ Quick + Bond Force (Tokuyama Dental)	1.86 (0.40)	0.46 [5]	<0.05
Majesty Posterior + Mega Bond (Kuraray Medical)	1.37 (0.50)	0.46 [5]	<0.05

*: Mean (SD), +: Summed of percentage for all ten specimens, []: Number of specimens having no gaps

^a: Significantly different by Mann-Whitney U-Test between two values.

【 まとめ 】

コンポジットレジン修復システムが飛躍的に発達した現在でも、硬化時の収縮は未解決な課題である。

【 文献 】 1) Irie M *et al.*, *Dent Mater* 2006; 22(5): 486-497.

S-PRG フィラー含有修復材料の脱灰象牙質に対する効果

鶴見大学歯学部第一歯科保存学教室

○宮内貴弘, 秋本尚武, 大森かをる, 英 將生, 原 麻由子, 桃井保子

Effect of Restorative Materials Containing S-PRG Filler on Demineralized Dentin

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○MIYAUCHI Takahiro, AKIMOTO Naotake, OHMORI Kaoru, HANABUSA Masao, HARA Mayuko, MOMOI Yasuko

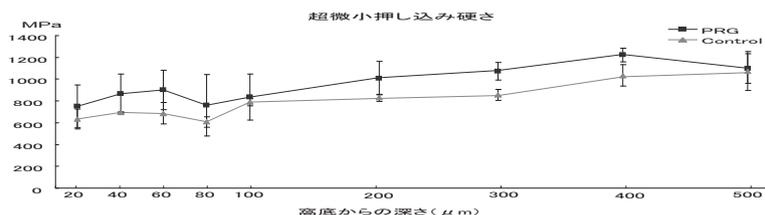
【研究目的】

現在のう蝕治療では、総山により考案されたう蝕検知液を指標とした感染歯質のみを削除し、細菌感染がないう蝕影響象牙質は保存する治療法が行われている。この一部脱灰したう蝕影響象牙質は接着修復の長期耐久性に影響を及ぼすことが考えられている。しかし、接着修復後にう蝕影響象牙質の再石灰化が促進されれば、象牙質の劣化を防ぎ長期接着耐久性を得ることができる。今回、脱灰象牙質の再石灰化の可能性について知るために、近年松風により開発された新素材 S-PRG フィラーを含有した修復材料により人工脱灰象牙質窩洞の修復を行い、象牙質接着界面周囲の硬さ変化をナノインデンテーションにより測定し検討を行った。

【材料と方法】

本研究にはヒト抜去第三大臼歯を用いた。マイクロカッター (MC-201, マルトー) にて歯根部を解剖学的歯頸線より 3 mm 下で切断し、軟組織および歯髄を除去した。咬合面に直径 3 mm, 深さ 3 mm の円柱窩洞をダイヤモンドポイントで形成後、窩洞以外の歯面を表面滑沢硬化材で被覆し、pH4.5 に調整した乳酸中に 1 週間浸漬した。その後試料を蒸留水にて十分に水洗後、乾燥させ、試作 PRG セメント (松風) を窩洞内に充填した。コントロールとして、窩洞にセメントを充填しない試料も作製した。各試料は 37°C 生理食塩水中に 12 週間浸漬した。保管後、試料をマイクロカッターで接着界面と垂直になるように頬舌方向に切断し、試料の半分を切り出した面が表層となるようにプラスチックモールド内に包埋後、通法に従い鏡面研磨を行った。硬さの測定は、超微小押し込み硬さ試験機 ENT-1100a (エリオニクス) を用いて行った。測定条件は、試験荷重 1 mN, 負荷ステップ 2 μ N, 負荷および除荷速度 0.1 μ N/msec, 試験荷重保持時間 1 秒, 測定温度 28.0°C, 測定部位は窩底部中央 1 箇所, 近心側窩壁および遠心側窩壁の中央部に各 1 箇所, 合計 3 箇所とした。各測定部位につき窩底あるいは窩壁から 100 μ m まで 5 μ m 間隔で測定後、100 μ m 間隔で 500 μ m までの硬さ測定を行った。なお各測定点では水平方向に各 10 点ずつの測定を行った。なお試料数は各群 3 歯ずつとした。硬さ測定により得られた値は、t 検定および一元配置分散分析, Tukey 多重比較 ($\alpha = 0.05$) にて統計解析を行い比較検討した。

【結果と考察】 窩底部における硬さ変化を示す。



乳酸により脱灰した人工脱灰象牙質は、窩底面では 100 μ m 付近まで健全象牙質と比較して有意に硬さが低く、乳酸による脱灰の影響を受けていることがわかった。また健全象牙質と比較してコントロール群では 400 μ m 付近まで硬さが低かったのに対し、セメント充填群では 200 μ m 付近より健全象牙質に近い値を示した。人工脱灰象牙質に S-PRG フィラー含有修復材料を充填し 12 週間水中浸漬した試料は、全ての測定点でコントロールと比較して硬さが高い傾向を示したが、有意差は認められなかった。以上の結果より脱灰象牙質窩洞に対し、試作 PRG セメントを充填し 12 週間水中浸漬すると脱灰象牙質の硬さが上昇する傾向にあることから、S-PRG フィラー含有修復材料は脱灰象牙質を再石灰化できる可能性があることが示唆された。

長期水中浸漬がフロアブルレジンの曲げ強さに与える影響

新潟大学医歯学総合病院歯科総合診療部、¹新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野、
²新潟大学歯学部口腔生命福祉学科口腔介護支援学講座
石崎裕子、韓 臨麟¹、興地隆史¹、福島正義²

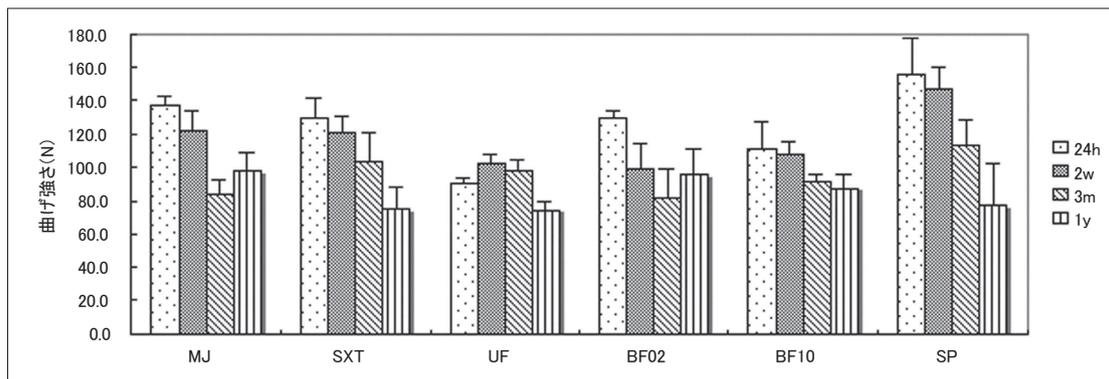
Effect of long-term water immersion on flexural strength of flowable resins.

General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental Hospital
¹Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
²Department of Oral Health and Welfare, Niigata University Faculty of Dentistry
ISHIZAKI Hiroko, HAN Linlin¹, OKIJI Takashi¹, FUKUSHIMA Masayoshi²

【研究目的】 口腔内におけるフロアブルレジンの材料学的安定性について検討するために、演者らは日常生活で摂取頻度の高い飲料溶液に2週間浸漬した各種フロアブルレジンの機械的強度を曲げ試験によって検討し、短期間の浸漬条件では pH や水分の影響よりもアルコール成分の影響が強いとの結果を第 128 回本学会で報告した。本研究では、口腔内における長期安定性を検討するために、蒸留水に長期浸漬保管したフロアブルレジンの機械的強度を検討した。

【材料および方法】 使用材料はクリアフィル®マジェスティ®LV (クラレメディカル) (以下 MJ)、Filtek™ SupremeXT (3M ESPE) (以下 SXT)、ユニフィル®ローフロプラス (GC) (以下 UF)、ビューティフィルフロー-F02、F10 (松風) (以下 BF02、BF10) および従来型コンポジットレジン Filtek™ Supreme (3M ESPE) (以下 SP) である。いずれも A3 シェードを用いた。内寸 12x2x2mm のステンレス金型を用いてレジン試片を作製し、37°C 蒸留水中に 24 時間 (以下 24h)、2 週 (2w)、3 か月 (3m)、1 年 (1y) 間、暗室保管した。その後、小型卓上型試験機 (EZ-L-5kN および TRAPEZIUM2、島津製作所) にて 3 点曲げ試験 (クロスヘッドスピード 1mm/min) を行った (n=5)。各レジン群における浸漬期間間の統計解析を one-way ANOVA および Tukey' s test によって行った。

【成績および考察】



いずれのレジンも長期水中浸漬にて曲げ強さが有意に低下する傾向を示した (one-way ANOVA, $P < 0.01$)。とくに浸漬 1y の曲げ強さは 24h の値に比べて MJ で 70.9%、SXT で 57.6%、UF で 82.4%、BF02 で 73.7%、BF10 で 78.7%、SP で 49.3% の有意に低い値であった (Tukey' s test, $P < 0.05$)。また、UF を除くレジンで 24h 浸漬と 3m 浸漬間に有意差を認めた (Tukey' s test, $P < 0.05$)。一般にレジンは光照射後にも重合反応が継続し 24 時間までに完了することが知られているが、UF では 24h より 2w の値が大きく、重合反応が 24h 以降も継続していたことが推察された。長期水中浸漬による曲げ強さの低下はフィラーとマトリックスレジンの結合部に何らかの影響が及ぼされたことを反映したものと推察された。

【結論】 本研究で使用したレジンは、1 年間水中浸漬した場合に曲げ強さの低下が認められた。

光強度がフロアブルレジンの重合収縮に及ぼす影響

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、福本歯科医院³

○色川敦士^{1,2}、岩佐美香¹、太田舞子¹、大城麻紀¹、森 健太郎¹、
高見澤俊樹^{1,2}、宮崎真至^{1,2}、福本敬一³

Influence of Light Intensity on Volumetric Changes of Flowable Resin Composites

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

Nihon University School of Dentistry, Fukumoto Dental Clinic³

○IROKAWA Atsushi¹, IWASA Mika¹, OOTA Maiko¹, OSHIRO Maki¹, MORI Kentarou¹,
TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, FUKUMOTO Keiichi³

【緒言】

その流動性を特徴とするフロアブルレジンは、操作の簡便さあるいは適応範囲が広範にわたるなどの理由から、臨床使用頻度が増加している。しかし、フィラー含有量が低いことから、体積収縮率が大きいことが懸念されているとともに、その機械的性質は修復の予後に大きく影響するところから、これを詳細に検討することが必要と考えられる。

そこで演者らは、市販のフロアブルレジンの物性および機械的性質のうち、とくに体積収縮率、曲げ強さ、フィラー含有量、熱膨張係数およびフィラー形状などについて検討した。

【材料および方法】

実験には、フロアブルレジンとして GCUC-516 (GC), MI Flow (GC), X-Flow (Dentply Sankin), SI-R20606 (F 00) (Shofu) および SI-R20606 (F 02) (Shofu) の 5 種類を使用した。

1) 体積収縮率の測定

照射器としては Optilux 400 (sds Kerr) を使用し、照射条件としては、光強度を 100 および 600 mW/cm² として、20 あるいは 30 秒照射した。精製水を満たしたディラトメーター内にレジンペーストを設置し、照射に伴って生じる体積変化を CCD カメラを用いて照射開始から 180 秒後までガラス管内の精製水の見盛り移動量 (mm) を連続撮影し、その移動量から体積収縮率として算出した。なお、試片の数は各条件について 3 個とした。

2) 曲げ強さの測定

2×2×25 mm の角柱試験片を製作し 24 時間水中に保管後、万能試験機 (Type 5500, Instron) を用いて曲げ強さを求めた。なお、試片の数はそれぞれの製品について 6 個とした。

3) 無機フィラー含有量の測定

示差熱天秤 (TG/DTA 6300, Seiko Instrument) を用い、室温時から 750 °C までの減量を求めた。無機フィラー含有量は 100-減量 (%) として算出した。なお、試片の数はそれぞれの製品について 3 個とした。

4) 熱膨張係数の測定

2×2×13 mm の角柱試験片を製作し 24 時間大気中に保管後、熱機械分析装置 (TMA/SS 6300, Seiko Instrument) を用いて 30~80 °C 間の平均熱膨張係数を求めた。なお、試片の数はそれぞれの製品について 3 個とした。

5) 走査電子顕微鏡 (SEM) 観察

レジン硬化後のフィラー形状を観察するため、重合硬化した試片を通常法に従い、鏡面研磨したのちにアルゴンイオンエッチング (EIS-200 ER, Elionix) を 20 秒間行い、次いでイオンコーターで金蒸着を施し、FE-SEM (ERA-8800 FE, Elionix) を用いて加速電圧 15kV で観察した。

【成績および考察】

供試したフロアブルレジンの体積収縮は、いずれの製品においても照射開始から照射終了時まで急激な収縮を示し、それ以降ではなだらかな曲線を示しプラトーに達する傾向が認められた。照射後 180 秒後における体積収縮率は、製品により違いが認められ 2.64 % ~ 4.84 % であった。曲げ強さは 103.5 ~ 148.4 Mpa、無機フィラー含有量は 61.2 ~ 68.4 wt%，熱膨張係数は 37.5 ~ 48.3 × 10⁻⁶ / °C であり、製品による差が認められた。これらの違いは、各製品のフィラー含有量の違いあるいはベースレジンの組成によるものと考えられた。

【結論】

本実験の結果から、供試したフロアブルレジンの体積収縮率は製品によって大きく異なるものであり、曲げ強さ、無機フィラー含有量および熱膨張係数においても、製品によって特徴があることが判明した。

光照射器に関する研究 長期間使用されている光照射器による硬化度の比較

東北大学大学院歯学研究科口腔修復学講座歯科保存学分野
○星野圭美、兼平正史、西原大輔、安倍敏、遠藤達雄、FINGER, WJ、小松正志

Effect of curing light intensity on depth of cure and KHN of CLEARFIL AP-X

Division of Operative Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry

HOSHINO Tamami, KANEHIRA Masafumi, NISHIHARA Daisuke, ABE Satoshi, ENDO Tatsuo, FINGER, Werner J, KOMATSU Masashi

【緒言】

光重合型コンポジットレジン修復で使用する光照射器の光源、光を導くためのファイバーおよびミラーは経年劣化を起こすことが知られている。これによる光照射器光量の不足が、修復物の機械的強度低下を惹起する事が危惧される。定期的に光照射器のメンテナンスを行っている事例は少なく、当センターにおいても光照射器の光強度が推奨される値以下のまま数年にわたり使用されていた事を第129回大会で報告した。本実験では、臨床的に長期使用されている光照射器を用いて、光重合型コンポジットレジンの硬化深度およびヌープ硬さについて検討を行った。

【材料と方法】

1. 光強度の測定

東北大学病院附属歯科医療センター保存系治療室および研究室に設置されているハロゲンタイプ9台、LEDタイプ2台計11台の光強度を、Cure Rite™(DENTSPLY)を用いて測定した。測定は各光照射器につき10秒間5回行い、その平均値を光強度とした。

2. 硬化深度の測定

硬化深度の測定には、クラレメディカル社製光重合型コンポジットレジンクリアフィル®AP-X (A2) を使用した。内径4mm長さ6mmのステンレスチューブをガラス練板上に置きレジンを填入した後、ストリップスを介して光照射器にて重合硬化させた。光照射時間は20、40、60、80、100秒とした。光照射した試料を100%エタノールに浸漬し、硬化が不十分である所を除去した後、照射面からの距離をDIGITAL LINER GAUGE DG-751 (小野測器社)にて計測した。試料数は各群3とし、1試料につき5箇所を計測してその平均値を硬化深度とした。また、使用期間との関連性を調べるために、光照射器の購入日を調べた。

3. ヌープ硬さの測定

内径10mm厚さ1.7mmと3.4mmの金型を使用し、上記と同様の方法にてレジンを充填した後に光照射を行なって試料を作製した。ヌープ硬さは、微小硬さ試験機HM102 (アカシ社)を用い、試料作製後直ちに荷重0.5N30秒間付加し計測を行った。試料数は各群3とし、1試料につき照射面と非照射面の5箇所を計測して、それぞれの平均値をヌープ硬さとした。結果については統計学的に検定した。

【結果・考察】

- 今回使用した光照射器の光強度は、282~1455mW/cm²の間に分布し、各光照射器間の光強度に有意の差が認められた。
- 硬化深度は20秒で3.29~4.25mm、40秒で3.65~5.16mm、60秒で3.85~5.47mm、80秒で4.32~5.81mm、100秒で4.47~5.98mmの範囲であった。硬化深度は光強度が強いほど、有意に値が大きかった。また、照射時間の増加に伴いその値は有意に増加した。使用期間と硬化深度には相関が認められなかった。
- 20秒照射1.7mm群の照射面でのヌープ硬さ(KHN)は43.6~64.7、非照射面では36.1~62.4、3.4mm群の照射面では56.2~66.0、非照射面では18.7~43.2であった。40秒照射1.7mm群の照射面では54.7~66.1、非照射面では50.3~64.6、3.4mm群の照射面では58.8~66.1、非照射面では26.0~52.2であった。20秒照射3.4mm群では4台の光照射器(光強度282~415mW/cm²)が、また40秒照射群では、一台の光照射器(光強度297mW/cm²)が、硬化不十分のため測定不能となった。ヌープ硬さは、照射面と比較し非照射面では有意に値が低下した。レジンの厚みが増加すると、その値は有意に低下した。また、照射時間の増加により、有意に値が増大した。

以上の結果より同一の光照射時間における硬化深度とヌープ硬さには、各光照射器間で大きなばらつきが見られた。しかしながら使用期間との間に相関性が見られなかったことから、経年劣化以上に光照射器の性能が影響すると思われる。

【結論】

コンポジットレジンを実際に重合させる為に、十分な性能を持つ光照射器を使用し、メンテナンスを行うことが必要である。

青色ストリップスの使用が光重合型レジンの重合硬化に及ぼす影響

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,
東京電力病院³, 刀圭会協立病院²

○ 森 健太郎¹, 高見澤俊樹^{1,2}, 池田昌彦¹, 藤井雄介¹,
安藤 進^{1,2}, 宮崎真至^{1,2}, 岩崎圭祐³, 長谷川 賢⁴

Influence of Blue Strips on Polymerization Behavior of Light-cured Resin

Department of Operative dentistry¹, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry, Tokyo Denryoku Hospital³, Toukeikai kyouritsu Hospital⁴

○ MORI Kentarou¹, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}, IKEDA Masahiko¹, FUJII Yusuke¹,
ANDO Susumu^{1,2}, Miyazaki Masashi^{1,2}, IWASAKI Keisuke³, HASEGAWA Ken⁴

【緒言】

コンポジットレジン充填に際して、レジンペーストの賦形ならびに圧接を目的として、透明なストリップスが用いられている。しかし、症例によっては充填部と歯質との境界が判別しにくいなどの欠点を有しており、何らかの改善が望まれていた。最近、ストリップスを青色にすることで歯質との間にコントラストが付与され、充填を行い易くしたストリップスが市販された。そこで演者らは、このストリップスの使用がコンポジットレジンの機械的性質に及ぼす影響について検討を行った。

【材料および方法】

ストリップスとして、青色ストリップス (Kerr Hawe) および透明ストリップス (Kerr Hawe) を用いた。供試したコンポジットレジンとしては、Estelite Σ Quick (Tokuyama Dental), Clearfil Majesty (Kuraray Medical), Beautifil II (Shofu), Cerama・X mono (Dentsply), Fantasista (Sun Medical) および試作コンポジットレジンのGDLS (GC) の6種類とした。これらを用いて、以下の項目について検討した。

1) 曲げ強さおよび曲げ弾性率

レジンペーストを2 x 2 x 25 mmの型に填塞し、異なるストリップスを介して照射を行った。24時間37°C水中保管した後、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて3点曲げ強さ (支点間距離20 mm) および曲げ弾性率を求めた。なお、試片の数は各条件につき6個とした。

2) ヌーブ硬さ

レジンペーストを直系4 mm, 高さ2 mmのテフロン型に填塞し、異なるストリップスを介して表面から照射を行った。24時間大気中に保管した後、ヌーブ硬さ試験機 (Model DMH-2, 松沢) を用い、それぞれの試片についてヌーブ硬さを測定した。なお、試片の数は各条件につき3個とし、1試片に対して5箇所測定を行なった。

3) 二重結合の転化率の測定

異なるストリップスを用いて重合硬化させたレジンについて、フーリエ変換赤外線分光光度計 (FT/IR-480 Plus, 日本分光) を用いてKBr錠剤法によって二重結合の転化率を求めた。

4) 分光波長分布および光強度

異なるストリップスを用いた際の照射器の分光波長分布の測定は、波長別エネルギー分析装置 (Li-1800, Li-Cor) を用いて行った。また、光強度については得られた分光波長分布の値を積算することによって求めた。

【成績および考察】

曲げ強さ、曲げ弾性率、ヌーブ硬さおよび二重結合転化率の測定結果から、同一材料間におけるストリップスの違いの影響は認められなかった。また、異なるストリップスの使用が照射器の分光波長分布および光強度への影響は認められなかった。このことより、青色ストリップスの使用は、コンポジットレジンの機械的性質を変えることなく臨床操作を行う上で有益であることが示唆された。

【結論】

青色ストリップスの使用は、コンポジットレジンの機械的性質に影響を及ぼさないことが判明した。

ワンステップボンディング材の劣化について

日本大学松戸歯学部う蝕抑制審美治療学講座¹, 日本大学松戸歯学部生体材料学講座²
○藤田(中島)光¹, Ma Shen², 鈴木英明¹, 西山典宏², 池見宅司¹

Degradation of one step-bonding adhesives
Department of Dental Caries Control and Aesthetic Dentistry¹, Department of Dental Biomaterials², Nihon University School of Dentistry at Matsudo
FUJITA (NAKAJIMA) Kou¹, MA Shen², SUZUKI Hideaki¹, NISHIYAMA Norihiro², IKEMI Takuji¹

【目的】

現在市販されているワンステップボンディング材は、長時間の保管や高温度下での保管により、歯質に対するレジン接着強さが低下する傾向がある。本研究では、ワンステップボンディング材で処理した歯質に対するレジンの接着強さが低下する原因を検討することを目的とし、ワンステップボンディング材に含まれるモノマーの変質に及ぼす影響を接着強さと核磁気共鳴法 (¹³C NMR 法) を用いて比較検討した。

【材料および方法】

1. ワンステップボンディング材の保管

ワンステップボンディング材としてトクヤマボンドフォース (トクヤマデンタル) を使用した。40°C 恒温槽中に保管し、保管時間は 0, 1, 3, 7 および 14 週間とした。

2. ¹³C NMR 法によるワンステップボンディング材の解析

所定時間保管したワンステップボンディング材 300mg とジメチルスルホキシド (DMSO) 250mg を NMR 管に精秤した後、振盪・攪拌して NMR の試料とした。なお、¹³C NMR の測定は EX 270 スペクトロメーター (日本電子) を用いた。

3. 歯質に対するコンポジットレジンの圧縮せん断接着強さの測定

新鮮ウシ抜去歯のエナメル質および象牙質を被着面 (#1000) とし、ボンドフォースを指示書に従って作用させた後、コンポジットレジン (クリアフィル APX) を填塞して試験体を作製した。試験体を 37°C 水中に 24 時間浸漬した後、万能試験機 (TG-5KN, ミネベア社) を用いてクロスヘッドスピード 1mm/min の条件で、エナメルおよび象牙質に対する接着強さを測定した。

【結果および考察】

ボンドフォース水溶液を 40°C に保管すると、メタクリル酸のカルボキシル基カルボニルカーボンおよびエチレングリコールのメチレンカーボンに帰属される NMR ピークが検出され、保管時間が長くなるに従ってそれらの NMR ピーク強度は増大した。ボンドフォースを 14 週間 40°C で保管すると、HEMA のメタクリロキシエステル基は 22.39% 分解した。これは HEMA のエステル基が加水分解し、メタクリル酸およびエチレングリコールが生成されたと考えられる。なお、HEMA の加水分解している割合はエチレングリコールのメチレン基に帰属される NMR ピークのピーク強度を、HEMA のメチレン基に帰属される NMR ピークで除して求めた。

また、エナメル質の接着強さは、保管時間 0 日 (コントロール) の場合 16.22MPa であったが、保管時間が長くなるにつれて接着強さは低下し、保管時間が 7 週間では 12.05MPa, 14 週間では 5MPa と大きく低下した。また象牙質でも同様に保管時間が長くなると、接着強さは大きく低下した。

本研究は、平成 19-20 年度日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 (C), 課題番号 19592213) により行われた。

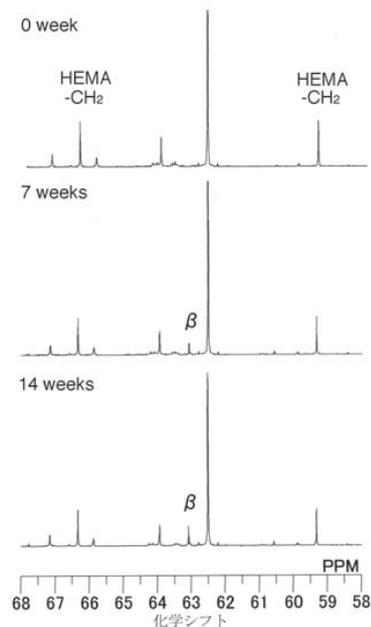


図1 ボンドフォースのメチレン基メチレン領域¹³C NMRスペクトル

市販ボンディング材の引張り強さと引張り接着強さとの関係

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯冠修復学
○村田雄基 日下部修介 小竹宏朋 堀田正人 山本宏治

Relationship between tensile strength and tensile bond strength of bonding agents on market
Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University School
of Dentistry

○Murata Yuuki, Kusakabe Shusuke, Kotake Hiroto, Hotta Masato, Yamamoto Kohji

【研究目的】 近年, 各社より様々なボンディング材が開発され臨床に応用されている. 特にワンステップボンディングシステムのその簡便な操作性は臨床には優位であり, ボンディング材自体の接着強さも近年強化されている. そこでセルフエッチングプライマーボンディングシステムとワンステップボンディングシステムを用い, ボンディング材自体の引張り強さとエナメル質および象牙質との引張り接着強さを測定し, 比較検討した.

【材料と方法】 1) **供試材料:** 本実験に使用したボンディング材は, セルフエッチングプライマーボンディングシステムのクリアフィルメガボンド(クラレメディカル), フルオロボンドⅡ(松風)とワンステップボンディングシステムのクリアフィルトライエスボンド(クラレメディカル), ビューティボンド(松風), ボンドフォース(トクヤマデンタル)の合計5種類である. 2) **引張り強さ試験:** 外径 5.0mm, 内径 3.0mm, 深さ 4.0mm のテフロンモールドにコンポジットレジン(クリアフィル AP-X, シェード A3, クラレメディカル)を充填し, 光照射を行い, レジン体を作製した. 作製したレジン体の内径面にボンディング材を塗布し光照射を行い, 2つのレジン体を接着させ試料とした. コントロールとしてレジン体のみを一塊で作製した. 24 時間, 37°C 水中にて保管後, 万能試験機イージーグラフ(島津製作所)にてクロスヘッドスピード 0.25mm/min で引張り試験を行った. 得られた値はすべて一元配置分散分析(ANOVA)と多重比較検定(Sheffe, $P < 0.05$)により有意差検定を行った. 3) **引張り接着強さ試験:** ヒト新鮮抜去歯を用い, 歯冠部エナメル質, 象牙質を研削し, 平坦面を露出させ, #600 の耐水研磨紙にて研磨した. この面に各ボンディングシステムをメーカーの指示どおりに処置後, クリアフィル AP-X (A3, クラレメディカル)をボンディング処理歯面に静置したテフロンモールド(外径 5.0mm, 内径 3.0mm, 深さ 4.0mm)に填入し, メーカーの指示どおりに光照射して硬化させた. 24 時間, 37°C 水中にて保管後, 万能試験機イージーグラフにてクロスヘッドスピード 0.25 mm/min で引張り接着強さ試験を行った.

【結果ならびに考察】 1) **引張り強さ:** 各ボンディングシステムの引張り強さを図 1 に示す. ワンステップボンディングシステム間では, ビューティボンドとクリアフィルトライエスボンドのみ有意差が認められ, セルフエッチングプライマーボンディングシステムのメガボンドとフルオロボンドⅡとの間に有意差は認められなかった. 2) **引張り接着強さ:** 各ボンディングシステムの引張り接着強さを図 2 に示す, セルフエッチングプライマーボンディングシステム間ではエナメル質, 象牙質ともメガボンドとフルオロボンドⅡとの間に有意差は無く, ワンステップボンディングシステム間では, 象牙質はボンドフォースとビューティボンドおよびトライエスボンドとの間に有意差があった. エナメル質ではボンドフォースとトライエスボンドとの間に有意差があった. また, 今回使用したボンディング材について引張り強さとエナメル質および象牙質との引張り接着強さとの相関分析を行った結果, 直線的な相関関係は認められなかった.

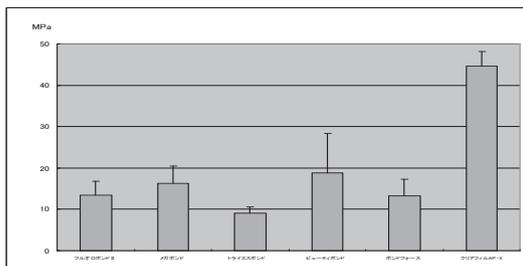


図 1 引張り強さの結果

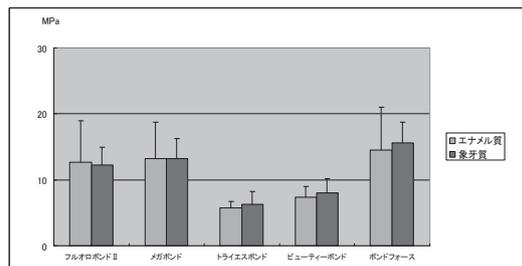


図 2 引張り接着強さの結果

1 ボトル 1 ステップシステムの Er:YAG レーザー照射歯質に対する接着 大阪歯科大学歯科保存学講座

○ 岩田有弘, 保尾謙三, 竹内 撰, 吉川一志, 井上昌孝, 田中芳人, 畑下芳史, 山本一世
Tensile Bond Strength of One-bottle One-step Bonding Systems to Dental Hard Tissues Irradiated by Er:YAG laser

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University
IWATA Naohiro, YASUO Kenzou, TAKEUCHI Osamu,
YOSHIKAWA Kazushi, INOUE Masataka, TANAKA Yoshihito,
HATASHITA Yoshihumi, YAMAMOTO Kazuyo.

【緒言】

近年、歯科用レーザーの応用が進み、臨床においても様々な分野で使用されるようになってきた。歯牙硬組織切削では、Er:YAG レーザーは特に優れた効果を示し、臨床応用されている。Er:YAG レーザー照射後の象牙質面にはスミア層は形成されず、象牙細管が開口し、かつ表層には変性層が存在し、修復材料の接着阻害因子となるとされている。有機成分を多く含有する象牙質においてはエナメル質よりもその影響が多いとされているが、その原因の 1 つとして変性層に対する酸処理が考えられる。我々の研究では Er:YAG レーザー照射後の象牙質に対して酸処理を行うと、象牙質や酸処理象牙質、Er:YAG レーザー照射象牙質には存在しない物質が認められることが確認された。

今回我々は酸処理を用いない、1 ボトル 1 ステップのボンディングシステムに着目し、Er:YAG レーザー照射後のエナメル質および象牙質に対する接着試験を行ったので報告する。

【材料および方法】

Er:YAG レーザー発振装置として Erwin[®] Adverl (モリタ製作所, 以下レーザー) を用いた。照射条件を 100mJ, 10pps とし、照射チップとして C600F を使用した。また先端出力は出力測定器 LaserMate-P (COHERENT) にて計測し、規定した。また 1 ボトル 1 ステップボンディングシステムとして、G-BOND PLUS (GC, 以下 GP), CLEARFIL[®] S³BOND (クラレメディカル, 以下 TS), Adper[™] EASY BOND (3M, 以下 EB), BeautiBond (松風, 以下 BB) を使用した。光重合型コンポジットレジンとして、CLEARFIL[®] AP-X (クラレメディカル) を使用した。

実験 1 接着試験

被験歯として牛歯を用い、エナメル質、象牙質それぞれモデルトリマーにて面出し後、耐水紙 #600 まで研磨を行った後、レーザー照射、非照射の接着強さを計測した。レーザー照射にはムービングステージを用い、試料を 2.5mm/sec で移動させ、6mm×6mm の範囲に均一に照射した。製造業者指定の方法にて接着操作を行い、各試料の被着面の接着面積は 3mm に規定した。接着後 37°C 水中に 24 時間保管し、万能試験機 IM-20 (INTESCO) を用い、クロスヘッドスピード 0.3mm/min にて引張強さの測定を行い、その後破断面の SEM 観察を行った (n=10)。なお、測定結果は一元配置分散処理および Tukey の検定により統計処理を行った (P<0.01)。

実験 2 辺縁漏洩試験

被験歯として抜去ヒト大白歯を用い、近心側と遠心側に解剖学的歯頸線を中心として、長径 3mm, 幅径 2mm, 深さ 1.5mm の楕円状窩洞を形成した。その後窩洞内面に均一にレーザー照射を行い、上記システムにより接着操作を行った (n=10)。接着後 37°C 水中に 24 時間保管し、ソフレックスディスクにて研磨後、5-55°C, 2000 回のサーマルストレスを負荷し、色素浸透試験を行った。歯冠側 (エナメル質壁)、根尖側 (象牙質壁) それぞれについて 0~3 のスコアリングを行い、Mann-Whitney 法により有意差の有無を検討した。

【結果および考察】

接着試験において、すべてのボンディングシステムで各試料ともレーザー照射により接着強さの低下が認められた。しかしエナメル質ではその接着強さの変化に有意差は認められなかった。象牙質では TS, EB および BB において接着強さが有意に低下した。これはエナメル質と象牙質の無機質と有機質の組成の違いにより、象牙質のほうがレーザー照射の影響を受けやすかったのではないかと推測される。また、辺縁漏洩試験では各試料ともにエナメル質よりも象牙質における漏洩が多く認められ、象牙質内部に色素が侵入しているものも多く認められた。以上の結果から、レーザー照射歯質において、エナメル質では良好な接着が得られるが、象牙質では漏洩の危険性が高いことが示唆された。

各種漂白剤処理後の時間経過がエナメル質接着におよぼす影響

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

○岸本麻実, 神農泰生, 穴吹優佳, 中田 貴, 阿保備子, 田中久美子, 西谷佳浩, 吉山昌宏

Influence of time interval on adhesion to enamel treated with several bleaching agents

Department of Operative Dentistry, Field and Study of Biofunctional Recover and Reconstruction,

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

○Mami KISHIMOTO, Yasuo SHINNO, Yuka ANABUKI, Takashi NAKATA, Tomoko ABO, Kumiko TANAKA

Yoshihiro NISHITANI, Masahiro YOSHIYAMA

【緒言】

現在、臨床において様々な漂白剤を用いた歯の漂白が行われ、それに伴い漂白歯に対する接着の需要が増加し、漂白歯への接着強さに関する検証が重要視されている。以前、我々は漂白剤の違いがエナメル質の接着強さに与える影響について検討を行い、漂白剤の種類に関わらず漂白処理直後ではエナメル質の接着強さが低下することを報告した。一方で、35%前後の過酸化水素による漂白処理後、10～14日のインターバルで未漂白歯と同等の接着強さに回復することも報告されている。そこで今回我々は各種漂白剤処理後に2週間水中浸漬を行い、時間経過が未研削エナメル質の接着強さにどのような影響をおよぼすか検討を行った。

【材料および方法】

ヒト健全抜去前歯（未研削）を用いた。漂白剤としてオフィスブリーチングのSHOFU Hi-Lite（松風:HL）、Pyrenees（三菱ガス化学:PY）、ホームブリーチングのSHOFU Hi-Lite Shade Up（松風:SU）の3種類を、接着システムはK-etchant（クラレメディカル:E）、CLEARFIL MEGA BOND（クラレメディカル）を、築盛するコンポジットレジンとしてCLEARFIL AP-X（クラレメディカル）を使用した。これらを漂白を行わないcontrol群、それぞれの漂白処理群の3群とし、さらにエッチングの有無（E(+)、E(-)）で分類して全8群とした。HLおよびPYは通法に従って1回の操作につき3回漂白を行い、この操作を1週間ごとに計3回行った。SUは通法に従い1日2時間漂白を行い、この操作を2週間続けて行った。この間全ての試料は37℃水中にて保管した。漂白処理を行った試料を2週間37℃水中保管後、接着試料体の作製を行った。接着操作の終了した試料を37℃にて24時間水中保管した後、接着界面が1mm×1mmとなるように短冊状の切片を作製し、微小引張り接着強さ（MPa）を測定した（n=20）。測定値は、one-way ANOVA および Tukey test を用いて有意水準5%で統計処理を行った。

【結果】

各種漂白剤ともにエッチングの有無に関わらず漂白直後の群ではcontrolと比較して有意に接着強さが低かった。漂白後2週間ではcontrolと比較し接着強さが有意に低い群は認められなかった。またPY、SUのE(-)群ではcontrolに比べ有意に高かった。

【考察】

漂白後に2週間水中浸漬を行うことによって接着強さが回復し、controlと同等またはそれ以上の値が得られることが明らかとなった。漂白直後では、歯牙表面に残存したフリーラジカルが原因で重合阻害が起こり、接着強さが低下したと考えられる。一方、2週間水中浸漬を行うことで歯牙表面のフリーラジカルが減少し、接着強さが回復したと考えられる。また、漂白2週間後のPY、SUのE(-)群ではcontrolと比較し有意に高い値となった。HLとPY、SUは組成や作用時間に相違があり、脱灰程度や構成成分の変化などエナメル質表面に与える影響が異なるため、接着強さが高くなったのではないかと推測される。

