

ニッケルチタンファイル破折の分散挙動

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 摂食機能保存学講座 歯髄生物学分野
○ジャムレー アハマド、八幡祥生、海老原新、小林千尋、須田英明

Dispersion of lifetime in NiTi files

Pulp Biology and Endodontics, Department of Restorative Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Tokyo Medical and Dental University

○JAMLEH Ahmed, YAHATA Yoshio, EBIHARA Arata, KOBAYASHI Chihiro, SUDA Hideaki

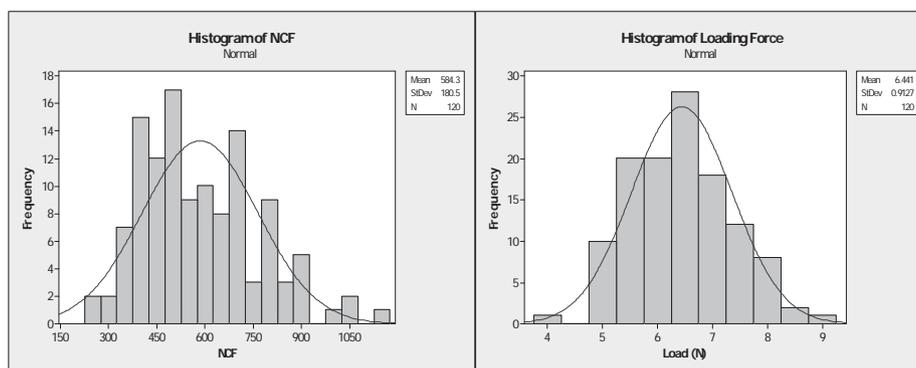
Introduction: The main problem of using Nickel Titanium files is sudden fracture; which happens mainly as a result of fatigue. Manufacturing process is known as a complex process where micro-defects on the file might result, and these defects accelerate fatigue rate leading to fracture.

The aims of this study are to observe any difference in the number of cycles to failure (NCF) among commercially available NiTi Profile files, and estimate the correlation between the NCF and Loading force among the instruments tested.

Materials and methods: One hundred and twenty commercially available Profile rotary files (size 30 taper 06, Dentsply, Maillefer, Switzerland) were tested using cyclic fatigue testing device. At point of 3 mm from the file tip, file was deflected horizontally by 2 mm to give 10 mm radius of curvature. Loading force (in Newton) versus time (in msec) till fracture was recorded for each sample. Time was converted into NCF, and the mean Loading force was calculated for each sample.

Results: Beside graphs, Shapiro-Wilk test showed that NCF readings of 120 samples are not normally distributed, whereas their Loading force readings are distributed normally. Results revealed a discrepancy between NCF and Loading force ($R^2 = 6.7\%$), while there is a tendency to get low NCF reading in case of high Loading force measured by the sample and vice versa.

Conclusion: lifetime of NiTi file is not predictable, which is shown by wide range of NCF data. That might be attributed to the complexity of machining process. Thus, more focus on production process might lead to consistent and high quality machined NiTi files.



クロルヘキシジンに対する *Enterococcus faecalis* の耐性獲得

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)
○泉谷尚美, 北川晴朗, 今里 聡, 吉川蘭奈, 恵比須繁之

Evolution of resistance to chlorhexidine in *Enterococcus faecalis*

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry
○Naomi Izutani, Haruaki Kitagawa, Satoshi Imazato, Ranna Yoshikawa, Shigeyuki Ebisu

【研究目的】 クロルヘキシジンは、広い抗菌スペクトルを有するビグアイナイド系抗菌剤であり、洗口剤や歯磨剤に多用されるほか、欧米では窩洞清掃剤や根管内消毒薬としても使用されている。これまで、う蝕や感染根管関連細菌に対するクロルヘキシジンの抗菌効果については多くの研究がなされてきたが、口腔細菌によるクロルヘキシジンへの耐性獲得に関してはほとんど詳細な検討が行われていない。そこで本研究では、低濃度クロルヘキシジンへの連続暴露による *Enterococcus faecalis* および *Streptococcus mutans* の耐性獲得について、最小発育阻止濃度(MIC)測定、菌体表層の疎水性と蛋白の変化、ならびに交叉耐性発現の点から検討した。

【材料および方法】 **1. MIC 測定** *E. faecalis* SS497 または *S. mutans* UA159 を約 2×10^7 CFU/mL に調整し、通法に従ってクロルヘキシジン酢酸塩(CHX)および塩化セチルピリジニウム(CPC)の MIC 値を測定した。続いて、MIC 判定時に増殖が認められた最大濃度の抗菌剤を含む菌懸濁液を用いて約 2×10^7 CFU/mL の菌液を調整し、10 回まで MIC 測定を繰り返した。また、本実験において耐性獲得を示した *E. faecalis* を対象に、5 回目と 10 回目の MIC 測定時に増殖が認められた最大濃度の CHX を含む菌懸濁液を保存用バイアルにストックした(P5, P10)。このストック菌を二代継代培養し、対数増殖期の細菌を用いて以下の実験を行った。**2. 疎水性の測定** PUM buffer 中に OD0.6 となるように調整した菌懸濁液に n-ヘキサデカンを加えて攪拌し、ヘキサデカン層に移行した菌量の割合から菌体表層の疎水性を測定した。**3. SDS-PAGE** 菌懸濁液を遠沈し、BugBuster Master Mix[®] (Novagen) を加えて超音波破碎を行った。さらに、4°C 下にて 2 時間攪拌後、遠沈して上清を回収した。蛋白質定量試薬(プロテインアッセイ CBB 溶液[®]、ナカライテスク)を用いて抽出した蛋白量を測定し、蛋白濃度をサンプル間で等量に調節した後、NuPAGE LDS Sample Buffer[®] (Invitrogen) および NuPAGE Sample Reducing Agent[®] を加えて 70°C で 10 分間加熱した。NuPAGE[®] 12% Bis-Tris Gel を用いて SDS-PAGE を行い、CBB 染色した。**4. 交差耐性発現の検討** 野生株、P5、P10 に対する CPC、アンピシリン(ABPC)、オフロキサシン(OFX)、ゲンタマイシン(GM)、アジスロマイシン(AZM)、エリスロマイシン(EM)の MIC を測定し、比較した。

【結果】

- E. faecalis* に対する CHX の MIC は、はじめ 3 $\mu\text{g/mL}$ であったが、5 回目測定時には 7 $\mu\text{g/mL}$ 、10 回目には 11 $\mu\text{g/mL}$ に上昇した。CPC では *E. faecalis* に対する MIC は変化せず、また *S. mutans* の場合は、CHX、CPC ともに変化は認められなかった。
- E. faecalis* の菌体表層の疎水性は、野生株では 10.8 %であったのに対し、P5 では 21.9 %、P10 では 34.2 %と有意に高い値であった。また SDS-PAGE において、P5 と P10 では野生株と異なるバンドパターンが検出された。
- P10 では、AZM と EM の MIC 値が野生株と比較して低下した。

【考察および結論】 *E. faecalis* は、低濃度 CHX に連続暴露すると感受性が低下し、順応を示した。また、感受性が低下した細菌では、菌体表層の疎水性の増加と構成蛋白の変異が認められ、これらの変化が CHX に対する耐性獲得に関与していることが示唆された。さらに、*E. faecalis* においては、CHX に対する順応によって AZM や EM に対する感受性の上昇がもたらされることが明らかとなった。

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤(A)19209060 および若手(B)22791834 の補助のもとに行われた。

形状記憶ポリマーの根管充填材への応用
—長期的な封鎖性の検討—
鹿児島大学大学院医歯学総合研究科歯科保存学分野
○塚田岳司、金丸憲一、徳田雅行、鳥居光男

Application of shape memory polymer to root canal filling material
-The evaluation of sealing property for a long time -
Department of Restorative Dentistry and Endodontology
Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences
TSUKADA Gakuji, KANEMARU Norikazu, TOKUDA Masayuki, TORII Mitsuo

【研究目的】我々は、形状記憶ポリマーを用いた新しい根管充填法の開発に向けての研究を行っており、第129回秋季日本歯科保存学会においては、日常の臨床でよくみられる根尖部が狭窄した根管を用いて、また、第130回春季日本歯科保存学会においては、根管充填が困難とされる根尖部が大きく開いた根管を用いて、われわれの考案した形状記憶機能を利用した新規の根管充填法について、それぞれ報告した。それらの根管充填後の封鎖性については、約1年半から2年の比較的長期間にわたって観察してきており、今回はその結果の検討を行ったので報告する。

【材料および方法】

1. 根管充填用ポイントの試作

トランスポリイソブレン100に対して、酸化亜鉛30、ステアリン酸1、硫黄1.42、ジクミルペルオキシド8.5の配合率で混練を行った後、100℃に加熱したポイント作製用金型へ填入し、金型の温度を15分程度で約170℃まで上昇させることによって、トランスポリイソブレン分子間の架橋を行い、先端の太さが、110番のマスターポイントと同様な太さの、形状を記憶させた試作の根管充填用ポイントを作製した。このポイントを用いて、80℃で加熱軟化した後、変形固定用金型に填入して、80番のマスターポイントと、ほぼ同様な形状に変形させた状態で、-20℃で3時間冷却することにより、その変形させた形状の固定を行なった。

2. 根管充填

根管には、アクリル製根管樹脂模型(S1-U1:NISSIN社製)を用いた。根管充填-1では、根管をK-ファイルで80番まで拡大形成を行い、根尖部については15番のリーマーで穿通させた。一方、根管充填-2では、60番のK-ファイルを用いて、根尖部を穿通するように拡大し、80番のK-ファイルを用いて、根尖部で80番のガッターパーチャポイントが止まるように最終的に拡大形成を行なった。37℃空气中に保存した根管に、変形固定を行なった試作ポイントを挿入し、垂直方向に2分間圧接した。試作ポイントは、37℃の温度刺激により、形状が復元するように材料設計されており、その形状の復元によって根管の封鎖を行なった。シーラーは併用しなかった。

3. 色素浸透試験

根管充填の状態が比較的良好なものを、根管充填-1および-2のそれぞれについて10本ずつ選び、色素浸透試験に供した。色素浸透の測定については、アクリル製根管樹脂模型1個につき4方向から定期的に写真撮影を行い、その画像をコンピュータで処理することによって色素浸透面積と色素浸透長さの計測を行なった。

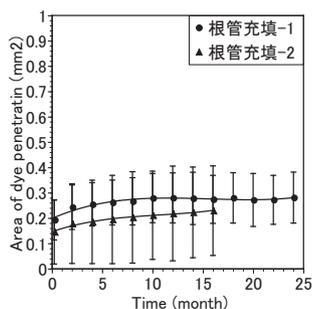


図1

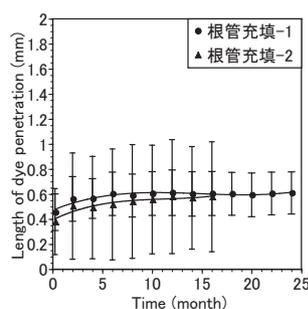


図2

【成績】経時的な色素浸透面積の平均値を図1に、また、色素浸透長さの平均値を図2に示した。根管充填直後から経時的にわずかな値の上昇が見られたが、長期間にわたっては良好な根管の封鎖が観察された。

【考察および結論】大部分の観察部位では、根管充填直後から経時的な色素浸透の変化はほとんどみられなかったが、一部の観察部位で色素浸透の増加がみられた。この一部の観察部位の色素浸透の増加は、試作ポイントのバリや、K-ファイルによる根管壁の切削傷などが主な原因であると思われる。本実験で試作したポイントは、ポイントのみでも根管を緊密に封鎖することが可能であり、新しい根管充填法開発の可能性が示唆された。

ラット炎症歯髄に対する薬物輸送担体の遺伝子発現解析

1 新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻口腔健康科学講座 う蝕学分野

2 松本歯科大学 口腔解剖学第二講座

大倉直人¹ 重谷佳見¹ 細矢明宏² 吉羽永子¹ 吉羽邦彦¹ 興地隆史¹

Gene expression analysis of membrane transport proteins in experimentally-inflamed rat pulp tissue

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

2 Department of Oral Histology, Matsumoto Dental University

Naoto Ohkura¹, Yoshimi Shigetani¹, Akihiro Hosoya², Nagako Yoshida¹, Kunihiro Yoshida¹, Takashi Okiji¹

【研究目的】

薬剤輸送担体(トランスポーター)は体内における薬剤輸送の重要な機能タンパクであり、様々な臓器で多種におよぶトランスポーターが発見されている。これらは薬剤や prostaglandin (PG)などの内因性生理活性物質を内向あるいは外向輸送する多選択性の基質輸送タンパクとして機能する。しかし、歯髄組織においては、炎症時の病態機序や薬剤輸送経路の解明の基礎となるトランスポーター発現解析は全く行われていない。そこで本研究では、正常歯髄および実験的炎症歯髄に対する各種トランスポーターmRNA 発現の比較解析を行った。

【材料と方法】

8週齢のWistar系雄性ラット(各条件に対してn=3)の上顎切歯歯髄にLPSを貼付することにより歯髄炎を誘発した。すなわち、上顎切歯の歯冠切断後、Kファイルを用いて#45、7mmの深さまで歯髄を除去後、LPS溶液(20µg/ml)を浸したペーパーポイントを挿入し、仮封材(Cavition, G.C.)で封鎖した。術後6時間、12時間、24時間、2日、3日、5日、7日で抜歯し、歯髄を摘出し、ハサミで細切した。その後、RNA抽出キット(RNeasy Micro kit, Qiagen, USA)の通法に従ってmRNAを抽出後、逆転写を行いcDNAを作製した。このcDNA1µg、および各トランスポーター(multidrug resistance-associated proteins (Mrp1-6), multidrug resistance protein (Mdr1a, 1b and 2), organic anion transporters (Oat1-3 and Oat-K1), organic anion transporting polypeptides (Oatp1-4), および organic cation transporters (Oct1-3), PG transporters (Pgt and Pgt2))遺伝子断片を増幅させるよう設計したプライマーを用いてRT-PCRならびにリアルタイムPCRを行った。βアクチンを内部コントロールとして使用した。

【結果と考察】

ラット歯髄では Oatp2, Oatp3, rPgt, rPgt2, Oat-K1, Oct1, Oct2, Mrp1, Mrp3, Mrp4, Mrp5, Mrp6, Mdr1a, Mdr1b, Mdr2 に対する mRNA 発現が検出された。また、炎症歯髄と正常歯髄との比較において Pgt では起炎 6 時間後で 2.3 倍に増加しその後徐々に減少、Pgt2 では起炎 24 時間後で最大 2.8 倍に増加しその後減少、Oatp2 では起炎 12 時間後で 0.3 倍に減少、Oatp3 では起炎後徐々に増加し 7 日後で 2.0 倍に増加、Mrp4 では起炎 6 時間後に 1.5 倍に増加しその後減少するも 2 日後に再度 1.5 倍に増加、Oat-K1 では起炎 12 時間後で 0.4 倍に減少、Oct1 では起炎 5 日後で劇的に変化し 164 倍の増加が認められた。

Pgt, Pgt2, Oatp2, Oatp3, Mrp4, Oat-K1, および Oct1 は炎症・疼痛関連物質である PGE2 を輸送すると報告されており、歯痛の発現への関与が推察される。一方、Mrp4 は非ステロイド性抗炎症薬の排出あるいは取り込み方向の輸送に寄与することが知られており、歯髄においてもこれらの薬剤の動態調節にあずかるとともに、鎮痛剤による歯痛のコントロールに関与する可能性が示唆される。さらに、炎症誘発後の各トランスポーター遺伝子の発現挙動の相違から、各トランスポーター間で炎症急性期と修復期における機能的役割分担が推察される。

【結論】

ラット歯髄では様々なトランスポーターが遺伝子レベルで発現しており、炎症によってその発現量が経時的に変化することが確認された。

ファイバー型根管用 OCT プローブの開発

独立行政法人 国立長寿医療研究センター病院 先端機能回復診療部 歯科口腔外科
○角 保徳、小澤 総喜

Development of endoscopic probe using swept-source Optical Coherence Tomography
Division of Oral and Dental Surgery, Department of Advanced Medicine, National Hospital for Geriatric
Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology
○Yasunori SUMI, Nobuyoshi OZAWA

【研究目的】口腔の2大疾患である「う蝕」・「歯周疾患」の診断は、視診、触診、X線診査による歯科医師の主観的判断で行われており、非侵襲かつ客観的な臨床診断技術は認められない。国立長寿医療研究センター歯科口腔外科は、近赤外光を用いた安全な歯科用 OCT 画像診断機器 (optical coherence tomography: OCT) の開発および臨床応用を産官共同で行い、歯牙および歯周組織、口腔軟組織診断への有効性を確認し、世界最先端の研究成果を報告してきた。しかし、これまで我々が開発してきたガンタイプ口腔プローブは、口腔に比して形状が大きく、狭い口腔の各組織に適切に観察光を到達させる事が不可能であり、観察できる部位に限界があった。特に、根管治療中の根管の構造や根破折などは視診や X 線検査では評価することができず、客観的な診断方法が求められていた。この問題を解決するために、最先端技術を駆使した細径光ファイバー技術を応用して OCT プローブの先端を改良し、歯髄腔や根管内の狭く複雑な解剖形態を有する部位において使用可能なファイバー型根管用 OCT プローブ機器開発を行ったので、in vitro での検討を加えて報告する。

【方法】①ファイバー型根管用 OCT プローブの開発：ファイバー型根管用 OCT プローブは、分布屈折率型レンズ (GRIN レンズ) と微小プリズムミラー、ガラスファイバーキャピラリーから構成される。スキャン範囲はプローブの回転により生体組織を 360° 断層撮影する事が可能である。本開発に使用した光学部品の仕様は、光ファイバー：0.125mm 径、GRIN レンズ：0.5mm 径、ファイバーキャピラリー：0.5mm 径、プリズムミラー：1 辺 0.4mm 直角ミラーである。これら極めて細径な部品を微細構造で組み立て、安定した画像取得を可能とするよう信号強度の調整と機器の同期および微調整を行った。②根管用 OCT プローブの in vitro での評価：本研究に使用した歯牙は国立長寿医療研究センター歯科口腔外科にて抜歯された、ヒト抜去歯 (下顎前歯 10 歯) であり、K ファイルにて 60 号まで拡大形成を行い、ファイバー型根管用 OCT プローブにて根管腔、根管壁等の観察を行った。本研究は国立長寿医療研究センター倫理委員会 (承認番号 No. 375) による承認下にて行った。

【成績】ファイバー型根管用 OCT プローブの直径は、500 μm と極めて細径な光学部品の構成であるが、極めて安定した画像出力が得られ、明瞭な根管内 OCT 画像を得ることが可能であった。In vitro の観察実験において、観察に使用した全歯牙 (下顎前歯 10 歯) の根管腔を明瞭に観察可能であった。既存の臨床機器では観察がほとんど不可能であった根管腔のフィン・イスマスを 1 歯に認め、5 歯において根管壁象牙質のみならずセメント層の観察も可能であった。

【考察】本研究では光源に波長走査型の近赤外レーザー光源を利用しており swept-source OCT 方式 (SS-OCT) における根管画像の取得の成功は世界初である。われわれは、SS-OCT は初期の参照鏡駆動を必要とする Time-domain OCT 方式に比較して、感度は 100~1000 倍以上、測定速度も 10 倍以上であり、モーションアーチファクトに対する耐性も高いという利点があり、口腔疾患への有用性を報告してきた。これまで歯内療法では術前後のデンタル X 線写真による評価が中心であり、術中の手術用マイクロスコープ利用でも、根管口部分の象牙質表面の拡大画像が観察できるに留まっていた。今回開発したファイバー型根管用 OCT プローブにより根管壁内部の断層像による情報の取得が可能となった。根管内では、フィン、イスマス、側枝、歯根破折、根尖病巣、象牙質薄部 (リスクゾーン) 等の検出に高い有効性が示唆され、これまで以上の予期性の高い治療が可能になると期待される。

【結論】本研究にて開発するファイバー型根管用 OCT プローブは明瞭な根管内 OCT 画像の安定した取得を可能とし、これまで以上の予期性の高い歯内治療が可能になると期待された。

羊膜を培養基質とした歯根膜由来細胞の免疫組織化学的研究

京都府立医科大学大学院医学研究科歯科口腔科学
○雨宮 傑, 足立圭司, 赤松佑紀, 西垣 勝, 大迫文重,
坂下敦宏, 中村 亨, 山本俊郎, 金村成智

Immunohistochemical Investigation of Periodontal Ligament-derived Cells Cultivated on Amniotic Membrane

Dental Medicine, Graduate School of Medical Science, Kyoto Prefectural University of Medicine
AMEMIYA Takeshi, ADACHI Keiji, AKAMATSU Yuki, NISHIGAKI Masaru, OSEKO Fumishige,
SAKASHITA Nobuhiro, NAKAMURA Toru, YAMAMOTO Toshiro and KANAMURA Narisato.

