

光干渉断層装置を用いたエナメル質表層の検討 ～ホワイトニング前後の観察～

昭和大学歯学部歯科保存学講座美容歯科¹,株式会社吉田製作所²

○松尾涼子¹,岩崎之克¹,守田宏子¹,千田真弓²,鹿熊秀雄²,宮崎隆³,岡野友宏⁴,真鍋厚史¹,

Enamel surface observation after bleaching by optical coherence tomography

Department of Clinical Cariology and Division of Aesthetic Dentistry, School of Dentistry, Showa University¹

The Yoshida Dental MFG.CO.,LTD²

Department of Oral Biomaterials and Technology, School of Dentistry, Showa University³

Department of Radiology, School of Dentistry, Showa University⁴

○MATSUO Ryoko¹,IWASAKI Yukikatsu¹,MORITA Hiroko¹,

CHIDA Mayumi²,KAKUMA Hideo²,MIYAZAKI Takashi³,OKANO Tomohiro⁴,MANABE Atsufumi¹

【研究目的】

近年、白くて美しい歯は人々の QOL の向上には欠かせない要因となり、審美歯科に対する関心の高まりとともにホワイトニングを希望する患者も増加してきている。ホワイトニングにおける歯牙の研究において、ホワイトニング処置後は歯質表層の無機質が溶出し脱灰様の現象を示し、エナメル質表層は粗造になっているとの報告が多数ある。また、ホワイトニング処置によりエナメル質表層性状が変化することにより表層に当たる光が乱反射し、深層の色をマスキングするために歯が白く見えるのではないかという説明もある。本研究は光干渉断層装置 (Optical Coherence Tomography : OCT 以下 OCT と略す) を用いてオフィスホワイトニング処置前と後とのエナメル質の表層変化を経時的に観察することを目的とした。OCT は従来から眼科領域で用いられている検査器具であり、生体組織を透過する近赤外線の反射光を利用した光干渉計の原理に基づき、非侵襲下に組織の精密断層像を得ることができる最先端の医療撮影技術である。本研究は株式会社吉田製作所製光学的干渉性断層撮影装置プロトタイプ OCT(以下吉田 OCT と略す)を用いた。

【材料および方法】

試料は歯冠部唇側面に齶蝕がなく修復充填物や亀裂のない変色ヒト抜去歯を合計 10 本用いた。なお、本研究で使用した抜去歯は本学歯学部医の倫理委員会の承認を得たものである (承認番号 2011-035 号)。抜歯後すみやかに歯石等の沈着物をスケーラーを用いて除去し、歯面清掃後ホワイトニング操作を行った。ShadeEyeNCC にて試片の測色を行った後、吉田 OCT を用いて歯の唇側から観察を行った。オフィスホワイトニング剤として 35% の過酸化水素を主成分とする Shofu Hi-lite を使用し、健全エナメル質唇面に設定した試験面を使用説明書に示されている術式に準じホワイトニング操作を行った。均一なペースト状のホワイトニング剤を歯面に 1~2 ミリの厚さに塗布し約 5 分経過後、光照射器で塗布面全体を 3 分間光照射、約 10 分後に拭き取りこれを 1 回の処置とした。同様の処置をその後 2 回繰り返し合計 3 回のホワイトニング処置を行い、その後処置を行った歯面を完全に水洗したものを 1 日の漂白操作とした。ホワイトニング操作は 7 日間ごとに行い 6 日間計 18 回のホワイトニング操作を行った後 ShadeEyeNCC にて試片の測色ならびに吉田 OCT を用いてホワイトニング処置前の同部位の観察を行った。そしてホワイトニング処置前後の測色変化と画像の変化を比較した。なお漂白処置以外の時間は 37℃人工唾液中にて保管した。

【結果および考察】

今回 OCT を用いてホワイトニング処置前後のエナメル質における変化を調べた結果、ホワイトニング処置後の光反射に若干の変化が認められた。このことはホワイトニング処置後のエナメル質表面に何らかの変化が生じた結果と考えられる。ホワイトニング処置後の抜去歯における ShadeEyeNCC の変化は L*, a*, b* とともに臨床における生活歯と同様の傾向を示し、これは肉眼所見の漂白後の色調と一致していた。今回の実験では試料数が 10 本と限られた条件のなかであり、また OCT の一般的特性から光の当て方によってはその反射が若干異なってくるため、仮説の検証や臨床への応用に関しては更なる検討を進める必要がある。

エナメル質切削時のマイクロクラック発生に関する基礎的研究

神奈川歯科大学口腔治療学講座歯内療法学分野¹⁾、平田歯科²⁾大阪大学歯学研究科顎口腔機能再建学講座³⁾

○下出真道¹⁾ 三橋晃¹⁾ 平田哲也^{2), 3)} 石井信之¹⁾

Identification of the enamel cracks under the cavity preparation

¹⁾ Department of Oral Medicine, Division of Endodontics, Kanagawa Dental College

²⁾ Osaka University Graduate School of Dentistry, Division of Oromaxillofacial Regeneration
○Masamichi Shimode¹⁾, Akira Mitsuhashi¹⁾, Tetsuya Hirata²⁾, Nobuyuki Tani-Ishii¹⁾

[研究目的]

近年、歯科用マイクロスコープの使用によって、エナメル質や象牙質に多数のマイクロクラックが存在することが明らかになっている。マイクロクラックは窩洞形成、咬合性外傷、外傷及び加齢等によってエナメル質や象牙質に発生し、細菌侵入経路になると同時に歯髄炎の原因になることが指摘されている。また、窩洞形成時に生じたエナメル質のマイクロクラックは、修復処置後の術後疼痛、修復物脱落、2次齶蝕および歯の破折要因になる可能性が示されている。本研究は、種々の歯牙切削器具で窩洞形成を行い、エナメル質に発生するマイクロクラックを解析した。

[材料および方法]

水中保管のヒト抜去天然歯エナメル質唇側面に窩洞形成し、形成後のエナメル質マイクロクラックを観察した。バーの素材・形態が亀裂発生に与える影響を評価するために、窩洞形成には、4種類の切削機器（エアータービン、マイクロモーター、レーザー、超音波）と2種類の素材（ダイヤモンド、カーバイド）、2種類の形態（フィッシャー、ラウンド）の切削器具を用いて各々組み合わせ、比較検討した。また、セメント築盛後に窩洞形成を行う場合を想定し、エナメル質との比較試料としてジーシー社製ベースセメントにより作製した円盤状ディスクにも同条件にて窩洞形成を施し、窩洞周囲のマイクロクラック発生を観察した。窩洞形成に使用したバーおよびチップを以下に示す。

- ・DIATEC 社製ダイヤモンド 835-012（シリンダー形態、直径：1.4mm）
- ・Marydia 日向和田精密製作所 ダイヤモンド F-012XL（ラウンド形態、直径：1.2mm）
- ・SS ホワイト社製カーバイドバー #4（ラウンド形態、直径：1.4mm）
- ・CEI 社製カーバイドバー #1557G（シリンダー形態、直径：1.4mm）
- ・BIOLASE 社製レーザーチップ S（シリンダー形態、直径：750 μ ）

各窩洞周囲のマイクロクラックの有無はオリンパス社製走査型共焦点レーザー顕微鏡にて観察し、発生頻度、および形態を解析した。

[成績]

回転切削器具と超音波機器によって形成された窩洞周囲エナメル質はマイクロクラックの発生を認めたが、レーザー機器による切削では認められなかった。ダイヤモンドシリンダー形態バーを用いた窩洞形成では、いずれの切削器具を用いてもマイクロクラックの発生は認められなかった。

[考察および結論]

窩洞形成に使用する切削器具によって、窩洞周囲エナメル質と象牙質にマイクロクラックが発生し、歯髄炎や歯の破折を引き起こす可能性が示された。本研究結果からダイヤモンドシリンダーバーの切削はマイクロクラックの発生を防止することが示された。

FG 用ダイヤモンドバーの品質管理

株式会社日向和田精密製作所¹, 鶴見大学歯学部保存修復学講座²
○塚田洋之¹, 臼井エミ², 山本雄嗣², 桃井保子²

Quality Control for FG Diamond Instruments

Hinatawada Seimitsu MFG Co., Ltd.¹,
Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine²
○TSUKADA Hiroyuki¹, USUI Emi², YAMAMOTO Takatsugu², MOMOI Yasuko²

【研究目的】

エアタービンハンドピースに装着されたダイヤモンドバーは、最高 40 万回転/毎分もの高速回転で使用するため、安全に使用できるための基本的要件を満たしていなければならず、ダイヤモンド砥粒を電着する前の母材の品質管理が重要な要素となる。そのため JIS T 5504-1 および JIS T 5505-1 にて、歯科用回転器具の要求事項が定められている。今回、現時点で国内販売されている各社ダイヤモンドバーの計測調査を行なった。

【材料および方法】

国内で販売されている外国製 5 社および日本製 5 社から、ラウンドエンドテーパードシリンダー型（半球端円錐形）の FG 用ダイヤモンドバーを選択し、各社で同じロット番号の 10 本ずつを計測対象とした。ハンドピースへの脱着に関わる以下の 4 項目を検査項目とした。（ ）内は JIS 規格値である。

1. 真円度：軸末端より 5 mm の位置での断面の真円度を測定
2. 表面粗さ：軸表面の中心線平均粗さ (Ra) 測定 ($< 0.5 \mu\text{m}$)
3. 軸径：軸末端より 5 mm の位置での軸径を測定 (1.59~1.6mm)
4. 偏心（軸ブレ）：ダイヤモンド粒子を剥離し、軸先端より 2 mm の位置での回転中の偏心量を測定

【結果】

1. 真円度

ほとんどの製品に軸加工後の工程で生じたと思われる傷が認められた。日本製 1 社では、断面が三角形に近い形状をしていた。他日本製 1 社では表面の無数の傷により、歪みが大きくなっていた。

2. 表面粗さ

日本製 1 社で、軸の傷が深すぎるために表面粗さが測定不可能となった製品が認められた。外国製 1 社の軸表面には無数の細かい傷が認められた。

3. 軸径

日本製 1 社に規格外の軸径を有する製品が認められた。

4. 偏心

偏心量は 1~65 μm であった。

【まとめ】

ダイヤモンドバーは、その精度が JIS 規格内であったとしても、より厳密な精度管理がバーのみならずエアタービンのチャックの耐久性にも影響をおよぼす。今回の調査で、規格外の数値を示すものや、規格内であっても品質のバラツキが大きいものは、バーの保持力低下を惹起する危険性がある。近年、エアタービンのトルクは向上しバーにかかる負荷はより大きくなっている。そのためバーに要求される性能は高くなっており、これらの要求を満たすためにはバーの性能の基本となる軸の高い精度が必要であり、一層の品質の向上が求められる。当製作所では、軸の高い強度が得られる真空熱処理法と高い精度が得られる研削法を、製造工程に組み入れている。また軸の研削工程終了後に軸径および偏心の計測検査を行い、軸径の公差を 1.6-0.004~0.006 mm、作業部先端の振れを 3 μm 以内に抑えている。

Er:YAG レーザーと知覚過敏抑制剤を併用した象牙細管封鎖効果

¹⁾九州大学大学院歯学研究院口腔機能修復学講座歯科保存学研究分野, ²⁾九州大学病院歯内治療科
○佐藤浩美¹⁾、吉嶺嘉人¹⁾、松本妃可²⁾、新井裕基¹⁾、磯辺量子¹⁾、後藤康治¹⁾、赤峰昭文¹⁾

The Combined Effects of an Er:YAG Laser and Oxalate-based Desensitizer on the Occlusion of Exposed Dentinal Tubules in Vitro

¹⁾Dept. of Endodontology and Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Kyushu University,

²⁾ Dept. of Endodontology, Kyushu University Hospital

○SATO Hiromi¹⁾, YOSHIMINE Yoshito¹⁾, MATSUMOTO Himeka²⁾, YUKI Arai¹⁾,

ISOBE Ryoko¹⁾, GOTO Yasuharu¹⁾, AKAMINE Akifumi¹⁾

【研究目的】

近年、象牙質知覚過敏症の改善にレーザーを応用する治療法が期待され、臨床における有効性も報告されている。その作用機序としては、象牙細管の封鎖や歯髄神経の鈍麻効果などが影響していると言われている。本研究では、象牙細管を開口させた象牙質プレートに、Er:YAG レーザーを低出力照射した場合、またはレーザー照射に知覚過敏抑制剤(シュウ酸製剤)を併用した場合の象牙質表層部の超微構造の変化と 3 次元的形態変化を走査型電子顕微鏡およびレーザー顕微鏡を用いて観察し、象牙質に対する形態学的影響を調べた。

【材料および方法】

被験材料として抜歯したウシ前歯から作製した象牙質プレートを使用した。象牙細管を開口させるために、15%EDTA で 2 分間の表面処理を行った。Er:YAG レーザー(Erwin AdvErl:モリタ)にチップを装着しない状態で、ハンドピース先端と被照射体との距離を 3 cm に固定して、照射出力 30 mJ、繰返し速度 10 pps、注水・エア無しでデフォーカス照射を行った。照射時間の違いと知覚過敏抑制剤(スーパーシール:フェニックスデンタル、以下 SS)の使用の有無により、①30 秒照射、②60 秒照射、③SS 塗布、④SS 塗布+30 秒照射、⑤SS 塗布+60 秒照射、⑥SS 塗布+60 秒照射+SS 塗布の 6 つの条件に分けた。通法に従って試料を処理した後、走査型電子顕微鏡による超微構造の観察、およびレーザー顕微鏡による表面形態の観察を行った。

【成績】

レーザー照射群において象牙細管内に不定形の物質が観察された。また、照射時間が長いほど象牙細管径は縮小し、閉塞された象牙細管の割合が多く認められ、象牙質表面は熔融(melting)している像を呈した。SS 塗布群では象牙細管内に結晶様構造物を認め、SS 塗布後、レーザー照射した条件では熔融層も観察された。一方、レーザー照射後、SS を再塗布した条件では、象牙質表面に熔融像はほとんど認められず、開口した象牙細管が観察された。

【考察】

レーザー照射によって象牙細管が封鎖された要因の一つとして、熱の影響が挙げられる。すなわち、象牙細管内の水分蒸散による有機質成分の付着・堆積、さらには象牙質表面の熔融に至ったと考えられる。また、レーザー照射の併用で熔融層が形成され、シュウ酸カルシウム結晶の象牙細管外への排出を防ぐことで、熔融層と結晶様構造物による 2 重の象牙細管封鎖効果が期待できる可能性がある。一方、レーザー照射後にシュウ酸製剤の再処理を行った場合、形成された熔融層は強酸性の影響で溶解・除去され、封鎖効果が減少すると考えられる。

今後、レーザー照射後の象牙質表層の分析を行い、低出力照射による組成と耐酸性の変化を明らかにする必要があると思われる。

【結論】

象牙細管が開口した象牙質表面に Er:YAG レーザーをデフォーカス照射すると、照射時間に応じて段階的に象牙細管が封鎖されることが明らかとなった。さらに、知覚過敏抑制剤(シュウ酸製剤)との併用で象牙細管の封鎖効果が増強される可能性が示唆された。

CO₂ レーザー照射後のフッ化物塗布が歯根面の耐酸性に及ぼす影響

日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座

○新海航一、鈴木雅也、加藤千景

Effect of fluoride application after CO₂ laser irradiation on inhibition of root surface demineralization

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

○SHINKAI Koichi, SUZUKI Masaya, KATO Chikage

【目的】

歯根面の臨界 pH はエナメル質より高く、歯肉退縮により根面が露出した場合、齲蝕に罹患しやすい。歯質へのフッ化物塗布、CO₂ レーザー照射、あるいは両者の併用はエナメル質あるいは象牙質の脱灰を抑制することが報告されているが、セメント質で覆われた歯根面に対する脱灰抑制効果の詳細はほとんど知られていないのが現状である。フッ化物塗布と CO₂ レーザー照射の併用は、根面歯質に対しても耐酸性を向上させるものと期待される。今回は CO₂ レーザー照射後のフッ化物塗布が歯根面の耐酸性に及ぼす影響についてヒト抜去歯を用いて検討した。

【材料と方法】

実験にはヒト抜去小臼歯を使用した。グレーシー型スケーラーを用いてルートブリーニングを行った後、セメントエナメル境から約 1mm 根尖寄りの位置で頬舌方向に切断して歯冠部を除去した (30 歯)。歯根をさらに中央部で歯軸方向に半切し、1 歯から頬側歯片と舌側歯片を得た。歯根面に長方形のマスキングテープ (3×2mm) を切断面から約 1mm の位置に貼付し、歯根全体に Protect Varnish[®] (Kuraray Medical) を塗布、乾燥させてからさらにネイルバーニッシュを塗布した。乾燥後、注意深くテープを除去した。下表に示すように 6 実験群を設定した。まず CO₂ レーザー (Opelaser 03SIISP, Yoshida) を用いて各レーザー強度 (被照射面のエネルギー密度: J/cm²) にて長方形窓内にレーザー照射 (ビーム径: 1.0mm、デフォーカス) を行った。なお、照射面に対して均一な照射エネルギーが得られるように、ムービングステージを用いて試料を移動させながら照射した (移動速度: 1mm/sec)。次に各濃度のフッ化物 (NaF) をレーザー照射面に応用した。なお、各 NaF 液の応用時間と方法は 2% : 5 分間塗布 (実験群 1 と 4)、0.2% : 50 分間の液中浸漬 (実験群 2 と 5)、0.05% : 200 分間の液中浸漬 (実験群 3 と 6) とした。試料に対する pH サイクリングは、pH4.7 に調整した脱灰溶液 (0.05M 酢酸、2.2mM CaCl₂、2.2mM KH₂PO₄) と pH7.0 に調整した再石灰化溶液 (0.02M HEPES、3.0mM CaCl₂、1.8mM KH₂PO₄) を用いて行い、「脱灰 18 時間⇒水洗 5 分間⇒再石灰化 6 時間⇒水洗 5 分間」のサイクルを 2 回繰り返した。pH サイクリング終了後、自動精密切断機 (Isomet[®], Buehler) にて試料を約 180μm の厚さで歯軸に対して垂直に切断して薄切切片を作製した。さらに砥石法にて #2000 まで研磨し、最終的に約 120μm の厚さに調整した。1 歯片から 2 枚の薄切切片を作製し、各実験群につき 20 枚の切片を得た (n=20)。偏光顕微鏡 (Eclipse LV100POL, Nikon) を用いて脱灰層を観察 (×200) しながら DS カメラコントロールユニット (DS-L2, Nikon) でデジタル情報を取得し、偏光画像上で脱灰深さ (μm) を測定した。二元配置分散分析と Tukey HSD 検定を用いて、レーザー強度あるいはフッ化物濃度が歯根面の脱灰深さに与える主効果ならびに両者の相乗効果に関して統計的に検定した (p<0.05)。