本研究から、未研削エナメル質への接着強さはいずれの漂白剤でも処理直後は接着強さが低下するものの、2週間水中浸漬することによって接着強さが回復することが示唆された。

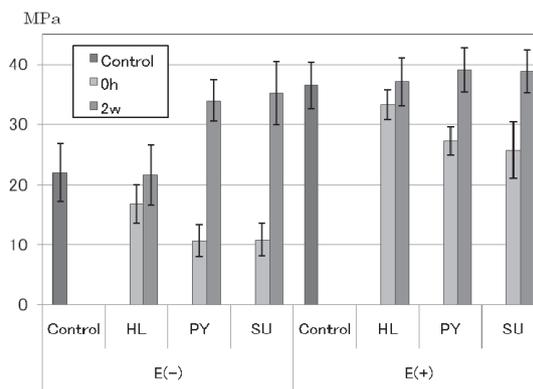


Fig1. 各種漂白剤と時間経過における微小引張り接着強さ

Giomer 系修復材とワンステップ接着システムにおける短期臨床成績

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹，佐藤歯科医院²

○黒川弘康¹，高見澤俊樹¹，坪田圭司¹，陸田明智¹，山本 明¹，安藤 進¹，宮崎真至¹，佐藤幹武^{1,2}

Short-Term Clinical Evaluation of Giomer Material and Single-Step Self-etch Adhesive

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry¹, SATO Dental Clinic²

○KUROKAWA Hiroyasu¹, TAKAMIZAWA Toshiki¹, TSUBOTA Keishi¹, RIKUTA Akitomo¹,

YAMAMOTO Akira¹, ANDO Susumu¹, MIYAZAKI Masashi¹, SATO Mikitake^{1,2}

【研究目的】

ワンステップ接着システムは、実験室環境において比較的安定した歯質接着性を示すことが判明している。さらに、臨床報告においても良好に経緯していることから、その使用範囲は前歯部のみならず臼歯部にも拡大している。最近では、フッ化物などの各種イオンを放出するバイオアクティブな性質を有するコンポジットレジンを用いることで、二次齲蝕の抑制や歯質の強化など、機能や審美性の回復にとどまらず、多様化する臨床に幅広く応用されている。

そこで演者らは、ワンステップ接着システムおよび PRG フィラーを含有するコンポジットレジンを用いた I 級および II 級窩洞修復における臨床的な安全性と有効性を確認するために、ADA ガイドライン (Revised ADA Clinical Protocol Guidelines for Resin Based Composites for Posterior Restorations : 2001) に準拠して評価、検討した。

【材料および方法】

供試したワンステップ接着システムは、BeautiBond (Shofu, 以後 BB) およびコントロールとして G-BOND (GC, 以後 GB) の 2 製品であり、レジンペーストはそれぞれのシステムに付属のものを使用した。

日本大学歯学部附属歯科病院保存修復科に来院し、本研究の主旨を説明し、了解を得られた患者で、臼歯部における咬合支持が確立している患者を被験者とした。なお、本臨床研究を実施するにあたっては、日本大学歯学部倫理委員会の審査を経て承認を得ている (倫 2007-12 号)。修復の対象としては、直接修復処置および再修復処置が必要な生活反応を有する小臼歯あるいは大臼歯の I 級および II 級窩洞とした。修復法としては、5 倍速のマイクロモーターに装着したダイヤモンドポイント (MI ダイヤセット, Shofu) を用いて修復物の除去あるいは窩洞形成を行った後、窩洞内壁をスーパーファインダイヤモンドポイント (SF102R あるいは SF214, Shofu) を用いて一層削除した。水洗、乾燥後、防湿下で各製造者指示に従ってアドヒーシブを塗布、硬化させた。次いで、慎重にシェードを選択してレジンペーストを充填するとともに、形態修正ならびに研磨を行った。

修復物について、USPHS の評価基準を参考として、修復物の保持、辺縁適合性、辺縁着色、辺縁・体部破折、解剖学的形態などについて評価を行うとともに、二次齲蝕の有無、歯周組織について診査した。また、すべての観察期間を通じて自発痛および誘発痛の歯髄症状の有無について診査を行った。評価時期としては、修復直後および 6 ヶ月経過後とした。

【成績および考察】

今回対象となった被験者は、年齢 18 歳～75 歳までの男性 21 名、女性 38 名で、症例数としては BB 53 症例および GB 50 症例の合計 103 症例である。また、窩洞形態としては BB で I 級 11 症例、II 級 42 症例であり、GB で I 級 21 症例、II 級 29 症例であった。6 ヶ月経過時において、今回使用したいずれのシステムにおいても歯髄症状、二次齲蝕および脱落などの臨床的不快症状の発現は認められなかった。また、修復物の状態も、6 ヶ月が経過した時点から、数例において辺縁部にステップが認められるようになったが、再研磨で対応できる範囲であり、いずれのシステムにおいても概ね良好に経過した。

【結論】

ワンステップ接着システムを用いたレジン修復の短期臨床成績を検討した結果、観察期間を通じてすべての症例において脱落、二次齲蝕あるいは歯髄炎等の臨床的不快症状は認められず、良好な臨床経過であった。また、臼歯部充填された修復物の状態も、一部審美性や辺縁適合状態に不良が認められたものの、再修復処置を必要としなかったことから、本臨床研究で使用した修復システムの臨床有用性が短期的ではあるが示された。

Giomer 修復システムによる臼歯部修復の臨床成績 —短期経過例について—

鶴見大学歯学部第一歯科保存学教室
○秋本尚武 大森かをる 英 將生 桃井保子

Clinical Evaluation of Giomer Posterior Restorations -Short-term Results-

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine
Akimoto Naotake, Ohmori Kaoru, Hanabusa Masao, Momoi Yasuko

【研究目的】

2000年、(株)松風はガラスイオノマーセメントの技術から PRG (Pre-Reacted Glass-ionomer) フィラーと呼ばれる新素材を開発し、レジン系修復材料に応用した Giomer (ジヤイオマー) という新しいカテゴリーを提唱した。Giomer 修復システムの最も特徴的な性能として、レジン系材料でありながら材料からのフッ素をはじめとする様々なミネラルのリリース&リチャージ能を持つことが報告されている。最近ではこの PRG 技術をさらに進化させた3層構造の S-PRG フィラー (Surface reaction type) が考案され、2ボトル2ステップのレジン接着システム フルオロボンドII と前臼歯共用審美性コンポジットレジン ビューティフィルIIが開発された。この S-PRG フィラーを配合した Giomer 修復システムの長期臨床経過を知るために、臼歯部における1級および2級コンポジットレジン修復を行い修復後12ヶ月までの臨床評価を行った。

【材料および方法】

はじめに Giomer 修復システムによる臼歯部修復の臨床試験のためのプロトコルを作成し、鶴見大学歯学部倫理審査委員会の承認を得たのち研究を開始した。被験者は、2007年11月から2008年4月まで鶴見大学歯学部附属病院保存科に来院し、本臨床評価試験の目的、試験内容、リコール診査時への参加等に関して十分な説明を行った後、書面で同意が得られた患者50名(男性11名、女性39名。23~75歳)である。各修復はプロトコルに従い3人の術者により行われた。本研究で使用した Giomer 修復システムは、レジン接着システムとしてフルオロボンドII、コンポジットレジンビューティフィルIIである。なお、すべての症例はラバーダム防湿下で修復処置を行った。修復終了後、診査(ベースライン)、口腔内写真撮影、そしてレプリカによる SEM 観察のための印象採得を行った。評価は、Modified USPHS に準じて行った。すなわち、修復物の保持、色調適合性、辺縁適合性、辺縁部着色、解剖学的形態、表面性状、表面着色、二次う蝕、咬合接触、隣接接触、辺縁破折、体部破折、歯肉状態、歯髄状態の各項目の診査を二人の評価者により行った。リコール診査は、6ヶ月および12ヶ月後に行った。

【成績】

Giomer 修復システムによる臼歯部修復のベースライン時の症例数は53症例であり、その内訳は1級修復7症例、2級修復46症例であった。リコール率は、6ヶ月後100%(53症例)、12ヶ月後は98.1%(52症例)であった。12ヶ月後の臨床評価結果から、修復物の保持、解剖学的形態、表面性状、二次う蝕、咬合接触、隣接接触、辺縁破折、体部破折、歯肉状態、歯髄状態は各リコール時においてすべての症例で良好であった。色調適合性(5症例)、辺縁適合性(咬合面13症例あるいは隣接面11症例)、辺縁部着色(隣接面1症例)、表面着色(咬合面2症例)においてわずかに変化が認められたが、臨床問題となるものではなかった。

【考察】

辺縁適合性において、52症例中咬合面13症例あるいは隣接面11症例(1症例中に両方認められた症例を含む)にベースラインと比較して変化が認められたが、すべて探針による触診にて歯質から修復物方向にステップをわずかに触知したものであった。いずれも、ステップを触知した部分にはマージン部分の歯質は露出しておらず、ベースライン時にボンディング材あるいはコンポジットレジンがエナメル質上に溢出した部分が、微小破折を起こしたと考えられた。

【結論】

S-PRG フィラーを配合した Giomer 修復システムによる臼歯部修復は、臨床において12ヶ月後まで良好に経過することが示唆された。

演題 P19
(修復) 【0403】

術者の経験が接着性レジン象牙質への接着強さに及ぼす影響

岡山大学大学院医歯薬総合研究科 機能再生・再建学専攻 生体機能再生・再建学講座 歯科保存修復学分野
澁谷和彦, 堀川 元, 星加知宏, 西村麻衣子, 竹内晶子, 塩出信太郎, 山路公造, 西谷佳浩, 吉山昌宏

Effect of operating experience on bond strengths of dentin bonding systems

Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Department of Operative Dentistry, Field of Study of Biofunctional Recover and Reconstruction.

Kazuhiko SHIBUYA, Gen HORIKAWA, Tomohiro HOSHIKA, Maiko NISHIMURA, Akiko TAKEUCHI, Shintaro SHIODE, Kozy YAMAJI, Yoshihiro NISHITANI, Masahiro YOSHIYAMA

【実験目的】

近年、接着性レジン歯面処理法・ボンディングシステムの改良により象牙質に対する高い接着性が得られるようになった。しかし、接着方法は各ボンディングシステムにより異なり、操作方法や術者の経験が接着強さに影響を及ぼすことが報告されている。本研究では、4種のボンディングシステム(2ステップタイプと1ステップタイプ)を用いた場合に、術者の経験がヒト大臼歯象牙質に対する接着強さに及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

本研究では、2ステップタイプのFL-BOND II (SHOFU)と1ステップタイプのBeautiBond (SHOFU), i-BOND (Heraeus), GO! (SDI)のボンディングシステムを用いた。コンポジットレジンにはBEAUTIFIL II (SHOFU)を用いて、健全ヒト抜去大臼歯に接着した。接着試験は、術者の臨床経験が5年未満の者(若手群)と5年以上の者(ベテラン群)の比較を行った。まず、モデルトリマーを用いて歯冠部中央付近の象牙質を露出させ、#600の耐水研磨紙を用いて露出面の研磨を行った。各ボンドの接着操作は通法通り行い、これらの接着操作後コンポジットレジンを積層築盛した。接着試料体は、37℃にて24時間保管し、硬組織切断機(アイソメット)を用いて厚さ1mmに歯軸方向にスライスし、接着面積が約1mm²となるようにダンベル状に作製した。その後、微小引張り接着試験を行った。得られた結果は一元配置分散分析ならびにTukey's testを用いて統計学的検定を行った(p<0.05)。

【結果および考察】

各術者、接着システムにおける引張り試験の結果を表に示す。

表1: 若手群およびベテラン群による4種接着システムの接着強さ(mean±SD, MPa)。

	FL-BOND II (2ステップ)	BeautiBond (1ステップ)	i-BOND (1ステップ)	GO! (1ステップ)
若手群	18.5±8.5 ^{abc} (n=20)	14.8±6.5 ^b (n=20)	15.9±6.8 ^{bc} (n=20)	13.3±7.2 ^{bc} (n=10)
ベテラン群	23.3±6.8 ^a (n=20)	23.1±7.8 ^{ac} (n=20)	18.7±5.5 ^{bc} (n=20)	17.5±11.0 ^{abc} (n=10)

*同じ文字同士は有意差がないことを示す(p<0.05)。

BeautiBondにおいて若手群とベテラン群の接着強さの間に有意差が認められた。その他3種類の接着システムに関しては、ベテラン群の数値が高い傾向を示すものの有意差は認めなかった。一方、若手群のみ、あるいはベテラン群のみの各ボンドにおける結果を比較すると、2ステップタイプのFL-BOND IIの接着強さの平均値は、1ステップタイプよりも高い傾向はあるが有意差は認められなかった。BeautiBondは1ステップでありシンプルなシステムであるが、セルフエッチングプライマーとボンディング材の役割を同時に行わなければならない。さらに、塗布後に2回のエアードライ操作が必要で、経験の浅い若手群ではこの乾燥操作が不慣れであったことから、術者の経験が接着強さに影響することが明らかとなった。しかし、3種類の1ステップタイプ間では有意差は無く、2ステップタイプに匹敵する接着強さがあるが、若手群ではその性能が最大限発揮されていない可能性が示された。

【結論】

適切な使用方法を行えば、BeautiBondなどの1ステップタイプのボンディングシステムにおいても、2ステップタイプに匹敵する接着強さを発揮する可能性が示された。

垂直歯根破折歯の接着再植法に関する研究 —接着後の負荷が接着強さに及ぼす影響について—

大阪歯科大学 歯科保存学講座

- 恩田 康平、初岡 昌憲、鈴木 康一郎、西田 尚敬、村田 文子、
吉田 敏和、野村 雄司、坂中 幸誠、山本 一世

Study on vertically fractured teeth by adhesion and replantation - Influence of load after the adhesion for tensile bond strength-

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

- Onda Kohei, Hatsuoka Yoshinori, Suzuki Koichiro, Nishida Hisataka, Murata Ayako,
Yoshida Toshikazu, Nomura Yuji, Sakanaka Kosei, Yamamoto Kazuyo

【緒言】

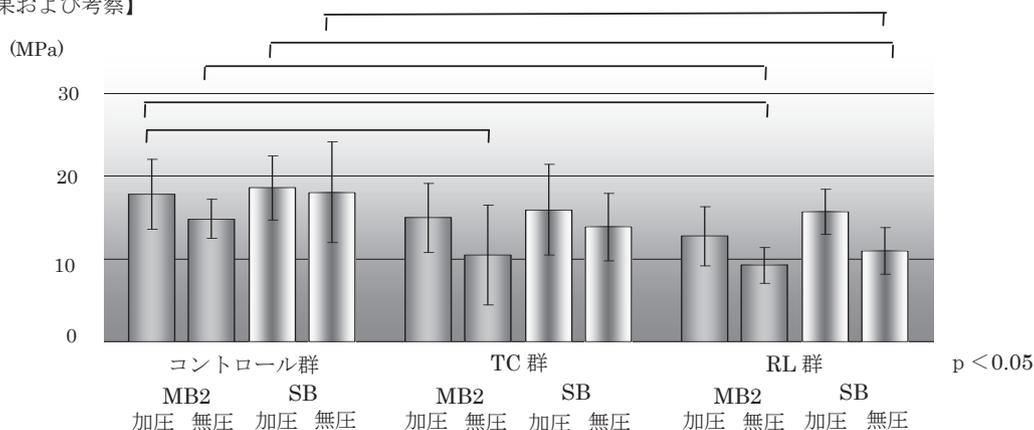
抜歯適応とされてきた垂直歯根破折歯に対して、接着性レジンセメントにて再建を行い、その後再植を行うことにより天然歯を保存することが可能となっている。第 129 回日本歯科保存学会秋季大会にて、セメント硬化時の加圧の有無および湿潤環境が、微小引張接着強さに影響を与えないことを報告した。しかし、セメント層の劣化が再植の予後に悪影響を与える可能性が危惧されるため、今回、接着後の負荷が接着強さに及ぼす影響について検討を行った。

【材料と方法】

実験には抜歯後冷凍保存した健全なウシ前歯の歯根を使用した。人工的に縦破折させた歯根の破折面に対し、Multi Bond II (松風 以下、MB2) およびスーパーボンド C&B (サンメディカル 以下、SB) を用い、再建を行った。接着操作後 30 分間クリップを用いて加圧し続けたものを加圧、しなかったものを無圧とし、それぞれ 24 時間 37°C 水中浸漬後、微小引張接着強さ (以下、 μ TBS) の測定を行い、これをコントロール群とした。対照群として、24 時間 37°C 水中浸漬後、5-55°C 水中サーマルサイクリング試験 (以下、TC) 5000 回を行った後、 μ TBS を測定したもの TC 群とした。また同様に水中浸漬後、シリコン印象材を人工歯根膜とし、人工歯根膜を介し即時重合レジンに植立したものに、衝撃疲労試験機 (INTESCO 社製特製) を用いて 5-100kgf の繰返し加重試験 (以下、RL) 30000 回を行い、 μ TBS を測定したもの RL 群とした。

μ TBS の測定は、接着界面が 1.0×1.0mm のダンベル型試料を作成し、小型卓上試験機 (EZ-test、島津製作所) を用いて行った (n=10)。得られた結果は、一元配置分散分析および Tukey の検定を用いて統計学的に検討を行った (P<0.05)。

【結果および考察】



μ TBS の結果を上図に示す。今回使用した 2 種類のセメント間で、同条件の場合には有意差は認められなかった。負荷をかけた対照群である TC および RL 群は、コントロール群と比較すると μ TBS は低くなる傾向が認められた。加圧を行うと、負荷により μ TBS は低下傾向が見られたものの有意差は認められなかった。無圧の場合にも同様の傾向が見られ、特に RL 群においては有意差が認められた。

接着操作後に無加圧等の理由でセメント層が厚くなると、負荷によりセメント層が劣化を受けやすいと考えられ、厚いセメント層は再植の予後に悪影響を及ぼす可能性が示唆された。垂直歯根破折歯の再建・再植時に歯根膜の状態は予後に影響を与える要因の一つであり、今後、歯根膜を損傷せずに加圧を行う方法について検討する予定である。

SR モノマー配合新規レジンコアシステムの象牙質接着強さ

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

○山路 公造, 西村 麻衣子, 星加 知宏, 堀川 元, 西谷 佳浩, 吉山 昌宏

Dentin bond strength of newly developed resin core system with SR monomer

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

University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

○YAMAJI Kozo, NISHIMURA Maiko, HOSHIKA Tomohiro,

HORIKAWA Gen, NISHITANI Yoshihiro, YOSHIYAMA Masahiro

【研究目的】

接着技術の進歩により多種多様な接着性コンポジットレジンが開発され、象牙質に対する高い接着性が得られ臨床応用が多様化してきた。また、Tokuyama Dental 社から接着性 SR モノマーを用いたコア用レジンが開発され、その高い接着性能が注目されている。本研究の目的は、接着性 SR モノマー配合レジンコアシステムであるエスライトコア クイックを用いて象牙質接着強さについて検討することである。

【材料と方法】

本研究では、デュアルキュア型支台築造用接着性コンポジットレジンとして、エスライトコア クイック (ECQ : Tokuyama Dental)、UniFil Core (GC)、DC コアオートミックス (DC : クラレメディカル) を用いた。健全ヒト抜去大白歯をモデルトリマーにて歯冠部中央付近の象牙質を露出させた後、#600 の耐水研磨紙を用いて露出面の研磨を行った。象牙質の歯面処理はメーカー指示通り行いコンポジットレジン築盛を行った。レジン築盛時、光照射する場合 (光照射群) と、光照射しない場合 (化学重合群) に分けて行った。

レジン硬化後、接着試料体を 37℃ の水中に 24 時間浸漬した。その後硬組織切断機を用いて、接着界面に垂直で断面が 1 × 1 mm の角柱になるようトリミングした。それぞれの試料について微小引張り接着試験を行った。得られた結果は、Two-way ANOVA および Tukey's test を用いて統計学的検定を行った ($p < 0.05$)。

【成績および考察】

測定した各条件における引張り試験の結果を示す。

各条件の象牙質接着強さ (MPa)

	ECQ	UniFil Core	DC
光照射群	32.1 ± 7.5 ^a	30.2 ± 6.9 ^a	28.9 ± 6.5 ^a
化学重合群	29.3 ± 8.1 ^a	22.8 ± 5.1 ^b	23.5 ± 5.8 ^b

同一の文字同士は有意差がないことを示す ($p < 0.05$)。

(n=13)

UniFil Core と DC の象牙質接着強さは、いずれも光照射群と化学重合群の間で有意差が認められた。一方、ECQ の象牙質接着強さは両者間で有意差が認められず、安定した接着強さを示した。

これは、ECQ には接着性 SR モノマーが導入されたことにより、ボンディング材中でリン酸モノマーが影響を受け、歯質界面への結合力が強化された可能性が考えられた。また、カルシウムイオンとの架橋反応を生じることにより、接着層強度が向上したことが考えられた。以上より、ECQ は光重合および化学重合の場合も、十分な象牙質接着強さを発揮する可能性が考えられた。

【結論】

SR モノマー配合レジンコアシステムであるエスライトコア クイックは、化学重合のみの場合も十分な象牙質接着性を有する可能性が示唆された。

光重合型充填用レジン強化グラスアイオノマーの硬化挙動と弾性率

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹，総合歯学研究部生体工学研究部門²，青島歯科医院³

○利根川雅佳¹，千葉（澁谷）陽子¹，安田源沢¹，田久保周子¹，
大山幸治¹，黒川弘康^{1,2}，宮崎真至^{1,2}，青島 裕³

Setting Behavior and Elastic Modulus of the Light-cured Resin Reinforced Glassionomer
Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry, Aoshima Dental Clinic³

○TONEGAWA Motoka¹，CHIBA (SHIBUYA) Yoko¹，YASUDA Genta¹，TAKUBO Chikako¹，
OOYAMA Koji¹，KUROKAWA Hiroyasu¹，MIYAZAKI Masashi^{1,2}，AOSHIMA Yutaka³

【緒言】

光重合型充填用レジン強化グラスアイオノマー（以後，レジン強化グラスアイオノマー）は，従来型グラスアイオノマーの硬化反応である酸-塩基反応に光重合反応を加え，その硬化方式をデュアルキュアとした審美性歯冠修復材である。その初期硬化反応や弾性率の変化については，修復物の予後に影響する重要な因子となるものの，その測定が困難であることから詳細は明らかにされていないのが現状である。そこで演者らは，非破壊試験である超音波測定装置を用いることによって，充填用レジン強化グラスアイオノマーの光線照射初期における硬化挙動と弾性率について経時的に測定した。

【材料および方法】

供試したレジン強化型グラスアイオノマーは，Fujifil LC (GC，以後 FL)，Fujifil LC Flow (GC，以後 FF)，Fuji II LC (GC，以後 LC) および Fuji II LC EM (GC，以後 EM) の4製品である。実験には，超音波送受信測定器としてパルサーレーザー (Model 5900, Panametrics)，探触子として内径 5 mm の縦波用トランスデューサー (V112, Panametrics)，横波用トランスデューサー (V154, Panametrics) およびオシロスコープ (WaveRunner LT584, LeCroy) から構成されたシステムを用いた。

硬化挙動の測定における照射条件は 600mW/cm²，200mW/cm²および照射なしの3条件とした。製造者指示条件に従って練和したセメント泥を，シリンジを用いて内径 5mm，高さ 2 mm の透明型に填入し，これを試料台に載せて試片を透過する超音波の伝播時間を求め，測定された試片の厚さから超音波の縦波音速を算出した。

弾性率については，照射して硬化した試片の縦波及び横波音速を測定し，試片の密度とから理論式を用いて算出した。なお，測定は恒温恒湿室で行い，試片の数は各条件につき5個とした。

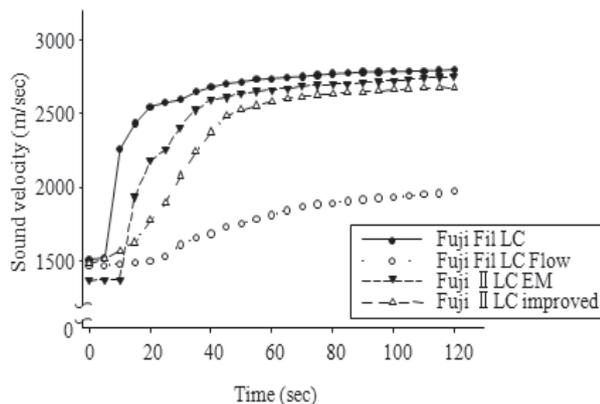
【成績および考察】

セメント内部において，その硬化が進行すると内部を伝播する音速も速くなるが，その傾向は供試したレジン強化グラスアイオノマーによって異なるものであった。すなわち，光線照射によって音速が急激に速くなるもの，比較的緩徐に進行するものの2つのグループに分類できた。また光線照射によって急激に硬化が進行する製品では，とくに光強度の違いによる硬化挙動にも違いが認められた。

弾性率の測定では製品間で異なる値を示したが，すべての製品において1週間後まで緩徐に上昇し，4週間後では低下する傾向が認められた。

【結論】

本実験の結果から，レジン強化グラスアイオノマーの水中浸漬に伴う初期硬化反応の進行には，光線照射条件が大きく影響するとともに，その傾向はグラスアイオノマーの種類によって異なることが明らかになった。また，弾性率の変化についても製品によって異なることが示された。以上のように，超音波測定装置を用いることによって，レジン強化グラスアイオノマーの硬化挙動と弾性率を把握することが可能であることが示された。



光強度 600mW/cm²における音速変化

GICに有効なレジン接着処理は？

愛知学院大学歯学部保存修復学講座

○森田有香、村田公成、劉 利恵、堅田尚生、掘江 卓、富士谷盛興、千田 彰

What is an effective resin-bonding treatment to GIC ?

Aichi Gakuin University, Department of Operative Dentistry

○MORITA Yuka, MURATA Kousei, RYU Toshie, KATADA Hisao, HORIE Taku, FUJITANI Morioki, SENDA Akira

【研究目的】

臼歯コンポジットレジン修復の際にグラスアイオノマーセメント(GIC)を裏層材として用いる、いわゆるサンドイッチテクニックが行われる場合がある。この時、GICとレジンの接着性向上のために、機械的嵌合効力を期待してリン酸エッチングが従来行われてきた。しかし本方法は、酸エッチングの接着システムしかなかった時代のことであり、最近のセルフエッチングプライマーシステムを採用した接着システムの効果については不明である。本研究は、従来型GIC裏層された窩洞をレジン修復する際の最適な接着処理法を検索することを目的として、様々な処理が施されたGICの表面に対するレジンの接着性を検討した。

【材料および方法】

被着体としてフジIX_{GP}ファストカプセル(GC、以下フジIX)を用いた。エポキシ樹脂製(SCANDIQUICK)の試料台に形成された内径8mm、深さ2.5mmの高洞にフジIXをメーカー指示通りに練和填塞し、37°C水中で24時間保管後、耐水研磨紙#600で被着面を調製した。当該面に様々な接着処理(表1)を施した後、内径6mm、高さ2mmの穴のあいたシリコンモールドを両面テープで固定し、ソラーレ(GC)を填塞後、20秒間光照射(Curing Light XL 3000、3M ESPE)をした。なお接着処理には、Scotch Bond Etchant(3M ESPE)、Unifil Bond(GC)、G-Bond Plus(GC)、Ceramic Primer(GC)を用いた。これらを37°C水中で24時間保管後、クロスヘッドスピード1mm/minで圧縮剪断試験(EZ Test、島津製作所)を行い、接着強さを測定し、統計学的処理を施した(Scheffe test、危険率5%)。

【結果ならびに考察】

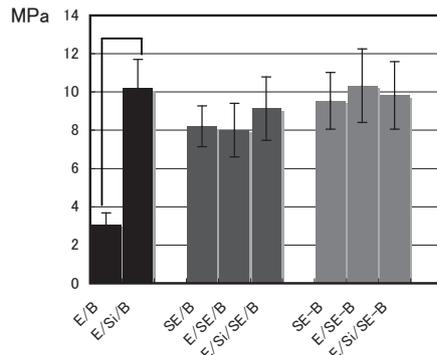
圧縮剪断試験の結果を図1に示す。リン酸エッチング後ボンディング材を接着した(E/B群)ときの接着強さは、セルフエッチングプライマーシステム(SE/B群、SE-B群、共に有意差なし)の場合と比べ、有意に低い接着強さであった。一方、リン酸エッチング後にシランカップリングを併用すると、接着強さは回復し、セルフエッチングプライマーシステムの場合とほぼ同等となった。さらに、セルフエッチングプライマーシステムにリン酸エッチング、あるいはシランカップリングを併用しても接着強さに有意な差は認められなかった。このことは、エナメル質に対するレジンの確実な接着性を指向してリン酸エッチングを施しても、セルフエッチングプライマーシステムを用いれば臨床的には問題ないことを示唆していると考えられる。

表1 表面、接着処理方法

表面、接着処理方法	略号
Etch/Bond	E/B
Etch/Silane/Bond	E/Si/B
SelfEtch-Prime/Bond	SE/B
Etch/Silane/SelfEtch-Prime/Bond	E/SE/B
Etch/SelfEtch-Prime/Bond	E/Si/SE/B
SelfEtch-Prime-Bond	SE-B
Etch/ SelfEtch-Prime-Bond	E/ SE-B
Etch/Silane/ SelfEtch-Prime-Bond	E/Si / SE-B

SE:Unifil Bond SELF ETCHING PRIMER 1

B:Unifil Bond BONDING AGENT 2



実験群

図1 接着強さ

【結論】

従来型GIC裏層された窩洞をレジン修復する場合、ワンステップボンディング材を含めてセルフエッチングプライマーシステムを用いることによりレジンの有効な接着性を獲得することが可能であった。

コンディショナーによる象牙質脱灰深さとコントラクションギャップ幅の相関について

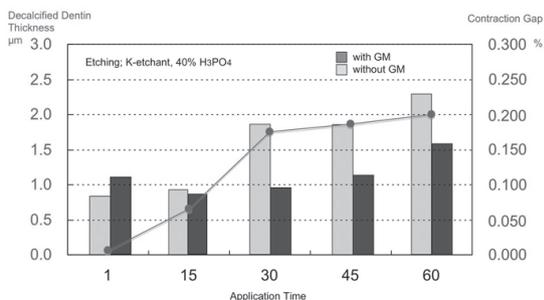
昭和大学 歯学部 歯科保存学講座
○手塚 亜希、谷 千尋、伊藤 和雄、久光 久

Relationship between decalcified dentin thickness and contraction gap width Department of Clinical Cariology, Showa University, School of Dentistry Aki Teduka, Chihiro Tani, Kazuo Itoh, Hisashi Hisamitsu

【緒言】 歯質に対する接着を得るためにはスメア層の除去が必要不可欠であることは広く認識されている。エナメル質に対しては、リン酸ゲルを用いてスメア層の除去と同時に、エナメル小柱構造に基づくマイクロアンダーカットを形成する手法が推奨されている。しかしながら、象牙質面上のスメア層の除去に用いられる手法や材料には明確な要件が提唱されていないために、リン酸やEDTA、さらに酸性モノマーを含むセルフエッチングプライマーやワンステップボンディング材が広く臨床に用いられている。すでに我々はデンティンコンディショナーによって、スメア層直下の象牙質が脱灰軟化される程度に比例して、コントラクションギャップ幅が拡大する事実を明らかにし、0.5mol/L EDTAを用いて象牙質をできるだけ脱灰することなくスメア層のみを過不足なく除去することが、デンティンボンディングの確立に必須の条件となることを報告した。さらに、EDTAの処理時間を延長することにより、象牙質が1.2~1.5 μm を超えて脱灰されると、コントラクションギャップが形成されてしまうことを確認し、接着を損なう象牙質脱灰には1.2~1.5 μm に臨界深さが存在することを報告した。本研究では、市販エッチング材を用いて、処理後の象牙質脱灰深さの変化を計測するとともに、象牙質の脱灰が接着性能に与える影響を検討した。

【材料および方法】 1、象牙質軟化深さの計測 新鮮ヒト抜去永久歯の健全象牙質を露出させ、流水下耐水研磨紙#1500にて象牙質平面を作成した。次いで、微小硬さ試験機 (MVK-E, Akashi) を用いて象牙質平面のビッカース硬さを計測し、歯面に作成されたビッカース芯の圧痕の対角線の幅と圧子の先端角度 (136度) から圧痕の深さを算出した。次に、同一試片の計測面を市販エッチング材 (Clearfil k-etchant) にて1~60秒間エッチングを行い、処理面を水洗乾燥したのち、同様に圧痕の深さを計測し、得られた値から処理前の圧痕深さの差を算出し、象牙質脱灰深さとした。計測は各処理時間につき3箇所行い、平均値を算出した。試片は各エッチング時間につき3個とし、合計15個について計測した。 2、Contraction Gapの計測 新鮮ヒト抜去歯隣接面エナメル質を削除して露出した健全象牙質内に、直径約3.0mm、深さ約1.5mmの円柱窩洞を形成し、窩洞を市販エッチング材 (Clearfil k-etchant) にて1~60秒間コンディショニングを行い水洗乾燥した。次いで半数の試片では窩洞を35%GM水溶液 (E-Lize Primer, Pentron) を用いて60秒間プライミングし、Clearfil Photo Bond (Kuraray Medical) を用いてPalfique Estelite (Tokuyama Dental) を充填硬化させた。充填の完了した試片を室温水中に10分間放置したのちに光学顕微鏡下にて窩縁に生じたコントラクションギャップ幅を計測した。試片は各群10個、合計50個を調整した。得られた硬さ値およびギャップ値は、一元配置の分散分析およびFisherのPLSD Testにて統計学的に検定した。

【結果および考察】 1、象牙質軟化深さの計測結果 リン酸による象牙質脱灰深さは経時的に増加し、60秒後で最大値2.0 μm となり、30、45、および60秒間のエッチングによる象牙質脱灰深さは1秒、15秒に比較して統計学的に高い値を示した。 2、Contraction Gap幅の計測 40%リン酸を用いて象牙質面をエッチングを行った場合には、すべての群で半数以上の試片でコントラクションギャップが観察され、完全な窩洞適合性を得ることはできなかった。すなわち、脱灰深さが臨界脱灰深さを超えていないと判定される15秒処理においても、ギャップの形成を完全に抑制することはできず、リン酸とEDTAによる脱灰作用には脱灰深さが同等でも、脱灰の様相が異なると推測された。以上の結果より、たとえGMプライミングを行っても、短時間でもリン酸処理をおこなってしまうと、象牙質窩縁適合性が得られない事実が明らかになった。



直接コンポジットレジン修復における透明シリコーン印象材による咬合面の形態付与法

北海道大学大学院歯学研究科 口腔健康科学講座 歯科保存学教室
○安本 恵 池田考績 田中享 佐野英彦

A forming method for occlusal surface using a translucent silicon impression material in direct resin composite restoration

Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science,
Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine.
Kei YASUMOTO, Takatsumi IKEDA, Toru TANAKA and Hidehiko SANO

歯冠修復分野での大きな変化が、歯質への接着法の確立およびコンポジットレジン（以下CR）の進化によってもたらされました。接着法の確立により必要最小限の切削で歯質の保護を目指すミニマルインターベンションの考え方が浸透・普及したことは、患者および歯科医師の双方にとって喜ばしいことといえます。また、接着システムの発展の陰に隠れがちですが、充填用CRの進化も見逃せません。特にナノフィラー、サブミクロンフィラーなどの微細なフィラーを使用したCRが、セミハイブリッドタイプの製品に比べられる機械的強度を有するようになったために臼歯部での審美的なCR修復が可能となりました。また、レイヤリングテクニックを前提として透明度を選択できるCRが市販されたため、直接法CR修復によって単に歯冠色をしているにとどまらず、歯の持つ光沢、色調のグラデーション、透明度の相違による立体感まで表現可能になりました。

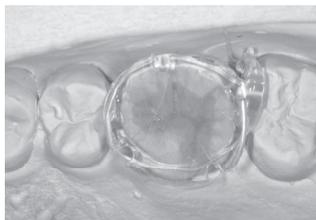
臼歯部咬合面に審美的な直接法CR修復をおこなうためには考慮すべき点があります。まず、臼歯部咬合面は、比較的平坦な前歯部唇面に比べて、咬頭、隆線および小窩裂溝といった凹凸が存在するために複雑な視覚的性質を有しています。咬頭および隆線の部分は比較的厚いエナメル質に覆われていますので、透明感が強く、彩度が低い傾向があります。一方、小窩裂溝の部分は周辺の象牙質の影響を受けて彩度が高くなる傾向があります。また小窩裂溝の部分は、窪んでいるために陰影が生じ、明度が低く観察されます。

複雑な視覚的性質を有している臼歯部咬合面に審美的な直接法CR修復をおこなうためには、1) 象牙質およびエナメル質に近い色および透明度を有したCRによるレイヤリング、2) 咬合面の形態の再現、が不可欠といえます。直接法CR修復において臼歯部咬合面の形態を再現するために、超微粒子ダイヤモンドポイントにより形態を付与する方法や、充填の際にひとつひとつの咬頭を築盛しながら硬化していくレイヤリング法などがおこなわれますが、チェアタイムが長くなる場合があること、技術的に難しいことが欠点といえます。

今回、フィルテックTMシュープリーム(3M ESPE)、エステライトΣ(トクヤマデンタル)を用いた直接法CR修復において、透明シリコーン印象材(メモジル2, ヘレウスクルツァージャパン)を使って透明な圧子を作製し、簡単に咬合面形態を付与する充填法を行いましたのでご紹介いたします。



