

構造および材質特性がヒト象牙質の機械的強度に及ぼす影響

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¹

大阪大学 大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻²

○武田 侑子¹、石本 卓也²、中野 貴由²、林 美加子¹

Effects of Structural and Quality Properties on Mechanical Strength of Human Dentin

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry¹,

Division of Materials and Manufacturing Science, Osaka University Graduate School of Engineering²

○TAKEDA YUKO¹, ISHIMOTO TAKUYA², NAKANO TAKAYOSHI², HAYASHI MIKAKO¹

【研究目的】

象牙質の組成や構造に個体差があることが歯の強度に影響し、破折のリスク要因となると考えられ、これまでも象牙質の機械的強度について、加齢、乾燥による影響、象牙細管の走行方向による異方性といった構造や環境要因に着目して個々に様々な研究がなされてきた。しかし、これらの要因を同一の歯で複合的に分析した研究は少ない。一方、象牙質と組成が似た硬組織である骨において、従来の骨密度だけでなく骨質が骨強度に影響することが知られており、構造特性と材質特性に着目して骨強度を評価するようになってきている。象牙質の強度においても同様の考え方を当てはめることで、より妥当な評価ができると考えられる。本研究では、ヒト象牙質を構造および材質特性の複数要因について検討し、機械的強度に優位に影響を及ぼす因子を明らかにすることを目的とした。

【材料および方法】

19歳から78歳までのう蝕および破折のないヒト抜去大臼歯46本（智歯32本、智歯以外の大臼歯14本）から採取した象牙質試料を用いて、同一歯の歯冠部より棒状および半円状試料を、また歯根部より棒状試料を採取した。歯冠部棒状試料は、 $0.2 \times 1.7 \times 8.0$ mmで象牙細管の走行方向が異なるものを3種類作製し、歯根部棒状試料は、 $0.2 \times 1.2 \times 5.0$ mmで試料の長軸を歯軸方向とした。機械的強度については象牙細管の走行方向の異なる3種類の歯冠部棒状試料と歯根部棒状試料を3点曲げ試験に供し、曲げ強さを測定した。また応力歪み曲線から靱性を算出した。微小領域での機械的強度については、微小押込み強度試験機を用いて、厚さ0.8 mmの歯冠部半円状試料の管間象牙質と管周象牙質の微小押込み硬さおよびヤング率を測定した。構造特性として象牙細管密度および象牙細管閉鎖度を測定し、材質特性としてミネラル密度とアパタイトc軸配向性の測定および老化架橋ペントシジンの定量を行った。なお、全ての実験は大阪大学大学院歯学研究科倫理審査会の承認を得て実施した（承認番号H21-E29）。

【結果】

象牙質の曲げ強さおよび靱性は、40歳以下の試料では 226 ± 61 , 4.8 ± 2.2 MPa, 40歳以上では 155 ± 47 , 2.2 ± 1.3 MPaとそれぞれ年齢とともに減少した。また、曲げ強さ、靱性ともに象牙細管の走行方向による明らかな異方性を示し、特に試料の長軸が象牙細管の走行方向と平行な象牙質で有意に低い値を示した。ミネラル密度は加齢とともに増加し、それに伴い曲げ強さが減少する傾向にあったものの（ $R^2 = 0.31$, $p < 0.05$ ）、微小領域の管間象牙質と管周象牙質において、微小押込み硬さおよびヤング率は、いずれも加齢による変化は認められなかった。象牙細管密度が高いと曲げ強さが低下する傾向にあり、ミネラル密度の高い40歳以上の群においては、象牙細管の閉鎖度が高くなるにつれ曲げ強さが減少した（ $R^2 = 0.55$, $p < 0.05$ ）。ハイドロキシアパタイトは象牙細管の走行方向に対し垂直に配向している割合が多く、アパタイト配向性が強いものほど曲げ強さも大きい傾向にあった（ $R^2 = 0.49$, $p < 0.05$ ）。コラーゲン分子間架橋については歯冠部、歯根部ともにペントシジンが多いほど曲げ強さが減少する傾向がみられた。また、ペントシジンは歯冠部で年齢とともに増加した（ $R^2 = 0.37$, $p < 0.05$ ）。

【考察および結論】

アパタイトが象牙細管の走行方向に対し垂直に強く配向した場合に高い曲げ強さを示したことから、象牙細管の走行方向に対し垂直に網状構造を形成しているコラーゲン線維をアパタイトが補強し、曲げ強さおよび靱性に見られた象牙細管の走行方向による異方性に関与したものと考えられる。また、管間象牙質、管周象牙質における微小領域でのヤング率が年齢に関係なく不変であったことから、加齢とともに象牙細管内部に集中した石灰化により象牙細管が閉鎖したことが象牙質全体のミネラル密度の増加につながり、象牙細管の閉鎖は亀裂伸展時に抵抗となる crack bridging の減少につながったものと推測される。一方、老化架橋であるペントシジンの増加がコラーゲン線維の劣化につながり、象牙質の強度の低下に影響したと考えられる。

以上より、象牙質は加齢とともに機械的強度が低下し、それには象牙細管の石灰化による閉鎖とコラーゲン内への老化架橋の蓄積が関与していることが分かった。

（本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究(B)25293387）の補助の下に行われた。）

Er:YAG レーザー成膜法による歯質上へのアパタイト膜の直接形成

近畿大学 生物理工学部 医用工学科¹

大阪歯科大学 歯科保存学講座²

○本津 茂樹¹、山本 衛¹、加藤 暢宏¹、西川 博昭¹、吉川 一志²、山本 一世²

Direct formation of the hydroxyapatite film on the dentine by using Er:YAG pulsed laser deposition method

Faculty of Biology Oriented Science and Technology, Kinki University, Wakayama, Japan¹, Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University, Osaka, Japan²

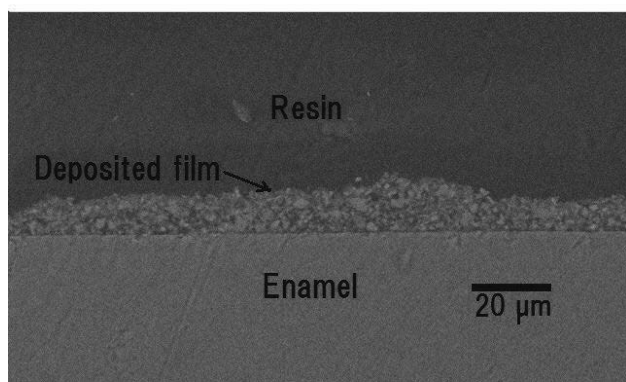
○ HONTSU SHIGEKI¹, YAMAMOTO EI¹, KATO NOBUHIRO¹, NISHIKAWA HIROAKI¹, YOSHIKAWA KAZUSHI², YAMAMOTO KAZUYO²

【研究目的】現在、エナメル質欠損部の修復は主にレジンを用いて行われているが、レジンには有機物によるアレルギー反応や歯質との材質の相違による剥離の問題がある。本来、歯質の修復は歯の主成分であるハイドロキシアパタイト(HAp)を用いて行うことが理想であるが、セラミックス間の固着は非常に困難なため、未だ HAp による修復治療は実現されていない。今回我々は、従来歯科分野において、歯質の削除に使用するものとの認識であった Er:YAG レーザー(波長: 2940nm)を、口腔内での Er:YAG レーザーアブレーション(PLD)法に応用することで、エナメル質や象牙質上へ直接 HAp 膜の形成が可能かどうかを検討したので報告する。

【材料および方法】PLD 法に用いた Er:YAG レーザーは Erwin AdvErl(モリタ製作所)で、レーザーエネルギーは 200mJ、繰り返し速度は 10pps、コンタクトチップは C400F、照射時間は 10min とした。レーザーを照射する膜材料ターゲットには、直径 16φ、厚さ約 1mm に成型したリン酸水素カルシウム二水和物(DCPD)、α-リン酸三カルシウム(α-TCP)、β-TCP、ピロリン酸、リン酸オクタカルシウム(OCp)を用いた。また、基板にはレジン包埋したヒト抜去歯を歯根歯冠境界部で切断してエナメル質および象牙質を露出させたものを用いた。さらに、アブレーション効率を高めるために、ターゲットや歯質上に水およびリン酸カルシウム水溶液を滴下した。堆積後、X 線回折(XRD)パターンを観察を行った。続いて膜上に水を滴下した状態で、37℃の恒温槽中に静置し、3~48 時間後の XRD パターンを測定して膜の結晶構造の変化を確認した。また、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて歯質・堆積膜界面の断面観察も行った。

【結果および考察】Er:YAG レーザーに強いアブレーションを示したのは DCPD ターゲットであった。水を浸透させたターゲットでは、すべてのターゲットで強いアブレーションが見られた。XRD パターンの観測結果から、堆積膜が HAp に転移するまでの時間が最も短かったのは α-TCP で、堆積直後から HAp のピークが見られ、48 時間後には主に HAp のパターンになった。このことから PLD 法により、約 48 時間で歯質上に HAp 膜が形成できることがわかった。図 1 に示すように、エナメル質上に成膜した同膜の成膜 5 日後の断面 SEM を観察結果から、エナメル質上に厚さ約 10~18μm の膜が形成されていることがわかる。以上のことより、Er:YAG レーザーを用いた大気中 PLD 法により歯質上に HAp 膜の直接形成を試みたところ、α-TCP のターゲットを用いることで、成膜後 48 時間程度で歯質上に HAp 膜を直接形成できることを確認した。

図 1 堆積膜とエナメル質の界面の断面 SEM



演題 P3 (修復)
【2599】

酸性飲料浸漬後の歯みがき開始時間がエナメル質の歯ブラシ摩耗に及ぼす影響

東京医科歯科大学 大学院 歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 う蝕制御学分野

○津田 優香、北迫 勇一、サダル アリレザ、中嶋 省志、田上 順次

Effect of saliva on brushing abrasion of enamel after erosive challenge in situ

Cariology and Operative Dentistry, Graduate school of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

○TSUDA YUKA, Kitasako Yuichi, Sadar Alireza, Nakashima Shoji, Tagami Junji

【研究目的】

酸蝕症の予防対策として、酸性飲食物摂取直後の歯みがきを避けることが推奨されている。しかしながら、エナメル質を対象とし、口腔内環境下における遅延歯みがきについて検討した報告は少ない。そこで本研究では、酸性飲料浸漬後の歯みがき開始時間が歯ブラシ摩耗に及ぼす影響について *in situ* モデル下において検討した。

【材料および方法】

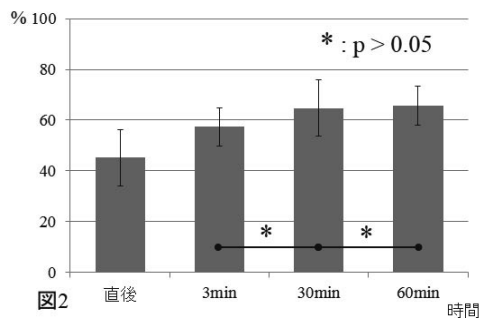
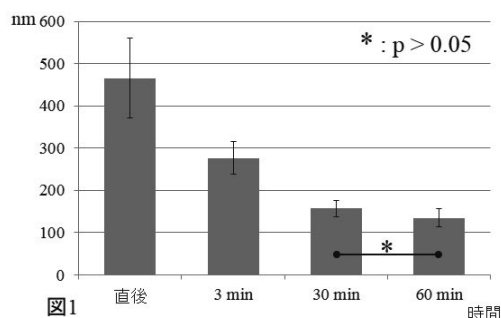
牛歯エナメル質サンプルを作製・滅菌処理後、基準面を作製し、歯みがき開始時間別 4 群に分類した（直後、3 分後、30 分後、60 分後、 $n=10$ ）。本研究趣旨に同意が得られた被験者 10 名に対し口腔内装置を作製し、各実験群サンプルを装着した状態で、20 分間口腔内に留置しペリクルを形成させた。その後、同装置を取り外し、市販酸性飲料（コココーラ）に 90 秒間浸漬し、1 サンプルのみ歯ブラシ摩耗試験（荷重 250gf・15 秒間）を行い直後群とした。歯ブラシ摩耗は、被験者に唾液検査用ガムを 5 分間咀嚼させた後、口腔内装置を再装着し、3 分後、30 分後、60 分後に各サンプルを取り出し同様に歯ブラシ摩耗を行った。ペリクル形成から 60 分後歯ブラシ摩耗までの作業を 1 日 2 回 3 日間連続して行った後、白色干渉計（NanoMap-D, AEP Technology 社製）を用い、基準面と摩耗面との平均段差を求めた。さらに、各群の非歯ブラシ摩耗面における微小硬さ変化について、超微小硬さ測定器（ENT-1100a, Elionix）を用い解析し、基準面の硬さに対する酸蝕面の硬さの割合を算出した。両結果は、*t* 検定とボンフェローニの調整を用いて、統計学的に検討した（有意水準 5%）。

【結果および考察】

歯ブラシ摩耗量では、30 分後・60 分後間を除く各実験群間に有意差が認められた（ $p<0.05$ ）（図 1）。一方、硬さ試験では、直後と他の実験群間のみ有意差が認められた（ $p<0.05$ ）（図 2）。過去の *in situ* モデル研究では、口腔内装置装着時の刺激唾液分泌や歯ブラシの荷重条件などが不明瞭であるのに対し、本研究では酸性飲食物摂取後を想定し、刺激唾液の分泌促進やより日常生活レベルに近似した荷重条件のもと、白色干渉計を用い微量な変化をナノレベルで比較検討した。これにより、酸性飲料浸漬直後の歯ブラシが歯ブラシ摩耗に顕著な影響を示すことが確認されたほか、刺激唾液存在下における経時的な微小変化が検出された。各実験群間に有意差が認められた要因として、ガム咀嚼により刺激唾液の分泌が促進し、サンプル表層部における唾液の緩衝作用が生じたこと、さらに刺激唾液を介した再石灰化作用が進んだことが考えられた。

【結論】

本実験条件下では、酸性飲料摂取直後の歯みがきを避け、遅延歯みがきを行うべきことが示唆された。



演題 P4 (歯内)
【2503】

再生歯髄組織内マクロファージにおける M1/M2 関連遺伝子の発現
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
○金子 友厚、山中 裕介、伊藤 崇史、吉羽 邦彦、興地 隆史

M1/M2-related gene expression analysis of macrophages in engineered dental pulp tissues
Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata Japan.
○KANEKO TOMOATSU, YAMANAKA YUSUKE, ITO TAKAFUMI, YOSHIBA KUNIHICO, OKIJI TAKASHI

(目的) 我々は、歯髄を完全に除去した抜去歯の薄切された根管に poly-L(lactic) acid (PLLA) を用いたスキャホールドを設置したのち幹細胞を移植し、14 日間培養液中において培養すると、正常歯髄組織に形態学および分子生物学的に類似した組織を再生できること(Journal of Endodontics, 2008)、さらに、この再生組織内には、CD68 を発現するマクロファージが幹細胞より分化してくることを報告した (Handbook of Macrophages: Life Cycle, Functions and Diseases, 2012)。一方、近年活性化マクロファージに数種の亜群が存在し、機能に応じて防御修復機構に関与することが注目されている。すなわち、主として炎症に関与する古典的活性化 (M1)マクロファージのみならず、組織修復等に関与する創傷治癒 (M2) マクロファージの存在が知られている。そこで本研究では、再生歯髄組織に出現したマクロファージが M2 マクロファージを含む細胞群へ分化できるかを解析することを目的とし、免疫レーザーキャプチャーマイクロダイゼクション法(LCM)にて回収された CD68 陽性マクロファージにおける M1 および M2 マクロファージ関連遺伝子 mRNA 発現の定量解析を行った。

(方法) 幹細胞として脱落乳歯歯髄幹細胞を用いた。歯髄を除去したヒト抜去歯の歯冠側歯根を 1mm に薄切した。その薄切根管に PLLA スキャホールドを設置し、ここに幹細胞を移植し (n = 5)、培養液中で 14 日間培養した。次いでホルマリン固定脱灰切片を作成後、一次抗体として CD68 を用いて酵素抗体染色を施した後、LCM にて再生組織中の CD68 陽性細胞を、i)足場が吸収され歯髄組織再生の進んだ部位、および ii)足場が残存し歯髄組織再生途上の部位に分類して回収し、全 RNA 抽出と cDNA 合成を行った後、inducible nitric oxide synthase (iNOS: M1 マクロファージマーカー)、CCL18(M2 マクロファージマーカー)、および GAPDH の各 mRNA 発現を、リアルタイム PCR を用いて定量した。統計学的解析には Mann-Whitney の U 検定 (Bonferroni 補正) を用いた。

