

青色励起光によって識別されるう蝕象牙質内 *S.mutans* の質的・量的検討
昭和大学歯学部 歯科保存学講座総合診療歯科学部門¹⁾、口腔微生物学講座²⁾
○山田理¹⁾、森崎弘史²⁾、有本隆文²⁾、桑田啓貴²⁾、伊佐津克彦¹⁾、長谷川篤司¹⁾

Qualitative and quantitative investigation of *S.mutans* in carious dentin identified by blue light-induced fluorescence

¹⁾ Department of Conservative dentistry, Division of Comprehensive Dentistry, Showa University School of Dentistry

²⁾ Department of Oral Microbiology and Immunology, Showa University School of Dentistry

○Michi YAMADA¹⁾, Hirobumi MORISAKI²⁾, Takafumi ARIMOTO²⁾, Hirotaka KUWATA²⁾, Katsuhiko ISATSU¹⁾,
Tokuji HASEGAWA¹⁾

【緒言】現在のう蝕治療では Minimum Intervention の概念に基づいた歯冠修復が推奨されており、う蝕の病巣範囲の認識精度の高さはう蝕の再発予防に極めて重要である。我々は、これまでに青色励起光を照射することで生じる赤色励起蛍光を指標として、う蝕象牙質と健全象牙質とを肉眼的に明確に識別でき、この赤色励起蛍光は特異的な分光スペクトル(620nm と 680nm にピーク)を有することを報告してきた(131回,132回,133回日本歯科保存学会)。また、臨床応用を視野に入れ、発現した励起蛍光を指標としてう蝕象牙質を切削する新規治療システム(蛍光う蝕象牙質認識・除去システム)を開発し、その有用性を報告してきた(134回,137回,140回,141回日本歯科保存学会)。

【目的】前述の研究において、励起蛍光が識別するう蝕歯質の範囲を溶質分子量の異なる2種う蝕象牙質染色剤(Caries Detector, Caries Checker)が識別する範囲との比較で評価・検討しているが、当該部位の *Streptococcus mutans* (SM菌)などう蝕原生細菌の局在性、質的・量的な検討は不十分であった。そこで、本研究では、励起蛍光が識別するう蝕歯質内の SM 菌を免疫染色法によって視覚化して量的・質的な検討を行うとともに、免疫染色による量的認識が不明瞭な歯質における SM 菌を PCR 法によって精密に検出して当該歯質の質的検討も併せて行った。

【材料と方法】象牙質う蝕を有するヒト抜去大白歯を diamond band saws (EXAKT)で冠状断に切断し、う蝕部位を含む厚さ 350 μ m の歯牙連続切片を数枚作成して試験試料とした。励起蛍光が識別するう蝕歯質の範囲は概ね Φ 20 μ m の精度で決定した、すなわち、半導体レーザー照射器(408nm, 36mW)から Φ 1 mm 投光ファイバーで導出された青色レーザー光を顕微鏡ユニット内で 1/50 径(Φ 20 μ m)に変換後、歯牙切片に照射してその励起蛍光を採取し、分光分析器(MCPD7000: 大塚電子)で解析して前述の特異的な分光スペクトル(620nm と 680nm)を確認した部位をう蝕歯質と判定した。次に SM 菌を標的にした免疫染色を行った。すなわち、試験試料切片に一次抗体(SM 菌の主要な菌体表層タンパク質 WapA 抗原としてウサギで作製した WapA ポリクローナル抗体)および二次抗体(アルカリフォスファターゼ標識抗ウサギ IgG 抗体)を順に作用させて SM 菌をマーキングし、NBT/BCIP 溶液(Roche)で発色させて SM 菌を明視化した後、成立顕微鏡 ECLIPSE 80i(Nikon)により観察した。最後に、励起蛍光が識別するう蝕歯質範囲内で免疫染色が不明瞭な部位の精査として PCR 法を用いて細菌の存在を確認した。すなわち、連続切片の該当する象牙質と健全象牙質を採取、プロテアーゼ処理、破碎した後、破碎抽出液から細菌 DNA を抽出し、*wapA E* 遺伝子の一部断片塩基配列の増幅を試みるプライマーを使用して PCR を行った。

【結果】赤色励起蛍光で同等に視認されるう蝕象牙質範囲内でも、免疫染色によって SM 菌が象牙細管に沿って著明に認識されるう蝕歯牙と、少数しか認識されないう蝕歯牙が認められ、細菌の局在性があることが確認された。SM 菌が著明に認識されるう蝕歯牙では赤色励起蛍光で視認される範囲と免疫染色範囲は一致しており、SM 菌が少数しか認識されないう蝕歯牙では赤色励起蛍光で識別される範囲内に免疫染色が不明瞭な部位が確認された。また、PCR 法を用いた精査では、この不明瞭な部位にも SM 菌の存在が確認された。

【考察】本研究において SM 菌が著明に認識されるう蝕歯牙、少数しか認識されないう蝕歯牙は、う蝕歯質の軟化度と着色程度から前者は急性う蝕、後者は慢性う蝕であると考えており、急性う蝕では SM 菌の量とその関与が優位であるのに対し、慢性う蝕では他のう蝕関連細菌(*Streptococcus sobrinus*、*Lactobacillus casei*、*Actinomyces viscosus* 等)の関与が優位である可能性が考察された。一方、免疫染色で SM 菌の存在が不明瞭な部位であっても、赤色励起蛍光を示す部位では PCR 法で細菌の存在が確認されたことから、蛍光認識システムはう蝕の病巣範囲認識に高い精度を示すことが確認された。しかしながら、う蝕歯質からの特異的な分光スペクトル(620nm と 680nm)発現のメカニズムは解明できておらず、今後、う蝕原生細菌だけでなく、細菌産生物の存在やその蛍光特性についてもさらに詳細に検討すべきと考えている。

フロアブルレジンによる大臼歯咬合面1級修復の接着実態

日本歯科大学 生命歯学部 接着歯科学講座
○河合 貴俊, 柵木 寿男, 奈良 陽一郎

Actual bonding status of class 1 occlusal molar restoration with flowable resin composite

Department of Adhesive Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University
○KAWAI Takatoshi, MASEKI Toshio, NARA Yoichiro

【目的】 フロアブルレジンでは低稠度でぬれ性や操作性に優れていることを特徴とし、日々の臨床において応用頻度が高まっている。しかし、咬合力が直接作用する臼歯部咬合面症例に注目した場合、その適応を謳う製品は数少ない。また、重合収縮や粘弾性などの観点においてユニバーサルレジンレジンとは異なる性質が認められることから、当該症例への応用に先立つ検証が望まれる。そこで本研究では、フロアブルレジンによる咬合面1級修復の接着実態を明らかにすることを目的に、ユニバーサルレジンを経験的修復を行い、口腔内環境を想定した繰り返し動的荷重ストレスの有無条件下における窩洞内微小引張接着強さ (μ -TBS) から評価検討を行った。

【材料および方法】 被験歯には、本学部倫理委員会の承認を得たヒト抜去健全上顎大臼歯 42 本を用いた。修復用レジンには、臼歯部咬合面を適応とするフロアブルレジン 2 種、Clearfil Majesty ES Flow (Low) (EF: クラレノリタケデンタル) と MI Low Flow (LF: ジーシー)、および対照としてユニバーサルレジンの Filtek Supreme Ultra Universal Restorative (SU: 3M ESPE) を選択した。接着システムには Scotchbond Universal Adhesive (3M ESPE) を使用した。まず全被験歯に対し透明レジンによる咬合面形態再現用コアの作製を行い、その後、被験歯の近心頬・舌側咬頭頂と遠心頬側咬頭頂とによって決定される平面を基準面とする規格化植立を行った。ついで規格化窩洞形成器と基準窩洞模型との併用によって、Fig.1 に示す規格化咬合面1級窩洞 (C 値: 4.2) に対する臨床的修復を経て、窩洞中央部髓側壁象牙質を被着面とする断面積 1.0mm^2 のビーム状試料 3 本による μ -TBS 測定を行った。手順としては、窩洞内壁への SU による処理後に、咬合面再現用コアを併用し、窩底部から 2mm を基準とした分割積層充填修復を行い、湿ボックス中の 24 時間保管、形態修正・仕上げ研磨を経て、動的荷重ストレス負荷群 (S+) と非負荷 (S-) 群に区分した。S+ 群には、常温重合レジンを用いて作製した対合体を介して、修復物表面を含む被験歯咬頭内斜面に対して荷重負荷するよう設定を行い、複合機能試験機による 37°C 水中、157N (16kgf) \times 30 万回 (90 回/分) のストレスを負荷した。その後、全試料は植立軸に平行かつ頬舌側窩壁に直行する 4 回の縦切断と頬舌側窩壁に平行な 2 回の縦切断を行うことで、断面積 1.0mm^2 のビーム状試料 3 片を得た。全試料片はクロスヘッドスピード $1.0\text{mm}/\text{分}$ で μ -TBS 値を測定し、得られた値は Kruskal Wallis 検定と Mann-Whitney 検定による統計学的分析を行った。

【成績および考察】 Table にフロアブルレジン 2 種とユニバーサルレジン 1 種による μ -TBS 最大値/最小値・平均値・第 1/第 3 四分位点・中央値・標準偏差・ビーム状試料調整中に離断が生じた試料数 (ptf) を、Fig.2 にこれら結果の図を示す。分析の結果、ストレスの有無条件にかかわらず、修復用レジンの違いは μ -TBS 値に有意な影響を与えていないことが判明した。しかし、修復用レジンに注目した場合、LF と SU はストレス負荷によって、 μ -TBS 値は有意に低下した。また、測定試料調整中の離断試料数は S- 条件で EF: 1, LF: 2, S+ 条件で EF: 2, LF: 6 であった。以上から、大臼歯咬合面1級修復の髓側壁象牙質接着強さに及ぼす動的荷重ストレスによる影響は、修復用レジンによって異なり、フロアブルレジンの EF による修復はストレスによる影響を受けにくいことが確認された。これらは、単にフロアブル・ユニバーサルレジンの区分に起因するわけではなく、レジンの弾性率や重合収縮率などの物性やフィラー特性などが複合的に影響したものと考えられる。この研究の一部は JSPS 科研費 26462899 の助成を受けた。

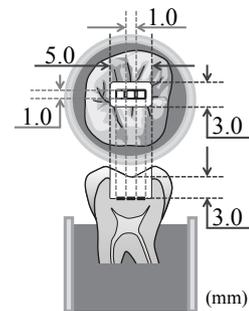


Fig.1 Standardized class 1 occlusal cavity and three beam specimens for μ -TBS test

Stress mode	S-			S+		
	EF	LF	SU	EF	LF	SU
Restorative materials	EF	LF	SU	EF	LF	SU
Max/Min (MPa)	47.2/0.0	46.2/0.0	34.4/10.6	31.9/0.0	29.0/0.0	29.1/5.8
Mean (MPa)	23.3	23.9	23.7	19.0	15.0	15.8
1 st /3 rd quartile (MPa)	19.5/29.5	17.1/31.6	18.5/28.9	11.8/26.5	0.0/25.2	9.9/21.8
Median (MPa)	23.3	27.0	24.6	22.1	16.0	14.3
s.d.	10.8	12.2	6.6	9.6	11.0	6.8
pre-testing failures (ptf)	1/21	2/21	0/21	2/21	6/21	0/21

Table Data of μ -TBS and pre-testing failures (ptf)

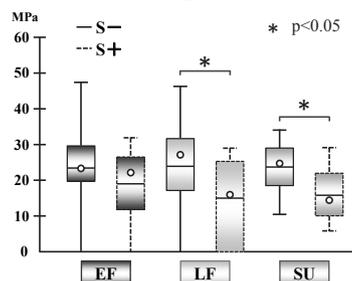


Fig. 2 Boxplot of the μ -TBS results

ラット臼歯における幹細胞混合三次元スキャホールドを用いた歯髄再生

新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座 歯学分野¹

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科口腔機能再構築学講座 歯髄生物学分野²

○伊藤崇史¹、金子友厚¹、山中裕介¹、末山有希子¹、吉羽邦彦¹、興地隆史²

Dental Pulp Tissue Engineering Using Three-dimensional Scaffolds with Stem Cells in Rat Molars

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

○ITO Takafumi¹, KANEKO Tomoatsu¹, YAMANAKA Yusuke¹, SUEYAMA Yukiko¹, KUNIHICO Yoshihisa¹, OKIJI Takashi²

(目的)

従来法を用いた歯内治療に変わる新しい治療法として、近年、幹細胞を用いた歯髄再生療法が注目されている。しかし、安全かつ効率的で短期間の治療が可能な歯髄再生療法を確立するためには、実験動物を用いて歯髄再生の術式を検証・確立することが必須である。そこで本研究においては、我々の考案した幹細胞混合三次元複合型スキャホールドを用いた歯髄再生の術式により、1週間といった比較的短期の移植期間で歯髄様組織をラット歯髄腔に再生可能であるか検証することを目的とした。

(方法)

本研究は新潟大学動物実験倫理委員会の承認を得て行った。

5週齢雌性 Wistar 系ラット (n=12) の上顎第一臼歯を検索対象とした。幹細胞としてラット間葉系幹細胞 (PoieticsTMラット間葉系幹細胞; ロンザジャパン株式会社)、三次元スキャホールドとして Matrigel/PLLA スキャホールドを用いた。8% chloral hydrate (350 mg/kg) による全身麻酔下で、#1/2 ラウンドバーを用いて上顎第一臼歯を露髄させた後、直下の歯髄組織をさらに削除した。その後、窩洞を 2.5% 次亜塩素酸ナトリウム、15% EDTA (モルホニン)、および PBS を用いて洗浄し、幹細胞を混合した三次元複合型スキャホールドを移植した。移植窩洞は、水硬性セメント (Cavit Pink; 3M ESPE Dental AG) を充填後、フロアブルコンポジットレジン (Beautiful Flow; 松風) をさらに積層し、封鎖した。幹細胞を混合せず三次元複合型スキャホールドのみを移植した群、および未処置の正常上顎第一臼歯を、それぞれコントロールとした。移植後 3 日あるいは 7 日経過後に被験歯を顎骨ごと摘出し、通法に従い固定、脱灰し、厚さ 6 μm の凍結切片を作成した後、H. E. 染色にて組織学的観察を行うとともに、CD43 抗体 (W3/13) を用いた免疫染色により T 細胞の存在を解析した。さらに、歯冠部歯髄に存在する全ての CD43 陽性細胞を計数し、密度を算出した後、Mann-Whitney U 検定 (Bonferroni 補正を適用) により危険率 5% で統計的に解析した。

(結果)

幹細胞・スキャホールド混合移植 3 日経過例では移植部の細胞はスキャホールドの表面に分布する傾向にあり、スキャホールドの中心部では充実性組織は観察されなかった。幹細胞・スキャホールド混合移植後 7 日経過例では、ほぼ全ての移植部が歯髄様の充実性組織で満たされていた。一方、幹細胞を混合せず三次元複合型スキャホールドのみを移植後 7 日経過例においては、スキャホールド移植部に充実性組織の形成はほとんど観察されなかった。また、各群とも観察期間を通じ明白な好中球浸潤は観察されなかった。さらに、移植後 7 日経過例における CD43 陽性 T 細胞の密度を移植組織と正常組織と比較したところ、有意差は認められなかった。

(考察および結論)

幹細胞混合三次元複合型スキャホールド移植により、7 日間でラット上顎第一臼歯歯髄腔に歯髄様充実性組織の再生が可能であった。幹細胞を混合せず三次元複合型スキャホールドのみを移植した群では、本研究の観察期間内において移植部に充実性組織の再生が観察されず、速やかな歯髄組織再生を促すためには幹細胞が重要であることが示唆された。

MMP 分子により分解された象牙質基質が象牙質歯髄複合体の創傷治癒に与える影響

大阪大学大学院歯学研究科口腔分子感染制御学講座 (歯科保存学教室)

○岡本基岐, 高橋雄介, 小迫俊吾, 林 美加子

Effects of degraded dentin matrix components by MMP molecules on the healing process of dentin-pulp complex

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

○OKAMOTO Motoki, TAKAHASHI Yusuke, KOMICHI Shungo, HAYASHI Mikako,

【研究目的】

骨や腎臓等の組織において、細胞外基質 (Extracellular matrix: ECM) が酸や酵素により分解を受け、分解された ECM によって組織の創傷治癒が促進されることが報告されている。う蝕に罹患した象牙質においても、象牙質基質 (Dentin matrix components: DMCs) が他組織の ECM と同様に酸や酵素により分解を受け、分解された DMCs が象牙質-歯髄複合体の創傷治癒を促進する可能性がある。われわれは第 133 回本学会にて、酸で分解された DMCs が歯髄細胞の機能を促進することを報告し、第 139 回本学会にて、象牙質に存在する Matrix metalloproteinase (MMP) 分子により分解された DMCs がラット歯髄初代培養細胞の遊走能、増殖能、石灰化能を促進することを報告した。

そこで本研究では、MMP 分子で分解された DMCs が象牙質-歯髄複合体の創傷治癒に与える影響を、*in vitro* においてさらに詳細に検討するとともに、ラットを用いた直接覆髄実験にて *in vivo* で検討をおこなった。

【材料および方法】

I. MMP 分子により分解された象牙質基質がラット象牙質-歯髄複合体の創傷治癒に与える影響の *in vitro* での検討

第139回本学会において報告した、細胞遊走能、増殖能および石灰化能に加え、下記の項目について、ヒト DMCs を各種 MMP 分子で分解した DMCs およびラット切歯歯髄初代培養細胞を用いて検討をおこなった。

1. 血管新生能の評価

分解 DMCs が血管新生能に与える影響について、血管新生キット®を用いて検討した。

2. 細胞走化性の評価

分解 DMCs が歯髄細胞の走化性に与える影響を Trans well assay にて検討した。

3. Alkaline Phosphatase (ALP) 活性の評価

分解 DMCs が歯髄細胞の分化に与える影響を ALP 活性の測定をおこなって検討した。

II. MMP 分子により分解された象牙質基質がラット象牙質-歯髄複合体の創傷治癒に与える影響の *in vivo* での検討

9 週齢雄性 Wistar 系ラットに全身麻酔下で上顎第一臼歯咬合面に露髄を伴う窩洞を形成し、分解 DMCs を用いて直接覆髄をおこなった。4 週間経過後、ラットを灌流固定し、通法にて組織切片を作製、H-E 染色を施して、形成された第三象牙質に対して病理組織学的評価を行った。コントロールには非分解 DMCs および PBS を用いた。

なお、本研究は大阪大学大学院歯学研究科動物実験委員会の承認下で実施した (承認番号: 動歯 23-005-1)。

【結果】

I. MMP 分子により分解された象牙質基質がラット象牙質-歯髄複合体の創傷治癒に与える影響の *in vitro* での検討

1. MMP1、MMP2 および MMP3 で分解された DMCs によって血管新生能が促進された。

2. MMP1、MMP3、MMP9 および MMP20 で分解された DMCs によって細胞走化性が促進された。

3. MMP1、MMP9、MMP13 および MMP20 で分解された DMCs によって ALP 活性が促進された。

II. MMP 分子により分解された象牙質基質がラット象牙質-歯髄複合体の創傷治癒に与える影響の *in vivo* での検討

MMP1、MMP9、MMP13 および MMP20 による分解 DMCs はコントロールに比べて第三象牙質の形成を促進した。なかでも、MMP20 による分解 DMCs は他の分解 DMCs に比べて優れた第三象牙質形成誘導能を示し、形成された第三象牙質は細管構造を有していることが観察された。

【考察および結論】

象牙質基質は様々な MMP 分子により分解を受け、分解 DMCs は *in vitro*、*in vivo* 双方において象牙質-歯髄複合体の創傷治癒を促進することが明らかとなった。なかでも *in vivo* の実験で、もっとも第三象牙質形成誘導能を示した MMP20 は歯に特異的な MMP 分子であることが知られており、石灰化を伴う特殊な治癒様式を経る象牙質-歯髄複合体の修復メカニズムを特徴づけている可能性があると考えられる。本研究により、その一部が解明された象牙質-歯髄複合体の創傷治癒メカニズムを念頭に、生物学的な治癒機転に基づく生物学的な新規覆髄材開発へ向けて研究を展開していく予定である。

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金 (25462958, 24390425, 25293387) の補助の下に行われた。

新規バイオガラス配合根管充填用シーラーの封鎖性と生物学的影響

九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野
○鷲尾絢子、吉居慎二、諸富孝彦、北村知昭

Sealing Ability and Biological Responses of New Bioglass Sealer for Root Canal Filling
Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Department of Science of Oral Functions, Kyushu
Dental University
○WASHIO Ayako, YOSHII Shinji, MOROTOMI Takahiko, KITAMURA Chiaki

【目的】

バイオガラスは既に整形外科領域に応用させる等、極めて生体親和性の高い材料として知られており、我々はバイオガラスを応用した組織再生用スキャフォールドおよび根管充填用シーラー（以後シーラー）の開発を進めている。シーラーに求められる性質として、良好な操作性・封鎖性に加え、根尖部歯周組織への高い生体親和性が求められるが、現時点でこれらの所要性質を十分に満足するシーラーは存在しない。生体材料として明確な組成、硬化メカニズム、生体親和性を有するシーラーの開発を目標として、我々は国内企業と共にバイオガラスを配合したシーラー（以後 NSY-222）を開発し本学会でも報告してきた（第 137 回日本歯科保存学会秋季大会、JBMR part B. 2015;103(2):373-80）。今回、根管に NSY-222 を応用した際の封鎖性を評価するために色素侵入試験および電界放出型電子顕微鏡（FE-SEM）観察を行った。また、実際の生体内への影響を分析するため歯根膜細胞を含む各種細胞に対する NSY-222 の影響を検討した。

【材料と方法】

<色素侵入試験> 根尖側から長さ 1.0 cm の被験歯を、K ファイルで 40 号まで根管形成を行い、根管を洗浄乾燥後、シーラーを用いて根管充填を行った。擬体液（SBF）を入れたシリジ容器に根尖部のみが浸漬するように被験歯を固定し、歯冠側に銅フタロシアニントラシルホン酸四ナトリウム溶液（以後色素液）を注入した。経過日数ごとに SBF 中に漏出した色素量を吸光光度計（測定波長：630 nm）にて測定した。

<シーラー/象牙質界面の観察> シーラーを充填した牛歯根管の輪切りを、SBF 中に浸漬した。その後、マイクロトームを用いて試験片断面を観察するための切片を作製し、シーラー/歯質界面部や象牙細管内部を FE-SEM で観察した。**<細胞への影響>** 練直後のシーラーを Transwell へ入れ、各種細胞を播種したディッシュへ挿入した。1.5 時間、1、2、および 3 日後に、位相差顕微鏡下で細胞形態を観察するとともにトリパンブルー染色による細胞生存・増殖率を測定した。

【結果】

色素侵入試験により、SBF 中の色素漏洩量は経日的に減少していた。また、FE-SEM 観察により、牛歯の象牙細管内には、NSY-222 によって析出したハイドロキシアパタイト（HAp）様の結晶構造（タグ様構造）が観察された。また、NSY-222 の細胞への影響を位相差顕微鏡で観察したところ、シーラーの存在しないコントロールと比較して NSY-222 存在下では、細胞質内に顆粒状のものが認められるものの、細胞増殖は同程度であった。さらに、トリパンブルー染色により細胞増殖・生存率を検討したところ、他の材料と比較して NSY-222 存在下では高い細胞増殖・生存率を示していた。

【考察】

色素侵入試験結果および FE-SEM 観察像から、NSY-222 を根管内に用いた場合、象牙細管内に HAp 様結晶析出によるタグ様構造が形成され高い根管封鎖性が得られることが示唆された。また、位相差顕微鏡観察像およびトリパンブルー染色の結果から、NSY-222 は細胞に為害性を与えないことが明らかとなった。これまでに報告してきた NSY-222 が示す性質である Hap 結晶の析出、硬化後に見られる pH 安定性、硬化体周囲への細胞接着、および神経細胞分化誘導に関する結果に加え、今回得られた結果は、NSY-222 が封鎖性および生体親和性の高いシーラーであることを示している。

【結論】

新しく開発されたバイオガラス配合シーラーは、歯内療法時の根管充填に応用されるシーラーとして期待される。

歯根膜および皮膚由来ヒト人工多能性幹細胞(iPSC)を用いた 神経堤細胞様細胞の樹立とその表現型の比較

九州大学病院 歯内治療科

○友清淳、前田英史、和田尚久、門野内聡、濱野さゆり、長谷川大学、祐田明香、赤峰昭文

Generation of neural crest like-cells from human peirodental ligament- and foreskin-derived induced pluripotent stem cells

Department of Endodontology and Operative Dentistry, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University

○A.TOMOKIYO,H.MAEDA,N.WADA,S.MONNOUCHI,S.HAMANO,D.HASEGAWA,A.YUDA,and A.AKAMINE

【目的】神経堤細胞は胎生期に神経管周囲に形成される神経堤より遊走し、様々な細胞へと分化することで多様な組織を形成する。このような特徴から神経堤細胞は、組織再生医療の鍵を握る細胞であると推察されるが、その希少さ故に再生研究へ応用することは困難であった。2006年に樹立された人工多能性幹細胞(iPSC)は高い自己増殖能と多能性を示すことから、神経堤細胞の有効な細胞源となりうる可能性を有しており、これらを用いることにより再生医療の適応が大きく広がることが予想される。さらに近年、分化した組織細胞から iPSC を作製する際、その分化状態はリセットされるが、エピジェネティックな記憶は保持されることが報告されている。そこで我々は、iPSC を神経堤細胞へ分化誘導する際、iPSC の起源となる組織がその分化能に影響を及ぼすとの仮説を立てた。この仮説を検証するため、本研究では神経堤細胞に発生を由来する歯根膜細胞(PDL)、および神経堤細胞に発生を由来しない皮膚細胞(FF)から樹立した2種類のヒト iPSC に対し神経堤細胞分化誘導を行い、得られた細胞に対しキャラクターゼーションを行った。