1. I級インレー脱離症例



2. 印象採得・模型作製・ワックスアップ後、透明圧子にて咬合面形態を印象



3. 窩洞にCRを充填し、圧子により圧接



4. 理想的な咬合面形態を再現

塩化カルシウム、象牙質マトリックスタンパク質 (DMP1) 由来合成ペプチド (pA, pB) ならびに
 ハイドロキシアパタイト配合接着性レジシシステムの象牙質接着強さに関する検討

-塩化カルシウムと合成ペプチド配合量の関係について-

¹ 日本歯科大学大学院 新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学専攻

² 日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座

○平 賢久¹, 新海航一², 鈴木雅也², 加藤千景², 加藤喜郎²

Study on Dentin Bond Strength of Experimentally Developed Adhesive Resin Systems Containing
 CaCl₂, Synthetic Peptide Derivatives (pA, pB) of Dentin Matrix Protein 1 and Hydroxyapatite
 -On the Quantity Relationship in Compounding the Calcium Chloride and Synthetic Peptide-

¹ Advanced Operative Dentistry・Endodontics, Graduate School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University

² Department of Operative Dentistry, School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University

○TAIRA Yoshihisa¹, SHINKAI Koichi², SUZUKI Masaya², KATO Chikage², KATOH Yosiroh²

【研究目的】

当講座の加藤らはこれまでに象牙質マトリックスタンパク質(DMP1)由来合成ペプチド(pA,pB)を配合した高分子系
 直接歯髄覆罩剤を開発し、ラットを用いた動物実験で直接歯髄覆罩効果について検討した。その結果、歯髄に重篤な
 炎症性変化を惹起させることなく特異なる3層構造からなるデンティンブリッジが早期に形成されることを確認した。

しかしながら、このような修復性象牙質形成促進剤を添加することにより本来のボンディング剤の組成・機能が変
 化し、歯質接着強さを低下させることが懸念された。実際に、ハイドロキシアパタイト(HAP)のボンディング剤への
 添加は影響が無かったが、pA,pBを10wt%でプライマーに添加した場合、著しく象牙質接着強さが低下したことを前
 報で報告した。

そこで本研究は、製品化に際しコスト削減も考慮し、CaCl₂・pA,pB配合量を少なくした場合(0.1、1、および5wt%)
 の試作ボンディングシステムについて、象牙質接着強さ測定ならびに接着界面のSEM観察を行って、詳細に評価・検
 討した。

【材料と方法】

ヒト抜去歯の咬合面を削除し、平坦な象牙質面(各群につき5歯)を形成した(耐水研磨紙#120→#600)。次に露髄面
 の止血処理に準じて象牙質面をAD-Gel[®](10%NaClO:クラレメディカル)で1分間処理後、Purelox[®](6%NaClO:オーヤ
 ラックス)とOxydol[®](3%H₂O₂:三共)で交互洗浄、フィンザルツ[®](滅菌生理食塩水:扶桑薬品)による最終洗浄後、乾燥
 させた。次に、表1に示すCaCl₂・pA,pBならびにHAP配合接着システムを用いて接着処理を行った。まずプライマ
 ーI・プライマーIIを各々塗布して20秒間放置後、5秒間強圧エアブローを行い、10秒間光照射(Candelux[®]:モリタ)
 した。その後、ボンドMB2(10wt% HAP配合)を塗布して軽圧エアブローで薄くのばしてから10秒間光照射した。な
 お、コントロール(Cont)としてクリアフィル・メガボンド[®](MBP・MBB)を用いた。象牙質面に透明アクリルチュー
 ブ(内径6mm、高さ3mm)を固定し、接着処理面に約1mmの厚さでクリアフィル・マジスティ[®]LV(A3)を塗布し
 20秒間光照射、次にクリアフィルAP-X[®](A3)を約2mm積層修復して40秒間光照射した。恒温恒湿器中に接着試料
 を24時間保管した後、Isomet[®](Buehler)により象牙質接合界面断面積が、1mm²になるように角柱型ビームを作製し、
 微小引張り試験用治具(Bencor-multi-T試験器:Danville Engineering)に取り付けて小型卓上試験機EZTest 500N(島
 津)を用いてクロスヘッドスピード0.5mm/minで微小引張り接着試験を行った(n=20)。ANOVAとBonferroni検定
 による統計学的解析を行い実験群間の有意差を検定した。(p<0.05)。

【結果および考察】

微小引張り接着試験の測定結果を表2に示す。CaCl₂あるいはpA,pBをプライマーに配合した実験群①,②では象牙
 質接着強さはContと同程度で低下しないものの、実験群③,④,⑥では有意に低下した。したがって、プライマーへの
 CaCl₂あるいはpA,pBの配合は配合量の割合が高くなると(CaCl₂とpA,pBのいずれか一方、もしくは両者が5wt%に
 なる)象牙質接着強さを有意に低下させることが確認された。

表1 象牙質マトリックスタンパク質由来合成ペプチド配合接着システム:

CaCl₂およびpA,pB配合量を以下の割合変化させて組み合わせた6実験群

	プライマーI	プライマーII	ボンド
実験群①	MBP+ CaCl ₂ (1wt%)	MBP+pA,pB (0.1wt%)	MB2 (10 wt% HAP)
実験群②	MBP+ CaCl ₂ (1wt%)	MBP+pA,pB (1wt%)	MB2 (10 wt% HAP)
実験群③	MBP+ CaCl ₂ (1wt%)	MBP+pA,pB (5wt%)	MB2 (10 wt% HAP)
実験群④	MBP+ CaCl ₂ (5wt%)	MBP+pA,pB (0.1wt%)	MB2 (10 wt% HAP)
実験群⑤	MBP+ CaCl ₂ (5wt%)	MBP+pA,pB (1wt%)	MB2 (10 wt% HAP)
実験群⑥	MBP+ CaCl ₂ (5wt%)	MBP+pA,pB (5wt%)	MB2 (10 wt% HAP)
Cont	MBP		MBB

表2 微小引張り接着強さ(MPa)

実験群	接着強さ (Mean±SD)
実験群①	55.3±8.5 ^a
実験群②	57.8±8.1 ^a
実験群③	42.8±6.8 ^b
実験群④	38.1±10.7 ^b
実験群⑤	44.7±8.8 ^{b,c}
実験群⑥	38.1±8.7 ^b
Cont	52.6±8.6 ^{a,c}

同一文字は有意差なし
(p>0.05)

審美修復におけるレジンセメントの色調の研究
—試験片の厚さが色調に及ぼす影響—

松本歯科大学歯科保存学第二講座、歯科補綴学第一講座*
○秋山麻沙子、黒岩昭弘*、酒匂充夫*、山田博仁、安西正明、山本昭夫、笠原悦男

The study of the color of the resin cement in the aesthetic appreciation
The influence that the thickness of the specimen gives to a color

Department of Endodontics and operative Dentistry, Matsumoto Dental University
Department of Removable Prosthodontics, Matsumoto Dental University *

○Masako AKIYAMA, Akihiro KUROIWA*, Mitsuo SAKOH*, Hirohito YAMADA, Masaaki ANZAI,
Akio YAMAMOTO and Etsuo KASAHARA

<緒言>

近年、患者の審美的意識の向上から、歯冠修復物はより天然歯に近い色調の再現が求められている。特に審美修復として用いられているラミネートベニア修復は、歯髄保護、不要な歯の削除の観点からごく薄い状態で色調を再現しなければならない。本研究ではポーセレンラミネートベニア修復の着着時にレジンセメントの色調が修復物の色調に及ぼす影響について検討するため、まず、はじめに実験に供する試験片の厚さが色調に及ぼす影響について検討したので報告する。

<実験材料及び方法>

試験片製作のための陶材には歯冠色陶材 (SHOFU VINTAGE Halo, SHOFU VINTAGE) には A1B, A2B, A3B を用い、厚さは 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 2.0, 2.5, 3.0mm とした。支台歯色陶材 (SHOFU VINTAGE) には B1B, C1C, D4B, D3B, B4B, C4B, DC を用い、厚さは 1.0, 1.5, 2.0, 2.5mm とした。また、マスキング陶材 (SHOFU ラミナマスキングポーセレン) には LMA1, LMA2, LMA3 を用い、厚さは 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3mm とした。測色計には分光光度計 (CM-2002; コニカミノルタ)、透過率の測定器には分光光度計 (U-3310; 日立) を使用した。測定時の背景色は黒、白の二種類を用いた。測定は各条件につき、3つずつの試料を用いて2回測定し、各条件の平均を算出した。また各条件の平均と偏差を求め各条件間について統計分析した。

<結果及び考察>

まず、歯冠色陶材の L* (明度) は A1 と A2 が近似する傾向を示し、A3 はそれらよりやや減少する傾向を示した。この時、背景色については白では各条件の値が試験片の厚さの増加に伴って明度が減少する傾向を示した (図1) のに対して、黒では明確な傾向は示さなかった。また、支台歯色陶材では背景が白の条件で、厚さが 3 mm の条件に向かい明度は減少したが、黒でははっきりした傾向は示さなかった (図2)。また、マスキング陶材の試験片の厚さに対する透過率は、LMA2 と LMA3 が近似する傾向を示したのに対して、LMA1 は透過率が高い傾向を示した。一方、コントラストの結果から、LMA2 と LMA3 は A3B の3倍の遮断性を有することが確認できた。また、色調を濃くすることと、厚さの増加によって効果的に遮断効果を得られ、色調が A3 で、厚さは 0.3mm の時に効果的に遮断できることが確認された。一連の実験から試験片の厚さは色調に影響を及ぼすことが確認でき、厚さの影響は明度の高いものほど影響があることが考えられた。全ての材料において、背景色の白・黒を比較すると明度については、より正確に傾向を見るために、白を使用することが有用であることがわかった。

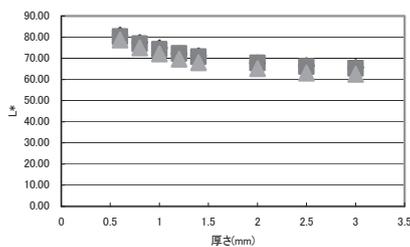


図1 VINTAGE Halo 厚さによる L* の変化 (白バック)

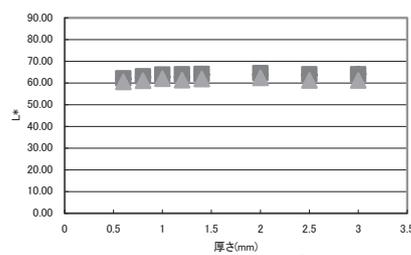


図2 VINTAGE Halo 厚さによる L* の変化 (黒バック)

光重合型コンポジットレジンの背景色遮蔽効果の基礎的実験

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存修復学分野

○小澤 有美 中村 英世 山田 晶子 岩坂 憲助 石原 祥世 片山 直

Study on Masking Effect of Light-cured Composite Resins

Department of Restorative and Biomaterials Sciences Division of Operative Dentistry

Meikai University School of Dentistry

○Yumi Ozawa Hanayo Nakamura Akiko Ymada Kensuke Iwasaka Sachiyo Ishihara

Tadashi Katayama

【目的】 天然歯は、部位によって色調や透明性などが異なっている。光重合型コンポジットレジンで歯冠修復を行うとき、天然歯と調和するように修復を行わなければならないが、半透明性のこの材料は背景色の影響を受けやすい。現在、光重合型コンポジットレジンで修復するときの色遮蔽を行う場合は、臨床経験に依存して修復を行っている。今回、光重合型コンポジットレジンのインサイザルシェード、スタンダードシェード、オペークシェードを用いてどの程度の背景色にはどのように積層充填を行えばよいか、各種光重合型コンポジットレジンを経験的方法にて測定ならびに解析し、背景遮蔽効果がどの程度であるかを検討した。

【材料および方法】 1、材料 **光重合型コンポジットレジン** エステライトΣクイック (Σ、CE、A3、OA3、トクヤマデンタル)、クリアフィル[®]マジスティ[®] (M、T、A3、OA3、クラレメディカル)、ビューティフィルII (B、Inc、A3、A30、SHOFU) の3種類のコンポジットレジンで各シェードにて試料を作製した。試料は、内径 8mm のプラスチックリングに填入し、ハロゲンランプ重合器 (Astral) にて両面から20秒ずつ光重合を行い、耐水研磨紙 (BUEHLER) #600 で即日研磨し、24時間後#800、#1200の順に0.5mm、1.0mm、1.5mm、2.0mmの厚さになるように研磨を行い各試料5個ずつ作製した。

背景色板 白色板、黒色板、グレー色票 (L*15~75) を測色するときの背景とした。

介在液 各試料を積層したとき、試料の間に屈折率 1.50 (Refractive Index Liquids) の介在液を滴下した。2、方法 充填の厚さを 2mm と想定し、各試料の積層が 2mm になるように組み合わせで測色を行った。組み合わせ方法は、オペークシェード—スタンダードシェード (①1.0mm—1.0mm、②0.5mm—1.5mm)、スタンダードシェード—インサイザルシェード (③1.5mm—0.5mm、④1.0mm—1.0mm) とした。コントロールとして、スタンダードシェード⑤2mm を用いた。積層した試料およびコントロールを背景色板上に置き、非接触式分光測色器 Spectra Scan PR650 (Photo Research, USA) にて D65 光源、照度 1000lx、45 度照明—0 度受光の条件下で各試料を 5 回ずつ測色した。測色したデータより XYZ 値を算出し、Contrast ratio (CR 値) を求めた。さらに CIELAB 値に変換して Translucency parameter (TP 値)、グレー色票上での L*値を算出し比較検討を行った。

【結果および考察】 各種コンポジットレジンの透明性、遮蔽性を調べるために TP 値、CR 値およびグレー色票上での L*値を求めた。TP 値は 16.13~25.16 で、CR 値は 0.57~0.75 であった。TP 値は値が低いほどまた、CR 値は値が高いほど遮蔽性があると示される。どのコンポジットレジンとも、オペークシェードを積層してある試料の方が遮蔽性を認めた。しかし、積層する厚みの組み合わせはコンポジットレジンの種類により違いを認めた。

TP 値: Σ ①<②<⑤<③<④、M ②<①<⑤<③<④、B ①<⑤<②<④<③ CR 値: Σ ①<②<⑤<③<④、M ②<①<⑤<③<④、B ①<②=⑤<③=④となった。種類別で比較すると B は Σ や M より遮蔽性を示した。グレー色票上での結果は、どの試料も背景色の影響を受けグレー色票の L*値が小さくなるにつれ試料の L*値も小さくなった。インサイザルシェードを積層してある試料の方が、高い L*値を示した。TP 値と CR 値は 3 種とも同傾向を示したが、グレー色票上での L*値はコンポジットレジンの種類が異なるため、値や積層の組み合わせにおいても傾向性を認めなかった。

【結論】 各種コンポジットレジンを経験し背景遮蔽性を比較したところ

- 1) オペークシェードを積層したときのほうが遮蔽性を認めた
- 2) グレー色票上ではインサイザルシェードを積層したほうが L*値は高い値を示した
- 3) コンポジットレジンの種類が異なると背景遮蔽性も異なっていた。

実際に、臨床で背景色を遮蔽するために積層充填を行うには各コンポジットレジンの光学的特徴をよく理解することが重要である。また、充填する窩洞の条件も考慮しなければいけないことがわかった。

コンポジットレジンの色調の違いについて

東京歯科大学歯科保存学講座

○中澤妙衣子 天谷哲也 間奈津子 手銭親良 山田雅司 八ツ橋孝彰 中川寛一

Differences in colors of Composite Resin

Department of Endodontics and Clinical Cariology

○Taeko Nakazawa, Tetsuya Amagai, Natsuko Aida, Chikara Tezen, Masashi Yamada, Takaaki Yatsuhashi,
Kanichi Nakagawa

【目的】 審美修復や接着に関する研究が盛んに行われている今日、コンポジットレジン修復がさらに多用されるようになってきている。天然歯の色調に近く自然で審美的な修復を行うために、黄色みの強い歯頸部や透明感の強い切端などを考慮したコンポジットレジン修復が求められている。そのため、積層充填時のコンポジットレジン材料の厚みが、色調に及ぼす影響を把握しておく必要がある。そこで今回我々は、オペカーを始めとする数種のシェードを用いて、厚みによる色調の違いを色差計で計測し、比較検討した。

【材料及び方法】 コンポジットレジン、エステライトフロックイック（トクヤマ）のシェード INC、A3、OA3 およびオペカー（トクヤマ）を使用した。ディスクの直径 6.0mm にし、厚さ 0.5mm、1.0mm、2.0mm、3.0mm、4.0mm の試料を作製した。測色には微小面分光色差計 VSS300H（日本電色工業）を用いて、CIE1976L*a*b*表色系を用いて L*、a*、b* を求めた。背景に、黒色板と白色板を用い各々 3 回測色した。得られた L*、a*、b* 値のおおの平均値から TP 値を算出し、レジン色に対する影響を検討した。

【結果および考察】 TP 値の結果において、オペカーでは 0.5mm で 3.6、1.0mm で 0.8、2.0mm で 0.2、3.0mm で 0.2、4.0mm で 0.4 であった。OA3 では、0.5mm で 25.7、1.0mm で 13.7、2.0mm で 3.9、3.0mm で 1.3、4.0mm で 0.6 であった。A3 では、0.5mm で 27.4、1.0mm で 18.7、2.0mm で 5.5、3.0mm で 2.0、4.0mm で 0.5 であった。INC では 0.5mm で 29.9、1.0mm で 19.6、2.0mm で 7.0、3.0mm で 3.7、4.0mm で 1.0 であった。その他の試料の厚みが、OA3 で 2mm、INC で 3mm、A3 で 2~3mm の間であるとき、これに近い TP 値を示した。

異なる背景色での L*、a*、b* の厚みによる変化において、オペカーは L*a*b* すべてにおいて背景色の違いによるグラフの傾きに変化は認められなかった。その他のシェードでは、背景が黒色よりも白色のほうがグラフの傾きに変化が認められ、L* 値では厚みが増すにつれて値は減少した。a* 値では、すべてのシェードでほとんど変化は認められなかった。b* 値では、厚みが増すにつれて値は減少した。

これらのことから、オペカーで TP 値を 3 以下にするには、0.5mm 以上の厚みが必要であり、L*a*b* で見ると、色の変化には L* 値と b* 値が大きく影響していること、また、通常使用するシェードで TP 値を 3 以下にするには、OA3 で厚み 2mm、A3 で厚み 2~3mm、INC で厚み 3mm 必要であることが示唆された。

コンポジットレジンにおける厚みの相違による色変化と透明度の関係

北海道大学大学院歯学研究科 口腔健康科学講座 歯科保存学教室

*北海道大学病院歯科診療センター口腔総合治療部

○池田考績 神島奈穂子 中沖靖子 井上哲* 佐野英彦

Correlation between change of color with different thickness and translucency in resin composites

Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science,
Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine.

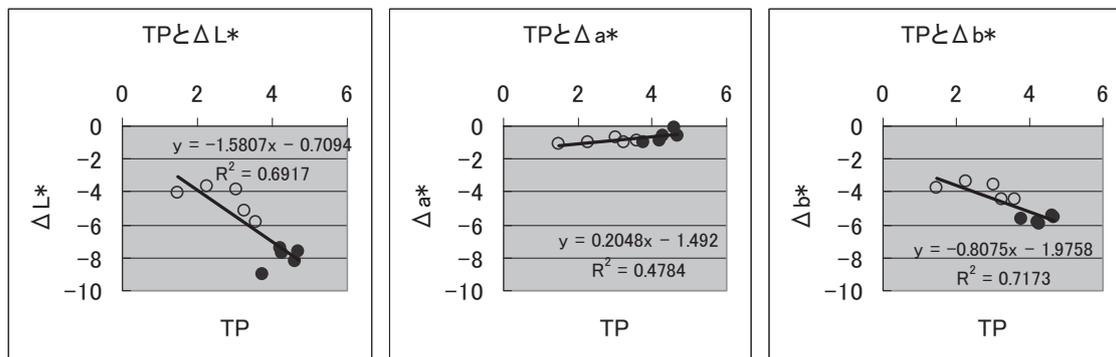
*Division for General Dentistry, Center for Dental Clinics, Hokkaido University Hospital

○ Takatsumi IKEDA, Naoko KAMISHIMA, Yasuko NAKAOKI, Satoshi INOUE* and Hidehiko SANŌ

【研究目的】直接コンポジットレジン修復において歯質の裏打ちのないIV級やIII級窩洞(いわゆる“打ち抜き窩洞”)や深いI、II級窩洞などの大きな窩洞はシェード合わせが難しい。難しい理由としては、(1)いわゆる“カメレオン効果”の恩恵を受けられず、周囲歯質の色調を反映することが少ない、(2)“打ち抜き窩洞”では、口腔内の暗い色調を反映し、明度、彩度が低下する、(3)修復物の厚みが増し、明度や彩度が低くなる、などの理由が挙げられる。透明度の低いオパークシェードの上にボディシェードを置くことによって、暗い背景色の影響や厚みの増大による明度や彩度の低下を抑制できることが報告されている。抑制できる理由としては、オパークシェードが不透明なことによる背景色の遮蔽、オパークシェードの明度、彩度が高いことにより、明度、彩度の低下を相殺すること、があげられる1)。厚い修復物における明度、彩度の低下をオパークシェードにより抑制できるもうひとつの理由として「不透明なレジンには、厚みの増大による明度、彩度の低下が少ない」という仮説が考えられるが、十分な検証はない。本研究の目的は、コンポジットレジンにおける厚みの相違による色変化と透明度の関係を明らかにすることである。

【材料と方法】オパークシェードおよび通常のシェードを5種ずつ、計10種使用した(ジーシー社グラディアダイレクトのA2とA02、3M ESPE社フィルテックシェプリームのア2BとA2D、クラレメディカル社クリアフィルマジエスティのア2とOA2、トクヤマデンタル社エスセライトΣのア2とOA2およびジーシー社ソラーレのア2とOA2)。10種のシェードの直径8mm、厚さ2mmの試料を5つずつ作製、黒および白背景上で色彩計OFC-300A(日本電色工業)により測色し、CIE L*, a*, b*表色系により表現した。黒背景と白背景のL*, a*, b*で色差を計算して厚さが2mmでのTranslucency Parameter (TP)とし、透明度の指標とした。同様に、厚さが1mmと3mmの試料を5つずつ作製し、白背景の上で測色を行った。5試料の平均値の3mmのL*, a*, b*から1mmのL*, a*, b*を除いたものを ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* とし、厚さの増大による色変化の指標とした。TPと ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* で線形回帰を行い、回帰式、相関係数を求めて統計学的検討を行った。

【結果および考察】



* 白丸はオパークシェードを示す。 ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* ともにTPとの間に有意な相関あり($p < 0.05$)。

オパークシェードのTPは通常のシェードに比べ小さい値を示した(不透明であった)。 ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* はすべて負の値を示し、厚さの増大により、明度と彩度が低下した。 a^* の低下は小さく、厚さの増大による明度と彩度の低下は、主に L^* と b^* の低下による。また、TPと ΔL^* 、 Δb^* は有意な負の相関を、TPと Δa^* では小さな傾きの有意な正の相関を示した。したがって、透明度の低いシェードでは厚みの増大による L^* 、 b^* の低下が少ないために、厚さの相違による色変化が少ないことが示された。

【結論】透明度の低いシェードでは、厚さの相違による色変化が少ないことが明らかとなった。大きな窩洞では、オパークシェードを窩洞の裏打ちとして使用することにより、シェードの適合が改善する。オパークシェードの透明度が低いほど、効果が高い。

1)池田考績 他, 接着歯学 26(1), 41-44, 2008.

積層法の違いによるコンポジットレジンの色について

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存修復学分野
○逸見恵里 安永 慎 市村 葉 石原祥世 片山 直

Colorimetric Study of Composite Resin for Different Layering

Department of Restorative and Biomaterials Sciences Division of Operative Dentistry
Meikai University School of Dentistry

○ Eri Hemmi Makoto Yasunaga Yoh Ichimura Sachiyo Ishihara Tadashi Katayama

【緒言】近年、光重合型コンポジットレジンの修復が重視されるようになり、材料学的性質が向上したため臼歯部においてもコンポジットレジンの多用されるようになった。コンポジットレジン修復による積層充填は、窩洞の深さ、重合収縮を考慮するためや色調を天然歯に一致させるために使用されている充填方法である。しかし、材料の構成成分であるフィラー、マトリックスの構造、成分の違いや半透明性材料のため周囲の歯質の色に影響され様々な色調を現し、色調の選択・充填の術式には熟練が必要であるのが現状である。そのため、積層による色調の再現性が確立されていないことが考えられる。今回、球状フィラーと不定形フィラーを含有した3種類のコンポジットレジンを単層時と積層時をそれぞれ測色し比較検討した。

【材料および方法】材料は、トクヤマデンタル社のエステライトΣ（以下Σ）、エステライトΣクイック（以下Q）、エステライトPクイック（以下P）のA3シェードを使用した。試料は内径8mmのプラスチックリングに填入し、上下面をセルロイドストリップスおよびガラススライドで圧接して、ハロゲンランプ重合器（Astral）にてΣは30秒、QとPは10秒間照射し光重合させ、24時間後耐水研磨紙（BUEHLER）＃600、＃800、＃1200の順に、0.5mm、1.0mm、1.5mm、2.0mmの厚さになるように両面研磨を行い、試料を各5個製作した。試料の背景に白色板(W)と黒色板(B)を用いて、非接触式分光測色器 Spectra Scan PR650 (Photo Research, USA) にて D65 光源、照度 1000lx、45 度照明-0 度受光の条件下で製作した試料を JIS Z8722 に準拠し、はじめに単色で測色した。次に同様の試料を使い、1.0mm (0.5×2)、1.5mm (0.5+1.0、1.0+0.5)、2.0mm (1.0×2、0.5+1.5、1.5+0.5) の厚さになるようにランダムに組み合わせ、Refractive Index Liquid 1.30、1.46、1.50、1.60、1.71 溶液（以下、介在液 1.30、1.46、1.50、1.60、1.71）を各ディスク間にそれぞれ介在し重ね、積層の色を測色し、各試料を3回ずつ測色した。その後、得られた値から CIELAB 値にて、L*、a*、b*を求めた。また、単色と積層色の色差 (ΔE^*_{ab}) を算出し比較検討を行った。

【結果と考察】単色では、厚さ 0.5mm、1.0mm、1.5mm、2.0mm と厚くなると L*は、白色背景上においては徐々に低くなり (91.4 から 71.2)、黒色背景上では値が高くなる傾向 (55.3 から 63.6) を示した。a*値は、白色、黒色背景上にかかわらず厚さが増加すると上昇した (白色背景-1.2 から 6.2、黒色背景-2.6 から 1.6)。b*値は、白色、黒色背景上値の変化はあまり認めなかった。積層色での L*、a*、b*値は、単色と同様傾向を示した。単層と積層を比較すると、単層のほうが積層の同じ厚さにおいて L*、a*、b*値とも高い値を示した。また 1.5mm、2.0mm の厚さでは、重ね方により値に変化を示した。そのため、厚くなることで、試料内部での光の吸収率と反射率の違いに影響すると考えられた。単色と積層色の ΔE^*_{ab} は、Σ、Q、P とも介在液 1.50 のとき最も低い値を示した。また、介在液 1.30 と 1.71 では ΔE^*_{ab} が 2.0 以上を示し、高い値を示した。介在液 1.46 と 1.60 では、介在液 1.50 の ΔE^*_{ab} より値が高く、介在液 1.30 と 1.71 の値より低く示した。それにより ΔE^*_{ab} の値が低いほど単色と積層色の色差が少ないことと考えられる。積層の色は、それぞれ重ねた試料の厚さ、枚数、介在間隙による光の吸収、反射、散乱に影響されるため色の再現性が困難である。今回、介在液 1.50 では、 ΔE^*_{ab} が最も低かったことから、介在部分の間隙による影響が少なかったと考えられた。しかし、積層の組み合わせによる影響について考慮する必要がある。

光重合型コンポジットレジンのカメレオン効果について

¹東京医科歯科大学大学院 摂食機能保存学講座 う蝕制御学分野

²歯と骨のGCOE

³東京医科歯科大学歯学部附属歯科技工士学校

○坪根真子¹ 池田正臣³ 中島正俊¹ 田上順次^{1,2}

Chameleon effect of compositesin

¹Tokyo Medical and Dental University Cariology and Operative Dentistry

²Global COE Program;International Research Center for Morecular Science in tooth and Bone Diseases

³Tokyo Medical and Dental University Shool Of Dental Technicians

○Mako Tsubone¹ Masaomi Ikeda³ Masatoshi Nakajima¹ Junji Tagami^{1,2}

【目的】

光重合型コンポジットレジンの修復における課題の一つとして、天然歯との色調適合性が挙げられるが、光重合型コンポジットレジンのシェードは限られている為、完全に色調を合わせることは容易ではない。しかしながら、コンポジットレジンの修復物は半透明材料であり、周囲歯質の色彩を反映して色調が変化することにより、色調適合性が向上するといわれており、これをカメレオン効果と呼んでいる。その効果は、コンポジットレジンによって異なると思われるが、実際に、ヒト歯牙を用いてカメレオン効果の発現を評価した報告はなされていないのが現状である。そこで、ヒト抜去歯牙を用いて4種の光重合型コンポジットレジンを充填・測色し、カメレオン効果について検討を行った。

【材料および方法】

実験材料として、光重合型コンポジットレジンの CLEARFIL AP-X(KURARAY), Tetric N ceram (VIVADENT), CLEARFIL MAJESTY(KURARAY), CeramX mono (DENTSPLY) のA2シェードを用いた。また、矯正抜去小白歯のシェード計測を行い、そのうちA2シェードの歯牙10本を使用した。頬側歯冠部中央に、直径2mm、深さ3mmの窩洞を形成し、無作為に抽出したコンポジットレジンを接着システムを使用せずに充填し、恒温水中にて24時間保存・研磨後、分光測色器 (Crystal eye: OLYMPUS) を用いて①歯牙部、②レジンに接する歯牙部、③歯牙に接するレジン部、④レジン中央部の4点において0.4mm×0.4mmの範囲でL*a*b*を測定した。その後、充填したコンポジットレジンを除去し、残りのコンポジットレジンの中から無作為に1種を選び、充填・測色・除去を同様の手順で繰り返し行った。得られたL*a*b*より4種のコンポジットレジンにおける $\Delta E_{1②}$ 、 $\Delta E_{2③}$ 、 $\Delta E_{3④}$ 、 $\Delta E_{1④}$ 、そして $\Delta E_{2③}/\Delta E_{1④}$ を算出し、一元配置分散および Tukey's Test を用いて統計学的検定を行った。また、上記4種の光重合型コンポジットレジンにおいて厚さ1mmの試料を作成し、自動変角光度計 (GP-200;村上色彩)を用いて、透過光特性についても併せて評価した。

【結果】

	$\Delta E_{1②}$	$\Delta E_{2③}$	$\Delta E_{3④}$	$\Delta E_{1④}$	$\Delta E_{2③}/\Delta E_{1④}$
CLEARFIL AP-X	1.69±0.77 ^A	3.22±1.55 ^C	0.87±0.44 ^D	4.91±2.37 ^E	0.67±0.12 ^F
Tetric N ceram	1.96±0.79 ^A	1.89±0.90 ^B	0.81±0.42 ^D	3.87±1.77 ^E	0.50±0.09 ^G
CLEARFIL MAJESTY	2.60±1.28 ^A	1.62±0.96 ^B	1.26±0.60 ^D	4.43±1.92 ^E	0.36±0.10 ^H
CeramX mono	2.55±0.97 ^A	0.86±0.25 ^B	0.89±0.60 ^D	3.64±1.19 ^E	0.25±0.08 ^H

※ 右肩同英文字は有意差無しを示す (p<0.05) ※ 有意差は縦列のみ有効

【結論】

- 1) マージン部においてコンポジットレジ及び歯牙で色調変化が認められ、4種全てのコンポジットレジで $\Delta E_{1②}$ は $\Delta E_{3④}$ より有意に大きな値を示し、コンポジットレジより歯牙の方がカメレオン効果の発現が大きかった。
- 2) マージン部のコンポジットレジ-歯牙間の色差を表す $\Delta E_{2③}$ の値において、材料間で有意な差が認められ、AP-Xでは色差を識別出来るとされる $\Delta E=2$ より大きかった。
- 3) A2シェードと判別された歯牙にA2シェードのコンポジットレジンを充填したが、全てのコンポジットレジにおいて色差($\Delta E_{1④}$)は2より大きく、各群間で有意な差は無いものの3.69~4.91とばらつきが認められた。そこでカメレオン効果発現に関し境界部付近の色差との比($\Delta E_{2③}/\Delta E_{1④}$)を算出し評価したところ、CeramX mono \leq MAJESTY<Tetric N ceram<AP-XとなりCeramX mono, MAJESTYがカメレオン効果に優れた材料であることが示唆された。

新規フッ化物徐放性歯面コーティング材の脱灰抑制能

神奈川歯科大学口腔治療学講座保存修復学分野¹⁾、社会歯科学講座歯科医療社会学分野²⁾、
湘南短期大学歯科衛生学科³⁾

○椎谷 亨¹⁾、向井義晴¹⁾、富山 潔¹⁾、上條和子²⁾、岩谷いずみ¹⁾、藤野富久江³⁾、寺中敏夫¹⁾

Anti-demineralization Effect of Novel Fluoride-releasing Teeth Coating Material

Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Medicine¹⁾, Division of Sociological Approach
in Dentistry, Department of Dental Sociology²⁾, Kanagawa Dental College,
Department of Dental Hygiene, Shonan Junior College³⁾

○Shiyya Toru¹⁾、MUKAI Yoshiharu¹⁾、TOMIYAMA Kiyoshi¹⁾、KAMIJO Kazuko²⁾、IWAYA Izumi¹⁾、FUJINO Fukue³⁾、
TERANAKA Toshio¹⁾

【研究目的】

露出歯根面はその解剖学的形態からブラークが停滞しやすく、また脱灰も容易に進行する。そのため、露出歯根面に対する効果的な脱灰抑制法を開発することは急務である。我々はこれまでに、S-PRGフィラーを含有した修復材、あるいは床用材料等のフッ化物リリース能、リチャージ能および象牙質の脱灰抑制、再石灰化誘導能を明らかにしてきた。

本研究の目的は、S-PRGフィラーを含有し、セルフエッチング、プライミング、ボンディング機能を備え、短時間で簡便に歯面をコーティングできる2液性の新規イオン徐放性歯面コーティング材の根面象牙質の脱灰抑制能について *in vitro*にてその有効性を検討することである。

【材料および方法】

凍結保存したウシ下顎中切歯の歯根部を歯頸部直下およびそれより 5mm 根尖側の位置で低速切断機 (IsometTM, Buehler) を用いて水平断し円筒状象牙質歯片を作製後、ワイヤー式精密切断機 (Well[®]3242, Walter Ebner) にて歯軸方向に 2 分割し、それぞれを実験群および control 群試料とした (n=6)。実験群では上記新規材料を、また control 群では S-PRG フィラーを含まない以外は新規材料と全く同じ成分の材料を使用した。2 液を混和後、専用ブラシにて象牙質試料の平坦な試験面の半分に塗布し、10 秒の光照射を行った。その後、塗布した部分が 0.5mm×3mm、および隣接する露出新鮮象牙質面も 0.5mm×3mm となるように、耐酸性ネイルバーニッシュを施し試験面積を規定した。

円筒状プラスチック製容器の底部に象牙質試料を固定後、50mM 酢酸ゲル (pH5.0) により 1 週間脱灰を行い、軟 X 線装置 (PW3830) にて TMR 撮影 (管電圧 25kV、管電流 15mA、照射時間 20 分) した。その後、分析用ソフト (TMR 2000) を用いて実験群および control 群各々のミネラルプロファイルを作成し、平均ミネラル喪失量 (IML) を算定した。材料間における IML 比較には、Wilcoxon の符号付き順位検定 (有意水準 5%) を用い統計学的解析を行った。

【成績】

control 群の平均 IML は、4392.0±743.8 vol%・μm、実験群の平均 IML は、3687.4±663.7 vol%・μm であり、両者の間には有意差が認められた。

また、平均ミネラルプロファイルを比較すると、表層から深さ 100μm にかけての部分に違いが認められ、特に実験群では深さ約 10~20μm 付近に、ミネラル量 40 vol% 近くまで達する厚く明瞭な表層が観察された。一方、control 群では顕著な表層は確認されなかった。

【考察】

新規歯面コーティング材から徐放されるフッ化物イオンが近接する象牙質表面に拡散することにより、過酷な酸性環境下においてもフルオロアパタイトに対して過飽和な環境を作り出すことによって脱灰を抑制するものと考えられた。本材料は形状の複雑な露出歯根面に対しても容易に塗布することが可能であり、ブラークコントロールが十分に行き届かない箇所においても、そのフッ化物徐放作用により齲蝕の発生を抑制する効果があるものと思われる。

【結論】

新規歯面コーティング材は、使用手順が簡便であり、塗布した象牙質近傍の歯質耐酸性を向上させることが示された。

審美性コート材の劣化と細菌付着との関係について

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯冠修復学

○伊藤知佐 望月久子 小竹宏朋 作 誠太郎 堀田正人 山本宏治

Relationship between deterioration and bacterial adhesion on esthetic coating materials.

Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Department of Operative Dentistry

Asahi University School of Dentistry

○Ito Chisa, Mochizuki Hisako, Kotake Hiroto, Saku Seitaro, Hotta Masato, Yamamoto Kohji.