(結果) iNOS の mRNA 発現は、足場が吸収され歯髄組織再生の進んだ部位よりも、足場が残存し歯髄組織再生途上の部位で有意に高値を示した ($P < 0.05$)。一方、CCL18 の mRNA 発現は、足場が吸収され歯髄組織再生の進んだ部位において有意に高値を示した ($P < 0.05$)。

(考察および結論) M1 マクロファージ関連遺伝子 (iNOS) は歯髄組織再生途上の部位で、また、M2 マクロファージ関連遺伝子 (CCL18) は歯髄組織再生の進んだ部位において、それぞれ有意に高値を示したことから、再生途上の組織では M1 マクロファージが優位となり、これらがスキャホールドの吸収等の関与に携わり、そして再生進行後は M2 マクロファージが優位となり再生歯髄組織の恒常性維持に携わることが示唆された。会員外共同研究者: Jacques E. Nor (University of Michigan)

演題 P5 (歯内)
【2503】

象牙質・幹細胞凝集複合体の骨補填材としての組織学的・細胞生物学的評価

朝日大学 歯学部 口腔機能修復学講座 歯科保存学分野¹

朝日大学 歯学部 口腔構造機能発育学講座 口腔生化学分野²

○田中 雅士¹、小栗 健策¹、森 春菜¹、川木 晴美²、近藤 信夫²、吉田 隆一¹

Histological and cell-biological assessment of dentin-stem cell complex as a bone substitute

Department of Endodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University School of Dentistry¹, Department of Oral Biochemistry, Division of Oral Structure, Function and Development, Asahi University School of Dentistry²

○Tanaka Masashi¹, Oguri Kensaku¹, Mori Haruna¹, Kawaki Harumi², Kondoh Nobuo², Yoshida Takakazu¹

【研究目的】

我々は、象牙質が骨に類似した硬組織であり抜去歯から供給可能であることに着目し、根尖封鎖材として研究を行ってきた。そして実験動物の根尖部に移植した粉碎象牙質顆粒が硬組織誘導能を有していることを示してきた。

(Yoshida et al., 日歯保存誌 1986 他) そこで我々は顆粒状に粉碎した象牙質を骨補填材として応用すべく、移植前にあらかじめ象牙質顆粒と細胞を共に培養し象牙質と細胞を凝集させた象牙質・幹細胞凝集複合体を作成して骨補填材として用いる方法を考案した。そして顆粒サイズや細胞播種条件の最適化について本学会で報告してきた。今回、これまでに報告してきた条件で作成した象牙質・幹細胞凝集複合体および既存の骨補填材・幹細胞凝集複合体をマウス皮下に移植し一定期間の後取り出した組織と骨補填材単体で移植し同様に処理した組織を用いて組織化学的に比較し、象牙質・幹細胞凝集複合体の骨様組織誘導能、血管新生について検討した。

【材料および方法】

実験に用いた抜去歯は患者の同意のもと、朝日大学歯学部倫理委員会の承認(第 23111 号)を得て採取し、抜歯直後に-80℃凍結乾燥下で保存した。これらの抜去歯から象牙質顆粒を作製し、整粒したのち、オートクレーブを用いて滅菌した。比較対照としてオスフェリオン(オリンパス社)、ネオボーン(MMT 社)を同様に処理した。作製した顆粒とヒト骨髄由来幹細胞を 7 日間培養し、骨補填材顆粒・幹細胞凝集複合体を作成し、それぞれヌードマウス(6 週齢、雄性、体重: 約 25g 骨補填材は 20 mg 埋植)の左側背部皮下に埋植した。骨補填材のみを埋植する群を同様に作成して埋植 3 週間後に埋植物を一塊として摘出した。試料は 4%PFA に 24 時間浸漬固定して、実体顕微鏡(オリンパス社)観察を行った。その後、迅速脱灰を行いパラフィン包埋切片を作成した。切片にはヘマトキシリン・エオジン染色およびマッソン・ゴールドナー染色を施し、埋植物と周囲組織の形態観察および面積当たりの血管数を算出した。さらに、血管内皮細胞(HUVEC)の増殖を検討し、ボイデンチャンバーシステムを用いて象牙質顆粒、オスフェリオン、ネオボーン顆粒の、血管内皮細胞(HUVEC)の遊走に対する効果を検討した。得られた結果は t 検定を用いて統計処理を行った。

【結果】

骨補填材単体を移植した場合と骨補填材・幹細胞凝集複合体を移植した場合では、幹細胞を用いた方が、より骨様組織の形成が顕著であった。また、骨補填材単体では骨様組織内の血管数に有意な差はみとめられなかったが、幹細胞を用いた場合では、象牙質・幹細胞凝集複合体を移植した群で血管の進入が良好であった。そこで、血管新生における象牙質顆粒の作用を検討するために HUVEC を用いて遊走および細胞増殖について検討したところ、遊走および細胞増殖が顕著に促進され、血管新生に有効であることが示唆された。

【結論および考察】

象牙質・幹細胞凝集複合体は、補填材単体を埋植した場合に比べ、顆粒周囲により緻密な硬組織様の形成を誘導した。そして、骨補填材・幹細胞凝集複合体として埋植した場合、象牙質では形成された骨様組織内に血管が多数みとめられ、組織全体に分布していた。HUVEC を用いて増殖および遊走性を確認したところ、象牙質顆粒では他の材料に比べ HUVEC の増殖と遊走を顕著に促進し、血管新生に有効であることが示唆され、抜去歯の活用法として、生体由来の骨補填材としての可能性が示された。

演題 P6 (歯内)
【2503】

Emmprin と MMP-3 シグナルがマウス ES 細胞由来象牙芽細胞分化に必須である

愛知学院大学 歯学部 歯内治療学講座¹

愛知学院大学 薬学部 生体機能化学講座²

○山口 秀幸¹、尾関 伸明¹、茂木 眞希雄²、檜山 太希¹、長谷 奈央子¹、木下 佳都栄¹、川合 里絵¹、中田 和彦¹

Extracellular matrix metalloproteinase inducer (Emmprin) and matrix metalloproteinase (MMP)-3-signaling are required for differentiation of odontoblast-like cells derived from mouse embryonic stem (ES) cells

Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University, Aichi, Japan¹, Department of Medicinal Biochemistry, School of Pharmacy, Aichi Gakuin University, Aichi, Japan²

○YAMAGUCHI HIDEYUKI¹, Ozeki Nobuaki¹, Mogi Makio², Hiyama Taiki¹, Hase Naoko¹, Kinoshita Katsue¹, Kawai Rie¹, Nakata Kazuhiko¹

【研究目的】

これまでに我々は、マウス胚性幹細胞 (ES 細胞) および人工多能性幹細胞 (iPS 細胞) を用いた象牙芽細胞分化誘導法を確立し (Kawai et al., 2013, Oral Diseases, in press, Ozeki et al., PLOS ONE, 2013 Nov 11;8(11):e80026), さらに、このマウス ES 細胞由来象牙芽細胞を高純度化した。本細胞を歯髄炎症モデルとして用いて精査した結果、炎症性サイトカイン IL-1 β 誘導マトリックスメタロプロテアーゼ (MMP)-3 が細胞増殖の促進とアポトーシス細胞死を抑制し、歯髄の炎症時における象牙芽細胞の増殖と抗アポトーシス作用を制御することで、歯髄創傷治癒に関与することを報告した (Hiyama et al., PLOS ONE, 2013 Dec 16;8(12):e83563).

Emmprin (extracellular matrix metalloproteinase inducer) は免疫グロブリンスーパーファミリーに属する膜糖タンパク質で、様々な種類の癌細胞表面に高発現し、間質細胞の MMPs 産生を促進させることが報告されている。近年、Emmprin が癌細胞の浸潤、転移に重要な役割を果たすと報告されているが、非腫瘍組織、とくに象牙芽細胞の分化における役割については、いまだ不明な点が多い。

本研究では、マウス ES 細胞由来象牙芽細胞の分化過程における、Emmprin と MMP-3 の新規な生理的役割を明らかにするため、small interfering RNA (siRNA) を用いて詳細な検討を行った。

【材料および方法】

マウス ES 細胞を用いて新規に確立した象牙芽細胞分化誘導法により、高純度に象牙芽細胞に分化誘導させた後、Real-time PCR 法と ELISA 法により象牙芽細胞分化マーカー (Dspp, Dmp-1, Osteopontin, Osteocalcin, ALP 活性) と MMP-3 発現を評価した。Emmprin の発現動態は FACS を用いて解析を行った。さらに培養液中の MMP-3 活性は、特異的 MMP-3 抗体にて immunoprecipitation 後、ELISA (AnaSpec) により評価した。Emmprin および MMP-3 siRNA (Santa Cruz Biotechnology, Inc.) を用いた遺伝子のノックダウンにより、マウス ES 細胞由来象牙芽細胞の分化過程におけるシグナルカスケードの検索を行った。

【結果】

マウス ES 細胞由来象牙芽細胞の分化過程において、象牙芽細胞分化マーカー、MMP-3 遺伝子発現および MMP-3 活性上昇がコントロールと比較して統計学的有意 ($P < 0.01$) に認められた。さらに、分化過程において Emmprin の発現が統計学的有意 ($P < 0.01$) に観察された。Emmprin および MMP-3 siRNA 処理により、象牙芽細胞分化マーカーの発現抑制が惹起され、コントロールと比較して統計学的有意差 ($P < 0.01$) が認められた。

【考察および結論】

Emmprin が細胞分化に関わることを明示した研究は非腫瘍組織のみならず、癌においてもこれまで行われていない。さらに MMP-3 と細胞分化の関連性について、in vitro の骨芽細胞の培養細胞系で報告があるが、本研究のような細胞の分化実験系、とくに象牙芽細胞分化誘導実験系で示した研究はない。

本研究はマウス ES 細胞由来象牙芽細胞の分化過程において、Emmprin および MMP-3 の発現が必須であることを明らかにし、象牙質・歯髄複合体の再生機構と Emmprin および MMP-3 との関連に着目した基礎的研究である。そして将来的には、歯の再生と従来のう蝕治療法に代わる、精度が高く、再現性のある新規な幹細胞を用いた細胞導入治療法のモデルを確立するもので、低侵襲性の新規な治療戦略の開発に通じるものと考えられる。

BMP-9 はヒト歯根膜線維芽細胞の新規の骨芽細胞様分化因子である

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 歯周病学分野

○ 瀧上 佐和子、中村 利明、篠原 敬哉、瀬名 浩太郎、古江 きらら、野口 和行

BMP-9 is a novel inducer of osteoblastic differentiation in human periodontal ligament fibroblasts

Department of Periodontology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○ FUCHIGAMI SAWAKO, NAKAMURA TOSHIKI, SHINOHARA YUKIYA, SENA KOTARO, FURUE KIRARA,
NOGUCHI KAZUYUKI

【目的】

Bone morphogenetic protein(BMP)は TGF- β スーパーファミリーに属し、骨格形成、幹細胞の分化など様々な機能を有する成長因子群である。胎生期マウスの肝細胞から発見された BMP-9 は、growth differentiation factor 2(GDF-2)としても知られ、肝細胞増殖作用、脂質代謝酵素誘導作用、リンパ管形成制御作用などを有する。さらに、間葉系幹細胞の骨形成細胞への分化促進作用を有し、BMP-2 や BMP-7(OP-1)とともに骨形成性の BMP に分類されている。この BMP-9 の骨形成作用は、マウス等において BMP-2 と同等かそれ以上の性質を示すことが報告されている。しかし、これまで BMP-9 の歯周組織への影響についての報告はない。本研究では、ヒト歯根膜線維芽細胞(hPDLFs)の骨芽細胞様分化に与える BMP-9 の影響について、BMP-2 と比較して検討を行った。

【材料および方法】

1. Lonza 社より購入した hPDLFs を実験に用いた。2. BMP-2 および BMP-9 刺激下における hPDLFs の細胞増殖能を MTT-assay 変法(cell counting kit-8)を用いて解析した。3. 骨分化培地下で BMP-2 および BMP-9 添加後、ALP の染色と活性測定、および Alizarin Red S 染色による石灰化物形成評価を行った。4. BMP 受容体の遺伝子発現解析を RT-PCR 法を用いて、また、骨関連因子の遺伝子発現解析を Real-time PCR 法を用いて行った。5. Western Blot 法にて Smad1/5/8 のリン酸化を解析した。6. Noggin と BMP-3 の、BMP-9 の作用に対する影響を調べるため、ALP 活性を指標として評価した。

【結果】

1. 培養 3 日間において、BMP-2 および BMP-9 は細胞増殖能に有意な影響を与えなかった。2. BMP-2 刺激と比較して BMP-9 刺激は、培養 6 日後に ALP 活性を有意に亢進させた。また 9、15、21 日目の Alizarin Red S 染色において、BMP-2 刺激と比較して BMP-9 刺激で有意に石灰化物形成が促進した。3. hPDLFs において BMP 受容体群(ALK-1,-2,-3,-6, BMPRII, ActRIIA, ActRIIB, Endoglin)の遺伝子発現が認められた。また *Runx2*, *ID-1*, *Osterix*, *Osteopontin*, *Bone sialoprotein* の遺伝子発現が control および BMP-2 刺激と比較して BMP-9 刺激で有意に上昇した。4. BMP-2 および BMP-9 刺激時ともに Smad1/5/8 のリン酸化が認められた。5. Noggin および BMP-3 は、BMP-2 刺激によって誘導された ALP 活性を有意に減少させたが、BMP-9 刺激によって誘導された ALP 活性に有意な影響を与えなかった。

【考察および結論】

BMP-9 は骨誘導培地下で hPDLFs の ALP 活性および石灰化物形成を BMP-2 よりも有意に亢進させることを示した。また BMP-2 と比較して BMP-9 刺激で骨関連遺伝子の発現が有意に促進することを明らかにした。BMP-9 の作用発現には BMP 受容体の中でも ALK-1 が重要と報告されている。本研究では、ALK-1 をはじめとして主要な BMP 受容体の発現が hPDLFs において認められた。BMP-2 および BMP-9 刺激において Smad1/5/8 のリン酸化は認められたが、両群に顕著な差は確認されなかった。BMP-9 の異所性骨形成能は、BMP antagonist である Noggin や抑制性の BMP とされる BMP-3 の影響を受けないという報告がある。本研究においても、Noggin および BMP-3 は、BMP-2 と異なり BMP-9 に対しては ALP 活性に抑制的な影響を認めなかった。BMP-2 と BMP-9 との骨分化作用の差については、このような Noggin および BMP-3 などの作用の違いが関与するかもしれない。

結論として、本研究により BMP-9 は hPDLFs の骨芽細胞様分化を強力に促進する新規の因子であることが示された。

$\beta 2$ アドレナリン受容体の作動薬および非作動薬がヒト歯根膜細胞に及ぼす影響

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¹

九州大学病院 歯内治療科²

アデレード大学 歯学部 歯周病学講座³

○濱野 さゆり¹、前田 英史²、長谷川 大¹、和田 尚久²、友清 淳³、門野内 聡¹、祐田 明香¹、
杉井 英樹¹、赤峰 昭文¹

The effect of beta2-adrenergic receptor agonist and antagonist on human periodontal ligament cells.