【研究目的】

歯周組織の再生には新生歯根膜が重要とされる。近年、歯根膜組織を採取し *in vivo* にて培養・増殖し得られた歯根膜由来細胞を移植することで、有意に歯周組織が再生するとの報告を散見する。過去にわれわれは、歯根膜由来細胞の羊膜上培養が可能であり、動物実験において羊膜上歯根膜由来細胞は歯周組織の再生に有効である可能性を報告した。そして今回われわれは、臨床応用可能な羊膜上培養ヒト歯根膜由来細胞の作成を念頭に、同培養細胞について免疫組織化学的検索を行い、若干の知見が得られたので報告する。

【材料および方法】

羊膜は、帝王切開時の胎盤より採取し研究に供した。また歯根膜組織は、抜去した智歯より採取し初代培養後、3〜4代継代して得られた歯根膜由来細胞を羊膜上にて約2週間の培養を行った。作成した羊膜上培養歯根膜由来細胞は間葉系細胞マーカーの vimentin, 細胞増殖マーカーの Ki-67, デスモゾーム構成タンパクの desmoplakin, タイト結合構成タンパクの zonula occludens protein-1 (ZO-1), 基底膜構成細胞接着タンパクの laminin 5/10, 基底膜構成コラーゲンの collagen IV/VII のそれぞれに対する抗体を用いて免疫染色を行った。

なお、当研究の実施および歯根膜組織、羊膜の利用については、該当患者に対し本研究内容、安全性の説明を行い、同意を得た上で実施した。また、京都府立医科大学医学倫理審査委員会の許可を得た上で行った (RBMR-R-21)。

【結果】

歯根膜由来細胞は Ki-67, vimentin 陽性細胞の局在を認め、細胞間には desmoplakin, ZO-1 が発現していた。また、歯根膜由来細胞の基底部に、laminin 5/10, collagen IV/VII が発現していた。

【考察および結論】

歯周組織欠損の再生に重要な要素として、増殖因子・細胞・基質が必要とされ、これまでに歯根膜由来細胞の培養にさまざまな基質を用いた報告されているが、理想的な歯周組織の再生のための基質はまだ開発されておらず、また、基質上における歯根膜由来細胞の評価はなされていない。われわれが渉猟した限り、歯根膜由来細胞の培養基質に羊膜を用いた研究報告はこれまでになく、また羊膜上における歯根膜由来細胞の細胞動態については未知の部分が多い。

よって、われわれが将来的に臨床応用をめざす上で、これらについて免疫組織化学的検討を行った。歯根膜由来細胞は羊膜上において歯根膜としての性質を保持しつつ増殖していた。また、デスモゾームやタイト結合のマーカー (desmoplakin, ZO-1) の発現を認めたことより、細胞—細胞間には強固な細胞接着装置が存在し、歯根膜由来細胞—羊膜境には、基底膜構成成分 (laminin 5/10, collagen IV/VII) の発現を認めたことより、培養歯根膜由来細胞は基質である羊膜に強く結合し、羊膜上にて基底膜を構成していると考えられた。

以上より、羊膜は歯根膜由来細胞の培養・増殖に適当な足場 (基質) である可能性が示された。また、羊膜上歯根膜由来細胞は、羊膜上にて基底膜を構成し、個々の細胞ではなく1枚の細胞シートを形成している可能性が推察された。

本研究は、科学研究費補助金 (No. 22792000) の助成を受けたものである。

ヒト歯肉上皮細胞のケモカイン産生における interleukin(IL)-17 の関与 —IL-17 受容体の発現解析とその機能解析—

新潟大学超域研究機構¹, 新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔保健学分野²,
新潟大学大学院医歯学総合研究科 歯周診断・再建学分野³, 新潟大学医歯学総合病院 歯科総合診療部⁴
○高橋 直紀^{1,3}, 奥井 隆文¹, 中島 貴子^{1,4}, 多部田 康一¹, 山崎 和久^{1,2}

Involvement of IL-17 in chemokine production by human gingival epithelial cells.

Center for Transdisciplinary Research, Niigata University¹
Department of Oral Health Sciences, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences²
Division of Periodontology, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences³
General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental Hospital⁴
Takahashi N^{1,3}, Okui T¹, Nakajima T^{1,4}, Tabeta K¹, Yamazaki K^{1,2}

【目的】

歯肉上皮細胞は物理的なバリアーとして機能するだけでなく、ケモカインや抗菌ペプチド産生により免疫応答に関与することが明らかとなっている。近年同定された T helper 17 cell (Th17) によって産生された interleukin(IL)-17 は、歯周炎の病態形成に関わることが示唆されており、我々もこれまでに Th 17 に関連するサイトカインの遺伝子発現は歯肉炎組織に比較して歯周炎組織で高いこと(Honda T *et al.*, *Clin Chim Acta.* 2008), 歯周炎患者の歯肉組織から樹立した CD4 陽性 T 細胞クローンは末梢血由来 T 細胞クローンよりも IL-17 の遺伝子発現率が高いこと(Ito H *et al.*, *Oral Microbiol Immunol.* 2005) を報告している。一方、主要な歯周病原細菌である *Porphyromonas gingivalis* (*P. gingivalis*) に対する免疫応答によって産生された炎症性サイトカインも歯肉上皮細胞のケモカイン産生を制御しているとの報告はあるが、IL-17 の歯肉上皮細胞に及ぼす影響はほとんど報告されていない。本研究の目的は、歯肉上皮細胞における IL-17 受容体の発現解析および、IL-17 とケモカイン産生の関係を検討することである。

【材料および方法】

(1) IL-17 受容体の発現解析および各種刺激による発現変動の解析

ヒト歯肉上皮不死化細胞株 epi4 (大阪大学大学院歯学研究科口腔治療学教室 村上伸也教授より供与) における未刺激時の IL-17 受容体 (IL-17R) 遺伝子発現を RT-PCR 法, 細胞膜上での発現をフローサイトメトリーと蛍光免疫染色により確認を行った。各種抗原(*P. gingivalis* 菌体, *P. gingivalis* LPS, *E. coli* LPS, Pam3CSK4, リコンビナントヒト IL-17) による刺激 12 時間後における IL-17R の遺伝子発現の変動を real-time PCR 法にて解析した。

(2) ケモカイン産生における IL-17 の影響についての解析

epi4 をリコンビナントヒト IL-17 (100ng/ml) で刺激を行い, 12 時間後の IL-8, monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) の遺伝子発現を real-time PCR 法にて, 転写因子 nuclear factor-kappa B (NF-κB) 活性の変動および, 24 時間後の IL-8, MCP-1 のタンパク産生を ELISA 法にて解析した。また, IL-17 が IL-17R を介して機能することを確認するために, これに特異的な中和抗体を用いてレセプターをブロックした後, 同様の刺激実験を行った。さらに, IL-17R の下流のシグナリングを検討するために各種 mitogen-activated protein kinase (MAPK) 阻害剤および NF-κB 阻害剤を用いて同様の刺激実験を行った。

【結果および考察】

ヒト歯肉上皮細胞において遺伝子レベル, タンパクレベルで IL-17 受容体が恒常的に発現していることが確認された。また, *P. gingivalis* 菌体, *P. gingivalis* LPS, *E. coli* LPS, Pam3CSK4, リコンビナントヒト IL-17, いずれの刺激においても IL-17R の遺伝子発現の有意な変動は認められなかった。

ヒトリコンビナント IL-17 刺激により遺伝子レベル, タンパクレベルでの IL-8 の濃度依存的な発現上昇を認めたが, MCP-1 の発現は認められなかった。また, 抗 IL-17R 抗体により IL-8 の産生が有意に抑制されたことから, IL-17 は IL-17R を介して機能していることが確認された。さらに, IL-17 刺激により NF-κB p50 と p65 が活性化されること, NF-κB 阻害剤により IL-8 産生が抑制されることより, NF-κB を介して IL-8 産生が誘導されることが確認された。MAPK 阻害剤を用いた結果, IL-17 単体刺激に比較して, p38, ERK を阻害することで濃度依存的に IL-8 産生が抑制されることが確認された。一方, JNK 阻害剤は高濃度の場合のみ, 有意に IL-8 産生が抑制されたことから IL-17R の下流のシグナリングは MAPK に依存していることが確認され, 特に p38, ERK が大きく関与していることが示唆された。ケモカインの種類による遺伝子発現の差異に関してはシグナリングの解明を含めてさらなる検討が必要であると考えられる。

電着ダイヤモンドスケーラーによるヒト象牙質の搔爬試験

(第2報 小粒径電着ダイヤモンド砥粒による搔爬面の評価)

東京都市大学工学部機械工学科¹⁾,

東北大学大学院歯学研究科歯内歯周治療学分野²⁾

○奥田真弘¹⁾, 佐藤秀明¹⁾, 石幡浩志²⁾, 島内英俊²⁾

Scratch Test on Human Dentin by Using Dental Electroplated Diamond Scaler

(The effect of relative smaller diamond abrasive on the postoperative surface roughness)

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo City University¹⁾, Division of Periodontology and Endodontology, Tohoku University Graduate School of Dentistry²⁾

○Masahiro OKUDA¹⁾, Hideaki SATO¹⁾, Hiroshi ISHIIHATA²⁾ and Hidetoshi SHIMAUCHI²⁾

[緒言]

著者らは、切れ刃型スケーラーにおいて搔爬方向が制限される短所を解消し、自在なストロークで根面搔爬および滑沢化が行えるダイヤモンド砥粒を電着したスケーラーを試作し、第130回日本歯科保存学会(札幌)学術大会において発表した。本研究では、ルートプレーニングによる搔爬面滑沢度の向上を目的として、電着砥粒の粒径の小さくした試作スケーラーにて搔爬シミュレーションを行い、加工面性状を検討した。

[材料と方法]

試験片として36本のヒト抜去歯を用いた。抜去歯をボンディング材(Superbond C&B)と即時重合レジンによりアクリルブロックに固定後、硬組織切断器(Leica SP1600)にて象牙質部分を切断し、平滑面(算術平均粗さRa=0.7μm)を形成した。次に、研削盤にて研削加工を行い、さらに、#1200のSiCの耐水研磨紙にてRa=0.3μmになるまで研磨し、初期条件とした。搔爬試験として、往復運動する平面磨耗試験機に試験片を設置し、象牙質面に対しスケーラーを一定の垂直荷重Fで押付けながら摺動させた。搔爬シミュレーション用スケーラー先端部(図1)は、幅3mm、厚さ1.5mmの鋼製の角棒先端を曲率半径0.75mmの半円状に加工した後、面積平均径ma=35μmのダイヤモンド砥粒を電着した。

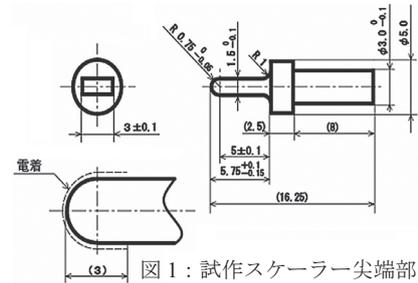


図1：試作スケーラー先端部

試作スケーラーにて搔爬した試料を実験群、キュレットポイント式スケーラー(#G7: YDM 株式会社)による搔爬試料を対照群とした。摺動回数Nは5, 10, 20回、垂直荷重Fは2.0, 2.9, 3.9, 4.9N、搔爬距離Lは3mmとした。所定の摺動後に、表面粗さRaおよび搔爬痕最大深さΔhは、触針式表面粗さ計(SURFTEST SV-400:ミツトヨ)にて測定した。また、搔爬面性状は、顕微鏡(VH-5000: KEYENCE)にて観察した。

[結果]

実験群における搔爬面には微小な多刃切削痕が観察された(図2)。一方、対照群では鉋による平削りのような痕が見られた。また、図3より、搔爬回数N、垂直荷重Fが大きくなると、RaおよびΔhが増加した。前回のma=75μmと比較したところ、RaおよびΔhのいずれの値も下回った。これより、ma=35μmでもNやFを変化させることで、RaやΔhを制御することが可能であり、ma=75μmよりも細かい制御ができることが確認できた。またKruskal-Wallis testより、Raについては、各条件間において、ほぼ有意差が認められた。Δhについては、F=2.0, 2.9N以外の各搔爬回数N間において有意差が認められた。

[考察]

搔爬回数Nや垂直荷重Fによる差異を見ると、それぞれの値が増加するにつれ、未搔爬部が搔爬されていくことが確認された。これはNやFが増加すると、接触していなかった砥粒が、順に搔爬を開始したためと考えられる。両群間の搔爬痕の相違は、切れ刃型スケーラーが、一つの切れ刃により切削が行われるのに対し、ダイヤモンドスケーラーは多くの突き出たダイヤモンド砥粒による微小多刃切削が行われたために生じたと考えられる。第1報と比較して、切削量は減少した反面、表面粗さも減少した。

[結論] 本試作スケーラーは過剰な搔爬を避けて、滑沢な表面を得る用途に適していると思われる。

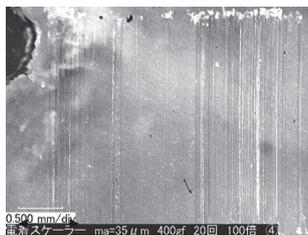


図2 搔爬面性状(ダイヤモンドスケーラー)
搔爬回数N=20, 垂直荷重F=3.9N

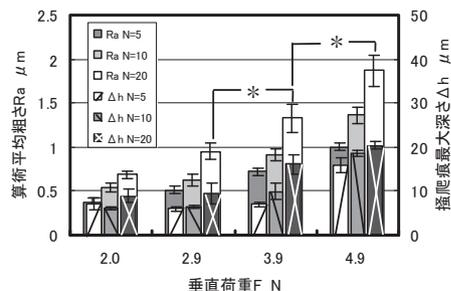


図3 各垂直荷重Fおよび搔爬回数NにおけるRa, Δh
*: p<0.01

歯周病のメンテナンス期における疲労と臨床的および細菌学的パラメーターの関連性

北海道医療大学歯学部口腔生物学系微生物学分野¹, 京都大学大学院医学研究科社会健康医学系専攻医療疫学分野²,
北海道医療大学個性差医療科学センター³, 北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系歯周歯内治療学分野⁴

○植原 治¹, 角館直樹², 宮川博史¹, 尾立達治³, 川上智史³, 古市保志⁴, 中澤 太¹

Association between fatigue and clinical, bacteriological parameter in a maintenance period of periodontal disease

Department of Oral Biology, Division of Microbiology, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido¹,
Department of Epidemiology and Health Care Research, Graduate School of Medicine and Public Health, Kyoto University²,
Institute of Personalized Medical Science, Health Sciences University of Hokkaido³, Department of Oral Rehabilitation,
Division of Periodontology and Endodontology, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido⁴

○Osamu Uehara¹, Naoki Kakudate², Hiroshi Miyakawa¹, Tatsuji Odachi³, Tomofumi Kawakami³,
Yasushi Furuichi⁴, Futoshi Nakazawa¹

【研究目的】

これまで、歯周病と種々の全身疾患の関連については多数の研究がなされているが、疲労と歯周病に関する報告は少ない。疲労の原因は多様であり、その程度を測定することは困難であるため、米国疾病予防管理センターが疲労の診療において推奨している Chalder Fatigue Scale (CFS, Chalder T et al., J Psychosomatic Res, 1993) を用いて評価することが多かった。近年、ヒトヘルペスウイルス6 (以下、HHV-6) が疲労を誘導し、HHV-6 の活性化が疲労のバイオマーカーとなり得ることが報告された (Kondo K, Nippon Rinsho, 2007)。

本研究では、疲労が歯周病に与える影響を解明する目的で、HHV-6 量と CFS で得られた疲労の程度と、歯周病臨床パラメーターおよび歯周病関連細菌の関連を検討した。

【材料および方法】

1. 対象：大学病院および開業歯科医院において専門医（日本歯周病学会，日本歯科保存学会）による歯周治療が終了し、メンテナンス中で、他の基礎疾患および3カ月以上抗菌薬や抗ウイルス薬の服用がない患者20人を対象とした。本研究は、北海道医療大学個性差医療科学センター倫理委員会で承認を得た後、患者に研究目的を十分に説明し、書面による同意を得たうえで実施した。

2. 唾液の採取：口腔内の機械的歯面清掃を行ってから少なくとも1ヶ月経過した来院日の起床時に、唾液の採取を依頼した。ガムベース1gを5分間咀嚼した後の唾液を検体とした。

3. 疲労の評価

(1) Chalder Fatigue Scale：14項目から構成され、それぞれの項目に対して0-3の4段階評価で疲労の程度を測定した（最高値42）。

(2) HHV-6量：Real-time PCR（Applied Biosystems 7500）で、唾液中のHHV-6を定量した。

4. 歯周病関連細菌の測定：Real-time PCRを用い *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Fusobacterium nucleatum* を定量した。

5. 歯周病臨床パラメーター：歯周ポケットの深さ（6点法，Pocket Probing Depth），プロービング時の出血の有無（Bleeding on Probing），O'Learyのプラークコントロールレコード（Plaque control record）を測定した。

6. 統計処理：対象者をHHV-6量およびCFSスコアの中央値による二分位にて、高スコア群（疲労群）と低スコア群（健常群）にそれぞれ分類し、両群の歯周病臨床パラメーターおよび歯周病関連細菌数の差をMann-WhitneyのU検定で分析した。

【成績および考察】

HHV-6量およびCFSスコアによる疲労群では健常群と比べて、どちらの場合でも *P. gingivalis* 数が有意に高かった ($p < 0.05$)。

【結論】

P. gingivalis は慢性歯周炎の原因細菌の1つであることから、疲労が歯周病の悪化につながる可能性が示唆された。本研究によって、歯周病の悪化を予防するために、メンテナンス患者の疲労を把握することが重要であると推察された。

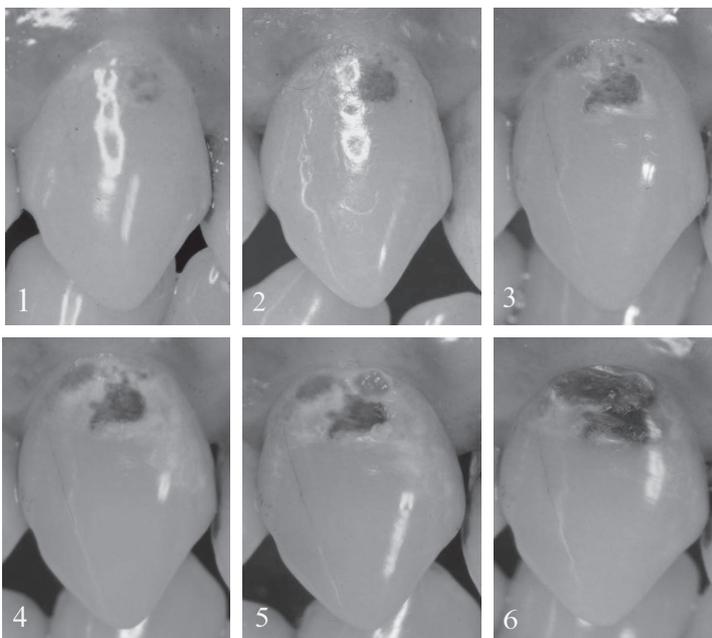
う蝕への切削介入時期および対処法に関する研究

長崎大学病院 臨床教育・研修センター、*長崎大学大学院医歯薬学総合研究科齲蝕学分野

○久保至誠、林 善彦*

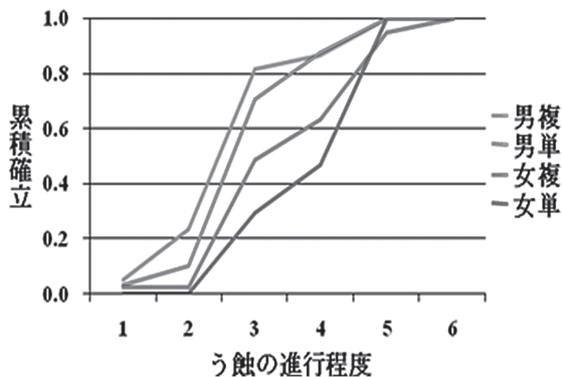
Questionnaire Study on Decision-making of Operative Treatment for Caries
Center for Clinical Education and Training, Nagasaki University Hospital, *Department of Cariology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences
○ Shisei Kubo, Yoshihiko Hayashi*

【緒言】2009年10月末にMI (Minimal Intervention) を理念としたエビデンス (根拠) とコンセンサス (合意) に基づくう蝕治療のガイドラインが出版された。その中において、「切削の対象となるう蝕はどの程度進行したう蝕か」という臨床的・クエスチョンに対し、1) 歯面を清掃乾燥した状態で肉眼あるいは拡大鏡で明らかなる窩を認める 2) 食片圧入や冷水痛などの自覚症状がある 3) 審美障害の訴えがある 4) エックス線写真で象牙質層の1/3を越える病変を認める 5) う蝕リスクが高いといった所見が認められる場合に修復処置の対象となり、特に複数認められるケースではただちに修復することを推奨している (推奨グレード B)。われわれは再修復の意思決定にかかわる要因の探索的研究と支援モデルの構築を目的とし、研究に取り組んでいる。今回、現状を把握するとともに、どのような要因が意思決定に影響を与えているかを明らかにするため、アンケート調査を行った。その結果、う蝕への切削介入時期に関して興味ある知見が得られたので報告する。



【材料ならびに方法】長崎大学歯学部同窓会の協力を得て、各卒業期から無作為に500名を抽出した。臨床症状はなく、患者はう蝕に気付いていないか、気付いていても気になっていないという想定のもとで、下図のような画像を提示しながら、進行程度に基づくう蝕への切削介入時期、種々のう蝕への対処法ならびに修復物の問題点への対処法に関する無記名式アンケート調査を行った。

【結果ならびに考察】データ回収率は住所変更のため返送されてきた45名を除くと41%(186名)であった。う蝕の進行程度に基づくう蝕への切削介入時期に関しては、男性勤務医あるいは勤務医のいる男性院長が最も早く(早期発見・早期治療)、女性開業医(歯科医師1名)が最も遅いことが判明した。また、う蝕への対処法に関しては、う蝕の種類によって、臨床経験、患者数、定期管理の有無、給与形態、情報の有無の影響が認められた。



【結論】う蝕への切削介入時期とう蝕への対処法に関する意思決定には、歯科医師(性別、臨床経験、勤務形態、定期管理、患者数)、う蝕(種類、進行程度、病態)および患者(年齢、う蝕リスク)情報の要因が複雑に関与していることが明らかになった。

本研究は科研費(C 20592230)の助成を受けたものである。

歯科用 OCT 画像診断機器によるコンポジットレジン修復物の臨床評価

1. 独立行政法人国立長寿医療研究センター病院 先端医療機能回復診療部 歯科口腔外科
 2. 東京医科歯科大学大学院 摂食機能保存学講座 う蝕制御学分野
 3. 歯と骨の GCOE
- 角 保徳¹、田上 順次^{2,3}、小澤 総喜¹

Clinical evaluation of resin based composite restorations by swept-source Optical Coherence Tomography.