【材料と方法】(1)神経堤細胞誘導: 歯根膜細胞由来 iPSC(PDL-iPSC)、および皮膚細胞由来 iPSC(FF-iPSC)から酵素処理にて single cell suspension を作製し、これらを低接着性細胞培養ディッシュにて培養することにより neurosphere を作製した。この neurosphere をフィブロネクチン(FN)コーティングディッシュへ移動させ、ディッシュに接着した neurosphere から遊走した細胞の継代・培養を行った。(2)神経堤マーカーによる細胞分取: magnetic activated cell sorting (MACS)を用い、neurosphere より遊走した細胞から神経堤マーカーの一つである HNK-1 陽性細胞(HNK+)および陰性細胞(HNK-)を分取した。(3)HNK+および HNK-のキャラクターゼーション: MACS により分取した細胞に対し、免疫細胞化学的染色および real time RT-PCR 法により、神経堤細胞マーカー遺伝子発現の検討を行った。また flow cytometric 分析により、神経堤細胞、間葉系幹細胞、造血系幹細胞、および ES 細胞関連表面抗原発現の検討を行った。さらに神経堤由来細胞(神経細胞、グリア細胞、平滑筋細胞)および間葉由来細胞(骨芽細胞、脂肪細胞)への分化能について検討を行った。

【結果と考察】2種の iPSC とも neurosphere を形成し、それらを FN コーティングディッシュで培養した結果、接着した neurosphere から遊走する細胞が確認された。この遊走細胞は神経堤マーカー HNK-1 および p75NTR を発現していた。Flow cytometer を用いて遊走細胞における HNK-1 発現細胞数を定量した結果、PDL-iPSC 由来遊走細胞で 79.56%、FF-iPSC 由来遊走細胞で 68.59%の陽性細胞が認められた。そこで MACS を用いて、PDL-iPSC 由来および FF-iPSC 由来遊走細胞から HNK+ならびに HNK-を分取した。PDL-iPSC 由来 HNK+および HNK-、ならびに FF-iPSC 由来 HNK+および HNK-の4種の細胞全てにおいて、間葉系幹細胞関連表面抗原である CD73、CD90、CD105、CD146、CD166 を強発現していたが、ES 細胞関連表面抗原である TRA160、ALKPHOS および造血幹細胞関連表面抗原である CD14、CD34、CD45 の発現は認められなかった。また、PDL-iPSC 由来 HNK+は、HNK-よりも神経堤マーカー遺伝子である SNAIL、SLUG、SOX9 を強く発現し、FF-iPSC 由来 HNK+は、HNK-よりも SLUG、SOX9 を強く発現していた。さらに、PDL-iPSC 由来 HNK+および HNK-、ならびに FF-iPSC 由来 HNK+および HNK-の4種の細胞とも、神経堤由来細胞および間葉由来細胞分化能を示したが、PDL-iPSC 由来 HNK+は、他の3種の細胞よりも高い神経堤由来細胞分化能を示した。以上の結果から①PDL-iPSC は、FF-iPSC に比べて高い神経堤細胞分化能を示すこと、②神経堤細胞誘導を行った PDL-iPSC から、神経堤細胞へ分化した細胞を選択的に獲得する上で、HNK-1 陽性細胞分取は有効な方法であることが明らかとなった。本研究により、神経堤細胞に発生を由来する組織から樹立した iPSC は、神経堤細胞を入手するための有効な細胞源となりうる可能性が示唆された。

【謝辞】本研究の共同研究者である、Mark Bartold および Stan Gronthos (University of Adelaide) に謝意を表します。

IX 型分泌機構は *Capnocytophaga ochracea* の滑走運動とバイオフィーム形成能に影響を与える

東京歯科大学 歯周病学講座¹

東京歯科大学 口腔科学研究センター²

○喜田 大智¹、今村 健太郎¹、勢島 典¹、齋藤 淳^{1,2}

A type IX secretion system affects the gliding motility and biofilm formation of *Capnocytophaga ochracea*

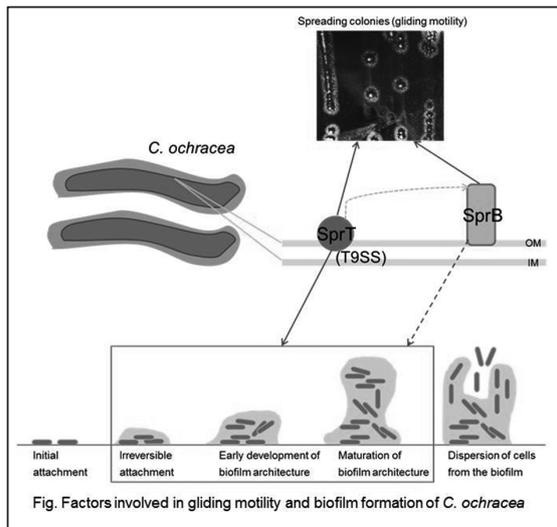
Department of Periodontology¹, Oral Health Science Center², Tokyo Dental College

○KITA DAICHI¹, IMAMURA KENTARO¹, SESHIMA FUMI¹, SAITO ATSUSHI^{1,2}

【目的】 *Capnocytophaga ochracea* は、滑走能を持つグラム陰性桿菌である。本菌は歯周病の原因であるデンタルプラーク (バイオフィーム) の構成菌で、主要な歯周病原菌の一つである *Fusobacterium nucleatum* の定着の足場となるため、歯周病の予防法を考えるにあたり、*C. ochracea* のバイオフィーム形成因子の理解は重要である。しかしその因子は未だ明らかにされていない。本菌が属する門の菌種の一部 (*Flavobacterium johnsoniae* など) は IX 型分泌機構 (T9SS) を持ち、それによりタンパク質の菌体外への輸送を行う。本機構の欠失株は運動能、基質への付着・定着能が低下するという報告がある。本菌のゲノム配列には T9SS の orthologue が存在する。そこで本研究では、T9SS 関連遺伝子および滑走・付着関連遺伝子と相同性を持つものに注目し、*C. ochracea* のバイオフィーム形成における T9SS の関与について検討を行った。

【材料および方法】 *C. ochracea* ATCC 27872 株のゲノム配列から *F. johnsoniae* の滑走・付着関連遺伝子 *sprB* の orthologue を持つ遺伝子を BLAST search により検索し Coch_0203 を得た。本遺伝子と *C. ochracea* の T9SS 関連遺伝子 *sprT* orthologue (Coch_1748) の欠失株 (それぞれ KTRB, KTRT) を作製し、バイオフィーム形成に与える影響を検討した。欠失株の滑走能は、0.1% Yeast extract 含有 Tryptic soy agar 上とガラス面上で位相差顕微鏡を用い観察した。バイオフィーム形成量は、*C. ochracea* を 96 well plate に播種し、48 時間培養後、クリスタルバイオレット染色により定量した。バイオフィームの形態、バイオマス、厚みは、共焦点レーザー顕微鏡および COMSTAT software により解析した。各菌体・バイオフィームの構造および細胞間マトリクスについては走査型電子顕微鏡 (SEM)、透過型電子顕微鏡 (TEM) での観察及びバイオフィームの酵素処理により解析を行った。

【結果および考察】 欠失株 KTRB および KTRT は滑走能を失っていた。このことから、*sprB* により code されるタンパク質は本菌の滑走に関わり、それが T9SS により輸送される事が示唆された。KTRB のバイオフィーム形成量は、野生株の 68% 程度であった ($P < 0.05$)。これに対し KTRT のものは、野生株の 19% 程度まで低下していた ($P < 0.001$)。これはバイオマス、厚みのデータの傾向と一致していた。これらの結果は、滑走・付着関連タンパク質がバイオフィーム形成に関わることを示すと同時に、それ以外の T9SS によって輸送されるタンパク質も関与する事が示唆された。SEM での観察では、野生株のバイオフィームは欠失株に比べ密であり、菌体間にマトリクス様構造物が認められた。TEM での観察では、野生株、欠失株ともに周囲にマトリクス様構造物が認められたが、その範囲は野生株のほうが広範囲であった。これらの結果により、マトリクス様構造物が菌体同士の付着に関与し、バイオフィーム形成量に影響を与える事が示唆された。また使用した酵素のうち proteinase K が最もバイオフィームの破壊に有効だったことから、タンパク質が同構造物の主要成分である事が示唆された。



認められた。TEM での観察では、野生株、欠失株ともに周囲にマトリクス様構造物が認められたが、その範囲は野生株のほうが広範囲であった。これらの結果により、マトリクス様構造物が菌体同士の付着に関与し、バイオフィーム形成量に影響を与える事が示唆された。また使用した酵素のうち proteinase K が最もバイオフィームの破壊に有効だったことから、タンパク質が同構造物の主要成分である事が示唆された。

【結論】 *C. ochracea* の T9SS により輸送されるタンパク質は本菌の滑走運動に必要であり、バイオフィーム形成に関与する事が明らかになった。(会員外共同研究者: 長崎大学口腔病原微生物学分野 柴田 敏史、中山 浩次、東京歯科大学微生物学講座 菊池有一郎、国分 栄仁、石原和幸)

全身疾患と歯周組織状態に関する臨床統計学的検討

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯周病学分野¹
トロント大学歯学部 Matrix Dynamics Group²
東京医科歯科大学歯学部附属病院 口腔ケア外来³

○杵渕 恵那¹、須田 智也¹、池田 裕一²、水谷 幸嗣¹、青山 典生¹、早雲 彩絵¹、小柳 達郎¹、
関内 孝侑¹、塩山 秀裕³、和泉 雄一¹

Relation between Systemic Diseases and Periodontal Conditions: A Clinico-statistical Study

Department of Periodontology, Tokyo Medical and Dental University
Matrix Dynamics Group, Faculty of Dentistry, University of Toronto
Oral Health Care Clinic, Dental Hospital, Tokyo Medical and Dental University
○KINEBUCHI ENA, SUDA TOMONARI, IKEDA YUICHI, MIZUTANI KOJI, AOYAMA NORIO,
HAYAKUMO SAE, KOYANAGI TATSURO, SEKIUCHI TAKAYUKI, SHIOYAMA HIDEHIRO, IZUMI YUICHI

諸言：

平成 23 年の歯科疾患実態調査によると、60 歳代の約半数が歯周ポケットを有することが示されており、歯周病はう蝕とともに歯を喪失する主な原因となっている。また歯周病は喫煙、メタボリックシンドロームなどの生活習慣だけでなく、全身疾患にも関与していることが報告されている。これまでに歯周病患者の受診状況や全身疾患罹患状況に関する報告は多く見受けられるものの、近年日本では高齢化が進行しており歯周病患者の受診状況も変化してきていることが予想される。そこで我々は、平成 26 年 6 月から平成 27 年 1 月までに初診患者として歯周病外来に来院した患者について調査を行った。

方法：

東京医科歯科大学歯学部附属病院歯周病外来に平成 26 年 6 月から平成 27 年 1 月に初診患者として来院した、計 1161 名（男性 413 名、女性 748 名）を被験者とした。被験者ごとに主訴、性別、年齢、身長、体重、全身疾患、常用薬の有無、喫煙経験および 1 日の喫煙本数、歯周組織検査（残存歯数、歯周ポケット深さ、プロービング時の出血）に関して調査した。

結果：

歯周病外来受診患者では女性の比率が高く、年齢は 60 歳代が最も多かった。患者の主訴は疼痛・腫脹・動揺の順で多かった。全身疾患を有する患者の割合は全体の約 6 割であり、高血圧症、胃腸疾患、糖尿病、高脂血症の順で多かった。常用薬に関しては約半数の患者が服用しており、降圧薬、高脂血症薬の順で多かった。また全体の中で喫煙経験のある者は 3 割程度であった。全身疾患と歯周病の関係性に関しては、糖尿病、高血圧症の既往のある患者で有意に残存歯数が少なかった。メタボリックシンドロームに該当する患者では、4mm 以上のポケットを有する歯の本数が有意に多かった。また、喫煙経験も歯周病と有意な関連性が認められた。

考察：

東京医科歯科大学歯学部附属病院歯周病外来に来院する患者は、半数以上が 60 歳代と年齢層が高く、また何らかの疾患を有している方の割合が高いことがわかった。今回調査した患者では糖尿病、高血圧などの全身疾患、メタボリックシンドローム、喫煙が残存歯数や歯周病に関連することが示唆された。歯周病治療を進めて行くうえで、全身状態、生活習慣を把握していくことが重要である。

う蝕検知液でエナメル質の白斑病変(ICDAS Code 2)の崩壊度を識別できる

¹鶴見大学歯学部保存修復学講座, ²兵庫医科大学歯科口腔外科講座
○山本雄嗣¹, 清水明彦², 深谷芽吏¹, 林心璣¹, 桃井保子¹

A Caries Detector Dye Identifies Degree of Collapse in Enamel White Spot (ICDAS Code 2)

¹Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine,
²Department of Dentistry and Oral Surgery, Hyogo College of Medicine
○YAMAMOTO Takatsugu¹, SHIMIZU Akihiko², FUKAYA Meri¹, HAYASHI Oki¹, MOMOI Yasuko¹

【緒言】

ICDAS (International Caries Detection and Assessment System)は、2005年に提唱された国際的なう蝕検出基準であり、近年注目されている。その中のCode 2は、歯面が湿潤状態であっても認められるエナメル質の明確な視覚的变化であり、う蝕により乳白色や褐色に変色し、その幅は小窩裂溝よりも広く、正常なエナメル質の臨床的所見とは異なるものを指す¹⁾。この病変のエナメル質表面は肉眼的には粗慥感を認めないが、う蝕検知液を用いると、同一病変内にピンク染部分と不染の部分とが混在することに遭遇する。

そこで今回、ICDAS Code 2を有するヒト抜去歯を用いて、ピンク染色部および不染部の硬さ測定と表面性状観察を行い、比較検討した。

【材料と方法】

水中もしくは10%中性ホルマリン中保管のヒト抜去歯で、ICDAS Code 2のエナメル質の白斑病変を有するものを用いた。被験面をブラシで清掃後、湿潤下で歯面の写真撮影を行った。次いで、う蝕検知液(カリエステスター、クラレノリタケデンタル)を塗布し、10秒後に十分に水洗、乾燥させてから再び写真撮影を行い、ピンク染・不染部の有無の確認を行った。

1. ヌーブ硬さ(KHN)測定

部分的にピンク染となるエナメル白斑を有する14歯を測定対象とした。この14歯30ヶ所の白斑について、ピンク染部と不染部の圧子押し込み深さ(CT値:μm)を、カリエステスター(三栄エムイー)を用いて測定した。圧子にはエナメル質用圧子(円錐角50°,先端曲率半径10μm)を使用し、圧入荷重150gfとした。そして測定したCT値を下式に代入しKHNを算出した²⁾。なお求めたKHNは、t検定を用いて統計学的に比較した。

$$KHN = 6839.2CT^{-1.4087}$$

2. 顕微鏡観察

前述と同様の白斑を有する14歯について、走査型電子顕微鏡を用いてエナメル質を観察し、ピンク染部と不染部の表面構造の比較を行った。

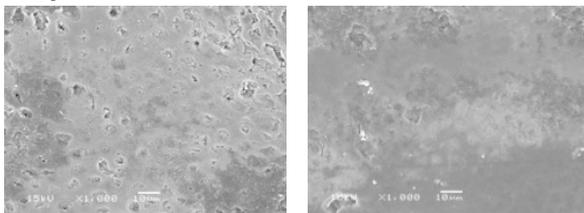
【結果および考察】

1. ヌーブ硬さ測定

ピンク染エナメル質のヌーブ硬さは約73±23 KHNであったのに対し、不染部は141±28 KHNとなり、ピンク染部は不染部より有意に低い値を示した(p<0.01)。

2. 顕微鏡観察

白斑部の電子顕微鏡像代表例を下に示す。左がピンク染部、右が不染部のエナメル質表面で、撮影倍率は1,000倍である。



左のピンク染エナメル質は、右の不染エナメル質と比較して表面が粗慥であり、エナメル小柱の構造に一致した小孔が認められた。これはエナメル質表面の脱灰が進行したために生じた微細な欠損と考えられ、硬さの低下は脱灰を裏付ける結果である。この欠損がう蝕検知液に染色されたことによりピンク染を呈したと思われた。

【結論】

う蝕検知液を用いることにより、ICDAS Code 2のエナメル質白斑病変の中の脱灰が進行した部位を識別できることが分かった。

【文献】

- 1) 土居貴士, 神原正樹. International Caries Detection and Assessment System (ICDAS)とは?シンポジウム「歯の硬組織検査(ICDAS)に基づく齲蝕管理方法」第22回歯科医学会総会分科会。2012年11月9日。
- 2) Shimizu A, Yamamoto T, Nakashima S, Nikaido T, Sugawara T, Momoi Y. Measurement of surface hardness of primary carious lesions in extracted human enamel - Measurement of Knoop hardness using Cariotester -. Dent Mater J 2015 (印刷中)。

動粘度が異なる齶蝕検知液の象牙質に対する染色性について

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門¹

昭和大学歯学部歯科保存学講座歯科理工学部門²

○稲垣 里奈¹、小林 幹宏¹、市川 琴奈¹、新妻 由衣子¹、宮崎 隆²、真鍋 厚史¹

Stainability for dentin of caries staining agent detective liquid by various kinematic viscosity

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry¹

Department of Conservative Dentistry, Division of Oral Biomaterials and Engineering, Showa University School of Dentistry²

○Rina Inagaki¹, Mikihiro Kobayashi¹, Kotona Ichikawa¹, Yuiko Niizuma¹, Takashi Miyazaki², Atsufumi Manabe¹

【研究目的】

1972年に開発された齶蝕検知液は、propylene glycolを使用し染色される歯質を削除するというものであったが、染色された歯質を全て削除してしまうと極めて健全に近い象牙質が露出してしまうことが明らかになった。近年はミニマルインターベンション (MI) の概念が浸透してきており、溶媒化合物の分子量によって液の動粘度を制御することで sclerotic dentin を染色せずに感染象牙質のみを過不足なく識別できるものとしてカリエスチェック (1%Acid red-poly-propylene glycol) (以後 KC) (日本歯科薬品) が開発された。すなわち KC の動粘度は齶蝕象牙質に対する染色性に大きく関わっている。現在の動粘度の設定の下限値は 400mm²/s であるが、この動粘度範囲は性能発揮の限界を示すものではない。今回の研究目的は KC の動粘度と sclerotic dentin に対する染色性との相関性についてビッカース硬さとダイアグノデント値で確認し、性能発揮に相応しい動粘度範囲を求めることである。

【材料および方法】

Moisture content	2%(present KC)	5%	7%	10%	15%	20%
A sample : Kinematic viscosity (mm ² /s)	R1:461	R2:377	R3:332	R4:263	R5:157	R6:103

Table 1 Caries staining agent detective liquid which controlled kinematic viscosity

ヒト抜去歯 10 本 (昭和大学 歯学部 医の倫理委員会 承認番号; 2014-037)、動粘度を制御した齶蝕検知液検体 (表 1) を用いた。歯冠部に中等度の象牙質齶蝕を有するヒト抜去歯を齶蝕円錐窩底部と平行になるように耐水研磨紙 #100、#250、#1000 の順で削合し、齶蝕円錐窩底部の硬さをマイクロビッカース硬さ試験機 (MMT-X3, MATSUZAWA) を用いて 200gf, 20sec の条件下で測定した。また DIAGNOdent (2095J, KaVo) を用いてダイアグノデント値 (D 値) を測定した。測定したビッカース硬さ (MVH) は 35±5、ダイアグノデント値 (D 値) は 20 以下になるように調整した。この両方の条件を満たした窩底部象牙質に対し高粘度の検体 (R1) から順に染色し、最初に染まった動粘度の齶蝕検知液を性能発揮動粘度とした。

【結果および考察】

本研究の結果より、切削を必要としない sclerotic dentin に対して R4 (含水量: 10%、動粘度: 263 mm²/s) から R5 (含水量: 15%、動粘度: 157 mm²/s) で染色した。この理由として、含水することで KC が象牙質に浸透、拡散しやすくなりその結果染色しやすくなったと考えられる。

そのため R4 (含水量: 10%、動粘度: 263 mm²/s) から R6 (含水量: 20%、動粘度: 103mm²/s) のような含水量が多く動粘度が低いものでは sclerotic dentin も削除してしまう可能性があり、KC の本来の意味が失われてしまう。

【結論】

切削を必要としない sclerotic dentin に対しては、R4 (含水量: 10%、動粘度: 263 mm²/s) から染色し出したことから、KC の動粘度範囲の設定の下限値は、270 mm²/s 付近が妥当と考えられる。今回はビッカース硬さとダイアグノデント値を用いて検討したが個体差があるため、今後細菌検査などを用いて更なる限界性能発揮動粘度を検討していく必要があると考えられる。

新規 S-PRG フィラー配合バーニッシュの象牙質脱灰抑制能 (第2報)
—徐放されるフッ化物イオン濃度測定—

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 齧制御修復学講座¹⁾, 短期大学部歯科衛生学科²⁾,
クリニカル・バイオマテリアル講座³⁾

○片岡あい子^{1,2)}, 椎谷 亨¹⁾, 藤野富久江²⁾, 富山 潔¹⁾, 飯塚純子¹⁾, 長谷川晴彦¹⁾, 倉持江里香¹⁾,
大橋 桂³⁾, 二瓶智太郎³⁾, 向井義晴¹⁾

Anti-demineralization effect of S-PRG filler containing varnishes on dentin (2nd report)
—Measurement of released fluoride ion concentration—

Department of Cariology and Restorative Dentistry¹⁾, Department of Dental Hygiene, Junior College²⁾,
Department of Clinical Biomaterials³⁾,

Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University

○KATAOKA Aiko^{1,2)}, SHIYA Toru¹⁾, FUJINO Fukue²⁾, TOMIYAMA Kiyoshi¹⁾, IIZUKA Junko¹⁾, HASEGAWA
Haruhiko¹⁾, KURAMOCHI Erika¹⁾, OHASHI Katsura³⁾, NIHEI Tomotaro³⁾, MUKAI Yoshiharu¹⁾

【研究目的】

日本歯科保存学会学術大会 (第 141 回) において, 新しく開発された 2 種類の S-PRG フィラー配合バーニッシュの歯根象牙質脱灰抑制能の TMR 分析結果を報告した. 特に NaF を添加したバーニッシュは 5%NaF 含有バーニッシュの従来品と比較し, 効果的な根面象牙質脱灰抑制能を有していた. 今回の実験の目的は, 脱イオン水 (DW) 浸漬 3 日後, 7 日後の各材料から徐放されるフッ化物イオンの濃度を測定し, すでにデータとして得られているミネラル喪失量 (IML) との関係性を明らかにすることである.

【前回学術大会での発表の概要】

材料は, ①MI Varnish (GC America) (MIV 群), ②F バーニッシュ (ビーブランド・メディコーデンタル) (FV 群), ③PRG Barrier Coat (松風) (PBC 群), ④PRG バーニッシュ I (松風) (S-PRG フィラー40%) (PV 群), ⑤PRG バーニッシュ II (松風) (NaF 5%+S-PRG フィラー40%) (PVF 群) を使用した. ウシ歯根象牙質平滑面のうち, 3 × 1 mm の範囲に上記材料を塗布し, その隣接する同面積部を露出象牙質試験面とした. 象牙質試料を 50mM 酢酸ゲルにより脱灰 (37°C, 7 日間) した. TMR 撮影後, IML について統計処理を行なったところ, PBC 群と PVF 群は, MIV 群, FV 群と比較し有意に低い値であった ($p < 0.05$). 一方, PBC 群, PV 群, PVF 群の 3 群間には有意差が認められなかった ($p > 0.05$).

【実験材料および方法】

1. 各種材料のプラスチックシート塗布: 直径 5mm に窓開けしたマスキングテープをプラスチックシートに貼付し, 上記 5 種類のバーニッシュもしくはコーティング材を各々塗布した (n=6). その際, 塗布する材料の厚みがテープの厚みと同等になるように, プラスチックスパチュラを用いて整形した. その後プラスチックシートごと DW 5ml 中に 37°C で 3 日間もしくは 7 日間浸漬した.
2. フッ化物イオン徐放量測定: フッ化物イオン濃度は, 得られた各溶液 3ml に対し TISABIII を 0.3ml 加え, 超小型スターラーで攪拌しながら, 室温下にて Orion モデル 920A のイオンメーター, および 96-09 型の複合型フッ素イオン電極を用いて直接法にて測定した.
3. 統計分析: 5 群間におけるフッ化物イオン濃度の有意差検定は, One-way ANOVA および Games-Howell の検定 (有意水準 5%) にて行なった. また各材料における, 3 日, 7 日浸漬によるフッ化物イオン徐放量の違いについては, t 検定 (有意水準 5%) を用いた.

【実験結果および考察】

前報において, PVF 群の IML が, MIV 群, FV 群より有意に低い ($p < 0.05$) ことを明らかにしているが, 7 日後のフッ化物イオン徐放量では PVF 群と MIV 群との間に有意差は認められず (4.6 ± 1.5 ppmF および 4.9 ± 0.8 ppmF), IML と徐放フッ化物イオン濃度は必ずしも相関しないことが示唆された. これは, S-PRG フィラー配合バーニッシュからはフッ化物イオン以外の種々なイオンが徐放されるため, それらの働きが相まって IML の結果に影響を与えているものと考えられた. また各材料における 3 日, 7 日浸漬による違いは認められなかった.

【結論】

象牙質の脱灰において, ミネラル喪失量に影響を与える因子として重要なのはフッ化物イオン濃度であるが, S-PRG フィラーから徐放される他のイオンも関与している可能性が示された.