Department of Endodontology and Operative Dentistry, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University, Fukuoka, Japan¹, Department of Endodontology, Kyushu University Hospital, Fukuoka, Japan², Colgate Australian Clinical Dental Research Centre, School of Dentistry, University of Adelaide, Adelaide, Australia³

○HAMANO SAYURI¹, Maeda Hidefumi², Hasegawa Daigaku¹, Wada Naohisa², Tomokiyo Atsushi³, Monnouchi Satoshi¹, Yuda Asuka¹, Sugii Hideki¹, Akamine Akifumi¹

【目的】アドレナリン受容体(AR)は G タンパク共役型受容体で、ストレスホルモンおよび神経伝達物質として知られるアドレナリンやノルアドレナリンが結合する受容体である。我々は本学会第 137 回秋季学術大会にて、ヒト歯根膜細胞(HPDLC)の伸展刺激により $\beta 2$ アドレナリン受容体($\beta 2$ -AR)の遺伝子発現が上昇し、その非作動薬である Propranolol(PRL)が HPDLC の骨芽細胞様分化を促進することを報告した。一方、 $\beta 2$ -AR の作動薬と非作動薬ではシグナル伝達や遊走能へ及ぼす影響が異なり、AR の作動薬は心筋梗塞ラットの心臓組織修復や恒常性の維持に関与していることが報告されているが、HPDLC における $\beta 2$ -AR の作動薬の作用は明らかになっていない。そこで本研究では、(1)咬合力が $\beta 2$ -AR の発現に及ぼす影響、(2) $\beta 2$ -AR の作動薬および非作動薬が、(a)HPDLC の細胞内シグナル、(b)遊走能、(c)歯根膜関連分子の発現に及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】本研究に同意が得られた患者の抜去歯牙より歯根膜組織を採取し、HPDLC-2G(30 歳女性)、3Q(21 歳女性)、3S(23 歳男性)として本研究に用いた。(1)5 週齢の雌性 SD ラットの右側上顎第一・第二臼歯を抜歯して咬合負荷を軽減した右側下顎臼歯、および正常咬合の左側下顎臼歯の組織切片を用いて抗 $\beta 2$ -AR 抗体による免疫組織化学的染色を行った。(2)(a) $\beta 2$ -AR の作動薬である Fenoterol(FEN)(10^{-7} , 10^{-6} , 10^{-5} M)または PRL(10^{-7} , 10^{-6} , 10^{-5} M)にて刺激した HPDLC における細胞内の cAMP 濃度および ERK のリン酸化を ELISA 法または Western blot 法にて測定した。(b) (a)と同様に刺激した HPDLC の遊走能を scratch wound healing assay にて検討した。(c) (a)と同様に刺激した HPDLC における歯根膜関連遺伝子(α -SMA, PERIOSTIN, TGF- β 1, COL1, COL3)を定量的 RT-PCR 法を用いて、また、 α -SMA のタンパク発現を免疫蛍光染色法にて検討した。なお本研究は九州大学大学院歯学研究院倫理審査委員会の許可を得て行われた。

【結果】(1)正常咬合の左側と比較し、咬合負荷を軽減した右側の歯根膜における $\beta 2$ -AR のタンパク発現は減少した。(2)(a)FEN 刺激群は control と比較して細胞内の cAMP 濃度の有意な上昇が認められたが、PRL 刺激群では control と有意差は認められなかった。一方、PRL 刺激群では control と比較して細胞内の ERK のリン酸化が促進したのに対し、FEN 刺激群では control と差は認められなかった。(b) 10^{-5} M PRL にて刺激した HPDLC は control と比較して遊走能が有意に促進したが、FEN 刺激群では control と有意差は認められなかった。(c)FEN 刺激した HPDLC では control と比較して α -SMA, PERIOSTIN, TGF- β 1, COL1, COL3 の遺伝子発現が有意に上昇したが、PRL 刺激では control と比較して有意差は認められなかった。また、 10^{-5} M FEN にて刺激した HPDLC では control と比較して抗 α -SMA 抗体に対する陽性反応が促進したが、 10^{-5} M PRL 刺激では control と同程度であった。

【考察】前回大会および今大会の結果から、歯根膜における $\beta 2$ -AR の発現は咬合力により調節されており、 $\beta 2$ -AR の作動薬および非作動薬は異なるシグナル経路にてその役割を果たしていると考えられる。 $\beta 2$ -AR の作動薬は cAMP を介して歯根膜関連分子の発現に関与している可能性があり、一方、非作動薬では ERK を介して歯根膜細胞の遊走能および骨芽細胞様分化を促進することが示唆された。

【結論】(1)咬合負荷の減少は $\beta 2$ -AR のタンパク発現を低下させる。(2)(a)FEN は HPDLC の細胞内 cAMP 濃度を上昇させるが、PRL は細胞内の ERK のリン酸化を促進する、(b)PRL 刺激は HPDLC の遊走能を亢進するが、FEN 刺激は遊走能に影響しない、(c)FEN 刺激は HPDLC の歯根膜関連遺伝子および α -SMA のタンパク発現を促進するが、PRL 刺激は歯根膜関連分子の発現に影響しない。

唾液による総合的な口腔検査法の開発

(第5報)多項目唾液検査システム (AL-55) の臨床的有用性の検索: AL-55 の検査結果と口腔内細菌数の相関について

ライオン株式会社¹

アークレイ株式会社²

愛知学院大学歯学部保存修復学講座³

○高木 悠希¹、内山 千代子¹、斉藤 浩一¹、西永 英司¹、村越 倫明¹、福田 功²、大久保 章男²、
高橋 亨典³、須崎 明³、有本 憲弘³、松井 治³、五味 明良³、富士谷 盛興³、千田 彰³

Development of comprehensive salivary test system

5th report: Correlation between Salivary multi-test system (AL-55) and pathogenic bacteria count

Lion Corporation, Tokyo, Japan¹, ARKRAY Inc., Kyoto, Japan², Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University, Nagoya, Japan³

○TAKAGI Yuuki¹, UCHIYAMA Chiyoko¹, SAITO Koichi¹, NISHINAGA Eiji¹, MURAKOSHI Michiaki¹, FUKUTA Isao², OKUBO Akio², TAKAHASHI Kyosuke³, SUZAKI Akira³, ARIMOTO Norihiro³, MATSUI Osamu³, GOMI Akira³, FUJITANI Morioki³, SENDA Akira³

【背景・目的】唾液による総合的な口腔検査法のチェアサイドへの応用を目指し、演者らは、齲蝕、歯周病、口腔清潔度に関与する7項目の唾液因子（[齲蝕関連] 齲蝕原性菌、pH、酸緩衝能、[歯周病関連] 潜血、白血球、蛋白質、[口腔清潔度] アンモニア）を5分間で測定できる多項目唾液検査システム (AL-55) を開発した。これまでに、231名の被験者を対象とした横断的研究において、AL-55 の検査結果が、歯科医師による口腔内検査結果および培養法や電極法などの従来法による分析結果などと相関することを確認し、AL-55 の基本性能を明らかにした(第136回大会)。また、歯科医院に通院する患者を対象とした6ヶ月間の縦断的研究により、経時的に変化する口腔内検査結果とAL-55 の検査結果が有意に相関し、AL-55 のモニタリングの有用性を明らかにした(第138回大会)。一方、臨床において、口腔内検査に加え、*Streptococcus mutans* や *Porphyromonas gingivalis* など齲蝕や歯周病に関連する口腔内細菌数を培養法や遺伝子解析法などにより分析する検査が行われている。そこで本研究は、前述の6ヶ月間の臨床研究において、これら口腔内細菌数の分析結果とAL-55 の検査結果を比較することで、両者の経時的推移の関連および検査ごとの両者の相関について検討し、AL-55 の新たな臨床的有用性の検索を行なった。

【対象および方法】

【臨床研究倫理】シミック(株)倫理審査委員会の承認を得た(承認番号2012-01)。

【対象】愛知県内の開業歯科医院5施設に通院する患者のうち、無作為に抽出し同意を得られた成人57名(50.3±12.6歳、男性24名、女性33名)を被験者とした。

【試験方法】試験期間は6ヶ月間とし、初回および1、3、6ヵ月後に、AL-55による検査と口腔内細菌数の分析を実施した。なお、その間の治療、口腔ケアは通常通り行った。

【AL-55による検査】蒸留水3mlによる洗口吐出液を試料とし、AL-55により測定した。

【口腔内細菌数の分析】洗口吐出液中の以下の細菌数を Polymerase Chain Reaction 法にて測定した。齲蝕: *Streptococcus mutans* (以下、*S. mutans* 数)、歯周病: *Porphyromonas gingivalis*、*Tannerella forsythia*、*Treponema denticola* (これら3菌の合計を解析に用いた。以下、Red Complex 数)、口腔清潔度: 総細菌 (以下、総菌数)。

【統計解析】試験期間におけるAL-55の検査結果および口腔内細菌数の分析結果の経時的推移を比較検討した。また、各回の検査における両者の相関を解析した(Spearman、 $p<0.05$)。

【結果と考察】

【齲蝕】試験期間中の *S. mutans* 数の推移は、齲蝕原性菌(AL-55による検査結果)のそれと同様であったが、pHおよび酸緩衝能は変動しなかった。また、各回の検査において、これら3項目は *S. mutans* 数と有意な相関は示さず、これまでの231名による横断的研究と同様の結果であった。この原因は、齲蝕の発生および進行には、*S. mutans* 以外に *Streptococcus sobrinus* や乳酸桿菌など他の菌も多数関与すること、また、pHや酸緩衝能はある程度恒常性(homeostasis)を有し、治療や口腔ケアの影響はあまり被らない等が考えられる。しかし、これら以外の結果からAL-55の検査結果の信頼性が再確認された。

【歯周病】試験期間を通じて、Red Complex 数は減少し、潜血、白血球、蛋白質も同様の推移を示した。さらに、各回の検査において、Red Complex 数とこれら3項目の間に有意な相関を認めた。したがって、これら3つの検査項目は、Red Complex 数を反映することが明らかとなった。

【口腔清潔度】試験期間を通じて、総菌数は減少し、アンモニアも同様の推移を示した。また、各回の検査において、両者間に有意な相関を認めた。したがって、アンモニアは、総菌数を反映することが明らかとなった。

【結論】歯科医院の患者を対象とした6ヶ月間の縦断的研究において、口腔内細菌数の推移はAL-55の検査結果のそれと同様であり、また、各回の検査において両者は有意な相関を示すことを認めた。これらのことから、AL-55の検査結果の信頼性が再確認され、新たな臨床的有用性が明らかとなった。

チェアサイド型歯科用 CAD/CAM システムの咬合面形状再現性

日本歯科大学 生命歯学部 接着歯科学講座

○河合 貴俊、石井 詔子、小川 信太郎、山田 正、前野 雅彦、中村 昇司、柵木 寿男、奈良 陽一郎

Occlusal shape reproducibility of a chair-side dental CAD/CAM system

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

○KAWAI TAKATOSHI, ISHII NORIKO, OGAWA SHINTARO, YAMADA TADASHI, MAENO MASAHIKO, NAKAMURA SHOJI, MASEKI TOSHIO, NARA YOICHIRO

【目的】最近のチェアサイド型歯科用 CAD/CAM システムは、精度や利便性に改善が図られ、高品位な機能を兼備している。本研究では、代表的システムが具備する形状再現機能を併用した大臼歯アンレー修復を想定し、その再現性について評価検討を行った。

【材料および方法】被験歯には、本学部倫理委員会の承認を経て、ヒト抜去健全下顎大臼歯 20 本を用いた。CAD/CAM システムには、咬合面形状を再現するバイオジェネリックコピー機能具備の CEREC(CEREC AC と MC XL, SIRONA Dental Systems)を選択した。修復用ブロックとしては、長石系セラミックブロック 1 種 : VITABLOCKS Mark II CEREC/inLab(VITA, V)ならびに高重合型コンポジットレジンブロック 2 種 : Lava Ultimate(3M ESPE, L)と新規試作ブロック(GC, G)とを用いた。接着用のセメントは、自己接着能をもつ G-CEM LinkAce(GC, LA)とまたない RelyX Ultimate(3M ESPE, RX)を使用した。まず、Dental Wings 7series(Dental Wings, DW)によるオリジナルの歯冠部形状をスキャニング、CEREC によるバイオジェネリックコピー後に、フラットエンドダイヤモンドポイント(FG103, 松風)による規格化窩洞(Fig.1)を形成した。ついで、象牙質レジンコーティング、光学印象を経て MODB アンレーを作製し、各窩洞に対し LA と RX による通法の臨床的接着を行った。修復後の試料(各条件 n=5)は、DW による歯冠部形状のスキャニングを行い、9 計測点(Fig.2)によって区分した 4 種部位 : 咬頭頂部(1,2)、發育隆線部(3,4)、小窩部(5,6,7)、裂溝部(8,9)における修復前後の垂直的位置較差を GOM inspect(丸紅情報システムズ)によって算出した。測定値は一元配置分散分析、Tukey の q 検定、t 検定によって分析した。

【成績】修復前後の垂直的位置較差[単位 μm (s.d.)]は、小窩部:174(40)>裂溝部:122(54)>發育隆線部:-25(56)>咬頭頂部:-49(37)を示し、部位の違いによって有意な影響を受けていた($p<0.01$)。特に、小窩部値は他の 3 部位に比べ、裂溝部値は咬頭頂部値と發育隆線部値に比べ有意に大きな値であった($p<0.01$)。また、当該較差は、修復用ブロック・使用セメント・推奨ブロック/セメントペアによる影響を受けていなかった。

【考察および結論】チェアサイド型歯科用 CAD/CAM システムである CEREC は、用いる修復用ブロックや接着セメントなどが異なる場合でも均一な垂直的咬合面形状再現性を示した。ただし、部位の違いによって影響を受け、凹部においてはミリング不足を、凸部においてはミリング過多を生じていた。特に、小窩部と裂溝部の $100\mu\text{m}$ を超えるミリング不足は、ミリング用ダイヤモンドバー先端部の形状と寸法がオリジナル形状に比べ大きいことに起因すると推察する。一方、 $50\mu\text{m}$ 以下のミリング過多を生じる發育隆線部と咬頭頂部の再現性は、CEREC のバイオジェネリックコピー機能とミリングとのシステム調整によって改善が期待できると考える。

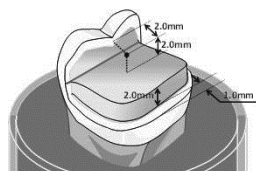


Fig.1 Standardized MODB cavity

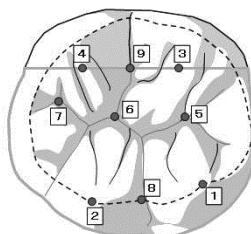


Fig.2 Measurement points on occlusal surface

演題 P11 (修復)
【2604】

新規光硬化型動揺歯固定材料の接着強さと接着耐久性の評価

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

○高橋 圭、星加 知宏、西谷 佳浩、吉山 昌宏

Evaluation of the bond strength and the bond durability of the new material of photopolymerization type for fixation of mobility teeth

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

○TAKAHASHI KEI, HOSHIKA TOMOHIRO, NISHITANI YOSHIHIRO, YOSHIYAMA MASAHIRO

[目的]臨床においてこれまでの動揺歯固定材料は化学重合型の製品が使用されてきたが、このたび光硬化型の動揺歯固定材料が開発された。そこで本研究では、光硬化型と化学重合型の動揺歯固定材料の接着強さならびに接着耐久性について比較検討を行った。

[材料と方法]健全ヒト抜去犬歯の歯冠部唇側面を歯面清掃後、G・フィックス（ジーシー社）とスーパーボンド筆積セット（サンメディカル社）をメーカー指示に従って被着面が直径 3mm の円形になるようマスキングテープで覆い、牛歯の切削エナメル質と接着させた試料を作製した。24時間 37℃水中浸漬後とサーマルサイクル試験 5 万回後ならびに 10 万回後の試料に対してせん断接着試験を行った。試料数は各 9 個とし、得られた結果は有意水準 5%にて統計処理を行った。

[結果および考察]せん断接着試験の結果は、24 時間後の G・フィックス群では 48.09 ± 9.71 (MPa)、スーパーボンド群では 38.69 ± 10.05 (MPa) となり、5 万回サーマルサイクル試験後の G・フィックス群では 49.26 ± 15.09 (MPa)、スーパーボンド群では 37.27 ± 11.13 (MPa) となり、10 万回サーマルサイクル試験後の G・フィックス群では 54.38 ± 10.65 (MPa)、スーパーボンド群では 39.72 ± 10.68 (MPa) の値を示した。統計処理の結果、24 時間後の G・フィックス群とスーパーボンド群において有意差は認められなかった。さらに、どちらの群においても 5 万回、10 万回サーマルサイクル試験を行っても接着強さは低下しなかった。