1. Division of Oral and Dental Surgery, Department of Advanced Medicine, National Hospital for Geriatric Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology
 2. Cariology and Operative Dentistry, Tokyo Medical and Dental University
 3. Global COE, International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases
- Yasunori SUMI¹, Junji TAGAMI^{2,3}, Nobuyoshi OZAWA¹

【研究目的】コンポジットレジン (Composite Resin : 以下 CR) 修復は、歯質の温存が可能であり、操作性や審美性にも優れた修復法である。近年の CR の物性や接着技術の向上により、適応範囲は多岐にわたっている。しかし、現在の CR 修復物に対する適切な臨床評価方法は主観的であり、術者、評価者によって評価のばらつきが生じることが多い。また、従来の視診、触診や X 線画像における評価法では、2 次う蝕の早期発見が困難であり、予後が悪化する場合があった。これまで、CR 修復物の評価を行うさまざまなシステムや手法が利用されているが、客観性かつ簡便な方法は確立されていない。

国立長寿医療研究センター歯科口腔外科では、産官共同で歯科用 OCT 画像診断機器 (Optical Coherence Tomography : 以下 OCT) の産官共同開発を進め、歯牙および歯周組織、口腔軟組織診断への有効性を確認し、世界最先端の研究結果を報告してきた。OCT は生体に無害な近赤外光を用いた X 線被曝のない最先端の医療用画像撮像技術であり、サブミクロンオーダーの高空間分析能を有し、今まで不可能であった口腔内の微細な構造や病変を検出できる画期的なものである。われわれは OCT の非侵襲性、高空間分解能、客観性、同時性、低価格性などの特性を生かし歯科臨床へ応用するため、産官共同で歯科用 OCT 画像診断機器の開発を進め、日本発、世界初の製品化を目指している。

今回、われわれは、歯科用 OCT 画像診断機器を用い、口腔内で CR 修復物を観察し、CR 修復物の客観的診断への有効性を検証したので報告する。

【方法】国立長寿医療研究センター歯科口腔外科を受診し、本研究の主旨に同意し協力の得られた外来患者 59 名の口腔内 CR 修復物 149 例を対象として、歯科用 OCT 画像診断機器を用いて診査を行った。OCT 画像評価では、CR 修復物の辺縁不適合、コントラクションギャップや CR 修復物に内在する気泡を主たる評価項目とした。本研究の実施にあたり国立長寿医療研究センター倫理委員会 (承認番号 No. 375) による承認のもと、説明用文書に従い十分な説明をした上で、診査について自由意志による同意を書面により得た。

CR 修復物の評価には、国立長寿医療研究センター歯科口腔外科と Santec (株) の産官共同で開発した歯科用 OCT 画像診断機器 (Santec® OCT-2000) を使用した。本装置の仕様は、波長は 1260~1360nm、掃引率 20kHz、水平方向分解能が 37 μm (焦点スポット : 10 μm)、深さ方向分解能が 11 μm (空気中) および 8 μm (組織中)、出力はプローブ先端部において平均 4mW (装置内平均値 : 6mW、ピーク時 11mW) である。

【成績】OCT 画像上では視診や X 線画像では評価不能な CR 充填部分の辺縁不適合、コントラクションギャップや CR 修復物に内在する気泡などが明確に確認できた。本研究において、CR の辺縁不適合は 67.1%、ギャップは 16.1%、CR に内在する気泡は 26.2% の CR 修復物において認められた。CR 修復物の辺縁封鎖性や内在する欠陥を検出するにも有効であることが判明した。

【考察】本研究を通して、歯科用 OCT 画像診断機器を用いることで CR 修復物に生じたわずかな欠陥も高解像度断層画像により十分に検出可能であった。今後、CR 修復後に歯科用 OCT 画像診断機器による経過観察を行うことで、CR 修復物に生じた欠陥をいち早く検出し、微少漏洩を早期発見することで、2 次齶蝕を未然に防ぐことができると考えられる。また、歯科用 OCT 画像診断機器を用い、より欠陥を生じない充填方法や充填物の開発にも応用できる可能性がある。これらの点から、われわれは歯科用 OCT 画像診断機器を用いた CR の非破壊検査の臨床的有効性は極めて高いと考えている。

【結論】歯科用 OCT 画像診断機器は、CR 修復物の臨床診断に極めて有効である。従来の視診、触診や X 線画像における評価法では、不可能であった CR 修復物の客観的評価を可能にすると考えられた。

最新の自己接着性レジンに関する研究

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

○西谷佳浩, 星加知宏, 高橋 圭, 田中久美子, 森本紗也子, 西内佐織, 吉山昌宏

A study of current self-adhesive resin composite.

Department of Operative Dentistry, Field of Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction,
Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences
○NISHITANI Yoshihiro, HOSHIKA Tomohiro, TAKAHASHI Kei, TANAKA Kumiko, MORIMOTO
Sayako, NISHIUCHI Saori and YOSHIYAMA Masahiro

研究目的: コンポジットレジン修復時の操作性については現在もさらなる改良が続けられている。歯面処理に関しては、現在 1 ステップから 3 ステップまでのボンディング材が製品化されている。また、レジンセメントについては歯面処理を必要としないセルフアドヒーシブタイプが普及している。充填材料としてのコンポジットレジンについても国外ではセルフアドヒーシブタイプが発売されているものの、国内においては研究開発の段階であり製品化されていない。国外で製品化されている充填用コンポジットレジンには象牙質への充填を推奨している一方で、トクヤマデンタル社によって試作された LLB-2/CR-4 は、光照射を必要としない歯面処理材 (LLB-2) に専用のコンポジットレジン (CR4) を用いることから、エナメル質への修復にも対応した接着システムとなっており、これまでの 1 ステップボンディングシステムよりもさらなる操作性の向上を図っている。本研究では、現在までに開発された自己接着性レジンの象牙質への接着性について評価することを目的とする。

材料および方法: ヒト抜去第一大臼歯咬合面に、エアータービンハンドピースにダイヤモンドバー (CR-11F, マニー) を装着し注水下にて、直径 6mm、象牙質深さ 2mm の円柱状窩洞を歯の長軸に沿って形成し、被着面とした。形成した窩洞面に、LLB-2 (トクヤマデンタル) を塗布して 10 秒間静置後中圧エアーで乾燥した後に、CR4 (トクヤマデンタル) を充填し、LED 光照射器 (ペンキュア, モリタ) を用いて 20 秒間光照射を行い重合硬化させた。Vertise Flow (Keer) および Fusio (Pentron Clinical) についても同様の窩洞に対して、メーカー指示通りに象牙質窩洞を充填した後に、エナメル質窩洞については Bond Force/エステライト P クイック (トクヤマデンタル) を用いて充填した。さらに、窩洞内すべてを Bond Force/エステライト P クイックを用いて充填する試料についても作製した。37℃水中に 24 時間保管後に、微小引張り接着試験を行った。一部の試料については、走査型電子顕微鏡 (DS-720, トプコン) にて象牙質-レジン接合界面の微細構造の観察を行った。

成績: 象牙質引張り接着強さの平均値±標準偏差は、高い順に Bond Force (33.6±5.2 MPa), LLB-2/CR4 (30.2±7.6 MPa), Fusio (13.4±2.6MPa), Vertise Flow (8.8±1.6MPa) であり、Bond Force と LLB-2/CR4 との間には有意差がなかった ($p<0.05$; Student-Newman-Keuls test)。象牙質とレジンの接合界面は、いずれの試料においてもレジンが象牙質に緊密に接合している構造が認められた。

考察および結論: Fusio および Vertise Flow は、窩洞形成された象牙質に対して歯面処理が不要なセルフアドヒーシブタイプであるものの、エナメル質と象牙質に充填する窩洞では、エナメル質に対して何らかの接着システムを追加して使用する必要がある。LLB-2/CR4 は光照射を必要としない歯面処理が必要であるが、システム専用のコンポジットレジン (CR4) はエナメル質にも充填可能である。LLB-2/CR4 は、Bond Force/エステライト P クイックなどの現在までに製品化されているワンステップボンディングシステムの接着性を損なわず、さらに発展させた自己接着性レジンとして有効である可能性が示唆された。

新規 1 液型象牙質接着システムの初期接着強さと長期耐久性の検討

- 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.クラレメディカル株式会社

○角田晋一¹, 付佳楽¹, 武井満², 西垣直樹², 雛元愛², 池田考績¹, 佐野英彦¹

Early Bond Strength and Long Term Durability of Newly Developed One Bottle Type Dentin Adhesive System.

- 1.Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science, Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University
2. Kuraray Medical Inc.

○KAKUDA Shinichi¹, FU Jiale¹, TAKEI Mitsuru², NISHIGAKI Naoki², HINAMOTO Ai², IKEDA Takatsumi¹, SANO Hidehiko¹

【緒言および目的】

近年の臨床において 1 液型象牙質接着材の使用は拡がりつつある。1 液型象牙質接着材は 2 step の接着材に比べ明らかに操作数が少なく、そのために操作ミスを低減させることが期待できるものの、象牙質への接着性と接着層の耐久性については、議論が絶えなかった。今回比較研究を行った新規 1 液型接着システムは、①重合前では歯質に対して浸透性が高い多官能浸水性モノマーを用いて歯質への浸透性を向上し、②重合に関しては重合率を上げ硬化性を向上させるために新規光重合触媒を使用し、さらに③光重合後の硬化体における耐水性を向上させるために撥水性モノマーを導入している。つまり接着性を高め、さらに長期の接着耐久性を維持することを目的として開発された。

本研究では、この新規 1 液型象牙質接着システムと、現行の 1 液型システム 2 種類についての比較試験を行い、検討を行った。

【材料および方法】

接着システムとして新規 1 液型象牙質接着剤 MTB-200 (クラレメディカル)、ならびに現行の Tri-S Bond (クラレメディカル:Tri-S)、BeautiBond (松風:BB) を本研究に用いた。ヒト抜去大白歯の歯冠象牙質をモデルトリマーと#600 の耐水研磨紙を用い、注水下で 60 秒間研磨し平坦な被着象牙質表面を作成した。各接着システムは、メーカーの指示に従って歯面処理し、コンポジットレジン (AP-X, クラレメディカル) を築盛し、被着面より高さ 5mm になるよう積層した。照射には JETLITE 3000 (J Morita USA) を使用した。試料は 37°C の水中に 24 時間浸漬させた後、接着界面に垂直で 1×1mm の角柱にトリミングした。

得られた試料は 5°C/60 秒と 55°C/60 秒を 1 サイクルとするサーマルサイクルを 4800 回 (TC4800) と 10100 回 (TC10100) 行った。サーマルサイクルでは角柱試料を PCR チューブ内の脱イオン水中に浸漬し、回数をプログラムした PCR サーマルサイクラー (Mastercycler gradient, eppendorf) にてサーマルサイクル負荷を与えた。また、初期接着強さの検討としてサーマルサイクルを行わずに、37°C の水中に 24 時間浸漬しただけの試料 (TC0) も作成した。

それぞれの加速負荷後、角柱試料 (n=18~32) の微小引っ張り強さを測定した (EZ-Test, 島津製作所)。得られたデータは 2WAY ANOVA 並びに TukeyHSD 法 (p<0.05) を用いて統計学的検定を行った。

【結果および考察】

結果を表に示す (同じ文字は有意差がないことを示す)。2WAY ANOVA の結果、材料間には有意差があり、TC では有意差がなかった。すべての群で、BB は MTB-200 と Tri-S と比較して、有意に低い値を示したが、MTB-200 と Tri-S の間には大きな差が認められなかった。

		接着強さ (mean±SD)		
回数	材料	MTB-200	Tri-S	BB
	TC0	67.1±15.6 ab	57.2±14.0 bc	28.1±11.4 d
	TC4800	72.5±14.5 a	60.1±14.1 abc	34.0±17.0 d
	TC10100	60.0±20.0 abc	52.2±13.2 c	35.3±19.1 d

したがって本実験系で耐久性の比較を行うには、より長期の加速負荷試験を行うことが必要であると示唆された。

新規ワンステップボンディング材の開発に関する研究 (1)

日本大学松戸歯学部 う蝕抑制審美治療学講座¹,
日本大学松戸歯学部歯科生体材料学講座²,
○岩井仁寿¹, 藤田(中島)光¹, 根本章吾¹, 岩井啓寿¹, 西山典宏², 池見宅司¹

Development of Novel All-in-one Adhesive

Department of Dental Caries Control and Aesthetic Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo¹,
Department of Dental Biomaterials, Nihon University School of Dentistry at Matsudo²
○Iwai Hitoshi¹, Fujita(Nakajima) Kou¹, Nemoto Shogo¹, Iwai Hirotoishi¹, Nishiyama Norihiro², Ikemi Takuji¹

【目的】

本研究では、MDP、UDMA、TEGDMA、水およびアセトンからなる3種のワンステップボンディング材を調製し、ワンステップボンディング材中の水の割合がハイドロキシアパタイト粉末あるいは象牙質粉末の脱灰量と、エナメル質と象牙質に対するレジンの圧縮剪断接着強さに及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

1. 材料

ワンステップボンディング材の調製：UDMA、TEGDMA、MDPをそれぞれ10 g計量し、水/アセトン比の異なる3種類のアセトン水溶液（水：アセトン＝1：6 [HF-1]、2：5 [HF-2]、3：4 [HF-3]）を添加して3種のワンステップボンディング材を調製した。

2. 方法

脱灰量の測定：ワンステップボンディング材1 g中にハイドロキシアパタイト (HAp) あるいは象牙質粉末を0.2 g添加し、10分間攪拌した後、遠心分離して上澄み液を得た。この上澄み液の¹³C NMRスペクトルを測定し、UDMAのビニル基メチレンカーボンに対する MDPのビニル基メチレンカーボンの強度比を求めた。MDPがカルシウム塩を生成した割合は HApまたは象牙質添加前後における強度比の変化から求めた。これは、MDPがボンディング材に不溶性のカルシウム塩を形成し、ボンディング材の溶液から析出するためである。

接着試験：ウシ前歯抜去歯の唇側エナメル質を#1000シリコンカーバイトペーパーにて研磨し、新鮮なエナメル質および象牙質を露出させた後、常温重合型レジンを試料片を埋没した。次に、内径3.2 mmの穴の開いた両面テープを貼付け、その内面をワンステップボンディング材で20秒間処理した後、3秒間強圧エアブローを行い、照射を10秒間施した。その後、内径3.2 mmの穴の開いたシリコンリングを両面テープの上に固定し、直ちにコンポジットレジンを充填して照射（20秒間）を行い、試験体を作製した。その後、シリコンリングおよび両面テープを除去し、37℃水中に保管した。24時間後、インストロン型万能試験機を使用し、クロスヘッドスピード1.0 mm/minにて圧縮剪断接着強さを測定した。なお、試料数はそれぞれの実験群で15個とし、照射器はXL 3000 (3M ESPE) を用いた。

統計処理：共分散分析後、多重比較検定 (Tukey-Kramer) を用いて行った (p<0.05)。

【結果および考察】

MDPがカルシウム塩を生成した割合およびエナメル質、象牙質に対するレジンの接着強さを下記に示した (表1)。MDPのカルシウム塩の生成量は、水の添加量が多くなるにつれて増大した。MDPによる脱灰の様相は HApおよび象牙質では異なり、MDPは HApより象牙質を強く脱灰することがわかった。しかし、エナメル質接着においては、脱灰量が増加しても接着強さは約20 MPaと一定値を示し、象牙質接着においても同様に約12 MPaと一定値を示した。

以上の結果から、ワンステップボンディング材への水の添加量が多くなるとHApまたは象牙質アパタイトの脱灰量は増加したが、脱灰量とエナメル質および象牙質接着性との間には相関が認められなかった。

表1 脱灰量および接着強さ

	脱灰量 (MDPの減少量、%)		接着強さ MPa (SD)	
	HAp	象牙質	エナメル質	象牙質
HF-1	1.2	10.5	19.4 (1.7)	12.4 (1.7)
HF-2	8.9	86.6	20.1 (1.7)	12.1 (1.8)
HF-3	13.7	87.2	20.1 (2.0)	11.6 (2.6)

シングルステップシステムの保管条件が歯質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
福石歯科医院³, 愛歯技工専門学校附属歯科診療所⁴
○千葉陽子¹, 井上直樹¹, 池田昌彦¹, 大岡悟史¹, 安藤進^{1,2}, 宮崎真至^{1,2},
吉野弘三³, 藤井清一⁴

Influence of Storage conditions of Single-application Self-etch Adhesives on Dentin Bond Strength
Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry, Fukuishi Dental Clinic³, Aishi Dental Clinic⁴
○CHIBA-SHIBUYA Yoko¹, INOUE Naoki¹, IKEDA Masahiko¹, OOOKA Satoshi¹, ANDO Susumu^{1,2},
MIYAZAKI Masashi^{1,2}, YOSHINO Kozo³, FUJII Seiichi⁴

【研究目的】

臨床術式の簡略化を目的としてシングルステップ接着システムが開発, 臨床使用されている。これらの接着システムについては, その使用期限あるいは保管法が各製造者によってそれぞれ表示されている。しかし, 臨床的にはこれら接着システムが使用されている環境も多様であるのが現状であり, その影響については不明な点が多い。そこで演者らは, シングルステップセルフエッチシステムの保管期間中における接着の安定性を把握する研究の一環として, 保管条件および期間が象牙質接着強さに及ぼす影響を検討した。

【材料および方法】

供試したシングルステップシステムは, Absolute 2 (デンツプライ三金, 以後 AB), Adper Plompt L-Pop (3M ESPE, 以後 AP), Bond Force (トクヤマデンタル, 以後 BF), Clearfil tri-S Bond (クラレメディカル, 以後 TS) および G-Bond (ジーシー, 以後 GB) の, 合計5製品である。

接着システムの保管条件は, ハザードボックス (40±1 °C, 50±5 % RH, 以後 高温条件), 恒温室 (23±1 °C, 50±5 % RH, 以後 常温条件) および冷蔵庫 (4±1 °C, 50±5 % RH, 以後 冷蔵条件) の3保管条件で0 (Baseline), 1, 2, 3, 4, 5 および6ヶ月間それぞれ保管した。

接着試験にはウシ下顎前歯を使用し, その歯冠部象牙質を SiC ペーパー #600 まで順次研削したものをを使用した。被着面を直径4mmに規定し, それぞれ製造者指示に従って各製品を塗布後それぞれ重合硬化させた。次いで, 内径4mm, 高さ2mmの円筒形白色テフロン型を置き, レジンペーストを填塞, ポリストリップスを介して照射を行って接着試片とした。これらの試片を37°Cの精製水中に24時間保管した後, 万能試験機 (Type5500R, 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するとともに破壊形式を判定した。また, これらの接着システムの象牙質処理面について, 通法に従ってSEM観察を行った。

さらに, アドヒーシブの pH, 二重結合の反応率および走査電子顕微鏡(以後 SEM)を用いて象牙質処理面の観察を行い検討した。

【成績および考察】

供試したいずれの接着システムにおいても, 全ての保管条件で保管期間が延長するのに伴って接着強さは低下した。また, 保管条件間の比較では, 高温条件は他の2条件に比較して全保管期間を通じて有意に低かった。保管期間別に接着強さを比較すると, 高温条件ではいずれの製品でも Baseline に対して接着強さの経時的な低下は著しく, 保管1~2ヶ月で有意に低下した。一方, 常温条件および冷蔵条件では, いずれの製品でも接着強さは経時的に低下傾向を示したものの, その程度は高温条件に比較して緩やかであった。接着試験後の破壊形式は, Baseline ではいずれの製品でも象牙質の凝集破壊を示したのに対して, 保管期間が延長するに伴って混合破壊あるいは界面破壊が増加した。この傾向は高温条件で著明であり, その保管6ヶ月では全例が界面破壊であった。一方, Baseline および高温条件で6ヶ月保管したアドヒーシブの pH は, 有意差は認められないものの上昇する傾向を示した。