【緒言】

近年、白く輝く歯に対するニーズが高まってきており、審美的要求の改善法として、様々な処置が施されている。中でも、歯の漂白は切削することなく審美回復する方法として広く臨床に応用されている。しかしながら、歯の漂白では、処置後の知覚過敏や後戻りおよび治療期間等の問題点を有していることも事実である。一方、歯面コート材は暫間的ではあるが審美的要求に対して、即日に対応できる材料であり MI 歯学の概念からも有用な処置法である。暫間的とは言うものの、耐久性は重要であり、これらの研究を行うことが臨床での予後に大きく関係してくることは間違いない。そこで本研究では 4 種類のドリンクと洗口液に歯面コート材を浸漬した際の表面状態と細菌付着性について観察した。

【材料および方法】

1. 供試材料

本実験では酸反応性フッ素含有ガラスフィラー配合の歯面コート材であるビューティコート（松風，以下 BC）とホワイトコート（クラレメディカル，以下 WC）を使用した。なお、BC に関しては作製方法により、圧接群（以下 BCA）、グロスエフェクト群（BCG）および研磨群（以下 BCP）について検討し、WC に関しては圧接群（以下 WCA）、トップコート群（WCT）および研磨群（以下 BCP）について実験を行った。

2. 劣化試験

各試料を専用のテフロン製型枠（直径 10.0mm、厚さ 1.0mm）に填入後、業者の指示どおり可視光線にて硬化させ、上記の表面処理群のものを各 5 個ずつ作製した。次に市販されているミネラルウォーター（以下 W）、ポカリスエット（以下 P）、コココーラ（以下 C）、ワイン（以下 WI）および洗口液であるリステリン（以下 R）に各試料を 14 日間浸漬し、各 2 個の試料片を取り出した後、通法に従い、固定、乾燥、蒸着を行い、走査電子顕微鏡 S-4500（日立，以下 SEM）で表面の観察を行った。なお、試料作製後、各種ドリンクに浸漬する前の試料についても SEM にて観察した。

3. 細菌付着性試験

供試細菌は *Streptococcus oralis* (ATCC35037, 以下 *S.oralis*) を用いた。調整した菌液中に各種ドリンクと洗口液で 14 日間浸漬した各試料を 2 時間浸漬した後、SEM にて各試料表面への細菌付着状態を観察した。

【結果】

まずはじめに、各種ドリンクに浸漬する前の各試料表面を観察した結果、BCA と BCG の表面状態に差は認められなかった。しかしながら、BCP 表面には研磨による粗造な所見が観察された。また、WC に関しては、WCT が最も滑らかな表面を呈しており、BC 群と同様に WCP 表面には粗造な所見が観察された。各種ドリンクおよび洗口液に浸漬した BC 群の表面を SEM で観察したところ、無浸漬のものに比較して P、C、WI、R の表面に変化が認められ、ホワイトコートに関しても類似した傾向が見られた。また WCT-R では表面全体に亀裂が認められた。細菌付着性試験では BC と WC 間に大きな差は認められなかった。

【考察およびまとめ】

今回用いた歯面コート材の表面を観察した結果、研磨した各試料に研磨による傷と思われる粗造な表面状態が観察された。また、各種ドリンクおよび洗口液による劣化は試料間で若干異なるものの、細菌付着性には顕著な差は認められなかった。今回の実験は、各種ドリンクに歯面コート材を 14 日間継続的に浸漬した結果であるが、口腔内の環境を考え、今後、浸漬時間や濃度を変化させて詳細に検討していきたいと考えている。

S-PRG フィラー含有ティースメイクアップシステム “ビューティコート” の 操作性および臨床応用について

鶴見大学歯学部第一歯科保存学教室

○大森かをる, 秋本尚武, 原 麻由子, 飯田麻理子, 桃井保子

Study on Teeth Makeup System “BeautiCoat” Containing S-PRG Filler; Manipulation and Clinical Cases

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○OHMORI Kaoru, AKIMOTO Naotake, HARA Mayuko, IIDA Mariko, MOMOI Yasuko

【緒言】

ホワイトニングは、MI の概念に基づいた審美処置として一般歯科にも急速に普及してきている。一方、ホワイトニングの欠点を補う審美的処置として、手軽で即効性のある歯面コーティング、いわゆる「歯のマニキュア」という新しい分野も確立されてきた。

ティースメイクアップシステム ビューティコート ((株) 松風) は、簡易に歯の審美性を改善することを目的として、2009 年 4 月に発売を開始した歯面コーティング材である。本製品のベーシックセットは、未切削エナメル質に対して接着性を示す 2 液性プライマー (プライマーA, プライマーB)、色調改善を目的とする透過性の異なる 2 色のフロアブルペースト (ホワイトベース)、暫間仕上げ用表面硬化保護材 (グロスメーカー)、表面仕上げシステムである研磨ペースト (グロスリファイン) とバフディスク、および専用ペースト塗布器具 (BC アプリケーター) から構成されている。フロアブルペーストには、S-PRG フィラーが配合されている。S-PRG フィラーについては、既にレジン接着システムやコンポジットレジンに配合され歯質強化や再石灰化、プラーク形成の抑制効果などが報告されている。著者らは、本製品の開発にあたり最終仕上げ研磨法に関して、修復材表層の光沢度により比較検討し、研磨材含浸バフによる研磨で高い光沢度が得られたことを 2006 年本学会秋季学会において報告した。

今回は、研磨システムにも改良を加えて発売となったビューティコートについて、その操作性を評価するとともに、臨床例を紹介する。

【方法】

鶴見大学歯学部附属病院勤務の歯科衛生士および同意の得られた患者に対して以下の術式にてビューティコートを塗布し、その操作性および歯の色調改善効果について検討した。

<基本的術式>

歯面清掃後、エナメル質面全体にプライマーを十分に塗布し、乾燥する。選択したホワイトベースをシリンジから歯面に直接塗布し、BC アプリケーターの球状部にて均一に伸展する。歯肉側マージンや辺縁隅角部は、BC アプリケーターの針状部を使用して調整する。色調の微細な調整には、3 色のペイントカラーを用いる。照射後、表面未重合層全体をグロスメーカーにて被覆し再度照射を行う。グロスメーカーを水洗し、暫間仕上げとする。暫間仕上げ後 3-7 日に、グロスリファインとバフディスクにて最終仕上げ研磨を行う。即日研磨の場合は、硬化させたホワイトベース表面の未重合層を乾燥ガーゼ等で除去し、グロスリファインとバフディスクにて仕上げる。耐久性は、1~3 ヶ月であり、除去する際は、専用アプリケーターの針状部または鎌型スクレーラーで行う。

【操作性および症例】

ビューティコートのフロアブルペーストは、シリンジから直接歯面に塗布するため塗布時間の短縮に繋がった。ペーストの量が被膜厚さに影響を与えるため、歯面の面積に応じて塗布する量を調整する必要があった。ペーストを伸展する際に筆を使用すると不均一になりやすいが、専用器具では均一な伸展が可能であった。流動性の影響を考慮し、上顎犬歯部の塗布では、患者の頭部の位置を傾けることが有効であった。除去は、アプリケーターの針状部をマージンに引っかけることにより、ほぼ一塊として剥離することができるため、塗布面をほとんど損傷することはないと思われた。異なる被着面に対してビューティコートを塗布した症例を示す。

【まとめ】

ビューティコートは、短時間で歯の色調改善が可能であるとともに、S-PRG フィラーによる歯質強化などの予防的効果も期待できることから、白い歯を望む患者の要望に応えられる製品であると考えられた。

維持耐久性に優れたファイバーポストの開発

クラレメディカル株式会社
○北 広敬, 高畑裕祐

Development of Newly Designed Fiber Post
Development Department Dental Material Division, KURARAY MEDICAL INC.

Hiroataka Kita, Yusuke Takahata

【研究目的】

支台築造を伴う臨床において、歯根破折の防止および審美性の追求の観点から、ファイバーポストを併用したレジン支台築造システムが注目されている。一方で、ファイバーポストは、金属ポストに比べて、周辺レジン材料との十分な接着力が得られず、脱離に至る可能性が危惧されている。本研究では、維持耐久性の向上を目的として、新しいデザインのファイバーポストを開発し、その性能について評価した。

【材料および方法】

図1に示す様に、先端部に円周状の溝を2個付与した新しいデザインのファイバーポスト (FP1) と溝を持たない対照品 (FP0) を試作し、表1に示す材料 (いずれもクラレメディカル製) を用いて引き抜き試験と疲労耐久性試験を実施した。

表1. 使用材料

試作ファイバーポスト	FP1 (溝あり) φ1.24mm FP0 (溝なし) φ1.24mm
前処理材	KエッチャントGEL クリアフィル [®] セラミックプライマー
接着性セメント	パナヒア [®] F2.0
支台築造用コンポジット	クリアフィル [®] DCコアオートミックス

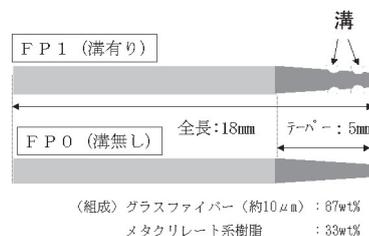


図1 試作ファイバーポスト

1. 引き抜き試験 (図2) : 試作ファイバーポストはエタノール洗浄後、前処理材で処理を施した。ステンレス鋼ブロック内に注入した接着性セメントに試作ファイバーポストを挿入し、光照射を行わず化学重合により硬化させた。37°C水中にて1日保存後、万能試験機 AG-I (島津製作所) を用いて、C.H.S.=2mm/min で引き抜き抗力を測定した (n=5)。
2. 疲労耐久性試験 (図3) : 試作ファイバーポストはエタノール洗浄後、前処理材で処理を施した。φ7mm 銅棒内に注入した接着性セメントに試作ファイバーポストを5mm挿入し重合後、2mm厚のバイトンゴムのスペーサー嵌めて、支台築造用コンポジットで上部構造体を築盛、光重合を行った。37°C雰囲気にて1日保存後、室温空气中、サーボパルサー (島津製作所) を用いて、繰り返し荷重 50N (1Hz) を与え、破断するまでの回数を測定した (n=5)。

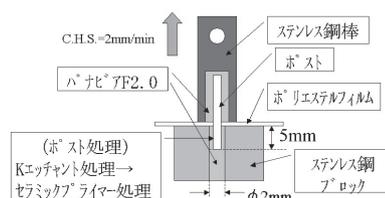


図2 引き抜き試験

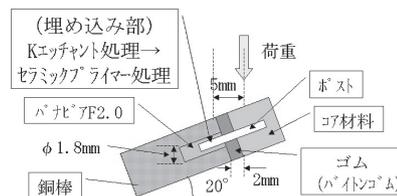


図3 疲労耐久性試験

【結果と考察】

FP1は、FP0と比較して、引き抜き試験において、高い引き抜き抗力を示し、疲労耐久性試験では、破断に至る回数が多かった。この結果から、先端部に溝を付与することにより、ファイバーポストの維持耐久性が向上することが分かった。これは、溝と周辺レジン材料との嵌合力増加による効果であると考えられる。従って、新しくデザインしたファイバーポスト (FP1) は、口腔内で、より長期にわたって、機能することが期待される。

表2. 試験結果

	FP1	FP0
引き抜き試験	103±25N	75±21N
疲労耐久性試験	21411±8246回	5326±2320回

CAD/CAM用セラミックスの破折強度について-グレージングの影響-

○浅井哲也¹⁾, 風間龍之輔²⁾, 福島正義³⁾, 興地隆史¹⁾

1) 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野, 2) 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科摂食機能回復講座 部分床義歯補綴学分野, 3) 新潟大学歯学部口腔生命福祉学科

Effect of Glazing on the Fracture Strength of CAD/CAM Ceramic Materials

1) Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences 2) Removable Partial Denture Prosthodontics, Department of Masticatory Function Rehabilitation, Division of Oral Health Sciences, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University 3) Department of Oral Health and Welfare, Faculty of Dentistry, Niigata University

【緒言】

歯科用 CAD/CAM システムで製作されたセラミック修復物は、切削加工後に研磨のみ行い修復する場合と、高度な審美性を獲得するためにグレーズ焼成を施す場合がある。しかし、これら異なる表面処理法がセラミックの物性にどのような影響を与えるのか不明な点が多い。本研究では、CAD/CAM 修復で用いられる 4 種の異なるセラミックブロックに対し、研磨あるいはグレーズ焼成を行った場合の破折強度を、実際の臨床を想定したレジンセメントによるヒト象牙質接着条件下にて比較検討した。

【材料および方法】

長石系セラミックス (VITABLOCS Mark II, VITA、以下 V 群)、リユーサイト強化型ガラスセラミックス (ProCAD, Ivoclar Vivadent、以下 P 群; および IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent、以下 E 群) および二ケイ酸リチウムガラスセラミックス (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent、以下 M 群) を被験材料とし、低速試料切断機 (マルトー) にて 3.0 mm×6.0 mm×2.0 mm の板状試料を各群 20 個製作した。また、それぞれ各群とも半数を研磨群 (以下 p 群)、残りの半数をグレーズ焼成群 (以下 g 群) とし、組み合わせにより計 8 群の試料を製作した (各 n = 10)。研磨群はセラムダイヤ (ケーデーエス) により鏡面研磨を行い、またグレーズ群では各セラミックス材料指定のグレーズ材を用いて、指定の焼成プログラム下で焼成した。得られたすべての試料は製作後水中にて保管した。

ヒト歯象牙質試料の製作には、う蝕や修復歴を認めないヒト天然抜去大白歯 80 本を用いた。すべての抜去歯は歯頸線より 1.0mm 歯冠方向の位置にて水平に歯冠を切断した。次いで即時重合レジン (Technovit 4071, kulzer) に歯冠切断面が露出するように包埋した。露出象牙質面は #320、#600 のシリコンカーバイドペーパーにて研磨後、接着作業まで水中に保管した。

接着に際し、象牙質研磨面に厚さ 100 μ m のテープを貼付することでセメント厚さを均一に確保し、被着面積を 3.0 mm×5.0 mm と規定した。メーカー指定処理のもとレジンセメント (エステティックセメント、Kuraray) で接着した。接着後の試料は 24 時間水中保管後、万能試験機 (EZ test、島津) を使い、セラミックス表面中央部に直径 3.0 mm のタングステンカーバイドボールを介しクロスヘッドスピード 0.5 mm/min にて垂直方向より加重し、セラミックス試片の破折時の荷重値 (N) を破折強度として計測した。得られたデータは二元配置分散分析および Bonferroni の多重比較検定により統計処理を行なった ($\alpha=0.05$)。

【結果】

破折時の荷重値 (平均値±標準偏差: N) は、Vp 群、Vg 群、Pp 群、Pg 群、Ep 群、Eg 群、Mp 群、および Mg 群でそれぞれ 591.3±114.9、684.1±152.5、820.2±210.2、818.2±160.6、858.1±121.9、892.8±123.1、1107.9±220.8 および 1200.5±304.9 であった。

統計処理の結果、表面処理条件では研磨群とグレーズ群の間に有意差は認められなかった ($p>0.05$)。また材料間においては、ProCAD 群と IPS Empress CAD 群の間のみ有意差が認められなかった ($p>0.05$)。

【結論】

本実験で使用したすべての CAD/CAM 用セラミックスは、研磨のみの場合とグレーズによる表面処理を施した場合とで破折強度に差は認められなかった。

歯科用 CP チタン鑄造体の精密研磨

武蔵工業大学工学部 機械工学科¹, 東北大学大学院歯学研究科 口腔修復学講座歯科保存学分野²,
有限会社リード創研³, 東北大学大学院歯学研究科 口腔生物学講座歯内歯周治療学分野⁴

○向後淳史¹, 佐藤秀明¹, 佐藤秀樹², 小柳津善二郎³, 石幡浩志⁴, 小松正志²

Precision Polishing of CP Titanium Castings for Dental Applications

Faculty of Engineering, Musashi Institute of Technology¹, Division of Operative Dentistry,
Tohoku University Graduate School of Dentistry², Lead-socket Ltd.³, Division of Periodontology
and Endodontology, Tohoku University Graduate School of Dentistry⁴

○A. KOGO¹, H. SATO¹, H. SATO², Y. OYAIZU³, H. ISHIHATA⁴, M. KOMATSU²

[緒言]

近年, 歯冠修復物に CP チタン鑄造体を使用する例が増加している。CP チタンは密度が小さく, 高強度で生体親和性に優れ, 金属アレルギーの発生が少ないという長所を有し, 歯冠修復用金属材料として大変優れている。しかし, 低熱伝導率ならびに化学的に活性であるため, 難加工性材料である。現在, CP チタン鑄造体の研磨において, 多くの工程が必要で, さらに, 鏡面などの高品位な研磨面を得るのが難しい。そのため高品位な研磨面を短時間で得られる研磨工具の開発が望まれている。そこで, 結合材としてポリ尿素樹脂を用いた軸付き砥石により CP チタン鑄造体の研磨を行い, 研磨効率がよく, 短時間で鏡面が得られる研磨工具の開発を目的とした。

[方法]

本研究に使用した金属は JIS2 種 CP チタン (神戸製鋼所) であり, Autocast HC-III (GC 社) を用い鑄造を行った。埋没材には Selevest CB (Selec 社) をメーカー指定条件により用いた。軸付き砥石 (リード創研) の結合材はポリ尿素樹脂であり, 弾性係数が大きく, 耐熱性があり, 気孔を有する。この結合材は, 工業界で使用されているゴム砥石とレジンボンド砥石のその中間的な機械的性質を有し, 砥粒保持力が強いのが特徴である。

本研究では, 歯科技工用小径軸付き砥石の性能を評価できる研磨装置を開発した。砥石が回転し, 試験片が左右に往復する仕組みであり, 送り速度は 30 回/min, ストロークは 20mm である。研磨荷重は一定 ($F=1.96N$), 砥石の周速度は 5.2m/s とし, 研磨方式は湿式とした。評価するパラメータは, 仕上げ面粗さとして算術平均粗さ Ra および最大高さ Rz を粗さ計により, さらに仕上げ面の光沢度を光沢度計により測定した。また, 試験片は鑄造後の鑄肌面をカーボランダム砥石で研磨した面を想定し, 耐水研磨紙で約 1.0 μmRa を付与し, これを初期粗さとした。

[結果]

初期粗さを付与した後に, 軸付きポリ尿素樹脂砥石で約 3 分間鑄造体を研磨したところ, 1 本の砥石で Ra は 0.21 μm , Rz は 1.70 μm が得られた。しかし, 砥石の摩耗量は大きかった。比較として, 株式会社松風製の軸付き砥石で鑄造体を研磨したところ, 4 本の砥石を用いて約 6 分間研磨して Ra は 0.24 μm , Rz は 1.51 μm になった。しかし, 松風製の砥石は新品の状態において振れが大きく, 高速回転させると振動が発生するため, 仕上げ面にうねりが見られた。また, どちらの仕上げ面も金属光沢を有し, 光沢度計により測定すると光沢度は 199 以上の数値であった。目視によると仕上げ面に大きなスクラッチなどは認められず滑沢な面であった。t 検定 (危険率 0.05) により両者の Ra を検定したところ, 有意差が認められた。

従来の軸付き砥石は目標の仕上げ面まで 4 本の砥石が必要であったが, 開発した軸付き砥石では 1 本のみの砥石で目標の表面粗さを得るができ, 研磨時間も半分以下であった。軸付き砥石を交換する作業等の時間を考えれば, 2 倍以上の高効率化に成功した。

表 1 研磨性能の比較

	研磨工程	Ra μm	Rz μm	t sec	t sec
		研磨前→研磨後	研磨前→研磨後		合計
本研究	ポリ尿素樹脂砥石 (1本のみ使用)	1.06→0.21	9.49→1.70	150	150
既存の砥石 (4本)	①荒仕上げ (松風シリコンポイントHARD. H1)	1.10→0.61	6.79→3.50	150	360
	②中仕上げ (松風シリコンポイントHARD. H2)	0.61→0.30	3.50→1.82	60	
	③仕上げ (松風シリコンポイントMtype. M2)	0.30→0.29	1.82→1.88	60	
	④最終仕上げ (松風シリコンポイントMtype. M3)	0.29→0.24	1.88→1.51	90	

温度および荷重負荷条件下における3ユニットY-TZPブリッジの破折強度

1. 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科部分床義歯補綴学分野
 2. 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野
 3. 新潟大学歯学部口腔生命福祉学科
 4. 新潟大学大学院医歯学総合研究科顎顔面再建学講座包括歯科補綴学分野
 5. 新潟大学大学院医歯学総合研究科顎顔面再建学講座生体歯科補綴学分野
- 風間龍之輔1、浅井哲也2、興地隆史2、福島正義3、渡邊清志4、飛田滋4、岡田直人5、五十嵐順正1

Influence of thermal and occlusal loading on fracture strength of 3-unit Y-TZP FPDs

1. Department of Masticatory Function Rehabilitation, Division of Oral Health Sciences, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University
 2. Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
 3. Department of Oral Health and Welfare, Faculty of Dentistry, Niigata University
 4. Comprehensive Prosthodontics, Department of Tissue Regeneration and Reconstruction, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University
 5. Division of Bio-Prosthodontics, Department of Tissue Regeneration and Reconstruction, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University
- Ryunosuke Kazama¹, Asai Tetsuya², Okiji Takashi², Fukushima Masayoshi³, Watanabe Kiyoshi⁴, Tobita Shigeru⁴, Okada Naoto⁵, Igarashi Yoshimasal

【緒言】

近年、審美的要求や金属アレルギーへの対応より、歯冠色で生体親和性の高いオールセラミック修復が応用されている。従来セラミック修復物の製作には煩雑で長時間の技工操作を要したが、歯科用CAD/CAMシステムの普及により製作工程の簡便化と適応範囲の拡大が図られている。なかでも従来の技工術式では製作不可能であったY-TZPに代表される部分安定化ジルコニアは、高い強度と靱性を有するため、臼歯部のブリッジフレームワークやアタッチメントなどの強度が要求される部位への応用が可能とされている。しかし、本材料は歯科臨床応用されてからの期間が短いため、今後広く臨床応用を行う上で口腔内を想定した経年劣化の検証が必要不可欠である。本研究ではレジンセメントによりヒト抜去歯に接着されたY-TZPブリッジ修復物に対して、口腔内環境を想定した繰り返し荷重および温度負荷を与えた後の破折強度を比較検討した。

【材料と方法】

ヒト抜去下顎大白歯24本および下顎小白歯24本の歯根部にCEJより1mm下方までネイルエナメルを塗布した。次いで小白歯および大白歯を歯間距離10.0mmに設定し、常温重合レジン(Technobit 4071, Kurzer)に各歯根のネイルエナメル塗布面が埋入するよう植立した。次いでオールセラミックブリッジの支台形成を行った。支台歯辺縁は全周1.0mm幅のButt Shoulderとし、CEJより1.0mm上方に設定した。咬合面はクリアランスを1.5mm確保し、歯冠部の解剖学的形態に沿った削除を行った。形成後の両支台はシリコン印象材(Take 1, Kerr)により印象採得後、超硬石膏にて模型を製作した。得られた模型はCEREC inEos スキャナー(Sirona Dental Systems)によりTop View modeにて形状計測を行った後、CEREC inLab ソフトウェア(Sirona Dental Systems)により辺縁部1.0mm、軸面0.7mm、咬合面0.7mmおよびボンティック接合部の直径3.5mmを確保したY-TZPブリッジフレームワークの設計を行った。次いで設計データに基づき、Y-TZPブロック(VITA YZ-CUBES, YZ-40, VITA)を切削加工しブリッジフレームワークを製作した。得られたフレームは辺縁部を0.7mmに形態修正後、専用ファーマス(ZYrcomat, VITA Zahnfabrik)にて1,530℃にて焼結した。焼結後のフレーム上には専用陶材(VM9, VITA Zahnfabrik)により形成前の解剖学的歯冠形態を再現した。得られたブリッジ修復物は内面をアルコール清拭後Clearfil Ceramic Primer(Kuraray Medical)にて処理し、Clearfil Esthetic Cementユニバーサル(Kuraray Medical)を用いてメーカー指示通りに支台歯に接着した。接着操作の完了した修復物は24時間水中保管後、温度負荷および繰り返し荷重負荷の2条件に供した。温度負荷条件群は4℃と60℃の水に交互に1分間浸漬する水中熱サイクルを5,000回負荷した。繰り返し荷重条件群は水中浸漬下で1.3kg、毎分98回、24時間の条件で修復歯咬合面に歯軸と平行に計約14万回の繰り返し荷重を加えた。また、8個のブリッジ修復物を温度および繰り返し荷重負荷を与えない対照群と設定し、接着操作後24時間水中保管した後、ただちに破折強度試験に供した。破折強度試験に先立ち、ボンティック咬合面に厚み0.5mmの錫箔を介し、直径6.0mmのタングステンカーバイドボール(持本鋼球軸受株式会社)を配置した。破折強度試験は万能試験機(EZ Test EZ-L, 島津)によりクロスヘッドスピード0.5mm/minにて咬合面方向よりタングステンカーバイドボールに加重し、ブリッジ修復物破折時の荷重値(N)を計測した。得られたデータは一元配置分散分析により統計処理を行い比較した($\alpha=0.05$)。

【結果および考察】

各群の破折時の荷重値は対照群で $1,474\pm 336\text{N}$ 、繰り返し荷重群で $1,476\pm 170\text{N}$ および温度負荷群で $1,616\pm 232\text{N}$ であり、3群間に有意差を認めなかった($p=0.4608$)。本研究の結果、口腔内環境を想定した繰り返し荷重および温度負荷条件下に供したY-TZPブリッジの破折強度が、負荷無し条件群と同等の破折強度を示したことから、本材料は口腔内環境のストレスに影響を受けにくいことが示唆された。

【結論】

本研究で採用した温度および繰り返し荷重負荷条件下において、Y-TZPブリッジ修復物は破折強度の低下を認めなかった。

表面滑沢硬化材の歯ブラシ摩耗について (第2報) - 硬さおよび厚みによる影響 -

昭和大学歯学部 歯科保存学講座
○京泉秀明、山田純嗣、鈴木敏光、久光 久

Toothbrush abrasion of surface sealants(Part2) -Influence of hardness and thickness-

Department of Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry
○KYOIZUMI Hideaki, YAMADA Junji, SUZUKI Toshimitsu and HISAMITSU Hisashi

【緒言】

コンポジットレジンなど歯科用レジン系材料やガラスアイオノマーセメントの表面滑沢性付与、表面の硬化、着色・変色の防止、接着界面辺縁部分付近の封鎖、耐摩耗性の向上を目的として表面滑沢硬化材が市販されている。

第129回日本歯科保存学会学術大会において、コンポジットレジンおよびフロアブルレジンに塗布した各種表面滑沢硬化材の歯ブラシ摩耗に対する効果について検討した結果、すべての材料で耐摩耗性の向上は認められたものの、材料間に大きな差が認められた。

そこで、今回はその要因を検討するため、各種表面滑沢硬化材の表面硬さおよび塗布層の厚みについて実験を行った。また、併せて各種表面滑沢硬化材を塗布したコンポジットレジンの経時的な歯ブラシ摩耗深さについても検討を加えた。

【材料および方法】

表面滑沢硬化材としてG-コート (ジーシー)、サーフィスコート® (クラレメディカル)、ベルフィール ブライトナーⅢ (睦化学工業)、オブチガード (Kerr)、フォーティファイ (Bisco)、表面滑沢硬化材の被着材料としてパルフィークエステライトペースト (トクヤマデンタル) を使用した。

硬さ試験では、内径 3mm 厚さ 2mm のステンレスモールドに材料を填入し、ポリエステルマトリックスを介してガラス板を載せ、40 秒間光照射し、試料を作製した。24 時間後、圧接面のビッカース硬さを微小硬さ試験機 (HM-103, ミツトヨ) にて、試験力 0.2452N、保持時間 15 秒で測定した。試料数は 6 個とした。

厚みの測定では、被着材料をシリコンカーバイトペーパーで #400 まで研磨し、製造者の指示に従って表面滑沢硬化材をそれぞれ塗布し、60 秒間光照射した。その後、表面粗さ輪郭形状測定機 (SURFCOM 480A、東京精密) を使用して塗布面の形状を記録し、その最大厚みを計測した。試料数は 10 個とした。

摩耗試験は、前回と同様に試料を作製し、歯ブラシ摩耗試験機 (東京技研) を使用して行った。研磨剤は、炭酸カルシウム飽和水溶液を使用し、試験ごとに新しいものと交換した。繰り返し回数は最大 50000 回とし、10000 回ごとに表面粗さ輪郭形状測定機で摩耗面の形状を記録した。記録紙上でその最大深さを計測し、歯ブラシ摩耗深さとした。試料数は各群 10 個とした。

各材料について、比較には一元配置分散分析を使用して行い、多重比較検定には Tukey-Kramer を使用した。有意水準は 5% とした。

【結果および考察】

硬さ試験では、サーフィスコートが 38.1 ± 1.6 HV と有意に高い値を示し、続いてベルフィール ブライトナーⅢ、G-コートの順で、フォーティファイとオブチガードはそれぞれ 10.0 ± 0.4 、 8.4 ± 1.2 HV と低く、両者の間に有意差は認められなかった。

厚みの測定では、G-コートが 42.8 ± 5.6 μm と最も大きく、続いてサーフィスコート、ベルフィール ブライトナーⅢの順で、オブチガードとフォーティファイは塗布後にエアブローの指示があるため、それぞれ 10.2 ± 2.6 、 7.7 ± 4.5 μm と小さい値を示した。また、G-コートの表面は厚い層と薄い層が連続するうねりを示した。

歯ブラシ摩耗試験では、経時的に摩耗量が増加していく傾向を示したが、最終的な摩耗量はG-コート、フォーティファイ、オブチガードで大きく、サーフィスコート、ベルフィール ブライトナーⅢで小さい値を示した。したがって、表面滑沢硬化材の硬さが歯ブラシ摩耗に大きな影響を与えていることが推察された。

QLF™を用いた異なる切削歯面の再石灰化反応の観察

明海大学歯学部 形態機能成育学講座 口腔小児科学分野

大橋英夫, 高森一乗, 渡部 茂

Observation of remineralization by QLF™ following laser irradiation
or high speed drill preparation

OHideo Ohashi, Kazunori Takamori, Shigeru Watanabe

Meikai University School of Dentistry, Department of Human Development & Fostering, Division of Pediatric Dentistry

【緒言】

Er:YAG レーザーをエナメル質に照射するとエア・タービン切削とは異なる形態の特徴を有することが報告されている。しかし異なる方法で切削されたエナメル質が口腔内環境や薬物などに対してどのような反応を呈するかは不明な点が多い。

Quantitative light-induced Fluorescence(以下 QLF とする)はその高い精度より、初期齲蝕の診断装置としてのみでなく、歯面の微細な変化も観察可能であることが報告されていることから、幅広い分野で研究に活用されている。

我々は第 125 回本学会大会にて QLF の各パラメーターの変化が照射出力に依存して変化することより、本装置が Er:YAG レーザー被照射歯面の観察に有用であることを報告した。

しかし QLF を用いて Er:YAG レーザー被照射歯面とエア・タービン切削歯面を再石灰化反応を観察した報告はなく、詳細な検討が必要であると考えられた。

そこで我々は、Er:YAG レーザー照射後およびエア・タービン切削後における歯面の再石灰化反応を QLF にて観察を行ったところ興味ある知見を得たので報告する。

【方法】

中性緩衝ホルマリン中に保存されたヒト抜去永久歯計 15 本を用いた。

使用したレーザー装置は Er:YAG レーザー (Erwin ML-22 型 HOYA&Morita 社) で、ストレートチップ FTS-15 を用いた。照射条件は出力 50mJ, 100mJ, 照射時間 10 秒間、繰り返しパルス 10pps, 注水および非注水, 被照射歯面とチップ先端間距離は 1.0mm とした。

使用したエア・タービンはエア・タービンハンドピース (スーパーロード 600ST, ヨシダ製作所) に球状ダイヤモンドバー (MI09R, GC 社) を装着し、切削面はバー頭部最大径 0.9 mm の 1/2 に相当する深さ 0.5 mm とした。

QLF 装置として、Inspector™ Pro (Inspector Research System BV) を用い、Er:YAG レーザー照射ならびにエア・タービン切削後再石灰化液に浸漬し、その蛍光減少度 (Fluorescence loss: ΔF [%]), エリア [mm²], ΔQ [%xmm²] の変化を毎回測定し、4 週まで検討した。再石灰化液 (20mMHEPES, 1.5mM CaCl₂, 0.9mM KH₂PO₄, 1ppmF, Ph 7.0)

QLF 法による再石灰化程度の評価には何ら¹⁾の方向を参考に回復率を設定した。

【結果ならびにまとめ】

Er:YAG レーザー被照射面は週を経るごとに QLF の各測定値は再石灰化方向に推移し、各週間で統計学的な有意差が認められた。

一方、エア・タービン切削面も同様の傾向を示したが、Er:YAG レーザーの方が変化量は大きかった。

回復率は注水下での Er:YAG レーザー照射では再石灰化液に浸漬して 4 週間には 70%前後と高かったが、エア・タービンでは 20%以下で、Er:YAG レーザー群の 3 分の 1 以下にとどまり、統計学的有意差が認められた。また非注水では注水と同様な傾向を示したものの 55%前後の回復率であり、注水と比較して統計学的な有意差が認められた。

以上の結果より、Er:YAG レーザー被照射歯面は再石灰化療法に効果的に反応し、特に注水下での低出力照射においてその効果が大きいことが明らかとなった。

【文献】

1) 何陽介 他: Nd:YAG レーザーによる歯質照射部の結晶学的変化と器械的性質; 小児歯 45:603—610, 2007

ヒト歯表面の沈着物の微細構造解析

花王株式会社 解析科学研究所¹、パーソナルヘルスケア研究所²
○中西 邦之¹、真砂 賢次¹、磯部 勤²、江下 義之²

Analysis of stain deposits on human tooth surface

Analytical Science Research Labs.¹, Personal Health Care Products Research Labs.², Kao Corporation
○Nakanishi Kuniyuki¹, Manago Kenji¹, Isobe Tsutomu², Eshita Yoshiyuki²

【研究目的】

歯のツヤが失われる主要原因として歯表面の付着物が考えられる。本研究では加齢歯の表面の付着物の形態、組成について基礎的な知見を得るため、付着物の微細構造解析を行った。

【実験方法】

試料：試料は50歳代の表面にツヤのないヒト（抜去）歯のエナメル質を用いた。対照としてツヤのあるヒト（抜去）歯のエナメル質も用いた。

SEM観察およびEDS分析：SEM観察は試料をオスミウム導電処理し、超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡（S-4800、日立ハイテク）を用いて行った。また、EDS分析には日本電子（JEOL）JED-2300Tを使用した。

AFM観察：AFMはVeeco Instruments社製NanoScope Vを使用した。（探針：Veeco Instruments社製NCHV、測定モード：タッピングモード）

【結果】

SEM観察の結果、ツヤのない試料表面には大別すると1~2 μ mの厚みで数十 μ mの幅を有する付着物と約10nmの粒子が凝集したような付着物が存在していた。1~2 μ mの厚みで数十 μ mの幅を有する付着物の成分をEDSで分析したところCとNが存在した。また、Ca、P、Oについては、同じ部位に存在した。

AFM観察の結果、約10nmの粒子を主とする付着物は数十nm~数百nmの高さであることが判明した。

【考察】

EDSの結果より、1~2 μ mの厚みを有する付着物でのC、Nの存在は有機物、とくにアミノ酸系有機物であると考えられる。また、Ca、P、Oの存在は、その分布状態がほぼ同じ場所であることからリン酸カルシウム類であると考えられる。よって、ツヤのない試料表面にはアミノ酸系有機物とリン酸カルシウム類が混合した付着物が生成されていると考えられる。一方、リン酸カルシウム類を主体とした約10nmの粒子は、凝集体を形成して数十nm~数百nmの高さを形成していると考えられる。形態より有機物に比べて無機物が多いと推察されるが、今後、詳細に検討していく。これらの有機物および無機物は唾液の成分と同様であり、付着物は唾液成分の沈着物であると推測される。

【結論】

歯のツヤが失われる主要原因として、歯表面に生成した唾液成分由来の付着物が考えられる。この付着物は、有機物とリン酸カルシウム類から成る μ mレベルの沈着物やリン酸カルシウム類が主成分のnmレベルの沈着物であると考えられる。

フィチン酸がヒト歯表面の沈着物に与える影響

花王株式会社 パーソナルヘルスケア研究所¹、解析科学研究所²
○磯部 勤¹、江下 義之¹、中西 邦之²、真砂 賢次²

Effect of phytic acid on stain deposits on human tooth surface

Personal Health Care Products Research Labs.¹, Analytical Science Research Labs.², Kao Corporation
○Isobe Tsutomu¹, Eshita Yoshiyuki¹, Nakanishi Kuniyuki², Manago Kenji²

【研究目的】

我々は歯のツヤが失われる主原因として、歯表面に生成した唾液成分由来の沈着物（有機物とリン酸カルシウム類から成る）が考えられることを示した。本発表では、沈着物を取り除く剤としてフィチン酸を検討したので、その効果について報告する。

【実験方法】

試料：試料は50歳代で表面にツヤのないヒト歯のエナメル質を用いた。

サイクル処理：試料を0.5%フィチン酸溶液（pH=6.0）に5分間浸漬した後、人工唾液に4時間浸漬し、これを1サイクルとした。なお、試料は半分にして、一方は処理せず未処理部として、もう一方は56回のサイクル処理をし、両者を以下の評価に供した。

ツヤ評価：歯のツヤを測定する方法として、偏光を利用した画像解析から表面反射光強度を測定する方法を用いた。

Nikon D70、レンズはAi AF マイクロ・ニッコール 105mm F2.8D、ストロボ発光はSB-R200（ニコン製）を使用した。

撮影画像はAdobe Photoshop CS3（アドビシステム製）を用いてハイライト部分の平均輝度を求めた。

SEM観察：SEM観察は試料をオスミウム導電処理し、超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡（S-4800、日立ハイテク）を用いて行った。