[結論]本研究の範囲内において光硬化型動揺歯固定材料 G・フィックスは、化学重合型であるスーパーボンドと比較して無切削エナメル質に対する 24 時間後の接着強さに差はなく、接着耐久性についても優れていることが示唆された。

演題 P12 (修復)
【2599】

ケイ酸カルシウム系覆髄剤の治癒効果に関する研究-マウス頭蓋冠骨髄由来骨芽細胞様細胞を用いた細胞生物学的検討-

愛知学院大学 歯学部 保存修復学講座

○八谷 文貴、中野 健二郎、堀江 卓、堅田 和穂、長塚 由香、岸本 崇史、鶴田 あゆみ、富士谷 盛興、千田 彰

Healing Effects of Calcium Silicated-based Pulp Capping Materials-A Cell Biological Study Using Mouse Calvaria-derived Osteoblast-like Cells-

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University, Aichi, Japan

○YATAGAI YOSHITAKA, NAKANO KENJIRO, HORIE TAKU, KATADA KAZUHO, NAGATSUKA YUKA, KISHIMOTO TAKAFUMI, TSURUTA AYUMI, FUJITANI MORIOKI, SENDA AKIRA

【研究目的】ケイ酸カルシウムを主成分とする MTA (Mineral Trioxide Aggregate) は良好な直接覆髄効果を示し、臨床において広く用いられている。最近、高親水性モノマーを含有し臨床操作性が改良された光硬化型ケイ酸カルシウム系覆髄剤が新たに開発された。本講座では、この覆髄剤をラット臼歯の露髄部に適用したときの病理組織学的変化を観察し、MTA と同程度の良好な治癒効果を有することを明らかにした (日歯保存誌 2009, 2013)。MTA の修復効果について、培養細胞を用いてその増殖活性や分化活性を検討し、良好なこの材料の歯髄修復能を支持する報告が多数ある。しかし、本覆髄剤のように、レジンモノマーが含有された材料の細胞生物学的研究は見受けられない。そこで本研究は、この覆髄剤における細胞増殖活性について、マウス頭蓋冠骨髄由来骨芽細胞様細胞を用いて MTA のそれと比較検討した。

【材料及び方法】マウス頭蓋冠骨髄由来骨芽細胞様細胞(MC3T3-E1 細胞)を使用して実験を行った。覆髄剤として TheraCal LC (Bisco, USA, 以下 T 群) および ProRoot MTA (デンツプライ三金, 以下 M 群) を用いた。各円形プレート状の試料 (直径 20.0 mm、厚み 1.0 mm) をエチレンオキサイドガスにて 22 時間滅菌後、2 日間放置し、12 穴ポリスチレンプレート (Falcon) に静置した。比較対照としてプレート試料を設置しなかったものをポリスチレンプレート群 (P 群) とし、各 well に細胞を播種 (3×10^4 cells/ml) した後、37°C、5%CO₂ 環境下で 1、2、3、5 および 7 日間静置培養した。なお、培養液の交換は 24 時間毎に行った。細胞増殖活性は、培養液に Cell Counting Kit-8 (同仁化学) を加え呈色反応 (37°C、30 分) させ、各反応液をマイクロプレートリーダー (Model 680, Bio Red, USA) により吸光度を測定し判定した。得られた数値は、Student's *t*-test ($p < 0.05$) により統計学的検討を加えた。

【結果ならびに考察】P 群は、培養 5 日目にほぼコンフルエントに達する増殖を示した。一方、M 群および T 群は、いずれも増殖の傾向を示し、2 日目まで P 群と同様な増殖傾向を示した。しかし、3 日目以降はいずれもその増殖に抑制がみられた。MTA における細胞増殖の効果に関しては、促進あるいは抑制するという対局的な報告が多々あるが、いずれも細胞が暴露した材料からの溶出成分の濃度や培養時の細胞濃度が大きく影響すると報告されている。本実験の条件下では、培養液量比し覆髄材料が比較的大きかったこと、あるいは播種細胞数が比較的少なかったことなどが影響し、M 群および T 群いずれも培養途中で抑制傾向に転じたと思われる。

【結論】高親水性モノマー含有光硬化型ケイ酸カルシウム系覆髄剤は、MTA と同程度の細胞増殖活性を有することが明らかとなった。

ケイ酸カルシウム系覆髄剤の治癒効果に関する分析化学的研究—PBS 中に浸漬された覆髄剤内外における元素分布の挙動—

愛知学院大学歯学部保存修復学講座

○堅田 和穂、堀江 卓、中野 健二郎、八谷 文貴、長塚 由香、岸本 崇史、鶴田 あゆみ、堅田 尚生、
富士谷 盛興、千田 彰

An Analytical-chemical Study of Healing Effects of Calcium Silicated-based Pulp Capping Agents-Behavior of Elemental Distribution in and out of Materials Soaked in PBS-

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Aichi Gakuin University, Aichi, Japan

○KATADA KAZUHO, HORIE TAKU, NAKANO KENJIRO, YATAGAI YOSHITAKA, NAGATSUKA YUKA, KISHIMOTO TAKAFUMI, TSURUTA AYUMI, KATADA HISAO, FUJITANI MORIOKI, SENDA AKIRA

【研究目的】ケイ酸カルシウム等を主成分とする MTA (Mineral Trioxide Aggregate) は、直接覆髄剤として優れた治癒効果を示し、臨床において広く用いられている。最近、ケイ酸カルシウム等の他に高親水性レジンモノマーを添加し、臨床操作性を改良した光硬化型覆髄剤が新たに開発された。演者らは、ラットを用いた病理組織学的検討により、本剤が MTA と同程度の良好な治癒効果を示すことを明らかにした (日歯保存誌 2009, 2011, 2013)。MTA は、その材料内外における水の移動により Ca^{2+} と OH^- が解離、拡散し周囲の歯髄組織が強塩基の環境となることで、良好な修復能を示すと考えられている。本覆髄剤においても、含有される高親水性レジンの介在により水の移動が起こり同様の現象が生じると推察されるが、それに関する報告は見受けられない。そこで本研究では、リン酸緩衝生理食塩水 (PBS) 中に浸漬した本材の表面および内部における Ca, Si, Al, P, C 等の元素分布を電子線マイクロアナライザー (EPMA) を用いて観察し、これら元素の移動、溶出、析出などの挙動を詳細に検討した。

【材料および方法】本実験では、被験材料として TheraCal LC (Bisco, USA, 以下 TheraCal) および対照材料として ProRoot MTA (Dentsply 三金, 以下 MTA) を用いた。まず、エポキシ樹脂に円柱形の規格窩洞 (直径 2.0 mm, 深さ 2.0 mm) を形成し、窩洞内に TheraCal あるいは MTA を填塞した。TheraCal は 1.0 mm 厚ごとに積層填塞し、各層 20 秒間ずつ光照射して 2.0 mm の厚径を得た。MTA は練和後直ちに窩洞に一塊填塞した後、5 分間放置した。いずれも硬化を確認後、PBS (pH7.4, 37 °C) 中に 1, 3, 7, あるいは 14 日間浸漬した。その後、これら試料および浸漬していない試料をエポキシ樹脂にて包埋し、低速精密切断機を用いて表層と直角方向に窩洞中央で切断した。切断面を鏡面研磨 (0.3 μm の酸化アルミナ) し、30 秒間超音波洗浄後、カーボン蒸着を施し、Ca, Si, Al, P, C の各元素分布の挙動を、EPMA (JXA 8530F, 日本電子) により観察した。なお各観察期間の試料数はそれぞれ 5 とした。

【結果ならびに考察材料】MTA, TheraCal とともに PBS 中に浸漬すると、PBS の浸透に伴って各種元素の移動が起こり、表面および表層下の組成の変化が認められたが、その浸透の程度は、TheraCal の方が MTA より低かった。MTA の表面においては、Ca および P のみで構成される析出物が観察された。また、表面直下においても、この析出物と連続した一層が観察されたが、当該層では Ca および P の濃度は高いが、Si および Al の濃度は低いことが明らかとなった。一方、TheraCal においても、その表面で MTA と同様 Ca および P のみで構成される析出物が観察され、また表面直下においても Ca, P が高濃度、Si, Al が低濃度のこの析出物と連続した一層が観察された。さらにこの層では、レジンの構成元素と思われる C が、浸漬していない試料に比し極めて低い濃度であった。また、TheraCal の表面直下ならびにその下部に存在する酸化カルシウム粒子の表層は、粒子中心部に比し Ca 濃度が低く、Ca が均一に分散する MTA の酸化カルシウム粒子と異なっていた。このように高親水性レジンを含む TheraCal でも、MTA と同様材料内外において元素の移動が起こりその様相は両者間で異なっていたが、これはレジンの架橋構造により水分の移動状況が異なることが影響しているものと推察された。

【結論】本実験の条件下では、高親水性モノマーを含むケイ酸カルシウム系覆髄剤 (TheraCal LC) を PBS に浸漬すると、PBS が浸透し MTA と同じく材料内外において元素の移動が起こるが、その浸透の程度は本覆髄剤の方が MTA に比し低いことが明らかとなった。また、本覆髄剤における各種元素の移動の様相は、MTA のそれらと異なることが判明した。

演題 P14 (修復)
【2605】

温熱負荷が新規コンポジットレジン研磨面性状に及ぼす影響

日本大学 歯学部 保存学教室 修復学講座

○寺井 里沙、吉田 ふみ、鈴木 英梨子、遠藤 肇、岩佐 美香、黒川弘康、宮崎 真至、青島 裕

Effect of thermal cycling on surface texture of newly developed resin composite

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan

○TERAI RISA, YOSHIDA FUMI, SUZUKI ERIKO, ENDO HAJIME, IWASA MIKA, KUROKAWA HIROYASU, MIYAZAKI MASASHI, AOSHIMA YUTAKA

【緒言】コンポジットレジンを用いた歯冠修復は、歯質接着性の進歩によって、術後知覚過敏、脱落あるいは二次齲蝕などの不快症状の発生が減少している。一方、再治療の原因としては修復物の変色あるいは表面摩耗などの審美性の低下に起因するものが増加している。そこで、レジンペーストの開発方向としては、簡便な操作で高い研磨性を得ることに主眼がおかれ、これに沿った製品が開発されている。また、口腔内においては、修復直後に得られた高い研磨面性状が、長期間にわたって維持されることが重要であるが、この点に関しての詳細は明らかになっていない。今回、モノマー組成およびフィラーの表面処理技術の改良によって、優れた光学的特性とともに高い研磨性を特徴とするコンポジットレジンが開発された。そこで演者らは、口腔内環境をシミュレートした温熱刺激の負荷が光重合型レジンの研磨面性状に及ぼす影響について、表面粗さ、光沢度およびヌーブ硬さの変化を経時的に測定するとともに、表面性状についてレーザ顕微鏡観察を行うことによって検討を加えた。

【材料および方法】新規コンポジットレジンとして Estelite Asteria (トクヤマデンタル) を、対照として Estelite Pro (トクヤマデンタル), Clearfil Majesty ES-2 Premium (クラレノリタケデンタル), Filtek Supreme XTE (3M ESPE), Karole (ジーシー) および Venus Pearl (Heraeus-kulzer) の、合計 6 製品を用いた。また、研磨システムとしては、ポイントタイプのコンポマスター (松風), ディスクタイプのスーパースナップ (松風) およびブラシタイプのオクルーブラシ (sds Kerr) を用いた。内径 10 mm, 高さ 5 mm のテフロン型にレジンペーストを填塞, 加圧整形し, ポリstripps を介して 60 秒間照射した。これを, $37 \pm 1^\circ\text{C}$ の精製水中で 48 時間遮光下に保管したものをレジン試片とした。研磨操作を行うレジン試片の基準面は, 形態修正用ダイヤモンドポイント (ブルーホワイトダイヤ CR フィニッシング, sds Kerr) を用いた研削面の表面粗さに近似する SiC ペーパーの研磨面から選定した。この研磨開始基準面に対して荷重 0.5 N, マイクロモーターの回転数を無荷重の状態, コンポマスターおよびスーパースナップでは 10,000 rpm, オクルーブラシでは 5,000 rpm とし, 30 秒間 (スーパースナップでは緑および赤の順で 15 秒間ずつ, 合計 30 秒間), 注水することなく研磨を行った。次いで, 研磨を行った試片に対し, サーマルサイクル試験装置 (B type, トーマス科学) を用いて $5^\circ\text{C} \sim 55^\circ\text{C}$ を 1 サイクルとして, 各温度における係留時間を 60 秒間に設定したサーマルサイクルを 1,000 および 10,000 回負荷し, これらの試片の表面粗さ, 光沢度および表面硬さの測定を行った。なお, 試片の数は各条件についてそれぞれ 5 個とした。表面粗さの測定は, 形状測定レーザ顕微鏡 (VK-9710, キーエンス) を用い, 試片中央付近の 3 カ所について行い, その平均値をもってその試片の表面粗さとした。試光沢度の測定は, デジタル光沢度計 (GM-26D, 村上色彩技術研究所) を用い, 入射角および受光角を 60° とし, 黒ガラス標準板でキャリブレーションした後に行った。また, ニューブ硬さの測定は, 微小硬さ測定器 (DMH-2, 松沢) を用い, 荷重 0.25N, 荷重保持時間 30 秒の条件で行った。

【成績および考察】表面粗さおよび光沢度は, 温熱刺激の負荷によって変化するものの, その程度は製品によって異なるものであった。これは, 各製品のフィラー形状や表面処理の違い, マトリックスレジンの重合性の違いによるものと考えられた。また, Estelite Asteria は, モノマー組成およびフィラーの表面処理技術の最適化がなされたことで, 同一製造者の従来品である Estelite Pro と比較して良好な研磨性および表面性状の持続性を示した。

【結論】新規コンポジットレジン, 短時間の研磨によって良好な表面性状を獲得することが可能な製品であり, その臨床有用性が示された。また, コンポジットレジンの研磨面状態およびその長期安定性は, 製品によって異なるものであった。

演題 P15（修復）
【3102】

高 X 線造影性を示す新規フロアブルレジンの特性

株式会社ジーシー 研究所

○田中 宏明、中山 瑞樹、幾島 啓介、熊谷 知弘

Propatiy of new flowable composite resin with high radiopacity

GC CORPORATION, Tokyo, Japan

○TANAKA HIROAKI, NAKAYAMA MIZUKI, IKUSHIMA KEISUKE, KUMAGAI TOMOHIRO

【研究目的】

フロアブルレジンは近年、機械的強度の向上及びペースト性状の多様化に伴い臨床の場で多く使用されている。株式会社ジーシーでは、様々な窩洞への充填に対応できるよう MI シリーズとして以下の異なる流動性を付与したコンポジットレジンを上市した。付形性が最も良く高強度で臼歯咬合面にも使用できる MI フィル、適度な流れを有する MI ローフロー、流動性の最も高い MI フローの 3 種類である。中でも流動性の高いタイプのフロアブルレジンはボンディング材との濡れ性が良いことから、表面が複雑な切削面に対して窩洞の単純化を目的としたライナーとして使用することが推奨されている。このように使用される際の要求事項として、高い流動性と術後の診断の際に僅かな厚みでも明瞭な X 線造影性を示すことが求められる。本研究では高 X 線造影性を有するフロアブルレジン HTFX-222 を開発し、従来製品との比較を目的とした。

【材料及び方法】

高い流動性を有するフロアブルレジンとして Table 1 に示す材料を使用した。

Table 1 使用した材料

材料名	主成分
HTFX-222	Bis-MEPP バリウムガラス(69 wt%)
MI フロー	Bis-MEPP ストロントウムガラス、 +ランタノイド系フッ化物(69 wt%)
ユニフィルフロー	UDMA フルオロアルミノシリケートガラス(67 wt%)

1. 三点曲げ試験

ISO4049:2009 に準拠し測定し曲げ強度を算出した。

2. X 線造影性

X 線発生装置として ProMax 3D (PLANMECA) を使用し ISO4049:2009 に準拠して測定を行い、X 線造影性を対 Al% として算出した。