【結果ならびに考察】

各実験群における脱灰深さの測定結果 (平均値 ± 標準偏差) を下表に示す。

実験群	1	2	3	4	5	6
レーザー強度 (J/cm ²)	17			25		
フッ化物 (NaF) 濃度 (%)	2.0	0.2	0.05	2.0	0.2	0.05
脱灰深さ (Mean ±SD, μm)	45.8 ±10.4	43.5 ±12.2	32.1 ±7.2	70.8 ±8.4	64.4 ±5.7	66.3 ±8.3

統計分析の結果、今回設定した実験条件では、レーザー強度あるいはフッ化物濃度の主効果、ならびに両者の相乗効果が認められた (p<0.01)。すなわち、レーザー強度では、エネルギー密度が小さい方が有意に脱灰深さは小さかった (p<0.01)。フッ化物濃度では、低濃度 NaF 溶液を長時間浸漬した方が有意に脱灰深さは小さかった (p<0.05)。また、CO₂ レーザーの照射強度とフッ化物濃度の併用効果が認められたが、実験条件を追加して今後さらに検討する必要がある。【本研究の一部は、平成 22 年度日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 (A) : No.21249091) の助成を受けて行われた。】

Er:YAG レーザーのエネルギー密度と象牙細管の走向が 蒸散深度と変性層の厚みに与える影響

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学分野

○福田隆光, 山本敦彦, 日下部修介, 小竹宏朋, 渡辺茂文, 堀田正人

Morphological alteration of Er:YAG laser irradiated dentin surfaces with dentin tubule orientation

Division of Oral Functional Science and Rehabilitation,

Asahi University School of Dentistry

○FUKUDA Takateru, YAMAMOTO Atsuhiko, KUSAKABAE Syusuke, KOTAKE Hiroto,

WATANABE Shigefumi, HOTTA Masato

【緒言】

Er:YAG レーザーは、歯質を効率よく蒸散できるレーザーとして保存修復の領域だけでなく様々な分野でその有用性が知られている。しかし、レーザーの臨床応用に際しては確実な照射条件や手技の確立が必要である。そこで、Er:YAG レーザーの照射出力、チップ径を変えることでエネルギー密度を変化させ、2種類の異なる方向で切断した象牙質照射面を作製し、象牙細管の走向により蒸散深度と変性層の厚さがどのように影響されるか検討した。

【材料および方法】

1. 試料の作製

試料は肉眼的にう蝕や修復、着色を認めないヒト新鮮抜去歯を用いた。抜去歯を歯軸に対し垂直、水平方向に切断し、象牙質を露出させ耐水研磨紙#800で研磨を行い照射面とした。

2. Er:YAG レーザーの照射条件

表1にエネルギー密度の条件A~Fを示す。レーザー装置はEr:YAG レーザー (ErwinAdver1, モリタ製作所) を用い、C400F, C600F, C800Fの3種のチップ径を用いた。照射エネルギーの設定はパネル値150mJ, 30mJ, 先端実測値90mJ, 18mJ, パルス値1ppsとした。各照射面には注水下(4ml/sec), エア-maxにおいて垂直に接触させた状態で1発の照射を各照射面に対し行った。ただし、照射ごとにチップは毎回新品と交換し先端値を測定し照射を行った。各試料について5回測定した。

表1 エネルギー密度(J/cm²)の条件(A~F)

チップの種類	エネルギー密度=照射エネルギー(J)/チップ先端面積(cm ²)	
	実測エネルギー:90mJ	実測エネルギー:18mJ
C400F	A:52.5	D:10.5
C600F	B:19.6	E:3.9
C800F	C:13.8	F:2.8

3. 蒸散深度測定

電子線三次元粗さ解析装置(ERA-B900, エリオニクス社製)を用い、歯軸に対し垂直、水平方向へ切断された各照射面へのレーザー照射後の形状分析(等高線図, 断面曲線, 鳥瞰図, 表面粗さ)及びSEM像を観察した。等高線図より照射面の最高点部から最下点を計測し、蒸散深度(μm)とした(n=5)。

4. 変性層の厚さ測定

レーザー照射後の象牙質照射面をH-E染色, AZAN染色を行い、濃染部を変性層としてデジタルマイクロスコープにて測定した(n=3)。なお、3. 4. で得られた値はすべて二元配置分散分析(ANOVA)と多重比較検定(Sheffé, P<0.05)により有意差検定を行った。

【結果と考察】

蒸散深度は垂直方向では、Aが57.9±6.4(mean±SD), Bが41.7±5.5, Cが57.0±5.8, Dが22.5±4.9, Eが40.0±4.5, Fが18.1±7.4であった。水平方向では、Aが37.4±5.1, Bが18.7±2.9, Cが30.3±6.4, Dが12.0±2.4, Eが28.3±3.7, Fが9.1±2.1であった。二元配置分散分析の結果、切断方向、エネルギー密度に有意差を認め、両者間に交互作用は認めなかった。多重比較検定の結果、同一エネルギー密度では切断方向により、A, BおよびCにおいて蒸散深度に有意差が認められた。変性層の厚さは、H-E染色は0.9~6.0 μm, AZAN染色は0.8~6.5 μmを示した。二元配置分散分析の結果、H-E染色は、エネルギー密度に有意差を認め、AZAN染色は切断方向とエネルギー密度に有意差を認めた。多重比較検定の結果、H-EおよびAZANとも同一エネルギー密度間での切断方向による変性層の厚みには有意差は認められなかった。蒸散深度は象牙質の切断方向において深度が変わったことから、象牙細管の走行が関与する可能性が示唆された。また、エネルギー密度で変性層に差が無かったことから、象牙細管の走行は変性層には影響を及ぼさないことがわかった。

軟化象牙質除去後の残存細菌に対して Er:YAG レーザーが与える影響

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)

○ 吉岡 靖介、野杵 由一郎、高橋 雄介、藪根 敏晃、朝日 陽子、永山 智崇、
古谷 優、栗本 絵里子、北川 蘭奈、武田 侑子、大嶋 淳、山本 由美子、住岡 龍一、永井 真澄、
板東 秀典、林 美加子

Effect of Er:YAG laser on residual bacteria after removal of softened dentin

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

○ YOSHIOKA Seisuke, NOIRI Yuichiro, TAKAHASHI Yusuke, YABUNE Toshiaki, ASAHY Yoko,
NAGAYAMA Tomotaka, FURUYA Yu, KURIMOTO Eriko, KITAGAWA Ranna, TAKEDA Yuko,
OHSHIMA Jun, YAMAMOTO Yumiko, SUMIOKA Ryuichi, NAGAI Masumi, BANDO Hidenori,
HAYASHI Mikako

[目的]

う蝕治療において、窩洞内を可及的に無菌的にすることは、良好な予後を得るために重要である。従来からの軟化象牙質除去は、う蝕検知液による色差を指標に行われているが、より確実な無菌化を図ろうとすると、健全な象牙質の切削を伴うことが多く、現在の潮流である Minimal Intervention に反する。近年、歯科領域において種々の疾病に対する治療法として様々なレーザーが応用されている。その中で Er:YAG レーザーはその波長特性により水への高い吸収性を有し、照射部の表面にのみ反応するという性質を有する。その殺菌効果としては、水分を蒸散させ、バイオフィルムやマイクロコロニーを破砕させることによると考えられている。一方、我々のグループは、根管治療時における Er:YAG レーザーの予防的照射が、臨床的に有用であることを報告した¹⁾。そこで本研究では、象牙質を切削しない出力の Er:YAG レーザーが、軟化象牙質除去後の残存細菌の殺菌に有効ではないかと考え、臨床的評価を行った。

[材料および方法]

対象症例

大阪大学歯学部附属病院保存科診療室にて、う蝕治療が必要と診断された患歯のうち、X線写真よりう蝕が歯髄に到達していない症例を対象として、非照射群 (n=30) とレーザー照射群 (n=28) の2群に分類した。

術式

被験者にラバーダム防湿を行い、う蝕検知液 (Caries Detector、クラレメディカル) にて淡ピンク色になるまで軟化象牙質を除去した。その後、レーザー照射群では、Erwin AdvEri[®] にて淡ピンク染色部に Er:YAG レーザーを照射した。照射条件は 10 pps、出力 40 mJ、焦点距離 5 mm、照射時間 10 秒、非注水とした。照射後、滅菌スプーンエキスカベータにて淡ピンク染色部の象牙質削片を採取し、輸送培地 (ANA ポートTM、阪大微研) 中に浸漬した。非照射群では、照射の過程を除き同様の方法で試料採取を行った。臨床用チオグリコロート血液添加コロムビア寒天培地にて 37 °C、10 日間の増菌培養後、細菌種の同定と細菌数の定量を行った。細菌数については、Student's *t* 検定を用い、危険率 5% にて有意差検定を行った。

[結果]

複数の試料において検出された細菌は、非照射群では *Streptococcus mutans*、*Staphylococcus capitis*、*Streptococcus oralis*、*Streptococcus mitis*、レーザー照射群では *Staphylococcus capitis*、*Propionibacterium acnes* などであった。象牙質内に残存細菌が認められなかったものは非照射群では 9 試料 (n=30) であったのに対し、レーザー照射群では 16 試料 (n=28) であった。1 試料あたりの平均残存細菌数は非照射群で 350.3 CFU/ml、レーザー照射群で 32.9 CFU/ml であり、Er:YAG レーザーを窩洞内に照射することにより、象牙質に残存する細菌数は有意に減少した ($P<0.05$)。なお、両群の全ての症例において術後の臨床症状は認められなかった。

[考察および結論]

軟化象牙質除去後に Er:YAG レーザー照射を行うことにより、う蝕検知液にて淡ピンク染色された象牙質内の残存細菌数は、レーザー照射群において非照射群と比較して有意に減少した ($P<0.05$)。このことより軟化象牙質除去後の Er:YAG レーザー照射は象牙質内残存細菌の殺菌に有用である可能性が示唆され、Minimal Intervention の概念に基づいた治療をより確実なものへとつなげることが期待される。今後、レーザー照射に伴う歯髄や象牙質接着に及ぼす影響が実用に向けての課題となるであろう。

[参考文献]

1) 野杵 由一郎、他: Er:YAG レーザーが根尖部の感染根管に残存細菌に及ぼす影響、日歯保存誌 49 (4): 537~544, 2006

噴霧注水における Er:YAG レーザー照射の除去効率について —試作レーザーチップの検討—

大阪歯科大学歯科保存学講座

○吉川一志, 岩田有弘, 保尾謙三, 魯 灵, 林原久盛, 畑下芳史, 山本一世

Removal efficiency of Er:YAG laser irradiation with pouring water of fog-form

—Evaluation on Newly Developed laser chip—

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○YOSHIKAWA Kazushi, IWATA Naohiro, YASUO Kenzou, Lu Ling, HAYASHIHARA Hisamori,

HATASHITA Yoshihumi, YAMAMOTO Kazuyo

【緒言】

近年, 歯科用レーザーの応用が進み, 臨床においても様々な分野で使用されるようになってきた. 歯牙硬組織切削では, Er:YAG レーザーは特に優れた効果を示し, 臨床応用されている. しかしながら, 高速回転切削器具には除去効率では到底及ばず, 治療時間の超過など問題となっている. 除去効率を向上させるため, 先端出力や繰り返し速度(パルス数)を上げる試みがされてきているが, 歯髄への影響など様々な問題を抱えている.

我々の研究グループは注水装置に着眼し, より効率よく歯質除去を行うために従来の注水機構ではなく, 霧状に噴霧注水できる装置を利用し, 除去効率について実験を行い, 第 129 回秋季保存学会にて発表した.

今回, モリタ製作所の協力の下, 注水方式を霧状に改良した試作チップを作成し, 検討を行ったので報告する.

【材料および方法】

Er:YAG レーザー発振装置として Erwin[®] Adverl (モリタ製作所, 以下レーザー)を用いた. 照射条件を 100mJ とし, 繰り返し速度は 10pps とした. 照射チップは C600F と注水方式を霧状の改良した試作チップを使用した. また先端出力は出力測定器 LaserMate-P (COHERENT)にて計測し, 規定した.

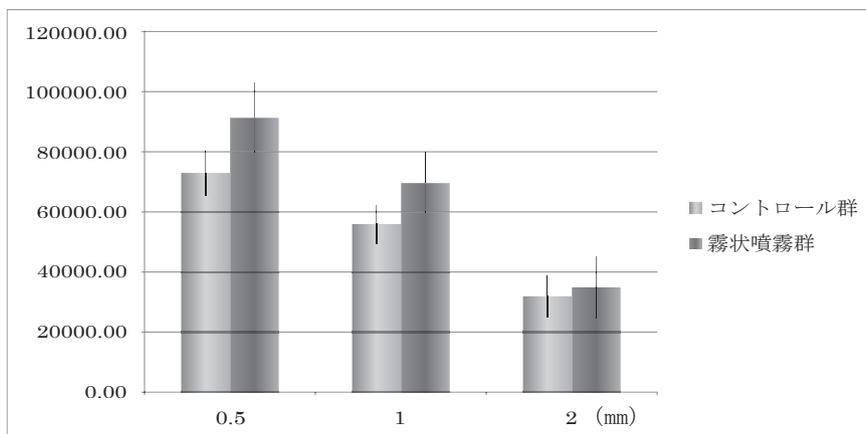
被験歯として牛歯を用い, 象牙質までモデルトリマーにて面出しを行い, 耐水紙 #2000 まで研磨を行った後, 1 cm/s でムービングステージを移動させ, レーザー照射を行った. レーザー照射は試料までの距離を 0.5, 1.0 および 2.0 mm に規定した. C600F にてレーザー照射を行った群をコントロール群, 試作チップにてレーザー照射を行った群を霧状噴霧群とした. 各試料はレーザーマイクロスコープ (KEYENCE, 倍率×100)にて観察を行い, 断面積量を計測した (n=5).

なお, 測定結果は一元配置分散処理および Tukey の検定により統計処理を行った (P<0.01).

【結果および考察】

断面積量の結果を下図に示す. 距離 0.5 および 1.0mm では霧状噴霧群はコントロール群よりも有意に高い値を示した. このことより, 霧状噴霧がレーザーによる除去効率の向上に有効であることが示唆された. 距離 2mm では有意な差は認められなかったが, チップ先端から試料までの距離が大きくなるにつれ照射エネルギーも減弱するため, 除去効率に大きな差が生じにくくなったためと考えられる.

今後は照射エネルギーや繰り返し速度を変化させるなど, 臨床における様々な状況においても研究を進めていく予定である.



マウス脛骨における炭酸ガスレーザーのエネルギー密度と骨形成能について

奥羽大学 歯学部 歯科保存学講座

○和田康弘、横瀬敏志

Bone formation induced by CO₂ laser irradiation depending on energy density in Mice Tibiae

Department of Conservative Dentistry School of Dentistry Ohu University

○Yasuhiro Wada, Yokose Satoshi

【目的】我々の教室では骨におけるレーザー応用について研究を行い、インプラントの初期固定や骨欠損部位での骨形成などについて報告を行ってきた。高齢化社会を迎えて来院患者の全身疾患や骨病変と歯科治療の関係を解析する上でも、各種病態動物として系が確立しているマウスを用いた実験を行うことは基礎的解析を行う上で有用である。しかしながら、マウスを実験に用いることは試料が小さく困難な点が多い。そこで、今回マウス脛骨へのレーザー照射条件（エネルギー密度）と骨形成の関係を調べるためにマウス脛骨に異なるエネルギー密度で CO₂ レーザーを照射し形態学的に比較検討した。

【方法】雌マウス 8 週齢を用い、ネンブタール 25 μ l/100g を投与し麻酔下にてマウス脛骨部を切開し骨膜を剥離し、炭酸ガスレーザー（ヨシダ社製）を用い、照射条件として 1.0W 0.1~0.8S の設定条件を用いて実験を行った。照射後、7 日にて屠殺し、通法により 10%パラホルムアルデヒド 4°Cで固定し、その後脱灰、パラフィン包埋を行った。4 μ mの切片を作製し、ヘマトキシリンエオジン染色を行いレーザー照射部位の炭酸ガスレーザー深部到達、骨形成について観察した。

【結果と考察】脱灰切片において、レーザー照射された皮質骨には炭化層の形成や骨細胞の空洞化などの器質的変化が認められた。また内骨面に接する骨芽細胞には骨の改造現象が確認された。このように、マウス脛骨への炭酸ガス照射が骨形成を誘導する効果があることが確認された。レーザーの深部到達では骨への穿孔が生じていることが確認された。深部到達の程度による骨形成の違いは骨への穿孔において骨形成が促進していることが確認された。炭酸ガスレーザーは深部到達が低いとされている、そのためエネルギー密度の差による組織の損傷と骨形成が及ぼすレーザー深部到達度の関係について更なる解析が必要であると考えられる。マウスを用いたレーザー照射実験は有用な骨解析実験動物となる事が示唆された。

【結論】炭酸ガスレーザーをマウス骨組織に照射した場合、骨組織の形成誘導がみられた。

修復用ガラスイオノマーセメントの色調に関する研究

岩手医科大学歯学部 総合歯科学講座総合歯科教育学・保存修復学分野
○中村芳章 志賀華絵 岡田伸男 千葉史子 山本槇子 熊谷啓二 工藤義之 野田 守

A Study of Glass Ionomers for Restorative.