S-PRGフィラーがう蝕歯質に与える影響について

大阪歯科大学 歯科保存学講座
○恩田 康平、初岡 昌憲、松田 有之、
黄地 智子、山本 一世

Effect of S-PRG filler to caries dentin.

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University
○Kohei Onda, Yoshinori Hatsuoka, Tomoyuki Matsuda,
Satoko Ouchi, Kazuyo Yamamoto.

【緒言】

MI が提唱され、その考えは日々の臨床にも広く普及されつつある。最小限の侵襲で抑えるために、う蝕除去の際はう蝕象牙質第一層を完全に除去し、第二層を残すようにするのが推奨されている。しかし実際のう窩では第一層と第二層の境界は明確ではなく、う蝕検知液で判断している。しかし、第二層も健全象牙質に比べると軟化しており、そこにコンポジットレジン等の接着操作を行っても、予後に不安を残すことになる。S-PRG フィラーは様々なイオンを徐放するフィラーであり、第二層の再石灰化が期待できる。我々は人工的に作ったう蝕に試作した S-PRG フィラー含有水性ペーストを作用させ、カリオテスターでヌーブ硬さを測定し、歯質の硬さにいかなる作用をおよぼすかについて調べたので報告する。

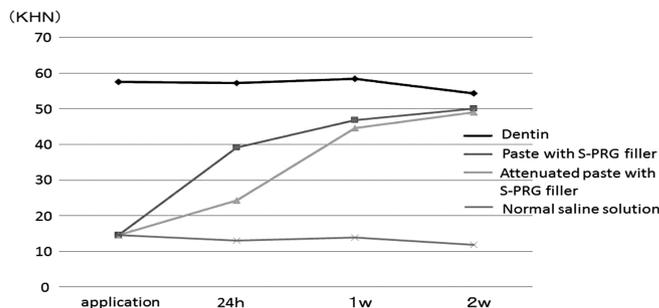
【材料と方法】

冷凍保存したウシ歯を解凍後、エポキシ樹脂に包埋し、象牙質平坦面を出し、耐水研磨紙#600 まで研磨した。

その後、pH2.6 の 0.02M 乳酸水溶液中に 10 h 浸漬させ、象牙質面に人工う蝕を作製し、第二層を想定しヌーブ硬さが 14~20KHN のものを試料とした。人工う蝕面に S-PRG 含有水性ペースト G3P-70 (S-PRG フィラー70%, 蒸留水 30%), 4 倍希釈した S-PRG 水性ペースト (S-PRG フィラー17.5%, 蒸留水 82.5%) をそれぞれ塗布し、37°C 保湿庫で 24 h, 1 w, 2 w 保管した。コントロールとして、試料を 37°C 生理食塩水中に浸漬し、24 h, 1 w, 2 w 保管した。人工う蝕象牙質面をランダムに 5 か所でカリオテスターを用いてヌーブ硬さを測定し、平均をその試料の値とした (n=5)。

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】



結果を上グラフに示す。S-PRG を塗布した群は 24 時間でコントロールと比べ、有意にヌーブ硬さが高くなった。さらに、S-PRG の濃度の高いものは、低いものと比べ 24 時間では有意に硬さが向上した。S-PRG 塗布群は、1w以降さらに硬くなったが、S-PRG の濃度による差は認められなくなった。2wでは健全象牙質と比べ S-PRG 塗布群は有位な差を認めなかった。混濁層のヌーブ硬さは 20KHN 程度とされており、S-PRG フィラーにより、歯質が健全象牙質と同等な硬さまで硬化することにより、接着界面の脆弱性を改善できる可能性が示唆された。

【結論】

S-PRG フィラーの使用により、う蝕処置において保存可能なう蝕象牙質第二層が健全象牙質と同等の硬さに回復することが示唆された。

ペプチド P₁₁₋₄ のエナメル質への応用における OCT 像の観察

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
○瀧本正行¹, 高橋史典¹, 黒川弘康^{1,2}, 古市哲也¹, 佐藤愛子¹, 寺井里沙¹, 宮崎真至^{1,2}, 若松英輝¹

OCT observation of Peptide (P₁₁₋₄) applied surface enamel

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

○TAKIMOTO Masayuki¹, TAKAHASHI Fuminori¹, KUROKAWA Hiroyasu^{1,2},
FURUICHI Tetsuya¹, SATO Aiko¹, TERAJI Risa¹, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, WAKAMATSU Hideki¹

【緒言】

初期エナメル質齶蝕への非侵襲的なアプローチとして、バイオアクティブな性質を有するペプチド P₁₁₋₄ に着目し、口腔内環境をシミュレートした pH サイクルを設定、このサイクルにペプチド P₁₁₋₄ を応用した場合のエナメル質の脱灰抑制あるいは再石灰化効果について、歯質内部の微細な状態変化を非破壊的に把握可能な光干渉断層画像法 (Optical Coherence Tomography, 以後、OCT) を用いて経時的に観察するとともに、信号強度分布から最大ピーク強度値および $1/e^2$ 幅を求めることによって検討した。

【材料および方法】

実験には、ペプチド P₁₁₋₄ を含有する Curodont (Credentis) を用いた。

1. 測定用試片の製作

ウシ抜去下顎前歯の歯冠部唇側面中央付近の歯質を、直径 4~6 mm、厚さ 2~3 mm のエナメル質ブロックが得られるように切り出した後、耐水性 SiC ペーパーの #2000 を用いて露出面が平坦となるように調整し、超音波洗浄を 5 分間行った。このエナメル質ブロックの底面 (象牙質側) および側面をワックスで被覆し、これを測定用試片とした。

2. 試片の保管条件

測定用試片は、以下に示す各条件に保管した。

- 1) コントロール群: ペプチド未塗布の測定用試片を、実験期間を通じて 37°C 人工唾液中に保管
- 2) 未処理群: ペプチド未塗布の測定用試片を 1 日 2 回、0.1 M 乳酸緩衝液 (pH 4.75, 0.75 mM CaCl₂ · 2H₂O および 0.45 mM KH₂PO₄) に 10 分間浸漬した後、37°C の人工唾液中に保管
- 3) 処理群: Curodont を 5 分間塗布した測定用試片を、実験期間を通じて 37°C 人工唾液中に保管
- 4) 処理+脱灰群: Curodont を 5 分間塗布した測定用試片を 1 日 2 回、0.1 M 乳酸緩衝液に 10 分間浸漬した後、37°C の人工唾液中に保管

なお、ペプチドの塗布は、露出面を 35% リン酸水溶液で 20 秒間処理、水洗、乾燥した後に行った。

3. OCT 観察

測定には、Time-Domain 型 OCT 装置 (モリタ東京製作所) を用いた。測定用試片内部の状態変化の観察は、光源からの照射光線が唇側面の中央に対して垂直に照射されるように測定用試片をサンプルステージに静置し、プローブと試片表面との距離を 2 mm に固定して行った。人工唾液から取り出した測定用試片は、エアブローを 10 秒間行った後、歯質表面の水分を、キムワイブを用いて除去した状態で観察を行った。測定には、B-scan mode とともに、A-scan mode を用い、測定範囲内の任意の 20 箇所における歯質の表層から深層にわたる反射光分布の信号強度情報を得た。なお、OCT イメージ像の観察時期としては、実験開始前および開始 7, 14, 21 および 28 日後とし、試片の数は各条件についてそれぞれ 6 個とした。

4. $1/e^2$ 幅の決定

A-scan mode の信号強度分布を解析することで最大ピーク強度値を検出し、その座標を割り出した。次いで、この座標を中心として 86.5% の信号強度が含まれる範囲を算出し、その波形幅として $1/e^2$ 幅を求めた。さらに、最大ピーク強度値および $1/e^2$ 幅とから、その積分値 (dB × μm) を求めた。

【成績および考察】

未処理群における OCT 像は、実験開始前と比較して 28 日後ではエナメル質表層に局所的なシグナル輝度の上昇が認められ、積分値は実験開始前と比較して 28 日後で約 1/2 に低下した。一方、処理+脱灰群においては、28 日後でエナメル質表層のシグナルの輝度に著明な変化は認められないものの、内部断層像には変化が認められ、積分値は実験開始前と比較して 28 日後で約 3 倍に増加した。pH サイクルに曝されたエナメル質の OCT 像およびその解析値は、エナメル質表層における形態的变化と内部における光線透過性の変化を表すものとなる。処理+脱灰群では、エナメル質表層での OCT イメージ像においてシグナル輝度の変化が認められず、積分値が実験開始から経時的に増加したことから、塗布された Curodont がエナメル質の脱灰部に浸透することで、酸に対する緩衝材として機能するとともに、カルシウムイオンを吸着する足場となることでエナメル質の緻密化が生じたことを示すものと考えられた。

【結論】

Curodont の適用によって、初期エナメル質齶蝕処置の脱灰抑制および再石灰化促進される可能性が示唆された。

新規レジン強化型ガラスイオノマー充填材料におけるバルクフィル特性の評価

株式会社 ジーシー
○和光 未加, 福島 庄一, 熊谷 知弘

Evaluation of bond strength simulating bulk fill of new resin-modified glass ionomer filling material
GC CORPORATION, TOKYO, JAPAN

○Mika Wako, Syouichi Fukushima, Tomohiro Kumagai

[研究目的]

近年歯冠修復材料として大型窩洞に一塊で充填可能なバルクフィリング用コンポジットレジンが開発され臨床応用されている。しかし大型窩洞では唾液による汚染や光が十分に届かないことが懸念される。本研究ではバルクフィリング用コンポジットレジンと現在開発中のバルクおよび表層充填用の 2 ペーストタイプレジン強化型ガラスイオノマー充填材のバルク充填を想定した接着強度について評価した。

[材料および方法]

バルクフィル用コンポジットレジン材料として製品 A, ボンディング材料として製品 B を使用した。レジン強化型ガラスイオノマー充填材として F2A-10 を使用した。

抜去牛歯をアクリルレジンで包埋後, SiC 製耐水研磨紙 (#120) により象牙質を露出させた。唾液汚染群では象牙質表面に人工唾液を塗布した。ボンディング材は使用説明書に従って処理を行い直径 2.38 mm 高さ 1 mm または 4 mm のシリコン型を用いて CR を築盛した。RMGI は前処理を行わずに同様の築盛を行った。その後光照射により硬化させ 37°C 相対湿度 100% のチャンバーに 1 時間放置し, 37°C の水中で 23 時間保管して接着試験体とした。せん断接着強さはオートグラフを用いてクロスヘッドスピード 1 mm/min の条件で測定した (n=5)。

[結果および考察]

唾液汚染条件下における接着強度を図 1 に示した。F2A-10 では唾液汚染により接着強度に影響がないのに対し, 製品 A では接着強度が有意に低下した。レジン強化型ガラスイオノマーセメントは組成中に水を含んでおり, 硬化体はゲル化した水分を含むため唾液の影響を受けにくい。一方でコンポジットレジンに疎水性が高く唾液等の水分の影響を受けやすいと考えられる。

深い窩洞を想定した接着強度を図 2 に示した。F2A-10 は 4 mm の高さであっても 1 mm の高さと同じく接着強度が変わらないのに対し, 製品 A では 4 mm の高さで顕著な低下が見られた。F2A-10 はセルフキュア性があるため光が届かない場合でも硬化するのにに対し, 製品 A は光硬化性のため光が届きにくい条件では十分に硬化しきれないためと考えられる。また硬化が不十分な場合, 窩洞底面に未重合モノマーが存在し生体に悪影響を及ぼす可能性が考えられる。

[結論]

レジン強化型ガラスイオノマー充填材は防湿や光照射が不十分な場合でも接着強度への影響が少なくバルクフィリング材料として適していることが示された。

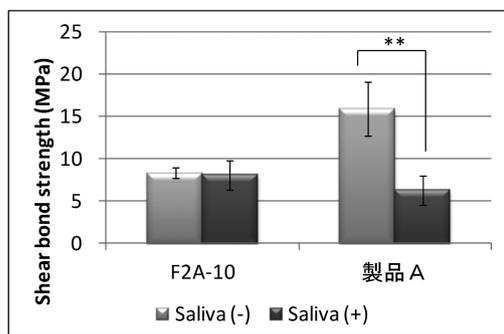


Fig.1 Shear bond strength (saliva contamination)

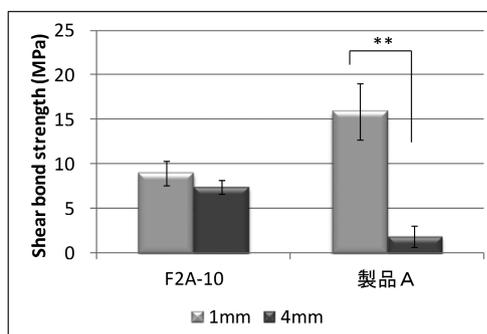


Fig.2 Shear bond strength (Depth of 1 mm and 4 mm)

**P<0001

2官能性アクリル系モノマーを応用したインプラント用セメントに関する基礎的研究

¹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 歯科生体材料学分野,

²歯科保存学分野, ³咬合機能補綴学分野

○蟹江隆人¹, 有川裕之¹, 永田睦¹, 富田浩一², 門川明彦³, 菊地聖史¹

The basic study of cements for implants made from blends of two diacrylates

¹Department of Biomaterials Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Kagoshima University,

²Department of Operative Dentistry and Endodontology, ³Department of Fixed Prosthetic Dentistry

○KANIE Takahito¹, ARIKAWA Hiroyuki¹, NAGATA Mutsumi¹, TOMITA Koichi², KADOKAWA Akihiko³,
KIKUCHI Masafumi¹

(研究目的)

歯は、歯根膜の緩圧作用により外力からの歯槽骨へのダメージを防いでいる。インプラントは、歯根膜が無く、不測の大きな外力をインプラント接合部や歯槽骨が直接受けることがある。インプラントの着合に緩圧効果を持つセメントを利用すれば、外力を緩衝して、修復物の安定した保持につながると考えられる。著者らは、これまで緩圧作用に弾性や応力緩和を利用する方法を検討してきた¹⁻²⁾。本研究では、緩圧作用を応力緩和に求めることを目的として、種々の2官能性アクリル系モノマー混合溶液から応力緩和能に優れた混合モノマー選択し、そのモノマーにフィラーを添加して、インプラント用セメントとしての応力緩和特性を検討した。

(研究方法)

実験には、重合体が軟質を示す23種類の2官能性アクリル系モノマー(3002A, UF-8001, 200PA, 3002M, AH-600; 共栄社化学: UN-9200A; 根上工業: UV-1700B, UV-3000B, UV-3200B, UV-3500B, UV-3700B, UV-6300B, UV-7640B; 日本合成化学: UA-6100, UN-9000PEP, UA-4400, UA-2235, UA-160TM, UA340PA, U-200AX, U-108A, UN-6060PTM; 新中村化学: 502H; 荒川化学)と重合体が硬質を示す2種類の2官能性アクリル系モノマー(SH-500B; 根上: UV-7000B; 日本合成化学)を使用した。軟質系モノマーと硬質系モノマーを50/50の質量比で混合し、さらに光重合とするためにカンファーキノンと2-(Dimethyl amino)ethylmethacrylate(和光純薬)をそれぞれ0.5 mass%添加した。混合・脱泡したモノマーをテフロン製型中に入れ、ポリエチレンシートで圧接したのち上下から3分間ずつ光照射した。各条件について、 $\phi 6 \times 10$ mmの重合体試験片を5個作製し、圧縮速度0.5 mm/minで弾性率を、また圧縮速度5および100 mm/min、変位量0.5 mmで応力緩和を測定した。応力緩和率は、緩和開始(最大応力)後0.5 sの応力値と最大応力との差を算出して、最大応力との比で求めた。また、混合モノマーにシリカ系無機フィラー($\phi 1.5 \mu\text{m}$, VX-X; 龍森)とウレタン系有機フィラー($\phi 10 \mu\text{m}$, CF-600T; 根上)を重量比で20%添加した試験片を作製して、同条件で弾性率と応力緩和率を求めた。

(研究結果)

応力緩和の測定結果、100 mm/minで25%以上緩和した組み合わせは、SH-500B/3002A、/UA-160TM、/UA-340PA、/502Hであった。これらの弾性率は、それぞれ39.8、25.3、83.8、26.2 MPaを示した。硬質系モノマーとしてSH-500Bの代わりにUV-7000Bを使用すると、応力緩和率、弾性率ともに低下した。このことから、硬質系モノマーとしては、SH-500Bが適切であると考えられる。SH-500B/3002A、/UA-160TM、/UA-340PA、/502Hにフィラーを添加すると、緩和率は低下し、弾性率は増加したが、緩和率は20%以上を示し、低下は有機フィラーの方が小さかった。

(結論)

今回の実験では、圧縮速度5 mm/minを通常の咀嚼速度、圧縮速度100 mm/minを不測の衝撃速度として測定を行った。ある種の軟質系2官能性モノマーと硬質系2官能性モノマーの組み合わせでは、緩圧効果を弾性に依存すると、小さな力では小さな変位を示して、大きな力では大きく変位することになるが、応力緩和を利用することにより、荷重速度が遅いときは小さく変位して、荷重速度が速いと大きく変位することが可能であることが明らかとなった。このことは、通常の咀嚼では変位が小さく、不測の外力が作用したときのみ大きく変位して緩圧効果を示すことが期待できる。これらの組成では、フィラー添加による緩和率への影響もほとんどないことが示された。

(文献)

- 1) 蟹江隆人他. 弾性を有する歯科用セメントの基礎的研究. 第129回日本歯科保存学会講演集 2008: 184.
- 2) 蟹江隆人他. 2官能性アクリル系モノマー混合溶液から作製した重合体の応力緩和 日本歯科理工学会誌 2014: 33(5); 417.

TTCP/DCPA 配合 4-META/MMA-TBB レジンの材料学的特性に関する研究

日本大学松戸歯学部保存修復学講座¹, 日本大学松戸歯学部臨床検査医学講座², 日本大学松戸歯学部歯科生体材料学講座³, そよかぜ歯科医院⁴, 荻窪わかまつ歯科⁵

○大塚一聖¹, 岩井啓寿¹, 小峯千明², 山本憲廣⁴, 若松尚吾⁵, 谷本安浩³, 平山聡司¹

The study on mechanical properties of 4-META/MMA-TBB resin containing TTCP/DCPA

Dept. of Operative Dentistry¹, Dept. of Laboratory Medicine for Dentistry², Dept. of Dental Biomaterials, Nihon University School of Dentistry at Matsudo³, Soyokaze Dental Clinic⁴, Ogikubo Wakamatsu Dental Clinic⁵.

○OTSUKA Issei¹, IWAI Hiroto¹, KOMINE Chiaki², YAMAMOTO Norihiro⁴, WAKAMATSU Shogo⁵, TANIMOTO Yasuhiro³, HIRAYAMA Satoshi¹

【緒言】 歯科保存領域で臨床上遭遇する偶発症に、窩洞形成中や外傷による露髄と根管穿孔が挙げられる。このような症例に対して、露髄や穿孔部の良好な封鎖が得られない場合、歯の保存の可否に大きな影響を及ぼすため、確実な封鎖と硬組織形成を誘導する生体材料の開発が必要である。近年、Mineral Trioxide Aggregate の良好な臨床成績が報告されているが、問題点も少なくない。一方、4-META/MMA-TBB 系レジン(スーパーボンド:SB)は象牙質に対する優れた接着性を有し、生体親和性も良好なことから、髄床底穿孔部の封鎖や根尖切除術の根尖封鎖材として応用されている。しかし SB には硬組織形成能が認められないため長期経過症例では、接着面の劣化による耐久性低下が懸念される。硬組織形成能を有するリン酸カルシウムの中でも、リン酸四カルシウムと無水リン酸二カルシウムの等モル混和物であるリン酸カルシウムセメント(CPC)は、生体親和性や骨硬組織形成能が極めて良好であると数多くの報告がある。本研究は、この CPC を SB に混和することによって象牙質接着性と硬組織形成能を具備した封鎖材を開発することが目的であり、特に CPC 配合量が SB の材料学的特性に及ぼす硬化時間、象牙質に対する引張接着強さ、および試料表面の SEM 観察によって検討をおこなった。

【材料および方法】 CPC は、ティースメイト[®] ディセンシタイザー(クラレノリタケデンタル)の粉末を使用した。4-META/MMA-TBB レジン(スーパーボンド C&B, サンメディカル)のポリマー粉(クリアー)に CPC を 0(CPC-0), 10(CPC-10), 20(CPC-20)および 50(CPC-50) wt%混和した粉末を試料粉末とした。

1. 硬化時間の測定: 硬化時間は、各試料粉末 0.08 g に対してモノマー液 110 μ l, モノマー液 1 滴の割合で混和し、その 25 μ l を開放型アルミパンに採取し、示差走査熱量計(DSC-60, 島津製作所)を用いて重合発熱量を測定し重合発熱ピーク時間から算出した。

2. 接着強さの測定: 冷凍保存されたウシ抜去歯を使用直前に解凍し使用した。耐水研磨紙で唇側面象牙質を露出させ、#600 で研磨した後、表面処理材グリーン(サンメディカル)にて 10 秒間処理を行い、水洗・乾燥後に厚さ 1.0 mm, ϕ 4.8 mm のサイズに接着面積を規定した。1. と同様に CPC 粉末を混和した後、アクリル棒を圧接し、37°C 生理食塩水中に 1 日および 7 日間浸漬し、その後、万能試験機(オートグラフ AG-1S, 島津製作所)を用いてクロスヘッドスピード 2.0 mm/min で各試料の引張接着強さを測定した。

3. 試料表面の SEM 観察: ϕ 6.0 mm \times 高さ 3.0 mm のガラスチューブに各 CPC 粉末を混和して充填し、両面をスライドガラスで圧接し、37°C 生理食塩水中に 1 日および 7 日間浸漬した。通法に従って SEM 観察用試料を作製し、レジン硬化体表面の SEM(S-3400N, 日立)観察を行った。

4. 統計処理: 得られた結果は、分散分析後、Scheffe の多重比較検定($p < 0.05$)によって統計学的に検定を行った。

【成績および考察】 硬化時間は、CPC-10 ではコントロールと比べ変化はなかったが、CPC-20 で 7.8 ± 0.4 分、CPC-50 で 12.7 ± 1.3 分を示し、CPC50wt%配合させることにより約 5 分 30 秒操作時間を延長できることが分かった。各 CPC 粉末の 24 時間後の接着強さは、CPC-20 まででは有意な差は認められなかったが、CPC-50 では 13.1 ± 2.7 MPa を示し、有意に低下していた。7 日間浸漬群でも同様の傾向が認められた。また、レジン硬化体表面の SEM 観察では、CPC-50 の 7 日間浸漬群でハイドロキシアパタイト様の針状結晶物の析出が認められた。

【結論】 SB に CPC を配合することにより、SB が持つ象牙質接着性を損なうことなく硬組織形成を促進させることができ、臨床使用可能な材料となり得ることが示唆された。

各種セルフアドヒーシブセメントのフッ素徐放性ならびに酸中和能の評価

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

○高橋 圭, 星加知宏, 横山章人, 西谷佳浩, 吉山昌宏

Evaluation of fluoride-releasing and acid neutralization of self-adhesive resin cement.

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

Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Science

○TAKAHASHI Kei, HOSHIKA Tomohiro, YOKOYAMA Akihito, NISHITANI Yoshihiro, YOSHIYAMA Masahiro

[研究目的]

接着歯学の進展とともに歯冠修復に用いられる合着・接着材には多種多様な製品が登場しており、最近では簡便な操作性とレジンセメントの接着性や強度を両立させたセルフアドヒーシブタイプのレジンセメントが各社から市販されている。本研究では、ビューティセム SA (松風)、SA ルーティング (クラレノリタケデンタル)、G-ルーティング (ジーシー) の 3 種のセルフアドヒーシブセメントについて、それぞれの組成の違いがフッ素徐放性ならびに酸中和能に与える影響について比較検討を行った。

[材料および方法]

フッ素徐放量測定試験では、丸板作製用金型 (内径 15mm×厚 1.0mm) に各レジンセメントの練和物を填入後、両面をガラス板で圧接し、メーカー指示に従い両面から光照射を行いセメント丸板を作製した(n=8)。蒸留水 5mL 中にセメント丸板を浸漬させ、任意の時間(1,3,6,10,15,21,28,35,42,49,56 日間)で蒸留水を交換し、各試験液を得た。各試験液 5mL にイオン強度調整材 (TISAB III (total ionic strength adjustment buffer), Orion Research) をそれぞれ 0.5 mL ずつ添加後、フッ素イオン電極 Fluoride selective-electrode(Orion 9609BNWP, Thermo Fisher Scientific) connected to a fluoride-ion meter (720A, Thermo Fisher Scientific)を用いてフッ素濃度を測定した。

酸中和能試験では、丸板作製用金型 (内径 15mm×厚 1.0mm) に各レジンセメントの練和物を填入後、両面をガラス板で圧接し、メーカー指示に従い両面から光照射を行いセメント丸板を作製した(n=8)。pH4.0 に調製した乳酸水溶液 5mL 中に前記丸板を浸漬させ、pH meter(D-51, HORIBA)を用いて、任意の時間(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,22,34 時間)における pH を測定し、酸中和能の評価を行った。

[結果]

フッ素徐放性に関しては、56 日間の累積フッ素徐放量において SA ルーティングとビューティセム SA が有意にフッ素徐放量が多かった。酸中和能に関しては、34 時間後の pH の値からビューティセム SA が有意に酸緩衝作用が高かった。

[考察および結論]

フッ素徐放性に関してフッ化ナトリウムが配合されている SA ルーティングは水中浸漬 1 日後から有意にフッ素徐放量が多く、フルオロアルミノシリケートガラスと S-PRG フィラーが配合されているビューティセム SA は水中浸漬日数が経つにつれて徐々にフッ素徐放量が多くなる傾向にあった。また、酸中和能に関してビューティセム SA は 1 時間後から 34 時間後まで有意に酸緩衝作用が高い傾向にあった。以上のことから、本実験に用いた 3 種のセルフアドヒーシブセメントにおいてそれぞれの組成の違いがフッ素徐放性ならびに酸中和能に影響を与えたものと考えられる。

レジンセメントの色調変化がラミネートベニア修復に与える影響

北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系 歯蝕制御治療学分野

○油井知雄, 泉川昌宣, 伊藤修一, 斎藤 隆史

The Effect of Color of the Resin Cement for the Color of the Laminating Veneer Restoration
Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of
Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido, Ishikari-Tobetsu, Hokkaido, Japan

○Yui Tomoo, Izumikawa Masanobu, Ito Shuichi, Saito Takashi

研究目的

近年, 患者の審美的要求の向上により歯冠修復装置も天然歯に近似した色調を求められる傾向が強い. とくに審美的要求が高く求められるラミネートベニア修復はごく薄いポーセレンシェルによって修復することから歯質切削量はエナメル質内に局限される. これはMIに基づいた審美性に優れた歯冠修復方法であるが, 色調回復が困難となる場合がある. そこで本研究では支台歯試料の色調を基準色歯(A1)と変色歯(A3, A4)を対象とし, ラミネートベニア試料(以下ベニア試料)と試作セメント(試適用とレジンセメント)の厚さを規定した. これらに対して試適用とレジンセメントの色調適合性, レジンセメントの色調改善性について比較, 検討した.