【結果と考察】

試験結果を Table 2 に示す。曲げ強度は既存製品に比べて HTFX-222 が最も高い値を示した。これはフィラー表面処理技術の改良により処理条件が最適化され、硬化時にフィラーとマトリックスレジンはより強固な結合を形成しているためだと考えられる。

X 線造影性の値はコンポジットレジンの主成分であるフィラーの含有量、成分または添加される造影剤に左右されるが、HTFX-222 は高い X 線不透過性を示すバリウムが多く含有されたガラスを主成分として配合しているため、既存製品に比べて最も高い X 線造影性を示した。

Table 2 試験結果

	HTFX-222	MI フロー	ユニフィルフロー
曲げ強度 /MPa (S.D.)	166.8 (5.1)	135.5 (3.9)	137.2 (7.8)
X 線造影性 /対 Al%	303%	240 %	220 %

【結論】

高 X 線造影性を示す新規フロアブルレジン HTFX-222 は、既存製品に比べて優れた特性を示し、臨床における高い有用性が示された。

演題 P16 (修復)
[2604]

レジンセメントの象牙質接着性: Dual-cure vs. Self-cure

岡山大学 大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野¹

岡山大学 大学院 医歯薬学総合研究科 総合歯科学分野²

岡山大学 大学院 医歯薬学総合研究科 歯科保存修復学分野³

○入江 正郎¹、田仲 持郎¹、松本 卓也¹、武田 宏明²、鳥井 康弘²、吉山 昌宏³

Bonding Ability to Dentin Substrate of Resin-cement: Dual-cure vs. Self-cure

Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama, Japan¹, Department of General Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama, Japan², Department of Operative Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama, Japan³

○IRIE MASAO¹, TANAKA JIRO¹, MATSUMOTO TAKUYA¹, TAKEDA HIROAKI², TORII YASUHIRO², YOSHIYAMA MASAHIRO³

【目的】金属材料の枯渇や審美修復の高まりにより、CAD/CAM 用の歯冠修復材料が普及、この現象に伴いわが国でもレジンセメントが各方面で広く使用されつつある。近年、処理材を必要としないセルフアドヒシヴ・レジンセメント (SA cement) が登場、広く臨床的な関心事の一役を担っている。そこで、最近のレジンセメント (SA cement を含めた) を用いて、光照射併用の dual-cure と光照射しない self-cure での硬化機構の違いが、初期の象牙質接着強さに及ぼす影響を検討したので報告する。

【材料と方法】材料は、レジンセメント (Adhesive resin cement 4 種, SA cement 5 種) を使用した (Table)。方法は、ヒト象牙質 (# 600 で最終研磨) を被着体として、SUS rod (被着面は、粒子径 50 μ m のアルミナを 10 秒間噴射のサンドブラスト処理後、蒸留水で 10 分間超音波洗浄、サイズは直径 3.4 mm、高さ 2 mm) を圧接し、SUS rod 上から光照射 (New Light VL-II, ジーシー社, 20 $\times$ 2 秒間光照射) して硬化させた Dual-cure と、37°C、相対湿度 100%中に 8 分間保存した Self-cure の 2 種のシステムで硬化させ、硬化直後と 1 日間 37 $^{\circ}$ C 蒸留水中浸漬後の 2 条件で、せん断接着強さを測定した。

【結果と考察】2 種のレジンセメントの Dual-cure と Self-cure における硬化直後と 1 日後の結果を Table に示した。硬化方式の違いに関しては、Adhesive resin cement の硬化直後で、Dual-cure の方が Self-cure と比較して、優れた値を示した (除, HPC-100)。SA cement においては、然したる差は見られなかった。処理材の光照射による影響が考えられる。硬化直後と 1 日後の違いに関しては、ほとんどのセメントにおいて Dual-cure と Self-cure の両方の硬化システムで 1 日後の方が、硬化直後と比較して有意に高い値を示した。初期の重合反応の進行の影響と思われる。破断面を観察すると凝集破壊と混合破壊のいずれかのため、セメントの機械的強さの向上も大いに考えられる。2 種のレジンセメント間に関しては、処理材併用の Adhesive resin cement の方が、SA cement と比較して優れた接着強さを示した。処理材併用の効果と思われる。

【まとめ】最近のレジンセメントを用いて、dual-cure と self-cure での硬化機構の違いが、象牙質接着強さに及ぼす影響を検討した結果、Adhesive resin cement の硬化直後において、dual-cure の方が self-cure と比較して優れた接着強さを示した (除, HPC-100) が、SA cement においてはみられなかった。ほとんどのレジンセメントにおいては、Dual-cure と Self-cure の両硬化システムで 1 日後の方が、硬化直後と比較して有意に高い値を示した。

Table Shear bond strength (MPa) between dentin surface and stainless-steel rod.				
Luting agent(Manufacturer)	Cure-mode	Mean (S.D.)		p value ^a
		Immediately	After one-day storage	
Adhesive resin cement + Treating agent				
Caulk Experimental Cement R1096+	Dual-cure	5.4 (1.5)	15.8 (3.1)	S
Prime&Bond Elect (Dentsply/Caulk)	Self-cure	3.7 (1.1)	15.7 (3.0)	S
RelyX Ultimate + Scotchbond	Dual-cure	15.3 (1.7)	19.5 (4.2)	S
Universal (3M ESPE)	Self-cure	6.0 (1.6)	14.0 (3.5)	S
ESTECM + ESTELINK	Dual-cure	17.9 (4.2)	19.0 (3.1)	NS
(Tokuyama Dental)	Self-cure	8.4 (2.6)	16.4 (3.3)	S
HPC-100 + HPC-100 Primer	Dual-cure	12.2 (3.2)	23.3 (3.6)	S
(Kuraray Noritake Dental)	Self-cure	13.5 (3.5)	24.0 (3.4)	S
Self-adhesive Resin cement				
RelyX Unicem 2 Automix	Dual-cure	7.8 (1.1)	16.3 (3.8)	S
(3M ESPE)	Self-cure	5.2 (0.9)	11.4 (2.6)	S
G-Cem LinkAce (GC)	Dual-cure	5.4 (1.6)	13.0 (2.3)	S
	Self-cure	6.7 (1.8)	10.6 (2.8)	S
LAH-1 (GC)	Dual-cure	7.6 (2.8)	10.3 (3.3)	NS
	Self-cure	3.1 (1.0)	11.2 (2.8)	S
BeautiCem SA (Shofu)	Dual-cure	8.4 (2.3)	12.8 (2.5)	S
	Self-cure	7.0 (2.3)	11.7 (3.1)	S
ISA-100A (Kuraray Noritake Dental)	Dual-cure	4.7 (1.4)	16.4 (2.8)	S
	Self-cured	4.8 (1.1)	14.2 (5.1)	S

^a Significantly different by t-Test between the two results.

S: Significantly different (p<0.05), NS: Not significantly different (p>0.05), N=10

演題 P17 (修復)
【3101】

新規光学システムを用いた硬組織疾患検知システムの基本性能

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

○古市 哲也^{1,2}、横川 未穂^{1,2}、飯野 正義^{1,2}、村山 良介^{1,2}、川本 諒^{1,2}、宮崎 真至^{1,2}、金丸 壽良³、若松 英輝⁴

Basic Performance of New Optic System to Detect Hard Tissue Disease

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan¹, Division of Biomaterials Science Dental Research Center², Kanamaru Dental Clinic³, Wakamatsu Dental Clinic⁴

○FURUICHI TETSUYA^{1,2}, YOKOKAWA MIHO^{1,2}, IINO MASAYOSHI^{1,2}, MURAYAMA RYOSUKE^{1,2}, KAWAMOTO RYO^{1,2}, MIYAZAKI MASASHI^{1,2}, KANAMARU TOSHIRO³, WAKAMATSU HIDEKI⁴

【緒言】

歯科領域における硬組織疾患の診断において、エックス線をはじめとした画像検査は必要不可欠な技術である。近年では、簡便に反復して客観的情報を得ることを目的とし、非侵襲的な画像診断技術の開発が進められており、臨床応用されている。その一つとして、近赤外線を用いた診断機器である DIAGNOcam (KaVo) が開発された。本装置は、約 780nm の近赤外線を歯槽突起部歯肉に照射し、歯肉、歯槽骨、および歯根から歯冠側に通じた光を CCD センサーで検知するシステムである。本装置は、近赤外線を利用した非侵襲的な診断法の一例であり、容易にリアルタイムでの視覚的情報が得られ、また繰り返し使用できることから、臨床における高頻度の応用が期待されるものの、その詳細については不明な点が多い。そこで演者らは、臨床において DIAGNOcam を効果的に応用する手法を解明することを目的とした基礎的研究として、各種組成の規格モデルを作製し DIAGNOcam で撮影、得られた画像を比較分析することで、その基本性能の検討を行った。

【材料および方法】

近赤外線透視装置として、DIAGNOcam (KaVo) を用いた。供試した材料は、即時重合レジンとしてユニファスト III (A2, A3) (A2, A3, ジーシー)、ユニファスト III (ライブピンク) (LP, ジーシー)、光重合型コンポジットレジンとして Beautifil Flow plus (BF, 松風) を用いた。各製品を内径 10 mm のテフロン型に填入し、十分に硬化させ、直径 10 mm、高さ 15 mm の円柱形試片を作製した。試片の上面から 1 mm, 3 mm, および 5 mm の位置に側面から直径 1 mm、深さ 1 mm の円形の模擬窩洞を形成し、規格モデルとした。各モデルを、乾燥条件 (Dry) および水中浸漬条件 (Wet) の 2 群に分けて、上面から DIAGNOcam を用いて撮影を行った。透視状態は、規格窩洞の概形が明瞭に確認できたもの、窩洞の暗影は確認できたが概形が明瞭でないもの、窩洞が確認できなかったものとして分類し、比較検討した。また、A2, A3 および LP については、各製品モデルの中心部に、直径 6 mm、高さ 10 mm のコンポジットレジンを含埋したモデルを作製し、同様に上面から撮影を行った。

【成績および考察】

LP の Dry 群では、DIAGNOcam による上面からの撮影画像において、5 mm の位置の窩洞までその窩洞概形が暗影として明瞭に確認された。A2, A3 および BF の Dry 群では、DIAGNOcam による上面からの撮影画像において、3 mm の位置の窩洞まで存在が暗影として確認されたものの、その概形の明瞭性は異なるものであった。また、Wet 群においては、Dry 群と比較していずれの製品においてもその窩洞外形の明瞭性が低下する様相が認められたが、その程度は異なるものであった。これは、各製品と水との間における屈折率の差および近赤外線透過度の差に違いがあることによるものと考えられた。すなわち、規格モデルと窩洞に侵入した水との境界部において、照射された近赤外線の屈折の変化、またその透過率の変化が、窩洞の暗影の画像表示に影響を及ぼしたと考えられた。

A2, A3 および LP にコンポジットレジンを含埋したモデルの撮影では、LP においてコンポジットレジンの存在を暗影形状として明確に認められた。物質中を伝播する光は、その媒体によって屈折率および透過度が異なり、CCD センサーで検知して映像化することで、その差が明暗の差として視覚的に捉えることが可能となる。その媒体により得られる像やその程度は異なるものの、それぞれの製品において、モデル内でその構造の異なる部分や、異質媒体の存在を DIAGNOcam を用いることで判別することが可能であった。歯質に応用した場合、その複雑な形態の違いや、湿潤状態をはじめとした諸条件によって、光の透過性が容易に変化する可能性が考えられる。他の診断法での検査結果と統合して診断を下すことが重要であることに加え、経時的な変化の観察に使用する際は撮影条件を可及的に統一する必要があることが示唆された。

【結論】

近赤外線透視装置で規格モデルを撮影することで、その構造の違いや異質媒体の存在の検出が可能であった。硬組織疾患の診断において、既存の診断法に加えて DIAGNOcam を併用することの有用性が示された。

演題 P18 (修復)
【3102】

新規バルクフィルコンポジットレジンシステムに関する研究 ―自己接着型レジンセメントによるバルクフィルレジン硬化体とサンドブラスト処理した歯科用合金との接着強さ―

日本歯科大学 大学院 新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学専攻¹

日本歯科大学 新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座²

日本歯科大学 新潟病院 総合診療科³

○永井 悠太¹、新海 航一²、有田 祥子¹、川嶋 里貴¹、高田 真代¹、加藤 千景²、鈴木 雅也²、平 賢久³

Study on a new resin composite system for bulk filling -Bond strengths between cured bulk fill resin and sandblasted dental alloy when using a self-adhesive resin cement-

Advanced Operative Dentistry, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata¹,
Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata²,
Comprehensive Dental Care, The Nippon Dental University Niigata Hospital³

○NAGAI yuta¹, SHINKAI Koichi², ARITA Shoko¹, KAWASHIMA Satoki¹, TAKADA Mayo¹, KATO Chikage²,
SUZUKI Masaya², TAIRA Yoshihisa³

【目 的】

優れた光重合特性，低重合収縮性，不透明性ならびに酸緩衝性を有した S-PRG フィラー含有バルクフィルコンポジットレジンシステムが松風社で開発された。このシステムはペーストタイプとフロアブルタイプがあり，フロアブルタイプはベース／ライニングに用いられる。演者らはフロアブルタイプを用いて裏層した窩洞にメタルインレーを装着する臨床ケースを想定し，自己接着型レジンセメントを用いた際のバルクフィルコンポジットレジン硬化体と歯科用合金（アズキャスト，サンドブラスト処理なし）との接着強さについて検討した。本実験では同様の臨床ケースを想定し，サンドブラスト処理を行った歯科用合金との接着強さについて検討したので報告する。

【材料と方法】

試作レジン SI-R21201（松風）を用いて被着体となる円盤状レジン片を 24 個作製（φ4mm×3mm）し，#600 耐水研磨紙でレジン片の底面が平坦となるように調整した。完成したレジン被着体は 37℃恒温恒湿器中に 1 週間保管した。φ3mm のワックスブルー線を 6mm の長さに切って円柱状のワックスパターンを作製し，12%金銀パラジウム合金（GC）を用いて鋳造法により円柱状金属片（φ3mm×6mm）を作製した。接着試料固定用リングの底面とレジン被着体の平坦面が平行になるように，常温重合レジンを用いて固定用リング内にレジン被着体を固定し，円形の開窓部（φ2mm）を有したマスキングテープをレジン被着体中央に貼付した。金属被着体の被着面にはアルミナ研磨材を用いてサンドブラスト処理（Jet Blast 2，モリタ）を行った。研磨材の残留はスチームクリーナー（JS-2500，モリタ）で除去した。レジン被着面の処理方法により Group 1：ビューティボンドマルチ PR プラス（松風），Group 2：ビューティボンドマルチ（松風）＋ビューティボンドマルチ PR プラス，Group 3：表面処理なし，と設定した。レジン被着面に各表面処理を施した後，自己接着型レジンセメント（ビューティセム SA，松風）を用いて金属被着体を接着させた。練和したレジンセメントをレジンと金属の被着面に少量塗布してから両者を貼り合わせ，指圧で保持した状態で光照射器（キャンデラックス，モリタ）を用いて 3 方向から 20 秒間ずつ照射した。接着試料は 37℃恒温恒湿器中に 24 時間保管した。小型卓上試験機（EZ Test 500N，島津）にてクロスヘッドスピード 1.0 mm/min で剪断接着強さを測定した（n=8）。得られた結果は One-way ANOVA により統計学的解析を行った（p<0.05）。実体顕微鏡（EZ4D，Leica）を用いて接着破壊面を観察し，破壊様式を判定した。また，各 Group の代表的な試料については走査型電子顕微鏡（S-800，日立）を用いて接着破壊面の微細構造を SEM 観察した。

【結果と考察】

各 Group の剪断接着強さ（mean±SD）は Group 1：26.55±5.26，Group 2：27.15±5.61，Group 3：29.67±7.84 であった。One-way ANOVA を行った結果，有意差は認められなかった（p>0.05）。したがって，自己接着型レジンセメントを用いた際，バルクフィルコンポジットレジンの被着面処理は，サンドブラスト処理を施した 12%金銀パラジウム合金との接着強さに有意な影響を与えないことが明らかとなった。接着破壊様式は金属 - レジンセメント間の界面破壊と CR - レジンセメント間の界面破壊および混合破壊が認められた。