Division of Operative Dentistry and Education for General Practice Residency, Department of General Dentistry,
School of Dentistry, Iwate Medical University

○Nakamura Yoshiaki, Shiga Hanae, Okada Nobuo, Chiba Fumiko, Yamamoto Makiko,
Kumagai Keiji, Kudou Yoshiyuki and Noda Mamoru

【研究目的】

ガラスイオノマーセメントは歯質接着性や抗齶蝕性を有する審美修復材料であり、合着や充填などその用途は多岐にわたる。修復用材料は近年改良が進み、臼歯部の修復に使用可能な高強度充填用ガラスイオノマーセメントが市販されている。

ガラスイオノマーセメントの色調に関しては、コンポジットレジンと比較して透明性が劣ること、長時間の水中浸漬により色調の変化がみられることが報告されているが、高強度材料の色調変化や既存のシェードガイドとの比較を行った報告は少ない。

そこで本研究では、3種類の修復用ガラスイオノマーセメントの経時的な色調変化、材料の厚さによる背景色の透過性、シェードガイドの1つである VITAPAN ClassicalR との色調の違いについて調査を行った。

【材料および方法】

GC社製の修復用ガラスイオノマーセメント①FujiIXGP Extra Capsule (以下, EC) ② FujiIXGP (以下, GP) ③Fuji IILC Capsule (以下, LC) を使用し、シェードはすべて A3 とした。

各セメントを業者指示で練和し、厚さ 1.0, 1.5, 2.0, ならびに 2.5 mm の平板試料を作製した。硬化後の試料全面に Fuji varnish (GC) を塗布してエアード乾燥後、37°C 相対湿度 95±5% 下に静置した。練和直後、24, ならびに 48 時間後に測色計 (Crystaleye Ver1.5.0.0: OLYMPUS) にて L* 値, a* 値, b* 値を測定した。背景色は白色板 (L*: 96.91 a*: -0.31 b*: -0.04) と黒色板 (L*: 1.14 a*: -2.64 b*: -6.48) を使用した。

また、各試料から得られた計測値と VITAPAN Classical A3 (L*: 69.60 a*: 1.89 b*: 20.09) から ΔL^* , Δa^* , Δb^* および色差 ΔE を算出した。

得られたデータは Student t-test, One-way ANOVA, Student Newman-Kureus にて統計学的検討を行った ($p < 0.05$)。

【結果および考察】

練和後の時間経過と色調変化について、GP, LC で練和直後と練和後 24 時間の間で有意差を認めたが EC では有意差を認めなかった。GP では L*, LC では L* および b* の変化が著明であった。この変化については測色中のセメントの水分の蒸発および、硬化反応の進行による影響が考えられた。

背景色の違いによる色調の差は GP, LC で有意に大きく、L* 値の差が著明であったが、EC は背景色による有意差を認めなかった。GP および EC は屈折率が低下するよう改良されている製品であるが、EC は機械練和で均一に練和されていることでより安定した色調を示したものと考えられた。また試料の厚さの違いによる色調の差は 2.0 mm 以上で有意差を認めなかったことから、各材料とも厚さ 2.0 mm 以下では背景の色を透過し、セメント硬化体の色調に影響すると考えられた。

VITAPAN Classical A3 との色差 ΔE^*_{ab} 値は、試料の厚さが増加するにつれ値が小さくなる傾向を示したが、各条件においても $\Delta E^*_{ab} > 3$ であり、VITAPAN Classical とは肉眼で色調の違いが判別されたと考えられた。

以上のことから、ガラスイオノマーセメント修復においてより審美性の高い修復を行うためには、セメントの色調透過性から窩洞の形態や深さを考慮する必要があるが、併せて修復処置後の感水や離水を防止することが重要であると考えられた。

歯冠色色弁別能訓練教材の開発とその効果

明倫短期大学 歯科技工士学科

○木暮ミカ, 飛田 滋

Development of the educational material for ability of distinguish tooth-color and the effects

Department of Dental Technology, Meirin College, Niigata, Japan

○Kogure Mika, Tobita Shigeru

【目的】

審美歯科治療を成功させるためには、口腔内で精度の高いシェードテイキングを行い、模型上で正確に色調を再現するという工程がきわめて重要であることは言うまでもない。前報¹⁾²⁾では、加齢による眼光学系の基質変化が色弁別に与える影響は低く、色弁別能は弁別経験を蓄積することで向上しないしは維持することが可能であることが示唆された。そこで本研究では、歯冠色の再現に必要な色弁別能の向上を目的とした、明度、彩度、色相に関する色弁別能訓練教材を試作し、その効果を検証したので報告する。

【材料および方法】

1. 色刺激：ポーセレンパウダーはビタ VMK9 のデンティンを使用し、シェードシステムはビタパン 3D-マスターシェードを用いて明度群 (1-5)、彩度群 (1-3)、色相群 (L, M, R) において等間隔になるような直径 15mm×高さ 2.0mm の資料を作成した。(図 1)。



図 1. 色刺激

2. 被験者：色盲および色弱者でない 20 歳から 29 歳の本学学生男女 26 人とした。

3. 方法：

1) 色刺激を分光測色計 CM-700d (コニカミノルタ社) を用いて測色し、隣接する色刺激の色差を CIE2000 色差式と CMC2:1 色差式で算出した。

2) 歯冠色弁別能力検査：シルクグレーカード (反射率 18%標準反射板, 銀一社) 上で、あらかじめ各群内で色刺激の配列が不規則になるよう並び替えておき、被験者に 2 分間で正しい順序になるように再配列させる。これを 1 分の休憩をはさんで 2 度行った。なお、観測面照度は約 1,000Lx とし、照明光は D65 の蛍光灯を用いた。

【結果および考察】

色刺激の各群の色差を表 1 に、各回の正答率を表 2 に示す。1 回目と 2 回目の検査結果を Wilcoxon の符号順位検定を用いて検定したところ、有意に正答率の向上が見られた。正答率を色刺激群毎に見てみると、色相群の正答率が低く彩度群が高いが、これはもともと歯冠色が低彩度かつ色相が YR(黄赤)から Y(黄)の狭い範囲に位置していることに起因するものと思われる。

表 1. 色刺激の色差の平均値

	明度群	彩度群	色相群
色差 ΔE_{00}	2.01±0.54	1.72±0.61	1.50±0.35
CMC2:1	1.45±0.29	1.76±0.56	1.06±0.08
ΔL^*	2.14±0.77	0.97±0.58	0.21±1.75
Δa^*	0.71±0.41	0.41±0.44	0.42±0.26
Δb^*	0.41±1.16	2.63±0.72	0.41±0.78
ΔC^*	0.56±1.16	2.66±0.79	0.32±0.78
ΔH^*	0.67±0.50	0.26±0.17	0.49±0.26

表 2. 検査結果

	正答率 (n=26)			
	総合	明度群	彩度群	色相群
1回目	78.6±13.39	84.62±13.83	93.85±14.72	54.62±30.76
2回目	98.30±4.09	98.08±6.79	96.92±10.87	67.69±33.50

※ p<0.05
※※ p<0.01

謝辞：本研究にあたり、教材製作にご協力いただいた株式会社 GC 様、検証実験にご協力くださった被験者の皆様に感謝の意を表します。

【参考文献】

木暮ミカ, 飛田滋, 長谷部日：加齢に伴う視機能の低下と色弁別能との関連について, 日歯保誌 55(2), 151-157, 2012.

木暮ミカ：中心窩網膜の IS/OS-RPE ラインと色弁別能力との関連について, 歯科の色彩 18, 43-46, 2012.

有彩色上でのフロアブルコンポジットレジンの色について

明海大学歯学部機能保存回復学講座保存修復学分野
○小澤有美 岩坂憲助 市村 葉 石原祥世 片山 直

A Colorimetric Basic Study on Flowable Resin Composit on Chromatic color Background

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

○Ozawa Yumi Kensuke Iwasaka You Ichimura Ishihara Sachiyo Katayama Tadashi

【目的】 コンポジットレジンの修復は、齶蝕治療や Tooth wear などの実質欠損に対する修復において歯面に対する接着システムの発展にともない臨床の場においてなくてはならない歯科材料のひとつとなっている。また、MI に基づく治療で歯冠修復を行うと窩洞は小さく狭くなり複雑な窩洞形態になってきている。そこで、このような窩洞でも容易に充填できるフロアブルコンポジットレジンの市販されている。フロアブルコンポジットレジンは、操作性のみならず機械的性質も改良され向上し、ますます臨床の場で頻繁に使用される機会が増えてきた。今回、このフロアブルコンポジットレジンのスタンダードなコンポジットレジンの同様に、天然歯と調和したコンポジットレジンの修復が行うことができるのか、う蝕除去後の着色象牙質の色を参考にして、背景の有彩色がフロアブルコンポジットレジンの色にどのような影響を与えるのか基礎的実験を行ったので報告する。

【材料・方法】 1, 材料 フロアブルコンポジットレジン テトリック N-フロー(Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)、プレミスフロアブル(Kerr, USA)、フィルテックTM シュープリムフローコンポジットレジ(3M ESPE, USA)、エステライトフロックイック(トクヤマデンタル)にて試料を作製した。使用したシェードは共通の A2、A3 である。試料は、内径 8mm のプラスチックリングに填入し、ハロゲンランプ重合器 (Astral) にて両面から 20 秒ずつ光重合を行い、耐水研磨紙 (BUEHLER) #600 で即日研磨し、24 時間後 #800、#1200 の順に 1.0mm と 0.5mm の厚さになるように研磨を行い各試料 5 個ずつ作製した。背景色板 白色板、黒色板、有彩色票(2 種)、を測色する時の背景とした。

2, 方法 各試料をそれぞれの背景色板上に置き、非接触式分光測色器 Spectra Scan PR650 (Photo Research, USA) にて D65 光源、照度 1000lx、45 度照明—0 度受光の条件下で各試料を 5 回ずつ測色した。測色したデータ CIELAB 値から Translucency parameter (TP 値)、有彩色票上での L^* 値と C^* 値を算出し比較検討を行った。

【結果および考察】 ①各フロアブルコンポジットレジンの透明性を調べるため TP 値を算出した。この値は、大きいほど透明性が高いことを示す。その結果、試料の厚さ 0.5mm の方が全ての試料において透明性が高かった。

② L^* 値：天然歯の平均的な明度に修復するにあたり、試料の厚さ 1.0mm の方が修復可能であることが示された。また、厚さ 0.5mm の場合は困難であると思われた。

③ C^*ab 値：有彩色票の C^*ab 値が高くなると必ずしもフロアブルコンポジットレジンの C^*ab 値が高くなるわけではなかった。

【結論】 各種フロアブルコンポジットレジンの有彩色上での色を比較検討すると

- 1) 厚さが 0.5mm の場合は、透明性が高く背景色の影響を受けやすく、今回の条件下においては理想的な色調に修復することは困難であると思われた。
- 2) 厚さが 1.0mm の場合は、厚さ 0.5mm よりも透明性が低く背景色の影響は受けにくい。よって、理想的な L^* 値に修復することは可能であるが、理想的な C^*ab 値に修復するには更なる検討が必要であると思われた。

S-PRG フィラー含有コンポジットレジンの抗菌性

大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子制御学講座(歯科保存学教室)¹、顎口腔機能再建学講座(歯科理工学教室)²

○三木彩希¹、今里 聡²、騎馬和歌子¹、北川蘭奈¹、林 美加子¹

Antibacterial activity of composite resins containing S-PRG filler

Department of Restorative Dentistry and Endodontology¹,

Department of Biomaterials Science², Osaka University Graduate School of Dentistry

○Saeki Miki¹, Satoshi Imazato², Wakako Kiba¹, Ranna Kitagawa¹, Mikako Hayashi¹

【研究目的】

フルオロボロアルミノシリケートとポリアクリル酸の反応に基づいて合成された S-PRG フィラー (松風) は、 Al^{3+} 、 BO_3^{3-} 、 Na^+ 、 SiO_3^{2-} 、 Sr^{2+} 、 F^- といった多種のイオンを徐放する特性があり、石灰化促進 (Ito *et al.*, 2011) やプラーク付着抑制 (Hirose *et al.*, 2006) などの効果を発現することが報告されている。一方、これらのイオンのうち、 BO_3^{3-} は、*Staphylococcus aureus* や *Escherichia coli* に対して抗菌性を示すホウ酸のイオン化状態のひとつであり、S-PRG フィラーからのイオン溶出によって口腔細菌に対する抑制効果がもたらされることも期待できる。しかしながら、現在までのところ、S-PRG フィラーを含有する修復材の抗菌性を詳細に検討した報告は見当たらない。

そこで本研究では、S-PRG フィラーを種々の濃度で配合したコンポジットレジン (CR) を試作し、その硬化体表面での細菌増殖抑制効果を評価するとともに、6 種の成分の溶出濃度測定を行った。

【材料および方法】

Bis-GMA/TEGDMA をモノマー組成とし、S-PRG フィラー:シリカフィラーを vol% で 0:100 (P0; control)、25:75 (P25)、50:50 (P50)、75:25 (P75)、100:0 (P100) の比率で混合したフィラーを含む 5 種の CR を調整した (最終フィラー配合率 55.9 vol%)。直径 9mm、深さ 2mm のモールドに各 CR ペーストを充填し、40 秒間の光照射を行って硬化ディスクを作製し、以下の実験に供した。

- 1) 抗菌性の評価: 硬化 CR 試料上に約 3×10^3 CFU/mL に調整した *Streptococcus mutans* NCTC10449 懸濁液 50 μ L を播種し、37°C、嫌気条件下で培養した。18 時間後に菌液を回収し、希釈後、plate 法により菌数測定を行った。
- 2) 溶出成分の濃度測定: 硬化 CR 試料 1 枚の上に蒸留水 50 μ L を滴下し、37°C 下で静置した。18 時間後、試料 5 個分の溶出液をまとめて回収し、蒸留水で希釈後、ICP 発光分光分析装置 (ICPS-8000, SHIMADZU) を用いて Al, B, Na, Si, Sr の濃度測定を行った。また、溶出液中の F 濃度をフッ素イオン電極 (Model 9609BN, Orion Research) を用いて測定した。

【結果】

- 1) P100, P75, P50 上で培養した場合には、P25, P0 と比較して有意に細菌数が少なく (ANOVA, Fisher's PLSD test, $p < 0.05$)、増殖抑制効果が認められた。
- 2) S-PRG フィラー含有率が高い CR ほど Al, B, Na, Si, Sr, F のすべてについて溶出液中の濃度が高くなる傾向がみられたが、とくに、P100, P75, P50 では P25 と比較して有意に高い溶出が認められた (ANOVA, Fisher's PLSD test, $p < 0.05$)。6 種の中では B の溶出が最も大きく、P100, P75, P50 は、それぞれ約 130ppm、約 90ppm、約 50ppm の濃度を示した。

【考察および結論】

試作 CR において、含有するフィラーの 50% 以上を S-PRG フィラーが占める場合には、有意な細菌増殖抑制効果が認められた。また、これらの試料では、Al, B, Na, Si, Sr, F のすべてについて、S-PRG フィラー比率が 25% のものよりも溶出濃度が高いという結果が得られ、S-PRG フィラーからのイオン溶出が細菌の増殖抑制に関与していることが推察された。とくに B は 6 種の溶出成分の中で最も濃度が高く、 BO_3^{3-} の溶出が抗菌性発現の主因となっている可能性が考えられた。

抗菌性表面処理剤の歯科への応用 (II)

— 抗菌性シランカップリング剤の抗菌効果 —

神奈川県大学 口腔治療学講座 保存修復学分野¹,
神奈川県大学 感染制御学講座 微生物学分野², 神奈川県大学 顎口腔機能修復科学講座 有床義歯補綴学分野³,
神奈川県大学 総合歯科学講座⁴, 東京理科大学 工学部 工業化学科⁵
○三宅 香¹, 熊田秀文², 二瓶智太郎¹, 大橋 桂¹, 清水統太³, 原 めぐみ⁴, 近藤行成⁵, 好野則夫⁵, 浜田信城², 寺中敏夫¹

Application of surface modifier having antibacterial potency in dentistry (Part.2)

— antimicrobial effect of antimicrobial silane coupling agent —

Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Medicine¹,
Division of Microbiology, Department of Infection Control², Department of Maxillofacial Rehabilitation Kanagawa Dental College³,
Department of Comprehensive Dentistry⁴ and Department of Industrial Chemistry, Tokyo University of Science⁵
○MIYAKE Kaori¹, KUMADA Hidefumi², NIHEI Tomotaro¹, OHASHI Katsura¹, SHIMIZU Tota³, HARA Megumi⁴,
KONDO Yukishige⁵, YOSHINO Norio⁵, HAMADA Nobushiro² and TERANAKA Toshio¹

【研究目的】

近年、高齢者の口腔粘膜疾患が増加している。その中でも口腔カンジダ症の増加が注目され、予防・治療法における新規開発研究の必要性が示唆されている。我々は、材料表面への抗菌性の付与を目的として第4級アンモニウム塩の構造を有するシランカップリング剤 N-allyl-N-decyl-N-methyl-N-trimethoxysilylpropylammonium iodide (以下、10-I) を合成した。本研究では、合成シランカップリング剤の口腔常在細菌に対する抗菌活性を、カンジダ菌、歯周病原細菌および齲蝕病原細菌を含む 8 菌株を供試し、最小発育阻止濃度 (MIC) 測定および 10-I 被覆表面上の抗菌活性測定により検討した。

【材料および方法】

供試菌は *Actinomyces viscosus* (ATCC 15987), *Candida albicans* (ATCC 10231), *Fusobacterium nucleatum* (ATCC 25586), *Lactobacillus casei* (ATCC 393), *Porphyromonas gingivalis* (ATCC 33277), *Prevotella intermedia* (ATCC 25611), *Staphylococcus aureus* (ATCC 12600) および *Streptococcus mutans* (Ingbritt) を用いた。

1. MIC 測定

20 mmol/l の 10-I/EtOH 溶液を作製し、BHI-yeast 寒天培地 (好気性菌) および血液寒天培地 (嫌気性菌) に加え、培地に含有される 10-I の濃度が 100, 200, 400, 600 および 800 ppm になるよう調製した。平板培地上に各供試菌懸濁液 10 μl を播種し、好気性菌は 37°C, 24 時間、嫌気性菌は 37°C, 72 時間培養し、発育が観察されなかった培地の最小化合物濃度を MIC 値とした。

2. 10-I 処理面の抗菌活性測定

1 mol/l NaOH と 1 mol/l HCl に各一昼夜浸漬して表面の汚染物質を除去した市販ガラス板 (20×20×3mm, 旭ガラス) を 400 ppm に調製した十分量の各改質剤溶媒中に 1 時間浸漬して表面改質を行い、自然乾燥後、エチレンオキサライドガスにより滅菌した。対照群は、溶媒である EtOH を使用し、実験に供した。

前培養した *C. albicans* を、 6.2×10^7 CFU/ml, 1.1×10^5 CFU/ml, 1.1×10^4 CFU/ml に調製し、各菌液 4ml と表面改質したガラス板を各ウエルに 1 枚ずつ加え、一定振盪下で 37°C, 24 hr 好氣的に培養した。培養後、各ウエルの生菌数を計測し、対照ウエルの菌数と実験ウエルの菌数の割合を比較して減少率を求め抗菌活性とした。