材料および方法

ベニア試料は丸板の直径 13 mm の陶材(松風:ビンテージ OPAL58 色)を耐水研磨紙 #400、#600、#1200、#2000の順に研磨し, 厚さ 500 μ m に調整した. 支台歯試料は厚さ 3 mm の丸板の光重合型ガラスイオノマー系コンポジットレジン(松風:ビューティフルフロー)の A1, A3, A4 を使用した. セメントは試適用とベニアセメントにおいて 3 種の明度をもつ Low, Medium, High (以下 L, M, H) を用いた. セメント層の厚さは直径 8 mm, 50 μ m の穴空きシートを用いて規定した. 上記の試料を 2 枚のスライドガラス間に支台歯試料, 穴空きシート, シート内への試適用もしくはベニアセメントの填入, ベニア試料と順に設置し 100 g, 30 s で圧接した. 試適用は圧接後に直ちに測色し, ベニアセメントは 20 s で照射後に測色した. 測色は分光色彩・色差計(NF 333 日本電色工業)を用いて, 試適用とベニアセメントの明度(L^*), 色度(a^* , b^*), 色差(ΔE)を求めた. また色差に関する評価は $\Delta E=2.0$ を『色調適合性を認める境界値』として検討した. なお, 試料数は 3 つ製作し, 各々を 5 回測定した.

成績

測色の結果から支台歯の試料 A1, A3, A4 における各種の試適用, ベニアセメントの L^* は $H>M>L$ となり, a^* , b^* は近似した値を示した. また ΔE も 2.0 以下となり, 優れた色調適合性を示した.

色調改善性の点では変色歯傾向が強い A4 に M のセメントを用いた際, A3 の M のセメントを用いた色調と同等であった ($\Delta E: 1.2 \sim 2.1$). また A4 に H のセメントを用いた際は A1 の H のセメントを用いた色調に近似した ($\Delta E: 2.7 \sim 4.6$). これらの結果から変色歯傾向の強い支台歯においても M もしくは H のセメントを用いることで色調を改善できる可能性が示唆された.

考察

本研究における試適用とベニアセメントは良好な色調適合性を有することが判明した. これらの結果から接着前に試適用を用いて色調を確認することはベニアセメント接着後の色調回復を予測可能とし, 臨床上, 非常に有効であることが明らかになった. また変色歯傾向が強い支台歯もセメントのみで色調を改善できる可能性が示唆された.

結論

本研究で用いた試作セメントの色調適合性は良好であり, 変色歯傾向が強い支台歯に対しても色調改善が期待できた.

照射条件の違いによるバルクレジンの硬化深度

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学

○新谷耕平, 下出 輝, 田村大輔, 小竹宏朋, 堀田正人

Curing depth of bulk resin composite to differences
in the irradiation conditions of visible light irradiator

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

○SHINTANI KOHEI, SHIMODE AKIRA, TAMURA DAISUKE, KOTAKE HIROTOMO, HOTTA MASATO

[研究目的]

現在, 光重合型レジンは審美性と操作性に優れており, 歯科臨床で広く利用されている. 積層せず一括充填できることで重合時間を短縮するバルクレジンやハロゲンランプを使用した照射器に代わり, 高出力 LED 照射器は短時間で硬化させることができるなど, チェアタイムの短縮を目的とした改良が進んでいる. しかし, 実際の口腔内, 特に大白歯に充填する際には, 光照射器を近接させて一定の距離に保つことが難しく, 光強度が弱くなる事が危惧される. そこで光強度の異なる光照射器を用いて照射時間および照射距離を変化させバルクレジンの硬化深度を測定したので報告する.

[材料と方法]

光照射器は, ハロゲンランプの Coltlux (Coltene/Whaledent), Astral (Litema Astra Dental), LED の BlueLex, BlueLex alpha (YOSIDA) を用いた. 使用レジンは Beautifil Flow F02 (A2, 以下 Flow, 松風), Beautifil Flow Plus F03 (A2, 以下 Flow Plus, 松風), バルクレジンとして, Beautifil Bulk Universal (以下 B(U)Flow, 松風), エスディーアール (以下 SDR, DENTSPLY Caulk), バルクベース (以下 B-BASE, サンメディカル) を用いた. 各照射器の光強度は CURERITE (Model No. 644726, DENTSPLY Caulk) を用いて 10 秒間照射し, 計測した (Table1). 硬化深度の測定は, 直径 2mm, 高さ 8mm のテフロン製型枠と金属型枠を用い, 型枠下部に透明ストリップを置き各レジンを填入後, 上部から透明ストリップで圧接し, 光照射を行った. 光照射時間は 2 秒と 5 秒と 10 秒で透明ストリップに光照射器先端を接触させた 0 mm と, 厚さ 4 mm の透明アクリル板を使用して透明ストリップから 4 mm, 8 mm, 12 mm の距離を設定した. 光照射後, 硬化したレジンを型枠より取り出し, 未硬化部分をプラスチックパッチャーとアルコールワッテを用いて取り除きレジンの高さを測定し, その高さの 1/2 を硬化深度とした.

Table 1 The mean value of the light intensity (mw/cm²)

	0mm	4mm	8mm	12mm
Coltlux 1	247	211	187	160
Coltlux 2	483	379	293	244
Astral	481	322	308	225
BuleLex	791	580	412	271
BuleLex α	1829	1442	1213	947

[結果と考察]

Table 2 Curing depth of bulk resin composite for 10s of irradiator (unit: mm, Teflon mold)

	Flow				Flow Plus				B(U)Flow				SDR				B-BASE			
	0mm	4mm	8mm	12mm	0mm	4mm	8mm	12mm	0mm	4mm	8mm	12mm	0mm	4mm	8mm	12mm	0mm	4mm	8mm	12mm
Coltrux 1	2.62	2.54	2.39	2.15	3.08	2.80	2.64	2.45	3.96	3.94	3.92	3.91	3.96	3.94	3.92	3.91	3.84	3.43	3.24	3.05
Astral	3.23	3.13	3.05	2.30	3.44	3.29	3.19	2.63	3.94	3.93	3.92	3.92	3.95	3.95	3.93	3.91	3.94	3.92	3.89	3.84
Coltrux 2	3.44	3.26	3.11	2.57	3.56	3.28	3.11	2.70	3.97	3.95	3.94	3.93	3.97	3.95	3.95	3.93	3.96	3.95	3.91	3.85
BlueLex	3.70	3.36	3.19	2.79	3.80	3.69	3.41	3.02	3.96	3.94	3.93	3.91	3.98	3.97	3.96	3.95	3.97	3.96	3.95	3.85
BlueLex α	3.88	3.84	3.68	3.30	3.92	3.85	3.76	3.71	3.96	3.94	3.93	3.93	3.96	3.96	3.96	3.95	3.97	3.96	3.95	3.94

Table 3 Curing depth of bulk resin composite for 10s of irradiator (unit: mm, Metal mold)

	Flow				Flow Plus				B(U)Flow				SDR				B-BASE			
	0mm	4mm	8mm	12mm	0mm	4mm	8mm	12mm	0mm	4mm	8mm	12mm	0mm	4mm	8mm	12mm	0mm	4mm	8mm	12mm
Coltrux 1	1.85	1.68	1.58	1.43	2.11	1.90	1.77	1.62	2.66	2.52	2.39	2.22	2.64	2.54	2.40	2.21	2.31	2.14	1.96	1.75
Astral	2.23	2.07	1.80	1.75	2.61	2.29	2.16	1.90	3.47	3.08	2.90	2.66	3.47	3.09	2.94	2.61	2.92	2.58	2.33	2.11
Coltrux 2	2.22	2.08	1.88	1.72	2.59	2.30	2.11	1.90	3.49	3.12	2.93	2.61	3.486	3.12	2.98	2.61	3.01	2.63	2.34	2.13
BlueLex	2.54	2.57	2.07	1.86	3.02	2.80	2.44	1.99	3.89	3.66	3.25	2.89	3.89	3.65	3.30	2.90	3.51	3.19	2.78	2.42
BlueLex α	2.73	2.50	2.30	2.13	3.10	2.85	2.57	2.38	3.96	3.95	3.94	3.92	3.96	3.96	3.95	3.93	3.83	3.75	3.64	3.48

各種レジンを (バルクレジン 3 種を含む) をテフロン型枠 (Table2) と金属型枠 (Table3) に填入し, 光照射を 10 秒行ったものの硬化深度の測定結果 (平均値) を示す. 各レジンの硬化深度は計測に使用した照射器すべてにおいて距離の増加とともに減少した. ハロゲンランプより高出力 LED 照射器の方が短時間で硬化させることができ, バルクレジンを使用することにより光強度に関係なく, 深い硬化深度が得られた. このことから, 口腔内の大白歯部など光照射器を近接させて一定の距離に保つのが難しい部位でも十分な硬化深さを得られることが示唆された.

メタルフリー間接修復材料を介した透過光による接着性レジンセメントの硬化性

¹日本歯科大学生命歯学部接着歯科学講座 ²ハーバード大学歯学部修復学・生体材料科学講座
○小川信太郎¹ 石井詔子¹ 村田卓也¹ 前野雅彦¹ 柵木寿男¹ 奈良陽一郎¹ I.L.Dogon²

Hardenability of adhesive resin cement cured by transmitted light through metal-free indirect restorative materials

¹Department of Adhesive Dentistry, School of Life Dentistry at Tokyo, The Nippon Dental University
²Department of Restorative Dentistry and Biomaterials Sciences, Harvard School of Dental Medicine

○OGAWA Shintaro¹, ISHII Noriko¹, MURATA Takuya¹, MAENO Masahiko¹,
MASEKI Toshio¹, NARA Yoichiro¹, Dogon I.L.²

【研究目的】メタルフリー間接修復は、患者の審美的・機能的な要求に応えるため、様々な材料を用いて臨床応用されている。しかし、修復物装着時にはより確実な接着の獲得を期待し、修復物を介した間接的な透過光によって接着性レジンセメントの重合硬化を図る臨床手技が行われている。そこで本研究では、透過光による接着性レジンセメントの硬化性を検証するために、6種材料(対照含む)を介したセメントの硬化深度を測定することによって評価検討した。

【材料および方法】照射光を透過させる試料として、歯科用 CAD/CAM ブロックの中から、長石系ガラスセラミックの VITA BLOCS Mk. II (C : VITA) シェード A3C およびハイブリッド型レジンブロック 2種、すなわち無機質ネットワーク構造含有の VITA ENAMIC (N : VITA) シェード 2M2 HT、無機質フィラー含有の Cerasmart (F : GC) シェード A3 を選択した。さらに、ジルコニアの Lava Zirconia (Z : 3M ESPE)、高密度充填型歯冠用硬質レジンの Estenia C&B (H : Kuraray Noritake Dental) シェード DA3、以上 5 種材料を、厚さ 3.0mm に調整した。また対照として、本学部研究倫理委員会の承認の下に、VITA シェード A3 近似のヒト抜去健全下顎第二大臼歯を抽出し、頬側最大豊隆部から厚さ 5.0mm のエナメル質象牙質一体試料 (E+D) を切り出した。一方、接着性レジンセメントとしては、新規接着性レジンセメントの PANAVIA V5 (PV : Kuraray Noritake Dental) および代表的な市販接着性レジンセメントである Clearfil Esthetic Cement (EC : Kuraray Noritake Dental)、G-CEM Link Ace (LA : GC)、Rely X Ultimate (RU : 3M ESPE) の 4 種を選択した。また照射器は G-light Prima II (GC) をノーマルモード(平均照射強度 900mW/cm²)にて使用した。測定に際しては、まず内径 4.0mm 高さ 17.0mm の遮光円筒形モールド内に各接着性レジンセメントを充填後、透過体試料を介し、製造者指定時間による照射を行った。その後、セメント硬化体は直ちに 3 分間のアセトン中超音波洗浄による未重合部分の除去を経て、測定精度 10 μm の Digimatic Micrometer (Mitsutoyo) を用いて硬化深度を測定 (n=4) した。得られた値は Kruskal-Wallis の検定および Steel-Dwass 法による多重比較によって統計学的分析を行った。

【結果および考察】 Fig.1 に 6 種透過試料間の、Fig.2 に 4 種接着性レジンセメント間の平均セメント硬化深度による差異を示す。統計学的分析の結果、透過試料の違いおよび接着性レジンセメントの違いは共に硬化深度に有意 (p<0.01) な影響を及ぼしていた。透過試料に注目した場合、H と E+D において、全く硬化が得られない接着性レジンセメントが認められた。さらに両試料は他の試料に比べ有意に低い硬化深度を示した。この事象は、透過試料の組成的・構造的な要因によって、セメント硬化に有益な光の透過性が左右されることを一因として考えることができた。一方、接着性レジンセメントに注目した場合、すべてのレジンセメント間に有意差が認められた。また、RU はすべての透過試料で硬化が確認できたが、LA、EC、HP においては硬化が得られない透過試料を認めた。これは各接着性レジンセメントの光感受性の違いに起因する

と考えられ、セメント硬化時における化学重合反応の臨床的重要性が改めて示唆された。

以上から、メタルフリー間接修復における透過光による接着性レジンセメントの硬化性は、修復材料によって有意に異なり、製造者指定の照射時間では硬化しない素材があることが確認できた。したがって臨床においては、照射時間の延長や集光型照射筒の併用などに代表される術者側の工夫に加え、接着性レジンセメントの重合性能改善を見据えた対応の双方が求められる。

この研究の一部は JSPS 科研費 26462899 の助成を受けた。

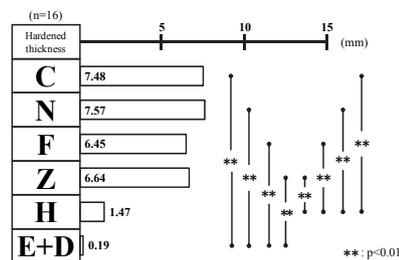


Fig. 1 Difference in the hardened cement thickness cured by transmitted light among six substrates

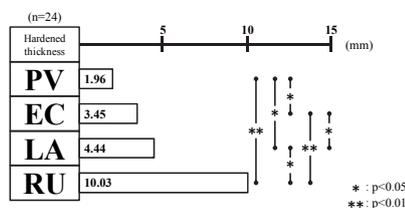


Fig. 2 Difference in the hardened cement thickness cured by transmitted light among four cements

CAD/CAM レジンブロックに対するサンドブラスト処理の影響

¹岡山大学病院新医療研究開発センター, ²岡山大学歯学部先端領域研究センター, ³岡山大学医歯薬学総合研究科生体材料学分野, ⁴北海道大学歯学研究科生体材料工学分野
○¹吉原久美子, ²長岡紀幸, ³入江正郎, ³松本卓也, ⁴吉田靖弘

Effect of sandblasting on surface morphology of composite resin blocks for CAD/CAM

¹Center for Innovative Clinical Medicine, Okayama University Hospital, ²Advanced Research Center for Oral and Craniofacial Sciences, Okayama University, ³Department of Biomaterials, Okayama University, ⁴Department of Biomaterials, Hokkaido University Kumiko YOSHIHARA,

○Kumiko YOSHIHARA¹, Noriyuki NAGAOKA², Masao, IRIE³, Takuya MATSUMOTO³, Yasuhiro YOSHIDA⁴

【研究目的】

平成 26 年 4 月の診療報酬改定で、歯科用 CAD/CAM システムを用いたハイブリッドレジンによる歯冠補綴が、日本で保険医療に導入され、多数のメーカーが、それぞれ異なる構造、機械的強度を持つ CAD/CAM 用レジンブロックを発売している。審美性に優れており、臨床において非常に注目されている一方で、補綴物の脱落、破折などのトラブルも起きている。また、世界的に見ても、非常に新しい材料であるため、臨床的な長期経過の評価はほとんどなく、エビデンスの確立が必要になっている。研究室での基礎研究では、主に接着試験の評価がなされており、CAD/CAM レジンブロックの各メーカーによる構造の違いが、どのように接着性また長期耐久性に影響を与えるのかを詳細に検討している研究はほとんどない。本研究では、CAD/CAM レジンブロックに対するサンドブラスト処理が、CAD/CAM レジンブロックの表面付近にどのような影響を及ぼすかについて、検討した。

【材料および方法】

CAD/CAM レジンブロック (セラスマート (ジーシー)、松風ブロック HC (松風)、ラヴァアルティメットブルーマン ドレル (スリーエムヘルスケア)、KZR-CAD HR (山本貴金属地金)、カタナアベンシアブロック (クラレノリタケデンタル)) を用いた。それぞれのレジンブロック表面を、それぞれ 50 μm のアルミナサンドブラスト粉 (松風) を用い 0.2 MPa の圧でサンドブラストを行った。その表面を走査電子顕微鏡 (Scanning electron microscopy, SEM) で観察した。

さらに CAD/CAM レジンブロックとセメントの界面の断面観察を行うためのサンプルを作製した。CAD/CAM レジンブロックを 50 μm のアルミナサンドブラスト粉で 0.2 MPa の圧力でサンドブラストしたものに、プライマー処理、セメントを築盛し、断面を SEM で観察した。

【結果】

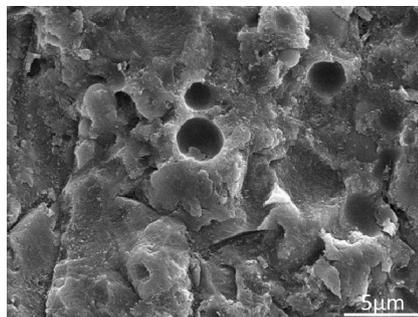
サンドブラストを行った表面は、表面が粗造になっているのが確認された。その中でも松風ブロック HC は、粗造になった表面の一部に球状の凹凸が確認された (右図)。

断面観察では、いずれのブロック-セメント界面は密に接着していた。しかし、サンドブラスト処理をおこなったものでは、いくつかのコンポジットブロックの表面の所々に亀裂が入っているのが確認された。

【考察および結論】

松風ブロック HC には、球状のフィラーが用いられていることが断面観察から確認され、そのフィラーがサンドブラストにより脱落し、球状の穴となっていることが推察される。フィラーのカップリング処理が十分ではないことが考えられ、長期的にはコンポジットブロック自体の劣化に至ることも考えられる。

また、CAD/CAM ブロックは、メタルやジルコニアに比べるとかなり弱いサンドブラスト圧が推奨されているが、それでも表面に亀裂が入っていることから、サンドブラストの圧力には十分に注意を払う必要があると考えられる。また、この表面の亀裂が、ブロックとセメントとの接着耐久性にどのように影響を及ぼすかについては、さらに検討が必要である。



The sandblasted surface of Shofu block HC

CAD/CAM 用レジンブロックの表面汚染がレジンセメントの接着性に及ぼす影響

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⁾,
松村歯科医院³⁾, 齋藤歯科医院⁴⁾

○石井 亮¹⁾, 辻本暁正^{1,2)}, 島村 穰¹⁾, 古宅真由美¹⁾, 宮崎真至^{1,2)}, 松村正鴻³⁾, 齋藤充良⁴⁾

Influence of Contamination on Bond Strength of Resin Cement to CAD/CAM Resin blocks

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

Nihon University School of Dentistry, Matsumura Dental Clinic³⁾, Saito Dental Clinic⁴⁾

○ISHII Ryo¹⁾, TSUJIMOTO Akimasa^{1,2)}, SHIMAMURA Yutaka¹⁾, KOTAKU Mayumi¹⁾,
MIYAZAKI Masashi^{1,2)}, MATSUMURA Seikou³⁾, SAITO Mitsuyoshi⁴⁾

【研究目的】

近年, Digital Dentistry 技術の発展から CAD/CAM 用ハイブリッドレジン冠 (CAD/CAM 冠) の臨床使用頻度が増加している。これらの修復物を長期間口腔内で機能させるには, レジンセメントを介した支台歯との一体化が求められる。しかし, CAD/CAM 冠を口腔内で試適した際に生じる唾液あるいはシリコーンゴム適合検査材による汚染は, レジンセメントとの接着性が低下する可能性があるものの, その詳細については不明な点が多いのが現状である。

そこで演者らは, CAD/CAM 用レジンブロックの表面汚染がレジンセメントの接着性に及ぼす影響について検討した。また, 汚染されたレジンブロックに対する表面処理後の走査電子顕微鏡 (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 CAD/CAM 用レジンブロックは, 松風ブロック HC (HC, 松風) を用いた。また, レジンセメントは, レジセム (RC, 松風) およびビューティーセム SA (BC, 松風) の, 合計 2 製品を用いた。

1. 接触角の測定

CAD/CAM 用レジンブロックを SiC ペーパーの #2,000 まで研磨し, 被着面とした。被着面に対し, ヒト唾液を滴下したものを唾液汚染面, シリコーンゴム適合検査材を接触させたものをシリコーン汚染面とした。各汚染面の表面処理法はリン酸処理あるいはサンドブラスト処理の, 合計 2 条件とした。これらの試片に対するジョードメタンの接触角を全自動接触角計 (DM500, 協和界面科学) を用いて測定した。

2. 接着試験

接着試験に際しては, 接触角測定用試片と同様に調整した試片に対し, 内径 4mm, 高さ 2mm のテフロン型を静置し, 製造者指示に従ってレジンセメントを充填, 光照射し, 接着試験用試片とした。これらの試片は, 37℃ 精製水中に 24 時間保管後, あるいは 24 時間保管後にサーマルサイクル試験機を用いて温熱負荷を 10,000 回負荷した後, 万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて剪断接着強さを測定した。

3. SEM 観察

CAD/CAM 用レジンブロックに対する表面処理の影響を検討するため, 通法に従って試片を製作し, FE-SEM (ERA-8800FE, Elionix) を用いて, その処理面を加速電圧 10 kV の条件で観察した。

【成績および考察】

CAD/CAM 用レジンブロックにおける表面処理後のジョードメタンの接触角は, 唾液あるいはシリコーンゴム適合検査材によって汚染されることで有意に高い値を示したものの, リン酸およびサンドブラスト処理によって有意に低下した。また, 各表面処理後の CAD/CAM 用レジンブロックに対するレジンセメントの接着強さは, いずれの製品においても汚染面に対するものと比較して, 有意に高い値を示した。CAD/CAM 用レジンブロックの SEM 観察においては, 表面汚染および表面処理法の違いにより異なる像が観察された。このことは, CAD/CAM 用レジンブロックの表面性状および表面処理法の違い影響を受けたものと考えられた。

【結論】

CAD/CAM 用レジンブロックにおける表面処理後のジョードメタンの接触角は, 表面汚染されることで有意に高い値を示したが, 表面処理によって有意に低下した。また, 各表面処理後の CAD/CAM 用レジンブロックに対するレジンセメントの接着強さは, 汚染面に対するものと比較して, 有意に高い値を示した。

CAD/CAM 用コンポジットレジンプロックに対する各種レジンセメントの接着性について

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○岩佐 一弘, 恩田 康平, 竹内 摂, 宮地 秀彦, 小松 首人, 西田 尚敬, 初岡 昌憲, 山本 一世

Adhesive capacity of the resin cement to the CAD / CAM composite resin block
Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University
○IWASA Kazuhiro, ONDA Kohei, TAKEUCHI Osamu, MIYAJI Hidehiko, KOMATSU Obito,
NISHIDA Hisataka, HATSUOKA Yoshinori, YAMAMOTO Kazuyo

【目的】

CAD/CAM が一部保険適用され, CAD/CAM 用の歯冠修復材料が普及している. 各社から数種の CAD/CAM 用コンポジットレジンプロックが発売され, 臨床で応用されているとともに数種のセルフアドヒーシブレジンセメントが発売されている. 我々は CAD/CAM 用コンポジットレジンプロックにサンドブラスト処理を行うことで接着強さは有意に向上する事を報告した (第 141 回日本保存歯科学会). 今回各社の CAD/CAM 用コンポジットレジンプロックと合着に推奨している接着性レジンセメントとその他の接着性レジンセメントとの相性を比較, 検討を行うとともに, サンドブラスト処理が各種の接着性レジンセメントに与える影響について検討を行った.