【結 論】

自己接着型レジンセメントを用いた際，バルクフィルコンポジットレジン硬化体とサンドブラスト処理を施した歯科用合金との接着強さは，レジン硬化体の被着面における処理方法の影響を受けなかった。

演題 P19 (修復)
【2604】

新規レジンセメント Rely X Ultimate の象牙質接着強さに及ぼすコンタクトキュアの影響

東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 う蝕制御学分野

○高橋 真広、ママニー ティーラポン、千葉 彩香、保坂 啓一、中島 正俊、田上 順次

The effect of contact-cure system on the dentin bond strength of newly-developed resin cement

Cariology and Operative Dentistry, Graduate school of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan

○TAKAHASHI MASAHIRO, MAMANEE Teerapong, CHIBA AYAKA, HOSAKA KEIICHI, NAKAJIMA MASATOSHI, TAGAMI JUNJI

【目的】

デュアルキュア型レジンセメントは優れた歯質接着性能を有することから、間接法修復における修復物の合着に広く用いられている。これらのセメントには通常、歯面処理材が付属しており、歯面処理後光照射を行うことなくセメントを用いることが多い。一方、象牙質接着において、優れた接着性能をもつボンディング材が開発されているが、その多くが光照射することで良好な接着性能が得られることが知られている。臨床においては、修復物を合着する際、ボンディング材に光照射を行った場合、修復物の浮き上がり等が起こる可能性がある。新規レジンセメント Rely X Ultimate (3M ESPE 社製)は、すでに市販され良好な象牙質接着性能が報告されているボンディング材 Scotchbond Universal adhesive (SU) (3M ESPE 社製)を併用することで、ボンディング材の光照射を行わなくてもセメントとコンタクトキュアしボンディング材が重合することが可能となるシステムである。そこで本研究では、Rely X Ultimate の象牙質接着性能および接着強さに及ぼすコンタクトキュアの影響について検討を行った。

【材料および方法】

本研究では、3 種類のレジンセメント (Rely X Ultimate(XU)、Rely X Veneer Cement (VC) (3M ESPE 社製)、Panavia F2.0 (PF) (クラレノリタケ社製)) を用いた。

直径 8mm、厚さ 2mm のレジンディスク (パールエステ shade: DA2 および ODA2 (トクヤマデンタル社製)) を作成し表面を #600 の耐水研磨紙で研削し、37°C で一週間水中保管した。ヒト抜去大臼歯の咬合面のエナメル質を削除し象牙質を露出させ #600 の耐水研磨紙で研削し被着面とした。XU 群、VC 群においてレジンディスクおよび被着面を SU で業者指示通り表面処理し、PF 群においては付属の表面処理材を用いてレジンディスクおよび被着面の処理を行い、レジンセメントを被着面に塗布後レジンディスクをのせ周囲 4 方向および上面からそれぞれ 20 秒光照射した。作成した試料は 37°C の水中に 24 時間保管し、低速切断機にて接着面と垂直に 0.7mm×0.7 mm の微小引っ張り試験用ビーム状試片を作成し、クロスヘッドスピード 1mm/min にて微小引っ張り接着強さを測定した。得られたデータは Two-way ANOVA およびボンフェローニの補正を用いた t 検定にて有意水準 95% にて統計処理を行った。

【結果】

接着試験の結果を下記の表に示す。

括弧内は標準偏差を示す。同列の同一アルファベット間に、有意差は認めない。p<0.05 および NS はシェード間の有意差の有無を示す。

【結論】

新規レジンセメント XU は両シェードにおいて VC および PF より有意に高い接着強さを示した。また XU および VC においてシェード間に有意差が見られ、PF においては有意差が見られなかった。

【謝辞】

本研究は東京医科歯科大学歯と骨のグローバル COE プログラムの支援を受けた。

Cement / shade	XU	VC	PF
DA2	45.0 (6.8) a	25.4 (8.8) b	22.8 (6.3) b
	p<0.05	p<0.05	NS
ODA2	38.8 (5.6) a	19.2 (8.0) b	18.8 (5.9) b

Non-carious cervical lesions の経年的形態変化の OCT による観察

東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 う蝕制御学分野¹

東京医科歯科大学 歯学部 口腔保健学科 口腔臨床科学分野²

東京医科歯科大学 歯と骨のGCOE³

長崎大学医療教育開発センター 歯科教育研修部門⁴

○丸藤 伊織¹、池田 正臣²、中嶋 省志¹、二階堂 徹¹、田上 順次³、久保 至誠⁴

The morphological progression of Non-carious cervical lesions -a study using OCT-

Cariology and Operative Dentistry, Department of Oral Health Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan¹, Clinical Oral Science, Department of Oral Health Care Sciences, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan², GCOE Program; International Research Center for Molecular Science in Tooth and Bone Diseases, Tokyo, Japan³, Medical Education Development Center, Nagasaki University Hospital, Nagasaki, Japan⁴

○GANDO IORI¹, IKEDA MASAOMI², NAKASHIMA SYOZI¹, NIKAIIDO TORU¹, TAGAMI JUNJI³, KUBO SHISEI⁴

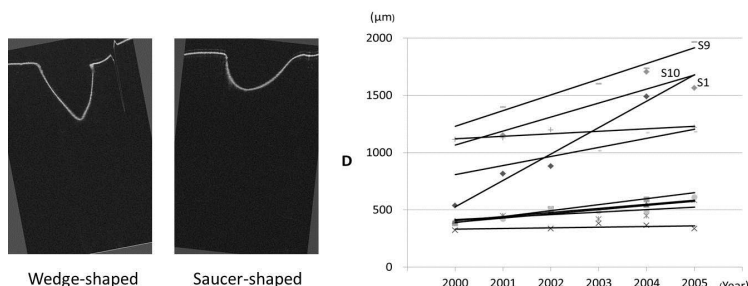
【緒言】 Non-carious cervical lesions (NCCLs)は、tooth wear が深刻な問題となっている近年、う蝕について多い歯牙硬組織疾患である。NCCLs の病因論は、咬合、酸蝕、歯ブラシ摩耗などが要因として挙げられているが、臨床研究は非常に限られており、要因と進行の因果関係は不明な点が多い。また、縦断面での視覚的形態による分類方法が報告されてきたが、これらは各形態の罹患数等の報告にとどまっており、各形態の進行メカニズムについては報告が少ない。NCCLs の診査は視診が主流となっているが、欠損部を立体的に捉え、解析が必要である。OCT を用いた NCCLs の観察では、非侵襲的で、即時に任意の断面画像、三次元画像を得ることができ、欠損部を数値で評価することで、客観的で、定量的な計測が可能となる(和田ら 日本歯科保存学会 2012. 6)。また、画像や測定データが保存できるため、経年変化を解析する際には非常に有用性が高いと考える。

【目的】本研究の目的は口腔内歯列のレプリカ模型を作製し、NCCLs の経年的形態変化を、光干渉断層計 (OCT) を用いて、観察し、解析することである。

【材料及び方法】長崎大学病院にて NCCLs を有する患者の口腔内歯列を 2000 年から 2005 年にかけてモニタリングし、10 サンプルについて、エグザファインパテとインジェクションタイプ (GC)、シュールストーン (GC) を用いて、石膏模型として保管した。本石膏模型を東京医科歯科大学において、マージン部をトリミングし、デュプリコーン (松風) とエポキシレジンにてレプリカ模型に置き換えた。NCCLs 部の横幅 L をノギスにて測定した。OCT にて近心端から 500 μ m 間隔でスキャンを行い、ImageJ にて解析した。NCCLs 部の歯冠側と歯根側のマージン部を直線で結び、直線が水平になるよう画像を回転させ、縦幅 W、深さ D を測定した。W、D については、500 μ m 間隔でスキャンした画像の中で各々最大となった値をその年度の代表値とした。

【結果及び考察】欠損部形態は、最深部にて鋭角を有するものを wedge-shaped、鈍角で丸いものを saucer shaped、それ以外を mixed shape と分類した。深さ D の経年変化グラフでは、近似直線の傾きが急な群と緩やかな群の 2 群に分かれ、wedge-shaped lesion の S1, S9, S10 は特に変化量の大きい結果となった。縦幅 H と横幅 W の進行速度は形態による影響が見られなかった。視診では限界のある NCCLs の解析において、OCT を用いて経年変化を解析し、経過を追うことは診断や予防管理に非常に効果的であり、臨床に直結する大きな意義を持つと期待される。

【結論】OCT を用い、NCCLs の経年的形態変化を観察、測定することができた。深さの進行は形態による影響を受けるが、横幅、縦幅は形態による影響が低いことが示唆された。



演題 P21 (修復)
【2604】

1.5年間水中保管後のフロアブルコンポジットレジン修復物の色調変化

日本歯科大学大学院 新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学専攻¹

日本歯科大学 新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座²

日本歯科大学 新潟病院 総合診療科³

○川嶋 里貴¹、有田 祥子¹、高田 真代¹、永井 悠太¹、平 賢久³、加藤 千景²、鈴木 雅也²、新海 航一²

Color changes of flowable resin composite restorations after 1.5-year water storage

Advanced Operative Dentistry, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata¹,
Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata²,
Comprehensive Dental Care, The Nippon Dental University Niigata Hospital³

○KAWASHIMA SATOKI¹, ARITA SHOKO¹, TAKADA MAYO¹, NAGAI YUTA¹, TAIRA YOSHIHISA³, KATO CHIKAGE², SUZUKI MASAYA², SHINKAI KOICHI²

【研究目的】

フロアブルコンポジットレジン臨床での使用頻度が高くなっているが、長期間の色調変化に関する研究報告はほとんどみられない。そこで、我々は *in vitro* で水中保管中のフロアブルコンポジットレジン修復物を重合直後から定期的に測色してきた。今回、1.5年経過後のフロアブルコンポジットレジン修復物を測色し、長期にわたる経時的色調変化について色彩学的に検討したので報告する。

【実験方法】

卓上研磨盤と耐水研磨紙（#600）を用いてヒト抜去前歯の唇側に平坦なエナメル質面を形成し、平坦面の中央にFG#149 ダイヤモンドポイントで円形碗型窩洞（直径約3mm、深さ約2mm）を形成した。4種類の各接着システムを用いて碗型窩洞を接着処理し、各々に対応するフロアブルコンポジットレジン（プライムフィルフロー：PF、ビューティフィルフロー：BF、マジスティ LV：ML、ユニフィルフロープラス：UF、すべてA3）を填塞し、キャンデラックス（モリタ）を用いて40秒間光照射を行った（n=10）。シェードアイ（松風）を使用して重合直後のレジン修復物を測色した後、試料を蒸留水中に浸漬・保管し、24時間後、1週間後、3か月後、1年後および1.5年後におけるコンポジットレジン修復物の測色を行った。測色データから24時間後、1週間後、3か月後、1年後および1.5年後における重合直後との色差値を算出した。ステージ毎に材料間における色差値の統計学的有意差を検定した。また、材料毎にステージ間における色差値の統計学的有意差を検定した。なお、有意差の検定にはANOVAとTukey post hoc testを用いた。

【結果および考察】

各測色ステージにおける重合直後との色差値を表に示す。また、測色ステージ毎に材料間の統計学的有意差について検定した結果を表中に示す。すべての材料において重合直後と比較して経時的にL*値とb*値は減少し、a*値は増加する傾向を示した。重合直後との色差値についてステージ毎に材料間の有意差を検定した結果、24時間後では、BFとMLの間に、3か月後ではPFとBFの間、PFとUFの間に、1年後ではPFとMLの間に、1.5年ではBFとMLの間、MLとUFの間に有意差が認められた。また、材料毎にステージ間の有意差を検定した結果、UFのみすべてのステージ間に有意差が認められなかった。

フロアブルレジン (接着システム)	重合直後との色差値(同じ肩文字は有意差なし)				
	24時間後	1週間後	3か月後	1年後	1.5年後
PF(プライムフィル)	2.83 (1.56) ^{a,b}	3.93 (1.87)	6.44 (2.18) ^c	5.36 (2.49) ^e	3.59 (1.77) ^h
BF(ビューティボンド)	2.02 (1.55) ^a	3.39 (2.10)	4.04 (2.18) ^d	3.50 (1.85) ^{e,f}	4.30 (1.24) ^h
ML(クリアフィルメ ガボンド)	4.31 (2.34) ^b	4.03 (1.78)	5.24 (2.02) ^{c,d}	2.76 (1.67) ^f	6.54 (2.38)
UF(Gボンド)	2.58 (1.04) ^{a,b}	3.06 (1.27)	3.39 (0.95) ^d	4.00 (1.98) ^{e,f}	4.07 (4.51) ^h

演題 P22 (修復)
【2604】

試作レジンセメント (HPC-100) の基本的接着性能

日本大学 歯学部 保存修復学講座¹

日本大学 歯学部 総合歯学研究所生体工学研究部門²

天野歯科医院³

愛誠病院⁴

○石井 亮^{1,2}、古宅 真由美^{1,2}、大塚 詠一朗^{1,2}、利根川 雅佳^{1,2}、辻本 暁正^{1,2}、宮崎 真至^{1,2}、天野 晋³、
藤井 清一⁴

Bonding Performance of Experimental Resin Cement (HPC - 100)

Department of Operative Dentistry Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan¹, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan², Amano Dental Clinic, Tokyo, Japan³, Aisei Hospital, Tokyo, Japan⁴

○ISHII RYO^{1,2}, KOTAKU MAYUMI^{1,2}, OTSUKA EIICHIRO^{1,2}, TONEGAWA MOTOKA^{1,2}, TSUJIMOTO AKIMASA^{1,2}, MIYAZAKI MASASHI^{1,2}, AMANO SUSUMU³, FUJII SEIICHI⁴

【目的】

レジンセメントに機能性モノマーを含有させることで、歯質とともに修復物の前処理を不要とした自己接着性レジンセメントの臨床使用頻度が増加している。これらのレジンセメントは、接着操作の簡便性とともに様々な被着体に対しても確実な接着を得る必要があり、近年の審美性あるいは金属歯冠修復材料の多様化に伴い、更なる改良が望まれている。また、レジンセメントに含有される機能性モノマーは、酸性を示すことで歯質を脱灰するものの、セメントの重合硬化性および機械的性質を低下させることも危惧されている。このような背景のもと、歯質、セラミックスあるいは歯科用合金などの様々な被着体に対する接着性およびセメントの重合硬化性の向上を目的として、試作レジンセメントである HPC-100 が開発された。

そこで演者らは、試作レジンセメント (HPC-100) の基本的接着性能について、接着試験および接合界面の走査電子顕微鏡 (以後、SEM) 観察を行うことで、市販のレジンセメントと比較、検討した。

【方法】

供試したレジンセメントは、試作レジンセメント HPC-100 (クラレノリタケデンタル、以後 HP) , Clearfil Esthetic Cement (クラレノリタケデンタル、以後 EC) および PANAVIA F 2.0 (クラレノリタケデンタル、以後 PF) の、合計 3 製品である。

1. 接着試片の製作：接着試片の製作に際して、ウシ下顎前歯歯冠部を常温重合レジンに包埋し、直径 6～8 mm のエナメル質あるいは象牙質が得られるよう、モデルトリマーを用いて唇側中央部を研削した。得られた歯質平坦面を耐水性 SiC ペーパー # 600 を用いて研削し、被着歯面とした。また、被着体は内径 4 mm、高さ 2 mm の円筒形テフロン型にレジンペースト (CLEARFIL AP-X, クラレノリタケデンタル) を填塞、加圧成形し、光照射後、24 時間大気保管したレジンディスクおよび同型のステンレス製ディスクを用いた。これら被着体は、その表面をアルミナ粒子でサンドブラスト処理後、超音波洗浄を 5 分間行い、レジンディスクに対してはクリアフィル セラミックプライマー (クラレノリタケデンタル)、ステンレス製ディスクに対してはアロイプライマー (クラレノリタケデンタル) を用いて、それぞれ製造者指示に従い表面処理を行った。被着歯面に対しては、各レジンセメントに付属するプライマーを製造者指示に従って表面処理を施し、それぞれの被着体に対し練和したセメントを塗布、荷重 0.2 N の条件で圧接後、マイクロブラシを用いて余剰セメントを除去し、光照射を行い、接着試片とした。その際の光照射条件は、光強度を 600 mW/cm² に設定し 20 秒間ずつ、2 方向から光照射を行った。