【結果】

1. MIC 測定

A. viscosus, *F. nucleatum*, *L. casei*, *P. gingivalis* および *P. intermedia* の 5 菌株に対する MIC 値は各々 200 ppm, 一方、*C. albicans*, *S. aureus* および *S. mutans* の MIC 値は 400 ppm であった。

2. 10-I 処理面の抗菌活性

10-I 処理面の生菌数の減少率は、 6.2×10^7 CFU/ml では 56.5%, 1.1×10^5 CFU/ml では 67.1%, 1.1×10^4 CFU/ml では 92.5% であり、減少傾向を示した。

【考察】

以上の結果より、10-I およびその処理表面は、カンジダ菌を含む他の口腔細菌にも有益な抗菌作用を示すことから、高齢者や免疫機能低下者など、口腔固有の菌が起炎菌となる歯科疾患のみならず誤嚥性肺炎などの全身疾患の併発の抑制あるいは予防に繋がると考えられる。

殺菌処理後のバイオフィーム構造への *Streptococcus mutans* の初期付着について

新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野

○ 大墨竜也、竹中彰治、若松里佳、興地隆史

Initial adhesion of *Streptococcus mutans* to disinfected biofilm structures

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

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○OHSUMI Tatsuya, TAKENAKA Shoji, WAKAMATSU Rika, OKIJI Takashi

【目的】 演者らは第 135 回本学術大会において、殺菌処理後に残存するバイオフィーム構造に新たな浮遊細菌の付着が生じることを報告した。この結果から、残存したバイオフィーム構造が新たなバイオフィーム形成の起点となることが示唆される。そこで本研究では、殺菌処理後の *Streptococcus mutans* バイオフィームに対する同一浮遊細菌の初期付着に着目し、バイオフィーム量と付着細菌数との関連を検討した。

【材料及び方法】

(バイオフィームの形成) 直径 6 mm, 厚み 1.5 mm のレジンディスク (Premise flowable, Kerr 社) を 10^6 /ml に調整した *S. mutans* ATCC 25175 株培養液中に 75 rpm の速度で回転させながら 37°C、90 分浸漬することにより、ディスク表面に細菌を付着させた。90 分後、Rotating Disc Reactor (RDR; BioSurface Technologies 社) を用いて 50 rpm の速度で回転させながら毎分 4.6 ml の速度で 0.05% スクロースを含む 1/10 濃度の BHI 液体培地を灌流させ 1 日または、3 日間好気培養することによりバイオフィームを形成させた。

(細菌の再付着) ディスクを 70% イソプロピルアルコールに 90 分浸漬し殺菌処理したのち、再度 RDR 中で 10^6 /ml に調整した対数増殖期の *S. mutans* 培養液を 15 分間灌流させた。バイオフィーム未形成のレジンディスクを同様に処理したものをコントロール群とした。

(定量分析) 実験群、コントロール群の各ディスクを PBS に浸漬し超音波処理によりバイオフィームを回収したのち、生菌数を Plate count 法により、総菌数を PCR-Invader 法により計測した。また、殺菌処理後のバイオフィーム構造中の総菌数 (死菌数) を PCR-Invader 法により計測した。また、フェノール硫酸法によりバイオフィーム中の不溶性グルカン量を定量した。

【結果】 定量分析の結果、1 日、3 日培養後のバイオフィーム構造中の死菌数 (平均) は各 4.2 logCopies/ml、5.7 logCopies/ml、また不溶性グルカン量はそれぞれ、 $< 5.57 \mu\text{g}$ 、 $30.8 \pm 21.8 \mu\text{g}$ であり、いずれも 3 日培養で有意に多量であった (Mann-Whitney's U test, $p < 0.05$)。さらに、コントロールあるいは 1 日、3 日培養後のバイオフィーム死菌構造に 15 分間で再付着した生菌数 (平均) はそれぞれ 4.4 logCFU/ml、5.7 logCFU/ml、6.1 logCFU/ml、また総菌数 (平均) はそれぞれ 4.7 logCopies/ml、6.8 logCopies/ml、7.8 logCopies/ml であり、生菌数、総菌数ともコントロールより 1 日培養、また 1 日培養より 3 日培養で有意に多量であった (Steel-Dwass test, $p < 0.05$)。

【結論】 殺菌処理後の *S. mutans* バイオフィームにおける同一浮遊細菌の初期付着量は、残存バイオフィーム構造中の死菌数、およびその構成成分である不溶性グルカン量が多量となるに従い増加する傾向を示した。

Rep-PCR を用いた *S. mutans* 血清型 *f* のバンディングパターンの差異について

日本大学松戸歯学部保存修復学教室

○岡田珠美、鈴木英明、池見宅司

The differentiation of banding patterns of *S. mutans* serotype *f* in rep-PCR with ERIC primer

Department of Operative Dentistry Nihon University School Dentistry at Matsudo.

○Tamami Okada, Hideaki Suzuki and Takuji Ikemi

演者らは初期う蝕の発症に深い関わりを持っている *S. mutans* (血清型 *c, e, f*) と *S. sobrinus* (血清型 *o&g*) の遺伝子型の差異を Repetitive extragenic palindromic PCR (rep-PCR) 法を用いて調べる研究を行っている。この技術は将来において高う蝕罹患患者を識別する上での重要な技術となりえる可能性がある。遺伝子型の差異を見る方法として pulsed field gel electrophoresis (PFGE) は gold standard であるがこの方法は操作が複雑であることに加え特殊な器具が必要であり、時間もかかる。対して本法は特別な機械を必要とせず、安価であり、他の方法と比較して簡単な技術で短期間に結果が得られるという利点がある。この rep-PCR 法に市販プライマーを用いて *S. mutans* と *S. sobrinus* の標準株およびヒト口腔分離株に応用したところ種々のバンドを得ることができ、*S. mutans* と *S. sobrinus* の標準株ではそのバンディングパターンに差異が認められることを報告した(第 135 回)。また標準株において血清型 *f* は血清型 *o&e* と異なったバンディングパターンの認められることも報告した(第 134 回)。今回は異なったバンディングパターンの認められた *S. mutans* の標準株(血清型 *f*) および臨床分離株数菌株についてそのバンディングパターンの多様性の差異について検討したところ若干の知見を得たので報告する。

【材料および方法】

S. mutans 標準株 2 菌株(血清型 *h*) とヒト口腔より分離した数株を本実験に供した。BHI 液体培地を用いた一夜、ローソク 培養液(37°C)より遠心機を利用して菌体を回収した。市販 DNA 抽出キット(kit (QIAamp DNA Mini Kit, Qiagen)を用いて DNA を抽出、濁度計を用いて濃度を調節した。市販プライマー ERIC1R (5'-ATGTAAGCTCCTGGGGATTAC-3') と ERIC 2 (5'-AAGTAAGTACTGGGGTGAGCG-3') (Integrated DNA Technologies)・バッファーコンポーネント(EPICENTER Technologies)を用い通常に従い PCR を行った。得られた増幅産物は 2%のアガロースゲル使用の電気泳動により分離を行った後、エチジウムブロマイドにて染色した。得られたバンディングパターンの多様性を標準株間および臨床分離株間で比較検討した。

【結果および考察】

- 1) すべての標準株および分離株の DNA から得られたバンディングパターンは数種のバンドを有していた。
- 2) *S. mutans* 標準株(血清型 *c*)と比較して血清型 *f* の標準株および分離株のうちに数株のパターンは異なっていた。
- 3) 血清型 *f* の分離株のうちの 2 菌株では若干の差異は認められるが 2000bp, 1700bp, 1400bp, 1100bp, 800bp, 250bp に強く染色されるバンドが認められた。これは血清型 *c* に認められるバンディングパターンと同じであった。
- 4) これに対して血清型 *f* のうち標準株 2 菌株と分離株 4 菌株には 1700bp, 1400bp, 1100bp, 800bp, 250bp に強く染色されるバンドが認められたが、2000bp には強く染色されるバンドは認められなかった。若干の差は認められるが、この 6 菌株のバンディングパターンは類似していた。

以上の結果は、本 rep-PCR 法は *S. mutans* 血清型 *f* にも応用出来る事が認められた。また血清型 *f* のバンディングパターンは他の血清型と異なるパターンを有する株の割合が多い可能性が示唆された。今後より多くの血清型 *f* の分離菌株についてのバンディングパターンを調べて異なるパターンを有する株の割合を確認することとともに、この異なった血清型 *f* 株の WIG 合成能、試験管ガラス壁への固着能試験などの齲蝕原生を調べる試験等を行い本菌株群のもつ差異について追及する予定である。

音波振動式電動歯ブラシおよびリステリン®併用時の

Streptococcus mutans 人工バイオフィルムの剥離効果について

¹新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔健康科学講座う蝕学分野, ²国立感染研究所細菌第一部第六室
○¹浪岡奈保子, ¹竹中彰治, ¹大墨竜也, ¹若松里佳, ¹福田敬, ¹富田文仁、
²成澤直規, ²泉福英信, ¹興地隆史

Detachment of *Streptococcus mutans* biofilm by Listerine® in conjunction with an electric toothbrush

Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○NAMIOKA Naoko, TAKENAKA Shoji, OSUMI Tatsuya, WAKAMATSU Rika, FUKUDA Takashi,
TOMITA Fumihito, NARISAWA Naoki, SENPUKU Hidenobu, OKIJI Takashi

【目的】 演者らはこれまで、洗口液でバイオフィルム中の細菌を殺菌した場合にその構造が付着界面に残存すること、残されたバイオフィルム構造が新たな細菌付着を促進する可能性があることを報告してきた。バイオフィルムを分散させる方法のひとつとして、機械的応力を併用することで相乗効果が期待できる可能性がある。そこで本研究では、音波式電動歯ブラシおよびリステリン併用時の *in vitro Streptococcus mutans* バイオフィルムの剥離効果について検討した。

【材料及び方法】

直径 6 mm, 厚み 1.5 mm のレジンディスク (Premise flowable, Kerr 社) を、 10^6 /ml の *Streptococcus mutans* ATCC 25175 株を含む BHI 液体培地中で 75 rpm の速度で回転させながら 37°C、2 時間浸漬して表面に細菌を付着させたのち、さらに 3 日間、50 rpm の速度で回転させながら 0.05% スクロースを含む 1/10 濃度の BHI 液体培地中で好気培養することによりバイオフィルムを形成させた。培地は 12 時間ごとに交換した。次いで、ディスクを PBS にて洗浄のち、左上 5,6 人工歯 (ニッシン社製) の隣接面部 (頬側から 2mm、ディスク間距離 2mm の位置) に固定した。次に試料を PBS 浸漬群 (C 群)、リステリン (J&J 社製) 浸漬群 (L 群)、および各溶液と音波振動式電動歯ブラシ (ソニックアー, フィリップス社製; ET) との併用群 (C+ET 群、L+ET 群) の 4 群 (各 n = 7) にわけ、浸漬群では各溶液中に 5 秒間浸漬、また ET 併用群では浸漬した状態で ET をディスクから 2mm 離れた位置から 5 秒間作用させた。その後、ディスクを PBS にて洗浄し、残存バイオフィルム構造を SEM にて観察するとともに、超音波処理によりバイオフィルムを回収したのち、生菌数を Plate count 法により、総菌数を PCR-Invader 法により計測した。統計学的解析には、一元配置分散分析および Tukey test を行った。

【結果】 SEM 観察において、ディスクに残存したバイオフィルム構造は L+ET 群が少ない傾向にあった。生菌数 (LogCFU ± SD/ml) は、それぞれ 6.32 ± 0.51 (C 群)、 5.89 ± 0.89 (L 群)、 6.08 ± 0.3 (C+ET 群) および 4.61 ± 0.41 (L+ET 群) であり、L+ET 群は他のすべての群と比較して有意に少なかった (C, L 群に対し $p < 0.01$; C+ET 群に対し $p < 0.05$)。C, L および C+ET 群間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。総菌数 (LogCFU ± SD/ml) は、それぞれ 5.72 ± 0.11 (C 群)、 5.97 ± 0.19 (L 群)、 5.68 ± 0.18 (C+ET 群) および 4.79 ± 0.11 (L+ET 群) であり、L+ET 群は他のすべての群と比較して有意に少なかった ($p < 0.05$)。C, L および C+ET 群間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

【考察および結論】 今回の人工バイオフィルムモデルにおいては、リステリン単独および音波振動式電動歯ブラシ単独での 5 秒作用では有意なバイオフィルム剥離効果が得られなかったが、両者を併用することにより、ブラシでの機械的除去が困難な隣接面部におけるバイオフィルム剥離効果が増強した。洗口液に代表されるような化学的コントロールは、機械的コントロールとうまく組み合わせて使用することで、両者の欠点を補完するとともに相乗効果が期待できると思われる。

新規 2 ステップセルフエッチシステムの基本的接着性能

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 佐藤歯科
○坪田圭司^{1,2}, 白土康司¹, 田村ゆきえ¹, 陸田明智^{1,2}, 古賀賢策¹, 安藤 進^{1,2}, 宮崎真至^{1,2}, 佐藤幹武³

Adhesive properties of two-step self-etching primer system

¹Department of Operative Dentistry, ²Division of Biomaterials Science, Dental Research Center,
Nihon University School of Dentistry, ³Sato Dental Clinic
○TSUBOTA Keishi^{1,2}, SHIRATSUCHI Koji¹, TAMURA Yukie¹, RIKUTA Akitomo^{1,2}, KOGA Kensaku¹,
ANDO Susumu^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, SATO Mikitake³

【研究目的】

今日の臨床において、光重合型レジン接着システムとしてセルフエッチシステムが汎用されている。セルフエッチシステムは、その脱灰メカニズムのよってさらに処理操作を簡略化したシングルステップシステムが開発、臨床応用されている。しかし、シングルステップシステムに関してはエナメル質に対する接着性が従来のシステムと比較して低いこと、アドヒーズに対するエアブロー条件がテクニクセンシティブ因子になること、あるいはアドヒーズの相分離などの問題点が指摘されている。したがって、2ステップのセルフエッチシステムの臨床応用頻度も高いのが現状である。

最近、SDS Kerr より新たに2ステップシステムのOptibond XTRが発売された。本システムの特徴は従来の2ステップセルフエッチシステムと比較して薄いアドヒーズ層とされており、審美的にも有用なものと考えられる。演者らは、この2ステップセルフエッチシステムの基本接着性を評価することを目的として、被着面積がエナメル質および象牙質接着性に及ぼす影響について、接着試験およびSEM観察を行うことにより検討した。

【材料および方法】

供試した2ステップシステムは、新規2ステップセルフエッチシステムのOptiBond XTRおよび対象としてClearfil Mega Bond (Kuraray Medical) の2製品とした。コンポジットレジンとしてはClearfil AP-Xを使用した。接着試験用試片の製作には、被着体としてウシ下顎前歯を用い、エナメル質および象牙質をSiCペーパー#600まで研磨した。被着面積は2.4 mmあるいは4.0 mmの2条件とし、歯面処理は各製造者指示条件で行った。製造者指示条件に従って歯面処理を行った後、テフロンモールドを固定してレジンペーストを填塞、照射を行ったものを接着試験用試片とした。次いで、これらの試片は37°C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個とした。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。

セルフエッチングプライマー塗布後のエナメル質および象牙質処理面、レジンとエナメル質および象牙質の接合界面に関しては、走査電子顕微鏡(SEM, ERA-8800 FE, Elionixp)を用いて、通法に従って観察を行った。

【成績および考察】

供試したいずれのシステムにおいても被着面積の小さい条件で接着強さは高い値を示した。この傾向はエナメル質および象牙質においても同様であり、接着システムの違いによる測地値は、ほとんどの条件で同程度であった。

SEM観察では、エナメル質および象牙質ともにOptiBond XTRの方がClearfil Mega Bondと比較して脱灰程度が高い像として観察された。接合界面の観察ではOptiBond XTRのアドヒーズ層は10 μm程度の厚みで観察され、1エナメル質および象牙質に対しても良好な接合界面を呈していた。また、象牙質に関しては、Clearfil Mega Bondと比較して厚い幅で樹脂含浸層が明瞭に確認され、接着システムによる形態学的な違いとして観察された。

【結論】

新規2ステップシステムのOptibond XTRの歯質に対する接着強さはClearfil Mega Bondと同様に、被着面積に影響を受けることが判明した。いずれの条件においてもClearfil Mega Bondと同等以上の接着強さであり、アドヒーズ層の厚さが薄く審美的な修復が可能となることから、Optibond XTRの有用性が示唆された。

新規多用途型プライマーの歯面処理効果

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

○山路公造, 塩出信太郎, 西谷佳浩, 高橋 圭, 吉山昌宏

Effect of a new self-cured multi-use primer on teeth surface treatments

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

Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

○Yamaji Kozo, Shiode Shintaro, Nishitani Yoshihiro, Takahashi Kei and Yoshiyama Masahiro

【研究目的】

歯科臨床では、直接法によるコンポジットレジン修復やレジン支台築造、また間接法におけるレジンセメントを用いた合着等用途によって様々な歯面処理が必要となる。この度、直接法と間接法の歯面処理にいずれも使用可能であり、かつ歯面処理時の光照射が不要であることをコンセプトにトクヤマデンタルから新規にプライマーが開発された。当分野ではこれまでに、直接法としてコンポジットレジン修復に用いた場合の歯面処理効果について報告しているが、他の用途での報告はまだ行っていない。そこで本研究は、直接法としてコア用レジンに用いた場合の歯面処理効果を検討するとともに、間接法としてレジンセメントを用いた場合の効果について検討することを目的として行った。

【材料および方法】

実験材料には、新規プライマーとしてDBC-600(トクヤマデンタル)を用いた。コア用レジンには、試作レジンコアであるECG(トクヤマデンタル)を使用し、コントロールとしてクリアフィルDCコア(クラレメディカル)を用いた。また、レジンセメントは試作レジンセメントであるCP-89(トクヤマデンタル)を使用し、コントロールとしてレジセム(松風)を用いた。DBC-600は、ECGおよびCP-89の歯面処理に用いた。ヒト抜去大白歯を用いて歯軸に垂直な象牙質平坦面を作製し、#600耐水研磨紙で研磨したものを被着象牙質面とした。

DBC-600は歯面処理の際、ボンドA液、B液を等量採取し、2秒間混和後象牙質面に塗布し10秒間放置後弱圧5秒、中圧5秒でエアードライした。その後、ECGを築盛し光照射を行った。DCコアではメーカー指示に従いクリアフィルDCボンドA液、B液を等量採取後5秒間混和した。象牙質面に塗布後20秒間放置し、5秒間エアードライ後20秒間光照射を行った。その後、クリアフィルDCコアオートミックスを築盛し光照射を行った。