また, 二重結合の反応率測定の結果, Baseline と高温条件で6ヶ月保管したアドヒーシブにおいて, 有意差は認められないものの低下する傾向を示した。以上のように, 接着強さが低下した原因は, 構成成分の劣化による脱灰能の低下による可能性が考えられた。

【結論】

本実験の結果から, 供試したシングルステップシステムにおいて, 高温環境での長期間にわたる保管は象牙質に対する接着強さを低下させることが示唆された。

試作ワンボトルセルフアドヒーシブの象牙質接着強さ

鶴見大学歯学部歯科保存学第一講座
○英 將生, 秋本尚武, 宮内貴弘, 桃井保子

Dentin Bond Strength with Experimental One-bottle Self-adhesive
Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine
○HANABUSA Masao, AKIMOTO Naotake, MIYAUCHI Takahiro, MOMOI Yasuko

【研究目的】

近年、ワンボトルセルフアドヒーシブは、操作の簡便性から臨床で広く使用されるようになってきた。しかし、その歯質接着性にはいまだに多くの懸念が抱かれている。ここ数年、ワンボトルセルフアドヒーシブの歯質接着性をさらに向上させるため、各接着メーカーは様々な改良を行っている。今回クラレメディカル社は、歯質接着性、耐久性および操作性のさらなる向上を目的とし、フッ素徐放性も付与したワンボトルセルフアドヒーシブ MTB-200 を新たに開発した。そこで今回、この試作ワンボトルセルフアドヒーシブ MTB-200 の象牙質接着性能を知るために、微小引張り接着試験による検討を行った。

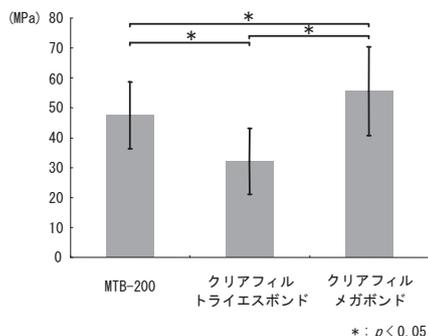
【材料および方法】

微小引張り接着試験：抜去ヒト大臼歯の歯冠中央部を歯軸に対し垂直方向にマイクロカッターMC-201（マルトー）で切断後、象牙質露出面を耐水研磨紙 #600 で研削し、被着面とした。作製した象牙質被着面にそれぞれ試作ワンボトルセルフアドヒーシブの MTB-200（クラレメディカル）、ワンボトルセルフアドヒーシブのクリアフィルトライエスボンド（クラレメディカル）およびツーステップセルフエッチングシステムのクリアフィルメガボンド（クラレメディカル）の3種類の接着システムをメーカー指示通りに塗布し接着処理を行った。接着処理後、コンポジットレジン（クリアフィル AP-X, クラレメディカル）を積層充填し光照射した。試料を24時間37℃水中に浸漬後、接着界面と垂直に1.5 mm × 1.0 mm となるようにマイクロカッターで短冊状に切断し、被着面が1.0 mm × 1.0 mm となるようダンベル型にトリミングを行い接着試験の試料とした。その後、万能試験機（Type 4443, インストロン）を使用し、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min にて微小引張り試験を行った。微小引張り試験によって得られたデータは、一元配置分散分析後、Tukey の多重比較 ($\alpha=0.05$) にて統計処理を行った。

SEM 観察：微小引張り接着試験と同様に作製した試料を接着界面に対し垂直に半切し、接着界面が露出するようエポキシ樹脂に包埋、切断面を適法に従い鏡面研磨した。その後、アルゴンイオンシャワー装置 EIS-200ER（エリオニクス）でアルゴンイオンエッチングを施し、白金蒸着後、走査電子顕微鏡 S-4800（HITACHI）にて接着界面の観察を行った。

【成績および考察】

微小引張り接着試験の結果を図に示す。結果から、MTB-200 の象牙質接着強さは、同じワンボトルセルフアドヒーシブのクリアフィルトライエスボンドより有意に高い値を示した。また、SEM 観察では象牙質と緊密に接合している像が観察された。したがって、本実験で使用した試作ワンボトルセルフアドヒーシブ MTB-200 は、従来のワンボトルセルフアドヒーシブのクリアフィルトライエスボンドと比較して、高い接着強さを備え、良好な象牙質接着性能を有する接着システムであることが示唆された。



4-META/MMA-TBB 系レジン用セルフエッチングプライマーの接着特性

日本大学松戸歯学部う蝕抑制審美治療学講座¹、
そよかぜ歯科医院²、中村歯科医院³
○山本憲廣^{1,2}、高鹿志保¹、周 秦¹、岩井啓寿¹、平山聡司¹、中村光夫³、
小里達也¹、池見宅司¹

Bonding performance of self-etching primer of 4-META/MMA-TBB Resin

Department of Caries Control and Aesthetic Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo¹,
Soyokaze Dental Clinic², Nakamura Dental Clinic³
○YAMAMOTO Norihiro^{1,2}, KOUROKU Shiho¹, ZHOU QIN¹, IWAI Hirotooshi¹, HIRAYAMA Satoshi¹, NAKAMURA Mitsuo³,
ORI Tatsuya¹, IKEMI Takuji¹

【研究目的】

4-META/MMA-TBB レジンは歯質接着能、弾性能、重合性が優れており、臨床での適応が広いことから、約 30 年にわたって用いられている。しかし、歯質接着能を十分に発揮させるためにはエナメル質あるいは象牙質に対して個別の表面処理材が必要となるが、日常臨床においては同時に一括処理を必要とする症例が多く、その場合には接着性能が低下する懸念があった。そこで、本実験では、水洗を必要とせず、エナメル質と象牙質の一括処理が可能な新規セルフエッチングプライマーを使用した際の 4-META/MMA-TBB レジンの接着能について検討した。

【材料および方法】

1. 接着試験

ウシ下顎前歯を使用直前に流水下で解凍し、研削を行わなかった未研削エナメル質群とエナメル質を #180 で研削した研削エナメル質群、象牙質を #180 で研削した研削象牙質群の 3 群の試料を用いた。表面処理材には、65%リン酸水溶液 (Red)、10%クエン酸 3%塩化第二鉄水溶液 (Green) および新規セルフエッチングプライマー (開発コード: SBP-40TX) を使用して、それぞれの表面処理材を前述の 3 試料群に作用した。表面処理材の作用時間は、Red あるいは Green を未研削エナメル質と研削エナメル質群に 30 秒間、研削象牙質群には 10 秒間作用させ、10 秒間水洗し、エアブローを行なった後、面積規定(φ4.8mm)した面にスーパーボンド™ (サンメディカル) を用いてアクリル棒を植立した。SBP-40TX は全ての群に 20 秒間作用させ、エアブローを行なった後に同様の操作をした。室温にて 30 分間放置後、37°C 水中に 24 時間浸漬し、万能試験機 (AG-1G: SHIMADZU 社製) にてクロスヘッドスピード 2mm/min で引張強さを測定した。各群とも試料数は 10 とし、群ごとに Tukey-Kramer ($p < 0.05$) で統計処理を行った。

2. 接合界面の SEM 観察

各群のエナメル質あるいは象牙質との接合界面を観察するために、各試料を通法に従って臨界点乾燥を行い、イオンコーターで金蒸着を施し、走査電子顕微鏡 (JSM-5610V: 日本電子社製) で接合界面の観察を行った。

【結果および考察】

未研削エナメル質群では Green において、研削象牙質群では Red において有意に低い値を示し、研削エナメル質群では表面処理材の違いで有意差は認められなかった。そして、SBP-40TX は、各試料群において安定した接着強さが得られた。接合界面の SEM 観察では、Red や Green と比較して SBP-40TX で歯面の脱灰の程度は軽度であることが観察された。以上の結果から、SBP-40TX は水洗が不要で、従来の方法と比較して操作手順を短縮することができるだけでなく、エナメル質と象牙質を一括処理しても安定した歯質接着能を発揮できることが示唆された。

新規化学重合型プライマー(DBC-510)の象牙質接着性

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

○塩出信太郎、山路公造、西谷佳浩、高橋 圭、田中久美子、吉山昌宏

Dentin bond strengths of a new self-cured multi-use primer (DBC-510)

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

○Shintaro SHIODE, Kozo YAMAJI, Yoshihiro NISHITANI,

Kei TAKAHASHI, Kumiko TANAKA and Masahiro YOSHIYAMA

【目的】

現在の歯科臨床では、直接コンポジットレジン修復、レジン築造、またレジンセメントを用いた間接法での修復によって様々な歯面処理剤が必要となっている。また、歯面処理剤のメーカー指示の操作手順も様々である。さらに、歯面処理時間と光重合のために多くのチェアタイムが必要とされる。このことから、使用される歯面処理剤が同一の製品で行えることができ、さらに短時間で歯面処理が完了できれば臨床上非常に有益である。この度、これらの歯面処理を同一のプライマーを用いて行うことをコンセプトに、トクヤマデンタルから新規化学重合型プライマーが開発された。本研究では新規プライマーの歯質接着性を明らかにするために、象牙質接着強さの測定および象牙質接合界面の微細構造についての検討を行った。

【方法】

新規化学重合型プライマーとして DBC-510(トクヤマデンタル)を、コントロールとしてクリアフィル DC ボンド(クラレメディカル)を用いた。ヒト抜去大白歯の咬合面を研削して象牙質平坦面を作成し、#600の耐水研磨紙で研磨した。DBC-510のA液とB液を等量採取し、2秒間混和後象牙質表面に塗布し10秒間放置後弱圧で5秒、中圧で5秒間エアードライした。その後コア用レジン(ECG、トクヤマデンタル)を築造し光重合を行い築造を行った。クリアフィル DC ボンドについてはA液とB液を等量採取後5秒間混和を行い、象牙質に塗布後20秒間放置し、5秒間エアードライで乾燥後、20秒間光重合を行った。その後、クリアフィル DC コアにて築造を行った。作製した試料を37°Cの水中に24時間浸漬させた後、接着界面に垂直で断面が1×1mmの角柱になるように精密低速切断機(Isomet, Buehler)でトリミングした試料をEZ Test(Shimadzu)(クロスヘッドスピード1mm/min)を用いて微小引張り試験を行った。得られたデータはt検定を用いて統計学的検定を行った。また、走査型電子顕微鏡(DS-720, Topcon, SEM)にて接着界面の観察を行った。

【成績および考察】

測定した各条件における微小引張り試験の結果を示す。

	DBC-510	DC ボンド
象牙質引張り接着強さ	36.3±11.4 (MPa)	31.2±9.2 (MPa)

両群に有意差なし(p<0.05) (n=10)

DBC-510 はコントロール群と比較して同等の象牙質接着強さを有していた。また、DBC-510 の破断面形態は混合破壊と界面破壊が多く観察され、界面破壊についてはコア用レジンとDBC-510の界面での破壊が多かった。DCボンドは界面破壊の割合が最も多く、象牙質被着面とコア用レジンとの界面での破壊が観察された。SEMによる接着界面の観察ではDBC-510とDCボンドのボンディング層の厚み、レジntagの形成については明らかな違いは見られなかった。

DBC-510には3D Self-Reinforcing Technologyが採用されており、歯質と三次元架橋反応や三次元架橋重合することにより強固に象牙質に接着したものを考えられる。またDBC-510は歯面処理時間が短く、光重合が不要であるため臨床でのチェアタイムの短縮が期待できると考えられる。

以上の結果から、DBC-510はDCボンドと同等の象牙質接着強さを有し、かつ操作時間の短縮が図れる材料であることが示唆された。

【結論】

DBC-510は十分な象牙質接着強さを示し、さらにチェアタイムの短縮が図れることから、臨床的に有用なプライマーであることが示唆された。

GM プライマーの濃度と象牙質表面からの水分蒸散量
昭和大学歯学部 歯科保存学講座

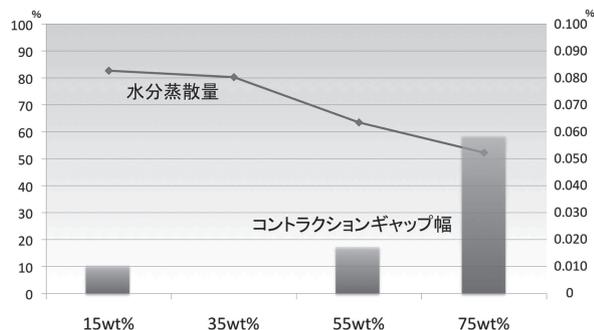
後閑由香, 長井嘉孝, 楠 みづほ, 谷 千尋, 伊藤 和雄, 久光 久

Concentration of GM primer versus amount of moisture evaporation from dentin surface
Department of Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry
Gokan Y, Nagai Y, Kusunoki M, Tani C, Itoh K, Hisamitsu H

【研究目的】コンポジットレジン修復において完全な象牙質窩洞適合性を獲得するためには、スメアー層を過不足なく除去したのちにプライミングを行うことが必須の条件となる。我々は、市販材料に広く用いられている 2-HEMA よりも優れたプライミング効果を持つ glyceryl mono-methacrylate (GM) プライマーを開発し、プライミング効果は、プライマーの保水効果によると推測した。さらに、このような推測に基づいて、GM と同様の化学構造を持つ tri-ethylene glycol mono-methacrylate (TEGMA) 水溶液にも完全なプライマー効果が認められることを確認した。すなわち、デンティンプライマー効果は、モノマーの接着対象とはなりにくいコラーゲンを膨潤させることに起因するのではなく、被着象牙質面の水分をコントロールして接着の成立に寄与すると推測される。すなわち、できるだけ脱灰することなくスメアー層を除去し、プライマーによって被着面の水分をコントロールすることによって、象牙質を酸処理エナメル質に類似した構造に近似させる前処理がデンティンボンディングの成立に必須の条件となる。我々は前報にて、35vol% GM を用いた際の歯質からの水分蒸散量の変化を検討した結果、エナメル質面からの水分蒸散量の変化は認められなかったものの、象牙質面では蒸散量が減少する事実が認められることを報告した。本研究では、各種濃度の GM プライマーを試作・調整し、これらを用いて歯面処理を行った場合の象牙質からの水分蒸散量の変化を計測した。

【材料および方法】試作プライマーとして 15、35、55、75% の GM 水溶液を調整した。ヒト抜去前歯および小臼歯の根尖孔より注射針 (テルモ社製; テルモ翼付静注針, 23G x 5/8) を挿入し、即時重合レジンに包埋した。硬化後、エナメル質を削除して耐水研磨紙 #1000 上で象牙質平面を露出させ、直径 3.6mm の穴のあいた粘着テープを貼付して蒸散量計測面積を規定した。次いで、注射針を介して根尖孔から歯髄腔に 27cmH₂O の水圧をかけ、象牙質表面から蒸散する水分量を計測した。計測は水分蒸散量計 (マルチプローブアダプター MPA5, TEWAMETER TM300, Courage + Khazaka Electric GmbH, Germany) を用い、①象牙質面を研磨後、②E-Lize コンディショナー (EDTA) を 60 秒間適用し、水洗乾燥後、③各濃度 GM プライマーを塗布、ただちに乾燥後、の 3 段階について行った。計測は 3 秒ごとに行い、各段階の代表値は計測値が安定、かつ最高位に達した 30 秒間、すなわち 10 個の計測値の平均値を算出し、EDTA 処理後を 100% とした、プライマー適用後の水分蒸散量の変化率を算出した。試片は各 GM 濃度につきそれぞれ 10 本、合計 40 本計測した。

【結果および考察】象牙質からの水分蒸散量は、すべての試片で EDTA 処理後に上昇した。これは、象牙質平面を覆っているスメアー層が EDTA によって除去されるため、細管および管間象牙質表面からの水分蒸散量が増加したものと考えられる。その後、各濃度の GM 水溶液を適応すると、ほとんどすべての試片で水分蒸散量が低下した。さらに、このような蒸散量の低下傾向は GM 濃度が高くなるにしたがって、より顕著に観察された。すでに我々は GM 水溶液には 35% にプライマーとしての至適濃度が存在し、この濃度でコントラクションギャップが完全に抑制される事実を確認している。さらに、染色した GM 水溶液を象牙質表面に適用し、歯牙断面上で GM 水溶液の歯質内浸透性を観察した結果、35% 濃度で最も深く浸透した事実を確認している。今回の高濃度 GM 適用による蒸散量の低下は、GM の粘性の上昇に伴って歯質表面に GM が貯留する結果と考えられた。以上のように、35% 濃度付近では適切に水分がコントロールされるものの、高濃度の GM 水溶液を用いた場合には、水分蒸散量と接着性が単純には相関しない事実が確認された。



物性の異なる修復材料のサーマルサイクリング後の象牙質接着強さ

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
中田 貴、西谷 佳浩、吉山 昌宏

Dentin bond strengths between different mechanical properties of resin composites after thermal cycling.

Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences
Department of Operative Dentistry
Takashi Nakata, Yoshihiro Nishitani, Masahiro Yoshiyama

【緒言】

我々はこれまで PCR サーマルサイクラーを用いたサーマルサイクリング試験に関して報告した(Nakata T *et al.*, Dent Mater J. 2007). この実験方法は従来型と比較してサーマルサイクリングによる負荷が緩徐であり、回数依存的に低下する接着強さが緩やかな特徴がある(Nakata T *et al.*, The 11th Joint Meeting between KACD and JSCD, 2009). これまでの報告では同じコンポジットレジンと接着システムを用いてサーマルサイクリングを行った場合であった. 最近の直接法修復材料は従来から使用されているペーストタイプのコンポジットレジンをはじめ、流動性を高めたフロータイプのコンポジットレジンなど物性の異なるコンポジットレジンが様々に臨床応用されている. そこで本研究では物性の異なるコンポジットレジンを経験的に象牙質に接着させ、サーマルサイクリングを行った場合の象牙質接着強さに与える影響について検討することを目的とした.

【材料および方法】

接着システムとして 2 ステップセルフエッチングシステムの FL-BOND II (SHOFU INC.) を、コンポジットレジンとして BEAUTIFIL II (A3, SHOFU INC.), BEAUTIFIL Flow (F10, A3, SHOFU INC.) および BEAUTIFIL Flow Plus (F00, A3, SHOFU INC.) を本研究に用いた. ヒト抜去大白歯の歯冠象牙質をモデルトリマーおよび#600 の耐水研磨紙を用い、流水下で 30 秒間研磨し平坦な被着象牙質表面を作製した. 接着システムはメーカー指示通りに象牙質に歯面処理を施し、コンポジットレジンを経験面より高さ 2mm になるよう築造し、40 秒間光照射 (JETLITE 3000, J. Morita USA) した. 同様に 2 回積層充填を行い高さ 4mm とした. 試料を 37°C の水中に 24 時間浸漬させた後、接着界面に垂直で断面が 1×1 mm の角柱にトリミングした. 得られた試料は 5°C, 60 秒, 55°C, 60 秒を 1 サイクルとするサーマルサイクリングを 0, 10000, 50000 回行った. PCR サーマルサイクラーを用いたサーマルサイクリングは、角柱試料を PCR チューブ内の 50μl の各溶液に浸漬し、PCR サーマルサイクラー (C1000TM Thermal Cycler, BIO-RAD, USA) に上記の条件をプログラムしサーマルサイクリングを行った. サーマルサイクリング後、角柱試料の微小引張り接着強さを測定した (n=12). 得られたデータは T-検定法を用いて統計学的分析を行った ($p < 0.05$).

【結果および考察】

微小引張り接着強さの結果を表に示す. 全ての材料においてサーマルサイクリングの回数依存的に、微小引張り接着強さの平均値は低下した. 統計学的分析の結果、BEAUTIFIL II のみ 0 回と比較して 10000 回の接着強さが有意に低下した. しかしながら、同回数において材料間に有意な差を認めなかった. 本実験においては 0 回 (24 時間後) すなわち充填初期の接着強さに関しては材料間に差はなく、また 10000 回までは接着強さの平均値は低下したものの材料間に有意な差は認めなかった. さらにサーマルサイクリングの回数を増やした場合については不明であるが、サーマルサイクリング 50000 回に関して現在調査中であり、それらの結果も含めて報告する予定である.