2. 接着強さの測定：接着強さの測定に際しては、接着試片を 37 °C 精製水中に 24 時間保管後、あるいは 24 時間保管後にサーマルサイクリング試験機を用いて、5°C-55°C (係留時間 30 秒間) を 1 サイクルとする温熱負荷を 10,000 回負荷した後、温熱負荷を 10,000 および 30,000 回負荷後、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて、クロスヘッドスピード 1.0 mm/min の条件で剪断接着強さを測定した。なお試片の数は 10 個とし、それぞれの平均値および標準偏差を求めて、各条件間の有意差検定を有意水準 0.05 の条件で統計学的検定を行った。

3. SEM 観察： 各条件における接合界面について、FE-SEM (ERA-8800FE, Elionix) を用いて、加速電圧 10 kV の条件で観察した。

【成績】

試作レジンセメントの 24 時間後の接着強さは、いずれの条件においても EC および PF と比較して有意に高い値を示した。また、温熱負荷後の試作レジンセメントの接着強さは、24 時間後の接着強さと比較して、いずれの条件においても低下する傾向を示すものの、EC および PF と比較して有意に高い値を示した。試作レジンセメントと歯質との接合界面の SEM 観察では、ギャップ形成は認められず良好な接合状態が認められた。このことは、試作レジンセメントの組成、接着性モノマーあるいは重合開始系の配合の違いによるものと考えられた。

【結論】

本実験の結果から、試作レジンセメント HPC-100 は、エナメル質および象牙質とともに様々な被着体に対して良好な接着性を有することが判明した。このことから、試作レジンセメント HPC-100 は、接着操作の簡便性とともに高い接着性能を有するところから、臨床応用に十分期待できることが示された。

エナメル芽細胞における Leucine-rich Amelogenin Peptide の局在

福岡歯科大学 口腔治療学講座 歯科保存学分野¹

福岡歯科大学 生体構造学講座 機能構造学分野²

東北大学大学院 歯学研究科 顎口腔創建学講座 顎口腔形態創建学分野³

○畠山 純子¹、畠山 雄次²、松本 典祥¹、泉 利雄¹、沢 禎彦²、笹野 泰之³、阿南 壽¹

Localization of Leucine-rich Amelogenin Peptide in ameloblasts

Department of Operative Dentistry and Endodontology, Fukuoka Dental College, Fukuoka, Japan¹, Department of Morphological Biology, Fukuoka Dental College, Fukuoka, Japan², Division of Craniofacial Development and Regeneration, Tohoku University Graduate School of Dentistry, Sendai, Japan³

○HATAKEYAMA JUNKO¹, HATAKEYAMA YUJI², MATSUMOTO NORIYOSHI¹, IZUMI TOSHIO¹, SAWA SADAHIKO², SASANO YASUYUKI³, ANAN HISASHI¹

＜緒言＞アメロジェニン(LEAP)はエナメル基質中に最も豊富に存在するタンパク質であるが、多種類の mRNA スプライシングバリエーションが存在することが知られている。Leucine-rich Amelogenin Peptide (LRAP) は、その1つである。これまで (1) LRAP が破骨細胞の分化を抑制すること (2) 軟骨細胞の分化と石灰化を誘導すること (3) 歯根膜細胞の遊走および増殖を促進する可能性が示唆されてきた。しかし、LRAP がエナメル質形成においてどのような役割を果たしているのかは不明である。そこでマウス切歯および臼歯のエナメル芽細胞分化における LRAP の mRNA の発現を in situ hybridization 法を用いて検討した。

＜材料および方法＞ 生後 1、7 および 14 日齢の C57 BL/6N マウスを 4% パラホルムアルデヒドと 0.5% グルタルアルデヒドとの混合液で灌流固定後、下顎を摘出した。標本は DEPC 処理した EDTA 溶液で低温脱灰し、パラフィン包埋して連続切片を作成した。本研究に用いた RNA プローブは、生後 1 日齢マウス歯胚をアメロジェニンを認識するプライマーにより PCR を行い、得られた産物をシーケンスして確認した。LRAP および全長のアメロジェニン(M194)を TOPO TA Cloning でクローニングを行い、制限酵素にて DNA 断片化した後、pBluescript II SK+ にサブクローニングして、DIG 標識を行い作成した。各日齢の下顎切歯および臼歯を対象に、LRAP の mRNA を発現する細胞を in situ ハイブリダイゼーションを用いて、アルカリホスファターゼ標識抗ディゴキシゲニン抗体で同定した。

＜結果＞ 生後 7 日齢マウス切歯の分泌期および成熟期エナメル芽細胞では、M194 のシグナルがエナメル芽細胞内の全域にわたり発現が認められるのに対して、LRAP のシグナルは同じ分化時期のエナメル芽細胞内のエナメル質側に強く局在が認められた。臼歯部においては、LRAP は生後 1 日齢の第一臼歯エナメル芽細胞では発現が低いが、7 日齢ではエナメル質側に局在が認められ、14 日齢ではエナメル芽細胞にはほとんど発現が認められなかった。一方 M194 は生後 1 日齢および 7 日齢の第一臼歯エナメル芽細胞に発現が認められた。

＜考察＞本研究の結果、切歯および臼歯の両方で、分化段階の異なるエナメル芽細胞において、LRAP と全長アメロジェニンはエナメル芽細胞内における局在が異なる可能性が示唆された。LRAP と全長アメロジェニンは時間的、空間的に異なった形でエナメル芽細胞の分化に関与することが推察された。

演題 P24 (修復)
【2604】

化学重合型ボンディング材を応用した新規デュアルキュア型レジンセメント「エステセム」の象牙質接着強さに及ぼす光照射の影響

東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科 口腔機能再構築学講座 う蝕制御学分野

○ママニー ティーラポン、高橋 真広、千葉 彩香、保坂 啓一、中島 正俊、田上 順次

The effect of photo-irradiation on the dentin bond strength of newly-developed dual-cure type resin cement

Cariology and Operative Dentistry, Graduate school of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo, Japan

○MAMANEE TEERAPONG, TAKAHASHI MASAHIRO, CHIBA AYAKA, HOSAKA KEIICHI, NAKAJIMA MASATOSHI, TAGAMI JUNJI

【目的】

デュアルキュア型レジンセメントは優れた歯質接着性能を有することから、間接法修復における修復物の合着に広く用いられている。これらのレジンセメントでは歯面処理材はセメントと同時に硬化するが、セメントを光重合させた方が化学重合の場合に比べ、接着強さが増加することは過去に報告されている。しかしながら、実際の臨床においては、修復物を介して光照射を行った場合、透過性の低い修復物ではほとんど光があたらない可能性があり、十分な接着力が得られない可能性が危惧されている。この問題点を解決すべく、セメントの重合硬化に先立ってボンディング材を化学硬化させることを目的とした、化学重合型ボンディング材を応用した新規レジンセメント（エステセム、トクヤマデンタル社）が開発された。そこで本研究では、エステセムの象牙質接着性能に及ぼす光エネルギーの影響について修復物中央部と辺縁周囲部の接着強さを比較することにより検討を行った。

【材料および方法】

本研究では、3種類のレジンセメント（エステセム、ビスタイト2（トクヤマデンタル社製）、パナビア F2.0（クラレノリタケ社製））を用いた。

直径8mm、厚さ2mmのレジンディスク（パールエステ shade: DA2（トクヤマデンタル社製））を作成し表面を#600の耐水研磨紙で研削し、37℃で一週間水中保管した。ヒト抜去大白歯の咬合面のエナメル質を削除し象牙質を露出させ#600の耐水研磨紙で研削し被着面とした。レジンディスクおよび被着面をそれぞれのセメントの表面処理剤で業者指示通り表面処理し、レジンセメントを被着面に塗布後レジンディスクをのせ周囲4方向および上面からそれぞれ20秒ずつ光照射した。作成した試料は37℃の水中に24時間保管し、接着面と垂直に4×4すなわち16に低速切断機にて切断し、0.7mm×0.7mmの微小引張り試験用ビーム状試片を作成した。それを中央部と周囲部にわけクロスヘッドスピード1mm/minにて微小引張り接着強さを測定した。得られたデータはTwo-way ANOVA およびボンフェローニの修正を用いたt検定にて有意水準95%にて統計処理を行った。

【結果】

接着試験の結果を以下の表に示す

括弧内は標準偏差を示す。同列の同一アルファベット間に、有意差は認めない。p<0.05 および NS は中央部と周囲部の有意差の有無を示す。

【結論】

エステセムは中央部および周囲部どちらにおいても、ビスタイト2と同等の接着強さを示し、パナビア F2.0 より有意に高い値を示した。またエステセムおよびパナビアは中央部と周囲部に有意差を認めなかったが、ビスタイト2では中央部と周囲部に有意差を認めた。

【謝辞】

本研究は東京医科歯科大学歯と骨のグローバル COE プログラムの支援を受けた。

Cement	エステセム	ビスタイト2	パナビアF2.0
中央部	34.6 (8.0) ^A	33.2 (3.1) ^A	22.2 (5.3) ^B
	NS	P<0.05	NS
周囲部	34.6 (8.9) ^A	36.5 (2.4) ^A	22.8 (5.4) ^B

演題 P25 (修復)
[2604]

自己接着性フロアブルコンポジットレジンの人工酸蝕症歯に対する接着強度

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学¹

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科理工学分野²

○村瀬 由起¹、小竹 宏朋¹、日下部 修介¹、玉置 幸道²、堀田 正人¹

Bond Strength of self-adhesive flowable resin composite to artificial tooth erosion by scratch test

Department of Operative Dentistry, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University, School of Dentistry, Gifu, Japan¹, Department of Dental Material Science, Asahi University, School of Dentistry, Gifu, Japan²

○MURASE YUKI¹, KOTAKE HIROTOMO¹, KUSAKABE SHUSUKE¹, TAMAKI YUKIMICHI², HOTTA MASATO¹

【研究目的】咬耗、摩耗、酸蝕に代表される Tooth Wear は、齲蝕、歯周病に次ぐ第3の歯科疾患として注目されている。超高齢社会である我が国では治療の必要性は高まる一方であるが、Tooth Wear に関する情報が不足している。本研究では、酸性飲食物の過剰摂取が主な原因と考えられる酸蝕症の歯を人工的に作製し、健全歯を削ることなく対応できる歯面コーティング材との接着性を研削健全歯と比較検討した。

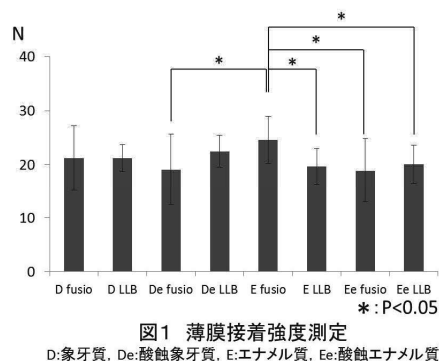
【材料および方法】1. 人工酸蝕症歯の作製：被験歯として、抜去歯を用いた。なお、朝日大学歯学部倫理委員会の承認(No.25148)を得ている。エナメル質と象牙質に平面を作製し、耐水研磨紙 #400 にて研磨を行い、室温蒸留水中に保管した。人工唾液は、pH7.0 に調整した。人工酸蝕症群は、表1に示す方法で3回、強酸性炭酸飲料(コカ・コーラ、日本コカ・コーラ株式会社、以下コーラ)に浸漬した。再石灰化群は、人工酸蝕症群と同時間、人工唾液に浸漬した。2. 接着試験用試料の作製：歯面コーティング材として自己接着型フロアブルコンポジットレジンである fusio™ Liquid Dentin (Pentron Clinical, 以下 fusio) と、プライムフィルのプライマーと LLB-CR6 (試作フロアブルコンポジットレジン、トクヤマデンタル、以下 LLB) を使用した。fusio コーティングは、人工酸蝕症群、再石灰化群とも、歯面を弱圧エアにて乾燥し、コーティング後に透明アクリル板で荷重 200g, 30 秒間圧接し、20 秒間光照射(デントクラフトブルーレックス, YOSHIDA)した。LLB は両群の歯面を弱圧エアにて乾燥し、プライマー塗布後に弱圧エアにて乾燥し、コーティング後に fusio と同様に圧接し、20 秒間光照射を行った。各試料は 10 個作製した。3. 薄膜接着強度測定：人工酸蝕症群と再石灰化群を fusio と LLB でコーティングした試料について薄膜接着強度測定システム(AE センサー付自動スクラッチ試験機, CSEM Instruments)で長さ 7.0mm, スクラッチスピード 5.25mm/min の条件で薄膜接着強度測定を行った。得られた値から平均値を求め、一元配置分散分析(ANOVA)と多重比較試験(Fisher's PLSD)を用いて有意差検定(p<0.05)を行った。

【結果】薄膜接着強度測定の結果を図1に示す。有意差検定の結果、E fusio が最も大きい値を示し、E LLB, Ee fusio, Ee LLB との間に有意差があった。

【考察】今回使用した fusio, LLB とともに人工的に作製した酸蝕症の歯質(エナメル質, 象牙質)に 20N 前後薄膜接着強度を示した。今後、引張り接着強さ、剪断接着強さ等の測定も行い、酸蝕症歯の歯面コーティング材料として fusio, LLB が薄くて、かつ硬い被膜材として応用可能かどうかさらなる検討を行う予定である。

表1 人工酸蝕症の3回反復脱灰サイクルプログラム

	溶液	浸漬時間	温度	振盪サイクル
前処理	人工唾液	2時間	37℃	1Hz
1回目	コーラ	5分	4℃	1Hz
	蒸留水	5分	室温	1Hz
	人工唾液	6時間30分	37℃	1Hz
2回目	コーラ	5分	4℃	1Hz
	蒸留水	5分	室温	1Hz
	人工唾液	6時間30分	37℃	1Hz
3回目	コーラ	5分	4℃	1Hz
	蒸留水	5分	室温	1Hz
	人工唾液	6時間30分	37℃	1Hz



仕上げ研磨がコンポジットレジン製の光沢と色彩に及ぼす影響について
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
○吉田 智学、岡崎 愛、小竹 宏朋、作 誠太郎、堀田 正人

Influence of polishing procedures on gloss and color stability of resin composites

Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University, School of Dentistry, Gifu, Japan
○YOSHIDA CHIGAKU, OKAZAKI AI, KOTAKE HIROTOMO, SAKU SEITAROU, HOTTA MASATO

【目的】コンポジットレジン修復の仕上げ研磨は予後を左右する重要な因子である。仕上げ研磨の評価方法は表面粗さ、光沢度、走査電子顕微鏡観察が主で、色彩の変化にまで言及したものはほとんどない。本研究ではフィラータイプの異なるコンポジットレジン製の仕上げ研磨が光沢度、色彩にどのように影響を与えるか評価した。さらに、仕上げ研磨後の試料を飲料物や含嗽剤に浸漬し、光沢度、色彩に及ぼす影響を検討した。

【方法】クラレメディカル社製光重合型コンポジットレジン Clearfil AP-X(CA、A3) と Clearfil Majesty (CM、A3) を用いた。これらのレジンペーストを内径 10 mm、高さ 2mm と 3mm のテフロン型に填入し、ガラス板とポリエステルフィルムにて圧接し、1 分間光照射して硬化させた。37℃蒸留水中に 24 時間浸漬後に高さ 3mm の試料は注水下にて耐水ペーパー (#2000、#1200、#600) で研磨を行い、高さ 2mm とした。なお、研磨しなかった試料を圧接群とした。これらの試料を 15 分間超音波洗浄後コココーラ、リステリン、白ワインに 37℃で 7 日間浸漬した。試料は各飲料物に対して 3 個作製し、浸漬前後に光沢度、色彩を測定した。光沢度 (60 度鏡面光沢法) は光沢計 (VG-7000、日本電色工業)、色彩は高速分光光度計 (CMS-35FS、村上色彩技術研究所) にて 1 試料について 3 か所測定した。色彩は CIE1976 L* a*b*表色系で表示し、L*値(明度)、C*値(彩度)、h 値(色相角度)を求めた。また、飲料物浸漬前の試料について圧接群をコントロールとして各研磨面に対する ΔE^* (色差値) と飲料物浸漬前の試料をコントロールとして、浸漬後の圧接面と各研磨面の測色値の色差値も求めた。得られた値は、二元配置分散分析 (ANOVA、 $P<0.05$) と多重比較検定 Schefféを用いて有意差検定を行った。また、各飲料物浸漬の有無では Student's t-test($P<0.05$)により有意差検定を行った。