【材料および方法】

CAD/CAM 用コンポジットレジンプロックはセラスマート (GC), 松風ブロック HC (松風), 接着性レジンセメントはジーセム セラスマート (略号 CS, GC), リンクエース (略号 LA, GC), レジセム (略号 RC, 松風), ビューティセム SA (略号 BS, 松風) を使用した. CAD/CAM 用コンポジットレジンプロックをそれぞれ厚さ 3.0mm に調整し耐水研磨紙 #600 にて研磨を行った後に, 5 分間超音波洗浄を行ったものを被着面とした. なお, サンドブラスト処理は酸化アルミナを 0.3MPa の圧で 10mm の距離を保ちながら 6 秒間処理し, その後 5 分間超音波洗浄を行った. 各条件の被着面に内径 3.0mm の穴をあけたマスキングテープを貼り付け被着面積を規定し, 被着面に引張試験用治具を取り付けた. 被着面に CS, LA を接着させる時はセラミックプライマー II (GC) を, RC, BS を接着させる時はポーセレンプライマー (松風) を 20 秒間塗布しランカップリング処理をした後, それぞれ接着性レジンセメントを塗布し 20 秒間照射し, その上にクリアフィル AP-X (クラレノリタケデンタル) を充填し照射を行った. 接着後 24 時間 37°C 水中保管し, 引張試験機 (IM-20 INTESCO) を用いて CHS=0.3mm/min にて接着強さを測定した. なお統計処理は, 一元配置分散分析および Tukey の検定を行った ($p < 0.05$).

【結果】

結果を下の表に示す. サンドブラスト処理を行うことでいずれの CAD/CAM 用コンポジットレジンプロックに対しても, 各種接着性レジンセメントの接着強さは有意に向上した. また, セラスマートに対しては CS が, 松風ブロック HC に対しては RC が最も高い接着値を示した.

	CERA SMART(GC)				SHOFU BLOCK HC (松風)			
	CS	LA	RC	BS	CS	LA	RC	BS
A	18.9 (1.5)	16.3 (1.3)	12.5 (1.8)	12.1 (1.8)	13.2 (2.0)	10.1 (1.7)	17.7 (2.0)	14.4 (3.7)
	*	*	*	*	*	*	*	*
B	10.0 (1.0)	9.9 (2.1)	6.6 (1.5)	7.1 (1.8)	8.5 (1.7)	6.9 (1.7)	9.9 (1.7)	7.8 (1.0)

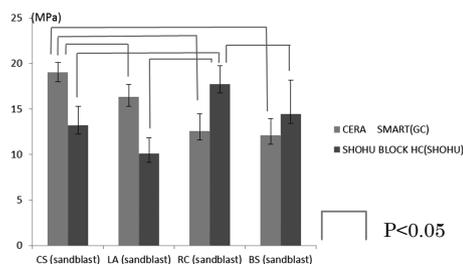
A=sandblast

*= $p < 0.05$

B=no sandblast

【結論】

各種 CAD/CAM 用コンポジットレジンプロックを合着する際に各社が推奨する接着性レジンセメントを使用することが接着強さの点から有用であることが示唆された.



表面処理が CAD/CAM 用修復材料とフロアブルコンポジットレジンの接着強さに及ぼす影響

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門¹

昭和大学歯学部歯科保存学講座歯科理工学部門²

○新妻由衣子¹、小林幹宏¹、市川琴奈¹、稲垣里奈¹、藤島昭宏²、宮崎隆²、真鍋厚史¹

Influence of Surface Treatment on Shear bond Strength to CAD/CAM materials and Flowable composite resin

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology,

Showa University School of Dentistry¹

Department of Conservative Dentistry, Division of Oral Biomaterials and Engineering,

Showa University School of Dentistry²

○Niizuma Yuiko¹, Kobayashi Mikihiro¹, Ichikawa Kotona¹, Inagaki Rina¹, Fujishima Akihiro²,

Miyazaki Takashi², Manabe Atsufumi¹

【研究目的】

現在、CAD/CAM を用いたセラミック、ハイブリットセラミックインレーに対してはレジンセメントが用いられている。レジンセメントには様々な種類があり、近年、セルフアドヒーズセメントのような歯質、修復物材料に接着前処理不要なレジンセメントがある。しかし、接着面は歯質ではエナメル質、象牙質、修復物ではセラミック、コンポジットレジンであり、すべての接着面にプライマー等が作用し接着するとは考えにくい。従来から当教室では、エナメル質に対してはリン酸エッチング、象牙質に対しては 15%EDTA 水溶液、さらにプライマーとしてグリセリルモノメタクリレート水溶液を塗布、最終的にはリン酸エステル系ボンディング材を使用することで良好な接着が獲得すると考えている。

本研究の目的は CAD/CAM を用いたセラミック、ハイブリットセラミックインレーの接着にフロアブルコンポジットレジンを用い、各種プライマーの接着性能について剪断接着強さを用いて比較検討することである。

【材料および方法】

CAD/CAM Ceramic Blocs	CEREC Blocs	Sirona	CEB
CAD/CAM Hybrid Ceramic Blocs	Lava™Ultimate	3M ESPE	HYB
Flowable Composite Resin	Filtek™Supreme Ultra A2	3M ESPE	
Surface Treatment			
Clearfil® photo Bond + Porcelain Bond Activator	Kuraray Noritake Dental		CB
Scotchbond™Universal Adhesive	3M ESPE		SB
G-Premio BOND + Ceramic Primer II	GC		GB
Universal Primer + BONDFORCE Pen	Tokuyama Dental		UB

ブロックは厚さ 2 mm に調整後、耐水研磨紙 #600 にて研磨し、内径 20 mm のアクリルリング内に化学重合レジンパラプレスバリオ(ヘレウスクルツァー)にて埋入固定した。その後、被着面に対してアルミナサンドブラスト処理(ロカテック™プレ 110µm 0.1~0.2MPa 圧にて 5 秒間表面処理)を行った。さらに、各被着前処理を行い、フロアブルコンポジットレジンに接着させた後に 24 時間 37°C 水中で保管した (n=10)。製作された試験片は万能材料試験機 (type 5500R, Instron) を用いてクロスヘッドスピード 1mm/min の条件下で剪断接着試験を行った。得られた接着強さの値は **Tukey's multiple comparison test** を用いて、有意水準 0.05 の条件で統計学的分析を行った。

【結果および考察】

統計学的分析を行った結果、CEB の場合、CB と SB、CB と GB、SB と UB、GB と UB、

HYB の場合、SB と UB で有意な差が認められた。(p≤0.05)

CB では両者に比較的良好な接着が得られると考えられる。この理由は両者のブロックの被着面に対し、ポーセレンアクチベーターに含まれている γ -MTPS が作用しシランカップリング効果が得られたためと考えられる。

それ以外のシステムでは、セラミックブロックとハイブリットセラミックブロックは接着に有効なプライマーが異なっている可能性が考えられる。その理由は CEB と HYB では、組成が異なるためだと考えられる。

セレックシステムによって作製された修復物の窩洞に対する適合性の観察

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門¹

昭和大学歯学部歯科保存学講座歯科理工学部門²

○山本 周¹、滝口 裕一²、片岡 有²、真鍋 厚史¹、宮崎 隆²

Compatibility of restoration cavity of observation with Cerec systems

Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology¹

Division of Oral Biomaterials and Engineering²

Department of Conservative Dentistry, Showa University School of Dentistry

○Yamamoto Meguru¹, Takiguchi Yuichi², Kataoka Yu², Manabe Atsufumi¹, Miyazaki Takashi²

【研究目的】

近年の審美的要求の高まりにより、セラミックスやレジンを中心としたメタルフリー修復が多く取り入れられてきている。それに伴い歯科用 CAD/CAM システムの研究開発も進歩し、患者は CAD/CAM を用いて作製された修復物を選択できるようになり、従来の待ち時間が大幅に減少された。一方で、歯科臨床で長く使用されてきた金属における形成方法や装着方法は、セラミックス、レジン間接修復とは大きく異なっている。しかしながら、これら修復材料の適合性への評価法は確立されていなく、基礎的データも少ないのが現状である。我々は今回、今後臨床応用が増える CAD/CAM システムによって作製されたインレー修復物の加工精度および窩洞への適合性をマイクロ CT にて検討したので報告する。

【材料および方法】

今回実験で使用した試作インレー窩洞は、(縦 6mm×横 8mm×深さ 3mm の楕円形、隣接面を含むⅡ級窩洞を想定しスライスを付与、テーパ角度 0 度～5 度) ステンレス製金型を製作した。金型を付加型シリコーン印象材 (エグザミック スファイン・レギュラー・インジェクションタイプ、株式会社ジーシー) を用いて印象採得し、超硬質石膏 (セレックストーン BC、Sirona) で作業用模型を製作した。次に、模型に対し光学印象採得 (CEREC AC、Sirona) を行い、通法に従いインレー形体の修復物を画面上で設計した。修復物の設計は専用ソフトにおける自動設計とした。専用の加工機 (CEREC MC XL Sirona) でセラミックブロック (IPS Empress CAD LT、Ivoclar Vivadent) を切削加工した。製作されたインレー体を調整することなく、作業用模型に装着し、窩洞への適合性をマイクロ CT 撮影装置 (ComScan ScanXmate-L090H、コムスキャンテクノ株式会社) によって撮影し、画像解析ソフト (Tri3Dvie、ラトックシステムエンジニアリング株式会社) を用いて 3 次元的に評価した。

【結 果】

光学印象採得による専用ソフトで構築された画像は、石膏の作業用模型を忠実に再現しているものであった。また、加工された修復物自体には欠陥はなかった。作業用模型に対する修復物の適合状態は目視ではいずれにおいても良好であり、大きな差は見られなかった。マイクロ CT 撮影による適合性は、テーパ角度が 0 度と 5 度では窩底および咬合面辺縁での適合性に差はなかった。窩壁においては 5 度に比べ 0 度の方が適合性は良好であった (Fig. 1)。3 次元的な詳細な観察では、試作インレー窩洞の咬合面辺縁部と隣接面辺縁部の適合性は良いが、内面の適合性は低かった。

【考 察】

今回用いた歯科用 CAD/CAM システムは広く臨床応用されているものであり、その使用方法は簡便で、さらに臨床における修復物製作にも問題がないことが示唆された。製作された試作インレー窩洞の適合性は、テーパ角度により差がみられることが明らかになった。また、今回用いたマイクロ CT 撮影による 3 次元的な評価法は、肉眼的評価法と異なり、あらゆる角度からの画像を構築でき細部まで観察ができる方法であった。今後は、テーパ角度による適合性について、さまざまな窩洞形態を想定して研究を進めていく予定である。

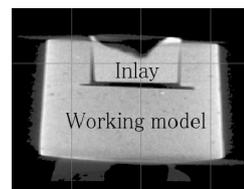


Fig.1 Taper 0°

付加製造技術による歯科用3Dプリンタの精度評価

東北大学大学院歯学研究科、ハーバード大学歯学部
○金高弘恭、高田朝、日原大貴、大山弘枝、菊池雅彦

Accuracy evaluation for the 3D printer using additive manufacturing technology for dental use
Tohoku University Graduate School of Dentistry, Harvard School of Dental Medicine
○Hiroyasu Kanetaka, Hajime Takada, Hiroki Hihara, Hiroe Ohyama, Masahiko Kikuchi

【目的】

3D デジタル技術の発達により、クラウンやインレーなど歯科技工作業の効率化を可能とする様々な歯科技工用デジタルシステムが開発されており、なかでも付加製造技術 (3D プリンタ) は著しい進歩を成し遂げている。このようなデジタルシステムが普及することにより歯科技工物の品質均一化、作業時間の短縮など生産性の向上が期待される。しかしながら、臨床応用のために必要不可欠な歯科技工物の製作精度などに関する詳細な検討がなされていないのが現状であり、さらなる展開に向けてより詳細な検討が求められている。そこで本研究では、付加製造技術を利用した新しいロストワックス鋳造法の有用性を評価することを目的とし、新しく開発された2官能ウレタンメタクリレートオリゴマーを主成分とする樹脂を用いて鋳造物を製作し、その製作精度 (寸法変化率) および表面粗さを測定することにより、従来法との比較検討を行った。

【材料および方法】

1. 原型材料

①インレーワックスミディアム ((株) ジーシー, 東京); ②パターンレジン ((株) ジーシー, 東京); ③新規 3D プリンタ用レジン: D1; ④新規 3D プリンタ用レジン: D2

2. 原型サンプルの作製 (形状 A および形状 B)

原型材料①および②のサンプルは、自作の型に流し製作した。③および④のサンプルは 3D デザインソフト (Sensable Dental Lab Tools Software) で設計後、DIGITALWAX020D (DWS 社, イタリア) にて造形を行った。

形状 A: 直径 1.5mm, 高さ 10mm の円柱

形状 B: 縦 5.0mm, 横 5.0mm, 高さ 1.0mm の直方体

3. 鋳造物の製作

各原型材料から作製されたサンプルに対し、次の 4 種の埋没材を使用した。

①急速加熱型クリストバライト系埋没材: クリストバライトフォルテ Ex ((株) クラレノリタケデンタル, 東京); ②リン酸塩系埋没材: セラベスト G ((株) ジーシー, 東京); ③急速加熱型リン酸塩系埋没材: セラベストクイック ((株) ジーシー, 東京); ④新規レジン専用クリストバライト系埋没材: レジンクリスト ((株) 吉野石膏, 東京)

4. 製作精度 (鋳造前後の寸法変化率) の評価

①~④の原型材料で製作した原型サンプル (直径 1.5mm, 高さ 10mm の円柱) の上部および下部のそれぞれの直径をマイクロメータ ((株) ミットヨ, 神奈川) で測定し、鋳造前後の寸法変化率を求めた。

5. 表面粗さの評価

①~④の原型材料で製作した原型サンプル (縦 5.0mm, 横 5.0mm, 高さ 1.0mm の直方体) を仕上げ研磨後、鋳造し、鋳造物の表面粗さを非接触表面粗さ計 ((株) アメテック, 東京) を用いて測定した。

【結果】

寸法変化率および表面粗さともに、新しい樹脂を用いて 3D プリンタを利用したロストワックス鋳造法による製作物は従来法によるものと比較したところ、一定の条件下においては同等の値をとることが確認された。

【結論】

埋没材の種類や加熱方法の組合せなど鋳造の条件さえ整えれば、開発された新しい樹脂によるロストワックス鋳造法により、寸法変化率と表面粗さともに従来法とほぼ同等の歯科技工物を製作することが可能であることから、付加製造技術 (3D プリンタ) は、歯科临床上、有用であることが示唆された。

裏層材への表面処理が修復用セラミックとの接着強さに及ぼす影響

東京歯科大学歯科保存学講座

*東京歯科大学パーシャルデンチャー補綴学講座

**東京歯科大学千葉病院総合診療科

○春山亜貴子, 亀山敦史, 田中章啓*, 野呂明夫**, 中澤祐一, 古澤成博

Influence of surface treatments to base material on bond strength to restorative ceramic

Department of Endodontics and Clinical Cariology, Tokyo Dental College

*Department of Removal Partial Prosthodontics, Tokyo Dental College

**Division of General Dentistry, Tokyo Dental College Chiba Hospital

○HARUYAMA Akiko, KAMEYAMA Atsushi, TANAKA Akihiro*,

NORO Akio**, NAKAZAWA Yuichi, FURUSAWA Masahiro

[研究目的]

接着技術の向上により、現在では MI の概念に基づいた直接法コンポジットレジン修復が臼歯部修復の主流となっている。その一方で、実質欠損の大きい症例や咬頭被覆を必要とする症例ではセラミックを用いた間接修復が必要となる場合も少なくない。一般に、間接修復を行う場合には窩洞形成後に露出した象牙質面の保護や装着用セメントとの接着強さ向上を目的としてレジンコーティングを施すのが望ましいとされている。しかし、実質欠損が大きい場合には、コンポジットレジンを用いた補強裏層が必要となる。その場合、窩洞表面には裏層用材料と露出象牙質が混在することとなるが、レジンコーティングを露出象牙質面のみに施すべきか、あるいは窩洞全面に施すべきかについては明らかにされていない。そこで本研究では補強裏層を行った窩洞に対するセラミック修復を想定し、裏層用コンポジットレジンに対する被着面処理が修復用セラミックブロックとの接着性に及ぼす影響を検討した。

[材料および方法]

シリコン製モールドに低重合収縮型レジン系裏層材 (バルクベース, サンメディカル) を注入, LED 型光照射器 (G-Light Prima II, ジーシー) で重合し, 約 $10 \times 7 \times 4 \text{mm}^3$ のコンポジットレジンブロックを 8 個作製した。このレジンブロックを #600 耐水研磨紙で研削した後, 以下に示す 4 つの処理のいずれかを行った。

I 群: 未処理 (コントロール)

II 群: スーパーボンド PZ プライマー (サンメディカル) 処理

III 群: レジンコーティング (ハイブリッドコート II, サンメディカル)

IV 群: レジンコーティング+スーパーボンド PZ プライマー処理

なお, III 群と IV 群では研削レジン面にハイブリッドコート II を 20 秒間応用, エアブロー後 10 秒間光照射し, これをレジンコーティング面とした。コーティング表層の未重合部をアルコール綿球で拭拭した後, 水硬性仮封材 (キャビトン EX, ジーシー) で仮封, 37°C 水中で 1 週間静置保管した。また, II 群, IV 群では水硬性仮封材の除去後, スーパーボンド PZ プライマーを応用し, これを被着面とした。コンポジットレジンブロックと同じ大きさにトリミングした切削加工用セラミックブロック (IPS Empress CAD, HT/A2, I12, Ivoclar Vivadent) を #600 耐水研磨紙で研削, 10 秒間のリン酸 (K エッチャント GEL, クラレノリタケデンタル) 処理後, PZ プライマー処理を施し, 4-META/MMA-TBB セメント (スーパーボンド C&B, サンメディカル) を用いて両者を接着, 硬化後 37°C 水中で 1 週間静置保管した。接着界面 1mm^2 の短冊状に切断後, Micro-tensile Tester (Bisco) を用いてクロスヘッドスピード 1mm/min の条件下で微小引張り接着試験を行った。得られたデータは一元配置分散分析後, Tukey の HSD Test を用いて多重比較を行った ($p < 0.05$)。

[成績]

裏層用レジン表面に対して PZ プライマー処理を行った場合 (II 群) の接着強さは $28.4 \pm 4.5 \text{MPa}$ であり, I 群との間に有意差は認められなかった (Fig. 1, $p = 0.175$)。また, 裏層表面にレジンコーティングを施した場合 (III 群), I 群に比べて有意に接着強さは小さくなった。レジンコーティング面に対して PZ プライマーで追加処理しても (III 群 vs IV 群), 接着強さに有意差は認められなかった ($p = 0.963$)。



Fig. 1 μTBS of each tested group

[結論]

補強裏層表面へのシラン処理は接着強さ向上に寄与しなかった。また, 補強裏層表面に対してレジンコーティング処理を行うと, 接着強さはむしろ小さかった。

本研究を遂行するにあたり, サンメディカル株式会社に材料の提供を受けた。

ユニバーサル接着システムの異なる被着体に対する接着性に関する検討

¹ 日本大学歯学部保存学教室修復学講座, ² 総合歯学研究所生体工学研究部門, ³ 日野浦歯科医院
○坪田圭司^{1,2}, 古市哲也¹, 白土康司¹, 吉田ふみ¹, 竹中宏隆¹, 金澤智恵¹, 宮崎真至^{1,2}, 日野浦 光³

A Study on the Bonding Performance of Universal Adhesive Systems

Department of Operative Dentistry, ²Division of Biomaterials Science, Dental Research Center,
Nihon University School of Dentistry, ³Hinoura Dental Office
○TSUBOTA Keishi^{1,2}, FURUICHI Tetsuya¹, SHIRATSUCHI Koji¹, YOSHIDA Fumi,
TAKENAKA Hiroataka¹, KANAZAWA Tomoe¹, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, HINOURA Ko³

【研究目的】

近年、接着システムの進歩によって、歯質のみならず歯科用合金およびセラミックスに対するコンポジットレジン
の接着性が飛躍的に向上した。最近では、MI の治療概念に基づいて、金属およびセラミックス歯冠修復物の辺縁部付
近に生じたギャップあるいは齶蝕に対し、修復物を全て除去することなく病変部のみを除去し、光重合型コンポジ
ットレジンで修復を行う補修修復を行う頻度も増加している。補修修復を成功に導くためには、複数の被着体とコンポ
ジットレジンとの間に確実な接着を得る必要があり、歯質、金属あるいはセラミックスのそれぞれに適した前処理が
必要とされてきた。しかし、臨床でこれらを厳密に区別して処理することは困難であり、操作ステップ数の増加によ
るテクニックセンシティブになる可能性がある。そこで、歯質、セラミックスあるいは歯科用合金などの様々な被着
体に対し、最小限のステップによって接着を可能とするシングルステップユニバーサルシステムが開発され臨床応用
されている。そこで演者らは、ユニバーサル接着システムの基本接着性能について、歯質、金属およびセラミックス
に対する基本的接着性能について、剪断接着試験および走査電子顕微鏡(SEM)観察を行うことによって検討した。

【材料および方法】

供試した接着システムは、Adhese Universal (Ivoclar Vivadent, AD), All Bond Universal (Bisco, AL)および
Scotchbond Universal Adhesive(3M ESPE, SC)の3製品である。コンポジットレジンとしてはClearfil AP-X (クラレ
ノリタケ デンタル)を使用した。接着試験用試片の製作には、被着体に歯質としてウシ下顎前歯を用い、金属として
は12%金銀パラジウム合金およびプレシャスメタルを、セラミックスとしてはジルコニアおよび二ケイ酸リチウムを
用いた。これらを常温重合型レジンに包埋し、表面をSiCペーパー#400まで研磨した。金属およびセラミックスに対
しては、さらにサンドブラスト処理を5秒間行った。製造者指示条件に従って表面処理を行った後、モールド
(Ultradent)をクランプで固定してレジンペーストを充填、照射を行ったものを接着試験用試片とした。歯質におい
てはリン酸エッチングを行うもの(ET群)とこれを行わないもの(NE群)を設定した。次いで、これらの試片は37℃の
精製水中に24時間保管後に、万能試験機を用いてクロスヘッドスピード1.0 mm/minの条件でその剪断接着強さを求
めた。なお、各条件における試片の数は10個とし、得られた平均値および標準偏差から、有意水準0.05の条件で統計
学検定を行った。

また、各被着体における処理面、エナメル質および象牙質の接合界面に関しては、通法に従ってSEM観察を行った。

【成績および考察】

歯質に対する接着強さは、エナメル質で24.0~39.2 MPaであり、いずれのシステムにおいてもET群で接着強さは
NE群と比較して高くなる傾向が認められた。一方、象牙質における接着強さは21.0~44.8 MPaであり、エナメル質と
同様にET群で接着強さは高くなる傾向が認められた。金属における接着強さは、いずれの金属に対しても製品間での
有意差は認められなかった。セラミックスに対する接着強さは、ジルコニアにおいてはいずれの製品間にも有意差は
認められなかったものの、二ケイ酸リチウムにおいてSUAの接着強さは他の製品に比較して低い傾向が認められた。

SEM観察では、いずれの製品においても、エナメル質および象牙質に対してギャップの形成は認められず良好な接合
状態を呈した像が観察された。また、象牙質においてはET群で歯質とアドヒーズ間の移行層が明瞭に観察された。

【結論】

本実験の結果から、供試したいずれのユニバーサル接着システムにおける接着強さは、エナメル質および象牙質を
含めて、多くの被着体に対しての補修修復を含めた臨床応用に期待がもてることが示唆された。

エッチング時間がユニバーサルアドヒーズブ应用型レジンセメントの エナメル質接着強さに及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹, 総合歯学研究所生体工学研究部門²
○柴崎 翔¹, 黒川弘康^{1,2}, 松吉佐季¹, 佐々木奈央¹, 鈴木崇之¹, 宮崎真至^{1,2}, 鈴木敏裕¹

Effect of phosphoric acid pre-etching time on enamel bonding of resin cement utilizing universal adhesive system

Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry
○SHIBASAKI Sho¹, KUROKAWA Hiroyasu^{1,2}, MATSUYOSHI Saki¹,
SASAKI Nao¹, SUZUKI Takayuki¹, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, SUZUKI Toshihiro¹

【緒言】

ユニバーサルアドヒーズブ应用型のレジンセメントは、セルフエッチアドヒーズブを歯質とともに修復部内面に塗布することで、前処理を簡略化しながら高い接着強さを獲得できるように設計されている。一方、セルフエッチアドヒーズブが有する歯質脱灰能はリン酸と比較して低いことから、ラミネートベニアの装着など、被着面が主にエナメル質で構成される症例においては、リン酸エッチングの併用が推奨されているものの、その適切な処理時間については不明な点が多い。そこでユニバーサルアドヒーズブ塗布前のエッチング時間がレジンセメントの接着強さに及ぼす影響について、接着強さを経時的に測定することによって検討した。

【材料および方法】

レジンセメントとして、前処理にユニバーサルアドヒーズブを用いる RelyX Ultimate (RXU, 3M ESPE) とともに、前処理にセルフエッチングプライマーを用いる Clearfil Esthetic Cement (CEC, クラレノリタケデンタル) を用いた。

1. 被着歯面の調整

ウシ下顎前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し、唇側中央部に直径 6~8 mm のエナメル質平坦面が得られるように研削した。この研削面を耐水性 SiC ペーパーの#600 を用いて調整し、これをエナメル質試片とした。

2. 接着試験用試片の製作

内径 4 mm, 高さ 2 mm の円筒形テフロン型に歯冠用硬質レジン (セラマージュ, 松風) を充填, 加圧成形した後, 歯科技工用重合装置を用いて 3 分間光線照射して重合, 24 時間大気中に保管したものをレジン試片とした。このレジン試片の表面をアルミナ粒子 (50 μm) でサンドブラストし (0.2 MPa), 超音波洗浄した後, 各製造者指示条件の被着面処理を行った。接着試験用試片の製作は, エナメル質被着面をアドヒーズブあるいはプライマーを用いて製造者指示条件で処理した後, 練和したセメントを塗布したレジン試片を荷重 0.2 N で圧接する条件をコントロール群, アドヒーズブあるいはプライマー塗布前に, エナメル質被着面を 35%リン酸水溶液 (Scotchbond Universal Etchant, 3M ESPE) を用いて 3, 15 および 30 秒間処理する条件をリン酸エッチング群とした。レジン試片を圧接しながら, マイクロブラシを用いて余剰セメントを除去した後, セメントを Dual-cure で硬化させる条件 (DC 群) では, レジン試片の 2 方向から 30 秒間照射を行った。また, セメントを Self-cure で硬化させる条件 (SC 群) では, 5 分間圧接したものを接着試験用試片とした。