表 サーマルサイクリング後の象牙質接着強さ (n=12)

	BEAUTIFIL II		BEAUTIFIL Flow		BEAUTIFIL Flow Plus	
Thermal Cycling	0	10000	0	10000	0	10000
Mean (MPa)	51.70	33.08*	48.43	33.66	47.50	36.10
SD	15.82	10.69	18.25	6.14	12.38	10.40

*は同じ材料間の 0 回と比較した統計学的有意差を示す

垂直歯根破折歯の接着再植法に関する研究 — 再建歯根のポストに対する強度について —

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○恩田 康平、初岡 昌憲、鈴木 康一郎、小正 玲子、坂中 幸誠、河村 昌哲、山本 一世

Study on vertically fractured teeth by adhesion and replantation

- Strength of reconstructed teeth for the post -

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University

○ Onda Kohei, Hatsuoka Yoshinori, Suzuki Koichiro, Komasa Reiko,
Sakanaka Kosei, Kawamura Masaaki Yamamoto Kazuyo

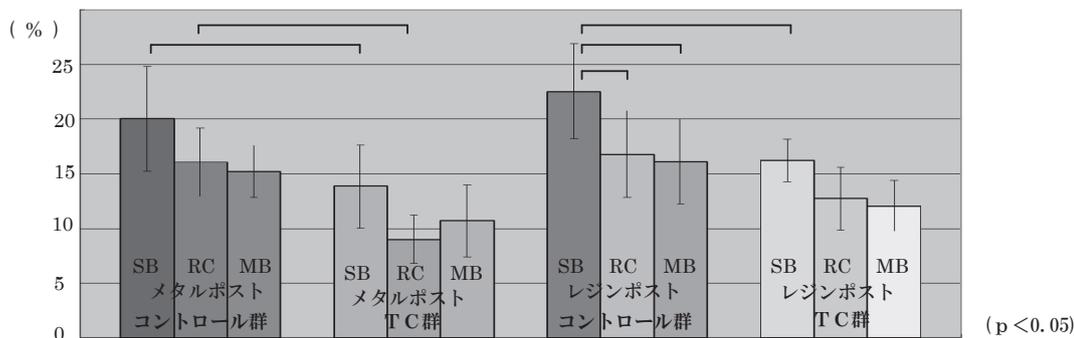
【緒言】

抜歯適応とされてきた垂直歯根破折歯に対して、接着性レジンセメントにて再建を行い、その後再植を行うことにより天然歯を保存することが可能となっている。我々は、再建時の加圧の有無でセメント層の厚みに変化し、厚いセメント層が、硬化後の様々な負荷により劣化することを第130回日本歯科保存学会春季大会で報告した。今回、接着再建前後における垂直的な圧力に対する強度を測定し、再建歯根の強度について検討した。

【材料と方法】

抜歯後冷凍保存した健全なウシ前歯の歯根を根尖より24.0mmで歯軸に垂直に切断し、1/20テーパのポスト孔を形成した。そのポスト孔に対して、12%金銀パラジウム合金にて金属ポストを作成し、DC Core (GC) と Integra Fiber Post (Premier) を用いてレジンポストを作成した。ポスト孔を形成したウシ歯根を即時重合レジンにて包埋し、試料とした。試料に金属コアを挿入し、万能試験機 (AUTOGRAPH 5kN、島津製作所) にて歯軸に垂直に圧力をかけ、ウシ歯根に破壊が起こる力を測定し一次破壊力とした。測定後、一次破壊力測定に使用したウシ歯根を完全に垂直破折させ、接着性レジンセメントである Super Bond C&B (サンメディカル、以下SB)、Multibond II (トクヤマデンタル、以下MB)、および RESICEM (松風、以下RC) を業者指示に従い使用し、再建を行った。再建10分後に37°C 24時間水中に浸漬した後、金属ポストまたはレジンポストをポスト孔に挿入し、万能試験機を用いて再度破壊し、一次破壊力と再建後の破壊力を比較し低下率を算出したものを、その接着性レジンセメントのコントロール群とした (n=8)。また、水中浸漬後5-55°Cサーマルサイクル (以下、TC) 負荷をかけた後に同様の破壊力を測定し、低下率を算出したものをTC群とした。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】



結果を上記の表に示す。メタルポスト使用時、SBとRCはTC負荷により低下率は有意に低下したが、MBは低下するものの有意差は認められなかった。レジンポスト使用のコントロール群において、SBは他の接着性レジンセメントに対し有意に高い低下率を示したが、TC群では各接着性レジンセメント間に差がなく、SBはメタルポスト時と同様にTC負荷により有意に低い低下率を示した。またコントロール群およびTC群のポスト間での有意差は認められなかったが、レジンポスト使用時の方が低下率はやや高い傾向であった。

【まとめ】

TC負荷により再建歯根の強度は低下するが、ポストの材質による差は認められなかった。しかし、垂直歯根破折を再建・再植した場合、セメント硬化24時間後でも破折前の歯根の25%以下の耐力しか持たず、セメント自体も経年劣化することから、補綴処置や予後を考える上で細心の注意が必要だと考えられる。

なお、この実験は大阪歯科大学学術奨励助成金、第09-01号の助成を受けて行われた。

SAICAS 法による歯科用セメントの接着強さ

松本歯科大学 歯科保存学第2講座¹⁾ 松本歯科大学 歯科理工学講座²⁾ 株式会社バイオマテリアル研究所³⁾

河瀬 雄治¹⁾ 吉田 貴光²⁾ 佐藤 将洋¹⁾ 永沢 栄²⁾ 伊藤 充雄³⁾
内山 真紀子¹⁾ 安西 正明¹⁾ 山本 昭夫¹⁾ 笠原 悦男¹⁾

Bond strength of dental cements by SAICAS

Department of Endodontics and Operative Dentistry, Matsumoto Dental University¹⁾

Department of Dental Materials, Matsumoto Dental University²⁾ Institute for Biomaterials Co., Ltd. ³⁾

Y. Kawase¹⁾ T. Yoshida²⁾ M. Sato¹⁾ S. Nagasawa²⁾ M. Ito³⁾ M. Uchiyama¹⁾

M. Anzai¹⁾ A. Yamamoto¹⁾ E. Kasahara¹⁾

【目的】

近年、修復物が原因と考えられる金属アレルギーが多く報告されている。そこでアレルギーを有する患者の修復物には生体親和性が高く、耐食性に優れているチタンが注目されている。チタン修復物との接着には歯科用セメントが使用されるが、セメントには多くの製品があり、最適なセメントの使い分けが不明確である。またセメントの接着試験法として多く取り入れられている方法に引張せん断試験があるが、試験時の偏心荷重によって曲げモーメントが生じ、それによる曲げ応力や変形により接着強さが低下する場合がある。そこで正確なセメントの接着強さを測定するには、外部応力などに影響されない試験法を用いる必要がある。SAICAS (Surface and Interfacial Cutting Analysis System) 法は、ダイヤモンドの鋭利な切刃を用いて試料の表面から界面にかけて切削・剥離するもので、材料に接着した塗膜などの強度を測定することが可能である。この原理は試料の表面に対して水平運動と垂直運動の2軸運動する切刃にかかる水平力、垂直力と変位量を測定することにより材料に接着した塗膜、などのみなしせん断強さ、剥離強さを算出するものである。本実験はチタン表面に接着した歯科用セメントの接着強さをSAICAS法を用いて検討した。

【材料および方法】

材料は従来型セメント4種類、グラスアイオノマー系レジンセメント2種類、接着性レジンセメント4種類を使用した。被着材はインプラントにも使用されているJIS第2種のチタン板(縦30.0mm, 横5.0mm, 肉厚1.0mm)とした。

試験片はアルミナブラスト処理を行ったチタン板上に、メーカー指定の方法にて練和したセメントの練和泥を置き、セメントの皮膜厚さが50 μ mになるようにテフロンシートを敷き、4kgの荷重をかけて作製した。セメント硬化後、37°Cの蒸留水中にて24時間保管し、表面・界面切削装置(SAICAS, ダイブラ・ウィンテス)を用いて、刃幅0.5mm, 切刃角度20度, 水平速度3 μ m/sec, 垂直速度0.3 μ m/secの条件において、剥離試験を行いみなしせん断強さと剥離強さを測定した。さらに剥離試験後の試験片はマイクロスコープにより表面観察を行った。試験終了後、それぞれの試験結果について1元配置分散分析による統計処理を行った。

【結果】

みなしせん断強さは、スーパーボンドが最も大きくレジン系セメントが従来型セメントより強くなる傾向を示した。1元配置分散分析の結果、みなしせん断強さに有意差(P<0.01)を認めた。剥離強さでも同様に、スーパーボンドが最も大きくレジン系セメントが従来型セメントより強くなる傾向を示した。1元配置分散分析の結果、剥離強さに有意差(P<0.01)を認めた。表面観察の結果、エリートセメント、テンポラリーセメント、フジI, ジーセム, レジセム, パナビアで被着面の一部にセメントが見られたが、ほとんどが界面破壊像であった。リブカーボ, ビトレマーペースト, フジリユート, スーパーボンドではセメント内での凝集破壊像を呈した。

【考察および結論】

みなしせん断強さは、レジン系セメントが大きな値を示し、剥離強さはレジン系セメントのスーパーボンドで最も大きい値を示した。スーパーボンドの様に材料に弾性が大きく接着界面で凝集破壊を起こすセメントでは接着強さが大きく測定が可能であった。それに対してその他のセメントでは接着力が小さく、弾性に乏しい脆性材料であり、切刃がセメント内に進入すると亀裂が入り、さらに切刃の先で剥離したセメントが脱落し、これらのセメントでは正確な測定が出来なかった。したがって引張りせん断試験などの試験片で差があっても、ある程度の接着力がないとSAICASでは測定が難しいと考えられた。

コンポジットレジンペーストの保管温度が機械的性質に及ぼす影響

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
青島歯科医院³, 斉藤歯科医院⁴

○小倉由佳理¹, 田久保周子¹, 碓井貴子¹, 陸田明智^{1,2}, 瀧川智義^{1,2},
宮崎真至^{1,2}, 青島 裕^{1,3}, 斉藤充良⁴

Effect of Storage Temperature on the Mechanical Properties of Resin Composites

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

Nihon University School of Dentistry, Aoshima Dental Clinic³, Saito Dental Clinic⁴

○OGURA Yukari¹, TAKUBO Chikako¹, USUI Takako¹, RIKUTA Akitomo^{1,2}, TAKIGAWA Tomoyoshi^{1,2},
MIYAZAKI Masashi^{1,2}, AOSHIMA Yutaka³, SAITO Mituyoshi⁴

【研究目的】

光重合型レジンの歯質接着システムの進歩によって、コンポジットレジン修復の頻度は高くなっている。修復に使用されるコンポジットレジンペーストの種類も多様となり、それに伴ってペースト性状も製品によって異なっている。臨床使用においては、レジンペーストが保管される環境も様々であり、さらに、臨床技法のひとつとしてその操作性を改善するためにプレヒーティングなどが行われている。

そこで演者らは、レジンペーストの保管温度に着目し、これが硬化物の機械的性質に及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

1. 供試コンポジットレジンペーストおよび照射器

供試したコンポジットレジンペーストは、Estelite Σ Quick (Tokuyama Dental, EQ) および Beautifil II (Shofu, BII) の2製品とし、照射器としては、ハロゲンランプを光源とした Optilux 501 (sds Kerr, QHL) とともに、高出力LEDのFlash Max 2 (CMS Dental, LED)を使用した。

2. 保管条件

コンポジットレジンペーストの保管条件としては、冷蔵庫保管 (5 °C条件)、室温保管 (23 °C条件) および Ease-It Composite Softener (Ronvig Dental)を用いて加温した条件 (45 °C条件) の、合計3条件とした。

3. 曲げ特性

2×2×25 mmの金型にレジンペーストを填塞、加圧整形した後に、各照射器で照射を行い、曲げ強さ測定用試片とした。また、得られた応力-歪み曲線の傾きから弾性率を求めた。なお、試片の数は各条件につき5個とした。

4. ヌーブ硬さ

直径4 mm、高さ4 mmの円筒形テフロン型にレジンペーストを填塞、加圧整形した後に、各照射器で照射を行い、ヌーブ硬さ測定用試片とした。これらの試片は、微小硬さ測定器を用い、荷重0.25 N、荷重保持時間30秒の条件でヌーブ硬さの測定を行った。なお、ヌーブ硬さの測定は照射面の中央付近3点とし、その平均値を試片のヌーブ硬さとし、試片の数は各条件につき5個とした。

5. コントラクションギャップの観察

ウシ歯に規格窩洞を形成し、同一製造者のシングルステップシステムを用いて試片を作製した。その後、試片を縦切し、レーザー顕微鏡を用いて歯質とコンポジットレジンのギャップの観察を行った。

【成績および考察】

供試したコンポジットレジンペーストの保管温度が曲げ強さに及ぼす影響では、EQおよびBIIともにQHLを用いた際には、23 °C条件と比較して5 °C条件では低下する傾向が認められたが、45 °C条件では差は認められなかった。LEDを用いた際には、異なる保管温度間で差は認められなかった。また、照射器の違いで比較するとQHLと比較してLEDにおいて、EQでは5 °C条件で差は認められなかったが、23 °C条件および45 °C条件では低下する傾向が認められ、BIIにおいてはQHLの5 °C条件で低下する傾向が認められたのみであった。これらの傾向の違いは、供試したコンポジットレジンペーストの重合開始剤や増幅剤、モノマーの組成およびフィラーの種類や含有率等が影響しているものと考えられた。

【結論】

本実験の結果から、供試したコンポジットレジンペーストの保管される温度条件が機械的性質に及ぼす影響は、製品によって異なり、臨床応用にあたってはその保管法に留意する必要があることが示唆された。

コンポジットレジンの重合収縮応力 -照射 24 時間後までの変化-

鶴見大学歯学部歯科保存学第一講座
西出明史, 山本雄嗣, 桃井保子

Polymerization contraction stresses of resin composites for 24 h after light-irradiation
Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine
NISHIDE Akihito, YAMAMOTO Takatsugu, MOMOI Yasuko

【緒言】

コンポジットレジンの重合収縮応力は、修復物辺縁の間隙形成や変形を起こし、術後不快症状の原因となる。この不快症状を防止するためには、低重合収縮応力を示すコンポジットレジンを使用することが有効である。そこで本研究では、比較的低い収縮応力を示すコンポジットレジンの応力変化を、重合 24 時間後まで測定、検討した。

【材料および方法】

本実験では、ユニバーサルタイプの KALORE (GC) とフロアブルタイプの Revolution Formula 2 (Kerr) を評価対象とした。中心に $\phi 3$ mm の貫通窩洞を有する $\phi 12$ mm \times 2 mm のドーナツ型ガラスディスク ($K_c = 0.61$ MPa \cdot m^{1/2}) に、亀裂を導入した。亀裂は窩縁から 200, 300, 400, 500 μ m の位置 (h) に 4 カ所とした。圧痕中央から窩縁に平行に走る亀裂端までの長さ (c) を測定した。ガラスディスクを、ポリエステルストリップスを挟んでスライドガラスに固定し、亀裂を粘着テープで被ってから、窩洞内面をシランカップリング処理 (クリアフィルポーセレンボンド + メガボンドプライマー) した。窩洞内にコンポジットレジンを一挙填塞し、ポリエステルストリップスを介して、光照射 (540 mW/cm² \times 45 秒) を行なった。照射後 2 分, 10 分, 30 分, 1 時間, 12 時間, 24 時間経過時に亀裂の長さ (c') を再度計測し、亀裂長さと K_c から、亀裂周囲に発生した重合収縮応力 (σ_{crack}) を、式(1)を用いて算出した。

$$\sigma_{\text{crack}} = (K_c - K_c c^{3/2} / c'^{3/2}) / 1.12\pi^{1/2} c'^{1/2} \quad (1)$$

次に、求めた σ_{crack} を式(2)に代入し、ガラス-レジ接着界面に生じた応力 ($\sigma_{\text{interface}}$) を求めた。

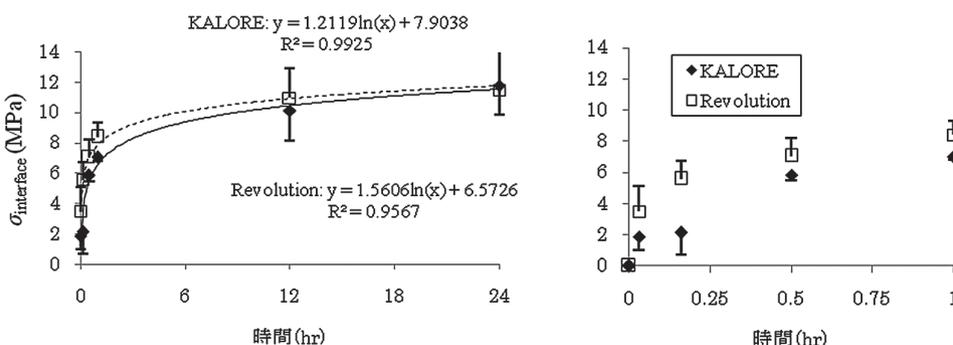
$$\sigma_{\text{interface}} = \sigma_{\text{crack}} (R_0 + h)^2 (B^2 - R_0^2) / [R_0^2 \{B^2 - (R_0 + h)^2\}] \quad (2)$$

R_0 : 窩洞半径, B : ガラスディスク半径

データは二元配置分散分析を用いて、有意水準 5% にて統計学的比較を行った。

【結果及び考察】

下グラフに測定結果を示した。左は光照射 24 時間後までの $\sigma_{\text{interface}}$, 右は、左グラフの照射 1 時間後までを拡大したものである。



分散分析の結果、二因子(材料, 時間)とも $\sigma_{\text{interface}}$ に有意に影響をおよぼすことがわかった。左グラフ内に、測定値から求めた回帰式および決定係数 (R^2) を示した。どちらのコンポジットレジンの $R^2 > 0.95$ となり、照射後の時間と $\sigma_{\text{interface}}$ の間に強い相関を認めた。右グラフでの照射 0.5 時間後までの応力変化では、KALORE に比べ Revolution の応力増加が大きいが、24 時間後には同程度の値となった。これより、これらのコンポジットレジンの重合収縮応力は光照射 24 時間後まで増加傾向を示すことが確認された。

ナノフィラー含有コンポジットレジン of 破壊靱性値の比較評価

東北大学大学院歯学研究科歯科保存学分野
○遠藤達雄、兼平正史、Finger WJ、小松正志

Comparative Evaluation of Fracture Toughness (K_{IC}) of Nanofiller Containing Resin Composites

Department of Restorative Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry
○Endo T, Kanehira M, Finger WJ, Komatsu M.

Aim of the study

To determine fracture Toughness (K_{IC}) of six commercially available nanofiller containing resin composites compared to a microhybrid and a microfilled reference material.

Materials & methods

Durafill VS (DUR) and Filtek Z250 (Z250) were used as microfilled and microhybrid references. The nanofiller containing products were: Filtek Supreme XT (FIL), Grandio (GRA), Kalore (KAL), MI Flow (MIF), Tetric EvoCeram (TET), and Venus Diamond (VED). Material fracture toughness (K_{IC}) was determined after 24 hours water storage (n=6).

To determine fracture toughness (K_{IC}), 6 single-edge notched specimens were produced per resin composite. Split steel molds (5 mm wide, 2.5 mm thick, 25 mm long), placed on Mylar-covered glass plates, were slightly overfilled with resin composite, covered with another Mylar sheet and pressed flush under a top glass plate. The specimens were then light activated in a laboratory curing unit (Alpha-Light, Morita Corp.) for 3 min from each side, removed from the molds, and trimmed with a knife to remove flashes. Consecutively, a central notch (0.5 mm wide, 2.45 mm deep) was machined with a diamond blade using copious water-cooling on a high-speed saw (Bronwill, VWR Scientific). Then, the pre-crack (50 μm ($\pm 10 \mu\text{m}$)) was produced by gradually advancing the razor blade (Feather S Blade, FEATHER Safety Razor Co) via the micrometer-controlled arm of the machine until the targeted depth was reached. For each cut a new section of the blade was used. The depth of the notches and the pre-cracks were measured at 50 \times magnification on a traveling microscope (Nikon Profile Projector V-12, Nikon Corporation, Tokyo, Japan; accuracy $\pm 5 \mu\text{m}$). All specimens were stored in deionized 37 $^{\circ}$ C water for 24 h prior to loading in a three-point bending device (20 mm distance of support bars) with the notch placed centrally underneath the loading rod, and loaded in a universal testing machine (Autograph AGS-5KNG, Shimadzu Corp.) at 0.25 mm/min cross head speed. Load-deflection curves were recorded and fracture toughness was calculated by the equation: $K_{IC} = [(P \cdot S)/(B \cdot W^{1.5})] \cdot f(a/W)$, where K_{IC} is the fracture toughness ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$), $f(a/W)$ the fracture geometry factor, P the force (N) at begin of crack formation, a the length of the crack (m), W the width and B the height of the specimen (m), and S the span length (= distance between the support bars in m). The fracture geometry factor $f(a/W) = 3a^{0.5} [1.99 - a(1 - a)(2.15 - 3.93a + 2.7a^2)] / [2(1 + 2a)(1 - a)^{1.5}]$ was calculated according to ASTM Standard 399.

In addition, after fracture toughness testing SEM (Type VE-8800, Keyence Inc.) photographs were taken at 2k magnification of Pt-sputtered specimen fracture sites to study the fracture site morphology.

Results and discussion

Expectedly, the lowest K_{IC} ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$) was achieved with the microfilled DUR (1.11 \pm 0.17), and the highest one for the two not significantly different values determined for the microhybrid Z 250 (3.19 \pm 0.46) and the nano hybrid VED (3.46 \pm 0.54). For the other five nano composites K_{IC} was ranging from 2.05 \pm 0.22 (KAL), 2.08 \pm 0.25 (MIF), 2.13 \pm 0.50 (FIL), 2.25 \pm 0.38 (TET) to 2.39 \pm 0.35 (GRA).