AFM観察：AFMはVeeco Instruments社製NanoScope Vを使用した。（探針：Veeco Instruments社製NCHV、測定モード：タッピングモード）

【結果】

ツヤ評価の結果、サイクル処理により平均輝度が増加し、ツヤが向上していることが確認された。

SEM観察の結果、サイクル処理で有機物とリン酸カルシウム類から成ると推察される沈着物が減少していることが確認された。特にリン酸カルシウム類が多いと推察される約10nmの粒子を主とする沈着物が除去されていることが観察された。

AFM観察の結果、未処理すなわち初期の数十nm～数百nmの高さ（凸部）がサイクル処理で数十nm以下の高さになっていることが確認された。

【考察】

SEM観察の結果、サイクル処理によりリン酸カルシウム類が多い約10nmの粒子を主とする沈着物まで除去されることから、沈着物の除去はフィチン酸が主にリン酸カルシウム類に作用したことによると考えられる。また、SEM観察とAFM観察の結果、サイクル処理により沈着物が除去されることで数十nm～数百nmの高さの凸部が低くなり、エナメル質表面が平坦化したと考えられる。この表面の平坦化がツヤ向上の主要因と考えられる。

【結論】

フィチン酸を使用したサイクル処理によりエナメル質のツヤが向上したが、これはフィチン酸による沈着物除去によりエナメル質表面が平坦化したことが主要因と考えられる。

簡易検査法によるう蝕象牙質中の細菌検査

兵庫医科大学歯科口腔外科学講座

○木下 直人、本田 公亮、長谷川 誠実、阿部 徹也、藤原 正識、山村 倫世、藤井 碧、羽原 明里、
清水 明彦

A New Trial for Bacteriologic Examination in Carious Dentin

Department of Dentistry and Oral Surgery, Hyogo College of Medicine

○Naoto KINOSHITA, Kousuke HONDA, Makoto HASEGAWA, Tetsuya ABE, Masanori FUJIWARA,
Michiyo YAMAMURA, Midori FUJII, Akari HABARA, Akihiko SHIMIZU

【緒言】

う蝕治療に於けるう蝕象牙質の除去は、硬さ、着色、う蝕検知液をはじめとする薬剤による染色性などの情報をもとに実施している。しかしながら、実際の臨床現場において、術者に主観的な判断を要求されることも多い。現在まで我々は、う蝕歯質除去の客観的評価を目的に、う蝕象牙質をエキスカベーションした後の象牙質の硬さを判別するための装置を試作し報告してきた。今回、新たな試みとして、う蝕活動性を測定するための簡易唾液検査キットが、臨床の場でう蝕象牙質を除去する過程で、う蝕象牙質中の細菌検査に応用できるかどうか検討した。

【材料と方法】

検査キットとして、DentoCult 社製 DentoCult SM (以後 SM)、同 LB (以後 LB) を用いた。SM は唾液中のミュータンスレンサ球菌数を、LB は乳酸桿菌数を測定するものである。予め、患者の同意を得た上、う蝕軟化象牙質をスプーンエキスカベータで除去した。このとき、う蝕の表層と深層で検出される細菌数 (コロニー) に差が出るかどうかを確認する目的で、う蝕の硬さ、着色など術者の主観でエキスカベーションを行う場合と、う蝕の硬さ、着色に加え、う蝕検知液を併用してエキスカベーションを行う場合を設定した。う蝕軟化象牙質を、蒸留水 1ml を入れたエッペンドルフチューブに、除去した深さ毎に分けて投入した。1 分間パイプレーションし、約 15 分静置した後、液 500 μ l を別のチューブに入れた。SM <ストリップ・ミュータンス> を液 500 μ l の入ったチューブに 5 回浸漬を繰り返したのち、ミュータンス専用培養液に投入し、メーカー指示に従い 37°C48 時間培養した。続いて残った液を、乳酸桿菌専用の培地にむらのないようにかけ、メーカー指示に従い 37°C96 時間培養した。

【結果と考察】

急性う蝕、慢性う蝕いずれの場合でも、う蝕検知液に濃染される層 (う蝕象牙質第一層) からは、ミュータンスレンサ球菌、乳酸桿菌ともに多くのコロニーが検出された。しかしながら、いわゆる淡いピンク、もしくはまったく染まらない層 (う蝕象牙質第二層) からは、ミュータンスレンサ球菌と乳酸桿菌が検出される場合、ミュータンスレンサ球菌か、乳酸桿菌のどちらか一方が検出される場合、両菌とも検出されない場合があった。さらに、同一患者の口腔内であっても、う蝕罹患部位、状態によって細菌の検出結果が異なる場合があった。このキットは本来、患者の口腔内唾液中のミュータンスレンサ球菌と乳酸桿菌数を測定するためのものであることから、本実験のような目的に応用した場合、その細菌検出感度については明らかにされていない。今後、本検査キット自体の細菌検出感度について調べ、う蝕象牙質の細菌検査への応用の可能性についてさらに検討を進める予定である。

OCTによる咬合面う蝕の非破壊断層画像診査

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
国立長寿医療センター先端医療部口腔機能再建科
歯と骨のGCOE

○島田康史、SadrAlireza、角保徳、小澤総喜、田上順次

Non-destructive cross-sectional imaging of occlusal caries using OCT

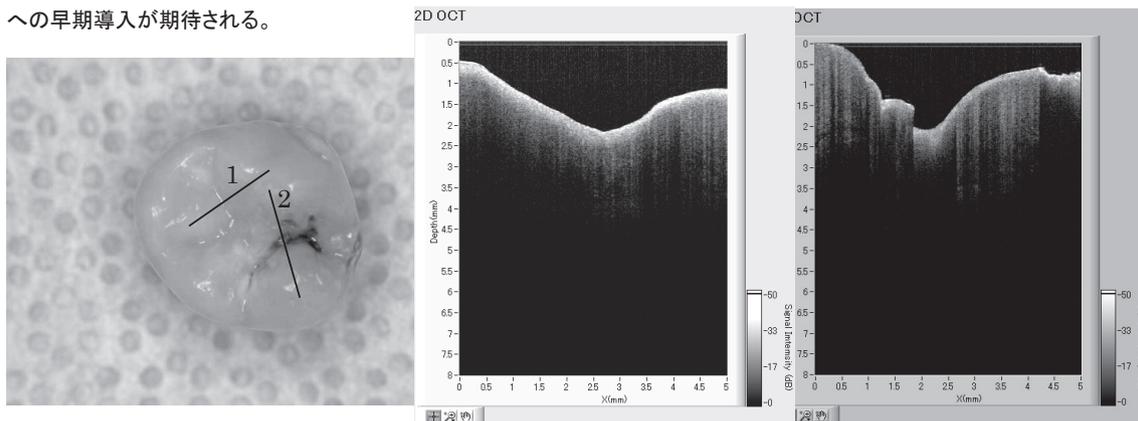
Cariology and Operative Dentistry, Graduate school, Tokyo Medical and Dental University
Division of Oral and Dental Surgery, National Center for Geriatrics and Gerontology
GCOE Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases
Yasushi SHIMADA, Sadr ALIREZA, Yasunori SUMI, Nobuyoshi OZAWA, Junji TAGAMI

【精言】 咬合面のう蝕は小児ならびに若年者に発症しやすく、急性に進行するリスクを回避するために、早期対応が望まれる。しかしながら小窩裂溝の複雑な解剖学的形態による検知の困難性のみならず、フッ素の使用とエナメル質の再石灰化により、不顕性に進行する可能性も指摘されている。光干渉断層画像法(Optical Coherence Tomography, OCT)は、電離放射線による被曝を伴わない撮像技術であり、1991年に報告され(Huang 1991)、眼科領域はじめ医科の診断に普及しつつある。生体の微細構造や組織の精密断層像をチェアーサイドで得ることができ、歯科への導入が期待されている。本研究では咬合面う蝕のOCTによる断層画像診査を試みた。

【材料および方法】 咬合面裂溝に着色またはC1～C2程度のう蝕を有する、ヒト抜去大臼歯または小臼歯 51本を使用した。着色またはう蝕裂溝部に対し、視診により、1. 健全部(intact, score 1) 2. 健全と思われる(likely intact, score 2) 3. 不明(do not know, score 3) 4. う蝕と思われる(likely caries, score 4) 5. う蝕(caries, score 5)の5段階評価を行った。次に同部位に対し、OCT(Santec OCT-2000®, Santec)による断層画像診査を行い、視診と同様、5段階の評価の後、比較した。歯10本を抽出し、ダイヤモンドブレードにて半切、研磨後、必要に応じてう蝕検知液を滴下し、実体顕微鏡にて観察した。

【結果】 OCTを用いた小窩裂溝における早期う蝕の検出は、散乱した光の輝度変換によって得られ、視診よりも精度の高いことが判明した。健全部エナメル質におけるシグナルは、深さ約2mmであり、象牙質では減衰する傾向が見られた。一方、比較的大きなう蝕では、エナメル質に覆われた病巣の、側方への拡がり画像化することは困難であった。

【考察】 OCTによる画像では、深いう蝕の拡がりを捉えるには、他の診査方法との併用が望まれる。しかしながら今回の実験から、OCTにより従来の診断技術では判別困難な、咬合面の脱灰病変部を早期に診断できる可能性が示唆された。断層画像をチェアーサイドで得ることができ、電離放射線による被曝を伴わないため、小児や妊産婦への応用も可能と思われ、臨床への早期導入が期待される。



遠心の裂溝に明らかな着色が見られる。部位1(視診 score1)と部位2(視診 score 4)においてOCT診査を行った。

部位1のOCT画像。脱灰などの変化は見られない(score1)。

部位2のOCT画像。明らかな欠損と直下の輝度変換が観察され、う蝕に罹患していることが識別できる(score 5)。

噴射研削による小窩裂溝齲蝕の除去
—噴射研削材にジルコン粉末を応用した場合の有効性—

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野, *朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯冠修復学分野
○瀧谷佳晃, 関根源太, 吉田龍史, 堀田正人*, 吉田隆一

Removable of Incipient Pit and Fissure Caries Extracted Human Teeth with Pulverized Zircon Powders
Using an Airbrasive Unit.

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

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

University School of Dentistry

○TAKITANI Yoshiaki, SEKINE Genta, YOSHIDA Tatushi, HOTTA Masato*, YOSHIDA Takakazu

【緒言】

罹患歯質を除去し可及的に健全歯質を残して修復を行う Minimal Intervention(以下 MI)が提唱されている。回転切削に比較して、噴射研削は極めて幅径の狭い窩洞が比較的容易にできることが報告されている。しかし研削材に用いられているアルミナ粒子では健全なエナメル質、象牙質を過剰に研削するので齲蝕着色部のみを除去する目的には適していない。また、桃の種粉砕粒子、炭酸水素ナトリウム粒子では完全に齲蝕着色部を除去することはできない。そこで、MI の理念に基づいた齲蝕着色部のみを除去し小さな窩洞を形成するための材料がないかと検索した結果、産業用のクリーニング材として用いられているセラミック系研磨材のジルコン粉末に着目し、アルミナ粒子と比較し検討したので報告する。

【材料と方法】

研削材には平均粒径 $50\mu\text{m}$ のアルミナ粒子(アルファアルミナ 50, ヨシダ), 粒径 $50\mu\text{m}$ 以下のジルコン粉末(フジジルコンビーズ, 不二製作所), 噴射研削装置は Painless jet(ヨシダ)を使用した。噴射圧を 0.5Mpa , 試料表面との噴射研削距離は約 1.0mm とし, ノズルの先端の内径は 0.35mm のものを用いた。

実験 1 研削深さの測定: ヒト健全下顎前歯の唇側面エナメル質, 象牙質を試料とした。ユニファースト(GC)で包埋し唇側面のエナメル質および象牙質が平坦となるように研磨し各々5歯ずつとした。さらに, 各試料を長軸方向に2分割しアルミナ粒子群, ジルコン粉末群に分け, 噴射時間は3秒間, 噴射角度は 90° で噴射研削を行った。研削後, 電子線3次元粗さ解析装置(ERA-4000, ELIONIX)で研削深さを測定し, 得られたデータは t 検定を用いて危険率 5%で統計処理した。

実験 2 初期小窩裂溝齲蝕の齲蝕着色部の除去: 咬合面に初期小窩裂溝齲蝕を有するヒト抜去小白歯を試料とし噴射角度は $60^\circ \sim 90^\circ$ で噴射研削を行った。初期小窩裂溝齲蝕が噴射研削により除去されているか否かはダイアグノデント(Kavo)を用いて確認した。研削後, 咬合面からの窩洞全体像および頬舌的に切断した窩洞断面を観察した。

【結果および考察】

実験 1 の結果を下記の表に示す。アルミナ粒子とジルコン粉末ではエナメル質試料および象牙質試料ともに研削深さに有意差を認めた。実験 2 からジルコン粉末はアルミナ粒子と同様に齲蝕着色部を除去することが可能で初期小窩裂溝齲蝕に対して研削能力を有していることが判明した。これらのことからジルコン粉末は, アルミナ粒子のように過剰な研削をすることなく, MI の理念に基づいた齲蝕着色部のみを除去する小さな窩洞を形成する材料として, 有効であることが示唆された。今後は, ジルコン粉末により研削された歯面とレジンの接着性についても検討する予定である。

表 研削深さ (Mean±SD)

	エナメル質試料	象牙質試料
アルミナ粒子群	132.26±16.24	162.03±59.77
ジルコン粉末群	49.72±9.17	63.09±12.84

Unit: μm , n=5

被着象牙質面からの水分蒸散量の測定

昭和大学歯学部 歯科保存学講座

○楠みづほ、伊藤和雄、及川美早、久光 久

Measurement of the amount of moisture transpiration from substrate dentin

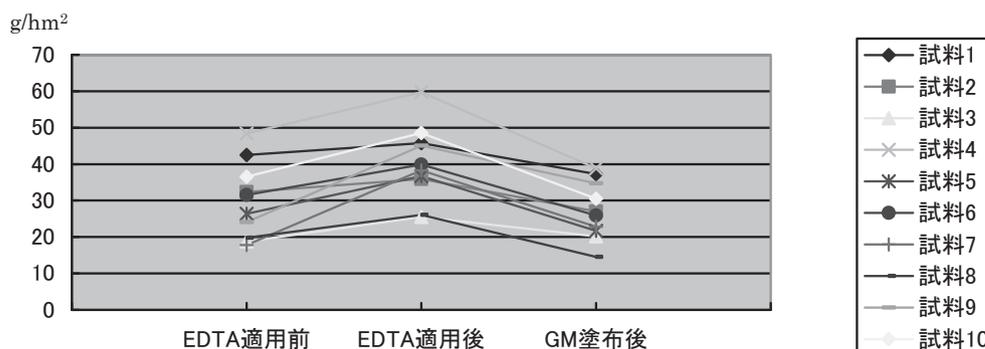
Department of Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry

Kusunoki M, Itoh K, Oikawa M, Hisamitsu H

【緒言】 スメアー層を除去した象牙質被着面には、ボンディング材塗布に先立ってさらにデンティンプライマーの適用が必須となることは広く認識されている。従来多くの報告で、プライマーによる接着性改善効果は、象牙質コラーゲンが膨潤し、拡大されたコラーゲン線維間にボンディング材が浸透しやすくなる結果、ハイブリッド層の形成が確実になるためであると解説されている。我々は、市販材料に広く用いられている 2-HEMA よりも優れたプライミング効果を持つ glyceryl mono-methacrylate (GM) プライマーを開発するとともに、polyethylene glycol (PEG) による水分コントロール効果に着目し、tri-ethylene glycol mono-methacrylate (TEGMA) 水溶液にも完全なプライマー効果が認められることを確認した。すなわち、デンティンプライマー効果は、コラーゲンの膨潤よりも、被着象牙質面の水分をコントロールし、象牙質を酸処理エナメル質に類似した構造に近似させる効果として説明される。本実験では、デンティンプライマーの効果を検討するため、EDTA コンディショナーと GM プライマーを装備する E-Lize システムによって処理された象牙質面からの水分蒸散量を計測した。

【材料および方法】 ヒト抜去小白歯 10 本を用いた。咬合面エナメル質を平坦に削除して象牙質を露出させ、耐水研磨紙 #1500 で平坦に仕上げた。さらに、歯根の根尖側から約 2/3 を削除し、歯根部歯髓腔から 27cmH₂O の水圧をかけ、咬合面象牙質表面から蒸散する水分量を計測した。計測は水分蒸散量計(マルチプローブアダプターMPA5, TEWAMETER TM300, Courage+Khazaka Electric GmbH, Germany) を使い、①上述した象牙質面を研磨後、② E-Lize コンディショナー (EDTA) を 60 秒間適用し、水洗乾燥後、③ E-Lize プライマー (GM) を塗布、ただちに乾燥後、の 3 段階について行った。計測は 3 秒ごとに行い、各段階の代表値は計測値が安定、かつ最高位に達した 30 秒間、すなわち 10 個の計測値の平均として表した。

【結果】 全ての試料の各段階における水分蒸散量をグラフに示す。



【考察】 象牙質からの水分蒸散量は、すべての試片において研磨面作成時に比較して E-Lize コンディショナー (EDTA) 処理後に増加した。さらに E-Lize プライマー (GM) を塗布するとすべての試片で水分蒸散量は減少した。すなわち、EDTA 処理によってスメアー層が除去されることによって増加した水分蒸散量は、GM 塗布によって、EDTA 処理前と同等または処理前以上に減少し、これが接着性改善効果の根拠になりうると推測された。ただし、試料によって EDTA 処理前の水分蒸散量にはばらつきが見られ、さらにその後の処理による蒸散量の変化にも試片間でばらつきが見られた。このような蒸散量には個々の象牙質の組織学的特性が関与しているとも考えられ、今後多方面からの検討が必要であると考えられた。

試作超音波ダイヤモンドチップの臨床使用例

日本大学松戸歯学部 う蝕抑制審美治療学講座
○神谷直孝、森俊幸、壹岐宏二、根本章吾、池見宅司

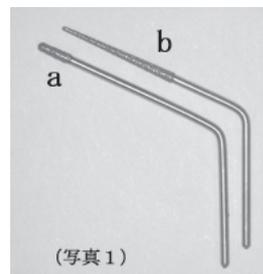
The clinical use of trial diamond tip for ultrasonic
Department of Dental Caries Control and Aesthetic Dentistry
○KAMIYA Naotaka, MORI Toshiyuki, IKI Kouji, NEMOTO Shogo, IKEMI Takuji

【緒言】

MI のコンセプトを基本とした治療方針が浸透し、日常の診療において、歯科医療用拡大鏡やマイクロスコープ視野下の拡大術野で処置を行う頻度が増している。その際、タービンやコントラなど回転切削器具のヘッド部が視野の妨げになることや、パーやダイヤモンドポイントがう窩まで直接到達しにくい症例などが問題となる。そこで、修復・歯内処置ともに使用可能な汎用性のある超音波ダイヤモンドチップ（以下汎用チップ）を試作して臨床に使用した。

【汎用チップの概要】

汎用チップ a(写真1)は既存の根管治療用チップ b と比較して先端部の研削効率を考慮し、先端径 $\phi 0.75$ 、5/100 テーパー、ダイヤモンド粒径 50~60 ミクロン、ダイヤモンド電着部の長さ 2.5 mm とした。さらに、シャンク部分は視野の確保を重視して 19 mm と長く直線的に設計した。シャンク部分は専用の治具を作成することで、2次元的・3次元的にある程度まで角度まで屈曲することが可能である。



【臨床使用例】

1. 器具の直達困難な最後方歯遠心面う蝕の窩洞形成

下顎右側第二大臼歯遠心面の歯頸部にう蝕が存在する症例に使用した。回転切削器具使用の場合、う窩に到達するために咬合面や頬舌面からアプローチしなければならない。汎用チップの標準形態であるストレートシャンクではう窩まで直達不可能なため、シャンク部におよそ 160° の湾曲を付与してう窩への直達を可能にした。拡大鏡視野下で汎用チップを使用し、可及的に歯質を保存して窩洞形成が行えた。

2. 出血が予想される歯肉縁下う蝕の窩洞形成

下顎左側第一小臼歯遠心歯根面の歯肉縁下う蝕が存在する症例に使用した。回転切削器具や手用切削器具の場合、刃部が歯肉に接触すると出血し、後の充填操作が困難になる。歯肉縁下のう蝕部分に対して拡大鏡視野下で汎用チップを使用し、出血を認めることなく窩洞形成が行えた。

3. 視野の確保が困難な根管治療後の再修復処置

上顎右側側切歯根管充填後の変色歯漂白を希望する症例に使用した。ウォーキングブリーチを行うために回転切削器具で口蓋側よりアクセスオープニングを行ったが、視野がヘッド部で妨げられて根管を目視しながらの切削は不可能であり、また肉眼では根管内に充填されたコンポジットレジンと歯質の境界判別が困難であった。そのため視野の確保が容易な汎用チップをマイクロスコープ視野下で使用し、再修復処置では菲薄になりがちな歯冠部および根管内の歯質を可及的に保存してコンポジットレジンのみを選択的に削除できた。

【まとめ】

汎用チップは、シャンク部が細く長いことで拡大術野における処置で視野の妨げになりにくく、拡大鏡やマイクロスコープ視野下での局所的使用に適していると考えられた。また、シャンク部を任意の角度に屈曲させることで、隣接面や遠心面に存在するう窩への直達が可能となることは、回転切削器具には不可能な利点と考えられた。ただし、シャンク部分の屈曲角度によっては、チップ先端の振動率が低下して研削効率が極端に低下することを考慮する必要がある。超音波振動による研削のため、その研削効率は象牙質のみでなくエナメル質の研削も可能であり、小さな窩洞形成ならば十分に応用可能と考えられた。

抗菌成分を添加したフッ化ジアミンシリケートの象牙質への浸透

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部歯科保存学分野¹⁾、
九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座生体材料工学研究分野²⁾
○柴田真吾¹⁾、菅 俊行¹⁾、米田美穂¹⁾、松尾敬志¹⁾、石川邦夫²⁾

Penetration of ammonium hexafluorosilicate with the addition of antimicrobial agent to dentin
Department of Conservative Dentistry, Institute of Health Biosciences, The University of Tokushima Graduate School¹⁾, Department of Biomaterials, Faculty of Dental Science, Kyushu University²⁾
○Shingo SHIBATA¹⁾, Toshiyuki SUGE¹⁾, Miho YONEDA¹⁾, Takashi MATSUO¹⁾, Kunio ISHIKAWA²⁾

【研究目的】

我々はフッ化ジアミン銀（サホライド）塗布後の歯質変色という欠点を改良する目的で銀成分をシリカに置換したフッ化ジアミンシリケート溶液（ $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ ）を調製した。そして、これまでに齲蝕進行抑制剤および象牙質知覚過敏症治療剤として臨床適用が可能かどうか判断する目的で様々な検討を行ってきた。その結果、フッ化ジアミンシリケートはサホライドと同程度の歯質脱灰抑制効果を有しており、齲蝕予防に使用できる可能性が示唆された。しかしながらフッ化ジアミン銀は銀成分が歯質に沈着し、その結果、優れた抗菌作用により齲蝕進行を抑制する。フッ化ジアミンシリケートも象牙質内へと浸透して歯質中のリン酸カルシウム成分と反応して、結晶を析出するが、シリカ成分は銀に比べて抗菌効果が劣ることが予想される。そこで、抗菌成分を添加したフッ化ジアミンシリケート溶液で象牙質表面および象牙細管を結晶で封鎖できれば、齲蝕関連細菌の象牙質への侵入を阻害できる可能性があると思われる。したがって、本研究では各種抗菌成分をフッ化ジアミンシリケート溶液に添加して、歯根面齲蝕の予防および進行抑制剤として臨床応用可能かどうか判断する目的でまず象牙質中への結晶生成量を評価するとともに、人工唾液を用いて象牙質中に析出した結晶の口腔内での安定性を評価することを目的として実験を行った。

【材料および方法】

ヒト抜去歯よりスメア層により被覆された象牙質プレートと EDTA により 2 分間処理を行うことにより象牙細管を開口させた二種類の象牙質プレートを作製した。その後、9000 ppm のフッ化ジアミンシリケート溶液に各種抗菌成分（クロルヘキシジン(CHX)、塩化セチルピリジニウム(CPC)、イソプロピルメチルフェノール(IPMP)、カテキン(EGCG))を添加した溶液を綿球にて 3 分間塗布し、水洗、乾燥後、通法に従い処理を行った後、走査電子顕微鏡(SEM)により象牙質プレート表面および断面を観察した。続いて、各種抗菌成分添加フッ化ジアミンシリケート処理後の象牙質プレートを人工唾液中に 7 日間浸漬、攪拌した後に SEM 観察して、象牙質表面および象牙細管内に析出した結晶の安定性を評価した。

【結果および考察】

走査電子顕微鏡観察では各種抗菌成分添加フッ化ジアミンシリケート処理後にはいずれの抗菌成分を添加した場合においても開口象牙細管は結晶性物質により緊密に封鎖されており、象牙細管内に析出した結晶の微細形態にも明らかな差異は認められなかった。スメア層により被覆された象牙質プレートでも、抗菌成分添加および無添加のいずれの場合でも、フッ化ジアミンシリケート処理後にはスメア層が溶解していたが、象牙細管内は新たに析出した結晶で満たされていた。このことから、象牙細管の封鎖、開口に関わらず、フッ化ジアミンシリケートは象牙質中へと浸透して、象牙細管を緊密に封鎖することが明らかとなった。また、人工唾液浸漬後では、いずれの抗菌成分を添加した場合においても象牙細管内に析出した結晶は溶解することなく安定で、象牙細管を緊密に封鎖していた。

【結論】

本研究で用いた各種抗菌成分を添加したフッ化ジアミンシリケート溶液はいずれの抗菌成分を添加した場合にも抗菌成分無添加のフッ化ジアミンシリケート溶液と同様に象牙質中へと浸透して、象牙細管を緊密に封鎖した。今後、抗菌効果の評価を行わなければならないが、歯根面齲蝕などの象牙質齲蝕予防に臨床応用できる可能性が示唆された。

フッ素含有材料の乳酸溶液へのフッ素溶出

北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座歯科保存学教室
○小島健太郎、小松久憲、奥山克史、木地村太基、佐野英彦

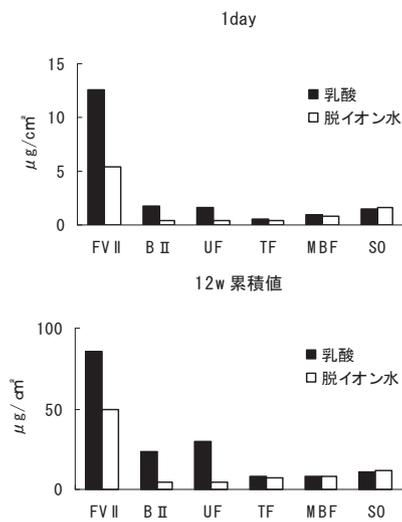
Fluoride release from fluoride containing materials in lactic acid solution

Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science,
Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine
○KOJIMA Kentaro, KOMATSU Hisanori, OKUYAMA Katsushi, KIJIMURA Taiki, SANO Hidehiko

【目的】フッ素は歯質の脱灰を抑制するとともに再石灰化を促進することが知られており、この齲蝕抑制効果を期待し、歯科材料では多数のフッ素含有材料が開発され、臨床の場における使用が進んでいる。フッ素徐放性材料の齲蝕抑制効果については第125回、第127回本学会において報告した。材料から溶出したフッ素による再石灰化の促進は、脱灰すると同時に進行するため、酸性状態でのフッ素の溶出が齲蝕の進行抑制に強く関与していると考えられる。そこで本研究では、乳酸溶液を用いた酸性条件下でのフッ素含有材料におけるフッ素の溶出量とコントロールとして脱イオン水における溶出量を比較検討した。

【材料と方法】フッ素含有材料として、グラスアイオノマーセメントであるFUJIVI (FVII:GC)、レジン系材料では、ペーストレジンとしてBEAUTIFIL II (BII:松風)、UNIFIL-FLOW (UF:GC)、シーラント材としてTEETHMATE F-1 2.0 (TF:クラレメディカル)、ボンディング材としてCLEARFIL MEGA BOND FA (MBF:クラレメディカル)、FLUOROBOND SHAKE ONE (SO:松風)の6種類のフッ素含有材料を選択した。内径9mm厚さ3mmのプラスチック製 mold に各材料を充填した。FVIIは練和を必要としないカプセル方式を用い、充填後スライドガラスにて両面から圧接した。ペーストレジンでは、充填・両面圧接後、上下両面40秒光照射した。シーラント材とボンディング材はスライドガラス上に mold を置き、積層充填(厚さ1mm毎に20秒光照射)を行い、最後に上下両面から各20秒追加照射した。充填後、37°C相対湿度100%の恒温槽で保存し、練和開始1時間後に充填物の過剰部の除去を行った。溶液にはpH4.5乳酸溶液と脱イオン水を用い、作製した試料を mold に装着したナイロン糸により8mlの各溶液中に吊るし、37°C恒温槽中に静置保存した。溶液の交換は充填1日、2日後、1週後に、6週までは1週間毎に、それ以降は2週間毎とし、12週後まで行った。交換時には各々の溶液2mlで試料を洗浄し、測定溶液を10mlとした。次に、測定溶液を3ml分注し、TISABIII (Orion Research Inc) 0.3mlを加え、乳酸溶液では1%酢酸ナトリウム溶液0.1mlを追加後、イオンメーター (Digital IONALYZER model290A, Orion Research Inc) とフッ素イオン電極 (9609BN Orion Research Inc) を用いて、フッ素測定を行った。

【結果と考察】1日後のフッ素溶出量と12週後の累積フッ素溶出量を右の図に示す。1日後のフッ素溶出量は、乳酸溶液、脱イオン水いずれにおいてもFVIIが最も多く、レジン系材料に比較して有意に高い値であった。レジン系材料間で比較すると、ペーストレジンであるUF、BIIが脱イオン水で低い値であったが、乳酸溶液では増大していた。累積フッ素溶出量においても、1日後の結果と同様の傾向を示し、浸漬溶液における溶出量の相違については、FVII、BII、UFで乳酸溶液におけるフッ素溶出量が脱イオン水に比較し有意に高く、TF、MBF、SOには有意差が認められなかった。脱イオン水での材料間による溶出量の違いは材料自身のフッ素徐放能による相違と考えられる。一方、グラスアイオノマーセメントやペーストレジンにおいて溶液間で溶出量に相違を認めた。これは、材料表面の劣化や酸との反応性などの理由が予想できるが明確ではない。今後、フッ素含有材料の齲蝕抑制効果を検討する場合、酸性環境下における材料からのフッ素の供給と材料の劣化のバランスが重要であるが、齲蝕感受性を考慮した材料の選択も検討すべきものと思われる。



咬合異常の診断と治療への各種心理・生理基礎指標の応用

¹⁾ 朝日大・歯・口腔機能修復・口腔生理学、²⁾ 神戸松蔭女子学院大・人間科学・生活学科
小林倫也¹⁾、坂井信之²⁾、川村早苗¹⁾、裕哲崇¹⁾

Application of psychological and physiological parameters to diagnose the occlusal disorder

¹⁾ Dept. Oral Physiol., Asahi Univ. Sch. Dent. and ²⁾ Dept. Urban Life Studies, Kobe Shoin Women's Univ.

Michiya Kobayashi¹⁾, Nobuyuki Sakai²⁾, Sanae Kawamura¹⁾ and Noritaka Sako¹⁾

【目的】 歯冠修復物装着直後等に、咬合の異常や違和感（早期接触や咬頭干渉など）を訴えられることは少なくないが、その診断や治療には患者の訴えをそのまま信じるか、もしくは担当歯科医の経験にもとづいて咬合調整するのが一般的であり、患者の有する不快感や不安感を客観的かつ簡易に定量化するすべはほとんどない。そこで本研究では、チェアサイドで簡便に測定可能な咬合不快感の客観的な診断法の開発を目的とし、各種心理学的・生理学的基礎指標と咬合異常との関係を調べた。

【実験方法】 実験に対して十分な説明を行い文書による承諾の得られた歯科医学的的正常咬合を有する患者（n=65）と咬合異常を有する患者（n=23）に対して、状態-特性不安検査（State-Trait Anxiety Inventory-Form Y: STAI）、「噛む力」および「違和感」に関する患者の主観的評価、咀嚼能率、咀嚼時間、習慣性咀嚼側総筋放電量、全唾液アミラーゼ濃度、咀嚼中のGalvanic Skin Reflex (GSR) 積分量を、それぞれ通法により測定した。

【結果】 唾液アミラーゼ濃度、STAI、「噛む力」と「違和感」に対する主観的評価値、総筋放電量について、正常咬合群と異常咬合群で有意な差を検出した（t-test; $p < 0.05$ ）。また、STAIの結果は、「噛む力」と「違和感」に対する主観的評価値と、また、「違和感」に対する主観的評価値は、咀嚼時間と有意な相関を示した。

【結論】 これらの結果から、咬合異常の診断およびその治療において、主観的評価値やSTAIを客観的な指標として利用出来ること、さらに、これらの数値を正常レベルにすることを咬合治療の目標にできることを示唆する。

必須微量元素亜鉛の基質小胞性石灰化への影響

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科齶蝕学分野¹

○川久保 敦¹, 松永 常典¹, 山田 志津香¹, 川崎 綾¹, 石崎 秀隆¹, 林 善彦¹

Effect of Zinc as Essential Trace Element for Matrix Vesicles Mediated Mineralization

Department of Cariology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences¹,

○Atsushi Kawakubo¹, Tsunenori Matsunaga¹, Shizuka Yamada¹,

Aya Kawasaki¹, Hidetaka Ishizaki¹, Yoshihiko Hayashi¹

【緒言】

必須微量元素である亜鉛 (Zn) は、不足した際に味覚障害が起こることでも有名である。一方、Zn はコラーゲン合成や骨の石灰化に必要な元素であることが知られている。21 世紀に入り、特に初期の齶蝕への対応は、従来の切削・修復から MI に基づく再石灰化現象を活用した自然治癒促進療法へと大きくシフトしている。このような背景から、微量元素である Zn を、再石灰化現象を促進させるために応用・活用することが期待される。なお、我々はこれまで過去 3 年間にわたり、つくば市にある高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光科学研究施設 (KEK PF) の放射光を用いて、再石灰化エナメル質において、Zn に注目して蛍光X線定性・定量分析を行ってきた (Arch Oral Biol 2009 in press)。この研究をさらに展開させるため、細胞性石灰化の過程に及ぼす微量の Zn の影響を検討する研究に着手している。今回、まず基質小胞性石灰化現象への Zn の影響を、放射光を使用して分析・検討した。

【方法】

教室保存の骨芽細胞株 (NOS-1) を使用した。様々な濃度の ZnSO₄ を添加した培地を用いて NOS-1 の培養を行い、培養 1,3,5 日目でアルカリフォスファターゼ (ALP) 活性を計測し、最適な ZnSO₄ 濃度を求めた。

次に、100ml の培養皿に、1×10⁶ 個の細胞を播種、培養 (血清添加 α-MEM を作製) し、60~70%コンフルエントの時点で、培養細胞をコラゲナーゼ (20mg/5mL ハンクス液) で処理し、18200rpm, 20 分の超遠心操作を行い、細胞画分を分離したのち、その上清を回収し 50000rpm, 10 分間の超遠心操作によって、基質小胞を分離した。ハンクス液で洗浄ののち、同様の超遠心操作を行い、基質小胞を回収した。その後、血清無添加、5mM Na-β グリセロリン酸添加の α-MEM (ZnSO₄ 添加群、無添加群) を分離した基質小胞へ加え、炭酸ガス培養器にて培養した (5%CO₂, 37°C、湿度 100%)。培養 1,3,5 日後、超遠心を行ったのちパラホルムアルデヒド-グルタルアルデヒドで前固定、エタノール脱水・ブタノール置換後、凍結乾燥を行った。石灰化物の電子顕微鏡下での観察、KEK PF の放射光を用いて、Zn に注目して蛍光X線の定性・定量分析を行った。

【結果と考察】

Zn 濃度を 1×10⁻⁶M から 1×10⁻³M まで変化させ、その中で ALP 活性の高かった 1×10⁻⁵M を至適濃度とした。培養 1, 3, 5 日目で亜鉛相対値の平均に、経時的上昇が認められた。また、細胞培養時に Zn 添加群で、3 日目、5 日目で亜鉛の相対値が高い傾向にあった。また石灰化物の蛍光X線定性・定量分析において、Zn 添加群が無添加群に比べて、3 日目、5 日目で Ca 相対値平均の上昇が見られた。

これらの結果から、微量の Zn が存在することで、骨芽細胞の ALP 活性を亢進し、早期に基質小胞性石灰化が進行することが考えられる。また、Ca の相対値の多い石灰化物の生成も認められたことから、Zn の存在によって Ca の取り込みが促進される可能性が示唆された。

炭酸ガスレーザー照射ヒト露髄創面の治癒態度と臨床経過

¹ 日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座

² 日本歯科大学大学院新潟生命歯学研究科硬組織機能治療学専攻

○鈴木雅也¹, 平 賢久², 加藤千景¹, 新海航一¹, 加藤喜郎¹

Clinical Prognosis and Wound Healing of Exposed Human Pulp Irradiated with CO₂ Laser

¹Department of Operative Dentistry, School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University

²Advanced Operative Dentistry・Endodontics, Graduate School of Life Dentistry at Niigata,
The Nippon Dental University

○SUZUKI Masaya¹, TAIRA Yoshihisa², KATO Chikage¹, SHINKAI Koichi¹, KATOH Yoshiroh¹

【研究目的】

直接覆罩処置において、炭酸ガスレーザー照射を露髄創面に応用することで、優れた止血効果、殺菌、痂皮の形成ならびに組織活性化作用等が得られ成功率が上昇するとの報告もあるが、ヒトの歯を用いた研究が少なく治癒形態に関する詳細は多くない。本研究は、炭酸ガスレーザー処理された歯髄創傷治癒の過程を明らかにし、有効な照射条件・方法を検索することを目的として行った。