3. 接着強さの測定

セメントの DC 群では照射終了直後から, SC 群では被着面に対してレジン試片を圧接した直後から, 接着試験用試片を 37 ± 1°C, 相対湿度 90 ± 5% の条件で保管し, 15 分および 24 時間経過した試片について, 万能試験機を用いて剪断接着強さを測定した。さらに, サーマルサイクル試験装置を用いて 5 °C ~ 55 °C を 1 サイクルとして, 各温度における係留時間を 60 秒間に設定したサーマルサイクルを 30,000 回負荷した試片についても測定を行った。

【成績および考察】

R XU の 24 時間経過後の接着強さは, DC 群ではコントロール群で 17.5 MPa およびリン酸エッチング群で 30.6 ~ 23.4 MPa を, SC 群ではコントロール群で 14.4 MPa およびリン酸エッチング群で 19.8 ~ 14.9 MPa を示し, エッチング時間の延長に伴い接着強さは低下するものの, セメントの重合方式に関わらず, リン酸エッチング群で高い接着強さを示した。このように, リン酸エッチングの併用がエナメル質接着強さを向上させた要因としては, エッチングによりアドヒーズブの歯質へのぬれ性が向上したためと考えられた。一方, エッチング時間の延長によって接着強さが低下した原因としては, 形成されたレジクタグの重合性などが影響した可能性が考えられた。

【結論】

リン酸エッチングを併用した場合のユニバーサルアドヒーズブ应用型レジンセメントのエナメル質接着強さは, エッチング時間およびレジンセメントの重合方式に影響を受けることが判明した。

アドヒーズの重合方式の違いがレジンセメントの象牙質接着強さに及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹, 総合歯学研究所生体工学研究部門²
○黒川弘康^{1,2}, 白土康司¹, 柴崎 翔¹, 飯野正義¹, 竹中宏隆¹, 瀧本正行¹, 市石芳博¹, 宮崎真至^{1,2}

Effect of polymerization mode of adhesive on dentin bonding of resin cement
Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry
○KUROKAWA Hiroyasu^{1,2}, SHIRATSUCHI Koji¹, SHIBASAKI Sho¹, IINO Masayoshi¹,
TAKENAKA Hirotsuka¹, TAKIMOTO Masayuki¹, ICHIISHI Yoshihiro¹, MIYAZAKI Masashi^{1,2}

【緒言】

歯質の前処理にセルフエッチアドヒーズを応用するレジンセメントにおいては、セメントとともにアドヒーズの重合性が接着強さに影響を及ぼすものと考えられる。そこで、塗布されたアドヒーズの重合方式の違いがレジンセメントの接着強さに及ぼす影響について、象牙質剪断接着強さを経時的に測定することによって検討した。

【材料および方法】

前処理材とレジンセメントとして、光重合あるいはセメントとの接触によって化学重合可能なセルフエッチアドヒーズである Scotchbond Universal Adhesive と Rely X Ultimate Adhesive Resin Cement (RXU, 3M ESPE) を、対象として、化学重合型のセルフエッチアドヒーズである Estelink と Estecem Adhesive Resin Cement (ESC, トクヤマデンタル) を用いた。

1. 被着歯面の調整

ウシ下顎前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し、唇側中央部に直径 6~8 mm の象牙質平坦面が得られるように研削した。この研削面を、耐水性 SiC ペーパーの#600 を用いて調整し、これを象牙質試片とした。

2. 接着試験用試片の製作

内径 4 mm, 高さ 2 mm の円筒形テフロン型に歯冠用硬質レジン (セラマージュ, 松風) を充填, 加圧成形した後, 歯科技工用重合装置を用いて 3 分間光線照射して重合, 24 時間大気中に保管したものをレジン試片とした。このレジン試片の表面をアルミナ粒子 (50 μm) でサンドブラスト処理した後 (0.2 MPa), 超音波洗浄した。接着試験用試片の製作は, RXU では, レジン試片のサンドブラスト処理面および象牙質被着面を, Scotchbond Universal Adhesive を用いて製造者指示条件で処理したものをアドヒーズ照射なし群, 象牙質被着面に塗布したアドヒーズに対して 10 秒間照射する条件をアドヒーズ照射群とし, 練和したセメントを塗布したレジン試片を荷重 0.2 N の条件で圧接した。一方, ESC では, サンドブラスト処理面に Universal Primer (トクヤマデンタル) を塗布するとともに, 象牙質被着面に対しては Estelink を用いて製造者指示条件で処理を行った後に, セメントを塗布したレジン試片を圧接した。レジン試片を圧接しながら, マイクロブラシを用いて余剰セメントを除去した後, セメントを Dual-cure で硬化させる条件 (DC 群) では, レジン試片の 2 方向から 30 秒間照射を行った。また, セメントを Self-cure で硬化させる条件 (SC 群) では, 5 分間圧接したものを接着試験用試片とした。

3. 接着強さの測定

セメントの DC 群では照射終了直後から, SC 群では被着面に対してレジン試片を圧接した直後から, 接着試験用試片を 37 ± 1°C, 相対湿度 90 ± 5% の条件で保管し, 15 分および 24 時間経過した試片について, 万能試験機を用いて剪断接着強さを測定した。さらに, サーマルサイクル試験装置を用いて 5 °C ~ 55 °C を 1 サイクルとして, 各温度における係留時間を 60 秒間に設定したサーマルサイクルを 30,000 回負荷した試片についても測定を行った。

【成績および考察】

供試したレジンセメントの 24 時間経過後の接着強さは, セメントの DC 群では, RXU ではアドヒーズ照射なし群で 19.8 MPa およびアドヒーズ照射群で 20.1 MPa を, ESC では 19.4 MPa を示し, セルフエッチアドヒーズの重合方式の違いによる差は認められなかった。一方, セメントの SC 群では, RXU ではアドヒーズ照射なし群で 13.9 MPa およびアドヒーズ照射群で 10.3 MPa を, ESC では 17.1 MPa を示し, ESC で有意に高い接着強さを示した。このように, レジンセメントおよびアドヒーズの重合方式が接着強さに影響を及ぼした要因としては, セメントおよびアドヒーズに使用される重合開始材系の違いなどが考えられた。

【結論】

歯質の前処理にセルフエッチアドヒーズを応用した場合のレジンセメントの接着強さは, アドヒーズおよびレジンセメント重合方式に影響を受けることが判明した。

Er:YAG レーザーの照射条件の違いによる象牙質とレジンとの接着強さ

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学
○村瀬由起、日下部修介、小竹宏朋、作誠太郎、堀田正人

Influence of Irradiation Conditions of Er:YAG Laser on Tensile Bond Strength of Dentin to Resin

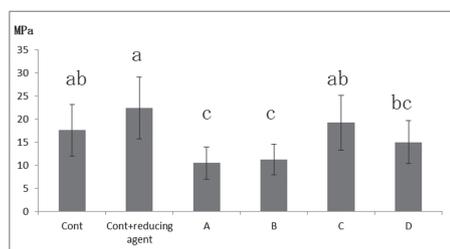
Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University, School of Dentistry

○MURASE Yuki, KUSAKABE Syusuke, KOTAKE Hiroto, SAKU Seitaro, HOTTA Masato

【研究目的】 Er:YAG レーザーは歯質を効率よく蒸散できることから、レーザーを用いた方が有用な場合に特化して臨床応用されている。象牙質に照射されたエネルギーは照射部において熱変換され、象牙質表面に変性層が生じ、接着修復物の接着強さの低下の原因とされている。当教室の福田らはEr:YAG レーザーの照射出力が低い方が熱変性層は少なく、接着強さも大きいことを報告している。そこで、健全象牙質表面にEr:YAG レーザーの照射出力を上げて歯質を蒸散させた後、照射出力を下げ歯質を蒸散させた場合に引張り接着強さが向上するかどうか検討した。

【材料および方法】 1. 被験歯：朝日大学歯学部倫理委員会の承認 (No. 25148) を得ている新鮮抜去歯を歯軸に対して垂直方向に切断し、耐水研磨紙 #800 にて研磨を行い、象牙質平面を作製し、その象牙質試料を蒸留水中に保管後、湿潤状態で用いた。2. Er:YAG レーザーの照射条件：Er:YAG レーザー (ErwinAdver1, モリタ製作所) を用い、a 条件 (チップ径 C400F, パネル値 150mJ) と b 条件 (チップ径 C800F, パネル値 30mJ) で、パルス値は 10pps とし、注水下 (4ml/sec), エア-max において象牙質被照射面を XYZ 軸フラットステージ (SIGMA KOKI 社製) に固定した。レーザー先端と象牙質被照射面との距離は a 条件時が 1.0 mm, b 条件時は 0.5 mm とし、1.0 mm/s の速度でステージを動かし、200 μm ずつづらしながら照射した。3. 接着試験用試料：各照射条件で照射した象牙質の接着にはメガボンド (クラレノリタケデンタル, 以下 MB) とビューティフィルフロー F02 (A2, 松風) を使用して接着させた。耐水研磨紙 #800 にて研磨後、レーザー照射をせず、MB で接着させたものをコントロール (Cont) 群とし、MB で接着させる前にアクセセル (サンメディカル) 処理したものをコントロールアクセセル (Cont アクセル) 群とした。a 条件で照射後、MB で接着させたものを A 群とした。a 条件で照射後、さらに b 条件で照射し、MB で接着させたものを B 群とした。B 群の MB で接着する前にアクセセル処理後、MB で接着させたものを C 群とした。B 群の MB で接着する前に 6% 次亜塩素酸ナトリウム水溶液で象牙質面を 30 秒間処理し、さらにアクセセル処理後、MB で接着させたものを D 群とした。それぞれ各試料を 8 個作製した。引張り接着強さの測定は接着後、37°C、湿度 95% に 24 時間保管後、オートグラフ AGS-5 kNX (島津製作所) によりクロスヘッドスピード 0.5 mm/min にて引張り、接着強さを測定した。得られたデータは、一元配置分散分析 (ANOVA) と多重比較試験 (Fisher's PLSD) を用いて有意水準 5% で統計学的に分析を行った。

【結果】 各群の引張り接着強さ測定値 (mean±SD) は Cont 群が 17.6±5.6MPa, Cont アクセル群は 22.4±6.7MPa, A 群は 10.5±3.5MPa, B 群は 11.2±3.3MPa, C 群は 19.2±5.9MPa, D 群は 15.0±4.6MPa であった。A 群と C 群, A 群と Cont 群, A 群と Cont アクセル群, B 群と C 群, B 群と Cont 群, B 群と Cont アクセル群, Cont アクセル群と D 群で有意差が認められた。C 群と Cont 群と Cont アクセル群には有意差は認められなかった (Fig. 1)。



A:C400F,150mJ
B:C800F,30mJ
C:C800F,30mJ,areducing agent
D:C800F,30mJ,sodiumhypochlorite and reducing agent

Fig. 1 Tensile bond strength of the dentine irradiated by Er:YAG laser
Significant difference was found between specimens having the different character (P<0.05)

【考察】 Cont アクセル群は象牙質が破壊される凝集破壊が認められた。レーザー照射面にもアクセセル処理をすることで、切削した象牙質との接着と同等以上の接着強さが期待できることが示唆された。

リン酸エッチング時間がセルフエッチシステムのエナメル質接着疲労耐久性に及ぼす影響

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, 福石歯科³

○ 高見澤俊樹^{1,2}, 横川未穂¹, 高橋史典¹, 川本 諒^{1,2},
辻本暁正^{1,2}, 升谷滋行^{1,2}, 宮崎真至^{1,2}, 吉野弘三³

Influence of Phosphoric Acid Pre-etching Time on Fatigue Limits of Enamel Bonding of the Self-etch Adhesives

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

○ TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}, YOKOKAWA Miho¹, TAKAHASHI Fuminori¹, KAWAMOTO Ryo^{1,2},
TSUJIMOTO Akimasa^{1,2}, MASUTANI Shigeyuki^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, YOSHINO Kozo³

【目的】

セルフエッチシステムのエナメル質脱灰能は、エッチ&リンスシステムに比較して低いため、エナメル質のみにリン酸処理を行うセレクトティブエッチングが提唱されている。しかし、リン酸エッチング剤の象牙質面への暴露はその接着性に影響を及ぼす可能性が指摘されている。演者らは、セレクトティブエッチングを行った際の象牙質面への影響を少なくすることを目的として、エナメル質へのリン酸エッチング時間の短縮に着目し、エッチング時間の短縮がセルフエッチシステムのエナメル質接着疲労耐久性に及ぼす影響について、最大破折抗力以下の繰り返し荷重負荷が可能な疲労耐久性試験を用いて検討した。

【材料および方法】

1. 接着試片の製作

ヒト抜去臼歯のエナメル質を用いた。通常に従って被着歯面を調整後、リン酸エッチングを0, 3, 10あるいは15秒間行つた試片に対して、セルフエッチアドヒーシブのG-aenial Bond (GB, GC), Scotchbond Universal (SU, 3M ESPE), Prime & Bond Elect (EL, Dentsply)およびOptiBond XTR (OX, Kerr)をそれぞれ塗布、照射して接着試片を製作した。また、接着試片については、37°C精製水中に24時間保管した。なお、本実験でのヒト抜去歯の使用に関しては、倫理委員会の承認を得ている。

2. 剪断接着試験 (SBS)

保管期間が終了した接着試片については、ElectroPuls E1000 Machine (Instron) 用いて、CHS = 1.0 mm/min の条件で剪断接着強さ(MPa)を求めた。試験終了後の試片に関しては、その破壊形式を分類、評価した。なお、試片の数は各条件について15個とした。

3. 接着疲労耐久性試験 (SFL)

接着疲労耐久性試験に際しては、ElectroPuls E1000 machine を用いるとともに Staircase method を応用して行った。すなわち、各条件で得られた剪断接着強さ値の約50%の荷重を10 Hzの条件で繰り返し50,000回負荷し、この規定回数に達する前に試験片が脱落した場合は、初期荷重の10%を減じ、試験片が生存した場合は、逆に荷重を増加することで段階的にその荷重負荷を変動させた。最終的に試験片の脱落個数および負荷荷重からその疲労接着耐久性強さ(MPa)を計算式から求めた。なお、試片の数は各条件について30個とし、試験後の試片については、その破壊形式を分類評価するとともに代表例および各条件の処理面についてSEM観察を行った。

【成績および考察】

得られた剪断接着試験の結果から、リン酸エッチング時間およびアドヒーシブの種類の違いは、その接着強さへの有意な因子であった。また、いずれのアドヒーシブにおいてもエッチング3秒条件でエッチングを行わない条件に比較して有意に高い値を示すとともに、他のエッチング条件間では有意差は認められなかった。接着疲労耐久性試験においても剪断接着試験と同様な傾向を示した。以上の結果から、セルフエッチシステムを用いた際に、切削したエナメル質であればリン酸エッチング3秒以上で十分な初期接着が得られるとともにその疲労耐久性においても良好な接着性が獲得できることが示された。セレクトティブエッチング時に象牙質面への偶発的なリン酸エッチング剤の暴露を防止する上でも、リン酸エッチング時間の短縮は有効であることが示唆された。

【結論】

本実験の結果から、リン酸エッチング3秒以上でその接着強さは、有意に向上することが示された。

歯面処理方法の違いが新規ワンステップボンディング材の 象牙質微小引張強さに及ぼす影響について

岡山大学病院むし歯科¹

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科歯科保存修復学分野²

○星加 知宏¹, 西谷 佳浩², 高橋 圭¹, 吉山 昌宏²

Effect of dentin surface treatment on microtensile bond strength of new one-step bonding system

Operative dentistry, Okayama University Hospital¹

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

○HOSHIKA Tomohiro¹, NISHITANI Yoshihiro², TAKAHASHI Kei¹, YOSHIYAMA Masahiro²

【研究目的】

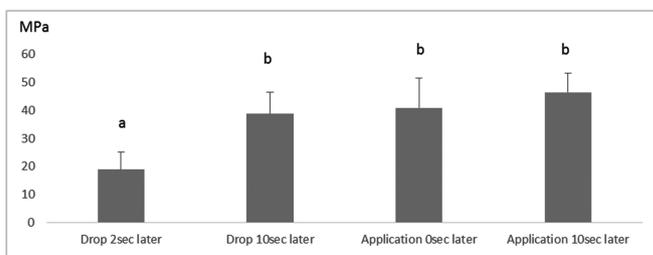
近年コンポジットレジン修復の接着材料の開発が進み、接着性の向上や操作の簡易化が図られて以来わが国ではワンステップボンディング材が広く用いられている。現在、歯質のみならず様々な被着体に対しても良好な接着性を示すマルチユースを掲げる製品や、接着性を維持しつつ歯面処理時間の短縮が図られた製品も販売されている。本研究では、新規に発売された「塗布後の待ち時間 0 秒」とされる G-プレミオ ボンド (GC) を用いて、歯面処理時間とその操作方法の違いが微小引張接着強さに及ぼす影響について検討を行った。

【材料及び方法】

1. 試料体の作製：接着試験には新鮮なヒト抜去健全大白歯を用い（岡山大学倫理委員会 承認番号 189 号にて承認）、歯冠中央部を耐水研磨紙#600 まで研磨した象牙質面を被着面とした。また、歯面処理には G-プレミオ ボンドを後述の条件で適用後、コンポジットレジンとして Clearfil AP-X（クラレメディカル：シェード A3）を積層築盛し、接着試料体を作製した。歯面処理は露出象牙質に対して①ボトルから直接滴下し 2 秒経過後にエアブロー・光照射（滴下 2 秒群）、②直接滴下し 10 秒経過後にエアブロー・光照射（滴下 10 秒群）、③筆を用いて塗布（2 秒）直後エアブロー・光照射（塗布後 0 秒群）、④筆を用いて塗布（2 秒）後 10 秒待ちエアブロー・光照射（塗布後 10 秒群）の 4 群とした。試料体は築盛後、24 時間 37℃ の水中浸漬後試験に用いた。
2. 試料体の接着強さの測定および観察：試料体を精密低速切断機（Isomet, Buehler）を用いて連続切片に切り出し、各切片を接着面積が 1.0 mm² になるように棒型に形成した。接着試料体の一部をランダムに抽出してマイクロテンスイル法による引張接着試験および走査電子顕微鏡（SEM）による接着界面の観察を行った。微小引張試験は卓上万能試験機（EZ Test, Shimadzu）を用いて、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件下で行った。試料数を各 10 個とし、得られた結果は One-way ANOVA と Tukey's test を用いて有意水準 5% にて統計処理を行った。また、露出象牙質に対して 4 種の条件下でボンディング材を適用後、光照射を行わずアセトンで洗浄し、象牙質処理面の形態を SEM にて観察を行った。

【結果】

引張試験の結果を下表に示す。滴下 2 秒の群以外では有意差を認めなかった。



SEM 観察では滴下 2 秒群の象牙質処理面にスミア層の残存を認めたが、象牙質面も観察され、部位により象牙細管の開口も認められた。他の群では明瞭な象牙質および象牙細管が確認された。

Significant differences are represented by different letters.

【考察および結論】

滴下 2 秒群では処理時間が短く象牙質切削面からのスミア層の完全な除去は困難であり、他の群と同等の引張強さは得られなかった。しかしながら実際の診療における最短処理の条件は塗布後 0 秒処理であり、短時間の処理時間においても良好な微小引張接着強さを示している。同一の窩洞内であっても部位により歯面処理後の経過時間は異なると思われるが、本研究で用いたような材料を使用することで、窩洞内すべての面に十分な接着性が発揮されるという臨床での有用性が示唆された。

新規チオリン酸エステルモノマー配合ボンディング材の象牙質接着性能

大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能再建学講座クラウンブリッジ補綴学分野¹
大阪大学歯学部附属病院総合診療部²

○松本 真理子¹、川口 明日香¹、東 真未¹、三浦 治郎²、峯 篤史¹、矢谷 博文¹

The evaluation of a newly developed one-step bonding system on the adhesive properties to dentin

Department of Fixed Prosthodontics Osaka University Graduate School of Dentistry¹

Division for Interdisciplinary Dentistry, Osaka University Dental Hospital²

○Matsumoto M¹, Kawaguchi A¹, Higashi M¹, Miura J², Mine A¹, Yatani H¹

【緒言】

近年、レジン系歯科接着材料の進歩により操作ステップを簡略化したワンボトルのセルフエッチングシステムが開発され、臨床の場に普及している。さらに最近になって、様々な被接着体に対して同一のボンディング材が使用できるセルフエッチングシステムが開発され、臨床でも多用されるようになってきている。しかしながら、これらのいわゆるマルチユースシステムの接着能を従来の1ステップセルフエッチングシステムと比較して吟味した報告は少ない。そこで本研究では、チオリン酸エステルモノマーを配合した新規マルチユースボンディング材の象牙質接着能について、透過型電子顕微鏡観察および微小引張接着試験により評価を行った。

【材料および方法】

1) 透過型電子顕微鏡観察試料の作製

う蝕に罹患していないヒト第三大臼歯の歯冠部を歯軸に対して垂直に切断し、表面を耐水研磨紙#600で研磨したものをスメアあり群、歯冠最大豊隆部に切込みを入れた後、石膏鉗子で切断したものをスメアなし群とした。接着材はG-BOND PLUS (GPL, GC) および G-Premio BOND (GPR, GC) を使用し、業者指示に従って処理を行った後、クリアフィルプロテクトライナー(クラレノリタケデンタル)を築盛した。24時間37℃水中浸漬した後、通法に従ってエポキシレジン包埋を行ったものを非脱灰試料、10%EDTAに1週間浸漬した後に包埋を行ったものを脱灰試料とし、それぞれ70~90nmに薄切して透過型電子顕微鏡観察(H-800, HITACHI)を行った。

2) 微小引張接着試験

う蝕に罹患していないヒト第三大臼歯の歯冠部を歯軸に対して垂直に切断し、表面を耐水研磨紙#600で研磨したものを被着象牙質面とした。接着材はG-BOND PLUS (GPL, GC) および G-Premio BOND (GPR, GC) を使用した。各群6歯ずつ使用し、それぞれに付属のボンディング材をスポンジブラシで10秒間塗布、乾燥し、照射を10秒間行った後、クリアフィルAP-X(クラレノリタケデンタル)を築盛した。24時間37℃水中浸漬した後、1mm×1mmに切出し、小型卓上試験機EZ-test(島津製作所)を使用してクロスヘッドスピード1mm/minにて微小引張接着試験を行った(n=18)。

【結果および考察】

1) 透過型電子顕微鏡観察(Fig. 1)

非脱灰切片にてGPL、GPRともに接着界面にハイドロキシアパタイト結晶が残存しているのが確認された。脱灰切片ではGPL、GPRともにレジンが象牙質に浸透している樹脂含浸層が明瞭に観察された。

2) 微小引張接着試験

引張接着強さに関しては、GPLが 41.35 ± 15.24 MPa (mean \pm SD)、GPRが 44.09 ± 12.84 MPa であり、2群間に有意な差は認められなかった($\alpha = 0.05$)。GPRは金属への接着を目的として、新規チオリン酸エステルモノマーが配合されているが、それによる接着能の低下は認められなかった。

【結論】

新規モノマーが含有されたマルチユース新規ワンステップボンディング材は、象牙質接着において既存のワンステップボンディング材と同等の性能を示し、その有効性が示唆された。

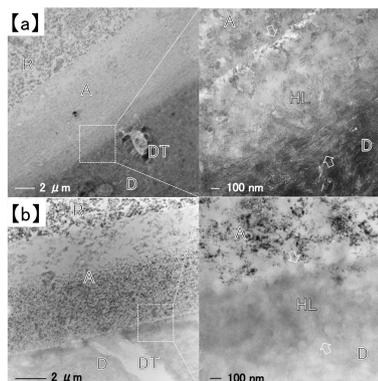


Fig.1 TEM images of dentin applied GPR <Smear(+)>

【a】 non-demineralized sample
【b】 demineralized sample
D: Dentin R: Composite Resin A: Adhesive
HL: Hybrid Layer DT: Dentinal Tubule

一液性処理材の歯質接着強さ：処理時間の影響

- ¹⁾岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野
²⁾岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 総合歯科学分野
³⁾岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 歯科保存修復学分野
⁴⁾岡山大学病院 新医療研究開発センター

○入江正郎¹⁾, 田仲持郎¹⁾, 松本卓也¹⁾, 武田宏明²⁾, 鳥井康弘²⁾, 吉山昌宏³⁾, 吉原久美子⁴⁾

Shear bond strength to tooth substrate of one-step self-etched adhesives: Effect of pretreating time.