間接法では、あらかじめ重合したパールエステ(トクヤマデンタル)を使用し、被着面をアルミナにてサンドブラスト処理した。CP-89では、トクソーセラミックスプライマー(トクヤマデンタル)を用いてシランカップリング処理を行った。DBC-600による歯面処理後、CP-89を合着材としてパールエステと接着し光照射を行った。レジセムでは、メーカー指示に従いポーセレンプライマー(松風)を用いてシランカップリング処理を行った。歯面処理は、レジセムプライマーA液、B液を等量採取し混和後、象牙質面に塗布し20秒間放置後エアードライを行った。レジセムペーストを合着材としてパールエステと接着し光照射を行った。

37℃水中に24時間浸漬後、接着界面の断面 $1 \times 1 \text{ mm}^2$ の角柱に試料作製し、クロスヘッドスピード 1 mm/min にて微小引張試験(EZ Test, Shimadzu)を行った。得られた測定値はt検定を用いて統計学的分析を行った。

【成績および考察】

微小引張試験の結果、直接法では、ECGは 34.3 ± 7.1 (MPa)、DCコアは 29.3 ± 6.2 (MPa)であり両者の間に有意差は認められなかった($p > 0.05$)。また、間接法では、CP-89は 33.5 ± 6.5 (MPa)、レジセムは 23.2 ± 5.2 (MPa)であり、CP-89はレジセムより有意に高い値を示した($p < 0.05$)。DBC-600は、ECGおよびCP-89の歯面処理として用いており、コントロールと比べて十分な接着強さを示した。DBC-600には歯質から溶出したカルシウムイオンと結合して三次元架橋構造を形成する接着性モノマーを含有しており、十分な接着性が期待できると考えられる。また歯面処理時の光照射が不要であり臨床でのチェアタイムの短縮が図れると考えられる。

本研究の結果、DBC-600を歯面処理に用いることで、直接法および、レジンセメントを用いた間接法において十分な接着性を有する可能性が示唆された。

エッチング材の違いによるシーラントのヒトエナメル質への微小引張強さ

北海道大学大学院歯学研究科口腔機能科学講座小児・障害者歯科学教室¹,
北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座歯科保存学教室²
○王 穎¹, 角田晋一², 付 佳楽², 加我正行¹, 佐野英彦², 八若保孝¹

Microtensile bond strength of sealants to ground human enamel by self-etching adhesive and phosphoric acid

Department of pediatric Dentistry and Disable Person, Division of Oral Functional Science,
Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University¹
Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science,
Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University²

○WANG Ying¹, KAKUDA Shinichi², FU Jiale², KAGA Masayuki¹, SANO Hidehiko², YAWAKA Yasutaka¹

Purpose: The longevity of pit and fissure sealant was currently an area of great interest in pediatric dentistry. The aim of this study was to investigate the degradation of sealant-enamel bond structures *in vitro*.

Materials and Methods: Extracted third molars were stored at 4°C until use. On the buccal aspect of each tooth, a flat surface was created in enamel with a #600 grit polishing paper, rinsed with a water spray, and lightly dried. Then, enamel surface was prepared for adhesion following different procedures depending on the sealants. The chemical composition and handling steps on the sealants are shown in table below.

Sealant	Chemical compositions	Ethant name and etching application procedure	Manufacturers
BeatiSealant	UDMA, TEGDMA, S-PRG filler	BS Primer : Apply the primer solution, leave it undisturbed for 10s, gently air blow for 10s.	Shofu (Kyoto, Japan)
DELTON FS	Bis-GMA, Sodium fluoride, Triethylene glycol dimethacrylate, Barium alumino fluoroboro silicate glass	Gel Etchant : 37% H ₃ PO ₄ Apply etching for 20~40s, rinse and dry.	Dentsply (York, USA)
TEETHMATE F-1 2.0	TEGDMA, HEMA, MDP	Etchant : 37% H ₃ PO ₄ Apply etching for 30s, rinse and dry.	Kuraray (Tokyo, Japan)
Fuji III LC	Fluoroalmino silicate glass, Metacrylate polyacrylic acid, water	GC Cavity Conditioner : 20% Poly-acrylic acid Condition with 20% poly-acrylic acid for 10s, wash and gently dry.	GC (Tokyo, Japan)

After having prepared the enamel for bonding, the material for pit and fissure sealing, resin-based materials (BS, DELTON, Teethmate) and a resin modified glass-ionomer (Fuji III LC) were used to build up on the bonding surface a block of about 5mm in height. The build-up was created by progressively adding 1 to 2mm-thick increments of material, which were singularly cured for 20 seconds with curing unit (Blue shot, Shofu Ltd., Kyoto, Japan). After a 24h-storage in distilled water at 37°C. Each tooth was longitudinally cut into a series of 1 mm-thick slabs by means of a water-cooled diamond bade (Isomet, Buehler). The slab was sectioned it again lengthwise, 15-20 sticks about 1mm x 1mm in cross-section were obtained from 5 teeth.

Each microtensile specimen was then glued with cyanoacrylate to the two free-slide parts jig. The jig was mounted on a desk type loading machine (EZ test, Shimadzu, Kyoto, Japan). The tensile load was applied at a cross-head speed of 0.5mm/min, until specimen failure occurred. For each specimen the mode of failure was also defined as either adhesive, cohesive in enamel, or cohesive in sealant by examining the fractured stick by SEM (Hitachi, S-4000).

Results and Discussion: The bond strength data was performed for the application of kruskal Wallis Test for significance of differences among sealants (n=15)

The highest bond strength values to enamel was achieved by the DELTON FS (32.8±10.7MPa). BeatiSealant treated with self-etching primer showed adequate bonding strength to enamel (23.4±4.9MPa) and there is no significantly difference with TEETHMATE F-1 2.0 (24.1±4.9MPa). The weakest bonds were attained by Fuji III LC (15.5±7.0MPa). Significant difference was found between resin sealants and RM GiC sealant because of texture of materials or adhesion.

Conclusion: Self-etching primer showed strength between enamel and sealant with lower aggressive to enamel than phosphoric acid etching.

積層充填におけるコンポジットレジンの流動性が接着性能へ及ぼす影響

岩手医科大学歯学部 総合歯科学講座総合歯科教育学・保存修復学分野

○千葉史子 岡田伸男 志賀華絵 山本慎子 中村芳章 熊谷啓二 工藤義之 野田 守

Effect of Resins Composite Fluidity on adhesion in incremental filling technique

Division of Operative Dentistry and Education for General Practice Residency, Department of General Dentistry, School of Dentistry, Iwate Medical University

○Chiba Fumiko, Okada Nobuo, Shiga Hanae, Yamamoto Makiko, Nakamura Yoshiaki,

Kumagai Keiji, kudou yosiyuki and Noda Mamoru

【緒言】

フロアブルレジンは流動性が高く窩壁に適合させやすい事から、II級窩洞の側室部分の積層に有効な充填材であるが、重合収縮が大きく、歯質接着性への影響が指摘されている。近年、株式会社ジーシーより超微粒子高密度均一分散型コンポジットレジンのMIフィリングシリーズが市販されている。特徴として、(1)ダイレクトに充填できる操作性で、(2)フロアブルレジンのような流動性といくつかの流動性があることから症例に合わせて選択でき付形性もあり、(3)強度と耐磨耗性がある。本研究では、積層充填において、コンポジットレジンの流動性の違いが接着性能に及ぼす影響についてMIローフローならびに各種コンポジットレジンを用いて検討した。

【材料および方法】

- (1) コンポジットレジン；GC社製のナノハイブリッドフロアブルレジンとしてMIローフロー(以下、MLF)、MIフロー(以下、MF)、GC社製のフロアブルレジンとしてユニフィルフロー(以下、UF)、トクヤマ社製のプライムフィル(以下、PF)を使用した。
- (2) 被着体；抜去後冷凍および長期水中保存したウシ永久下顎前歯から採取したエナメル質および象牙質を耐水研磨紙#600まで研磨し使用した。
- (3) 接着処理；MLF、MF、UFをGボンドプラス(GC)で、PFは付属の処理剤を業者指示により表面処理し、各レジンを内径4mm高さ3.0mmのステンレスモールドに填塞し、光照射を40秒間行ったものと各レジンを1mmライナー後、ソラーレを積層充填したものの2試料とした。
- (4) 引張り接着試験；クロスヘッドスピード0.5mm/minにて測定した。各群の試料数は15本とし、得られた値はOne-way ANOVAとStudent-Newman-Keuls testとt-testを用いて有意水準5%で統計学的分析を行った。

【結果】

エナメル質接着力；積層しない場合はMLFが、有意に接着強さが強く、他の材料間に有意差は認められなかった。積層した場合はPFが他の材料より有意に低い値を示した。

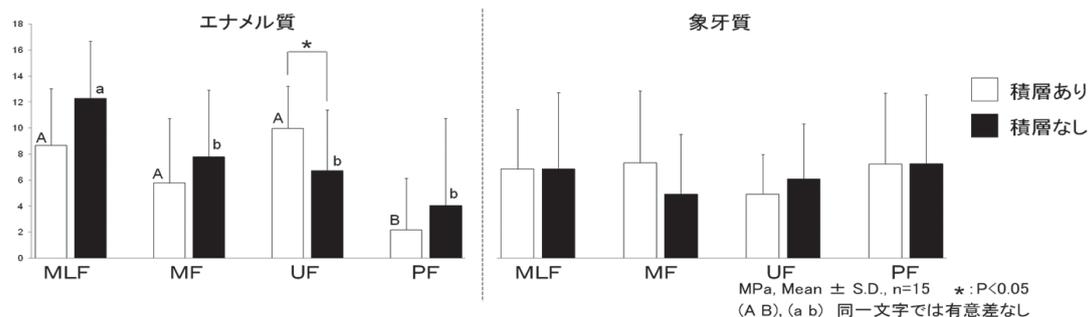
象牙質接着力；積層しない場合・積層した場合においても接着強さに有意差は認めなかった。

積層の有無で比較しところ、エナメル質におけるUFのみが有意差を認めた。

【考察】

結果より、積層することで一番流れがよいUFの接着力が増加したが、MLF、MFなどの超微粒子高密度均一分散型レジンでは差は認められなかった。UFの重合収縮が大きい事が一因と思われた。PFの接着力はエナメル質<象牙質であった。同材料の歯面処理条件が象牙質接着により適した条件であるためと考えられた。

図 引張り接着強さ



新しく開発された“Bulk Fill”型コンポジットレジンの接着性能 第1報 辺縁封鎖性と窩壁適合性について

愛知学院大学歯学部保存修復学講座

○大下尚克, 森田有香, 佐藤かおり, 富士谷盛興, 千田 彰

Adhesive Performance of New Resin Composites Developed for “Bulk Placement” Part 1 A Study of Marginal Sealing and Wall Adaptation

Department of Operative Dentistry, Aichi Gakuin University

○OSHITA Naoyoshi, MORITA Yuka, SATOH Kaori, FUJITANI Morioki, SENDA Akira

<目的>

接着修復およびこれらに用いられる材料については、より高い接着性能の獲得やテクニカルエラーの軽減などが図られ、またステップ簡略化や操作時間の短縮化も進められてきた。昨今、ワンボトルワンステップタイプのボンディング材が主流となってきているが、最近さらなるステップ簡略化を目指した、自己接着型、すなわちBulk Fill型コンポジットレジンが開発されて、一部は製品化されている。しかし、これらの接着性能については、いまだ十分に検討されておらず、その詳細は明らかになっていないのが現状である。

そこで本研究では、いわゆるBulk Fill型コンポジットレジンの接着性能、とくに辺縁封鎖性と窩壁適合性について色素浸透試験により評価した。

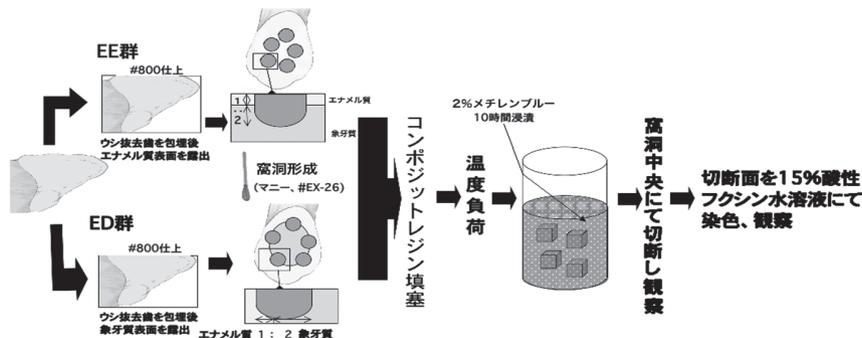
<材料および方法>

ウシ新鮮抜去前歯歯冠部をエポキシ樹脂に包埋し、エナメル質、あるいは象牙質平坦面を調製した(#800)。エナメル質平坦面の試料においては、全周エナメル質窩縁を有し窩洞が象牙質に及ぶ規格窩洞(EE群)を、あるいは象牙質平坦面の試料においては、歯頸部における窩洞を想定し、エナメル質および象牙質の両窩縁を有し窩洞が象牙質に及ぶ規格窩洞(ED群)を形成した。両群とも5分×3回の超音波洗浄を行い、各種接着修復材料を業者指示通りに填塞した。37℃蒸留水中に24時間保管後、サーマルサイクル試験(5℃, 60℃, 1000回)に供した。その後、2%メチレンブルー水溶液に10時間浸漬後、窩洞の中央で切断し、断面における色素侵入の様相を実体顕微鏡にて観察した。(これを辺縁封鎖性の評価とした)次いで、15%酸性フクシン水溶液で断面を再び染色し¹⁾、実体顕微鏡にて色素浸透の様相を観察した。(これを窩壁適合性の評価とした)いずれも実験をくり返し、数を20とした。

なお、使用した材料を表に、試料調製方法を図に示す。

表 使用材料

製品名	略号	製品名	略号
試作フロータイプ Bulk Fill (自己接着型)	MF	G-Bond Plus + MI Flow	GM
試作ペースタイプ Bulk Fill (自己接着型)	KF	BONDFORCE+ESTELITE FLOW QUICK	BE
Prime Fill™ (専用プライマー使用)	PF		



<結果および考察>

両群(EE群、ED群)におけるGM群、BE群の辺縁封鎖性ならびに窩壁適合性は、重合収縮および温度負荷によると考えられるギャップが若干認められたが、概ね良好であった。全周エナメル質窩縁を有し窩洞が象牙質に及ぶような窩洞(EE群)におけるBulkFill型コンポジットレジンの接着性能については、1) 辺縁封鎖性: エナメル質内1/3から2/3に侵入を認めたもの(PF)から2/3以上侵入したもの(MF, KF)まで色素侵入の程度は材料によって異なっていた。2) 窩壁適合性: 象牙質はいずれも全周に色素浸透を認めた。一方、エナメル質および象牙質の両窩縁を有し窩洞が象牙質に及ぶような窩洞(ED群)におけるBulkFill型コンポジットレジンの接着性能については、サーマルサイクル試験時に多数のコンポジットレジンの脱落を認めた。脱落しなかったものでも、1) 辺縁封鎖性: エナメル質ではEE群に比べ色素侵入の程度が高かった。2) 窩壁適合性: 象牙質では全周にわたる色素の侵入、浸透を認めた。

以上のことから、BulkFill型コンポジットレジンの接着性能はさらなる改良、改善が必要であることが示唆された。
<結論>

本研究に用いたBulk Fill型コンポジットレジンの辺縁封鎖性ならびに窩壁適合性は、ワンボトルワンステップタイプのボンディング材を用いてフロアブルコンポジットレジンを填塞した場合に比し不十分であることが判明した。

1) 富士谷盛興, 他: 複合レジンの窩壁適合状態検索のための色素浸透試験法の検討; 日歯保存誌 30 898-910, 1987.

メチルメルカプタンがコンポジットレジン¹の補修修復に及ぼす影響

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹, 日本大学歯学部総合歯学研究所生体工学研究部門²,
浅野歯科クリニック³, 市石歯科クリニック⁴

○小倉由佳理¹, 石山智恵美¹, 井上直樹¹, 陸田明智^{1,2}, 瀧川智義^{1,2},
浅野和正^{1,3}, 宮崎真至^{1,2}, 市石芳博⁴

Influence of Immersion in Methylmercaptan Solution on Resin Bonding.