【材料および方法】

本研究は、日本歯科大学新潟生命歯学部倫理審査委員会の承認を得てから行った。被験歯は何らかの原因にて有髄歯の抜歯を必要とし（矯正に伴う必要抜歯、抜歯を希望する智歯）、研究目的と内容を理解し同意書に署名を得た患者の歯を用いた（9名21歯）。直径1.5～2.0mmを目標に露髄面を形成し、直ちに交互洗浄（6%NaClO⇔3%H₂O₂）を行った。AD Gel®（10%NaClO Gel：クラレメディカル）を創面に5分間塗布後、再度交互洗浄でAD Gelを除去、滅菌生理食塩水で洗浄した。止血の確認後、炭酸ガスレーザー（Opelaser PRO：ヨシダ）を0.5W／スーパーパルス1／リピート照射（10msec照射⇔10msec休止）に設定し、照射時間2～3秒を1クールとして照射を開始した。露髄面を完全に炭化層で覆うために約10クール前後（約20～30秒）の照射を要した。覆罩・修復方法は、11歯が接着性レジンシステムClearfil® Mega bond（MB：クラレメディカル）のみ（MB群）、10歯が水酸化カルシウム製剤Dycal®（DY：デンツプライ三金）で覆罩後にMB処理とした（DY群）。その後、UniFil® LoFlo Plus（GC）とClearfil® AP-X（クラレメディカル）を用いた積層充填を行い修復の完了とした。経過観察後（最短14日、最長401日）、抜歯は4%PFA溶液により固定、10%EDTA溶液による脱灰後、パラフィン包埋を行った。5μmの薄切連続切片を作製し、H-E染色、グラム染色、鍍銀染色、免疫組織化学染色（DMP1、HSP47、DSP、collagen type I）を施し観察した。

【結果ならびに考察】

観察期間中はすべての被験歯で不快症状の発現は無く、抜歯直前に歯髄電気診査で生活反応を示した。病理組織学的には、術後30日前後において露髄部付近の象牙芽細胞と象牙前質の消失、血管拡張、充血等の炎症性変化が強く存在した。レーザー照射による炭化組織は表層だけに留まらず、一部断片的に歯髄組織内にも及んでいた。50日程度経過すると炎症性変化は減少傾向を示し、髄腔内壁には刺激象牙質が形成され、露髄部表層では石灰化の基質形成を認めた。100日後でも試料によっては表層付近の歯髄組織内に炭化組織が残存していたが、深部組織は安静な状態にあり、露髄部は完全象牙質橋による閉鎖を観察した。300日以上になると、両群で歯髄側に細管構造を持つ厚い完全象牙質橋を観察したが、骨様象牙質の占める割合はDY群の方が大きかった。各群それぞれ1例ずつ歯冠部歯髄の壊死（MB群：327日、DY群：388日）を認めた。露髄部の治癒形態は個々の試料によって様々であったが、一般的に露髄部の硬組織形成は炭化組織の存在により遅れる傾向が見られた。これに対して露髄部周囲の髄腔内壁に生じる刺激象牙質の形成は速く、表層部の歯髄組織は周囲から形成される刺激象牙質によって囲まれる傾向にあった。collagen type Iの陽性反応は、第三象牙質（刺激象牙質および新生象牙質橋）の歯髄側の象牙質で強く、DMP1とDSPは象牙細管内の一部にのみ陽性反応を認めた。また、第三象牙質の直下に配列した象牙芽細胞様細胞でHSP47、DMP1およびDSPの陽性反応が観察された。特にHSP47は観察期間27日以降から401日まで明瞭であった。

直接覆罩処置における炭酸ガスレーザー照射の併用は、露髄部の組織液の滲出や再出血を短時間で防止することが可能であった。また、露髄部表層に炭化・熱変性組織が存在しても、水酸化カルシウム製剤の有無にかかわらず最終的に完全象牙質橋の形成に至ることが判明した。しかしながら、治癒形態は一様ではなく、試料によっては複雑な形態を呈していることから照射条件・方法に関してさらなる検討が必要であると思われた。

卵巣摘出ラットの骨組織に及ぼす超音波の影響について

奥羽大学歯学部歯科保存学講座
○和田 隆史,中 貴弘,横瀬 敏志

Effects of ultrasound on bone metabolism in ovariectomized rats
Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry
○Wada Takashi, Naka Takahiro, Yokose Satoshi

目的：現在、閉経後の骨粗鬆症は、骨疾患の中でもその効果的な治療法の開発が急がれている疾患である。これまでに多くの治療法が報告されているが、その中でも Mechanical Force による骨塩量減少の抑制は副作用も少なく、注目されている治療法である。前回、我々は Mechanical Force として Ultrasound を用い、エストロゲン欠乏状態における骨代謝にどのような影響を与えるかを形態学的ならびに生化学的に分析し、基礎的な知見を得ることを目的として実験を行なったが、当初の意図に反して、骨梁が減少するという結果を得た。そこで今回は、Ultrasound が骨梁を減少させるメカニズムを探索する第一段階として、骨基質蛋白質 (osteopontin: OPN) の発現を免疫組織化学的染色にて検索した。また、照射条件の違いが骨梁に対してどのように影響するかを continue と duty 20% の 2 種類の条件を用いて Ultrasound の照射を実施し、形態学的分析を行い、知見を得たので報告する。

材料と方法：10 週齢のメス SD ラット 6 匹にそれぞれ卵巣摘出手術(OVX)を行なった。術後、週に 2 回(発振周波数 3.0MHz、出力 0.36W/cm²、出力モード 20%、パルス周波数 100Hz)、無麻酔下で左側に 30 分間照射して実験群とした(US-plus 群)。右側は対照群とした(OVX 群)。術後 8 週目に試料を摘出し、DEXA にて骨塩量を測定し、前回のデータ(US-continue 群)との比較を行った。また、切片の作製は 10%中性緩衝ホルマリンにて固定後、通法に従って EDTA を用いて脱灰した後、パラフィンに包埋し、連続切片を作成した。同切片を用いて、H-E 染色および抗マウス由来 OPN ラビットポリクロナール抗体を一次抗体とし、avidin biotin complex 法を用いた免疫組織化学的染色を行った。染色を行った切片は光学顕微鏡下で観察した。

結果と考察：DEXA の結果として、US-plus 群、US-continue 群共に骨塩量の減少が見られたが、両者では有意な差が認められなかった。

また、免疫組織化学的染色においては、Osteocyte における OPN の発現が OVX 群と比較して減弱する所見が認められた。このことから、Ultrasound の照射は骨細胞により Mechanical Force として感知されたのち、骨形成を抑制することが示唆された。

結論：US は出力モードに関係なく OVX ラットの骨吸収を増加させることが示唆された。

Mmp-20 と Klk4 によるアメロジェニンの選択的分解機序

鶴見大学歯学部第二歯科保存学教室
長野孝俊、掛川文子、五味一博、新井 高

Mmp-20 and Klk4 Cleavage Site Preferences for Amelogenin

Department of Periodontics and Endodontics, Tsurumi University School of Dental Medicine
Takatoshi Nagano, Ayako Kakegawa, Kazuhiro Gomi, Takashi Arai

<研究目的>

エナメルタンパク質の 90%以上を占めるアメロジェニンは、選択的スプライシングによっていくつかの種類のアイソフォームが合成・分泌され、それらがエナメル質中に存在する 2 種類の酵素 (Mmp-20 と Klk4) によりプロセシングを受け、低分子化および消失することで石灰化が進行する。ブタにおける主要アイソフォームである P173 (25-kDa アメロジェニン) は、P148 (20k-Da アメロジェニン) にプロセスされ、さらに 13k-Da アメロジェニンと TRAP (Tyrosine Rich Amelogenin Peptide) にプロセスされて基質形成期エナメル質中に蓄積する。また、2 番目に多いアイソフォームである LRAP (Leucine Rich Amelogenin Peptide) からも 2 種類の分解産物が生じることが報告されている。しかしながら、これらの主要なプロセシング経路以外にも、アメロジェニンにはいくつかの異なるプロセシングが生ずる可能性が示唆され、まだ明らかにされてはいない。さらに、低分子アメロジェニンである TRAP と LRAP が、どのようなプロセシングを受けるのかは不明である。そこで本研究では、ブタ幼若及び成熟エナメル質より精製した Mmp-20 および Klk4 を用いて、TRAP、LRAP およびブタアメロジェニンのアミノ酸配列に基づいて設計した蛍光ペプチドの消化実験を行い、その分解産物を分析することでアメロジェニンのプロセシング機序について検討した。

<材料および方法>

生後約 5 ヶ月のブタより幼若永久歯歯胚を摘出し、基質形成期及び成熟期エナメル質を調製した。調製した試料を Sørensen バッファー (pH 7.4) でホモジナイズ・遠心後、上清を中性可溶性画分 (N-Ext) として採取し、その沈殿を炭酸バッファー (pH 10.8) でホモジナイズ・遠心後、上清を採取してアルカリ可溶性画分 (AL-Ext) とした。N-Ext を硫酸画分にて画分し、40-65%飽和硫酸濃度で得られた沈殿を 0.5M 酢酸で懸濁し、C18 RP-HPLC にて Klk4 を最終精製した。Mmp-20 は、AL-Ext をイオン交換クロマトグラフィーして得られた 4 番目のピークを集めて試料とし、ヘパリンカラムクロマトグラフィーを行い最終精製した。TRAP は、AL-Ext をイオン交換クロマトグラフィーして得られた 2 番目のピークを用いて C18 RP-HPLC を行い精製し、LRAP は Yenzym 社より購入した商品を同様に精製して実験に使用した。精製した TRAP と LRAP に Mmp-20、Klk4 を各々添加して消化実験を行い、その試料を SDS-PAGE、LC-MSMS にて分析した。また、蛍光ペプチドも同様に消化実験を行い、LC-MSMS 分析および蛍光モニターを用いた RP-HPLC 分析により切断の有無を確認した。

<結果および考察>

Mmp-20 により Pro (162)、Ser (148)、His (62)、Ala (63)、Trp (45) の後方部位は選択的に切断され、P173 からの主要分解産物である P148、13-kDa アメロジェニン、TRAP が生じることが明らかとなった。また、Mmp-20 により、少数の分解産物である 23-kDa、11-kDa アメロジェニン、P62 (Extended TRAP) が生じることも確認された。LRAP は、Mmp-20 によって Pro (45) と Pro (40) の後部でのみ分解されることでわずかに低分子化され、それ以上の分解は起こらないことがわかった。また、TRAP は Mmp-20 では分解されなかった。一方、Klk4 はアメロジェニンの主要あるいは少数分解産物に関わる重要な切断部位において、その分解にはほとんど関与せず、His (62) 後の部位のみを切断することがわかった。また、Klk4 は TRAP と LRAP をそれぞれ複数箇所切断し、低分子化されて蓄積したアメロジェニンをさらに細かく分解することが確認された。

<結論>Mmp-20 は基質形成期において、アメロジェニンを選択的に分解する唯一のエナメルタンパク分解酵素であることが明らかとなった。

<謝辞>本研究の遂行にあたりまして、多大なご協力をいただいた非会員共同研究者である James. P. Simmer, Jan. C-C. Hu、山越康雄、土屋周平の各氏 (ミシガン大学歯学部生体材料科学講座) にこの場をお借りして感謝申し上げます。

乳歯および永久歯歯髄細胞の遺伝子発現プロファイルの比較検討

¹⁾名古屋大学大学院医学系研究科 頭頸部・感覚器外科学講座 顎顔面外科学分野,

²⁾名古屋大学医学部附属病院 遺伝子・再生医療センター

○中村さやか¹⁾, 山田陽一²⁾, 片桐渉¹⁾, 杉戸孝行¹⁾, 伊藤憲治¹⁾, 上田実¹⁾

Comparison of gene expression profiles between deciduous teeth pulp stem cells and permanent teeth pulp stem cells

¹⁾Department of Oral and Maxillofacial Surgery Nagoya University Graduate School of Medicine,

²⁾Center for Genetic and Regenerative Medicine Nagoya University School of Medicine

○Sayaka Nakamura¹⁾, Yoichi Yamada²⁾, Wataru Katagiri¹⁾, Takayuki Sugito¹⁾, Kenji Ito¹⁾ and Minoru Ueda¹⁾

[研究目的]

歯髄幹細胞は多分化能を有する成体幹細胞の一つとして同定され、in vivo で移植することにより象牙質様組織や骨様組織の新生が報告されていることから、歯髄・象牙質複合体や歯槽骨の再生など歯科領域の新規治療法の確立に有用であると注目されている。また、歯髄幹細胞は心筋梗塞等の虚血性疾患や神経疾患など全身疾患への有効性も報告され、難治性疾患に対する細胞治療への応用の可能性も期待されている。我々は、非侵襲的に容易に採取可能である乳歯歯髄細胞に特に注目して、乳歯歯髄細胞は増殖能が高いこと、幹細胞特性を有することを報告してきた(第129回日本歯科保存学会秋季学術大会)。本研究では、乳歯歯髄細胞と永久歯歯髄細胞の遺伝子発現プロファイルを比較することにより、乳歯歯髄の細胞特性を明らかにし、再生医療の幹細胞源としての有効性について検討することを目的とした。

[材料および方法]

1. ヒト乳歯および永久歯歯髄細胞の RNA 調製

同一患者の抜去乳歯および永久歯より歯髄組織を採取後、酵素処理にて歯髄由来細胞を単離し、20%FBS 含有 D-MEM 培地にて培養した。その後、RNeasy Mini kit を用いてそれぞれの細胞より RNA 調製を行った。

2. cDNA マイクロアレイ解析

Agilent Expression Array Whole Human Genome oligo DNA microarray (41,078 probe sets)を用いて、乳歯歯髄および永久歯歯髄における遺伝子発現についてマイクロアレイ解析を行った後、GeneSpring GX 10.0 software を用いて gene ontology 解析等を行った。

3. 遺伝子発現の定量分析

マイクロアレイ解析の結果抽出された遺伝子 (FGF2, TGFβ, Col I 等) について、リアルタイム PCR 法を用いて乳歯歯髄と永久歯歯髄における発現の定量分析を行った。

[結果]

マイクロアレイ解析の結果、乳歯歯髄と永久歯歯髄において2倍以上発現に変動が認められたのは4386遺伝子であった。そのうち、乳歯歯髄において2倍以上発現上昇が認められたのは2159遺伝子であった。gene ontology 解析の結果、乳歯歯髄において extracellular matrix、developmental process の機能を持つ遺伝子群が特に高発現していることが明らかとなった。また、細胞増殖に関わるパスウェイが有意に変動していた。この中には、FGF2, TGFβ, CTGF 等の成長因子や、Col I, Col III 等の細胞外マトリックスが多く含まれていた。マイクロアレイ解析の結果抽出された遺伝子について遺伝子発現の定量を行ったところ、マイクロアレイ解析における結果と一致した発現変動が確認された。

[考察]

マイクロアレイ解析により、乳歯歯髄において FGF2, TGFβ, CTGF 等細胞増殖に関わる遺伝子群の有意な上昇が認められたことから、これらの遺伝子が乳歯歯髄細胞の高い増殖能に関与している可能性が示唆された。また、乳歯において細胞外マトリックスに関連する遺伝子群の高い発現が認められたことから、乳歯歯髄細胞はマトリックス産生能が高いと考えられる。

[結論]

乳歯歯髄細胞は増殖能が高く、組織再生に重要な働きをするマトリックス産生が盛んであることから、再生医療にとって有用な幹細胞源となりうるということが示唆された。

ヒト培養歯髄細胞の FGF-2 発現における IL-6 の影響

岩手医科大学歯学部歯科保存学第二講座
○藤原英明, 八重柏 隆, 國松和司

Effect of IL-6 on FGF-2 expression of human cultured dental pulp cells
Department of Periodontology, School of Dentistry, Iwate Medical University

○Hideaki Fujiwara, Takashi Yaegashi and Kazushi Kunimatsu

【目的】

歯髄は象牙芽細胞, 線維芽細胞, 未分化間葉細胞, マクロファージなどから構成されている. 近年, 歯科医療の分野においては Minimal Intervention (MI) の概念が提唱され, 齲蝕の進行した症例においても可及的に歯髄を保存し, 積極的に失われた硬組織を再生させることを目標とした研究が多く報告されている. 現在までに水酸化カルシウム, 接着性レジンや抗菌剤を応用した覆髄法, さらに bone morphogenetic protein (BMP) により歯髄細胞から象牙芽細胞へ分化を誘導するという研究報告もなされている.

しかし, 齲蝕や外傷などによる歯髄組織の炎症部位にはインターロイキン (IL) -1, IL-6, 腫瘍壊死因子 (TNF) - α などの炎症性サイトカインが存在する. 形態的には歯髄炎の歯髄組織には二次象牙質や象牙粒などの形成がみられ, これらと炎症性サイトカインとの関連性が推測される. 象牙質・歯髄複合体の再生を目指すうえで, これら炎症性サイトカインの影響を検討することは重要であると考えられる. 今回, 培養歯髄細胞を用いて炎症性サイトカインの一つである IL-6 が歯髄細胞の fibroblast growth factor (FGF) -2 へ与える影響について検討した.

【材料および方法】

岩手医科大学附属病院歯科医療センター保存科歯周病診療室を受診した患者 3 名より, 治療上の理由で抜去された歯から無菌的に歯髄細胞を採取し, 試料を 10%FBS 添加ダルベッコ変法イーグル培地 (D-MEM) を用いて 37°C, 5% CO₂ 条件下にて初代培養した. その後 4~7 代まで継代培養した培養歯髄細胞を実験に供した. 6 ウェルプレート (Nalge nunc) に細胞を 3×10^4 個播種し, IL-6 を 0, 0.1, 1, 10ng/ml 濃度で D-MEM に添加し, 2 および 3 週間培養した. それら培養歯髄細胞より RNeasy Mini Kit (QIAGEN) にて全 RNA を回収後, cDNA を合成した. FGF-2 (basic FGF) の mRNA 発現は, ライトサイクラー (Roche) による real-time PCR 法で検索した. 得られた定量値については, 分散分析一元配置法による統計学的解析にて比較検討した. またタンパク質の局在を調べるために, 4 ウェルチェンバースライド (Nalge nunc) に細胞を 1×10^4 個播種し, IL-6 を 10ng/ml 濃度で D-MEM に添加し, 2 および 3 週間培養後に免疫組織化学的染色を行った.

【結果】

Real-time PCR 法による検索では, FGF-2 について IL-6 非添加 (コントロール) 群と比較して IL-6 添加群は FGF-2 mRNA 発現量は抑制される傾向が認められた. また, FGF-2 の免疫組織化学的染色による検索では, IL-6 非添加群, 添加群ともに陽性細胞が認められたが, 非添加群と比較して IL-6 (10ng/ml) 添加群ではタンパク質の発現が認められない部位が存在した.

【考察および結論】

今回の実験では, IL-6 が培養歯髄細胞の FGF-2 発現に抑制的に作用した. このことから, 炎症性サイトカインが歯髄細胞中の細胞増殖因子に影響を与える可能性が示唆され, 今後, 歯髄の保存もしくは再生療法を検討する上で炎症の除去を検討することが重要な課題であると考えられた.

アナンダマイドはヒト歯髄細胞培養系において MMP-2 を誘導する

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科顎顔面機能再建学講座歯科保存学分野

○宮下桂子、小山徹、徳田雅行、作田哲也、達山祥子、梶原武弘、富田浩一、川上克子、鳥居光男

Anandamide induces MMP-2 in Human Dental Pulp cell cultures

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Medicine

○MIYASHITA Keiko, OYAMA Tohru, TOKUDA Masayuki, SAKUTA Tetsuya, TATSUYAMA Shouko, KAJIHARA Takehiro, TOMITA Kouichi, KAWAKAMI Yoshiko, TORII Mitsuo

[研究目的]

アナンダマイドは、内因性カンナビノイドの一種であり、マリファナ様脂質メディエーターとして作用する。組織の損傷や細菌の感染によって産生され、主として中枢神経に発現している cannabinoid receptor 1 (CB1) やその他の細胞に発現している CB2、vanilloid receptor 1 (VR1) を介して神経系、免疫系、止血系で多彩な生理作用を発揮すると言われている。生理的な低濃度では主に CB1 を介して一次求心性神経の興奮を抑えてカプサイシン誘発性の神経因性炎症を抑制するが、病的状態で高濃度に産生されると、VR1 を介して血管拡張作用や血管透過性亢進が生じ炎症を促進することが知られている。

一方、マトリックスメタロプロテアーゼ (MMPs) は、線維芽細胞やマクロファージ、白血球などにより産生され、細胞外マトリックスを基質として分解する酵素である。正常歯髄組織中では MMPs は tissue inhibitors of MMPs (TIMPs) などの阻害因子とのバランスがとれているが、細菌感染やそれに伴う炎症の状態では、インターロイキン-1(IL-1)、腫瘍壊死因子 α (TNF- α) などの作用により MMPs の産生が亢進し、阻害因子とのアンバランスが生じ組織破壊を引き起こすことが知られている。

我々はこれまでに、歯髄細胞培養系においてリポポリサッカロイド (LPS) がアナンダマイドの産生を誘導すること、アナンダマイドが ERK1/2 の活性化および、それに続く NF- κ B の活性化を経て歯髄細胞の細胞死を誘導する可能性があることを明らかにした。しかしながら、歯髄炎に及ぼす影響については未だ不明である。

本研究では、歯髄細胞培養系を用いてアナンダマイドの MMP-2 発現誘導能、シグナル伝達メカニズム、および炎症 (歯髄炎) に対する影響を検討した。

[材料と方法]

1. ヒト歯髄細胞の培養

矯正学的理由により抜去された第一小臼歯より歯髄細胞を採取し、10%FBS 添加 α -MEM で培養した。実験には 5~15 代までの細胞を用いた。

2. アナンダマイドによる MMP-2 産生

培養歯髄細胞をアナンダマイドで刺激した時の MMP-2 産生量をウエスタンブロット法にて調べた。

3. アナンダマイド刺激に関するシグナル伝達

培養歯髄細胞をアナンダマイドで刺激した時の MAPK (ERK1/2、p38MAPK、JNK) の活性化をウエスタンブロット法にて調べた。

4. アナンダマイドが誘導する MMP-2 産生における MAPK 阻害剤の影響

培養歯髄細胞を ERK1/2、p38MAPK と JNK それぞれの阻害剤である U0120、SB203580 と SP600125 で前処理後、アナンダマイドで刺激し、MMP-2 産生をウエスタンブロット法にて調べた。

[結果と考察]

1. ヒト歯髄細胞においてアナンダマイドは時間、濃度依存的に MMP-2 産生を誘導した。

2. アナンダマイド刺激は、p38MAPK、JNK を活性化した。

3. アナンダマイドが誘導する MMP-2 産生は、JNK の阻害剤である SP600125 において有意に抑制された。

以上の結果よりアナンダマイドは、主として JNK 活性化を介して MMP-2 産生を誘導し歯髄炎の進展増悪に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

ヒト歯髄細胞における炎症関連因子発現に対するカテキンの影響

徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部 発達予防医歯学部門
健康長寿歯科学講座 歯科保存学分野

○中西 正、平尾功治、湯本浩通、向井佳代、武川大輔、高橋加奈子、松尾敬志

Effects of catechins on inflammatory factor expression in cultured human dental pulp cells

Department of Conservative Dentistry, Institute of Health Biosciences,
The University of Tokushima Graduate School

○Tadashi NAKANISHI, Kouji HIRAO, Hiromichi YUMOTO, Kayo MUKAI, Daisuke TAKEGAWA,
Kanako TAKAHASHI and Takashi MATSUO

【研究目的】

ポリフェノール類の一種であるカテキンが抗菌作用・抗炎症作用など様々な作用を有することが近年報告されている。我々は、特にカテキンの抗炎症作用に着目し、歯髄炎の治療や予防に応用するための第一歩として、これまでに培養ヒト歯髄細胞における IL-8 産生や接着分子発現に対するカテキンの影響について検討し、第 124 回、第 127 回および第 128 回の本学会にて報告してきた。今回、Toll-like receptor (TLR) リガンド刺激だけでなく、サイトカイン刺激による培養歯髄細胞の反応性、特に IL-8 以外のサイトカインやプロスタグランジンなどの炎症関連因子発現に対するカテキンの影響について検討した。

【材料と方法】

1. 歯髄細胞の培養

徳島大学病院歯科を受診し、う蝕および歯周炎を有さず矯正治療目的のために抜去された健全智歯より歯髄を採取し、細切後 outgrowth した細胞を歯髄細胞とし、5~10 代継代したものを実験に供した。

2. 炎症関連因子発現に対するカテキンの影響の解析

歯髄細胞を 96 穴プレートに播種し、サブコンフルエントまで培養した後、カテキンとして epigallocatechin-3-gallate (EGCG) にて 1 時間前処理してから、TLR リガンド (Pam3CSK4; TLR2 リガンド、*Escherichia coli* lipopolysaccharide (*E. coli* LPS); TLR4 リガンド) ならびにサイトカイン (IL-1 β , TNF α) にて一定時間刺激し、培養上清中の IL-6, CXCL10 濃度を ELISA 法にて測定した。

また、6 穴プレートに播種し、サブコンフルエントまで培養した歯髄細胞を、EGCG 前処理後に TLR リガンドならびにサイトカインにて一定時間刺激したのち、細胞から RNA あるいはタンパクを回収し、プロスタグランジン合成酵素である cyclooxygenase-2 (COX-2) 発現を RT-PCR 法ならびに Western blot 法にて解析した。

【結果および考察】

TLR リガンド刺激ならびにサイトカイン刺激により歯髄細胞からの産生が増強された IL-6 や CXCL10 は、カテキン処理によって、その産生が有意に抑制された。また、TLR リガンドやサイトカインの刺激により発現が誘導された COX-2 についても、カテキン処理により、その発現が減少した。これらの結果より、カテキンは歯髄細胞における様々な炎症関連因子の発現を抑制させることが示され、歯髄炎においても抗炎症作用が期待できる可能性が示唆された。

【結論】

TLR リガンドならびにサイトカイン刺激により歯髄細胞からの発現・産生が増強された炎症関連因子に対し、カテキンがそれらの発現・産生を抑制させることが示された。

ヒト不死化歯髄細胞とマクロファージの共存で炎症性サイトカイン産生性が亢進し、 その上昇はフラボノイドによって抑制される

広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 展開医科学専攻 顎口腔頭部医学講座 健康増進歯学分野¹⁾ 口腔外科分野²⁾
米国立衛生研究所 国立歯科頭蓋顔面研究所 頭蓋顔面骨格病態部門³⁾

○米廣 純子¹⁾、 山下 明子¹⁾、 吉澤 さゆり³⁾、 太田 耕司²⁾、 鎌田 伸之²⁾、 西村 英紀¹⁾

Co-existence of human immortalized pulp cells and macrophages up-regulates inflammatory cytokine productions, and flavonoids suppress enhanced productivity.

Department of Dental Science for Health Promotion¹⁾, Department of Oral Surgery²⁾, Division of Cervico-Gnathostomatology, Graduate School of Biomedical Sciences, Hiroshima University
Craniofacial and Skeletal Disease Branch, National Institute of Dental and Craniofacial Research, National Institutes of Health³⁾

○YONEHIRO Junko, YAMASHITA Akiko, YOSHIKAWA Sayuri, OHTA Koji, KAMATA Nobuyuki, and NISHIMURA Fusanori

【研究目的】

可逆性歯髄炎の病態成立に、マクロファージや樹状細胞といった自然免疫を担当する免疫細胞が主な役割を果たすことが示唆されている。すなわち、この時期に適切に炎症を制御することは、歯髄炎が不可逆性に移行することを回避する上で極めて重要と考えられる。歯髄に浸潤したマクロファージは組織固有の歯髄細胞との相互作用で炎症を惹起すると考えられる。

そこで演者らは、①歯髄細胞とマクロファージの共培養系を確立し、その際の炎症性サイトカイン産生性について単独培養系と比較するとともに、②抗炎症作用を有することが報告されているフラボノイドに着目し、共培養系における炎症性サイトカインの産生に及ぼすフラボノイドの影響について検討した。

【材料と方法】

- ①歯髄細胞：ヒトテロメラーゼ逆転写酵素(hTERT)およびヒトパピローマウイルス(HPV)の E6, E7 遺伝子導入によって不死化したヒト歯髄細胞株 (DP-1)を歯髄細胞として実験に用いた¹⁾。
- ②マクロファージ：ヒト由来単球細胞株 THP-1 を通法に従って分化誘導し、誘導開始から 24 時間後の細胞を使用した。
- ③共培養系の確立:DP-1 および分化 THP-1 を、小孔を有するメンブレンで上室と下室が分離され液性因子のみが各室間を移動できるようにしたトランスウェルシステム(12well)を用い、Yamashita らの方法に準じて共培養した²⁾。
- ④フラボノイド：Luteolin または Quercetin を用いた。これらを 0, 10, 20, 50 μ M 含む培養液にて細胞を前処理した。
- ⑤サイトカイン産生性の評価：interleukin (IL)-6, IL-8, monocyte chemotactic protein (MCP)-1, regulated upon activation, normal T cell expressed and secreted (RANTES), tumor necrosis factor (TNF)- α について培養上清中の濃度を測定した。上記④に記した濃度の Luteolin または Quercetin を含む培養液にて前処理した細胞を *E. coli* LPS (1ng/ml) で刺激し、24 時間後に培養上清を回収し濃度を測定した。対照として LPS 無刺激の系も設けた。さらに、フラボノイドによる抑制効果も検討した。培養上清中のサイトカイン量は human ELISA kit (Endogen)を用いて測定し、単独培養群と共培養群、LPS 刺激群と無刺激群、あるいはフラボノイド作用群と非作用群における各サイトカイン産生量を比較した。

【成績】

- ・評価した全てのサイトカイン(IL-6, IL-8, MCP-1, RANTES, TNF- α)について、歯髄およびマクロファージ単独培養群よりも共培養群においてその産生性は有意にまた相乗的に亢進した。
- ・マクロファージ単独培養群では LPS 刺激によって MCP-1, RANTES, TNF- α の産生性が有意に亢進した。
- ・共培養系からのサイトカイン産生量はフラボノイドの濃度依存性に減少した。フラボノイドによるサイトカイン産生の抑制効果は Quercetin より Luteolin の方が有意に強かった。

【考察および結論】

歯髄に浸潤したマクロファージが歯髄細胞を活性化し、サイトカイン産生を著しく亢進させ、炎症を惹起する可能性が示唆された。共培養におけるサイトカイン産生の亢進の少なくとも一部はマクロファージ由来 TNF- α の作用によるものと考えられた。一方、炎症性サイトカイン産生の亢進はフラボノイドによって著明に抑制された。

これらからフラボノイドの有する抗炎症作用は歯髄炎症の制御に応用できる可能性があることが示唆された。

(参考文献)

1) Kamata N. *et al.*, *J Oral Pathol Med*, 2004.

2) Yamashita A. *et al.*, *Obesity*, 2007.

熱刺激後の象牙芽細胞様細胞における炎症反応と石灰化能の維持

九州歯科大学口腔治療学講座齲蝕歯髄疾患制御学分野¹、医療人間形成学講座総合診療学分野²

○諸富孝彦¹、北村知昭¹、寺下正道²

Inflammatory Response and Calcification Activity after Heat Stress in Odontoblast-like Cell.

Division of Pulp Biology, Operative Dentistry, and Endodontics, Department of Cariology and Periodontology¹, and Division of Comprehensive Dentistry, Department of Clinical Communication and Practice²,
Kyushu Dental College

○MOROTOMI Takahiko¹, KITAMURA Chiaki¹, TERASHITA Masamichi²

【目的】

生活歯の窩洞形成によって生じる発熱は、象牙質-歯髄複合体に傷害を及ぼす重要な因子のひとつである。熱刺激が過剰であれば歯髄は重篤な炎症へと陥り、その結果歯髄壊死に至る。歯科臨床における歯髄保存の重要性は広く知られており、歯髄への熱刺激による影響とその後の創傷治癒・再生機構を解明することは臨床上有意義である。今回、我々は通常培養条件下（10%ウシ胎仔血清:FBS 含有培地）および浸潤麻酔による血流量低下を想定した栄養条件下（1%FBS 含有培地）で象牙芽細胞の特徴を有するラット下顎切歯歯髄組織由来細胞株（KN-3 細胞）に熱刺激を加え、細胞生存能・増殖能、石灰化能、および炎症応答能について検討した。

【材料と方法】

KN-3 細胞を 9.0×10^3 cell/cm² の密度で各細胞培養容器に播種し、10%または1%のFBS添加培地(a-MEM)を用いて37℃、5% CO₂条件下で24時間培養後、43℃、45分間の熱刺激を加えた。刺激後12時間、1、3および7日後における細胞の形態観察、細胞増殖能の変化(MTS assay)、アルカリホスファターゼ(ALP)活性の変化(p-ニトロフェニルリン酸基質法)について確認するとともにアポトーシス様細胞の検出(TUNEL assay)を行った。また刺激直後から3、6、12時間、1日および3日後においてRT-PCR法により熱ショックタンパク(HSP25)、炎症性メディエーター(IL-6、TNF- α 、Cox-2)、および象牙質形成に関与する遺伝子(Collagen-I、Runx2、DSPP)の発現を分析した。さらに熱刺激後、石灰化誘導培地中で培養したKN-3細胞の石灰化能をvon Kossa反応により確認した。

【結果】

<細胞生存能・増殖能への影響> 熱刺激により10%および1%FBS添加両群ともにKN-3細胞生存率は減少した。特に1%FBS添加群において細胞生存率減少は強く認められたが、両群において細胞生存率は回復しFBS濃度の影響は認められなかった。熱刺激12時間後には多くのTUNEL陽性細胞が認められ、細胞径の縮小や核の凝集・断片化といったアポトーシスの特徴を有する細胞が観察された。刺激後36時間では断片化した細胞を取り込んだ貪食細胞も観察された。

<石灰化能への影響> 象牙質形成に関与するCollagen-I、Runx2、DSPPは熱刺激の有無に関わらず発現しており、熱刺激、未刺激両群の間で有意差は認められなかった。ALP活性については熱刺激群で一過性に低値を示すものの時間経過とともに回復し、von Kossa染色では熱刺激3週、5週間後において両群間に差を認めなかった。また、KN-3細胞の石灰化能への熱刺激の影響に対しFBS濃度は影響を与えなかった。

<炎症応答能への影響> 熱刺激群においてHSP25、および炎症性メディエーターであるTNF- α 、IL-6、およびCox-2が刺激後3~6時間をピークとして発現し、刺激後3日目には発現が消失していた。

【考察】

熱刺激により、KN-3細胞には一過性の細胞数減少とアポトーシス様細胞が出現するが細胞増殖は回復すること、熱耐性に関与するHSP-25が発現すること、また、ALP活性は一過性に低下するものの時間経過とともに回復すること、Collagen-I、Runx2、DSPPを継続して発現すること、熱刺激後もvon Kossa陽性反応を示すことから、象牙芽細胞様細胞であるKN-3細胞には熱耐性を有し、栄養状態により影響を受けるものの熱刺激後生存した細胞は象牙芽細胞様細胞の特徴的性質を保持し続けることが示された。一方、象牙芽細胞様細胞は熱刺激に対してTNF- α 、IL-6、Cox-2を発現し、刺激後早期に炎症応答を示すことが示唆された。

【結論】

象牙芽細胞様細胞KN-3は耐熱性を有し、また熱刺激に対し炎症応答する。

リン酸カルシウムセメントは骨芽細胞に対して生体親和性を有する

日本大学歯学部保存学教室歯内療法学講座¹、生化学教室²、日本大学歯学部³日本大学歯学部総合歯学
研究所高度先端医療研究部門⁴、機能形態部門⁵、米国国立標準技術院パフフェンバーガー研究所⁶
○尾形英大¹、林 誠^{1,4}、津田啓方^{2,5}、鈴木直人^{2,5}、菅原明喜³、高木章三⁶、Laurence C.CHOW⁶、小木曾文内^{1,4}

Biocompatibility of calcium phosphate cement for osteoblast

Departments of Endodontics¹and Biochemistry², Division of Advanced Dental Treatment⁴, Division of
Functional Morphology⁵, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry³, ADA
Foundation Paffenbarger Research Center, National Institute of Standards and Technology⁶

○Hidehiro OGATA¹, Makoto HAYASHI^{1,4}, Hiromasa TSUDA^{2,5}, Naoto SUZUKI^{2,5},
Akiyoshi SUGAWARA³, Shozo TAKAGI⁶, Laurence C.CHOW⁶, Bunnai OGISO^{1,4}

【研究目的】

近年、Mineral Trioxide Aggregate (MTA) の臨床的有用性について多数の報告があり、歯内治療用セメントとして広く認知されている。そこで整形外科領域で骨補填材として使用されている自己硬化性リン酸カルシウムセメントに着目し、逆根管充填材、穿孔封鎖材ならびに直接覆髄剤などに応用できる新たな歯内治療用セメントとしての可能性について検討することを起案した。今回、演者らは骨芽細胞に対する間接的影響について本材と他の歯内治療用セメントと比較検討した。