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

²⁾Department of General Dentistry, ³⁾Department of Operative Dentistry, ⁴⁾Center for Innovative Clinical Medicine, Okayama University Hospital
 ○Masao Irie¹⁾, Jiro Tanaka¹⁾, Takuya Matsumoto¹⁾, Hiroaki Takeda²⁾, Yasuhiro Torii²⁾, Masahiro Yoshiyama³⁾, Kuniko Yoshihara⁴⁾

【 緒言 】

歯冠修復に不可欠な近年のコンポジットレジン、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。今回は、最近の一液性処理材の処理時間が歯質接着性に及ぼす影響について詳細に検討したので報告する。

【 材料と方法 】

材料としては Table に示すコンポジットレジン 1 種と一液性セルフ・エッチング・プライマー 5 種を使用した。方法は、ヒトエナメル質および象牙質面を使用し、ISO の接着強さの測定指針 (ISO/TR 11405) に準じて行った。すなわち、被着面を #600 の耐水研磨紙で最終研磨し、歯質処理時間を Table のように変化させ、その上にテフロンモールド (内径 3.6 mm, 深さ 2.0 mm) を固定、テフロンモールド内にコンポジット (Clearfil AP-X, Kuraray Noritake Dental) を充填し、20 秒間光照射して硬化させ、今回は 1 日間 37°C 蒸留水中浸漬後の条件で測定した。

【 結果と考察 】

Table に結果を示した。G-Premio Bond と Clearfil tri-S Bond ND Quick は 20 秒まで処理時間を変化させても、両歯質に対する接着強さは影響しなかった。Prime&Bond elect, Scotchbond Universal および Adhese Universal は、両歯質に対して 20 秒間処理が優れた接着強さを示した。いずれもメーカーの指示書通りの結果を示した。

臨床的な利便性を追求するあまり、一液性しかも処理時間の短縮化の製品が発売されている。たとえば、二液性の OptiBond XTR (Kerr) や Clearfil Mega Bond (Kuraray Noritake Dental) は、同条件で両歯質に対して 30 MPa 以上の接着強さを示した (2013 年の IADR で発表, #0553)。臨床からの評価を待ちたい。

Table Shear bond strength to tooth substrate after one-day storage (MPa)

Self-etched adhesive + Clearfil AP-X	Mean (S.D.)				
	Pretreating time (sec)	1-2	5	10	20
Prime&Bond elect (Dentsply/Caulk)					
To Enamel	17.6 (2.8) NS ^a	19.3 (4.9) NS	21.2 (5.7) NS	22.1 (4.3) S	
To Dentin	19.2 (5.3)	21.3 (4.8)	24.7 (6.3)	29.2 (5.4)	
Scotchbond Universal (3M ESPE)					
To Enamel	18.4 (4.4) S	20.0 (3.2) S	24.5 (5.6) NS	25.0 (5.2) NS	
To Dentin	24.2 (4.6)	27.1 (6.8)	24.2 (4.1)	27.1 (4.2)	
Adhese Universal (Ivoclar Vivadent)					
To Enamel	25.3 (6.2) NS	24.1 (5.2) S	21.8 (2.5) S	25.7 (4.2) S	
To Dentin	25.8 (5.2)	30.6 (6.5)	29.0 (5.6)	33.5 (4.6)	
G-Premio Bond (GC)					
To Enamel	24.5 (4.8) NS	23.8 (4.4) S	23.7 (4.2) S	25.0 (3.9) NS	
To Dentin	27.4 (6.6)	31.0 (4.2)	29.3 (2.9)	27.6 (4.9)	
Clearfil tri-S Bond ND Quick (Kuraray Noritake Dental)					
To Enamel	18.3 (4.0) S	21.7 (4.9) NS	24.0 (3.5) NS	19.8 (3.0) S	
To Dentin	24.5 (4.3)	25.5 (4.8)	21.9 (4.7)	24.6 (4.4)	

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

照射エネルギーが接着強さに与える影響
大阪歯科大学 歯科保存学講座
○野津繁生,松田有之,岩田有弘,吉川一志,山本一世

Influence of Light Curing Energy on Dentin Bond Strength

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University.

○NOZU Shigeo, MATSUDA Tomoyuki, IWATA Naohiro, YOSHIKAWA Kazushi, YAMAMOTO Kazuyo.

【目的】

近年、歯質接着システムおよびコンポジットレジンの物性の向上のよって MI の概念に基づいた治療が一般的になり、臼歯のⅡ級窩洞においてもコンポジットレジン修復が広く行われている。しかし、大白歯の深いⅡ級窩洞などでは咬頭や隔壁、ラバーダムクランプなどに阻まれて光照射器を照射面に近接させることが出来ず、斜照射や遠隔照射になってしまう場合が多いと考えられる。本研究では、光照射器の照射エネルギーがコンポジットレジン修復時の接着強さに与える影響について検討するため、ハロゲン型光照射器と LED 型光照射器を用いて実験を行い、引張接着強さを測定した。

【材料および方法】

冷凍保存した抜去牛歯を解冻後、モデルトリマーで歯冠部唇側面を切削し象牙質平坦面を作成後、耐水研磨紙で #320, #600 の順に研磨し、象牙質被着面とした。内径 3mm, 高さ 2mm の金属製治具を両面テープで固定して被着面積を規定し、市販の歯質接着システムを用いて製造者指示に従って歯面処理を行った後、治具内にコンポジットレジンを充填して光照射器で光照射をおこなった。歯質接着システムには CLEARFIL® MEGA BOND® (クラレノリタケデンタル, MB) と Scotchbond™ Universal Adhesive (3M ESPE, SB) を、コンポジットレジンには CLEARFIL® AP-X (クラレノリタケデンタル) を使用した。光照射器にはハロゲン型光照射器として Curing Light XL3000 (3M ESPE, XL) を、LED 型光照射器として Elipar™ S10 (3M ESPE, S10) と PENCURE 2000 (モリタ製作所, PC) を使用し、象牙質被着面から照射器先端までの距離が 2mm, 7mm, 12mm, 22mm となるように規定してボンディング材塗布後に 10 秒、コンポジットレジン充填後に 20 秒照射した。作製した試料は 37℃水中で 24 時間保管した後、引張試験機 IM-20 (INTESCO) を用いて CHS=0.3mm/min にて引張接着強さを測定した。試料数は各条件につき 5 試料とし、一元配置分散分析および Scheffe の検定を用いて統計処理を行った ($p < 0.05$)。

【結果および考察】

MBの結果を Fig.1 に示す。すべての光照射器で照射距離が離れるに従って接着強さは低下し、照射距離 22mm で有意に低下した。照射距離 12mm と照射距離 22mm の接着強さを比較した場合、XL では有意に低下したが、S10 および PC では有意な低下は認められなかった。SBの結果を Fig.2 に示す。XL では照射距離が離れるに従って接着強さは低下し照射距離 22mm で他の照射距離と比較して有意に低下したが、S10 および PC では照射距離 22mm の接着強さは他の照射距離と比較して接着強さの有意な低下は認められなかった。

【結論】

遠隔照射時では十分な接着強さを得られない可能性があるため、照射エネルギーや照射時間に留意する必要があることが示唆された。

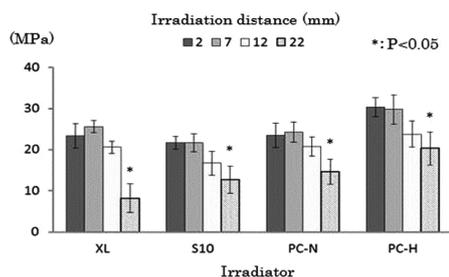


Fig. 1 Dentin bond strength of MB

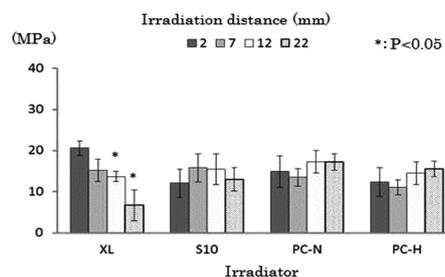


Fig. 2 Dentin bond strength of SB

根管象牙質の異なる部位におけるレジンコアシステムの接着性

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, かなまる歯科クリニック³
○松吉佐季¹, 柴崎 翔¹, 土屋賢司¹, 坪田圭司^{1,2}, 黒川弘康^{1,2}, 瀧川智義^{1,2}, 宮崎真至^{1,2}, 金丸壽良³

A Study on Bonding to Root Canal Dentin of Resin Core foundation Systems

Department of Operative Dentistry Nihon University School of Dentistry¹,
Division of Biomaterials Science, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry²,
Kanamaru Dental Clinic³

○MATSUYOSHI Saki¹, SHIBASAKI Sho¹, TSUCHIYA Kenji¹, TSUBOTA Keishi^{1,2}, KUROKAWA Hiroyasu^{1,2},
TAKIGAWA Tomoyoshi^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, KANAMARU Toshiro³

【研究目的】

歯冠崩壊が著しい失活歯症例は、印象採得後に歯科用合金を用いた支台築造が行われてきた。この方法は、技工操作に伴う制約から便宜的な健康歯質の削除を余儀なくされ、応力集中によって歯根破折などを生じることが報告されている。そこで、失活歯に対してMIの概念に基づいて健全残存歯質を可及的に保存し、その機能の回復を目指した直接支台築造法が臨床応用されている。しかし、直接支台築造用レジン(コア用レジン)を用いた歯冠修復法において、高い予知性を得るためのエビデンスは十分とは言えないのが現状である。そこで演者らは、支台築造歯冠修復法の確立を目的として、5種のレジンコアシステムの根管象牙質に対する接着性について、接着強さ試験および接合界面の電子顕微鏡(SEM)観察を行うことで検討した。

【材料および方法】

供試したコア用レジンには、ビューティコア(松風, BC), DCコアオートミックス ONE(クラレノリタケデンタル, DC), ユニフィルコア(ジーシー, UC), エステコア(トクヤマデンタル, EC) およびエステライトコアクイック(トクヤマデンタル, EQ)の合計5製品とした。被着体としては、2~3歳齢のウシ下顎前歯を用いた。歯根部の根尖側2/3側を切除した後、頬舌方向で縦切した。さらに歯頸部および歯頸部から切端側8mmの部位で切断し、切端側から切縁群、歯頸群および歯根群と分類した。これらの試片を常温重合レジンに包埋し、根管象牙質面の平坦面が得られるまでSiCペーパーの#320まで研削したものを接着試片とした。接着試験に際しては、接着試片に対して各製造者指示条件で歯面処理を行った後、内径2.38mmのモールド(Ultradent)をクランプで固定し、レジンコアペーストを填塞、光重合して接着試験用試片とした。アドヒーズンおよびコア用レジンに対する光照射、照射器の光強度を600 mW/cm²以上であることを確認して行った。接着試片は、37°C精製水中に24時間保管後、万能試験機(Type 5500R, Instron)を用いて、クロスヘッドスピード1.0 mm/minの条件で剪断接着強さを測定した。コア用レジンと根管象牙質との接合状態について検討するため、接着試験用試片と同様に製作した試片を通法に従って調整し、電子顕微鏡(ERA-8800FE, Elionix)を用いて、その接合界面を加速電圧10 kVの条件で観察した。

【成績および考察】

供試したコア用レジンの接着強さは、11.5~31.0 MPaであり、いずれの条件においても10 MPaを超えるものであった。また、根管の部位による違いにおいては製品によって異なるものであった。いずれの製品においても頬舌側間での接着強さに違いは認められなかったものの、切端群および歯頸群に比較して歯根群で接着強さは低くなる製品もあった。製品間での接着強さは、ECが他の製品と比較して接着強さは高くなる傾向が認められた。SEM観察においては、いずれのシステムにおいてもギャップは認められず良好な接合界面であり、異なる部位による明瞭な違いは認められなかった。以上のように、コア用レジンの接着強さは、製品によって異なるとともに接着させる部位による違いが認められた。この理由としては、レジンコアに付属する接着システムにおける、アドヒーズンの根管象牙質に対する脱灰能、浸透性あるいは化学的接着性などが影響した可能性が考えられた。

【結論】

本実験の結果から、コア用レジンの根管象牙質接着強さは、製品によって異なるものの歯根群で接着強さが低下するシステムが認められたものの良好な接合界面として観察された。

化学重合型およびデュアルキュア型接着レジンコアシステムの辺縁適合性

岩手医科大学・歯学部・歯科保存学講座・う蝕治療学分野

○菅 徹也, 岡田 伸男, 志賀 華絵, 八木 亮輔, 伊藤 誠之, 赤川 玄次, 長谷部 智之,
櫻井 秀人, 工藤 義之, 野田 守

Sealing Ability of Chemical-Cured Composite Resin Core System and Dual-Cure Composite Resin Core System

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

○Kan Tetsuya, Okada Nobuo, Shiga Hanae, Yagi Ryosuke, Ito Masayuki, Akagawa Gengi, Hasebe Tomoyuki,
Sakurai Hodeto, Kudou Yosiyuki, Noda Mamoru

【目的】

近年開発された化学重合型レジンコア接着システムと従来のデュアルキュア型接着システムにおける象牙質界面での辺縁封鎖性を比較・評価すること。

【材料および方法】

- 1) 接着システム: エステコア (化学重合型, トクヤマデンタル, 以下 CC) およびエステコアクイック (デュアルキュア型, トクヤマデンタル, 以下 DC) を用いた。また被着体として水中保管したヒト単根抜去歯 72 本を用いた。
- 2) 方法: ヒト単根抜去歯を C-E junction の高さで歯軸方向に垂直に切断し, 手用ステンレスファイルにて #40 まで根管拡大・形成を行った。側方加圧法にて根管充填後, 37°C, 湿度 100% に 48 時間保管した。ラルゴリーマーおよび根管形成用バーにて, 切断面より 6 mm の深さのポスト孔を形成した。各接着システム共, 指示書通りに象牙質面の処理を行った。付属のコア用レジンを切断面まで充填し, 同部位より 10 秒の光照射を行い試料とした。作成試料を,
 - a) 重合直後
 - b) 37°C 蒸留水中に 6 日間静置
 - c) サーマルサイクル負荷試験 2000 回 (5°C - 10°C)

の 3 群に分け, 0.2% フクシン酸溶液に 24 時間浸漬し色素浸透試験を行った。その後, 各試料を長軸方向に分割, 切断面を実体顕微鏡 (×20) で観察した。切断部位から根尖部までの色素浸透距離を 4 分割して 0 から 3 の 4 段階にスコア化した。測定値を Mann-Whitney U test ($p < 0.05$) により統計学的に検討した。また根管象牙質との接着界面を走査型電子顕微鏡 (以下 SEM) にて観察した。

【結果】

全群で色素浸透を認めたが, スコア 1 以下であった。DC および CC に統計学的に有意差を認めなかった。SEM 観察でも, 全群で DC および CC とともに接着界面に著明なギャップを認めなかった。

【考察】

両材料に色素浸透が認められたものの, 化学重合型のエステコアとデュアルキュア型のエステライトコアクイックの辺縁封鎖性は同程度であった。色素浸透は根管上部に認められたことから, 根中央部, 根尖側との接着力に違いがある可能性が示唆され, さらに検討が必要と思われた。

【結論】

新規化学重合型レジンコア接着システムは, デュアルキュア型と同等の辺縁封鎖性を有していた。

新規暫間修復用レジンの基本的諸性質とその臨床応用

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部門²,
オレンジ歯科クリニック³, 岩崎歯科医院⁴

○遠藤 肇¹, 高見澤俊樹^{1,2}, 辻本暁正^{1,2}, 大塚詠一郎¹,
田村ゆきえ¹, 平井一孝³, 宮崎真至^{1,2}, 岩崎圭祐⁴

Mechanical Properties and Clinical Performance of Newly Developed Provisional Resins

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

○ENDO Hajime¹, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}, TSUJIMOTO Akimasa^{1,2}, OTSUKA Eiichiro¹,
TAMURA Yukie¹, HIRAI Kazutaka³, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, IWASAKI Keisuke⁴

【緒言】

近年、暫間修復用レジンのペーストタイプであるとともにデュアルキュア型を採用した bis-acryl 系暫間レジンの材料が開発、臨床応用されている。しかし、これら暫間修復材の有する基本的諸性質に関する報告は少なく、その耐久性についてはいまだ不明な点が多い。そこで、暫間修復用レジンの機械的性質のうち、とくに口腔内環境を想定した温熱負荷が曲げ特性および破壊靱性に及ぼす影響について検討するとともに、操作性に關与する硬化直後のレジンの表面のべたつき度についても検討を加えた。

【材料および方法】

本実験に使用した暫間修復用レジンは、bis-acryl 系レジンのうちデュアルキュア型の試作 MSN-006 (GM, ジーシー), Integrity MULTI CURE (IM, Dentsply) および Luxatemp Automix solar (LS, DMG) の 3 製品を用いた。また、化学重合型の Protemp 4 (P4, 3M ESPE) をコントロールとした。

1) 曲げ試片および破壊靱性試片の製作

各暫間修復用レジンを製造者指示条件に従って練和後、2×2×25 mm の棒状試片としたものを曲げ試験用試片、25×5×2.5 mm で長さ 2.5mm の切り欠き入りの試片を同様に製作したものを破壊靱性試験用試片とし、試験片製作後 24 時間水中保管したものをコントロール群とした。また、試片に 5°C~55°C~5°C (各温度における係留時間は 1 分間) を 1 サイクルとするサーマルサイクリングを 1000 回 (TC 1,000 群), 5000 回 (TC 5,000 群) および 10000 回 (TC 10,000 群) 負荷した条件を加えた。なお、試片の数はそれぞれ 6 個とした。

2) 曲げ試験および破壊靱性試験

各条件の試片に対して支点間距離 20.0 mm, C.H.S = 1.0 mm/min の条件で、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて 3 点曲げ試験を行い、その曲げ強さ、曲げ弾性率および破壊までのエネルギーを求めた。また、同様に破壊靱性試験用試片に荷重を負荷し、破壊が生じた際の荷重を用いて計算式からその破壊靱性値 (K_{IC}) を算出した (SENB 法)。

3) べたつき試験

硬化直後のレジンの表面べたつきを RHEONER II CREEP METER (山電) を用いて評価した。すなわち、練和開始から 4 分後の試片をクリープメーターに設置し、先端が平坦な治具が試片表面から離れる際の応力を測定することによって、硬化レジンの表面のべたつき度とした。

4) 走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察

暫間修復用レジンのフィラー性状を観察するため、通法に従って試片を製作して SEM 観察をした。

【成績および考察】

暫間修復用レジンの 24 時間値の機械的性質を示す。曲げ試験値、破壊靱性値およびべたつき試験値は各製品異なる値を示した。

	Flexural strength (MPa)		Elastic modulus (GPa)		Fracture toughness (MPa·m ^{1/2})		Sticky test (N)
	Light-cure	Self-cure	Light-cure	Self-cure	Light-cure	Self-cure	
Provisional resins							
GM	118.8 (4.3) ^{aA}	113.1 (7.8) ^{aA}	3.5 (0.3) ^{aA}	3.4 (0.4) ^{aA}	2.73 (0.16) ^{aA}	2.80 (0.12) ^{aA}	0.57 (0.08) ^a
IM	122.6 (5.1) ^{aA}	113.5 (2.5) ^{aB}	3.4 (0.3) ^{aA}	2.9 (0.1) ^{aB}	2.41 (0.16) ^{aA}	2.40 (0.04) ^{aA}	1.93 (0.16) ^c
LS	92.2 (2.8) ^{cA}	82.3 (3.7) ^{aB}	2.4 (0.2) ^{aA}	1.8 (0.1) ^{aB}	2.11 (0.16) ^{cA}	1.71 (0.03) ^{aB}	1.68 (0.32) ^c
P4 (self-cure)	109.5 (2.9) ^b	109.5 (2.9) ^a	3.3 (0.3) ^a	3.3 (0.3) ^{aB}	2.53 (0.12) ^a	2.53 (0.12) ^a	1.00 (0.12) ^b

【結論】

暫間修復用レジンの機械的性質は各製品によって異なるものであり、臨床応用の際には十分な配慮が必要であることが示唆された。

フロアブルレジンの重合収縮と窩壁適合性 (第2報)

—照射条件の違いによる重合収縮挙動—

- 1 神奈川県立歯科大学大学院 歯学研究科 う蝕制御修復学講座
 - 2 神奈川県立歯科大学大学院 歯学研究科 放射線応用科学講座
 - 3 神奈川県立歯科大学大学院 歯学研究科 歯学教育学講座
- 武村 幸彦^{1,2}, 川股 亮太², 倉持 江里香¹, 花岡 孝治³

Polymerization shrinkage and cavity adaptation of flowable composite resin(Part 2)

1 Department of Cariology and Restorative Dentistry, Graduate School of Dentistry, KANAGAWA DENTAL UNIVERSITY

2 Department of Radiopraxis Science, Graduate School of Dentistry, KANAGAWA DENTAL UNIVERSITY

3 Department of Dental Education, Graduate School of Dentistry, KANAGAWA DENTAL UNIVERSITY

○TAKEMURA Yukihiko^{1,2}, KAWAMATA Ryota², KURAMOCHI Erika¹, HANAOKA Koji³

【目的】

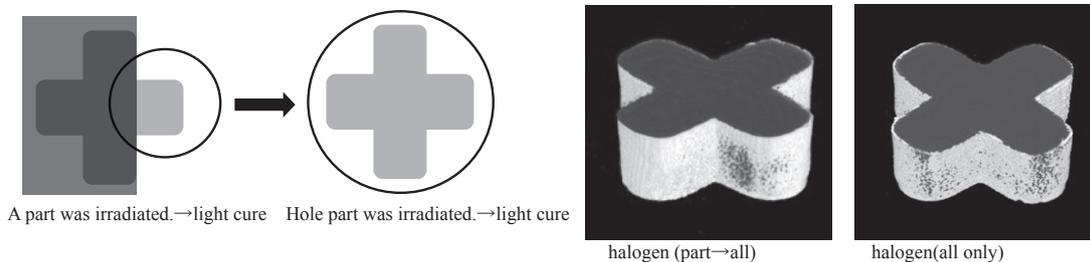
MI 修復の概念の普及やコンポジットレジンの材質向上に伴い、フロアブルコンポジットレジンの臨床応用が拡大している。重合収縮は避けられない欠点であり収縮挙動を把握することは重要である。光重合レジンの場合、光源に近いレジン上方から重合が進み、収縮の発現は窩壁適合性を左右する大きな要因である。今回の研究目的は、照射条件を変えることで生じる十字形箱型窩洞内のフロアブルレジンの重合収縮挙動をマイクロフォーカスエックス線CT(μ CT)にて三次元的に検討をすることである。

【材料と方法】

実験にはフロアブルレジンである MI Flow II (MIF II ; GC) を用いた。GN-I COMPOSITE BLOCK (GC : 13×10×17mm) に歯科用 CAD/CAM システム(GM1000 : GC)を用いて内側性の十字形箱型窩洞を形成した。十字形箱型窩洞は幅 2mm, 高さ 2mm, 長径 6mm (C-factor : 3.4)とした。窩壁とレジンを接着させた接着条件での収縮挙動を評価するためにリライエックスセラミックプライマー (3M ESPE) を窩洞内面に塗布した。それぞれの窩洞に MIF II を一括充填し、直ちに μ CT (MCT-CB100MF, Hitachi Medical Corporation; 管電圧 80 kV, 管電流 100 μ A, 拡大率 10.0 倍) 撮影を行った。次いで十字形窩洞の片側部のみ(幅 2×2mm, 高さ 2mm)に照射できるように規定し、 μ CT 装置内で①halogen 照射器 (700mW/cm² : JET ライト 3000 : J. Morita USA) ②LED 照射器(1200-1400 mW/cm² : Demi Plus : Kerr) にて 1mm 上方から光照射し μ CT 撮影を行った。その後、中央部 1mm 上方から全体が覆うように光照射し重合後の μ CT 撮影を行った。重合前後の μ CT 画像から差分を抽出し、自由開放面、側壁および窩底部での重合収縮量および間隙形成量を測定した。同様に、一括照射でも測定を行った。レジンの収縮挙動の評価には TRI/3D Bon (Ratoc システムエンジニアリング) を使用した。

【結果】

以下に、照射条件と抽出された形態変化の重ね合わせ画像を示す。



これまでの我々の報告では、十字形箱型窩洞の一括照射した場合、自由開放面では大きな収縮が観察され、窩洞の直交部分の側壁には間隙は認められず、窩洞中央部から最も離れた側壁の一方に間隙が認められ、その対称側壁には間隙は認められなかった。今回、片側部に照射後、中央部から重合させた条件では、自由解放面では重合起始点近傍で大きな収縮が認められ光源から離れた部位ではわずかであった。halogen 照射の自由解放面での収縮率は 2.80vol%, 総収縮率は 2.90vol% となり、一括重合した場合の総収縮率 3.93vol% より小さな値となった。halogen 照射による片側照射条件に比較し LED 照射による片側照射条件の方が大きな収縮が認められた(総収縮率 3.71vol%)。これは、異なる照射強度により収縮量に差が出たことが推測された。

【結論】

十字型窩洞の画像分析により、光照射条件の違いにより、収縮挙動が異なることが示された。

新規 1 ボトル 1 ステップボンディングシステムの 象牙質知覚過敏症罹患モデル象牙質に対する接着性

大阪歯科大学歯科保存学講座

○岩田有弘, 村田文子, 三木秀治, 津谷佳代, 井村和希, 吉川一志, 山本一世

Tensile bond strength of new 1-bottle 1-step bonding system on an *in vitro* Model of Hypersensitive Dentin

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○IWATA Naohiro, MURATA Ayako, MIKI Hideji, TUTANI Kayo,
IMURA Kazuki, YOSHIKAWA Kazushi, YAMAMOTO Kazuyo.