SEM inspection of the failure sites showed different fracture paths for the materials tested. Filler-matrix delamination was observed with GRA, MIF, VED and Z250, filler cracking with GRA and VED, and crack propagation in the matrix itself as well as through pre-polymerized filler particles (DUR, KAL, TET) and nanofiller clusters of FIL. Especially, the relatively low fracture toughness obtained with KAL might indicate that this resin composite should preferably be used anterior cavities and in small cavities of stress bearing posterior areas. The SEM inspection may offer an explanation for the relatively low fracture toughness of FIL, showing that the fracture path is partly through the nanofiller clusters indicating less crack deflection, and thus lower fracture toughness.

Conclusions

The microfilled composite DUR, indicated according to the manufacturer for Class III and V restorations only, showed the lowest K_{IC} value. One of the nano hybrids, VED showed fracture toughness similar to the micro hybrid Z250 and could thus be recommended for the same clinical indications as universal resin composites.

ナノフィラーコンポジットレジン of 精密研磨

東京都市大学工学部 機械工学科¹, 有限会社リード創研², 東北大学大学院歯学研究科 口腔修復学講座歯科保存学分野³, 東北大学大学院歯学研究科 口腔生物学講座歯内歯周治療学分野⁴
○大島一矩¹, 佐藤秀明¹, 小柳津善二郎², 兼平正史³, 石幡浩志⁴, Finger W.J.³, 小松正志³

Precision Polishing of Nanofilled Resin-based Composites

Faculty of Engineering, Tokyo City University¹, Lead-soken Ltd.², Division of Operative Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry³, Division of Periodontology and Endodontology, Tohoku University Graduate School of Dentistry⁴

○Ohshima K.¹, Sato S.H.¹, Oyaizu Y.², Kanehira M.³, Ishihata H.⁴, Finger W.J.³, Komatsu M.³

[緒言]

近年, 各種のナノフィラーコンポジットレジン材料が開発されている。これらの材料は, 機械的強度が高く, 硬化時の収縮が小さいことから, 臨床において多く使用されるようになってきた。しかし, ナノフィラーコンポジットレジンには, レジンマトリックス中に, 様々な無機フィラーを配合した複合材料であるため, 仕上げ研磨が難しく, 多くの研磨工程を必要としている。よって, 光沢面などの高品位な研磨面性状を得ることが難しい。このため高品位な研磨面性状を短時間で得られる研磨工具の開発が望まれている。そこで, 結合剤としてポリ尿素樹脂を用いた軸付き砥石により, ナノフィラーコンポジットレジンの研磨を行い, 研磨効率がよく, 短時間で高品位な仕上げ面が得られる研磨工具の開発を目的とした。

[材料および方法]

本研究に使用した歯科充填用コンポジットレジンには GC KALORE A2(株式会社ジーシー)である。現在, アメリカ合衆国で認可され, 販売されている直接修復用レジンで, 様々なナノサイズの無機フィラーを配合した, ナノフィラーコンポジットレジンである。

軸付き砥石(リード創研)の結合剤は, ポリ尿素樹脂である。ポリ尿素樹脂は, ゴム弾性が高く, 耐摩耗性, 耐熱性, 強靱性を兼ね備えたエラストマー材料である。また, 砥粒保持力が大きく, 気孔も存在するため, レジンの研磨に適した砥石が製作できると思われる。結合剤のショア硬さは, SS が 45, S が 58, H が 78 である。また, 砥石の表示における末尾の 70 は, 砥粒の質量パーセント濃度を示す。これを体積パーセント濃度で示すと, 約 44% である。本研究においては, 歯科技工用軸付き砥石の研磨性能を評価するための研磨装置を開発した。砥石を回転させて, 一定の荷重で, 試験片に押付ける。試験片は左右に往復運動し, その送り速度は 30 回/min, ストロークは 20mm である。研磨荷重 $F=1.96\text{N}$, 砥石の周速度 $V=5.2\text{m/s}$ とし, 研磨方式は湿式とした。評価するパラメータは, 仕上げ面粗さとして算術平均粗さ R_a および最大高さ R_z を触針式表面粗さ測定器により, および, 仕上げ面の光沢度を光沢度計により測定した。なお, 試験片の初期粗さは, 形態修正用砥石による研磨面を想定し, 耐水研磨紙で約 $0.6\mu\text{m}R_a$ を付与した。

[結果]

図 1 に, 3 種類の砥石による研磨結果を示す。これより, MD(4-6)SS70 の砥石においては, 仕上げ面粗さ R_a は, 研磨開始後から $t=30\text{sec}$ までは急激に減少する。その後, R_a は, 僅かに減少していき, 一定の値に近づくようになる。 $t=180\text{sec}$ において, $R_a=0.039\mu\text{m}$ となった。MD(4-6)S70 の砥石においても, R_a の変化の様子は, ほぼ同様であった。 R_a の値は, $t=30\text{sec}$ からほぼ一定となり, R_a の最小値($t=90\text{sec}$)は, $R_a=0.042\mu\text{m}$ となった。MD(4-6)H70 の砥石においては, t が約 90 sec 以降, R_a の値は大きくなり, 値は安定しなかった。これは結合剤の硬度が硬いため, 砥粒の切れ刃がレジン材料に接触した際に, 結合剤が変形しにくく, 砥粒の突き出し長さが揃わず, 表面粗さが大きくなったものと考えられる。

$t=600\text{sec}$ における光沢度(JIS Z 8741)は, MD(4-6)SS70 の場合は 75, MD(4-6)S70 の場合は 79, MD(4-6)H70 の場合は 47 となった。また, 目視による観察の結果, 研磨面は十分に光沢があり, スクラッチの無い滑沢な面であった。

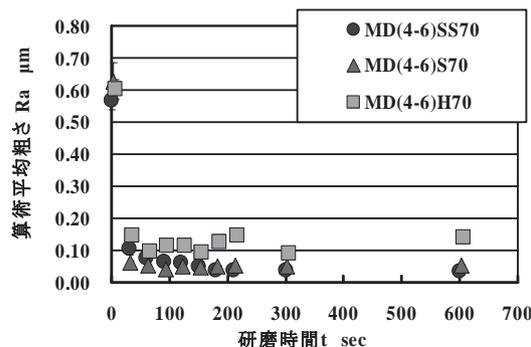


図 1 結合剤の硬さが表面粗さに及ぼす影響

ハイパワーLED 照射器がコンポジットレジン¹の機械的性質に及ぼす影響

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,
かなまる歯科クリニック³, 若松歯科医院⁴

○前田 徹¹, 岩佐美香¹, 太田舞子¹, 山路 歩¹, 古賀賢策¹,
石山智恵美¹, 宮崎真至^{1,2}, 金丸壽良^{1,3}, 若松英輝^{1,4}

Influence of Irradiation with High-Power LED on Mechanical Property of Resin Composites
Department of Operative Dentistry¹, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center²,
Nihon University School of Dentistry, Kanamaru Dental Clinic³, Wakamatsu Dental Clinic⁴
○MAEDA Toru¹, IWASA Mika¹, OOTA Maiko¹, YAMAJI Ayumi¹, Koga Kensaku¹,
ISHIYAMA Chiemi¹, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, KANAMARU Toshirou^{1,3}, WAKAMATSU Hideki^{1,4}

【緒言】

近年, 操作ステップを簡略したセルフエッチング接着システムの開発に伴って, コンポジットレジン修復における歯面処理時間の短縮が可能になっている。また, これとは別にアドヒーズあるいはコンポジットレジン¹を迅速に重合硬化させることを目的としてハイパワーLED 照射器が市販されている。しかし, このタイプの照射器に関する情報は少なく, コンポジットレジン¹の機械的性質あるいは歯質接着性に及ぼす影響については, 早急に検討する必要がある。

そこで演者らは, 照射器に関する研究の一環として, 高出力 LED 照射器を用いた際のコンポジットレジン¹の機械的性質および歯質接着性について検討を行った。

【材料および方法】

供試した照射器として, ハイパワーLED 照射器の Flash Max 2 (CMS Dental, 以後 FM) および対照としてハロゲンランプを光源とする Optilux 501 (sds kerr, 以後 OP) を使用した。また, 光重合型コンポジットレジン¹としては Beautifil II (Shofu, 以後 BE) および Clearfil AP-X (Kuraray Medical, 以後 AP) の 2 製品を, 用いた。また, 歯質接着性の検討には, レジンペーストと同一の製造者の製品として Beauti Bond (Shofu) および Tri-s Bond (Kuraray Medical) を用い, 以下の項目について評価した。

1. 分光波長分布
2. 曲げ強さおよび弾性率
3. ヌーブ硬さ
4. 体積重合収縮率
5. 象牙質剪断接着強さ
6. 接着試験後の破断面の SEM 観察

なお, それぞれの実験条件に対する照射時間として, FM の照射時間は OP の 10 分の 1 秒に規定した。

【成績および考察】

供試した照射器の分光波長分布は, OP では 482 nm にピークを有し, 比較的広く分布する丘形の曲線を示したのに対して, FM では 461 nm に鋭いピークを有する山形の曲線を示した。曲げ試験の結果から, その曲げ強さに照射器の違いによる差は認められないものの, いずれのコンポジットレジン¹においても FM 照射で低くなる傾向を示した。ヌーブ硬さ試験においては, FM 照射は OP 照射に比較して表面および底面いずれの条件においても有意に低くなる傾向を示した。一方, 重合収縮の結果においては, いずれの条件においても照射 180 秒後の収縮率に違いは認められず, その重合収縮挙動は照射開始から急激な収縮を示し, それ以降ではなだらかな収縮曲線を描きプラトーに達した。接着試験の結果からは, いずれのコンポジットレジン¹においても有意差は認められないものの, FM 照射で低くなる傾向を示した。以上の結果から, FM 照射はその条件によっては, コンポジットレジン¹の機械的性質および歯質接着性に影響を及ぼす可能性が示唆された。

【結論】

本実験の結果から, コンポジットレジン¹の機械的性質は, 照射器の種類に影響を受けることが判明した。また, ハイパワーLED 照射器を臨床使用する際には, 照射時間などに留意する必要があると考えられる。

新規高出力 LED 光照射器に関する研究
— ボンディング材に対する影響 —

大阪歯科大学 歯科保存学講座
○黄地智子、初岡昌憲、西田尚敬、保尾謙三、
野村雄司、小正紀子、妻野純朗、山本一世

Study of newly high power LED curing light unit
— Influence on bonding resin —

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University.
○OUCHI Satoko, HATSUOKA Yoshinori, NISHIDA Hisataka, YASUO Kenzo,
NOMURA Yuji, KOMASA Noriko, TSUMANNO Sumio, YAMAMOTO Kazuyo.

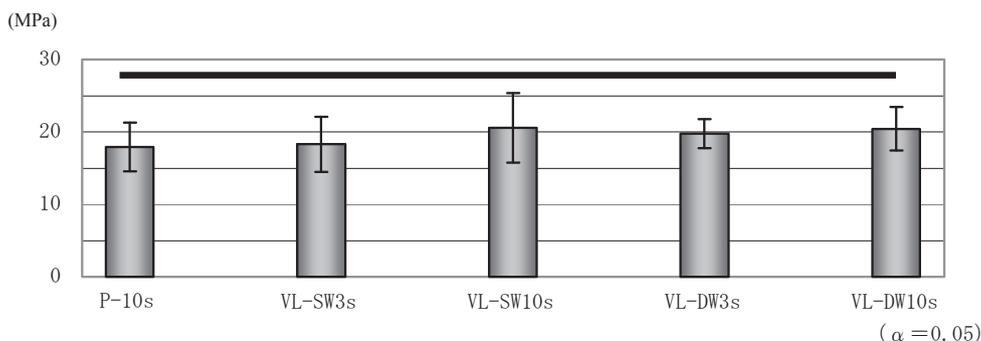
【目的】

近年 MI の概念に基づいた治療が一般的になり、コンポジットレジン (以後 CR) による修復治療が増加してきている。それに伴い新しい照射器が多く開発、市販されており、モリタ製作所から試作高出力 LED 光照射器 VL-10 (以後 VL) が開発された。この試作照射器は、波長を 1 波長のヘッドと 2 波長のヘッドの 2 つに付け替えて使用でき、出力においても高出力と通常出力の設定ができる。本研究では、この VL の波長、照射出力および照射時間が CR 修復時のボンディング材に与える影響について、引張接着強さの測定から従来型 LED 光照射器であるペンキュア (モリタ製作所) と比較し、検討を行った。

【材料および方法】

抜去牛歯に #600 の耐水研磨紙を用いて象牙質平坦面を作成し、象牙質被着面とした。被着面積を直径 3mm に規定し、メガボンド (クラレメディカル) を用いて、製造者指示に従い歯面処理を行った。ボンディング材塗布後の光照射を①ペンキュア 10 秒 (以後 P-10s)、②VL の 1 波長高出力 3 秒 (以後 VL-SW3s)、③VL の 1 波長通常出力 10 秒 (以後 VL-SW10s)、④VL の 2 波長高出力 3 秒 (以後 VL-DW3s)、⑤VL の 2 波長通常出力 10 秒 (以後 VL-DW10s) の 5 条件で行った。その後、クリアフィル AP-X (クラレメディカル、シェード A3) を充填し、XL3000 (3M ESPE) にて光照射を行った。24 時間 37°C 水中保管した後、引張試験機 (IM-20 INTESCO) を用いて CHS0.3mm/min にて接着強さを測定した。各照射条件につき 8 試料とした。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。

【結果および考察】



結果を上図に示す。各照射条件の引張接着強さにおいて、有意差は認められなかった。

VL の高出力 3 秒照射は、波長に関係なく従来型 LED 光照射器であるペンキュアの 10 秒照射と比較して同程度のボンディング材の重合を得られることが示された。また、2 波長ヘッドの高出力 3 秒照射は、1 波長ヘッドの通常出力 10 秒照射と同程度のボンディング材の重合を得られることが示された。

【結論】

新規高出力 LED 照射器である VL は、高出力の設定で従来の LED 照射器と比較して短時間で十分にボンディング材を重合できることが示された。また、波長の変化においては顕著な影響は認められなかった。今後、修復操作時における接着と CR の関係について検討を行う予定である。

新規 LED 照射器によるレジン硬化能力

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

○前野雅彦¹、新田俊彦²、貴美島 哲¹、久保田賢一¹、
柵木寿男¹、奈良陽一郎^{1,3}、I. L. Dogon³、勝海一郎¹

Resin hardening capacity of a new LED light curing unit

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

○MAENO Masahiko¹, NITTA Toshihiko², KIMISHIMA Tetsu¹, KUBOTA Kenichi¹,
MASEKI Toshio¹, NARA Yoichiro^{1,3}, DOGON I.L.³, KATSUUMI Ichiroh¹

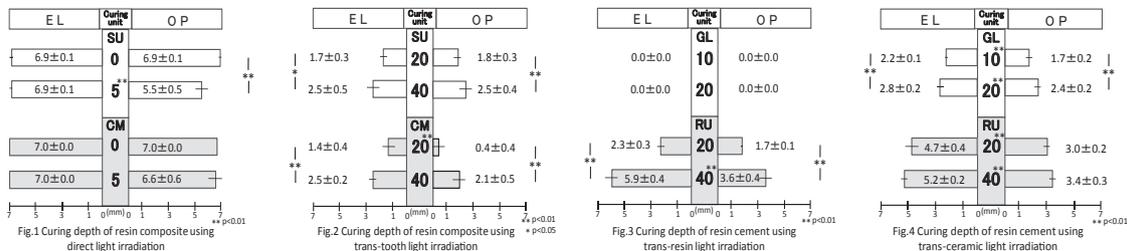
【緒言】LED 照射器はハロゲン照射器と比較して省エネルギーに寄与し、寿命が長く、さらに軽量コードレス化できることから臨床で広く応用されるようになった。開発当初は照射強度の弱さが危惧されていたものの、その欠点は改善され、今日ではハロゲン照射器に代わる存在になろうとしている。本研究では新規開発された LED 照射器の硬化能力を明らかにすることを目的に、直接光によるコンポジットレジン(CR)、物体透過光による CR およびレジンセメントの硬化深度を測定することによって評価検討した。

【材料および方法】新規 LED 照射器として Eliper S10(EL : 3M ESPE)を、対照としてハロゲン照射器の Optilux 501(OP : Demetron)を使用した。また、CR には Supreme Ultra(SU : 3M ESPE)、Clearfil Majesty(CM : クラレメディカル)のシェード A3 を、レジンセメントには G-Luting(GL : ジーシー)、RelyX Unicem(RU : 3M ESPE)のシェード A2 を使用した。実験に先立ち、VITA シェード A3 近似の歯冠色を呈するヒト抜去健全上顎大臼歯の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(T)を切り出した。また、ESTENIA C&B(クラレメディカル)シェード DA3 を用いたφ15.0×3.0mm のハイブリッド型硬質コンポジットレジン硬化体ディスク(R)を調整し、さらにビタブロックマーク II (VITA) シェード A3 から厚さ 3.0mm のセラミックスディスク(C)を切り出した。**直接光による CR の硬化深度(実験 1)** : 内径 4.0mm 高さ 7.0mm の遮光円筒形モールド内に CR を充填後、照射筒先端をレジン表面に可及的に近接(0)、またはレジン表面から 5.0mm 上方に固定した状態(5)で 20 秒間照射した硬化深度を測定した。**歯質透過光による CR の硬化深度(実験 2)** : CR をモールドに充填後、20、40 秒間(20、40)の T を介した歯質透過光による硬化深度を測定した。**レジン透過光によるレジンセメントの硬化深度(実験 3)** : レジンセメント練和泥をモールドに充填し、GL に対しては製品指定照射時間の 10 秒間(10)および 2 倍量時間の 20 秒間(20)で、RU に対しては製品指定照射時間の 20 秒間および 2 倍量時間の 40 秒間で R を介した透過光による硬化深度を測定した。**セラミックス透過光によるレジンセメントの硬化深度(実験 4)** : 実験 3 と同様の条件・手順にて、C を介した透過光による硬化深度を求めた。なお、各実験で得られた硬化体はアセトン浸漬による 3 分間超音波洗浄によって未重合部分の除去後に硬化深度を測定(n=5)した。得られた値は 2 元配置分散分析ならびに Tukey の q 検定による統計学的分析を行った。

【成績】Fig.1~4 に各実験の結果を示す。**実験 1**(Fig.1)では、照射器・照射距離の違いは SU の硬化深度に対しそれぞれ危険率 1% で有意な影響を及ぼしていることが判明した。また、SU-5 の硬化深度は EL 値が OP 値に比べ有意に大きかった。さらに、OP を用いた SU-0 の硬化深度は SU-5 値に比べ有意に大きかった。**実験 2**(Fig.2)では、照射器・照射時間の違いは CM の硬化深度に対しそれぞれ危険率 1% で、照射時間の違いは SU の硬化深度に対し危険率 1% で有意な影響を及ぼしていることが判明した。EL と OP を用いた歯質透過光 40 秒間照射による硬化深度は、レジンにかかわらず 20 秒間値に比べ有意に大きかった。なお、EL による CM-20 の硬化深度は OP を用いた同値に比べ危険率 1% で有意に大きかった。**実験 3**(Fig.3)では、照射器・照射時間の違いは RU の硬化深度に対しそれぞれ危険率 1% で有意な影響を及ぼしていることが判明した。また、EL と OP を用いた RU に対するレジン透過光 40 秒間照射による硬化深度は、20 秒間照射値に比べ危険率 1% で有意に大きかった。さらに、RU-40 の硬化深度は EL 値が OP 値に比べ危険率 1% で有意に大きかった。一方、GL に対するレジン透過光照射による硬化深度は、照射器・照射時間の違いにかかわらず硬化が認められなかった。**実験 4**(Fig.4)では、照射器・照射時間の違いは GL・RU の硬化深度に対しそれぞれ危険率 1% で有意な影響を及ぼしていることが判明した。また、EL と OP を用いた GL に対するセラミックス透過光照射による硬化深度は、レジンセメント・照射時間の違いにかかわらず OP 値に比べ有意に大きかった。

【考察および結論】新規 LED 照射器は、いずれの実験においても代表的なハロゲン照射器と同等以上の硬化深度を示し、優れたレジン硬化能力を有することが確認された。また、歯質透過光を活用した窩洞内レジンの硬化は填入したレジンによって異なることが判明した。さらに、レジンセメントにおいては、厚さ 3.0mm のレジン透過光による製品指定照射時間で硬化しない材料が存在し、セメントの化学重合反応の重要性が改めて確認された。加えて、セラミックス修復に際しては、今回使用したハロゲン照射器より新規 LED 照射器の方がセメントの確実な光重合硬化が得られることが確認された。

なお、ヒト抜去歯の使用に関しては日本歯科大学生命歯学部倫理委員会の承認を得た。



新規高出力 LED 光照射器に関する研究
 -コンポジットレジンの重合に対する影響-

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○横田 啓太, 吉川 一志, 谷本 啓彰, 保尾 謙三, 野津 繁生, 白石 充, 山本 一世

Study on newly high power LED curing light unit

-Influence of Curing of composite resins-

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University.