【材料および方法】

供試材料として使用した自己硬化性リン酸カルシウムセメントは、粉末として Dicalcium Phosphate Anhydrous (CaHPO₄: DCPA) と Tetracalcium Phosphate (Ca₄(PO₄)₂O: TTCP) の組み合わせ (CPC)、ならびにα-Tricalcium Phosphate (α-Ca₃(PO₄)₂: α-TCP) と Calcium Carbonate (CaCO₃) の組み合わせ (N-CPC) の2種を使用した。これらの粉末は歯内治療時の使用を鑑みて、Glycerol にあらかじめ混和したペースト状として実験に供試した。対照材料として PRO ROOT MTA[®] (DENTSPLY) と Super EBA[™] (Bosworth Company) を使用した。細胞はラット骨肉腫由来の株化骨芽細胞 (ROS17/2.8) を用いて、24 穴 Insert Cell Culture 法を用いα-MEM にて培養した。すなわち lower chamber に 1.25×10⁵/well になるように ROS 細胞を播種し、upper chamber には直径 3mm、厚さ 0.5mm に調製した供試材料 (37℃、5%CO₂ 下にて 24 時間硬化) を静置させた。また供試材料を使用しなかったものをコントロールとした。

各材料群およびコントロールに対して、培養期間 3、5、7 および 9 日目において以下の測定をおこなった。

1. 位相差顕微鏡下での細胞形態の観察
2. Cell counting kit 8 を使用した細胞増殖の測定
3. p-ニトロフェニルリン酸を基質とした Alkaline Phosphatase Activity の測定 (ALPase activity)

【成績】

1. 細胞形態を観察したところ、すべての培養期間でコントロール、PRO ROOT MTA[®]、CPC、N-CPC に大きな違いは認められなかった。
2. 細胞増殖の測定では、コントロール、PRO ROOT MTA[®]、CPC、N-CPC では 7 日目をピークとする類似した細胞増殖を認めた。
3. ALPase activity の測定では、すべての培養期間で PRO ROOT MTA[®]、CPC、N-CPC に大きな違いは認められなかったが、コントロールより低い測定値であった。
4. Super EBA[™] ではすべての培養期間で生細胞をほとんど確認することができなかった。

【結論および考察】

以上の成績から、本実験に供試した自己硬化性リン酸カルシウムセメント 2 種は、骨芽細胞に対して PRO ROOT MTA[®] と同等な生体親和性を有するものと考えられた。しかしながら、ALPase activity がコントロールより低い測定値であったことから、培養液を介した溶出成分の骨芽細胞に与える生物的影響については、さらに検討を要すると考えられた。

破骨細胞形成に及ぼすニューロペプチドの影響

愛知学院大学歯学部歯内治療学講座¹、薬理学講座²

石塚 恭子^{1,2}、戸苺 彰史²、中村 洋¹

Modulation of osteoclastogenesis by neuropeptides

Departments of Endodontics¹ and Pharmacology², School of Dentistry,

Aichi-Gakuin University

Kyoko Ishizuka^{1,2}, Akifumi Togari², Hiroshi Nakamura¹

【研究目的】

根尖病変の成立過程を解明するとき、骨吸収および骨形成の機序を検索することは大変重要なことである。ヒト骨芽細胞および破骨細胞に交感神経および感覚神経の神経伝達物質の受容体や神経軸索を誘導する因子を認め、これら細胞による骨代謝制御に交感神経系および感覚神経系の関与を示唆している。さらに、神経細胞と骨芽細胞の共培養実験系において、神経細胞と骨芽細胞によるアドレナリン受容体を介した機能的な相互作用の存在を示し、交感神経細胞と骨芽細胞の間に直接的かつ機能的な繋がりを認めている。これらの知見は神経-骨形成ネットワークの存在を示唆している。

今回、我々は、交感神経系および感覚神経系の骨代謝に及ぼす相互作用を検討するため、マウス骨髄細胞において、アドレナリンβ作動薬であるイソプレナリン (Isp) により誘導された破骨細胞形成に及ぼす CGRP の影響を検討し、さらに RANKL および OPG への作用を解析することにより、その作用機構を検討した。さらに、破骨細胞の前駆細胞であるマクロファージ様細胞 RAW264.7 を用いて、ニューロペプチドの破骨細胞の分化に及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

1. マウス骨髄細胞に Isp (1 μM) を添加し破骨細胞を形成させた。同時に CGRP を添加し、7日間培養後、TRAP 染色を行い、TRAP 陽性多核細胞 (3核以上) を計数した。さらに、dentin slice 上で吸収窩を観察した。
2. マウス骨髄細胞を Isp および CGRP 処理後、2, 4 および 7 日後において誘導された溶解細胞中の RANKL および培養液上清中の OPG のタンパク量を ELISA 法にて測定した。
3. RAW264.7 に RANKL (100 ng/ml) を添加し破骨細胞を形成させた。同時にニューロペプチドを添加し、7日間培養後、TRAP 染色を行い、TRAP 陽性多核細胞 (3核以上) を計数した。さらに、dentin slice 上で吸収窩を観察した。
4. AGPC 法を用いて RAW264.7 より RNA を抽出した。RT-PCR 法にて破骨細胞形成に関連する mRNA の発現を解析した。

【成績】

1. Isp は骨吸収活性を有する TRAP 陽性多核細胞形成を著しく促進した。
2. Isp は RANKL 産生促進および OPG 産生抑制により、破骨細胞形成を促進した。また、CGRP は Isp による RANKL 産生促進および OPG 産生抑制に影響を及ぼさなかった。
3. RAW264.7 の s-RANKL 処理は、骨吸収活性を有する破骨細胞形成を促進した。
4. RAW264.7 は、ニューロペプチドに対する受容体を発現していた。

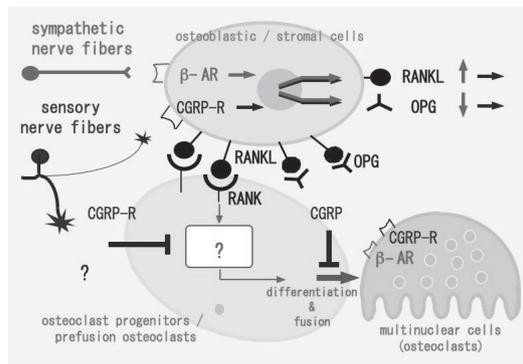
【考察】

交感神経刺激による破骨細胞形成に対し、感覚神経刺激が直接的に前駆破骨細胞に抑制的影響を及ぼしている可能性を示した。

RAW264.7 の s-RANKL 処理は、骨吸収活性を有する破骨細胞形成を促進した。また、RAW264.7 はニューロペプチドに対する受容体を発現していた。CGRP は s-RANKL による破骨細胞の形成および骨吸収活性の促進を有意に抑制した。

【結論】

破骨細胞形成に対し、CGRP 由来の感覚神経刺激が直接的に前駆破骨細胞に抑制的影響を及ぼしていることを示し、この CGRP の作用機構を探る上で RAW264.7 の s-RANKL 処理が有用なモデルであることを示した。



ヒト歯根膜由来細胞に対する試作 S-PRG フィラー含有根管充填用シーラーの 炎症性サイトカインおよびOPG, RANKL mRNA発現誘導能

大阪歯科大学口腔治療学講座
○至田 宗泰 稲本 雄之 馬場 忠彦 林 宏行

Induction of Proinflammatory Cytokines, OPG and RANKL mRNA Expression of newly developed root canal sealer containing S-PRG filler on Human Periodontal Ligament cells

Department of Endodontics, Osaka Dental University
OSHIDA Muneyasu, INAMOTO Takeshi, BABA Tadahiko, HAYASHI Hiroyuki

【緒言】

試作 S-PRG フィラー含有根管充填用シーラー (松風 以下 FS) は、酸反応性フッ素含有ガラスとポリアクリル酸を水の存在下で反応させ、ガラス表面に安定化したガラスアイオノマー相を形成させた新素材のフィラーを配合し、フッ素徐放による歯質強化作用や抗菌性を期待したシーラーとして開発された。今回、FS を歯根膜由来細胞 (以下 HPLC) に作用させ、炎症および骨吸収に関連する遺伝子発現を定量し、HPLC に対する FS の直接的な影響に関して酸化亜鉛ユージノール系シーラーであるエンドシーラー (ネオ製薬 以下 ES) と比較検討した。

【材料および方法】

HPLC : 矯正治療のために便宜抜去された小臼歯から歯根膜組織を採取して 10%FBS 含有 D-MEM (GIBCO BRL, USA) にて 37°C、5%CO₂ 条件下で培養し、遊離してきた細胞を 5~6 代継代したものをを用いた。なお、歯根膜の採取は大阪歯科大学医の倫理規定に従って行った。被験材料の培地への溶出:FS および ES をメーカーの指示通りに練和して 6 等分し、6 穴マルチウェルプレートの底面に均一に塗布した。各シーラーの練和直後 (以下 FS-imme. と ES-imme.) あるいは 37°C、相対湿度 100% の条件で 4 時間硬化後 (以下 FS-4hr. と ES-4hr.) に、各プレートに D-MEM 4ml を加え 24 時間放置して培地中に被験材料成分を溶出させ、これを 0.2 μm フィルターで濾過滅菌したものを溶出液とした。ターゲット遺伝子発現: 6 穴マルチウェルプレートに HPLC を播種してコンフルエントになるまで培養した。その後培地を被験材料成分溶出液 2ml と交換してさらに 6 時間の培養を行った。なお、培地を D-MEM と交換したものをネガティブコントロール、培地を D-MEM 2ml と交換して Recombinant Human Interleukin-1β (以下 rhIL-1β) 溶液 (10ng/μl) を 2 μl 添加したもの (10ng/ml) をポジティブコントロールとした。培養後、細胞から tRNA を抽出し IL-1β、IL-6、TNF-α、OPG および RANKL の mRNA 発現について Real Time RT-PCR を行った。遺伝子発現の定量は、ネガティブコントロールの遺伝子発現率を 1 としたときの各実験群における遺伝子相対発現率を $\Delta\Delta Ct$ 法で算出した。有意差検定は、各サンプル間の ΔCt 値で student's t-test (n=6) による比較を行った

【結果および考察】

FS では、FS-imme. および FS-4hr の両方において TNF-α mRNA 発現がネガティブコントロールに比較して有意に増加していたが、IL-1β および IL-6 mRNA 発現の増加は認められなかった。ES-4hr. では、TNF-α と IL-6 の mRNA 発現がネガティブコントロールに比較して有意に増加しており、TNF-α では FS-4hr. との間に有意差を認めなかったが IL-6 では FS-4hr. との間にも有意差を認めた。IL-6 の発現が ES-4hr. のみに認められたことは今回 FS と ES の唯一の相違点であり、硬化後の起炎性に関して FS が ES よりやや低いと考えられる。rhIL-1β 刺激では、IL-1β、IL-6、TNF-α および OPG で著しい増加が認められたが、RANKL mRNA の増加は認められなかった。FS-imme.、FS-4hr. および ES-4hr. において、OPG、RANKL mRNA の増加は認められなかった。このことから HPLC は rhIL-1β による骨吸収には抵抗性を示したが、FS-imme.、FS-4hr. および ES-4hr. による刺激は OPG を誘導するほどのものではなかったと考えられる。

【結論】

試作 S-PRG フィラー含有根管充填用シーラーは、わずかに直接的な起炎性を示し、その程度は初期硬化後において酸化亜鉛ユージノール系シーラーに比較してやや低いものであること、およびその刺激は直接、骨吸収に影響するものではないことが示唆された。

水酸化カルシウム直接覆髄後の硬組織形成過程 —ラット臼歯を用いた免疫組織化学的研究—

新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 う蝕学分野
○鞍立桃子、吉羽邦彦、重谷佳見、吉羽永子、興地隆史

Reparative dentinogenesis in rat molars after direct pulp capping with calcium hydroxide : an immunohistochemical study

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

○KURATATE Momoko, YOSHIBA Kunihiro, SHIGETANI Yoshimi, YOSHIBA Nagako, OKIJI Takashi

【研究目的】 水酸化カルシウムは直接覆髄材として従来より広く用いられており、露髄面に応用すると被蓋硬組織の形成による治癒を誘導する事が知られているがそのメカニズムは未だ完全に解明されてはいない。一方、演者らは Mineral Trioxide Aggregate (MTA) によるラット臼歯の直接覆髄後の修復過程を観察し、露髄面周辺で細胞の増殖活性が亢進した後に象牙芽細胞様細胞が配列し、被蓋硬組織が形成されることを報告した¹⁾。MTA はその硬化の過程で水酸化カルシウムを放出することが知られており、これが MTA の硬組織誘導作用の主体であることが強く示唆される。

本研究では、水酸化カルシウムによる直接覆髄後の硬組織形成過程で営まれる細胞あるいは基質タンパクの挙動の一端を追究することを目的として、象牙芽細胞に発現する中間径フィラメントである nestin、および基質の石灰化に関与する非コラーゲン性タンパクの osteopontin の局在の経時的変化について、免疫組織化学的検索を行った。

【実験方法】 実験動物として8週齢 Wistar 系雄性ラットを用いた。全身麻酔下で上顎第一臼歯を#1 ラウンドカーバイドバー (直径 0.8mm) で咬合面より露髄させ、洗浄・止血後、水酸化カルシウムによる直接覆髄処置を施した。窩洞は光硬化型ガラスイオノマーセメント (Vitrebond, 3M) 充填を行った後に、フロアブルレジンで被覆した。観察期間は術後 1、3、5、7、14 日とし、観察期間経過後に 4%パラホルムアルデヒドで灌流固定を行い、上顎骨を採取し 10%EDTA にて脱灰後、通法に従いパラフィン切片を作製した。H-E 染色による組織学的観察ならびに抗 nestin、抗 osteopontin 抗体を用いた酵素抗体法 (間接法) による免疫染色を行い、光学顕微鏡で観察を行った。

【結果】 術後 1 日で覆髄部直下に変性層が認められ、その下層に軽度の炎症性細胞浸潤が観察された。3 日例では露髄部近傍の一部で円柱状の細胞配列が確認され、5 日例では覆髄部直下に線維性基質形成が観察された。7 日後には薄い被蓋硬組織が形成され、さらに 14 日後では細管構造を示す象牙質様基質が認められた。

Nestin 陽性細胞は術後 3 日より変性層下に出現し、5 日後では線維性基質直下に配列するとともに、その下層にも分布していた。7 日、14 日後では被蓋硬組織直下に nestin 陽性の象牙芽細胞様細胞が配列して観察された。一方、osteopontin の反応は 1 日後から歯髄変性層直下に認められ、5 日後では線維性基質とほぼ一致して強い反応が確認された。また 7 日、14 日後では被蓋硬組織の表層に陽性反応が認められたが、細管を有する象牙質様基質では反応が観察されなかった。

【考察】 本研究で得られた結果は、演者らがすでに報告した MTA に対する反応¹⁾と概ね一致していた。従って、水酸化カルシウムと MTA の惹起する反応はいずれも歯髄が生来備える創傷治癒過程を主として反映したものであること、および osteopontin はその過程の発動に何らかの役割を果たしていることが示唆された。

【結論】 水酸化カルシウムによる直接覆髄後の修復過程は、その初期に歯髄表層に osteopontin が沈着、ついで nestin 陽性の新生象牙芽細胞様細胞が出現して被蓋硬組織形成が生じることが示された。

【参考文献】

1) Kuratate M et al.: Immunohistochemical analysis of nestin, osteopontin, and proliferating cells in the reparative process of exposed dental pulp capped with mineral trioxide aggregate, J Endod 34(8), 970-974, 2008.

【謝辞】 本研究の遂行にあたり、ご協力いただきました新潟大学大学院医歯学総合研究科 硬組織形態学分野 大島 勇人教授に深謝いたします。

LED 照射によるラット歯髄の硬組織形成促進効果について

1. 日本大学松戸歯学部歯内療法学講座, 2. 日本大学松戸歯学部小児歯科学講座, 3. モリタ製作所

- 高橋知多香¹, 和田陽子¹, 松井智¹, 臼井朗², 荒井清司², 高瀬俊彦¹, 細谷史規¹, 的場一成³, 辻本恭久¹, 前田隆秀², 松島潔¹

Stimulatory effect of LED irradiation on mineralization ability of rat dental pulp

1. Department of Endodontics, Nihon University School of Dentistry at Matsudo
2. Department of Pediatric Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo
3. J.MORITA MFG.CORP.

○Takahashi Chitaka¹, Wada Yoko¹, Matsui Satoshi¹, Usui Akira², Arai Kiyoshi², Takase Toshihiko¹, Hosoya Shiki¹, Matoba Kazunari³, Tsujimoto Yasuhisa¹, Maeda Takahide², Matsushima Kiyoshi¹

【目的】

現在、う蝕や外傷などにより歯髄が露出した場合、薬剤などで直接歯髄を被覆することによって創面を保護し、歯髄への傷害を最小限にし、修復象牙質の被蓋により歯髄を保存する覆髄法が多く行われている。しかしながら、各種刺激に敏感となっている歯髄の炎症を鎮め、症状をなくし、歯髄本来の機能を回復、維持させることが困難になり、抜髄処置になることも少なくない。歯髄は、痛覚の維持、持続的な象牙質形成、外来刺激に対する象牙細管内の防御、免疫機構の発現などの働きがあるため、可能な限り歯髄は保存する治療の方針をとるべきである。つまり、歯髄の炎症を鎮め、硬組織形成の促進を促す治療法が必要である。我々は今までに 810 nm の半導体レーザー照射および 405 nm の LED 照射による硬組織形成促進効果を、細胞レベルで研究を行い、その有用性を報告してきた。本研究では、細胞レベルで術者の安全性や誤照射などの危険性の少ない可視光領域の 405 nm の LED に着目し、露髄させたラット歯髄に 405 nm の LED 照射を行い、光線力学的療法による硬組織形成促進効果について検討を行った。

【材料および方法】

実験には生後 3 週齢の Wistar 系のラットを搬入後、予備飼育期間を 2 週間とした、生後 5 週齢のラットに、塩酸ケタミン (90mg/kg) と塩酸キシラジン(10mg/kg)になるように生理食塩水にて希釈後腹腔内注射にて麻酔を行った。なお、本実験は本学動物実験倫理規定に従った (動物倫理委員会 承認番号: 08-0038 号)。ラットを固定台に固定した後、ラウンドバーを使用して両側第一臼歯 (M1) の露髄処置を行った。露髄面にカルボキシレートセメントならびに光重合型レジンにて修復処置を行ったものをコントロール群、露髄面に 40 秒間 405 nm の LED 照射を行い、カルボキシレートセメントならびに光重合型レジンにて修復処置を行ったものを LED 群とした。露髄処置後、1 週後、2 週後、4 週後に micro-CT 撮影しコントロール群と LED 群の比較を行った。なお micro-CT による撮影は、放射線被曝の影響を最小とするため 17 秒で行った。次に露髄処置 4 週後における病理組織学的検討を行うため、塩酸ケタミンと塩酸キシラジンを生理食塩水にて希釈後腹腔内注射にて麻酔後、灌流固定を行い採取した組織を、10%中性緩衝ホルマリンにて固定、脱水、包埋し、研磨標本を作製しヘマトキシリン-エオジン染色を施し病理組織学的検討を行った。

【結果および考察】

micro-CT にて露髄部を、コントロール群と LED 群で比較すると、LED 群の方が露髄部に low density なエックス線不透過像の幅の充進が認められた。

また、露髄処置後 4 週後のヘマトキシリン-エオジン染色でコントロール群と LED 群を比較すると、LED 群では露髄面に象牙質様硬組織が形成されているのが確認出来た。

405 nm の LED を用いてラット歯髄の硬組織形成能におよぼす影響を検討した結果、コントロール群と比較し、LED 群の方が、硬組織形成量の増加が認められた。

これらの結果から、405 nm の LED 照射を行うことで、歯髄露髄面における硬組織形成の促進に有用である可能性が示唆された。

実験的歯髄炎に伴うラット脳幹内抗原提示細胞関連分子 mRNA 発現の亢進

- 1 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 摂食機能保存学講座 歯髄生物学分野
- 2 グローバル COE プログラム; 歯と骨の分子疾患科学の国際教育拠点
- 3 東京医科歯科大学歯学部附属病院 総合診療科 クリーンルーム 歯科外来
- 4 新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 歯蝕学分野

○ 河村 隼^{1,2}, 金子友厚¹, チョックチャナチャイサクン ウライワン¹, 砂川光宏^{1,3}, 金子実弘¹, 興地隆史⁴, 須田英明¹

Experimentally Induced Tooth Pulp Inflammation Causes Up-regulation of Antigen Presenting Cell-Related Molecule mRNAs in the Rat Brain-stem

1 Pulp Biology and Endodontics, Department of Restorative Sciences, Graduate School, 2 Global Center of Excellence (GCOE) Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases, 3 Clean Room, University Hospital, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University,

4 Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○ KAWAMURA Jun^{1,2}, KANEKO Tomoatsu¹, CHOKECHANACHAISAKUL Uraivan¹, SUNAKAWA Mitsuhiro^{1,3}, KANEKO Mitsuhiro¹, OKIJI Takashi⁴, SUDA Hideaki¹

(目的) ミクログリアを主体とするグリア細胞群は、中枢神経系における抗原提示細胞関連分子 (Major histocompatibility complex (MHC) class II 分子、CD80 など) 発現細胞として知られており、神経病理学的な病態下において抗原提示細胞として機能すると考えられている。しかし、歯髄神経の興奮に反応して、脳幹におけるグリア細胞が抗原提示細胞として活性化するか否かに関する報告はいまだなされていない。そこで本研究は、mustard oil (MO, allyl isothiocyanate) 歯髄刺激により誘発された実験的歯髄炎時の歯髄神経の興奮に反応して、脳幹におけるグリア細胞群が活性化し、抗原提示細胞として機能する可能性を分子生物学的に検索することを目的とした。

(方法) pentobarbital sodium にて麻酔を施したSD系雄性ラット (体重: 約 300g, 9-10W) を実験動物として用いた。上顎左側第一臼歯に点状露髄を示す小窩洞を形成したのち、歯髄神経を興奮させるために細神経興奮性物質かつ起炎性物質である MO (0.5 μl) を滅菌ペーパーポイントの薄片に浸漬し、この窩洞内に適用した。その後、動物を 10, 20, 30 及び 60 分後に断頭屠殺したのち、両側の視床組織 (各 n=3) を摘出し、それぞれ RNA 保存液中に浸漬した。次いで、これらの組織から RNA 抽出を行い、抗原提示細胞関連分子である MHC class II 分子、CD80、および CD86 の mRNA を対象とした RT-PCR 法による分析を実施した。なお、MO による歯髄化学刺激の対照として、非窩洞形成動物 (n=3) を用いた。

(結果) MO 適用歯髄と対側の右側視床における MHC class II 分子、CD80、および CD86 の mRNA 上昇は、MO 歯髄刺激後 10 分から認められ、MO 適用後 60 分までその発現は増加した。一方、MO 適用歯髄と同側の左側視床および非窩洞形成動物では mRNA の明らかな上昇は認められなかった。

(考察) 本研究では、MO 刺激により誘発された歯髄神経の興奮に反応して、中枢神経系のグリア細胞において抗原提示細胞関連分子の発現亢進が生じることが示された。グリア細胞はミクログリアやアストロサイトを主たる構成要素とする細胞群であるが、特にミクログリアはマクローファージ様の細胞で、神経病理学的刺激により様々な表現型を変化することが知られている。本報告は、歯髄炎の誘発に反応して生じるニューロン・グリア間相互作用により、グリア細胞が短時間のうちに抗原提示細胞として活性化される可能性を示唆するものである。

(結論) MO 刺激による実験的歯髄炎誘発ラットモデルにおいて、視床内のグリア細胞における抗原提示細胞関連分子の発現亢進が歯髄刺激後短時間のうちに生じることが確認された。

露髄によって実験的に惹起させたラット臼歯根分岐部歯根膜の炎症部における Toll 様受容体 mRNA 発現のトル亢進

1 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 摂食機能保存学講座 歯髄生物学分野

2 グローバル COE プログラム; 歯と骨の分子疾患科学の国際教育拠点

3 東京医科歯科大学歯学部附属病院 総合診療科 クリーンルーム歯科外来

4 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野

○ チョックチャナチャイサクン ウライワン¹, 金子友厚¹, 河村 隼^{1,2}, 興地隆史⁴,
砂川光宏^{1,3}, 金子実弘¹, 須田英明¹

Increased expression of Toll-like receptor mRNAs in experimentally induced furcal inflammation
of rat molars following the tooth pulp exposure

1 Pulp Biology and Endodontics, Department of Restorative Sciences, Graduate School,

2 Global Center of Excellence (GCOE) Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases,

3 Clean Room, University Hospital, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University,

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

○ CHOKECHANACHAISAKUL Uraivan¹, KANEKO Tomoatsu¹, KAWAMURA Jun^{1,2}, OKIJI Takashi⁴,
SUNAKAWA Mitsuhiro^{1,3}, KANEKO Mitsuhiro¹, SUDA Hideaki¹

[Objective] Infection of the pulp chamber may cause inflammation and concomitant bone resorption in the furcal region. In order to address molecular mechanisms underlying the development of such pathology, we generated pulp infection-induced furcal inflammation in rat molars and measured the expression levels of Toll-like receptor (TLR) mRNAs by means of real-time PCR.

[Materials and Methods] Seven-week-old male Wistar rats were divided into three groups (n = 7, each). In Group I, lower first molars were pulp-exposed at the occlusal surface and sealed immediately with a temporary restorative material (Cavition, GC). In Group II, lower first molars were pulp-exposed similarly and left unsealed. Group III comprised of normal rats. One day after the exposure, the animals were sacrificed and perfused. Following demineralization, tissue sections were prepared and mounted on glass foiled pen slides. The periodontal ligament (PDL) of the furcal region was dissected and collected using a laser capture microdissection microscope. Total RNA was then extracted and real-time PCR for TLR-2 and -4 was performed according to a previously reported protocol (Kaneko *et al.*: Jpn J Conserv Dent vol51, 502-7, 2008).

[Results] In Group II, the expression levels of TLR-2 and TLR-4 mRNAs showed significant increases compared with Group III. In Group I, however, the expression levels of both TLRs did not show any significant increase compared with Group III.

[Discussion] Although recent studies have demonstrated that TLR-2 and -4 are up-regulated in the early stage of inflammation triggered by bacterial infection in the dental pulp, the role of TLRs in immunity of the PDL is obscure. This analysis demonstrated that pulpal pathogens originating from oral flora give rise to induce immediate up-regulation of TLR-2 and -4 in the PDL of the furcal region, most probably due to spread of infection through accessory canals and/or dentinal tubules. TLR-4 is a pattern recognition receptor that detects lipopolysaccharides (LPS) on Gram-negative bacteria and thus important for the activation of the innate immune system. TLR4 is predominantly expressed on macrophages, dendritic cells, and endothelial cells. Those TLR-mediated immune responses may play an important role in the initiation of furcation lesions of endodontic origin.

[Conclusions] Unsealed pulp exposure of rat molars causes immediate upregulation of TLR-2 and -4 mRNAs in the PDL of the furcal region.

ビスフォスフォネート製剤投与ラットにおける顎骨壊死誘導モデルの作成 —ラマン分光分析による下顎骨解析—

神奈川歯科大学 口腔治療学講座 歯内療法学分野¹
神奈川歯科大学 生体機能学講座 生化学・分子生物学分野²

○渡部弘隆¹ 武藤徳子¹ 高垣裕子² 石井信之¹

Analysis of a rat model of bisphosphonate associated osteonecrosis of jaw(ONJ)

Department of Oral Medicine, Division of Endodontics, Kanagawa Dental College¹

Department of Functional Biology, Division of Biochemistry and Molecular Biology, Kanagawa Dental College²

WATABE Hirotaka¹, MUTO Noriko¹, TAKAGAKI Yuko², TANI-ISHII Nobuyuki¹

【研究目的】

ビスフォスフォネート (BP) は、ハイドロキシアパタイトへの親和性と破骨細胞の分化及び機能の抑制により骨吸収を阻害することから、ページェット病や高カルシウム血症、悪性腫瘍の骨転移防止および骨粗鬆症による骨折予防の目的で広く用いられている。BP 服用患者の歯科治療時に BP 誘発性の顎骨壊死 (ONJ) が 2002 年に米国で初めて報告されて以来、ONJ 発症患者は毎年増加傾向を示しているが、ONJ の発生機序、予防法、治療方法は明確になっていない。BP 服用患者に対する抜歯やインプラント処置などの外科処置を避けることが推奨されており、代わって歯科保存処置の有用性が注目されている。

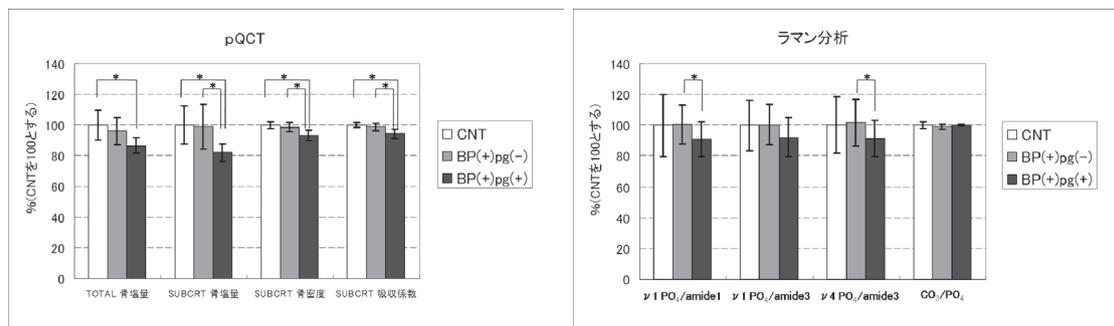
本研究では BP による ONJ の発症メカニズムを解析する目的で、ONJ 誘発ラットモデル作製を試みると共に BP 投与後の皮質骨変化について検討した。

【材料および方法】

雌の 4 週齢 Wistar 系ラットに対してアレンドロネート (ALN) 5mg/kg を 8 週間、週 3 回隔日経口投与した。ALN 投与後、*P. gingivalis* 33277 株 (1012CFU/ml in PBS+5%carboxymethylcellulose) 混合液 0.5ml を 2 週間、同様に口腔内に接種した。投与終了後、ラットを安楽死させて下顎骨を採取した。採取した下顎骨は、末梢骨定量的 CT 法 (pQCT) にて骨量測定、共焦点顕微レーザーラマン分光装置 (Nicolet Almega XR) を用いた分光分析法にて骨質の解析を行った。実験群とコントロール群を比較し、得られたデータは一元配置分散分析ならびに多重比較を用い、有意水準 5% にて統計学的検定を行った。

【結果および考察】

pQCT およびラマン分光分析の結果を以下の図に示す。



pQCT の測定結果では BP 投与細菌接種群の皮質骨の総骨塩量、SUBCRT (海綿骨骨密度領域を除いた値) 骨塩量、SUBCRT 骨密度、SUBCRT 吸収係数が CNT 群に対して有意差を示し、総骨塩量を除いては BP 投与非接種群に対しても有意差を示した。ラマン分析の結果においては、BP 投与細菌接種群が BP 投与非接種群に対してミネラル/マトリックス比の有意な減少を示した。結晶構造の質を反映する CO₃/PO₄ 比に変化は認められなかった。

得られた結果より、BP 服用下での細菌感染が骨量低下および骨質の劣化をもたらすことが考えられる。

【結論】

本研究の結果から、ALN の経口投与、*P. gingivalis* 33277 株混合液の口腔内接種を行うことにより、ONJ 誘発ラットモデルが作製されたこと、BP 誘発性 ONJ の発生機序には口腔内細菌の関与が重要であることが示された。

加熱軟化根管充填 Obtura II におけるガッタパーチャとレジン系シーラーの 根尖封鎖性に関する研究

神奈川県立歯科大学 口腔治療学講座 歯内療法学分野

○平嶺 倫子、大浜 美穂、徳永 幸世、三橋 晃、永井 旺介、石井 信之

The sealing ability of AH plus jet and Epiphany to gutta-percha by thermoplastic obturation.

Division of Endodontics, Department of Oral Medicine, Kanagawa Dental College

○Hiramane Michiko, Ohama Miho, Tokunaga Sachiyo, Mitsuhashi Akira, Nagai Ohsuke, Tani-Ishii Nobuyuki

【研究目的】根管充填材と根管充填用シーラー（シーラー）の併用は、三次元の根管系を緊密に封鎖して根尖歯周組織を健康に維持するために必要不可欠であると考えられている。シーラーは種々の材質のものが開発されているが、いずれも硬化時の収縮や溶解性などにより、完全な根尖封鎖性が得られないのが現状である。近年、接着性レジン系シーラーが開発され、根管壁及び根管充填材料までが一体化し monoblock を形成することによって緊密な封鎖性が期待されている。本研究は、ガンタイプ加熱根管充填器具 Obtura II を使用して、接着性レジン系シーラーの Epiphany と AH plus jet を使用し根管充填を行い、根管充填材料の根尖到達度及び根尖封鎖性について検討を行うと共に操作性についても検討した。

【材料および方法】供試模型は、プラスチック透明根管模型（THERMAFIL TRAINING BLOC : DENTSPLY）72 根管を使用した。供試根管模型は、Pro Taper F1 ファイル形成時の最終根管形態を示し、根尖部テーパー7%、根尖孔径 0.2mm、根管長 16.8mm に規格化されている。供試根管模型を 2 群に分類し、Group1 はガッタパーチャと Epiphany (PENTRON Japan INC.)、Group2 はガッタパーチャと AH plus jet (DENTSPLY) の組み合わせでそれぞれ 36 根管ずつ Obtura II (Obtura 社) を用いて根管充填を行った。Obtura II は、アプリーケーターニードル 25G (外径 0.51mm) を装着して温度 200℃ に設定した。シーラーは、ペーパーポイントで薄くフィルム状に根管壁に塗布した。アプリーケーターニードルは、根尖孔から 5.8mm の位置まで挿入してダウンパッキングとバックパッキングの 2 回法にて根管充填を行った。根管充填後、根管模型は 37℃、湿度 100% の恒温槽に 1 週間保存した。

1) 根管充填到達度の測定：キーエンス社製デジタルマイクロスコープ VH7000 を使用して 50 倍の倍率で根管充填剤の根尖部到達距離を測定した。

2) 根尖封鎖性の解析：根管模型を墨汁に 48 時間浸漬した後、キーエンス社製デジタルマイクロスコープ VH7000 を使用して 50 倍の倍率で墨汁の浸透を測定した。

3) ガッタパーチャ充填率：根尖から 5mm, 3mm, 1mm の位置で歯根を切断し、根管横断面に占めるガッタパーチャの占有面積は、キーエンス社製デジタルマイクロスコープ VH7000 を使用して 175 倍の倍率で測定し占有比率を算定した。

【結果】1) 根管充填到達度の測定：Epiphany 群、AH plus jet 群ともに、供試根管すべてに根管充填材が根尖孔まで到達していた。

2) 根尖封鎖性の解析：Epiphany 群、AH plus jet 群ともに根尖孔からの墨汁浸透距離は、すべて 0mm であった。

3) ガッタパーチャ充填率：Epiphany 群 AH plus jet 群の両群とも根尖方向に近づくに従い、シーラーの占有率が増加した。

根管内の GP 占有率 (%)

	5mm	3mm	1mm
Epiphany	97.7%	94.0%	83.1%
AH plus jet	94.2%	94.0%	84.5%

【考察及び結論】Pro Taper によって形成された 7%テーパの根管に対して Epiphany 及び AH plus jet を応用した加熱軟化根管充填は、根管充填材が根尖まで完全に到達した。接着性レジン系シーラーは根管充填到達度及び根尖封鎖性ともに優れた成績を示したことから、臨床応用に有効であることが示された。

加熱軟化根管充填 Hot Shot におけるレジロンとレジン系シーラーの 根尖封鎖性に関する研究

神奈川県立歯科大学 口腔治療学講座 歯内療法学分野

○榎本 光夫, 上田 剛史, 上島 茂明, 三橋 晃, 永井 旺介, 石井 信之

The sealing ability of AH plus jet and Epiphany to Resilon by thermoplastic obturation

Division of Endodontics, Department of Oral Medicine, Kanagawa Dental College

○Enomoto Mitsuo, Ueda Takeshi, Ueshima Shigeaki, Mitsuhashi Akira, Nagai Ohsuke, Tani-Ishii Nobuyuki

【研究目的】 近年、ポリエステルポリマーをベースとした根管充填材と接着性レジン系シーラーが開発され、アメリカを中心に臨床応用されている。接着性レジン系シーラーは根管壁と根管充填材レジロンの両方を一体化し monoblock を形成することによって、緊密な根尖封鎖性が期待されている。本研究の目的は加熱軟化性を有する根管充填材レジロンとガッタパーチャに接着性レジン系シーラーを使用して加熱軟化根管充填を行い、充填材料の根尖到達度及び根尖封鎖性について検討を行った。

【材料及び方法】 供試根管模型として、Jタイプ規格根管模型 THERMAFIL TRAINING BLOC(DENTSPLY) 96 根管を使用した。供試根管をそれぞれ 24 本ずつの 4 群に分け、Group1 はレジロン(Pentron)と Epiphany(Pentron)、Group2 はレジロンと AH plus jet(DENTSPLY)、Group3 はガッタパーチャと Epiphany、Group4 はガッタパーチャと AH plus jet の組み合わせで根管充填を行った。根管充填にはガンタイプ加熱根管充填器 HotShot (DISCUS 社) を使用した。根管充填術式は各シーラーをペーパーポイントで根管壁に塗布した後、HotShot にアプリケーションニードル 25G を装着し、レジロン根充時の温度設定は 150°C、GP 根充時の温度設定は 180°C で根管充填を行った。根管充填後、根管模型は 37°C、湿度 100% の恒温槽に 1 週間保存した。

- 1) 根管充填到達度の測定；キーエンス社製デジタルマイクロスコープ V H 7000 を使用して 50 倍の倍率で根管充填材の根尖到達距離を測定した。
- 2) 根尖封鎖性の解析；根管模型を墨汁に 48 時間浸漬した後、キーエンス社製デジタルマイクロスコープ V H 7000 を使用して 50 倍の倍率で根尖孔からの墨汁浸透距離を測定した。
- 3) 根管充填材充填率；根尖から 5mm, 3mm, 1mm の位置で歯根を切断し、根管横断面に占めるガッタパーチャの占有面積をキーエンス社製デジタルマイクロスコープ V H 7000 を使用して 175 倍の倍率で測定し、占有比率を算定した。