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

Nihon University School of Dentistry², Asano Dental Clinic³, Ichiishi Dental Clinic⁴

○OGURA Yukari¹, ISHIYAMA Chiemi¹, INOUE Naoki¹, RIKUTA Akitomo^{1,2}, TAKIGAWA Tomoyoshi^{1,2},
ASANO Kazumasa^{1,3}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, ICHIISHI Yoshihiro⁴

【研究目的】

臨床においては、修復物の破折、表面磨耗あるいは一部が着色した症例に対して、これを全て除去することなく、問題のある部分のみを削除し修復するという補修修復が行われている。しかし、この補修修復は実験室環境では良好な成績を示すものの、実際の臨床では必ずしも良好な経過ばかりではないのが現状である。

そこで演者らは、口腔内に微量存在する揮発性硫黄化合物であるメチルメルカプタンに着目し、これがコンポジットレジン¹の補修修復における接着性に及ぼす影響について、剪断接着強さ試験および試験後の破壊形式の観察を行うとともに、走査電子顕微鏡(以後 SEM) 観察を行うことによって検討した。

【材料および方法】

供試したコンポジットレジンペーストおよびシングルステップアドヒーシブの組み合わせは、Estelite Σ Quick/ Bond Force (トクヤマデンタル、以後 EQ) および Beautifil II/ BeautiBond (松風、以後 BII) の2製品とした。可視光線照射器としては、Optilux 501 (sds Kerr) を、その光強度が 600 mW/cm² 以上であることを確認して使用した。

1. 被着試料の製作

補修修復の対象となる旧修復物は、内径 6 mm、高さ 2 mm の円筒形テフロン型にレジンペーストを充填、光照射を行い、硬化させた。この試片を 0.01 M、0.1 M、1.0 M の濃度に調整したメチルメルカプタン溶液に、4 週間浸漬した。また、精製水に浸漬したものをコントロールとした。

2. 接着試験用試片の製作

製造者指示条件にしたがって接着操作を行い、内径 4 mm、高さ 2 mm の円筒型テフロン型を静置して、同一レジンペーストを充填、ストリップスを介して光線照射を行い、接着試片とした。

これらの試片は、37℃精製水に 24 時間保管後、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用い、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の測定を行った。なお、接着試験用試片の数は各条件につき 10 個とし、その製作は 23±1℃、相対湿度 50±5% の恒温恒湿室で赤色ランプ照明下にて行った。得られた接着強さの測定値については、各濃度間の有意差の検定を有意水準 5% の条件で行った。

3. SEM 観察

接着強さ測定後の破断試片については、その破壊形式を知るために、実体顕微鏡を用いて旧修復物側破断面を観察し、併せて通法に従って SEM (ERA-8800FE, エリオニクス) 観察を行った。

【成績および考察】

供試したコンポジットレジンにおける補修修復の接着強さは、コントロールと比較して、EQ においてはすべての濃度条件で有意に低下した。一方、BII においては 0.01M 群および 0.1M 群では有意差は認められなかったが、1.0M 群においては有意に低下した。また、1.0 M 群では、EQ および BII ともに他の濃度条件と比較して有意に低い接着強さを示した。接着試験後の破壊形式は、EQ および BII ともに 0.01M 群および 0.1M 群においては旧レジンの凝集破壊が大勢を占めたが、1.0M 群において界面破壊が大勢を占めた。

この接着強さの低下は、旧レジン表層に一定以上の濃度のメチルメルカプタンが連鎖移動剤として作用することによって、アドヒーシブの重合が阻害され、接着性に影響を及ぼした可能性が考えられた。

【結論】

供試したコンポジットレジン¹の補修修復において、メチルメルカプタンは接着阻害因子となる可能性が示唆された。

フロアブルコンポジットレジンを用いたコンポジットレジン補修修復の研究 -破壊形態による比較検討-

昭和大学歯学部歯科保存学講座 美容歯科¹⁾ 昭和大学歯学部歯科理工学教室²⁾

○小林幹宏¹⁾, 藤島昭宏²⁾, 岩崎友美¹⁾, 小川弘美¹⁾, 宮崎隆²⁾, 真鍋厚史¹⁾

Repair of composite resin restoration using a flowable composite resin

- Comparison examination in fracture morphology -

Department of Clinical Cariology, Showa University, School of Dentistry
(Esthetic Dentistry Division)¹⁾

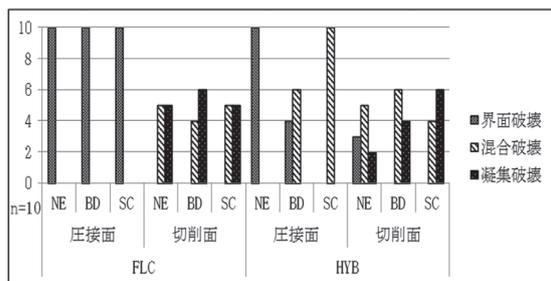
Department of Oral Biomaterials and Technology, Showa University, School of Dentistry²⁾

○KOBAYASHI M¹⁾, FUJISHIMA A²⁾, IWASAKI T¹⁾, OGAWA H¹⁾, MIYAZAKI T²⁾, MANABE A¹⁾

研究目的：本研究では、口腔内でのコンポジットレジン補修修復にフロアブルコンポジットレジンを用いることを想定し、被着面すなわちすでに硬化しているコンポジットレジンの表面粗さならびにプライマー処理などの前処理条件の相違がコンポジットレジンの補修接着修復に及ぼす影響をせん断後の接着界面の破壊形態を用いて比較、検討を行った。

材料および方法：光重合型コンポジットレジンとして Clearfil®AP-X (クラレメディカル, 以下, HYB) および Beautiful Flow F02 (松風, 以下, FLC) を使用した。ボンディング材として, Clearfil® Photo Bond Bonding Agent (クラレメディカル), シランカップリング剤として Clearfil® Porcelain Bond Activator (クラレメディカル) を使用した。補修するコンポジットレジンには 2 種類 (HYB, FLC) のコンポジットレジンを使用。補修に用いるコンポジットレジン は FLC のみとした。直径 10mm, 厚さ 2mm の試験片を製作し, その後一週間 37°C 水中保管した。被着体の表面性状の条件として圧接面及びダイヤモンドポイント切削面とし臨床的な補修修復の被着面とした。ダイヤモンドポイントにて試料の被着面に対して並行になるように 5 回走査し切削痕を作製した。圧接し硬化させた状態の被着体表面および、ダイヤモンドポイントで切削した被着体表面の表面粗さ (Ra) を切削条痕と直角方向で測定した。測定は 10 回行い, 10 回の平均を表面粗さとした。また, 同様の表面の表面処理を行った試料を製作し表面を走査電子顕微鏡を用いて観察した。テフロン製のモールドを固定し接着処理(未処理(NE), ボンディング処理(BD), シランカップリング処理(SC))の3条件を行いFLCを充填し上方より60秒間照射し臨床的補修修復を再現した。その後, 一週間37°C水中保管した。各試料に対して万能材料試験機(インストロン)を用いてクロスヘッドスピード毎分1.0mmの条件でせん断試験を行った後, 破壊形態の判定を行った。

成績：FLCの圧接面ではすべての条件において界面破壊であった。切削面ではすべての条件でコンポジットレジンの凝集破壊および混合破壊であったが, 被着面の処理条件では大きな差はなかった。HYBの圧接面では混合破壊は観察されるがコンポジットレジンの凝集破壊は観察されなかった。圧接面に比べると切削面ではコンポジットレジンの凝集破壊および混合破壊が増加する傾向にあり, ボンディング処理, シランカップリング処理と順に凝集破壊が増す傾向にあった。



結果および考察：フロアブルコンポジットレジンで補修する場合, 被着面の表面粗さが大きくなるにつれて接着性が増す傾向にあった。これは, 補修に用いたコンポジットレジンがフロアブルコンポジットレジンを用いたため機械的嵌合力が増加したためと考えられる。被着面に対して未処理に比べてボンディング処理およびシランカップリング処理では接着性が増す傾向にあるがボンディング処理と比較するとシランカップリング処理効果は著明ではなかった。

フロアブルコンポジットレジンで補修する場合, 被着面に対してのシランカップリング処理効果より表面性状に大きく影響されることが示唆された。

コンポジットレジンによる補修修復の7年間の臨床評価

新潟大学医歯学総合病院 歯科総合診療部、*新潟大学大学院 医歯学総合研究科 口腔保健学分野
○石崎裕子, 福島正義*

7-year clinical evaluation of restorations repaired by composite resin.

General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental Hospital,
*Division of Oral Science for Health Promotion, Department of Oral Health and Welfare,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○ISHIZAKI Hiroko, FUKUSHIMA Masayoshi*

【研究目的】 日常臨床において歯冠修復物の再治療の頻度は高く、旧修復物の完全除去を繰り返すたびに歯質を失うという現実がある。しかし、修復物の再治療が必要となった場合、欠陥部のみを部分的に補修できることも少なくない。FDIが提唱しているMinimal Intervention Dentistryの基本概念にも修復物の補修が含まれている。しかし、補修修復物の臨床評価についてはほとんど報告がない。我々は本学会第124回大会においてコンポジットレジンによる補修修復の短期臨床経過を報告した。今回は長期臨床経過を観察した。

【材料および方法】 平成15～16年に新潟大学医歯学総合病院歯科総合診療部および歯の診療室に通院している患者に対し、補修修復の意義を説明し同意を得て、補修修復を行った。修復材料はFiltek™ Supreme (3M ESPE)、クリアフィル AP-X®、クリアフィル ST® (クラレメディカル)、パルフィックエステライト (トクヤマデンタル)、Filtek Flow™ (3M ESPE)を用い、接着システムはメガボンド® (クラレメディカル) またはエナメル窩縁部や旧修復材料面にリン酸 (K-エッチャント®, クラレメディカル) 処理後にメガボンドを使用し、症例によっては前処理 (メタルプライマー II, GC、ポーセレンボンド®, クラレメディカル)、オペカー (クリアフィルオペカー®, クラレメディカル) を使用した。研磨時 (ベースライン) およびメンテナンス来院時にUSPHS評価法に準じた評価と写真撮影記録を行った。7年後にリコールされた13名・32歯 (リコール率84.2%) (無髄歯16歯含む)・33窩洞について集計を行った。

【成績および考察】 術前の診断は、2次う蝕21例、摩耗5例、新生う蝕3例、その他4例で、旧修復物の内訳はレジン17例、全部鑄造冠7例、メタルボンドクラウン8例、メタルインレー1例であった。補修窩洞の内訳は根面19例、5級6例、WSD5例、3級3例であった。リコールされたうち1例は歯根破折により抜歯になったため評価対象から除外した。7年間で再修復に至ったのは7例 (再修復歯率22.6%) であった。その内訳は補修部位の事故2例 (2次う蝕1例、体部破折1例)、周囲歯質の新生う蝕2例、旧修復部位の事故2例 (2次う蝕1例、脱落1例)、その他1例であった。この7年間で発生した事故に対しては、すべてコンポジットレジンで再補修を行なった。なお7例のうち、う蝕発生の4例はう蝕ハイリスク患者であった。

補修修復が選択された理由は患者毎に異なり、補修修復のメリットとリスクの観点および患者の事情に合わせて選択されていた。補修修復の長期的予後は、患者のう蝕リスクによって影響を受けており、メンテナンスの重要性が示唆された。

【結論】 修復歯の繰り返し治療サイクル (repeated restoration cycle) における歯質損失を最小限にとどめるために、補修修復は治療の選択肢の1つとして有効であることが示唆された。

TBB系充填材と光重合レジンを用いる充填法

^{1,3} 首藤歯科医院、² 長崎大学病院臨床教育・研修センター、³ 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科齲蝕学分野
○首藤 実^{1,3}、久保至誠²、林 善彦³

Filling method of TBB system resin in combination with photo-polymerized resin
^{1,3}Syudo dental Clinic, ²Center for Clinical Education and Training, Nagasaki University Hospital,
³Department of Cariology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences
○Syudo Minoru^{1,3}, Kubo Shisei², Hayashi Yoshihiko³

緒言

光重合型のボンディング材を塗布後、充填された光重合型コンポジットレジン（以下光重合レジン）は光照射面より重合を開始するため、充填されたレジンが表層へと引っ張られ、重合収縮歪は接着界面に集中して発生し、同部位の破壊が起こることが想定される。この問題を解決するには、歯質サイドより重合を開始しその重合収縮歪がレジン表層に発生する TBB 系充填材の使用が考えられるが、現在発売されている唯一の TBB 系充填材であるボンドフィル SB 単独の充填では症例によっては耐摩耗性が不足することもある。さらに、歯質サイドより重合を開始するため、表層部のレジンの重合は遅れ当日の研磨は適さないとも考える。

TBB 系充填材と耐摩耗性の高い光重合レジンを用いる充填法では、重合の時間差を利用し、重合収縮歪をボンドフィル SB と光重合レジンの混ざり合った所に集約することが出来ると考える。さらには充填が終了した重合体の表層は窩洞辺縁部の接着領域以外は光重合レジンであるため、耐摩耗性は光重合レジンの性質に依存するし当日研磨も可能と考える。

今回、ボンドフィル SB と光重合レジンを用いたレジン充填の具体的な術式について報告する。

材料と方法

齲蝕象牙質除去後、ボンドフィル SB 付属のティースプライマーを 20 秒塗布し軽いエアブローという前処理を行うか、もしくは表面処理材グリーン塗布 10 秒、水洗、乾燥という前処理を行った後、ボンドフィル液材 3～4 滴にキャタリスト V 1 滴を加えた液に、微量の粉材を加え調整した液状の混和泥を付属のディスプレイ筆を用い窩洞全面に塗布する。つぎにその筆先を粉材に接触させレジンビーズを作成しそれを窩洞内へ移送する。この時窩洞内部に塗布した混和泥は液状なので、移送されたレジンビーズは混和泥と直ぐに馴染んで窩洞内部へと拡散していく（Ⅲ級歯冠側のアンダーカット部でも容易にレジンビーズは拡散する）。窩洞は前処理が施されているため、はじめに樹脂含浸層が形成される。重合は歯質サイドより開始され、ボンドフィル SB は歯質方向へと引っ張られる。次いで、ボンドフィル SB の重合がある程度進み表面の透明性が失われた時期に、光重合レジンを押接充填する。（光重合レジンの押接方向は MMA を主体とするボンドフィル SB の重合方向と一致するので押接充填は大変に重要なことである。充填するレジンを引き戻すような動きは、決してしてはいけない）その後光を照射し充填を完了する。

極端に大きな窩洞では光照射後にボンドフィル SB の混和泥を再度塗布し、レジンビーズを移送し、その後に光重合レジンを押接充填し、光を照射する一連の動作を繰り返すことになる。充填終了後光を照射し、充填を完了した後、ハンドスケーラー、カーバイドバー、研磨用ストリップスを用い形態修正・研磨を行う。

まとめ

移送後すぐに歯質より重合を開始するボンドフィル SB と光照射後に表層より重合を開始する光重合レジンの、重合の時間差を利用する本術式ではボンドフィル SB と光重合レジンが混ざり合う重合体中心部の重合は最後となり、当該部位に重合収縮歪が集中すると考える。本術式では、光重合レジンでは充填しづらい場所の充填もボンドフィル SB にて簡単に充填でき、また充填後に不足箇所を発見した場合、ボンドフィル SB 混和泥の塗布、レジンビーズの移送、光重合レジンの押接、光照射を繰り返すことにより簡単に修正出来る。さらには、窩洞外にはみ出し、歯質、歯肉に接した過剰充填部の下層は重合が完了していない柔らかいボンドフィル SB なので過剰充填の大半はハンドスケーラー等で簡単に除去できる。この後形態修正を行うが、この時過剰充填の大半は除去されているので、形態修正とこれに引き続く研磨は簡単に行える。これらのことから、本術式は精密で簡単なレジン充填法であると考えられる。

隔壁法が側室部歯肉壁の光照射に及ぼす影響

大阪歯科大学歯科保存学講座

○小松首人、黄地智子、西田尚敬、宮地秀彦、藤原秀樹、井上昌孝、廣田陽平、吉川一志、山本一世

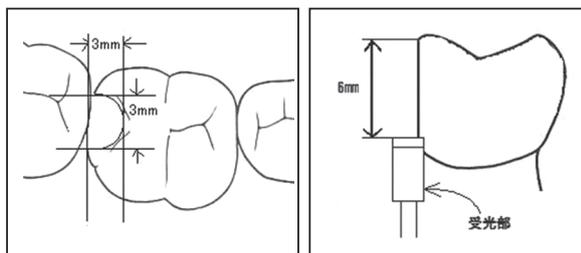
Effects of the matrix techniques for light irradiation on gingival wall in class 2 cavity

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○Komatsu Obito, Ouchi Satoko, Nishida Hisataka, Miyaji Hidehiko, Fujiwara Hideki
Inoue Masataka, Hirota Youhei, Yoshikawa Kazushi, Yamamoto Kazuyo

【研究目的】 臨床において、Minimal Intervention (MI) の考えに基づき、歯質削除量を少なくし、窩洞をできるだけ小さく形成して直接接着修復を行う傾向が強くなっている。また、コンポジットレジンに性能向上に伴い、2級窩洞の修復においてもコンポジットレジンが使用されるようになってきた。その場合、2級窩洞修復時に使用する隔壁のための補助器具が側室部歯肉壁の光強度に影響を及ぼすと考えられるが、その詳細は明らかではない。本研究では、隔壁のための補助器具が、光強度に及ぼす影響について検討を行った。

【材料および方法】 エポキシ模型下顎右側第一大臼歯遠心部に2級窩洞 (3 mm X 3 mm X 6 mm) を作成し、側室部歯肉壁に相当するように光強度測定用受光部を設定した。光強度測定には分光器 (Quest U/コニカミノルタ) を使用した。窩洞形成を行った模型歯に隔壁のための補助器具としてマトリックスバンド、セクショナルマトリックスを使用し、それぞれについて咬合面



から側室部歯肉壁に光照射を行い、光強度の測定を行った。補助器具なしで測定したものをコントロールとした。光照射には LED 照射器 (PENCURE/モリタ) を用いた。また、照射部位により、口腔内では咬合面へ垂直に照射できない可能性も考慮し、咬合面への照射角度 (30 度、90 度) を変え測定を行った。

【結果と考察】 LED 照射器は波長 470nm 付近において光強度のピークを示した。側室部歯肉壁での光強度はコントロールにおいて、咬合面に対し 90 度で照射したときに比べ、30 度で照射したときは約 75% に光強度が低下した。セクショナルマトリックスの使用時において、咬合面に対し 90 度で照射したときに比べ、30 度で照射したときは約 30% に光強度が低下した。マトリックスバンドの使用時において、咬合面に対して 90 度で照射したときにくらべ、30 度で照射したときは約 25% に光強度が低下した。コントロールと、セクショナルマトリックスを使用したときの光強度を比較すると、コントロールに比べセクショナルマトリックスを使用したときは、咬合面に対し 90 度で照射したときは約 80% に光強度が低下し、咬合面に対し 30 度で照射したときは約 30% に光強度が低下した。コントロールと、マトリックスバンドを使用したときの光強度を比較すると、コントロールに比べマトリックスバンドを使用したときは咬合面に対し 90 度で照射したときの光強度はほぼ同数値、咬合面に対し 30 度で照射したときは約 30% に低下した。

セクショナルマトリックスを使用したときに光強度が低下しやすいのは、マトリックスの固定に使用したリングが窩洞との距離を伸ばすためと考えられる。また、マトリックスバンド、セクショナルマトリックス使用時に、咬合面に対し 30 度で照射した場合に大きく光強度が低下するのは、金属のマトリックスが側方から入射する光を防ぐためと考えられる。このことから、隔壁を行うことで入射する光の量が角度により大きく変化することが示され、光照射を行うときには、可能な限り咬合面に対し垂直に照射することが望ましい。また、光強度の減衰が大きいことから、側室部歯肉壁に十分な光強度を与えるためには出力の大きな照射器を使用することが良いのではないと思われる。本研究から隔壁のための補助器具が側室部歯肉壁への光強度に影響を与えることが示されたが、他の種類の照射器、補助器具、窩洞の大きさについても検討の必要があると考えられた。

新規支台築造用セルフエッチングボンド「i-TFC ボンド」の根管象牙質への接着性

¹サンメディカル株式会社 研究開発部

²そよかぜ歯科医院

³日本大学松戸歯学部 保存修復学講座

○井波智鶴¹, 小里達也^{1, 3}, 山本憲廣^{2, 3}, 池見宅司³

Bonding efficacy of newly developed self-etching adhesive “i-TFC Bond” to root canal dentin