【緒言】

象牙質知覚過敏症には歯頸部知覚過敏, 根面知覚過敏および窩洞形成後の象牙質面露出による術後性知覚過敏などがある。象牙質知覚過敏症の治療法としては, 薬液塗布, イオン導入法, レーザー照射や接着性材料による罹患部位の被覆などがある。象牙質知覚過敏症の要因の1つとして細管内液の移動が提唱されているが, 我々の研究グループはヒト歯髄内圧を設定した象牙質知覚過敏症罹患モデル象牙質¹⁾を作成し, 1 ボトル 1 ステップボンディングシステムの接着試験を行い, 罹患モデル象牙質では接着強さが有意に低下することを報告した²⁾。本研究では, 新規に発売されたジーシー G-プレミオボンド (株式会社ジーシー) の象牙質知覚過敏症罹患モデル象牙質に対する接着強さについて実験を行ったので報告する。

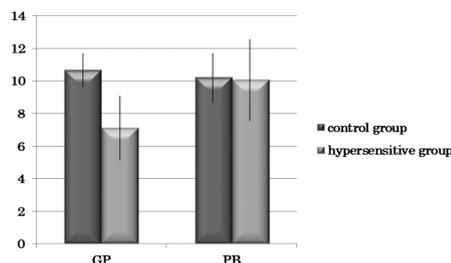
【材料及び方法】

被験歯として抜去ヒト大臼歯歯冠部象牙質を用い, 歯冠側面を耐水紙 #600 まで研磨した厚さ 1mm の象牙質ディスクを作成した。知覚過敏症罹患モデル象牙質の作成方法は, 善入らの方法¹⁾を利用し, 再現した。また, 充填材料としては 1 ボトル 1 ステップボンディングシステムとして, ジーシーG-プレミオボンド (株式会社ジーシー, 以下 PB) および G-ボンドプラス (株式会社ジーシー, 以下 GP) を使用した。光重合型コンポジットレジンとして, CLEARFIL[®]AP-X (クラレノリタケデンタル, シェード A3) を使用した。

知覚過敏症罹患モデル象牙質被着面の接着面積を 3mm に規定し, 上記の PB および GP を使用し, 製造業者指定の方法にて接着操作を行い, 罹患象牙質群とした。また, 厚さ 1mm の象牙質ディスクを装置に装着せずに上記と同じく接着操作を行い, コントロール群とした。接着後 37°C 水中に 24 時間保管したのち, 接着試験を行った。接着試験は万能試験機 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, 平均値および標準偏差を算出した (n=7)。測定結果は二元配置分散分析により統計処理を行った ($p=0.05$)。各独立要因については一元配置分散分析および Tukey の検定により統計処理を行った ($p=0.01$)。また接着試験後の界面の SEM 観察を行った。なお, 本研究は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号: 大歯医倫 110767 号)。

【結果および考察】

各試料の引張接着強さを示す。二元配置分散分析の結果, PB と GP の違いによる因子は引張強さに影響を与えなかったが, 歯髄内圧の有無は有意な影響が認められた。また両因子間に交互作用が認められた ($p=0.022$)。GP においてはコントロール群と比較し罹患象牙質群で引張強さが有意に低下したが, PB においては両群間に有意差は認められなかった。また, GP と PB のコントロール群間にも有意差は認められなかった。PB の特徴の1つとして, 塗布後待ち時間が 0 秒であることが挙げられる。今回の結果から, PB は処理時間 10 秒の GP に劣らない引張強さを示し, また処理時間が 0 秒のため, 処理時間中のヒト歯髄内圧の影響を受けにくかったことが示唆された。以上のことより, PB は象牙質知覚過敏症罹患モデル象牙質に対しても引張強さは低下せず, 象牙質知覚過敏症に対する接着治療に有効であることが示唆された。



1) 善入寛仁, 吉川一志, 山本一世. 知覚過敏症罹患モデル象牙質へのレーザー照射が透過性に与える影響について. 日歯保存誌 2008; 51: 48-62.

2) HATTORI Yasunao, Iwata Naohiro, YASUO Kenzo, YOSHIKAWA Kazushi and YAMAMOTO Kazuyo. Study on Adhesion of Composite Resin using an *in vitro* Model of Hypersensitive Dentin. J Conserv Dent 2015; 58: 26-34.

「MI グレースフィル」と「G-プレミオボンド」を用いた歯質に対する接着性評価

株式会社ジーシー
○加藤大智, 有田明史, 熊谷知弘

Evaluation of Adhesion Performance of Teeth with “MI Grace Fil” and “G-Premio Bond”

GC CORPORATION, Tokyo, Japan
○KATO HIROSATO, ARITA AKISHI, KUMAGAI TOMOHIRO

【研究目的】

弊社から、ナノフィラーテクノロジーを利用したペーストタイプのCRである「MI グレースフィル」が発売した。MI グレースフィルは、高い研磨性・高い口腔内環境に対する安定性・高い操作性を兼ね備えている。また、短時間処理が可能なボンディング材である「G-プレミオ ボンド」も発売している。G-プレミオ ボンドは、0 秒処理でも接着可能なボンディング材であり、迅速な操作が要求される症例において特に有用である。本発表では、CRにMI グレースフィルを用いて、G-プレミオ ボンドの処理時間短縮の影響を他製品のボンディング材と比較する。

【材料および方法】

1. 材料

ボンディング材は、G-プレミオ ボンド(GPB, ジーシー), 製品 A, 製品 B, 製品 C を使用した。CR は MI グレースフィル(ジーシー)を用いた。

2. 試験片の作製および評価

被着体として、ウシ下顎前歯を用いた。歯冠部を唇面が露出するように常温重合型レジンに包埋し、エナメル質および象牙質面を SiC ペーパー#320 まで順次研磨した。ボンディング材を塗布し、0 秒または 10 秒または 20 秒放置し、エアブローで乾燥を行った。直径 2.38 mm のモールド(ULTRADENT)を静置し被着面を規定した後、添付文書に従い、光照射を行った。MI グレースフィルをモールド内に充填し、20 秒光照射を行って MI グレースフィルを硬化させた。これを 37°C 水中に 24 時間保管することで試験片とした。試験片を、小型卓上試験機(EZ-S, 島津製作所)を用いて、クロスヘッドスピード 1.0 mm の条件でせん断接着強さを測定した。

【結果および考察】

処理時間における歯質への接着力を Fig. 1, 2 に示す。エナメル質, 象牙質ともにどの処理時間においても G-プレミオボンドは接着強さが最も高かった。特に、0 秒処理における象牙質の接着強さが他製品に比べ、顕著に高い値を示した。G-プレミオ ボンドは、水を多く含んでおり、脱灰速度が大きい。そのため、スメア層を速やかに溶解し、歯質に浸透することができるため、0 秒処理でも安定して接着することができるものと考えられる。CRにMI グレースフィルを用いても、G-プレミオ ボンドは短時間処理における接着力が高いことがわかった。

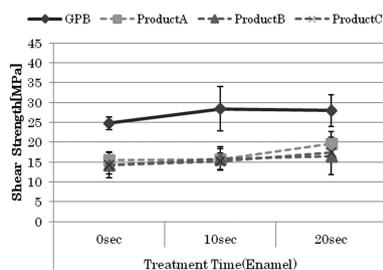


Fig.1 Shear bond strength of Enamel

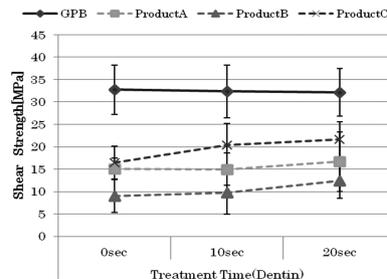


Fig.2 Shear bond strength of Dentin

【結論】

MI グレースフィルと G-プレミオ ボンドを使用することにより、迅速で審美的な治療が行え、臨床において有用であると考えられる。

ナノハイブリッド・インジェクタブルコンポジットレジン²の2年後臨床評価

九州歯科大学口腔保存治療学分野¹・九州歯科大学総合診療学分野²

○花田可緒理¹, 平田-土屋志津¹, 市丸-末松美希¹, 浦田真理子¹, 西野宇信²,
鷲尾絢子¹, 吉居慎二¹, 西藤法子¹, 永吉雅人³, 諸富孝彦¹, 北村知昭¹

Two-Year Clinical Evaluation of Nano-hybrid Injectable Composite Resin

Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Kyushu Dental University¹

Division of Comprehensive, Kyushu Dental University²

Nagayoshi Dental Clinic³

○HANADA Kaori¹, HIRATA-TSUCHIYA Shizu¹, ICHIMARU-SUEMATSU Miki¹, URATA Mariko¹, NISHINO Takanobu²,
WASHIO Ayako¹, YOSHII Shinji¹, SAITO Noriko¹, NAGAYASHI Masato, MOROTOMI Takahiko¹, KITAMURA Chiaki¹

【目的】MI概念の普及、審美的ニーズ増加に加え、金属価格高騰という事情も重なり臼歯部へのコンポジットレジン(CR)応用は日々増加している。CRはペーストタイプに加えフロアブルタイプが臨床において多用されているが、フロアブルタイプCRはその低強度ゆえに臼歯部咬合面への応用は難しいとされてきた。近年、臼歯部への応用が可能なナノハイブリッド・インジェクタブルCRが開発され臼歯部への応用が推進されているが、その臨床評価は十分ではない。本研究では、近年開発された臼歯部にも使用可能な強度をもつインジェクタブルタイプCRおよび世界的に臼歯部へ多用されているペーストタイプCRを各々臼歯部修復に使用し、2年後の臨床評価を行った。

【方法】2012年5月から2015年2月までの間に本学附属病院保存治療科を受診した患者のうち、臼歯部に修復処置の必要な患者を対象として、臨床経験5年以上の歯科医師(6名)がインジェクタブルCRとしてMIフィル®(MI:ジーシー)、ペーストタイプとしてHeliomolar®(HM:Ivoclar Vivadent)を用いてClass IまたはClass IIの症例に修復処置を行い、研磨直後、6ヶ月後、1年後、2年後の臨床経過観察を行った。ただし、咬合力の過大な症例およびブラキシズム症例は除外した。各リコール時にはUSPHSのRyge criteriaをもとにした視診・触診により1)リテンションの有無、2)表面性状の変化、3)解剖学的形態の変化、4)二次齶蝕の有無、5)色調の変化、6)マージンの変色、7)マージンの適合性、の計7項目の診査と、口腔内写真・エックス線写真により臨床評価を行った。

【結果】2年経過後の各症例の結果を以下に示す。

- 1) リテンション: MIでは0%, HMでは0%と修復物の一部欠損は認められなかった。
- 2) 表面性状: MIでは5.6%, HMでは16.7%で隣接した歯面より粗造であった。
- 3) 解剖学的形態: MIでは0%, HMでは11.1%でチップングが認められた。
- 4) 二次齶蝕: MIでは0%, HMでは0%と二次齶蝕は認められなかった。
- 5) 色調変化: MIでは11.1%, HMでは88.9%で隣接した歯面と色調・透明性がずれていた。
- 6) マージン変色: MIでは16.7%, HMでは38.9%でマージン部表面のみに変色が認められた。
- 7) 適合性変化: MIでは27.8%, HMでは38.9%で探針にて段差を認めた。

【考察】2年経過後では両CRともにリテンション・表面性状・解剖学的形態・二次齶蝕でほとんど変化が認められなかった。一方、色調変化・マージン変色・適合性変化では差が認められた。色調変化に関しては、HMは充填直後からすでに隣接した歯面とずれが生じていたのに対して、MIでは充填直後から高い審美性を認め、2年経過後もそれはほとんど変わらなかった。マージン変色・適合性変化に関しては両CRとも1年経過時と比較してわずかに増加傾向にあった。

【結論】今回、世界的に多用されているペーストタイプCRと近年開発されたナノハイブリッド・インジェクタブルCRを臼歯部修復症例と比較した。その結果、充填後2年経過時においても超微粒子フィラーを高密度均一分散させたナノハイブリッド・インジェクタブルタイプCRはペーストタイプCRと同等またはそれ以上の機械的性質を持つことが示された。また従来のCRの欠点であった色調変化もほぼみられず、さらに隣接した歯面との色調再現性・表面性状とその持続性はナノハイブリッド・インジェクタブルCRが圧倒的に高く、臼歯部咬合面への審美修復材料としても極めて有効性が高いことが示された。

試作コンポジットレジンに対する着色変化の観察

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科学部門¹⁾，昭和大学歯科保存学講座歯科理工学部門²⁾，
株式会社松風³⁾

○井出翔太郎¹⁾，山口麻衣¹⁾，真鍋厚史¹⁾，宮崎隆²⁾，中塚稔之³⁾

Observation of the discoloration for the experimental resin composite

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry¹⁾, Department of conservative Dentistry, Division of Biomaterials and Engineering, Showa University School of Dentistry²⁾, SHOFU INC³⁾

○IDE Shotaro¹⁾, YAMAGYCHI Mai¹⁾, MANABE Atsufumi¹⁾, MIYAZAKI Takashi²⁾, NAKATSUKA Toshiyuki³⁾

[緒言]

コンポジットレジン(以下 CR)は多彩なシェードと未重合時の粘稠度などによって歯に対しての接着のみならず着色、変色の長期安定性に関しては不明な点が多い。故に着色、変色に関しては研磨処理の不足、未重合層の有無、重合収縮による変形、接着操作の不備、フィラーの脱落などによる表面性状の劣化が考えられる。

そこで本研究では、シラン処理フィラーの CR とシラン未処理の CR の表面性状を色調変化、表面粗さ、光沢度から比較検討することを目的としている。

[材料及び方法]

(株)松風から試作された 2 種の CR を直径 8.0mm、厚さ 0.6mm 規格のステンレスモールドリングに填入し、セロファンとプレパラートを介し万能平圧器にて圧接した後に、照射器 (G-light, GC) にて 60 秒間照射し重合硬化させた。硬化した試片表面は耐水研磨紙(#600, 1000, 1200, 1500, 4000)と酸化アルミナ粉末とバフにより鏡面研磨を行う研磨群と非研磨群に調整した。各群 10 個ずつ、計 40 個の試片作製後、37℃蒸留水に 24 時間浸漬した。蒸留水とコーヒー液 (MAXIM プレミアムブラック) に 12 時間、24 時間、48 時間、72 時間、7 日間浸漬後、白色シート上で歯科用測色器 (Shade eye, 松風) にて L^*a^*b を計測し、色差 ΔE を算出後、比較検討した。

次いで CR 試片の表面粗さ (中心線平均表面粗さ (Ra)) を表面粗さ計 (Surfcom430A, 東京精密) を用いて測定した。また光沢度計 (Gloss METER GM-26D, MURAKAMI COLOR RESEARCH LABORATORY) を用いて測定角 60 度の条件で光沢度の測定を行った。最後に卓上顕微鏡 Mini scope (TM3000, HITACHI) による表面性状の観察を行った。

[結果]

ΔE の値は非研磨群においてはシラン処理の有無に関わらず、有意差を認めなかった。しかし浸漬後 12 時間経過した ΔE を比較すると浸漬前とは明らかに有意な差が認められた。研磨群は浸漬 12 時間でシラン処理群においては $\Delta E \leq 3$ の値を示し、肉眼的色調変化は認められなかった。シラン処理群はシラン未処理群と比較して色調の変化が観察されなかった。表面粗さの結果は両群で、シラン処理群に対して未処理群の方が有意に粗くなった。光沢度試験では研磨群では未処理群に比較して有意に高い光沢度が得られた。

[考察]

ΔE の値は、非研磨群において浸漬 12 時間で両群とも着色が認められたことは、重合収縮等による皺や気泡に色素が入り込んだ可能性が示唆された。研磨群においてはシラン未処理によってベースレジンとフィラーの結合がなかったため脱落したところへの着色が示唆された。表面粗さの結果は非研磨群の未処理の場合、ストリップスを撤去する時にわずかなフィラーの脱落があり、そのために有意差が出たと考えられる。研磨群のシラン未処理レジンに研磨することで、フィラーが脱落し高い値を示したと考えられる。光沢度試験の結果では、研磨群ではペーパーによるスクラッチをすることで未処理群はフィラーが脱落し光沢を失ったと考えられる。

[結論]

CR 表面 (いわゆるベースレジンとフィラー) のシラン処理をすることで着色の影響を受けにくくなったと考えられる。今後は温度変化による観察、シラン処理剤の濃度についても考察していく予定である。

A Case Report—Effect of Icon Resin Infiltration on White Spot Lesions after Debonding Orthodontic Brackets

○Chaohua Feng

Department of Cariology and Endodontology

Peking University School and Hospital of Stomatology, The First Consultation Department. Beijing, China

Abstract

I. Objective: A carious lesion is initiated through the subsurface demineralization of enamel, and presents clinically as a white spot, interfering with the aesthetics. This article describes a novel approach to treat smooth-surface white spot lesions after orthodontic treated micro-invasively.

II. Materials & Methods: The technique is based on the infiltration of enamel caries lesions with low-viscosity light-curing resins called infiltrants (Icon Infiltration resin, DMG-Hamburg, Germany) . The tooth surface is cleaned with rubber cup, and then the surface layer is eroded with 15% hydrochloric acid gel (Icon-Etch) for 120 s to remove the surface layers of enamel caries. Subsequently, the etching gel is washed away thoroughly for 30 s using a water spar and dried. The lesions are desiccated using ethanol for 30 s following by air drying. An infiltrant resin was applied to the surface and allowed to penetrate inside for 3 min. Excessive material is wiped away using a cotton roll from the surface before lighting curing. Excessive material in the proximal space is cleaned using dental floss. After light curing 40 s, the application of infiltrant resin is repeated once for 1 min and light cured for 40 s. finally, the roughened enamel surface is polished using a composite resin polishing discs(Sof-lex disk,3M ESPE, Saint Paul, MN, USA)

III. Results: Whit spot lesions can be masked effectively by infiltrant resin. Infiltrated lesions lose their whitish appearance partly and look similar to sound enamel.

IV. Conclusion: The resin infiltration is a promising therapeutic method as its approach is between preventive and restorative actions in the treatment of non-cavity carious lesions. The long-term colour stability of the result should be followed up through continuous clinical and scientific studies.

極薄非晶質リン酸カルシウムシート重ね貼りによる象牙細管の封鎖効果

近畿大学生物理工学部¹, 大阪歯科大学歯科保存学講座²

○本津茂樹¹, 井戸雄基¹, 山本衛¹, 加藤暢宏¹, 保尾謙三², 吉川一志², 山本一世²

Sealing effect of dentinal tubule using the bilayer ultrathin amorphous calcium phosphate sheet

Kinki University¹, Osaka Dental University²

○HONSTU Shigeki¹, IDO Yuuki¹, YAMAMOTO Ei¹, KATO Nobuhiro¹, YASUO Kenzo²,
YOSHIKAWA Kazushi², YAMAMOTO Kazuyo²

【研究目的】

我々は、柔軟性に富む極薄ハイドロキシアパタイト(HAp)シートを象牙質上に貼付することで象牙細管を封鎖でき、知覚過敏の治療を行うことができると考えている。これまで、2 μ m厚のHApシートや非晶質リン酸カルシウム(ACP)シートを主に用いて象牙細管の封鎖効果や固着強度について検討してきたが、実際はシート膜厚が薄くなるほどシートのアスペクト比が大きくなることから、1 μ m厚のシートの方が2 μ m厚のシートより歯質の表面形状に沿って付着しやすくなることは明らかである。しかしながら、1 μ m厚のシートは薄すぎるため、薄膜作製時のドロップレットによる小孔の形成やシート貼付時の皺によるクラックの発生等から象牙細管の封鎖性は悪くなる可能性があった。本研究では、1 μ m厚のACPシートを2枚重ねて歯質上に貼付することで前述の問題を解決できると考え、ACPシートの2層重ね張りによる象牙細管の封鎖効果について検討したので報告する。

【材料および方法】

KrFエキシマレーザー(波長248nm、パルス幅20ns)を用いたパルスレーザーデポジション(PLD)法により、レジスト(1 μ m)が塗布されているSi基板上に、これまで報告した成膜条件で膜厚1 μ mのACP薄膜を作製したり。続いて、この試料をアセトンに浸漬して中間層のレジストのみを溶解させ、ACP薄膜をSi基板から単離し、極薄ACPシートとして回収した。一方、シートを貼付する象牙質として、ヒト抜去歯の歯根歯冠境界部から切り出し、表面を#2000の耐水研磨紙で研磨した厚さ1mm象牙質ディスクを使用した。この象牙質ディスクの表面のスミヤー層を除去して象牙細管を開口させる目的で、蒸留水にて10%に調整した次亜塩素酸ナトリウム水溶液(キシダ化学)を30秒間作用させ、流水下で5秒間水洗後、蒸留水で1分間の超音波洗浄を行った。次に、塩酸によりpHを2.0に調整したリン酸カルシウム水溶液を用いてACPシートを象牙質上に貼付することで、シートと象牙質の界面を一度脱灰させた。10分後に人工唾液を塗布してシートと象牙質の界面の再石灰化を行った。さらに、30分後にもう一枚のACPシートを1枚目シートと同方法で1枚目のシート上に貼付した。水を含んだ脱脂綿上に、ACPシートを2枚貼付した象牙質試料を静置することにより、象牙細管内に常に水分が供給される状態で試料を保管した。ACPシートの象牙細管の封鎖効果は、Pashleyらが報告した象牙質透過抑制測定装置を用いて評価した²⁾。シート貼付5日後に試料を透過抑制率測定装置に固定し、ACPシート貼付前後のDentinal fluidの移動量を測定することで、シート貼付による透過抑制率を算出した(n=5)。また、測定後の試料の表面を走査型電子顕微鏡(SEM)により観察することで、シートの剥離やクラックの発生等についても調べた。なお、ヒト抜去歯の使用については大阪歯科大倫理委員会の承認を得た。

【結果および考察】

得られたACPシートは透明かつ柔軟性があり、象牙質上に貼付したシートは貼付した直後から二度と動かすことはできなかった。5つの試料から求めた象牙質透過抑制率は $81.1 \pm 5.7\%$ であり、この値は以前に測定した膜厚2 μ mのACPシートの1枚を貼付した時の象牙質透過抑制率、 $76.9 \pm 8.5\%$ (n=4)より若干大きい値であった。測定後の試料表面のSEM観察から、2層目のシートの一部に剥離とクラックの発生が見られた。これらがSEM観察時の試料の乾燥により生じたものかどうかは不明だが、透過抑制率の低下に関係している可能性がある。

References ; 1) S.Hontsu et al. *Key Engineering Materials*, 494-494 (2011) 615

2) Pashley DH et al. *Arch Oral Biol*, 30, (1985) 731

リン酸カルシウムペースト系知覚過敏抑制材の象牙細管封鎖性について

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○保尾謙三, 古澤一範, 小正玲子, 三浦樹, 小正紀子, 河村昌哲, 吉川一志, 山本一世

Effect of Dentin Desensitizer Based Calcium Phosphate Paste on Dentin Permeability for the Treatment of Dentin Hypersensitivity

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○YASUO Kenzo, FURUSAWA Kazunori, KOMASA Reiko, MIURA Tatsuki, KOMASA Noriko,
KAWAMURA Masaaki, YOSHIKAWA Kazushi, YAMAMOTO Kazuyo

【研究目的】

ティースメイト® ディセンシタイザー (クラレノリタケデンタル, 以下 TD) は, リン酸四カルシウム (TTCP) と無水リン酸水素カルシウム (DCPA) が水と反応することにより水酸化シリアパタイトが生成される作用機序を応用した知覚過敏抑制材であり, 塗布後エアードライ不要で水洗のみで効果を発揮する. 今回, TTCP と DCPA に水を加えず, フッ化ナトリウムを添加し, グリセリンとポリエチレングリコールを加えたペーストタイプで, PMTC や患者のホームセルフケアにも応用可能な知覚過敏抑制材ティースメイト® AP ペースト (以下 AP) が同社より新規開発された. AP の象牙細管封鎖性について, 象牙質透過抑制率 (以下, 透過抑制率) を測定し検討を行ったので報告する.

【材料と方法】

被験歯に健全ヒト抜去大白歯を用い, モデリングトリマーと耐水研磨紙にて #600 まで研磨し, 直径 8 mm, 厚さ 1 mm の象牙質ディスク試料を作製した. 善入ら¹⁾ に準じて作製された装置を用いて, 象牙細管内液を満たした試料ステージに試料を装着し, 内圧を 25 mmHg に規定した. TD を 30 秒間塗布したものを TD 群, AP をラバーカップにて 20 秒間塗布したものを PO 群, AP を歯ブラシにて 20 秒間塗布したものを BR 群, カスタムトレーを想定し AP をセルロイドストリップスにて 5分・30分・1時間圧接したものをそれぞれ C5M・C30M・C1H 群とした. TD, AP の塗布前後の象牙細管内液の移動量から透過抑制率を測定し (n=5), 一元配置分散分析および Tukey の分析により統計処理を行った (P<0.05). なお, 本研究は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認を得て行った (承認番号: 大歯医倫 110767 号).

【結果ならびに考察】

透過抑制率の結果を Fig. 1 に示す. PO 群は TD・BR・C5M 群より有意に高い透過抑制率を示した. これは, 手指による塗布に比べてラバーカップによる機械的な塗布では, 十分な圧を加えた状態で緊密に塗布することができたためと考えられる. また, C30M 群は TD・BR 群より有意に高い透過抑制率を示し, C1H 群は TD・BR・C5M 群より有意に高い透過抑制率を示した. これは, 歯面に対する接触時間の増加に伴い, 作用時間が増加したためと考えられる. また, TD・BR・C5M 群, PO・C30M・C1H 群はそれぞれ透過抑制率に有意差は認められなかった.

【結論】

知覚過敏抑制材ティースメイト® AP ペーストは, 象牙質知覚過敏症の治療においてティースメイト® ディセンシタイザーと同様に有効であり, ラバーカップを用いた機械的な歯面塗布, カスタムトレーを用いた歯面塗布は象牙細管封鎖性の向上に有効であることが示唆された.

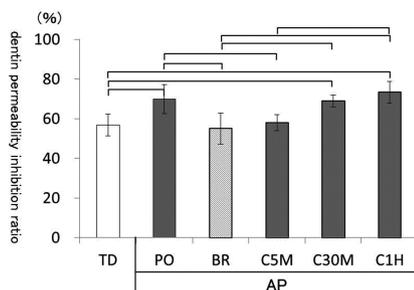


Fig. 1 Measurements of the permeability inhibition ratio of dentin desensitizers

1) 善入ら. 知覚過敏罹患モデル象牙質へのレーザー照射が透過性に与える影響について. 日歯保存誌 51:48-62;2008.