○ YOKOTA Keita, YOSHIKAWA Kazushi, TANIMOTO Hiroaki, YASUO Kenzo,
 NOZU Shigeo, SHIRAIISHI Mitsuru, YAMAMOTO Kazuyo.

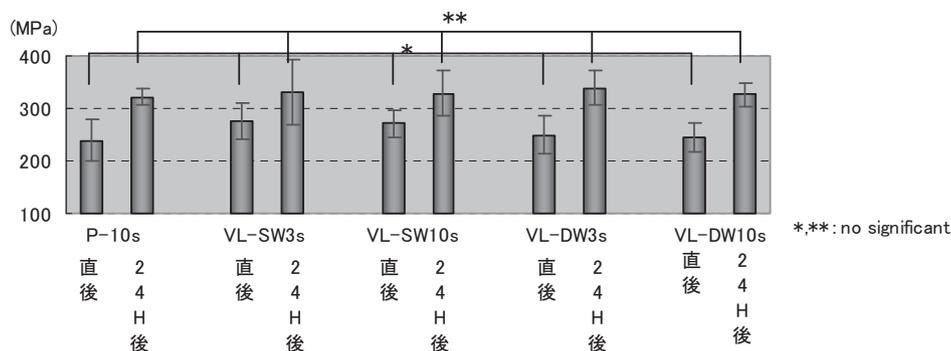
【目的】

近年 MI の概念に基づいた治療が一般的になり, コンポジットレジンによる修復治療が広く行われている. それに伴い新しい照射器も多く開発されており, モリタ製作所から高出力 LED 光照射器 VL-10 (以後 VL) が開発された. この試作照射器は, 波長を 1 波長のヘッドと 2 波長のヘッドの 2 つに付け替えて使用でき, 出力においても高出力 3 秒と通常出力 10 秒の設定ができる. 本研究では, この VL の波長, 照射出力及び照射時間がコンポジットレジンに与える影響について, 圧縮強度を測定して従来型 LED 光照射器と比較し, 検討を行った.

【材料および方法】

使用したコンポジットレジンクリアフィル AP-X (クラレメディカル, シェード A3) である. 光照射器には高出力 LED 光照射器 VL-10, 並びに対照として従来型 LED 光照射器であるペンキュア (モリタ) を使用した. 実験試料は直径 3mm, 高さ 6mm のテフロンモールドにコンポジットレジンを填入し, セルロイドストリップスを介して圧接した後の光照射を, ①ペンキュア 10 秒 (以後 P-10s), ②VL の 1 波長高出力 3 秒 (以後 VL-SW3s), ③VL の 1 波長通常 10 秒 (以後 VL-SW10s), ④VL の 2 波長高出力 3 秒 (以後 VL-DW3s), ⑤VL の 2 波長通常 10 秒 (以後 VL-DW10s) の 5 条件にし, 上下面から 3 秒間または 10 秒間ずつ光照射を行った. 各条件において, 照射直後の群 (以後 直後) と照射後 24 時間水中浸漬した群 (以後 24H 後) について, 万能試験機 AUTOGRAPH AGS-10kNX (島津製作所) を用いて CHS 1.0mm/min にて, 圧縮強度の測定を行った. 各照射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. 各条件における照射直後の群では, それぞれの圧縮強度について有意差は認められなかった. 同様に, 照射後 24 時間水中浸漬した群でも, それぞれの圧縮強度について有意差は認められなかった. VL の高出力 3 秒照射は, 波長に関係なく従来型 LED 光照射器であるペンキュアの 10 秒照射と比較して同等のコンポジットレジン重合を得られることが示された.

【結論】

新規高出力 LED 照射器である VL-10 は, 高出力の設定で従来の LED 照射器と比較して短時間で十分にコンポジットレジン重合できることが示された. また, 波長の変化においては顕著な影響は認められなかった. 今後, 照射条件を追加し, その検討を行う予定である.

合着用グラスアイオノマーセメントの曲げ特性： サーマルサイクル負荷による影響

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⁾岡山大学病院補綴科(咬合・義歯), ³⁾岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 咬合・有床義歯補綴学分野

○入江正郎¹⁾, 玉田宜之²⁾, 岡 森彦³⁾, 丸尾幸憲²⁾, 西川悟郎²⁾, 皆木省吾³⁾, 鈴木一臣¹⁾

Flexural Property of Glass-ionomer Cement for Luting: Effect of Thermocycling.

¹⁾ Dept. of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences: Masao IRIE, Kazuomi SUZUKI, ²⁾ Occlusion and Removable Prosthodontics, Okayama University Hospital: Yoshiyuki TAMADA, Yukinori MARUO, Goro NISHIGAWA, ³⁾ Dept. of Occlusal and Oral Functional Rehabilitation, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences: Morihiko OKA, Shogo, MINAGI.

【 緒言 】

合着用グラスアイオノマーセメント(GIC)は、近年モノマーの添加やペースト化の確立によって高性能、高機能化し、最近ではレジン・モディファイドでペースト化したタイプが登場した。本研究では、本材の合着材としての可能性を検討する研究の一環として、サーマルサイクリング(TC)がセメントの曲げ強さ¹⁾に及ぼす影響に関して、従来の合着材との比較検討を行なった。

【 材料と方法 】

材料は試作レジン・モディファイドGIC(SI-R20707, Shofu)を含めたGICのペーストタイプ(GIC-P)として3種、GICの粉液タイプ(GIC-L)として3種の合計6種を使用した(Table)。それぞれのセメントを用いて曲げ強さ測定用試料(25mm×2mm×2mm)を作製し、試料作製後1日間水中浸漬後、TC10,000およびTC40,000回負荷後の曲げ強さを測定した。

【 結果と考察 】

曲げ強さの測定結果(Table)についてみると、GIC-Pでは、TC負荷により有意に低下した。長期の熱刺激や水中浸漬の影響によるものと思われる。試作SI-R20707の曲げ強さは、RelyX Luting PlusとFuji Luting Sの間の値を示した。GIC-Lでは、TC負荷後においても曲げ強さの有意な低下がなく、ResiGlassでは逆に向上した。これは長期の熱刺激の影響を受けることなく、長期水中浸漬による硬化反応の進行による効果が作用したものと考えられる。GIC-Pは、GIC-Lと比較するとほぼ同程度の曲げ強さを示した。RelyX Luting PlusやFuji Luting Sは今回の曲げ強さ以外に、その操作性などに優れた利点を有し、広く臨床で使用されており、SI-R20707の使用に際しても問題ないと考えられる。

Table Effect of thermocycling (TC) on flexural strength (MPa)

Luting agent	Storage condition (Mean (S.D.))		
	after 1-day storage	after TC 10,000	after TC 40,000
Resin-modified glass-ionomer cement (Paste type)			
SI-R20707 (Shofu)	37.0 (5.2) a*	31.3 (1.7) b	27.6 (5.5) b
Fuji Luting S (GC)	23.9 (2.5) c	22.6 (3.0) c	21.1 (1.3) c
RelyX Luting Plus (3M ESPE)	39.0 (3.3) d	35.2 (5.0) e	35.9 (2.9) e
Resin-modified glass-ionomer cement (Powder-liquid type)			
ResiGlass (Shofu)	39.2 (4.3) f	51.0 (3.5) g	48.9 (2.4) g
Fuji Lute (GC)	37.3 (3.0) h	37.8 (5.8) h	42.4 (2.1) i
RelyX Luting Cement (3M ESPE)	25.1 (2.8) j	27.3 (2.2) j	32.2 (3.7) k

N=10, *: Values with the same letters were not significantly different by Duncan's multiple-range Test (P>0.05).

【 まとめ 】

レジン・モディファイドGICの合着材としての可能性を検討する研究の一環として、セメントの曲げ強さに対するTCの影響を検討した結果、本試作GIC-P(SI-R20707)は現在臨床で使用されているRelyX Luting PlusやFuji Luting Sと同程度の値を示した。

なお、本件に関して利益相反の問題はなし。

【 文献 】 1) M. Irie, Y. Maruo, G. Nishigawa, K. Suzuki, D. C. Watts, *Dent Mater* 2010; 26(6): 608-615.

各種試作合成 MTA セメントの物性に関する比較検討

奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野, *口腔病態解析制御学講座歯科薬理学分野, **診療科学講座
○今井啓全, 千葉 有*, 木村裕一, 山田眞義, 齋藤高弘**, 天野義和

Examination on the physical properties of experimentally synthetic MTA cements

Division of Endodontics, Department of Conservative Dentistry, *Division of Dental Pharmacology, Department of Oral Medical Science, **Department of Therapeutic Science, Ohu University School of Dentistry

○ IMAI Hiroaki, CHIBA Yu*, KIMURA Yuichi, YAMADA Masayoshi, SAITO Takahiro**, AMANO Yoshikazu

【目的】

現在, 逆根管充填材として Mineral Trioxide Aggregate (MTA) セメントが主に使用されている。硬化後, MTA セメントは良好な封鎖性があるが, 硬化時間が 2 時間以上もかかることから, 硬化中に物理的な力や炎症による局所的な環境の変化によって MTA セメントの物性に变化が起こる可能性がある。そこで, 光触媒である酸化チタンを MTA セメントに加えることによって, 水を酸素と水素に分解することによる硬化時間の短縮や硬組織の活性化, 界面活性剤の分散効果による物性の向上が期待できる可能性がある。今回は, 物性に及ぼす影響を調べることを目的として MTA セメントと組成を同じに配合した合成セメントに光触媒である酸化チタン, または銀系酸化チタンを含む界面活性剤を加えた合成 MTA セメントの物性と pH を比較検討した結果, 興味ある知見を得たので報告する。

【材料および方法】

材料として合成 MTA セメント, 酸化チタン含有 MTA セメント, 銀系酸化チタン含有 MTA セメントを用いた。ポートルランドセメント 75%, 酸化ビスマス 20%, 石膏 5% を配合したセメントを合成し, 1 g あたり滅菌蒸留水 0.35 ml を加えてコントロールの合成 MTA セメントとして使用した。酸化チタン (IV) (アナターゼ型, 粒径 $5\mu\text{m}$, 純度 99.9%) (和光製薬) を合成 MTA セメント 1 g あたり 3.3% になるように配合し, 滅菌蒸留水 0.35 ml を加えて酸化チタン含有 MTA セメントとして使用した。銀系酸化チタンコート剤 (成分; 銀系酸化チタン, ポリオキシエチレン, ドデシルエーテル, エタノール, 蒸留水) を合成 MTA セメント 1 g あたり 0.35 ml を加え, 銀系酸化チタン含有 MTA セメントとして使用した。

物性試験としてビッカース硬度測定と圧縮試験を行い, pH 測定も併せて行った。

ビッカース硬度測定; 各種合成 MTA セメントを 1 分間練和し, 直径 18.0 mm で高さ 5.0 mm のゴム枠に入れブラックライト (350 nm) を 5 分間照射したのち, 21 日間滅菌蒸留水中に保管し完全硬化後に取出し試料として使用した。測定はマイクロビッカース硬度計 (島津社製) を使用し, 各群 5 試料を行った。**圧縮試験**; 各種合成 MTA セメントを 1 分間練和し, 直径 9.0 mm で高さ 10.0 mm の枠に入れブラックライト (350 nm) を 5 分間照射したのち, 21 日間滅菌蒸留水中に保管し完全硬化後に取出し試料として使用した。測定は精密万能試験機 (島津社製) を使用し, 各群 5 試料で圧縮試験を行った。**pH 測定**; 各種合成 MTA セメントを 1 分間練和した後, 6 ウェルのプレートに 0.1 ml ずつ分注し, ブラックライト (350 nm) を 5 分間照射したあとに滅菌蒸留水を 5 ml を加え各群 6 ウェルにして, その上澄みを 3 日間, 毎日 pH を測定 (堀場製作所) した。**統計処理**は多重比較検定の Tukey-Kramer 法を用い危険率 5% で判定した。

【結果および考察】

ビッカース硬度測定, 圧縮試験および pH 測定では合成 MTA セメント群, 酸化チタン含有 MTA セメント群, 銀系酸化チタン含有 MTA セメント群には有意差は認められなかった。酸化チタンは生体親和性が良くインプラント材として使われている。しかし近年, アナターゼ型酸化チタンは光触媒として使用され, おもに揮発性有機化合物 (VOC) の分解や酸化還元反応による抗菌作用および水を酸素と水素に分解する作用がある。一方, 界面活性剤には分散作用があり, 粉末を液体のなかで均一にする作用がある。これらの性質を応用して今回の実験を行い, ビッカース硬度測定と圧縮試験などの物性試験および pH 測定はすべて酸化チタンや銀系酸化チタンを加えてもコントロールの合成 MTA セメントと有意差が認められなかった。

以上の結果より酸化チタンや界面活性剤を応用することにより MTA セメントの物性を変化させることなく抗菌作用や硬化時間の短縮を付与できる可能性が示唆された。しかし, 酸化チタンの含有量と今回使用しなかった他の種類や界面活性剤の種類や含有量についてもさらに検討する必要があると考えられる。

試作レジンセメント MSM007 の機械的諸性質について
—耐摩耗性に関する基礎的研究—

愛知学院大学歯学部保存修復学講座

○杉尾憲一、劉 利恵、森田有香、友田篤臣、富士谷盛興、千田 彰

Mechanical Properties of Experimental Resin Cement MSM007
—A Basic Study of Wear Resistance—

Aichi Gakuin University, Department of Operative Dentistry

○Kenichi SUGIO, Toshie RYU, Yuka MORITA, Shigetaka TOMODA, Morioki FUJITANI, Akira SENDA

【緒言】

患者の審美的要求や金属アレルギー等の問題の対応策として、歯冠色修復材料であるセラミクスやハイブリッドセラミクスによる間接修復法が広く臨床に用いられている。これらの材料の機械的諸性質は技術革新に伴って格段に向上しており、また窩洞や支台歯などへの適合精度も向上し、良好な臨床成績を収めている。しかし、適合精度が上がったとはいえ、修復物と歯質には少なからず間隙が存在し、その間隙量は接着に使用するレジンセメントの厚さの摩耗量に相関すると報告されている。すなわちレジンセメントの機械的諸性質は、セメントの摩耗による窩洞辺縁と修復物間でのクレビスの形成や、それに伴う修復物辺縁部の破損や着色、あるいは二次う蝕などに大いに影響すると考えられ、これらセメントの機械的諸性質の改良は、修復物の耐久性向上に寄与するものと考えられる。

この度、極めて高い耐摩耗性が付与されたレジンセメントが開発試作された。本研究ではこのレジンセメントの機械的諸性質に関する研究の一環として、被着体にハイブリッドセラミクスを使用し、セメント厚さをそれぞれ規定して摩耗試験を行った。

【材料および方法】

実験には、試作レジンセメント MSM007 (以下 MS、ジーシー) を用い、比較対照としてリンクマックス (以下 LM、ジーシー)、パナビア F2.0 (以下 PV、クラレメディカル)、およびスーパーボンド C&B、(以下 SB、サンメディカル) を使用した。

セメントの被着体として、GRADIA FORTE (ジーシー) による角柱 (8×15×4mm) を調製した。接着面 (8×15mm) は 30 秒間サンドブラスト処理し、水洗乾燥後、40 秒間リン酸処理を施した。MS、LM、PV では、各メーカー指示によるシランカップリング処理後、それぞれのセメントを介して 2 枚の角柱をつき合わせ、接着させた。また、SB はポーセレンライナー M (サンメディカル) を用い練和法にて角柱を接着させた。このとき介在するセメント厚さを 50 μm あるいは 100 μm となるように調整した (50 μm 群、100 μm 群)。37°C 蒸留水中に 24 時間浸漬した後、SCANDIQUICK で包埋し、厚さ 1.5mm の試料を 1 試片から 5 試片切り出した。切断面を #2000 シリコンカーバイドペーパーを用いて注水下で仕上げた後、回転研磨機 (Ecomet、Buehler) を用いて摩耗試験を行った。摩耗試験は 800g の荷重下で酸化アルミナ粉末 (0.3 μm) を介在させ、研磨パフ (スエードクロス、8 インチ、リファインテック) を用いて 50rpm で 10 分間の条件で行った。レジンセメントの摩耗量を測定するために側視断面を調製し、走査電子顕微鏡 (SEM) にてプロファイルを観察するとともに、断面像から摩耗したレジンセメントの最大深さを 1 試片につき 3 点測定し、平均を摩耗量とした。

【結果および考察】

50 μm 実験群では、MS は SB、PV に比べ有意に少ない摩耗量を示した。100 μm 実験群では、MS は SB に比べ有意に少ない摩耗量であったが PV のそれとは差異を示さなかった。また、50 μm 群と 100 μm 群の比較では、実験に用いたレジンセメントは 100 μm 群の方が摩耗量は大きくなる傾向を示した。レジンセメント表面の SEM 観察により、MS は平均粒径約 400nm のフィラーが他のレジンセメントに比べ高密度に配合された、いわゆるナノハイブリッド型であることが確認できた。本実験で、この試作レジンセメントが高い耐摩耗性を示したことは、レジンセメントのフィラーの粒径や種類およびシラン処理が関与するものと思われた。

【結論】

レジンセメントの摩耗には、セメント厚さとセメント自体の機械的諸性質が関与していることが示唆された。また、試作レジンセメント MSM007 は、他のセメントに比べ、高い耐摩耗性を有することが明らかとなった。

床用レジン上に成膜した低温シリカ薄膜コーティングの機械的特性

神奈川県立歯科大学 口腔治療学講座 保存修復学分野,

¹⁾コンタミネーション・コントロール・サービス, ²⁾ミュンヘン大学歯学部

○田中隆博, 山口益司, 進藤豊彦¹⁾, クンツェルマン・カール・ハインツ²⁾, 寺中敏夫

Mechanical property of low-temperature silica film coating on denture base resin

Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Medicine, Kanagawa Dental College, ¹⁾ Contamination

Control Services, ²⁾ Division of Restorative Dentistry, Dental School of the Ludwig-Maximilians-University

○TANAKA Takahiro, YAMAGUCHI Masuji, SHINDO Toyohiko¹⁾, KUNZELMANN Karl-Heinz²⁾, TERANAKA Toshio

【研究目的】

近年、義歯装着患者の高齢化や介護保険の導入などでオーラルヘルスケアが重要視されているが、特に高齢者に対する義歯の清掃や管理は難しいことが指摘されている。義歯床用レジン (PMMA) は長期間の装用により熱、光酸化や吸水などにより劣化し、変色のみならず退色や摩耗等を起こす。また、清掃不良による義歯表面に付着する細菌、いわゆるデンチャーブランクが単に口腔の健康管理に影響を与えるだけでなく、誤嚥性肺炎などの全身の健康管理とも深い関係があることが報告されている。

シリカコーティング法は、基材表面の機能・設計を変えることなく高機能化を図る方法として工業界では多用されている。シリカ前駆体であるペルヒドロポリシラザン (PHPS; -SiH₂-NH-) によるシリカコーティング法もその一種で、より低温環境でのシリカ転化法が可能となっている。我々は、第132回日本歯科保存学会にてPMMA上にPHPSを適応すると、体温 (37℃前後) 領域で緻密なシリカ薄膜を成膜する手法を開発し、それにより得られたシリカ薄膜は優れた耐摩耗性を有することを示した。

本研究ではさらに、PMMA上に成膜したシリカ薄膜の微小押し込み硬さを測定し、理工学的特性を評価するとともに、より臨床的目的に沿ったシリカ薄膜の成膜方法について検討した。

【材料および方法】

コーティング溶液として5%に調製したPHPS溶液 (AZエレクトロニックマテリアルズ) を用いた。床用レジンには加熱重合レジン、アクロンNo.8 (ジーシー) を使用した。

1) コーティング・シリカ転化方法: #2,000および1μmダイヤモンドスラリーにて研磨したPMMAディスク (直径15mm, 厚さ3mm) にPHPSを塗布・乾燥後、37℃に加温した3%過酸化水素水 (H₂O₂) に3時間浸漬し、シリカ転化を行った。蒸留水中に24時間保管した後、試験に供した。

2) 微小押し込み硬さ試験: 微小押し込み硬さ試験は、微小押し込み硬さ試験機 (ENT-1100, エリオニクス) を使用した。測定温度27℃にて、PMMA研磨面およびPMMA上に成膜したシリカ薄膜の硬さを測定した。また、測定対象が薄膜であるため、測定に際し基材の影響を受ける可能性を想定して、安定強固な基材としてシリコンウエハを用い、シリコンウエハ上に成膜したシリカ薄膜、300℃で1時間焼成したシリカ薄膜も併せて測定した。得られた結果から平均値および標準偏差を求め、一元配置分散分析を用いて危険率5%にて検定を行った。

【結果および考察】

PMMA上に成膜したシリカ薄膜の微小押し込み硬さは4,620MPa、PMMA研磨面は800MPaを示し、統計学的に有意に高い硬さを示した。また、シリコンウエハ上に成膜したシリカ薄膜の微小押し込み硬さは5,000MPaであり、PMMA上に成膜したシリカ薄膜の硬さと比較し、統計学的有意差が認められなかったことから、PMMA上に成膜したシリカ薄膜は基材の影響を受けることなく測定されたと示唆された。