¹Sun Medical Co., Ltd. Research and development department

²Soyokaze Dental Clinic

³School of Dentistry, Nihon University at Matsudo, Department of Operative dentistry

○INAMI Chidzuru¹, ORI Tatsuya^{1, 3}, YAMAMOTO Norihiro^{2, 3}, IKEMI Takuji²

【緒言】

近年、審美的要求の高まりや、歯根破折の防止や金属アレルギーの問題などから、ファイバーポストを併用したレジジン支台築造法が急速に普及してきた。i-TFC システム (サンメディカル) は光ファイバーポストとスリーブ、光重合型のポストレジジンとコアレジジンからなる支台築造材料であり、最大の特長は円筒状の FRP (ガラス繊維強化プラスチック) チューブ「スリーブ」による種々の根管形態への対応を可能としたことである。また、光ファイバーポスト/光重合型ポストレジジンの組み合わせにより、デュアルキュア型レジジンにありがちな根尖周辺部におけるレジジンの重合の不確実さと操作時間の短かさを払拭できる利点も有する。

i-TFC ボンドは、i-TFC システムによる支台築造直接法に特化した専用の 1 液性セルフエッチングボンドである。付属のブラシには独自の親水性化学重合開始剤が担持されていることから、水分除去が困難な根管内においてもボンディング材への光照射を実施せずに高い接着強さが得られることが期待できる。そこで本研究では、i-TFC ボンドを用いた i-TFC システム直接法による歯根部歯髄側の象牙質への接着性について、微小引張接着試験並びに走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いた接合界面の形態学的評価を行ったので報告する。

【材料および方法】

冷蔵保管したヒト抜去前歯歯根部をリーマー#80 (MANI) および回転駆動切削具 RTP リーマー#3 (DENTECH) を用いて直径 2mm まで根管を拡大した。根管内に i-TFC ボンドを 20 秒間適用した後にエアブローを行い、ボンドへの光照射を実施せずに i-TFC ポストレジジンを充填した。次いで光ファイバーポストを挿入してその上部から BlueLEX (YOSHIDA) にて 30 秒間光照射を行った。なお、ハイブリッドコート II (サンメディカル) を用いて通法に従って同様の材料にて接着した試料をコントロールとした。調製した試料をそれぞれ 37℃ 水中に 24 時間浸漬させた後に低速回転ダイヤモンドカッター ISOMET (BUEHLER) にて歯根を長軸方向に切断した。切断した試験片を包埋後、露出した根管中央部にアクリルブロックを接着させて ISOMET にて接着面積が 1mm² になるように短冊状に連続切片を切り出し、小型卓上試験機 EZ-TEST (島津製作所) でクロスヘッドスピード 1.0mm/min にて微小引張接着試験を行った。SEM サンプルは観察面に 6N HCl および 1% NaClO にてそれぞれ処理し、洗浄乾燥後に白金蒸着を施して接合界面の観察を行った。

【結果と考察】

歯根部象牙質は部位により構造が異なることが報告されていることから、本実験では歯根部を 3 分割 (根管上部、中央部、根尖部) した場合における各歯根部位に対する接着性を比較評価した。微小引張接着試験の結果、i-TFC ボンドの平均接着強さは根管上部、中央部、根尖部の何れにおいても 31~36MPa の値を示し、部位間における接着強さの相違は認められなかった ($p > 0.05$)。また、何れの部位間においてもコントロールであるハイブリッドコート II の接着強さと統計学的有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。SEM 観察では i-TFC ボンドは歯根部象牙質の部位に関わらず全て緊密な接合状態であった。歯根部における象牙細管の密度は根管上部の歯冠側が根尖側より高く、その直径は歯冠から根尖に向かって小さくなっているため接着には不利な点が多い。しかしながら、光ファイバーポストと高い光透過性を有するポストレジジンとの組合せにより根尖部のレジジンまで確実に重合することができ、且つ i-TFC ボンドの歯根部象牙質への浸透・拡散性と重合性が高いことから優れた接着性能を示したと考える。

【結論】

i-TFC ボンドの歯根部歯髄側象牙質に対する接着性を評価した結果、何れの部位においてもボンドへの光照射を実施しなくとも優れた接着性能を有することが示唆された。

光透過型ファイバーポスト修復の根部における接着状態の評価

大阪大学大学院歯学研究科¹ 歯科理工学教室² 歯科保存学教室
○熊 宇^{1,2}, 古谷 優², 武田 侑子², 林 美加子², 今里 聡¹

Analyses of Interfacial Integrity in the Root Restored with a Light Transmittable Fiber Post

¹ Department of Biomaterials Science, ² Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry, Japan

OXIONG Yu^{1,2}, FURUYA Yu², TAKEDA Yuko², HAYASHI Mikako², IMAZATO Satoshi¹

Objective: Reliable adhesion of a post to root dentin is an essential to reinforce an endodontically treated tooth. However, high C-factor and compromised light transmission in a root canal make it difficult. The interface with imperfect adhesion, which can be deteriorated from the weakest part under occlusal loading with time, may induce debonding of a post. The objective of this study was to investigate the interfacial integrity of resin-dentin and resin-post interfaces in a root canal restored with a light transmittable fiber post in conjunction with resinous materials.

Materials and Methods: A total of eight freshly extracted single-rooted human premolars were decoronated at 2 mm coronal to the cemento-enamel junction followed by root canal preparation. Normal and flared-sized post spaces were individually prepared after root canal obturation. For the preparation of the flared canal, preset reference points were marked to standardize the thickness of remaining dentin wall as 1.0 mm. The depth of the post space was 2/3 of the full length of the root canal. A light transmittable fiber post (i-TFC optical fiber post, Sun Medical) was luted in the post space with Hybrid Bond and i-TFC Post Resin (Sun Medical) according to the manufacturer's instruction, and then a core was built-up with 2mm high. After storage in water for 24 hours, the specimens were sectioned into slices perpendicular to their long axes with a low-speed diamond saw. The slices were distributed as cervical, middle, and apical groups according to their locations. Consequently, each group had two slices from one root. The slices were stained with Caries Detector (Kuraray Medical) for 5 seconds, and the adhesive interfaces were observed under a stereomicroscope. The ratio of gaps expressed as the percentage to the entire interface was evaluated for both resin-post and resin-dentin interfaces. Three-factor ANOVA and paired *t*-test were used for statistical analyses.

Results: Three-factor ANOVA showed the interfaces (resin-post vs. resin-dentin), the size of post spaces (normal vs. flared), and the levels in a root (cervical, middle, and apical) significantly affected the interfacial integrity. The ratios of gaps in each interface at the three locations were shown in Table. The resin-dentin interface showed inferior integrity compared with resin-post interface at all the locations in both normal and flared-sized roots ($p < 0.05$). For the resin-dentin interfaces, the lowest ratio of gaps was obtained at cervical level in normal-sized preparation group ($p < 0.05$).

Conclusion: Within the limitations of the materials used, the interface of resin and root dentin was inferior to that of resin and post in the premolar restored with a fiber post. Further studies are needed to improve the interfacial integrity in the deeper region, especially in a flared root.

Acknowledgement: This study was supported in part by Japan China Sasakawa Medical Fellowship and Grants-in-Aid for Scientific Research (22390358, 23659888, and 23390434) from the Japan Society for the Promotion of Science.

Table. Ratios of gaps at resin-dentin (R-D) and resin-post (R-P) interfaces at different locations in a post space

	Normal			Flared		
	R-D Interface	R-P Interface	<i>p</i> value	R-D Interface	R-P Interface	<i>p</i> value
Locations	Cervical	14.9 (10.88)	0.376	46.0 (13.90)	21.3 (20.42)	0.001
	Middle	33.0 (14.34)		7.1 (13.67)	47.7 (16.20)	
	Apical	43.9 (8.90)	30.1 (28.48)	0.252	53.6 (27.39)	20.8 (17.45)
Over-all	30.6 (16.47)	15.1 (22.21)	0.004	49.1 (19.44)	21.1 (16.86)	0.000

1. The data were expressed as Mean (SD), $n = 8$.

2. Data connected with segment showed no statistical difference among the 3 groups in the same column ($p > 0.05$).

3. The results of paired *t*-test between resin-dentin and resin-post interfaces at the same location were presented as *p* value.

TMPT 配合レジンコーティング材の開発研究

中国西安交通大学 口腔医院 修復科¹
日本大学松戸歯学部 保存修復学講座² 歯科生体材料学講座³
○周 秦¹, 関根哲子², 藤田 光², 岩井仁寿², 神谷直孝², 西山典宏³, 遠 宜¹, 池見宅司²

A Study on the Development of Resin Coating Materials Containing TMPT

Department of Prosthodontics, Stomatological Hospital, Xi'an Jiaotong University¹

Department of Operative Dentistry², Department of Dental Biomaterials³, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○ZHOU Qin¹, SEKINE Satoko², FUJITA Kou², IWAI Hitoshi², KAMIYA Naotaka², NISHIYAMA Norihiro³, LU Yi¹, IKEMI² Takuji

【緒言】

コンポジットレジン接着システムの応用としてレジンコーティング法が挙げられ、最近では、1ステップ型のレジンコート材を主目的としたハイブリッドコート (HyC) が市販されるようになった。演者らは、HyCの象牙質接着強さの向上を目的として、トリメチロールプロパントリメタクリレート (TMPT) を HyC 液剤に添加したレジンコーティング材を試作し、ウシ象牙質に対する剪断接着強さを調べて報告した。その結果、HyC 液剤のアクリレート成分に TMPT を 67wt% : 33wt% の比率で配合した試作レジンコーティング材 (T33) において、剪断接着強さが最も高くなる傾向が示された。しかし、その剪断接着強さは市販の HyC と比較して有意差が得られるほどの改善は認められなかった。市販 HyC においては、本材を歯面に塗布する際に必然的に使用しなければならないアプリケーションターとして、N-フェニルグリシン (NPG) 等が吸着されているコートスポンジを用いている。このようなアプリケーションターシステムを利用すると、重合に関与する添加剤を混入することが可能である。本実験では T33 液剤中のカンファーキノン (CQ) 量を 1~15 倍にした場合の象牙質に対する剪断接着強さを調べ、その結果を基に、CQ 量を 3 倍とした新規試作レジンコーティング材 (NC コート材) を作製した。さらに、NPG 添加量を変化させたコートスポンジを作製し、NC 試料から採取した 1 滴の液剤で混和した試験試料について象牙質剪断接着強さ試験と重合率について検討し、液剤中に含まれる CQ とコートスポンジの NPG の適切なモル比について検討した。

【材料および方法】

被着体象牙質試料としてウシ前歯を使用した。T33 コート材中の CQ (和光純薬) の添加量が接着強さに及ぼす影響を調べるために、重量で 1~15 倍にしたコート材 (CQ コート材) を試作した。なお、T33 の CQ 添加量は 0.1% である。CQ コート材を HyC 付属のコートスポンジで混和したものを被着体表面に塗布し、10 秒間光照射した後、ユニフィルローフロー (GC) を充填して 20 秒間の光照射を行い、剪断接着強さ試験に供した。その結果を基に、CQ を 3 倍量とした NC コート材中の CQ に対して NPG の重量をモル比で 1.5~14.7 まで変化させたコートスポンジを試作し、それらのコートスポンジを使用して混和後、剪断接着強さ試験に供した。剪断接着強さは、試験体を 37°C 水中に 24 時間保管後、万能試験機 (TG-5kN, ミネベア) に設置し、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min で測定した。試料数は各々 10 とし、有意差検定は Tukey-Kramer ($p < 0.05$) にて行った。重合率の測定は、フーリエ変換赤外分光光度計 (Spectrum100, Perkin Elmer, USA) を使用し、Attenuated Total Reflection (ATR 法) で求めた。

【結果と考察】

T33 コート材中の CQ 量を重量で 3 倍とした CQ3 コート材が最も高い平均値を示したが、HyC コート材を含めた全ての試料間で有意差は認められず、それ以上 CQ 量を増加すると剪断接着強さは低下する傾向を示した。NC コート材の CQ 量とコートスポンジに含有した NPG のモル比を 1 : 1.5~14.7 とした試料では、モル比が 4.4 と 7.3 において、市販 HyC コート材よりも有意に高い剪断接着強さが得られ、NPG のモル比が 11.7、14.7 と多くなると剪断接着強さは低下した。次に、レジンコーティング材の象牙質接着強さは重合率に影響されるものと考え、NC コート材について、NPG のモル比が重合率に及ぼす影響を調べた。その結果、CQ に対する NPG のモル比が 4.4 と 7.3 において高い重合率が得られ、そのコート材の重合率と剪断接着強さとの間に相関が認められた。

【結論】

T33 コート材中の CQ 量を重量で 3 倍にした NC コート材においては、CQ に対する NPG のモル比が 4.4 あるいは 7.3 のコートスポンジを使用することによって、象牙質剪断接着強さと重合率は向上することが明らかになった。

紫外線照射したファイバーポスのコンポジットレジンとの接着強さの耐久性

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科先端材料評価学分野¹, 同歯学部生体材料加工学分野²
○浅川裕也¹, 高橋英和², 岩崎直彦², 塩沢真穂¹

Durability of bond strengths between composite resin and ultraviolet irradiated fiber-reinforced composite posts

Advanced Biomaterials, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University¹,
Department of Oral Materials Sciences and Technology, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University²
○ASAKAWA Yuya¹, TAKAHASHI Hidekazu², IWASAKI Naohiko², SHIOZAWA Maho¹

【研究目的】市販ファイバーポスはガラス長繊維とマトリックスレジンで構成されている。そのマトリックスレジンの大半が熱硬化性樹脂であり、コンポジットレジンとの接着が懸念されている。ポストにサンドブラスト処理やプライマー処理などを行うことでコンポジットレジンとの接着強さが向上すると報告されている。また、紫外線照射により接着強さは改善し、有効な照射条件はレジンにより異なることが明らかとなった。しかしながら、紫外線照射したファイバーポストとコンポジットレジンとの接着強さの耐久性は十分に明らかではない。本研究では紫外線照射したファイバーポストとコンポジットレジンとの接着強さの耐久性をサーマルサイクル前後の接着強さを比較することで評価した。

【材料および方法】実験に用いた試作ファイバーポスト(直径 1.5 mm, 長さ 20 mm)は 2 種類のマトリックスレジン(ポリメチルメタクリレート(PMMA), エポキシ樹脂(EP))と E ガラス繊維(40 vol%)を組み合わせることで作製した。紫外線の光源は低圧水銀ランプ(253.7 nm, 10 W)を用いてポストとの距離を 15 mm とした。照射時間は未照射群(NT)で 0 秒, 照射群(UV)で PMMA は 120 秒, EP は 15 秒とした。ポストの周囲にアクリルパイプ(内径 8 mm, 高さ 2 mm)を取り付け、内側にコンポジットレジン(クリアフィル DC コア オートミックス)を充填して光重合により接着した。同試験片を 37°C 脱イオン水中に 24 時間浸漬後, 接着部の厚さを 1.0±0.1 mm に加工した。試験片はそれぞれ 16 個作製した。引抜せん断試験は万能試験機(1123, Instron)を用いて, 試験片の半数はそのまま試験を行い(TC0), 残りはサーマルサイクル(5-55°C, 10,000 回; TC10000)後に試験を行った。得られた最大引張荷重を接着面積で除したものを接着強さとして算出した。破壊様相は実体顕微鏡を用いて観察した。得られた接着強さは紫外線照射の有無とサーマルサイクル前後を主要因とする二元配置分散分析と Tukey の多重比較を行った(p<0.05)。

【結果および考察】サーマルサイクル前後の PMMA, EP とコンポジットレジンの接着強さの結果を図に示す。接着強さは PMMA で 4.2~30.8 MPa, EP で 1.4~15.7 MPa となった。二元配置分散分析の結果, PMMA では交互作用が有意であり NT ではサーマルサイクルの前後の値に有意差が認められなかったが, UV の接着強さはサーマルサイクル後に有意に減少した。EP では紫外線照射による有意差が認められたが, サーマルサイクルと交互作用には有意差が認められなかった。破壊様相を観察したところ, PMMA の UV を除いて界面破壊であった。PMMA の UV ではサーマルサイクル前では全て混合破壊であったものがサーマルサイクル後では一部界面破壊が観察された。このことより UV 照射により PMMA, EP のいずれでも NT より接着強さが向上した。しかしながら, PMMA ではサーマルサイクル後に接着強さが大きく減少したが, これはコンポジットレジンとの界面に水が浸透したことで界面強度が低下したためと考えられる。

【結論】紫外線照射した PMMA はサーマルサイクル後の接着強さの減少量が大きいものの未照射よりも有意に大きく, EP ではサーマルサイクル後の接着強さは維持されていた。以上より, 紫外線照射したファイバーポストとコンポジットレジンとの接着強さの耐久性はあるものと予想される。

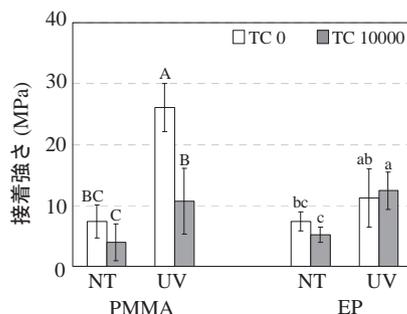


図 サーマルサイクル前後の試作ファイバーポストとコンポジットレジンの接着強さ p<0.05

デュアルキュア型レジンセメントの研究 — 光照射の有無が機械的強度に与える影響 —

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○横田啓太, 鈴木康一郎, 服部泰直, 河村昌哲, 砂田和久, 廣瀬沙耶佳, 吉川一志, 山本一世

Study on dual cured resin cement

— Effect of light exposure on mechanical properties —

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University.