- 【結果】 1) 根管充填到達度の測定；Group1, Group2, Group3 および Group4 の全ての根管において根管充填材が根尖孔まで完全に到達していた。
- 2) 根尖封鎖性の解析；ガッタパーチャと Epiphany の Group3 群において 1 根管に墨汁浸透(0.44mm)が認められたが、他の Group では墨汁の浸透は全く認められなかった。Group3 と他の Group 間には統計学有意差は認められなかった。(Chi Square test , $p < 0.05$)
- 3) 根管充填材充填率；根尖孔より 5mm, 3mm, 1mm の順で測定部位を設定し以下の表のような結果を得た。

	根管充填材の占有率 (%)		
	5mm	3mm	1mm
Group1,	97.3%	96.4%	91.3%
Group2	98.1%	97.6%	91.6%
Group3	98.9%	96.8%	95.9%
Group4	97.7%	97.1%	90.9%

【考察及び結論】

接着性レジン系シーラーの Epiphany と AH plus jet は使用する根管充填材がガッタパーチャ、およびレジロンにかかわらず、優れた根管充填到達度と根尖封鎖性を示した。さらに、ガンタイプ根管充填器 HotShot による加熱根管充填においても根尖部まで根管充填材が緊密に到達することが明らかになったことから、接着性レジンを使用した根管充填は臨床応用が有効であることが示された。

セルフエッチングタイプレジン系根管用シーラーに関する研究
—硬化体の表面性状、根管壁処理面、接着界面および根管封鎖性の観察—
新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野

韓 臨麟、興地隆史

Scanning electron microscopic and coronal leakage evaluation
of self-adhesive resin-based root canal sealers

Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

HAN Linlin, OKIJI Takashi

研究目的

近年、根管壁の前処理を要しない種々のレジン系根管用シーラーが開発され、根管封鎖性の向上に寄与することが期待されている。本研究ではこれらのシーラーについて根管封鎖性や根管壁との接着に関わる諸性質の検証を行った。

材料および方法

被験レジン系シーラーとして AH Plus と AH Plus Jet (Dentsply DeTrey, Germany), Epiphany SE (Pentron, U.S.A.) および MetaSEAL (Parkell INE, U.S.A.) を、また、対照として酸化亜鉛非ユージノール系シーラーのチャンネル N (昭和薬品化工) の計 5 種を用いて、以下の検討を行った。

1. 各種根管用シーラー硬化試片の表面構造観察

各シーラーの円盤状硬化試片を作製し、湿度 100%、37℃の恒温環境に 7 日間保管したのち、ダイヤモンド研磨円盤で試片の表面研磨を行った後、走査型電子顕微鏡にて試片表面の微細構造的観察を行った

2. 根管壁象牙質面処理能力の検証

歯冠部を切り落としたヒト抜去歯の歯根部を 40 号 (テーパー6%) まで根管の拡大、形成を行った。NaClO による根管洗浄後、根管を長軸に沿って二分割した。その後、各シーラーを根管壁面に塗布し、5 分間経過後に、シーラーを慎重に取り除き、さらにアセトン中で 1 分間超音波洗浄を行った。次いで、根管上部、中央部、根尖部各 1/3 における任意の部位について、SEM により観察を行った。

3. 各シーラーと根管壁接着界面の微細構造観察

実験 2 と同様に根管形成後に、18%EDTA と 2% NaClO で順次根管洗浄した。次いで各種シーラーとポリエステル系根管充填用ポイント (Resilon, Pentron, U.S.A.) を併用した単ポイント根管充填を行った。試料は、湿度 100%、37℃の恒温環境に 7 日間保管後、横断面の薄切片を作製した。そして、シーラー・根管壁界面の微細構造を SEM で観察した。

4. 歯冠側における根管封鎖性の評価

実験 3 と同様な手法により作成した試片は、7 日間保管後、0.2% のメチレンブルー溶液に 24 時間浸漬した。次いで、歯の長軸に沿って頬舌方向で試片を 2 分割し、計測顕微鏡にてシーラーと根管壁の界面における色素の浸入深さを測定した。

結果及び考察

1. Epiphany SE と AH Plus Jet の硬化試片表面では、気泡が少なく密度の高い構造が観察されたが、AH Plus、MetaSEAL、チャンネル N では、大小様々サイズの気泡が確認された。即ち、自動練和タイプのシーラーの方は、気泡の混入が少なかったことが認められた。

2. 被験レジン系シーラーは、チャンネル N と比較した場合は、いずれも根管壁面へのエッチング効果が認められた。

3. 被験レジン系シーラーは、いずれも根管壁と概ね密に接合していることとレジントグが形成されたことが認められ、接着性のあることが確認できた。

4. 色素浸透深さに関しては、チャンネル N が 4 種のレジン系シーラーと比較して有意に大きい値が示された。セルフエッチングタイプのシーラーの有効性が証明された。

以上より、被験レジン系根管用シーラーがセルフエッチング機能に基づく接着性を備えることと酸化亜鉛非ユージノール系シーラー (チャンネル N) を上回る封鎖性が確認できた。

今後、このようなセルフエッチングタイプレジン系根管用シーラーの接着性の長期安定性について検討したい。

各種レジン系シーラーの生体親和性
～ラット皮下組織における免疫組織化学的検討～

新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 う蝕学分野
山中裕介, 重谷佳見, 吉羽邦彦, 吉羽永子, 興地隆史

**Evaluation of the biocompatibility of resin-based root canal sealers:
An immunohistochemical study in the rat subcutaneous tissue**

Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
YAMANAKA Yusuke, SHIGETANI Yoshimi, YOSHIBA Kunihiko, YOSHIBA Nagako, OKIJI Takashi

【目的】

近年、根管壁象牙質への接着性の向上を期待して、各種レジン系シーラーが開発されている。しかしながら、これらの生体親和性についての知見は、未だ十分とはいえない。そこで本研究では、各種レジン系シーラーをラット背部皮下に埋入後、局所に浸潤する MHC クラス II 分子陽性細胞、マクロファージおよび好中球の密度を免疫組織化学的に定量することにより、これらの材料の生体適合性を評価した。

【材料および方法】

被験レジン系シーラーとして、SuperBond Sealer (サンメディカル社: 以下 SB)、Meta SEAL (Parkell 社: 以下 MS)、Epiphany SE (Pentron 社: 以下 Epi) の三種を、また対照として酸化亜鉛ユージオール系シーラー (キャナルス、昭和薬品化工社: 以下 Can) を使用した。MS においては光照射を行った群 (MSL 群)、行わない群 (MS 群) を設定した。

滅菌シリコンチューブ (内径1mm, 外径3mm, 長さ5mm) にメーカー指示に従って練和したシーラーを填入し、初期硬化後 (SB群、MS群およびCan群)、あるいは光照射後 (Epi群およびMSL群) 直ちに、4週齢Wistar系雄性ラットの背部皮下組織内に全身麻酔下で埋入、縫合した (各群ともn=8)。1, 2, 4週後に皮下組織を切り出し、4%パラホルムアルデヒド液で24時間浸漬固定した。その後、凍結切片を作成し、H-E染色による組織学的観察を行うとともに、MHCクラスII分子の発現をOX6、またマクロファージおよび好中球の局在をそれぞれED1、W3/13を用い、酵素抗体染色にて観察した。さらに、一視野 (材料との接触部1.2mm×接触部から0.8mm) あたりの陽性細胞数を計測し、Kruskal Wallis testおよびSteel-Dwass testを用いて、統計学的分析を行った。

【結果】

H-E 染色では、いずれの群においてもチューブ開口部を中心に線維組織の増生を認めるとともに、同部に炎症性細胞の浸潤が観察されたが、この炎症は 1,2,4 週と経時的に軽度となる傾向が観察された。一方、OX6 陽性細胞および ED1 陽性細胞は、線維組織の増生部位を中心にしばしば集簇性に観察された。これに対して W3/13 陽性細胞は主として同部に散在性に分布した。定量解析の結果、OX6 陽性細胞については、2 週後では MS 群が Epi 群と比較して、また 4 週後では MSL 群が Epi 群と比較して有意に少数であった。ED1 陽性細胞では、材料間で有意差を認めなかった。また、W3/13 陽性細胞については、1 週後では SB 群および MSL 群が Can 群と比較して、また 4 週後では MS 群が SB 群および Can 群より有意に少ない値を示した。

【考察】

本実験条件では、各被験シーラーの誘発する組織反応の差異は必ずしも明確といえないものの、MS では Epi と比較して MHC クラス II 分子陽性細胞の浸潤が軽微となる傾向、あるいは Can では SB や MS と比較して好中球浸潤が強くなる傾向が観察された。一方、完全硬化までのシーラーの流動性の相違 (シーラーのチューブ外への漏出の多寡) により結果が影響される可能性は否定できない。しかしながら、MS 群と MSL 群の間には有意差はなく、少なくとも MS についてはこの種の影響は少ないものと思われる。各シーラーとも経時的に炎症性細胞の減少傾向を示したものの、今回の観察期間では炎症の消退には至らなかった。今後、より長期的な組織反応の観察が必要と考えられる。

【結論】

各種レジン系シーラーのラット背部皮下組織に対する生体反応を MHC クラス II 分子陽性細胞、マクロファージおよび好中球の浸潤を指標として評価したところ、酸化亜鉛ユージオール系シーラー (キャナルス) と比較して、好中球浸潤が軽微となる傾向を認めた。

接着性レジン系根管充填用シーラーの抗菌効果

神奈川県立歯科大学歯学部 口腔治療学講座 歯内療法学分野¹⁾、
神奈川県立歯科大学歯学部 感染制御学講座 微生物学分野²⁾
○ 佐藤武則¹⁾、石川恵里子²⁾、浜田信城²⁾、石井信之¹⁾

The antimicrobial effects of resin-based root canal sealers

Department of Oral Medicine, Division of Endodontics, Kanagawa Dental College¹⁾,
Department of Infection Control, Division of Microbiology, Kanagawa Dental College²⁾
SATO Takenori¹⁾, ISHIKAWA Eriko²⁾, HAMADA Nobushiro²⁾, TANI-ISHII Nobuyuki¹⁾

【研究目的】

歯内療法の最終処置である根管充填は、ガッタパーチャと根管充填用シーラー（シーラー）の併用により根管内の3次元封鎖を目的として行われている。シーラーは、ガッタパーチャと根管壁の微小空隙を封鎖することを目的としているが、材料の硬化収縮やシーラーに接着性がないことから根尖および歯冠側からのマイクロレキエージによる再感染が懸念されている。近年、根管壁および根管充填材への接着性により長期の根尖封鎖性を維持し、抗菌効果も期待できる接着性レジン系シーラーが開発された。本研究では2種類の接着性レジン系シーラーを用いて、口腔内細菌8菌種に対する抗菌効果を評価して臨床的有用性について検討した。

【材料および方法】

実験にはAH plus[®]（デンツプライ三金）とEpiphany[®]（ペントロンクリニカル）を供試した。供試菌株は、*S. aureus* ATCC 12600, *C. albicans* ATCC 10231, *A. viscosus* ATCC 15987, *S. mutans* Ingbritt, *E. coli* HB 101, *P. gingivalis* ATCC 33277, *P. nigrescens* ATCC 25261, *F. nucleatum* ATCC 25586を用いた。

1. 抗菌性試験：BHI寒天培地に供試菌を塗抹し、培地中央部に直径3mm、高さ3mmのウェルを無菌的に作製後、練和直後のシーラーをウェルにシーラーを填入した。通性嫌気性菌および真菌は2日、偏性嫌気性菌は4日培養し、形成された阻止円の直径を測定することにより抗菌効果を判定した。
2. 持続的抗菌効果：シーラーの硬化体を0.9%生理食塩水に浸漬後、37℃下に静置した。BHI寒天培地に供試菌を塗抹し培地中央部に直径3mm、高さ3mmのウェルを無菌的に作製後、上清15μlを入れて培養した。上清の採取は経日的に行った。通性嫌気性菌および真菌は2日、偏性嫌気性菌は4日培養し、形成された阻止円を測定することにより硬化体から溶解された成分による持続的抗菌効果を判定した。
3. 増殖抑制効果：BHI液体培地中に供試菌を接種後、シーラーの硬化体を浸漬させ37℃下で培養した。供試菌の増殖抑制効果を判定するため上清を経時的に採取し、吸光度測定(600nm)を行った。

【成績および考察】

AH plus[®]およびEpiphany[®]は全ての供試菌に対して阻止円を形成した。特に*P. gingivalis*、*P. nigrescens*に対して大きな阻止円を認めた(図1)ことから、偏性嫌気性グラム陰性菌に強い抗菌効果を示すものと考えられた。またAH plus[®]はEpiphany[®]に比べて強い抗菌効果が認められた。両シーラーの硬化体を生理食塩水中に浸漬後2日以降においても上清中に抗菌効果は認められなかったことから持続的抗菌効果は期待できないことが示唆された。

以上の結果から両シーラーは口腔内細菌に対して良好な抗菌効果を示すものの、抗菌効果に関与する成分は硬化していく過程で放出されているものと考えられた。

【結論】

AH plus[®]、Epiphany[®]は根管充填材、根管壁との良好な接着性を有し、さらに本研究において口腔内細菌に対し強力な抗菌効果を認めたことから、臨床的に有用であると考えられた。

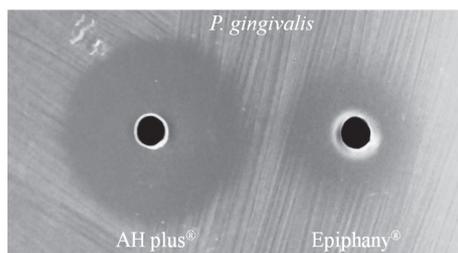


図1 抗菌性試験

ペーストタイプ根管充填用シーラーの組織学的評価に関する研究 —ユージノール及び非ユージノール含有シーラーの比較—

神奈川県立歯科大学 口腔治療学講座 歯内療法学分野
○三壁信洋、武藤徳子、鈴木二郎、石井信之

Histopathological evaluation of the paste type ZOE and N-ZOE sealers

Department of Endodontics, Kanagawa Dental College,
MIKABE Nobuhiro, MUTOH Noriko, SUZUKI Jiro, TANI-ISHII Nobuyuki

【研究目的】

根管充填用シーラー(シーラー)はガッタパーチャと根管壁との微小空隙を封鎖し、根管内の三次元的封鎖を行うのに不可欠であり、シーラーの所要性質として根尖封鎖性と根尖歯周組織に対する生体親和性が最も重要であると考えられている。さらに、シーラー使用時の操作性は物理的特性に影響し、術者による粉液比の相違が練和シーラーの物理的特性に影響を与えることが報告されている。適切な物理的特性の維持、操作の簡便化を目的としてペーストタイプの ZOE 系および N-ZOE 系シーラーが新規に開発された。本研究は、ペーストタイプ ZOE 系および N-ZOE 系シーラーの根尖歯周組織に対する組織傷害性を検討することを目的とした。

【材料及び方法】

4 週齢 wistar ラット♀(n=20) に対して麻酔下で上顎右側第一臼歯を抜歯した。抜去歯は滅菌生理食塩水にて洗浄し根尖側から 0.5mm を切断後、切断面に供試シーラーを填入した後、滅菌綿球にて止血した抜歯窩に再植した。各供試シーラーは、ペーストタイプ ZOE 系および N-ZOE 系を用いた実験群と、粉液タイプのキャナルスとキャナルスNを用いたコントロール群に分類した。実験期間は 1 週間として実験終了後、深麻酔下にて 4%paraformaldehyde にて灌流固定後、14%EDTA にて脱灰、パラフィン包埋後、連続切片を作製してHE染色にて供試シーラーの根尖歯周組織に対する組織学的変化を解析した。

【成績】

供試シーラーの根尖歯周組織に対する組織学的変化を解析した結果、ZOE 系の粉液およびペーストタイプシーラー共に僅かに多形核白血球浸潤が観察されたものの、根尖部には線維性結合組織に被包された治癒傾向の所見が得られた。炎症が従来の粉液タイプのシーラーにもペーストタイプのシーラーにも見られた。一方、N-ZOE 系の粉液およびペーストタイプシーラーは炎症性細胞浸潤がほとんど認められず、実験開始 1 週間において毛細血管豊富な肉芽組織から線維性結合組織によって被包されている所見が示された。

【結論】

ペーストタイプ ZOE 系および N-ZOE 系シーラーの根尖歯周組織に対する組織傷害性を検討した結果、いずれのシーラーも炎症性反応は軽微であることが明らかにされた。根管充填時に起きるシーラーの根尖孔外への溢出は、根管充填 1 週間後において線維性結合組織によって治癒していることが示された。

根尖孔を介した接着性レジンシーラーの骨内組織反応

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科齶蝕学分野¹ 首藤歯科医院²

○ 柳口嘉治郎¹, 首藤 実^{1,2}, 松永常典¹, 川崎 綾¹, 池田 毅¹, 林 善彦¹

Intrabony tissue reaction of adhesive resin sealer through apical foramen

Department of Cariology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences¹
Shudo Dental Clinic²

○ Yanagiguchi Kajiro¹, Shudo Minoru^{1,2}, Matsunaga Tsunenori¹, Kawasaki Aya¹, Ikeda Takeshi¹,
Hayashi Yoshihiko¹

【緒言】

根管充填を行う場合、固形のガッタパーチャポイントと根管壁へ緊密性を保つために根管用シーラーを併用する方法が広く用いられている。現在、根管用シーラーとして歯質接着性のない酸化亜鉛ユージノールセメントが多用されているが、ユージノールの組織刺激性も問題視されているため、非ユージノール系の製品の開発が進んでいる。根管用シーラーに求められる性質としては組織親和性を有し、根尖歯周組織の生物学的治癒を促進させること、材質が安定であること、容易に除去ができることなどが挙げられるが、より重要な特長として根管を緊密に填塞することが必要である。近年、歯質接着性を有するレジン系材料に急速な進歩がみられている。わが国においても、従来の辺縁封鎖性や接着性の向上に加え、優れた組織親和性を併せ持つ製品(4-META/MMA-TBB 系のスーパーボンド根充シーラー[®])が販売されている。練和後の初期硬化反応時に20%程度は組織液と反応して溶解するとされている。今回、すでに教室で開発しているラット臼歯の根尖部を用いた根管模型モデル内にスーパーボンド根充シーラー[®]を填塞後、ラットの顎骨内窩洞へ移植し、根尖周囲の組織反応を経時的に観察し、組織親和性に関して検討を行った。

【材料と方法】

1、根管模型の作製：ウイスター系雄性ラットの上顎第2臼歯根尖部1mmをダイヤモンドディスクで切り出したのち、5%NaOClに12時間浸漬し、有機質の除去を行った(根尖孔は0.45mm程度)。動物実験を行う直前にまず15分間37℃の恒温槽に保管後、5%NaOClと3%OXにて交互洗浄を行いペーパーポイントで乾燥した後、スーパーボンド根充シーラー[®]の充填を行い、次のように直ちにラットの顎骨へ移植した。

2、下顎骨への移植:6週令のウイスター系雄性ラットに、ペントバルビタールナトリウム(ネプタール25.9mg/kg)の腹腔内麻酔を施した後、術野を3%イソジンと70%アルコールで消毒した。下顎骨に達する切開を加え、皮膚骨膜弁を開き下顎骨の一部を露出させた。滅菌済みラウンドバーを用い低速回転で、オトガイ孔後方の咬筋附着部前縁に円形窩洞を形成し、スーパーボンド根充シーラー[®]を充填した根管模型を移植した後、グラスアイオノマーセメントで仮封の後、骨膜弁を元の位置に戻し皮膚の縫合を行った。術後1、3、7日目、ペントバルビタールナトリウムの腹腔内の深麻酔下で0.1Mカコジル酸緩衝(pH7.4)2%パラホルムアルデヒドと2.5%グルタルアルデヒド液で灌流固定を行った。リング液の注水下で、ダイヤモンドディスクを使って根管模型を含む下顎骨を可及的に小さく切り出し、同固定液に1時間、四酸化オスミウムで1時間の後固定を行った。通法により、アルコール脱水、エポキシレジン包埋後、厚さ2μmの切片を作製した。トルイジンブルー染色後、光学顕微鏡にて根管模型周囲の組織反応を観察した。

なお本実験は、事前に内容を長崎大学先導生命研究支援センター動物実験施設に申請し、委員会で承認を受けたのち実施した。

【結果とまとめ】

術後1日目、根管模型の先端部には、スーパーボンド根充シーラー[®]から溶出したと思われる無構造な物質が観察され、その周囲には炎症性細胞の浸潤が確認できた。術後3日目、溶出した物質の内部及びその周囲に中等度の炎症性細胞の浸潤がみられた。術後7日目、溶出した物質及び炎症性細胞は観察されず、根管模型の先端部は線維芽細胞によって満たされていた。今回の結果から、練和後のスーパーボンド根充シーラー[®]は初期硬化反応時に組織液と反応して一部物質の溶出が起きることが、初めて確認できた。その周囲には炎症反応も観察されたが、これは外科的侵襲も原因の1つであると思われる。しかし、興味深いことに溶出した物質は速やかに吸収され、同時に炎症反応の減弱化も起こり、早期に同部位に線維芽細胞の増殖が進行することが明らかとなった。これらのことから、本シーラーは組織親和性に関して、優れた材料であると結論される。

AH Plus のエックス線造影性に関する研究

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座 日本歯科大学附属病院総合診療科*
○小倉陽子 村田美香 前田宗宏 小澤稔史 北村和夫* 大島克郎* 天野亮子* 勝海一郎

A study of radiopacity of AH Plus

Dept. of Endod. and Operative Dentistry, The Nippon Dental Univ., School of Life Dentistry at Tokyo,
Division of General Dentistry, The Nippon Dental Univ. Hospital*.

○Ogura Y., Murata M., Maeda M., Ozawa T., Kitamura K., Oshima K., Amano R. and Katsuumi I.

【はじめに】

根管充填用セメントに必要な所要性質は、優れた生体親和性や化学的安定性などの他に、十分なエックス線造影性を有することが求められる。近年では様々な物性のものが開発され、その種類も多様化している。そこで、今回は AH 26 の改良型として作られた AH Plus のエックス線造影性について従来品との比較を行った。

【材料および方法】

実験には AH Plus Jet (デンツプライ三金)、スーパーボンド根充シーラー (サンメディカル)、デンタリス KEZ (ネオ製薬) およびキャナルス (昭和薬品化工) の 4 種の根管充填用セメントを用いた。各種シーラーをそれぞれの練和条件に従って練和し、内径 10mm、高さ 1mm のステンレススチール製リング内に満たしたのち、リングの上下をガラス板で圧接し、温度 23°C、湿度 50% の恒温器内に 24 時間放置し硬化させた。その後、コダック社製デンタルエックス線フィルム DF-58 の中央部に、試料とともに、1 mm の段差が 10 段あるアルミニウム階段 (純度 99.95%) を置き、X 線撮影を行った。撮影は X 線発生装置 (REX D-60S、ヨシダ) により照射距離 30cm、60kVp、10mA、0.6 秒の条件で行った。コダック GBX により、通法に従いフィルムの現像、定着、乾燥処理を行ったのち、スキャナ (EPSON, ES-2000) を用いて 8 bit の TIF 画像に変換した。得られた画像から、画像解析ソフト (Scion Image Version Beta4.0.2) を用いてアルミニウム階段の各ステップと、1 試料中につき任意の 3 カ所に関心領域 (ROI) を 16×16 画素で設定し、領域内の画素値を測定した。なお、試料は材料ごとに 3 個用意し、各試料の画素値の平均値を求め、アルミニウム階段の画素値と比較し、黒化度を判定した。

【結果および考察】

各種シーラーの画素値は、スーパーボンド根充シーラーが 143.90 ± 8.40 、デンタリス KEZ が 141.40 ± 3.89 でアルミニウム階段の 4mm (149.33 ± 7.28) と、またキャナルスは 118.88 ± 8.01 でアルミニウム階段の 6mm (115.40 ± 5.16) と同程度の値であった。一方、AH Plus は 53.80 ± 2.74 でアルミニウム階段の 10mm (81.23 ± 9.50) よりも低い値が示された。

今回の結果から、4 種のシーラーはいずれも ISO 規格に定められたエックス線造影性の既定値 3.0 mm Al を十分に満たしていたが、AH Plus では他の 3 種よりも優位に高いエックス線造影性を有することが示された。

試作加熱圧接装置によるガッタパーチャポイントの軟化

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座 日本歯科大学附属病院総合診療科¹⁾ モリタ製作所²⁾
勝海一郎 前田宗宏 小倉陽子 立浪秀幸 大島克郎¹⁾ 石井隆資¹⁾ 田中 剛²⁾ 的場一成²⁾

Softening of gutta-percha point by heating and condensing device on an experimental basis

Dept of Endod. and Operative Dentistry, The Nippon Dental Univ., School of Life Dentistry at Tokyo,
Division of General Dentistry, The Nippon Dental University Hospital¹⁾, J. Morita MFG. Corp.²⁾
Katsuumi I., Maeda M., Ogura Y., Tachinami H., Oshima K. ¹⁾, Ishii T. ¹⁾, Tanaka T. ²⁾, Matoba K. ²⁾

【はじめに】

加熱と振動により圧接が可能な根管充填装置を用い、ガッタパーチャポイントの軟化と圧接状態を調べ、新たな根管充填法の可能性を検討したところ興味ある結果を得た。

【材料および方法】

実験には、D₀が0.55mmでD₁₆が1.67mm、D₀が0.70mmでD₁₆が1.82mmの根管径が異なる2種の透明樹脂製規格化根管模型(テーパー：7/100)を用いた。根管の長さは13mmとし、根管先端には径が0.20mmで長さ1mmの根尖孔を設けた。ガッタパーチャポイント(以下GP)の圧接には、ハンドピース様形態の把持部先端に装着したヒートブラガー(D₀：0.51mm、D₁₆：0.75mm、テーパー：1.5/100)を最大450℃まで加熱が可能で、さらに振動によるコンパクション機能を備えた試作加熱圧接装置を使用した。圧接は、先端部をハサミで切断し根管先端1mm手前できつくタグバックが得られるように調整したGPを根管に挿入し、以下の3条件で行った。なお各同一充填条件につき、模型3個を使用した。

条件1：GPを挿入した径の異なる2種の根管模型に、ヒートブラガーを300～350℃まで加熱し振動を与えながら連続的にゆっくりと根尖方向へ進めた。GPが根管先端部まで押し込まれたときとGPが根尖孔に圧入された際の、ヒートブラガーと根管先端間の距離を測定した。

条件2：GPを挿入した径の異なる2種の根管模型に、ヒートブラガーに振動を与えず条件1と同じ操作を行い、GPが根管先端部まで押し込まれたときとGPが根尖孔に圧入された際の、ヒートブラガーと根管先端間の距離を測定した。

条件3：GPを挿入した径の異なる2種の根管模型に、ヒートブラガーを300～350℃まで加熱しながら根管先端7mm手前まで挿入したのち、Schilderの9番の冷えた根管用ブラガーでGPを根尖方向へ圧接した。ヒートブラガーを進めては根管用ブラガーで圧接する操作を繰り返し、GPが根管先端部まで押し込まれたときとGPが根尖孔に圧入された際の、ヒートブラガーと根管先端間の距離を測定した。

【結果とまとめ】

条件1：D₀が0.55mmの根管模型を用い振動を与え連続的に圧接した場合、ヒートブラガーが根管先端5mm手前に達したときにGPは根管先端部に押し込まれ、4mm手前で根尖孔に圧入された。D₀が0.70mmの根管では、3mm手前で先端部への押し込み、2mm手前で根尖孔への圧入が起きた。

条件2：D₀が0.55mmの根管模型を用い振動を与えずに連続的に圧接した場合、ヒートブラガーが根管先端3.5mm手前に達したときにGPは根管先端部に押し込まれ、2.5mm手前で根尖孔に圧入された。D₀が0.70mmの根管では、2.5mm手前で先端部への押し込み、1.5mm手前で根尖孔への圧入が起きた。

条件3：D₀が0.55mmと0.70mmの根管模型においてヒートブラガー、根管用ブラガーで断続的に加熱、圧接を繰り返した場合、ヒートブラガーが根管先端4mm手前に達したときにGPは根管先端部に押し込まれ、2mm手前で根尖孔への圧入が起きた。

今回の実験から、連続的にGPをヒートブラガーで圧接する場合、振動による根尖方向への押し込み圧接効果が認められたが、根管径が太いときは軟化したGPが歯冠方向へ流出し振動による圧接効果が減弱した。また断続的に加熱、圧接を行う場合、ヒートブラガーが根管先端から4mm前後の位置に到達すれば根管先端部へのGP圧接は可能で、それ以上のヒートブラガー挿入はGPの根尖孔からの逸出の危険性を増大することから、注意が必要ことがわかった。今回の結果は、本試作装置による新たな根管充填法の開発を可能としており、今後、さらに検討を深める予定である。

形状記憶ポリマーの根管充填材への応用
— 根尖孔が大きく開いた人工根管での封鎖性の検討 —
鹿児島大学大学院医歯学総合研究科歯科保存学分野¹

田中歯科医院²

○塚田岳司¹、田中利明²、長岡成孝¹、鳥居光男¹

Application of shape memory polymer to root canal filling material
-The examination of sealing for artificial root canal has a large apical foramen -

¹Department of Restorative Dentistry and Endodontology

Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences

²Tanaka dental clinic

TSUKADA Gakuji¹, TANAKA Toshiaki², NAGAOKA Shigetaka¹, TORII Mitsuo¹

【研究目的】根尖孔が大きく開いた根管に対する根管充填処置は、現行の根管充填法である側方加圧法や垂直加圧法による根管充填法では充填しづらく、根管充填材の根尖歯周組織への押し出し等を起こしやすい。今回、形状記憶ポリマーを用いて根管充填用ポイントを試作し、根尖孔が大きく開いた人工根管に対して根管充填を行い、封鎖性試験を行なった。その結果、比較的簡単な操作で良好な結果が得られたので報告する。

【材料および方法】

1. 根管充填用ポイントの試作

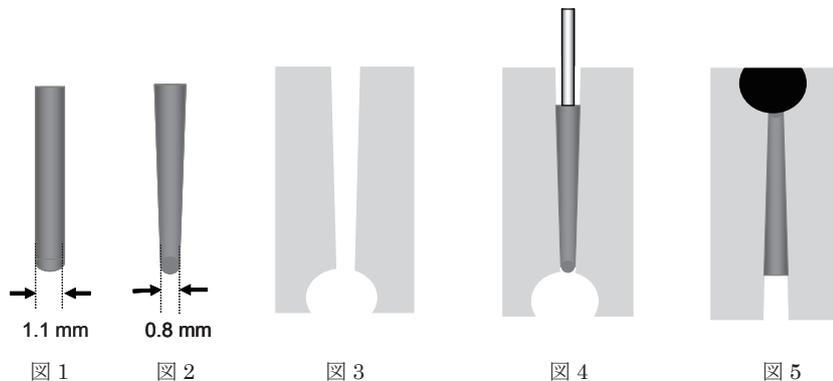
トランスポリイソプレン 100 に対して、酸化亜鉛 30、ステアリン酸 1、硫黄 1.42、ジクミルペルオキシド 8.5 の配合率で混練を行った後、100℃に加熱したポイント作製用金型へ填入し、金型の温度を 15 分程度で約 170℃まで上昇させることによって、トランスポリイソプレン分子間の架橋を行い、図 1 に示すような形状を記憶させた試作の根管充填用ポイントを作製した。このポイントを 80℃で加熱軟化した後、変形固定用金型に填入して、図 2 に示すような 80 番のマスターポイントと、ほぼ同様な形状に変形させた状態で、-20℃で 3 時間冷却することにより、その変形させた形状の固定を行なった。

2. 根管充填

図 3 に示すように、60 番の K ファイルを用いて、アクリル製根管樹脂模型 (S1-U1:NISSIN 社製) の根尖部を、大きく穿通するように拡大した。次に、80 番の K ファイルを用いて、根尖部で 80 番のガッターチャポイントが止まるように最終的に拡大形成した。その後、変形固定を行なった試作ポイントを、図 4 に示すように、37℃空气中に保存した人工根管に挿入し、垂直方向に圧接した。試作ポイントは、37℃の温度刺激により、図 2 の形状から図 1 の形状へと復元するように材料設計されており、その形状の復元によって、根管の封鎖を行なった。圧接は 2 分間行なった。シーラーは併用しなかった。

3. 色素浸透試験

人工根管の根尖側には、図 3 に示すように半球状の窪みを形成しておき、根管充填後は窪み側を上にして、この窪みを 1%フクシン溶液で満たした。その後、この人工根管を 37℃、湿度 100%の環境下に保存し、根尖側からの色素浸透の観察を行なった (図 5)。



【結果】現在も色素浸透試験を継続中であるが、長期のもので数ヶ月程度の期間において、ほとんど色素の浸透を認めず、良好な封鎖が認められている。

【考察および結論】今回の実験に供した形状記憶機能を付与した試作の根管充填用ポイントは、根尖孔が大きく開いた人工根管を、比較的簡単な術式で良好に封鎖した。この結果から、根管充填用ポイントに形状記憶ポリマーを応用することは、現行の根管充填法では困難な症例に対して、操作性や封鎖性に優れた根管充填法開発の可能性を示唆するものであると考えられる。

接着性材料を用いた根管充填における空隙について

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 摂食機能保存学講座 歯髄生物学分野
坂上 斉, 吉岡俊彦, 須藤 享, 花田隆周, 石村 瞳, 吉岡隆知, 須田英明

Voids in Root Canal Filling with Dentin Adhesive Materials

Pulp Biology and Endodontics, Department of Restorative Sciences,
Graduate School, Tokyo Medical and Dental University
SAKAUE Hitoshi, YOSHIOKA Toshihiko, SUDO Susumu, HANADA Takahiro,
ISHIMURA Hitomi, YOSHIOKA Takatomo, SUDA Hideaki

【研究目的】象牙質接着性材料を根管充填に応用した材料が注目されている。これらの材料の中には、単一ポイント法での根管充填が推奨されるものがある。本研究では、新たに開発されたレジン系シーラー Epiphany SE(Pentron) および MetaSEAL(Parkell)を用いて、扁平な根管における空隙の発生について評価した。

【材料および方法】被験歯として、抜去後直ちに水中に保管した単根管の上顎小臼歯 42 本を用いた。まず歯冠を Isomet (Buehler) で除去し、歯根長を 12 mm に調整した。根管の上部を GGD (Produits Dentaires S.A.) #1~4 でフレアー形成後、K-file (Zipperer) を用いて根管形成を行い、マスターアピカルファイル(MAF)の大きさにより、21 本ずつに分けた。根管形成中および終了後は 6%NaClO にて根管洗浄し、根管をペーパーポイントにて乾燥した。各群を根管充填方法ごとにさらに 7 本ずつに分け、根管充填を行った。根管充填用ポイントには、第 1 群および第 2 群ではガッターチャポイント(ジーシー、以下 GP)を用い、第 3 群では Resilon(Pentron, 以下 RP)を用いた。シーラーには、第 1 群では RoekoSeal(Coltene/Whaledent GmbH, 以下 RS)、第 2 群では MetaSEAL(以下 MS)、第 3 群では Epiphany SE(以下 ES)を用いた。根管充填は、業者指示に従い第 1 群および第 3 群では垂直加圧充填法(以下 VC)で行い、第 2 群では単一ポイント法(以下 SP)で行った。GP と RS による根管充填を Control 群とした。根管充填後、被験歯を水中にて 2 週間保管し、Cone-beam Computed Tomography (FineCube, ヨシダ)にて撮影した。水平方向および頬舌方向にて断面画像を作成し、根管内の空隙の数を計測した。また、近遠心方向からの投影像を積算した画像上で空隙の投影面積を計測した。得られたデータは、「MAF」および「根管充填方法」を要因とした二元配置分散分析および Tukey-Kramer test を用いて、有意水準 5%にて統計的に解析した。

【結果】結果を表に示す。要因間に交互作用は認められなかった。根管内の空隙の数および空隙の投影面積は、ともに MAF#40 と #80 との間に有意差は認められなかった($p>0.05$)。根管内の空隙の数は、各群間で有意差は認められなかった($p>0.05$)。空隙の面積は、第 1 群と第 2 群との間に有意差が認められた($p<0.05$)。

表 MAF と根管充填方法を変化させたときの 1 歯あたりの空隙の投影面積および空隙数

	MAF	根管充填方法			1 歯あたりの 空隙の投影面積(mm ²)	1 歯あたりの 平均空隙数(個)
		メインポイント	シーラー	方法		
第 1 群	#40	GP	RS	VC	0.08±0.07	0.71±0.49
	#80	GP	RS	VC	0.24±0.32	0.71±0.76
第 2 群	#40	GP	MS	SP	0.77±1.00	2.3±2.6
	#80	GP	MS	SP	0.63±0.60	1.4±1.3
第 3 群	#40	RP	ES	VC	0.26±0.27	1.1±1.2
	#80	RP	ES	VC	0.24±0.27	0.71±0.76

【考察】吉岡ら¹⁾は、VC では Obtura II 先端の挿入位置により空隙の発生頻度に差があることを報告したが、本研究では同様の評価方法を用いた。MS では材料特性のために側方加圧根管充填などを行うことはできない。根管充填における空隙の臨床的意義について明らかではないが、MS を用いた SP による根管充填法についてはさらなる検討が必要と思われる。

【結論】SP では VC と比較して、空隙の発生頻度に差はないが、発生した空隙の X 線投影面積は大きくなった。

【参考文献】1) 吉岡隆知 他:垂直加圧根管充填で生じるガッターチャ内の空隙について;日歯内療誌, 27, 121-125, 2006.