以上の結果から、PMMA上にPHPSを適用して成膜されたシリカ薄膜は、高温加熱することなく純度の高い緻密なシリカ薄膜を表面に形成し、また、PMMA本来の性質を変えることなく、硬い表面を創製することが可能であることが示された。

マシーナブルセラミックを介した光照射がレジン系材料の硬化に及ぼす影響

1. 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
2. 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科摂食機能回復学講座部分床義歯補綴学分野
3. 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命福祉学講座 口腔保健学分野
○渡部平馬 1、浅井哲也 1、風間龍之輔 2、福島正義 3、興地隆史 1

**Effect of light-curing through a machinable ceramic material
on the hardness of resinous materials**

1. Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
2. Removable Partial Denture Prosthodontics, Department of Mastigatory Function Rehabilitation, Division of
Oral Health Sciences, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University
3. Division of Oral Science for Health Promotion, Department of Oral Health and Welfare,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences
○WATANABE Heima1, ASAI Tetsuya1, KAZAMA Ryunosuke2, FUKUSHIMA Masayoshi3, OKIJI Takashi1

【目的】

セラミック修復物の接着にはわが国では低粘度のデュアルキュア型レジンセメントが多く使用されている。一方、欧米では高粘度の光重合型コンポジットレジンを超音波振動にて薄層化し、接着材料として用いる方法 (Ultrasonic insertion technique) が多く報告されている¹⁾。しかし、いずれの場合でもセラミックを介在させて光照射を行った場合におけるレジン系材料の硬化度を比較した報告は少ない。そこで本研究では CAD/CAM 用マシーナブルセラミック材の厚さの違いが、光重合型およびデュアルキュア型レジン系材料の硬さに与える影響を検討した

【材料と方法】

長石系セラミックブロック (VITA Blocs Mark II I12 A3, VITA Zahnfabrik) を硬組織切断機 (Micro-cutter 201, Maruto) にて厚さ 1.1、1.6 および 2.1 mm に切断後、表面を耐水研磨紙 #1000 にて研磨し、それぞれ最終的な試料サイズを 12.0×10.0×1.0 mm, 12.0×10.0×1.5 mm および 12.0×10.0×2.0 mm となるように調整し、セラミック試片とした。レジン系材料の試片は、内寸 12.0×2.0×2.0mm のステンレス金型を用いて作製した。すなわちデュアルキュア型レジンセメント (EC 群: クリアフィルエステティックセメント ユニバーサル, クラレメディカル) および光重合型コンポジットレジン (MJ 群: クリアフィルムマジェスティ A3, クラレメディカル) をそれぞれ金型に填塞し、透明ポリエチレンフィルムおよびセラミック試片 (厚み: 1.0, 1.5 および 2.0mm) を介在させて 20 秒間光照射 (Translux Power Blue, Heraeus Kulzer) を行った (各群 n=10)。また、セラミック試片を介さずに光照射したレジン系材料試片をコントロールとした。全ての試料は蒸留水に浸漬し 24 時間保管した後、耐水研磨紙 #4000 まで研磨を行い、微小硬度計 MVK (明石製作所) を用いて荷重 50g, 荷重保持時間 30 秒の条件でヌーブ硬さ試験を行った。硬さ試験は各群 1 試料につき、光照射側から 100 μm の位置で計測を行った。得られたデータは一元配置分散分析および Bonferroni の多重検定により統計処理を行った ($\alpha = 0.05$)。

【結果】

MJ 群におけるヌーブ硬さは、セラミックを介した場合コントロール群と比較して有意に低い値を示した。また、セラミック厚さが増すに従いヌーブ硬さは低下した。一方、EC 群ではセラミックス厚さが 2 mm の場合にヌーブ硬さがコントロール群より有意に低値を示した。

【考察】

MJ 群におけるヌーブ硬さの低下は、セラミックス中での光強度の減弱による重合度の低下を反映したものと思われる。従って、Ultrasonic insertion technique では重合度の確保に十分配慮する必要性が示唆された。また EC 群についても厚さ 2 mm のセラミックを介した場合にヌーブ硬さは有意に低下したことから、化学重合による補償にも限界があることが推察された。今後、照射時間の延長や照射器の種類などの影響も検討する必要がある。

【結論】

光重合型レジン材料では、長石系マシーナブルセラミック材を介した光照射により、セラミックの厚さに応じて硬さが低下することが示された。

【参考文献】

- 1) Hahn P, Attin T, Gröfke M, Hellwig E: Influence of resin cement viscosity on microleakage of ceramic inlays; Dent Mater. 2001 May;17(3):191-6.

歯科用 CP チタン鑄造体の精密研磨 (第3報, 仕上げ研磨について)

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

○太田直人¹, 佐藤秀明¹, 佐藤秀樹², 小柳津善二郎³, 石幡浩志⁴, 小松正志²

Precision Polishing of CP Titanium Castings for Dental Applications (3rd Report, Fine Polishing)
Faculty of Engineering, Tokyo City University¹, Division of Operative Dentistry, Tohoku University Graduate School
of Dentistry², Lead Soken Co.³, Division of Periodontology and Endodontology, Tohoku University Graduate School
of Dentistry⁴

○N. OHTA¹, H. SATO¹, H. SATO², Y. OYAIZU³, H. ISHIHATA⁴, M. KOMATSU²

[緒言]

近年, 歯冠修復物に CP チタン鑄造体を使用する例が増加している. CP チタンは密度が小さく, 高強度で生体親和性に優れ, 金属アレルギーの発生が少ないという長所を有し, 歯冠修復用金属材料として大変優れている. しかし, 熱伝導率が小さく, 化学的に活性であるため, 代表的な難加工性材料である. 現在, CP チタン鑄造体の研磨においては, 多くの工程が必要であり, さらに, 鏡面などの高品位な研磨面を得るのが難しい. そのため著者らは, 高品位な研磨面を短時間で得られる研磨工具の開発を行ってきた. 第1報および第2報においては, 1本のポリ尿素樹脂砥石で目標の仕上げ面粗さ(Ra=0.3 μ m, Rz=1.5 μ m)を得ることができた. しかし, 仕上げ面に文字が映りこむような光沢を得ることはできなかった. 引き続き, 結合剤としてポリ尿素樹脂を用いた軸付き砥石を試作し, CP チタン鑄造体の研磨を行い, 高品位な研磨面が得られる, 仕上げ用砥石について検討した.

[方法]

本研究に使用した金属は, JIS2 種純チタン(神戸製鋼所)であり, Autocast HC-III(GC 社)を用い鑄造を行った. 埋没材には Selevest CB(Selec 社)をメーカー指定条件により用いた. 軸付き砥石(リード創研)の結合剤は, ポリ尿素樹脂である. ポリ尿素樹脂は, ゴム弾性が高く, 耐摩耗性, 耐熱性を兼ね備えたエラストマー材料である. また, 砥粒保持力が大きく, 気孔も存在するため, 純チタンの研磨に適した砥石が製作できると思われる. 試作した仕上げ用砥石の砥粒には, MD(単結晶ダイヤモンド砥粒)を使用し, 粒径は 4-6 μ m とした. 結合材の硬さは, S(58HS)と SS(45HS)の2種類を使用した.

本研究においては, 前報で開発した, 歯科技工用小径軸付き砥石の研磨性能評価装置を用いた. 回転した砥石を試験片に押付け, 試験片を左右に往復させながら研磨を行った. 試験片の送り速度は 15 回/min, ストロークは 20mm とした. 砥石に作用する研磨荷重 F=1.96N, 砥石の周速度 V=2.6m/s とし, 研磨方式は湿式とした.

研磨面の評価については, 算術平均粗さ Ra および最大高さ Rz を表面粗さ計により測定し, 研削比は, 試験片の研磨体積と砥石の損耗体積の比より算出した. また, 試験片の初期粗さには, 従来のポリ尿素樹脂砥石で研磨した加工面を想定し, 耐水研磨紙で約 0.3 μ mRa を付与した.

[結果]

表1に示すように, 初期粗さを付与した後に, 仕上げ用砥石で 150 秒間, 鑄造体を研磨したところ, 2種類の砥石の平均値で, Ra は 0.06 μ m, Rz は 0.44 μ m が得られた. 150 秒研磨後における研削比は, 結合剤 S の砥石のほうが大きくなり, 結合剤 SS の砥石に比べて損耗しにくい砥石であることが確認できた. 目視によると, 仕上げ面に大きなスクラッチなどは認められず滑沢な面であった. しかし, 研磨面には若干のくもりがあり, 十分な光沢を得るには至らなかった. Kruskal-Wallis test により, 両者の初期粗さ Ra を検定したところ, 有意差は認められなかった(p>0.05). 150 秒研磨後の Ra を検定したところ, 有意差が認められた(p<0.001).

今回開発した仕上げ用砥石を使用することで, 前報より表面粗さの小さい研磨面を得ることができた. また, これまでに報告したポリ尿素樹脂砥石と併用した場合の合計研磨時間は 300 秒以下であり, これは, 株式会社松風製の軸付き砥石4本による, 360 秒の研磨時間を下回っていた.

表1 仕上げ用砥石による純チタンの研磨結果

結合剤	Ra μ m	Rz μ m	研削比
S	0.296→0.070	2.01→0.49	0.034
SS	0.294→0.056	1.93→0.38	0.020

各種修復材料の表面粗さと表面自由エネルギーについて

神奈川歯科大学口腔治療学講座保存修復学分野, ¹⁾神奈川歯科大学総合歯科学講座
○芹田枝里, 大橋 桂, 三宅 香, 山口真一郎¹⁾, 二瓶智太郎, 寺中敏夫

Surface roughness and surface free energy of restorative dental materials

Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Medicine, Kanagawa Dental College

¹⁾Department of Comprehensive Dentistry, Kanagawa Dental College

○SERITA ERI, OHASHI KATSURA, MIYAKE KAORI, YAMAGUCHI SHINICHIRO¹⁾, NIHEI TOMOTARO
and TERANAKA TOSHIO

【研究目的】

細菌性プラークの付着は, 被着体の表面自由エネルギーに影響を受けるという報告¹⁾や, 歯表面の表面自由エネルギーが50mN/mより低い場合にプラークが付着しにくくなるという報告²⁾もある. 我々は歯質の表面自由エネルギーを低下させ, プラークの付着ならびに脱灰を抑制させることを目的に研究を進めてきた. 今回は, 様々な修復材料の表面粗さと表面自由エネルギーを計測した.

【材料および方法】

実験には, キャストウェル M. C. (以下, CW; 12%GOLD, GC), VITABLOCS Mark II for CEREC/inLab (以下, VB; IM2C/I12, VITA), クリアフィル AP-X (以下, AP; A3, Kuraray Medical) およびウシ前歯エナメル質 (以下, BE) を試料に用いた. CWは, 市販されている1枚のサイズ(約6.3mm×約9.5mm×約1.6mm)をそのまま使用した. VBは, アイソメットにてブロック(10mm×12mm)を厚さ2mmに切り出し試料とした. APは, 13mm×12mm×3mmのプラスチック型内に充填し, 上下面をスライドガラスで挟み2Kgで加圧しながら光照射を60秒間行い, さらに上下面から各30秒間光照射し試料とした. BEは, 下顎切歯歯冠の唇側歯頸部エナメル質表面を耐水研磨紙#600にて平面にし, ダイヤモンドディスクで7mm×7mmに切り出しアクリルブロックに固定し試料とした. 寸法を調整した各試料は, 耐水研磨紙#2000まで研磨し, さらにダイヤモンドスラリー0.5μmまで用い研磨し, 30分間超音波洗浄した. 試料を乾燥後, 接触式表面形状機(Surfcom590A, 東京精密)にて表面粗さの測定を行い, 中心線平均粗さ(Ra)が0.03μm以下のものを実験に供した(n=4). そして, 蒸留水およびジヨードメタン(和光純薬)を試料表面にそれぞれ滴下し, 室温25℃の環境下で自動接触角計(DCA-VZ型, 協和界面科学)を用いて試料に対する接触角を測定した(n=9). 得られた接触角値から, 表面自由エネルギー算出ソフト(FAMAS, 協和界面科学)を用いて, OwenとWendtの理論式より表面自由エネルギーを算出した(n=9).

【結果および考察】

BEは, Raが0.016μmで, 蒸留水とジヨードメタンの接触角は, それぞれ43.1°, 46.3°, 表面自由エネルギーは56.5mN/mであった. CW, VBおよびAPのRaは, それぞれ0.015, 0.022および0.019μmであった. 各試料の蒸留水とジヨードメタンに対する接触角は, CWは71.5°, 29.5°, VBは43.5°, 42.4°, APは62.2°, 40.4°であった. 表面自由エネルギーは, CW, VBおよびAPそれぞれ, 46.7, 56.9および46.9mN/mであった. 以上より, CW, VBおよびAPは, 鏡面研磨により表面粗さを均一にできるが, 表面自由エネルギーは, 材料により違いが認められた. 各試料の表面自由エネルギー値から, 鏡面研磨を行っても50mN/mを大きく下回ることなく, プラークの付着抑制を期待するには, 何らかの表面処理により表面自由エネルギーを低下させる必要性が示唆された.

【参考文献】

- 1) Quirynen M et al. The influence of surface free-energy on planimetric plaque growth in man. J Dent Res 68:796-799, 1989.
- 2) Busscher HJ et al. Measurement of the surface free energy of bacterial cell surfaces and its relevance for adhesion; Appl Environ Microbiol 48, 980-983, 1984.

う蝕-健全象牙質界面における励起蛍光の分光特性について

昭和大学歯学部歯学教育研修センター¹⁾、歯科保存学講座²⁾、大塚電子株式会社³⁾
長谷川篤司¹⁾、伊佐津克彦¹⁾、高島英利¹⁾、伊藤和雄²⁾、星野功雄³⁾

Spectroscopic characterization of light-induced fluorescence from caries-sound dentin interface

Department of Comprehensive Dentistry¹⁾, Clinical Cariology²⁾, Otsuka Electronics³⁾
Tokuji Hasegawa¹⁾, Katsuhiko Isatsu¹⁾, Hidetoshi Takashima¹⁾, Kazuo Itoh²⁾, Isao Hoshino³⁾

【目的】

演者らは、第132回日本歯科保存学会にて健全象牙質およびう蝕象牙質が青色励起光によって発現する励起蛍光特性を分光スペクトルとして報告するとともに、波長約400nmの励起光が健全およびう蝕象牙質を最も効率的に励起して蛍光させることを報告した。このような蛍光特性を利用してう蝕象牙質を精度高く認識し、定量・定性してう蝕活動性を管理するためには、健全象牙質がう蝕象牙質からいたるう蝕進行過程の各ステージで励起蛍光がどのように変化してゆくか詳細に検討することが必須である。そこで本研究ではその一助として、顕微鏡ユニットを組み込むことによって微細範囲で励起蛍光特性を測定し得るシステムを試作し、健全象牙質からう蝕象牙質にいたる様々なう蝕進行過程部位で励起蛍光特性を計測、解析した。

【材料と方法】

顕微鏡蛍光測定システム

半導体レーザー照射器、顕微鏡ユニット、分光分析器、データ処理用PCからなる試作計測システムを準備した。
象牙質の励起蛍光の分光特性

象牙質う蝕のあるヒト抜去大白歯の隣接面を歯軸と平行に削除して、直径2mm程度の象牙質う蝕が肉眼で確認できる平面を露出させ、耐水研磨紙#1000まで仕上げ測定用象牙質平面を作成した。次に、計測用平面がサンプルステージ上で水平になるよう抜去歯をガラスプレート上に常温重合レジンで固定し、計測用平面をElizabethコンディショナーで20秒間歯面清掃、水洗、乾燥して計測に供した。

半導体レーザー照射器(408nm, 36mW)から照出されたレーザー光をNDフィルターで調光(減光)した後、Φ1mm投光ファイバーで顕微鏡ユニットに誘導し、顕微鏡ユニット内でレーザー励起光を1/500径(Φ20μm)に変換してサンプルステージ上の歯牙試片の健全象牙質部分に照射した。励起光のよって発現した励起蛍光を顕微鏡ユニットの集光レンズで採集し、受光ファイバーで分光分析器(MCPD7000、大塚電子)に誘導して励起蛍光を分光し、データ処理用PCにて分光特性を解析した。象牙質の励起蛍光は計測平面上のう蝕象牙質を含んだいくつかの直線上で計測され、サンプルステージのダイヤルゲージによってその位置をも記録された。

【結果および考察】

象牙質の励起蛍光の分光特性

前回Φ1mmの励起光照射によって健全象牙質で確認された480nm前後に緩やかなピークを持つ励起蛍光の分光スペクトルおよびう蝕象牙質で確認された620nm, 682nmにピークを持つ励起蛍光はΦ20μmの励起光照射によっても再現された。さらに、う蝕進行程度によって480nmに加えて620nm, 682nmにもピークを持つ分光スペクトルを示す部位なども観察された。

一方、今回の計測において、健全象牙質では部位によって励起蛍光のピークの高さが大きく異なる場合が確認された。さらに、う蝕象牙質では620nm, 682nmだけでなく650nmにもピークを持つ励起蛍光が観察された。

以上の結果より、今後象牙質の厚みや石灰化程度などが励起蛍光ピークの高さに与える影響についてさらなる検討を追加するとともに、620nm, 650nm, 682nmに励起蛍光ピークを持つう蝕象牙質内に発現している蛍光物質の特定が急務であることが示唆された。

噴射研削による小窩裂溝齲蝕の除去 —ジルコン研磨剤の生体適合性—

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

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

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

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

○TAKITANI Yoshiaki, TOMITA Masatsugu, HOTTA Masato, YOSHIDA Takakazu

【緒言】

罹患歯質を除去し可及的に健全歯質を残して修復を行う Minimal Intervention が提唱されている。これまで日本歯科保存学会 2009 年度春季学術大会(第 130 回)において産業用のクリーニング材として用いられているセラミック系研磨剤のジルコン研磨剤(結晶質ジルコニア ZrO_2 と非結晶質酸化珪素 SiO_2 を電融法により融解したものに)に着目し、噴射研削材としての有効性について報告してきた。ジルコン研磨剤はアルミナ粒子を用いた研削方法に比較して、罹患歯質を除去しかつ健全歯質の削除量を最小限に抑えることが可能な研削材料である。しかしながら生体に対する親和性などの基礎的研究については報告されている文献は見当たらない。そこでジルコン研磨剤を噴射研削材として臨床応用するにあたり、桃種粉砕粒子、アルミナ粒子とともに定性分析および HeLa 細胞に対する細胞活性度の測定を行ったので報告する。

【材料と方法】

供試材料にはエチレンオキサイドガス滅菌を施した粒径 $50 \mu m$ 以下のジルコン研磨剤(フジジルコンビーズ, 不二製作所), $53 \sim 106 \mu m$ の桃種粉砕粒子(新東ブレード), 平均粒径 $50 \mu m$ のアルミナ粒子(アルファアルミナ 50, ヨシダ)を用いた。

実験 1 定性分析:3 種類のすべての供試材料をカーボン製 SEM 試料台にカーボンテープで固定した。桃種粉砕粒子についてはオスミウムコーティング装置(HPC-1S, 真空デバイス)を用いて導電処理を施した。その後、走査電子顕微鏡(S-4500, 日立製作所)で表面観察するとともにエネルギー分散型 X 線分析装置(E-MAX7000, HORIBA)で定性分析を行った。

実験 2 細胞毒性試験:各種供試材料を細胞培養液内(供試材料/溶液=0.1g/10ml)で $37^\circ C$, 24 時間振盪後, $5 \mu m$ のミリポアにて濾過した液を試料として用いた。培養は 24 穴マルチウェルプレートを用いて各ウェルに $5 \times 10^4 / ml$ に調整した細胞を播種し, $37^\circ C$, 5% CO_2 インキュベータ内で静置し, 24 時間後に PBS を用いて 3 回洗浄後, 各種試料を $500 \mu l$ ずつ各ウェルに分注し, さらに 24 時間静置した後, 細胞活性度を Cell Counting Kit8(同人化学)を用いて吸光度 $450 nm$ にて測定し, コントロール群に対する各種実験群の値を算出し相対値で評価した。なお, コントロール群は無血清培地を用い供試材料なしで 24 穴マルチウェルプレート内で培養した細胞を測定した。

【結果】

実験 1 からジルコン研磨剤は Zr, Si, C, O, 桃種粉砕粒子は Na, C, O, アルミナ粒子は Al, C, O が検出された。

実験 2 からジルコン研磨剤及びアルミナ粒子には, 細胞毒性は認められず, 桃種粉砕粒子に関しては細胞毒性を示す傾向にあった。

【考察】

今回の実験から, 定性分析についてはカーボンテープに含まれていると思われる C が検出された以外, 含有微量元素は検出されなかった。機器の検出能力によることも考えられるが, 今後, 他の定性定量分析機器により検討する必要があると考えている。いずれにしても細胞活性状態の結果からジルコン研磨剤に含まれる成分は, HeLa 細胞に対して毒性は認められなかったことから, 生体に対して安全性の高い材料であり, 臨床応用可能な材料であることが確認できた。