○YOKOTA Keita, SUZUKI Koichiro, HATTORI Yasunao, KAWAMURA Masaaki,
SUNADA Kazuhisa, HIROSE Sayaka, YOSHIKAWA Kazushi, YAMAMOTO Kazuyo

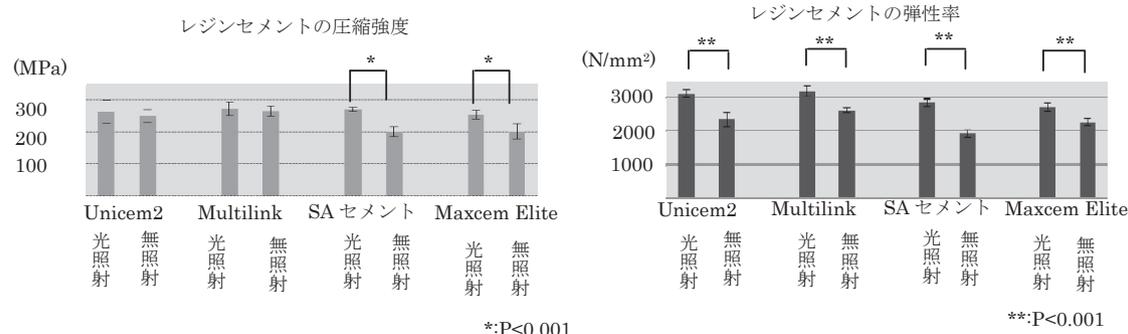
【目的】

近年、歯の修復における審美的な要求が高まり、歯冠色間接修復の普及とともにレジンセメントが用いられる機会が増加している。中でもデュアルキュア型レジンセメントは重合様式の特徴が修復物のセメンティングに有利であることから臨床で多用されているが、メタルインレーやクラウンのように光が透過しない症例でも用いることも考えられる。そこで本研究では、光照射がデュアルキュア型レジンセメントの機械的強度に与える影響を考察するため、光照射を行った場合と無照射の場合の圧縮強度および弾性率を測定し、比較、検討を行った。

【材料および方法】

デュアルキュア型レジンセメントとして、全てオートミックスタイプの Unicem2 (3M ESPE), Multilink (Ivoclar Vivadent), クリアフィル SA セメント (kuraray), Maxcem Elite (Kerr) を使用した。光照射を行う群は各種デュアルキュア型レジンセメントを直径 3mm, 高さ 6mm のテフロンモールドに填入後、セルロイドストリップにて圧接し、上下面から 20 秒ずつ XL3000 にて光照射を行い硬化させ、37°C 水中に 24 時間浸漬させて保管したものを試料とした。光照射を行わない群は遮光状態の暗室で、同様の手順で各種デュアルキュア型レジンセメントをテフロンモールドに填入、圧接後、遮光状態にて 24 時間保管したものを試料とした。24 時間保管した後、万能試験機 AUTOGRAPH AGS-10kNX (島津製作所) を用いて CHS 1.0mm/min にて、圧縮強度および弾性率の測定を行った。各条件における試料数は 8 試料とし、統計処理は一元配置分散分析および Tukey の検定を行った。

【結果および考察】



結果を上図に示す。圧縮強度においては、Unicem2 および Multilink では光照射の有無における有意差は認められなかったが、クリアフィル SA セメントおよび Maxcem Elite では有意差が認められた。弾性率においては、4 種ともに光照射の有無における有意差が認められた。このことから、無照射の場合、レジンセメントの重合が完全でない可能性があると考えられた。

【結論】

今回実験に使用したデュアルキュア型レジンセメントでは光が届かない環境下で使用した場合に機械的強度が低下する傾向があり、弾性率が低下することから重合が完全でない可能性が示唆された。この結果より、デュアルキュア型レジンセメントを用いる際には可能な限り光照射を行う方が望ましいと考えられる。

接着性レジンセメントの歯髄刺激性について
—練和後の pH 変化—
大阪歯科大学 歯科保存学講座

○小正 玲子、吉川 一志、竹内 撰、野村 雄司、三木 秀治、妻野 純朗、廣瀬 泰明、山本一世

Pulpal response to adhesive resin-based luting cements
—pH determinations of adhesive resin-based luting cements—
Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○Reiko KOMASA, Kazushi YOSHIKAWA, Osamu TAKEUCHI, Yuji NOMURA, Hideji MIKI, Sumio TUMANO,
Yasuaki HIROSE, Kazuyo YAMAMOTO

【研究目的】

審美歯科の発展に伴い、コンポジットレジンインレーおよびセラミックインレー修復が増加している。これらの修復の増加に伴い、接着性レジンセメントの使用は欠かすことができないものとなっている。近年、前処理を必要としないセルフアドヒーシブセメントが開発、市販され始めた。セルフアドヒーシブセメントは、本セメント中に含有されている接着性モノマーがエナメル質や象牙質をセルフエッチングし、レジン成分が浸透、拡散し樹脂含浸層を形成することにより接着している。

また、一方インレー修復の術後疼痛の原因の一つとして、歯科用セメントが練和直後に酸性を示すことが原因といわれている。接着性レジンセメントについては、接着に必要な接着性モノマーが酸性であるため、硬化中の酸性度が歯髄に影響を与える可能性がある。そこで、今回われわれは、接着性レジンセメントの pH 値を測定し、練和後の pH の変化について検討した。

【材料および方法】

被験材料として Maxcem Elite(Kerr)、Clearfil SA セメント Automix(Kuraray)、RelyX Unicem2 Automix(3M ESPE)を使用し、各材料の練和方法はメーカーの指示に従った。

各試料の pH 測定にはブック pH 試験紙(ADVANTEC)を使用した。蒸留水にて湿潤した pH 試験紙を 3 分間反応させ、STANDARD COLOR CHART を参考にし、各試料の練和直後、練和後 5、10 分、24 時間、48 時間後および 72 時間後の pH 値を測定した。試料は各群 3 個とし、Tukey の検定を用い統計解析を行った。

【成績】

Maxcem Elite についての pH 値は練和直後から 72 時間後まであまり変化がみられず、硬化後も pH は 3.0 と強い酸性の値を示した。Clearfil SA セメント Automix については、練和直後の pH は 2.5 と高い酸性を示し、72 時間後になると 6.2 へと上昇した。最後に、RelyX Unicem2 Automix については、練和直後の pH は 2.8 と強い酸性の値を示すが、72 時間後には 7.4 に上昇した。

【考察】

Maxcem Elite は硬化後の pH はその他のセメントに比べ高いものの、酸性の状態を示し中性を示すまでには時間が必要で、歯髄に対して刺激性を与える可能性があると考えられる。Clearfil SA セメント Automix は練和直後の pH は最も低いが、24 時間で 5.5 へと上昇していき 72 時間後には 6.2 と中性に近い状態を示した。また、RelyX Unicem2 Automix も練和直後の pH は 2.8 と低いが、練和後 72 時間の pH の値が最も中性に近い値を示すことから歯髄に対する刺激性が少ないと考察できる。

【結論】

以上の結果より、練和後の pH から見て、Clearfil SA セメント Automix、RelyX Unicem2 Automix が歯髄刺激性の小さいセメントであると考えられる。

セラミックスの唾液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，
医療法人社団参歯会 植原歯科³

○石井 亮¹，古宅真由美¹，瀧本正行¹，岩佐美香¹，坪田圭司¹，
高見澤俊樹^{1,2}，宮崎真至^{1,2}，植原俊雄^{1,3}

Influence of Saliva Contamination on Ceramics Bonding

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

○ISHII Ryo¹，KOTAKU Mayumi¹，TAKIMOTO Masayuki¹，IWASA Mika¹，TSUBOTA Keishi¹，
TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}，MIYAZAKI Masashi^{1,2}，UEHARA Toshio^{1,3}

【研究目的】

セラミックス修復材は，機械的強度とともに化学的にも安定なところから，その臨床応用範囲が拡大している。これらセラミックス修復物の装着にはレジンセメントが使用され，修復物内面には良好な接着を獲得するための前処理が行われている。しかし，修復物を口腔内で試適する際に生じる唾液汚染によって，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。

そこで演者らは，セラミックスにおける唾液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，唾液汚染後に表面処理を行ったセラミックスの SEM 観察を行い，その考察資料とした。

【材料および方法】

供試したセラミックスブロックは，IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent，以後 EP) および IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent，以後 EM) の 2 製品を，製造者指示に従って焼成したものをを用いた。

また，供試したレジンセメントは Multilink Automix (Ivoclar Vivadent，以後 MA) および Rely X Unicem 2 (3M ESPE，以後 RU) の 2 製品とした。

1. 表面自由エネルギーの測定

供試したセラミックスブロックを，SiC ペーパーの #600 まで研削し，被着面とした。被着面に対し，5 %フッ酸水溶液を 30 秒間塗布後，水洗し，ヒト唾液を 10 μ l 滴下してこれを汚染面とした。汚染面の表面処理法は，Ivoclean (Ivoclar Vivadent，以後 IV) 処理，リン酸エッチングあるいはフッ酸処理の，合計 3 条件とした。これらの試片を，全自動接触角計 (DM500，協和界面科学) に静置し，測定によって，得られた接触角から拡張 Fowkes の理論式を用いて，表面自由エネルギーを算出した。また，汚染面に表面処理を施すことなく測定を行ったものを未処理面とした。

2. 接着試験

接着試験に際しては，表面自由エネルギーの測定と同様に調整した試片にテフロン型を静置し，供試したレジンセメントを充填し，接着試片を製作した。これらの試片は，37 $^{\circ}$ 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 mm/min の条件で剪断接着強さを測定した。

3. SEM 観察

セラミックスブロックに対する表面処理後の形態的な検討を行うため，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】

EP および EM における表面処理後の表面自由エネルギーは，唾液汚染面と比較していずれの条件においても有意に高い値を示すとともに，表面処理法の違いによって異なる傾向を示した。これは，各種表面処理法のセラミックス表面における唾液成分の除去効果およびその改質効果の違いにより，その表面自由エネルギーが影響を受けたことを示すものと考えられた。また，表面処理後の EP および EM 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，いずれの条件においても有意に高い値を示した。これは，汚染面の表面処理によって表面自由エネルギーが上昇にしたために，その接着強さも向上したものと考えられた。

【結論】

唾液の汚染が生じたセラミックスの表面自由エネルギーは，汚染面に対する表面処理により上昇することが判明した。また，唾液汚染が生じたセラミックスに対するレジンセメントの接着強さは，汚染面に対する表面処理によって向上した。

フッ素系シランと芳香族系シランの細胞毒性について

¹ 神奈川歯科大学口腔治療学講座保存修復学分野, ² 神奈川歯科大学顎口腔修復科学講座

³ 神奈川歯科大学総合歯科学講座, ⁴ 東京理科大学工業化学科

○大橋 桂¹, 二瓶智太郎¹, 三宅 香¹, 清水統太², 芹田枝里¹, 原 健一郎¹, 寺中文字¹,
大橋崇明¹, 小泉忠彦³, 近藤行成⁴, 好野則夫⁴, 寺中敏夫¹

Cytotoxicities of Silane Coupling Agents containing Fluorocarbon Chain and Aromatic Hydrocarbon

¹Div. of Restorative Dentistry, Dept. of Oral Medicine, ²Dept. of Oral Maxillofacial Rehabilitation,

³Dept. of Comprehensive Dentistry, Kanagawa Dental College,

⁴Dept. of Industrial Chemistry, Tokyo University of Science

○OHASHI Katsura¹, NIHEI Tomotaro¹, MIYAKE Kaori¹, SHIMIZU Tota², SERITA Eri¹, HARA Kenichiro¹,

TERANAKA Ayako¹, OHASHI Takaaki¹, KOIZUMI Tadahiko³, KONDO Yukishige⁴, YOSHINO Norio⁴, TERANAKA Toshio¹

【研究目的】

我々はシランカップリング層の耐水性を向上させる目的で, 種々の疎水性シランカップリング剤を用いて処理したガラス面に対するコンポジットレジン接着剤の接着耐水性を検討したところ, 3-メタクリロイルオキシプロピルトリメトキシシラン (3-MPS) 単独で処理したものと比較し, 有意に接着力と耐水性が向上することを報告した¹⁻⁵⁾. 今回はこれらのシランカップリング剤の中でも特に優れた接着耐水性を有していたノナフルオロヘキシルトリメトキシシラン (4F) と 3-(4-メタクリロイルオキシフェニル) プロピルトリメトキシシラン (*p*-MBS) の生体有害作用の有無を細胞毒性試験により検討した.

【材料および方法】

実験に供したシランカップリング剤は, 4F および *p*-MBS で, コントロールとして 3-MPS を用いた. 各々のシランカップリング剤はエタノールを溶媒に用いて 2wt% に調製し, 1mol/l の水酸化ナトリウム (和光純薬) と塩酸 (和光純薬) で洗浄, 乾燥させた市販並板ガラス (旭硝子) の表面すべてをシラン処理し, 風乾させた. その後, エチレンオキサイドガスにて滅菌し細胞毒性試験に用いた. 細胞毒性試験の試験方法は, 「生物学的安全性試験の基本的な考え方に関する参考資料について」(平成 15 年事務連絡医療機器審査 No.36) の別添「医療機器の生物学的安全性評価のための試験法について」に従いコロニー形成阻害試験を行った. シラン処理し滅菌した並板ガラスの表面積 6cm² に対し MO5 培地を 1ml の割合で加えて 37°C の 5%CO₂ インキュベーター中で 24 時間抽出し, これを 100% 抽出液とした. 100% 抽出液は, MO5 培地を用いて希釈し, 0.5, 1.0, 5.0, 10 および 50% の濃度の試験液を調製した. 単層に増殖した V79 細胞をトリプシン処理により剥離させ, MO5 培地を用いて 100 個/ml の細胞浮遊液を調製し, 24well マルチウェルプレートに 0.5ml/well ずつ播種, 37°C の 5%CO₂ インキュベーター中で 6 時間培養した. 培養後, 培地のみ吸引し, 各濃度の試験液を 0.5ml/well ずつ滴下し, 37°C の 5%CO₂ インキュベーター中でさらに 6 日間培養した (n=4). 培養終了後, 各 well を 10% 中性緩衝ホルマリン液で固定し, 0.1% メチレンブルー溶液で染色して, 細胞数が 50 個以上のコロニーを計数した. またブランクコントロールは, MO5 培地のみで同様の培養を行ったものとした.

【結果および考察】

実験に供したすべてのシランカップリング剤の試験液におけるコロニー形成率は, ブランクコントロールと比較して低下は見られなかった. 以上の結果より, 本試験条件下において, 各シランカップリング剤で得られた抽出液は細胞毒性を示さないものと考えられ, 臨床応用が可能であると示された.

【参考文献】

- 1) 山中ら: 日歯保存誌 39, 218-226, 1996.
- 2) 二瓶ら: 歯材器 19, 509-518, 2000.
- 3) 二瓶ら: 歯材器 21, 104-115, 2002.
- 4) 二瓶ら: 歯材器 24, 1-8, 2005.
- 5) 鈴木ら: 歯材器 28, 8-17, 2009.

根管治療歯の CEREC システムによるオーバーレイ修復の内面適合性評価

東京歯科大学歯科保存学講座
○間 奈津子 手銭親良 呉 明憲 吉澤佑世 森永一喜

Evaluation of the inner compatibility of the overlay restorations with CEREC AC systems on endodontically treated teeth

Department of Endodontics and Clinical Cariology, Tokyo Dental College
○Natsuko Aida, Chikara Tezen, Akinori Kure, Yuusei Yoshizawa and Kazuki Morinaga

【目的】

近年、CAD/CAM システムの歯科領域への応用により歯冠修復の臨床的選択基準が拡大された。またソフトウェアの改良により修復物の適合精度や操作性が向上し、より適合精度の高い修復物を作製することが可能となっている。根管治療後の歯冠修復において、従来の修復法ではコロナルリーケージによる根管内への細菌の再侵入により経過不良という結果を招く恐れがある。根管充填後の良好な予後を得るために、適合精度の高い適切な修復を速やかに行うことが望ましい。本実験では CEREC システムの最新ソフトウェアである CEREC AC を用いて、根管充填後の歯冠内接着修復を想定し、髄腔内形態と使用セラミックが修復物内面適合性に与える影響を、3D レーザー顕微鏡で計測し、比較検討した。

【材料および方法】

試料は、下顎右側第一大臼歯レジン製根管模型(楸ニッシン)とセレックブロック (S4-0 14mm, Sirona Dental Systems, Inc.: Germany)、e-max (C14 LT, Ivoclar) を用いた。レジン歯は頬側歯頸部から高さ 4 mm、舌側 4.5 mm、歯髄腔までの歯質の厚さを 3 mm に設定した。また髄腔中央部を深さ 5 mm、3 mm (以下 C3、C5、E3、E5 グループ)、髄腔幅を近遠心径 5 mm、頬舌径 4.5 mm に設定し支台歯を作製した。光学印象採得を行うにあたり、形成済み人工歯へ酸化チタン噴霧した。CEREC AC のマニュアルに従って設計を行い、修復物を作製後、エステティックセメント (クラレメディカル) にて支台歯に接着した。辺縁部及び内面適合性の測定は、ミナラボカッター (楸マルトー: 東京) を用いて試料を頬舌的に切断し、辺縁及び内面の 3 計測点におけるセメント厚さを 3D 測定レーザー顕微鏡 (LEXT OLS4000、OLYMPUS) を用いて各々 5 回計測した。計測点は、頬側辺縁、頬側軸角、髄腔中央の 3 点とし、得られたデータは一元配置分散分析及び Bonferroni の多重比較検定を用い、髄腔内形態と使用セラミックが根管処置歯に対する CAD/CAM オーバーレイ修復物の内面適合性に及ぼす影響を検討した。

【結果および考察】

頬側辺縁部における平均セメント厚さは、C3 グループで 51.39 μ m、C5 グループで 73.07 μ m、E3 グループで 53.6 μ m、E5 グループで 62.58 μ m であった。軸角部では、C3 で 146.68 μ m、C5 で 163.12 μ m、E3 で 88.8 μ m、E5 で 110.36 μ m であった。髄腔中央部では、C3 で 209.08 μ m、C5 で 212.3 μ m、E3 で 194.36 μ m、E5 で 177.54 μ m であった。

辺縁部において異なる中央部深さによる有意差は認められず、またセラミックブロックによる有意差も認められなかった。軸角部において、同一種類では異なる中央部深さによる有意差は認められなかったが、セレックブロックに比較し e-max では有意にセメント厚さが小さいことが認められた。また髄腔中央部では、深さやセラミックブロックの種類による有意差は認められなかった。しかし、中央部深さの違いによる有意差は各部位で認められなかったが、深さ 5 mm より 3 mm でセメント厚さが小さい傾向が見られ、またセレックブロックに比較し e-max でのセメント厚さが小さい傾向が認められた。

【結論】

このことから、軸角部ではセラミックブロックの種類による内面適合性に影響を及ぼすことが示唆された。また辺縁部ではセラミックブロックの種類や内面の形態(深さ)に影響することなく適合精度が高く、修復物適合性の臨床許容範囲内であることを確認した。