【結果と考察】飲料物浸漬前の試料の光沢度、明度、彩度は、研磨により、CA に比較して CM が有意に高い値を示し、色相はすべてにおいて差はなかった (図)。また、浸漬後の試料では圧接群の CA はリステリン、CM ではリステリンと白ワインで光沢度が有意に低下したが、各研磨では有意差はなかった。明度および彩度は、CA 研磨群 (#1200、#600)、CM 圧接群、研磨群 (#2000、#1200、#600) が有意に低下した。色相は、CA は有意に変化した。以上のことより CA に比較して CM は研磨後の光沢度、色彩 (明度、彩度、色相) の安定性が優れており、CA と CM とともに浸漬液により変色したが、CA と CM では色彩の変化の様相は異なっていることが確認できた。

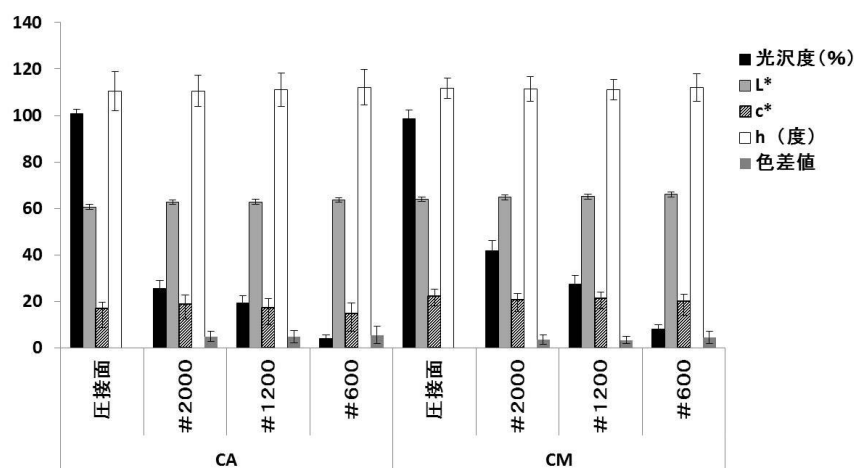


図 各研磨面の光沢度と色彩

演題 P27 (修復)
【2203】

Actinomyces 属 3 菌種による歯根象牙質う蝕の誘発

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¹

岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 国際環境科学講座 口腔微生物学分野²

○大原 直子¹、大原 直也²、田中 久美子¹、山路 公造¹、西谷 佳浩¹、吉山 昌宏¹

Induction of root dentin caries by 3 strains of Genus *Actinomyces* in vitro

Department of Operative Dentistry, Field of Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences¹, Department of Oral Microbiology, Field of Study of Global Health and Environmental Sciences, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences²

○OHARA NAKO¹, OHARA NAOKA², TANAKA KUMIKO¹, YAMAJI KOZO¹, NISHITANI YOSHIHIRO¹, YOSHIYAMA MASAHIRO¹

【目的】

高齢化社会の実現にともない、残存・機能する歯の根面う蝕が増大している。根面う蝕は予防管理に苦慮する例も多く、病態解明は急務である。根面う蝕では *Actinomyces* 属が優占種であるとされているものの、個々の菌種と根面う蝕の病態との関連については、あまり研究されていない。本研究では、根面う蝕誘発モデルの作製を念頭におき、*Actinomyces* 属 3 菌種の歯根象牙質う蝕形成能を明らかにすることを目的とした。

【材料及び方法】

被験歯には、ヒト抜去前歯を用いた。解剖学的歯頸部に近い歯根象牙質隣接面部に平坦面を作製し、他の全面をネイルバーニッシュでコーティングし滅菌した。*Actinomyces* 属の代表として、*A. naeslundii* ATCC 12104、*A. viscosus* ATCC 15987、*A. israelii* ATCC 12102 の 3 菌株を選択し使用した。各菌は、BHI 培地にて 37℃嫌気培養した。う蝕誘発実験では、調整した菌液に被験歯を浸漬し、タイプ IV コラゲナーゼおよびスクロースを添加、37℃嫌気条件で 4 週間反応させた。ホルマリン固定・脱灰後、パラフィン包埋を行い、露出根面に対して垂直に組織切片を作製した。その後、ヘマトキシリン・エオジン (HE) 染色およびグラム染色を施し、象牙質への細菌侵入を観察、評価した。

【結果および考察】

いずれの菌種においても、歯根象牙細管内へ確実に侵入している像が観察された。侵入は一部の象牙細管に限定的であり、歯根表面の崩壊は認められなかった。細菌侵入の深さや象牙細管の拡張の程度における菌種の差は明らかではなかった。今後、培養条件や経時的変化も含め、詳細な検討を行う必要がある。

【結論】

Actinomyces 属 3 菌種により歯根象牙質面のう蝕誘発を行った結果、菌種による差は明らかではなかったが、いずれの菌種においても象牙細管内への細菌侵入を認めることができた。

演題 P28 (修復)
【2605】

オフィスブリーチング剤による露出象牙質の脱灰影響

神奈川歯科大学大学院 歯学研究科 う蝕制御修復学講座

○菌部 悠子、飯塚 純子、長谷川 晴彦、倉持 江里香、椎谷 亨、向井 義晴

Demineralization of in-office bleaching agent on exposed root dentin surface

Department of Cariology and Restorative Dentistry, Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental University, Kanagawa, Japan

○SONOBE YUKO, Iizuka Junko, Hasegawa Haruhiko, Kuramochi Erika, Shiiya Toru, Mukai Yoshiharu

【目的】 支台築造金属の腐食によりもたらされた支台歯象牙質の変色が、セラミック等の審美補綴を行う際に歯頸部陰影として視認されることがしばしば問題となっている。この問題を解決する目的で、歯冠補綴に対する事前処置として歯頸部付近の失活根を漂白するとのケースレポートがある。オフィスブリーチング剤は、エナメル質白斑病巣上に塗布しても病巣を進行させる危険性が少ないことが報告されているが、象牙質に対しオフィスブリーチング剤を適用しその影響を検証した報告はない。そこで本実験ではオフィスブリーチング剤である HiLite (松風) を使用し、漂白が象牙質に与える影響を Transversal Microradiography (TMR) にて評価、検討した。

【方法】 ウシ下顎中切歯を歯頸部直下およびそれより 5mm 根尖側の位置で歯根を水平断し、さらにワイヤー式精密切断機 (well3242, Walter Ebner, Germany) にて外側の象牙質面が平坦になるよう矢状断に半切後、耐水研磨紙 2000 番まで順次研磨、5 分間超音波にて洗浄し試料を作製した。それら試料に対し耐酸性バーニッシュにて被験歯面を 2×3 mm に規定し、以下に示す 4 群に分けた。各群の試料数は 6 とした。1) cont 群: 非処理とした。2) tre-2 群: 上記の試料に対し、HiLite を 3 回を 1 セットとし、2 セット処理した。3) tre-4 群: tre-2 群同様、HiLite を 4 セット処理した。4) tre-6 群: 同じく HiLite を 6 セット処理した。すべての処理を行った後、各試料からワイヤー式精密切断機にて 300 μ m の薄切切片を切り出し、TMR 撮影 (PW3830, 管電圧 25kV, 管電流 15mA, 照射時間 20 分) を行った。次に分析用ソフト (TMR2000) を用い、平均ミネラルプロファイルおよび平均ミネラル喪失量 (IML), Lesion Depth (LD) を測定した。統計処理には Tukey の検定を用い、有意水準 5% にて行った。

【結果】 TMR 画像からは全ての群において脱灰を示すエックス線透過像は確認できなかった。cont, tre-2, tre-4 群のミネラルプロファイルからは象牙質表層から深部にかけて顕著な脱灰を示すミネラル密度の変化は見られなかったものの、tre-6 群においては極めて表層に近接した部位に若干のミネラル密度の低下が確認された。IML では tre-6 群が cont 群に比較して有意に大きな値となったが、cont 群, tre-2 群, tre-4 群間には有意差が見られなかった。LD においては tre-6 群が、cont, tre-2, tre-4 群に比較し有意に大きな値となった。

【考察】 IML の結果から、pH の比較的低いオフィスブリーチング剤である HiLite を高頻度を使用したことにより象牙質の脱灰が生じたと考えられた。また LD の結果からも同様に高頻度の使用が病巣の深さが増加させたものと考えられた。これらの結果より、歯冠補綴の前処置として象牙質の漂白を行う場合、オフィスブリーチング剤の高頻度の使用は象牙質に脱灰作用をもたらす可能性があると考えられた。

【結論】 歯冠補綴の前処置として象牙質のオフィスブリーチングを行う場合、使用回数を制限し象牙質の脱灰を考慮することで適用可能である可能性が示唆された。

臼歯部におけるフロアブルナノハイブリットコンポジットレジン¹の臨床評価

九州歯科大学 口腔保存治療学分野¹

株式会社ジーシー²

○市丸 末松 美希¹、平田 土屋 志津¹、浦田 真梨子¹、西野 宇信¹、鷲尾 絢子¹、吉居 慎二¹、
中山 瑞樹²、熊谷 知弘²、諸富 孝彦¹、北村 知昭¹

Clinical Evaluation of Flowable Restorative Composites on posterior Teeth

Division of Endodontics and Restorative Dentistry, Kyushu Dental University, Kitakyushu, Japan¹, GC Corporation, Tokyo, Japan²

○ICHIMARU-SUEMATSU MIKI¹, HIRATA-TSUCHIYA SHIZU¹, URATA MARIKO¹, NISHINO TAKANOBU¹,
WASHIO AYAOKI¹, YOSHII SHINJI¹, NAKAYAMA MIZUKI², KUMAGAI TOMOHIRO², MOROTOMI
TAKAHIKO¹, KITAMURA CHIAKI¹

【研究目的】

近年、審美歯科への関心および患者ニーズは高まってきていることやミニマルインターベンションの概念の普及に伴い、各メーカーから次々とコンポジットレジン新規材料が発売されている。しかし、臨床における研究評価は十分に行われておらず、メーカーの開発に迫りついていない状況である。本研究では、新規材料である審美修復用フロアブルタイプのナノハイブリット充填用コンポジットレジンの臨床的有効性を評価するため、ペーストタイプのコンポジットレジンと充填後の臨床経過を比較観察した。

【調査方法】

2012年5月から2013年1月までの間に本学附属病院保存治療科を受診した患者のうち臼歯部に修復処置の必要な患者を対象として、臨床経験5年以上の歯科医師(6名)が2種類のナノハイブリット充填用コンポジットレジン(フロアブルレジンとしてMIフィル(MI:ジーシー)、ペーストタイプとしてHeliomolar(HM:Ivoclar Vivadent))を用いて各30症例充填し、研磨直後、1週間後、6ヶ月後、1年後の臨床経過観察を行った。ただし、咬合力の過大な症例およびブラキシズム症例は除外した。窩洞は1級または2級で、全てラウンドベベルを付与した。各リコール時にはUSPHSのRyge criteriaをもとにした視診・触診により1)リテンションの有無2)表面性状の変化3)解剖学的形態の変化4)色調の変化5)マージンの変色6)マージンの適合性7)二次齲蝕の有無の計7項目の診査と、口腔内写真・エックス線写真により臨床評価を行った。

【結果】

- 1) リテンション: 1年経過後、HM、MIともに1症例(3.3%)で修復物が一部失われていた。
- 2) 表面性状: 1年経過後、HM全症例で変化なく、MIでは1症例(3.3%)で隣接した歯面より粗造であった。
- 3) 解剖学的形態: 1年経過後、HMでは4症例(13.3%)、MIでは2症例(6.7%)にチッピングが認められた。
- 4) 色調: 隣接した歯面と色調・透明性がずれていたのはHMでは研磨直後22症例(73.3%)、1年経過後23症例(76.7%)であり、MIでは研磨直後も1年経過後も1症例(3.3%)であった。
- 5) マージンの変色: 1年経過後、HMでは5症例(16.7%)、MIでは1症例(3.3%)にマージンの変色が認められた。
- 6) マージンの適合性: 1年経過後、HMでは8症例(26.7%)、MIでは3症例(10.0%)に短針にて段差が認められた。
- 7) 二次齲蝕の有無: 全観察期間を通して、HM・MI両群ともに二次齲蝕は認められなかった。

【考察】

充填1年後の2種の材料を比較したところ、リテンション・表面性状・解剖学的形態・二次齲蝕の発生に差はほとんど認められなかったが、マージンの変色・マージンの適合性の臨床評価ではHMよりMIの方が変化した症例が少なかった。色調の点では、MIもHMも症例でも時間の経過とともに色調が変化した症例はほとんど認められなかったが、MI充填群では有意に隣接した歯面と色調が一致しており、審美性が良好であった。今回は1年という短期間での評価であるため、今後さらなる臨床経過観察を行う予定である。

【結論】

今回、1年間という短期であるが、フロアブルタイプのナノハイブリット充填用コンポジットレジンMIフィルと海外では報告の多いペーストタイプのコンポジットレジンHeliomolarについて比較を行った。その結果、フロアブルレジンMIフィルはフィラーが高充填化されたペーストレジンと同等の耐久性を持つとともに口腔内での色調再現性が高く、審美修復材料として極めて臨床的有効性が高いことがわかった。また、フロアブルレジンでも臼歯部の咬合面修復材料として十分に機能することがわかった。

フロアブルコンポジットレジンの広がり方に対するアドヒーズの影響

鶴見大学 歯学部 保存修復学講座

○木村 紗央里、佐藤 のどか、山本 雄嗣、桃井 保子

Influence of adhesives on spread of flowable resin composites

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine, Yokohama, Japan

○KIMURA SAORI, Sato Nodoka, Yamamoto Takatsugu, Momoi Yasuko

【緒言】フロアブルコンポジットレジン（以後レジン）は、物性の向上によって臼歯部咬合負担領域を含む広い適応範囲を示すようになった。加えて、物性を損なわずにレジンのフロー調整が可能となったことで操作性も格段に向上した。現在レジンのフローは、平面上にレジンを書いた後に面を垂直にし、1分後のレジンの流れを測定して評価することが多い。レジンのフローは接する面の状態に影響を受ける。臨床においてレジンアドヒーズに接するため、前述の方法で評価されたフローが臨床と異なる可能性がある。そこで本実験では、低～中程度のフローを有するレジンを使用して、アドヒーズ塗布面におけるレジンの広がり方を経時的に観察・測定し、広がり方へのアドヒーズの影響を検討した。

【材料と方法】5社12種のレジンと、同メーカーの7種のセルフエッチアドヒーズを使用した。レジンの内訳は、ローフローが5種類、ミディアムフローが7種類である。スライドガラス表面にアドヒーズ（2ステップの場合はボンドのみ）を塗布し、メーカー指示に従いエアブロー後光照射を行った。ガラス面を水平にし、その面から3mmの高さにレジンスリンジの先端を固定した。同メーカーのレジン（ $21 \pm 2 \text{ mg}$ ）をアドヒーズ面に注出し、注出直後（0秒）、10秒、30秒、60秒後にレジンの状態を規格写真撮影した。なおスリンジからのレジン注出圧は同一術者の手圧とし、環境温度は $24 \pm 1^\circ\text{C}$ に保った。レジン注出時および撮影時以外はレジン遮光カバーで被い、環境光による重合防止に努めた。写真上でレジンの幅径を測定し、幅径の経時的な変化率を求めた。なおコントロールとして、アドヒーズ非塗布のガラス面上のレジンと同様に撮影した。0秒時のレジン幅径のアドヒーズ有無による比較はt検定、経時的な変化率の比較は二元配置分散分析で行った（ $n=5$, $\alpha=0.05$ ）。

【結果および考察】1. 0秒時のアドヒーズの影響（t検定）1)ローフローレジンでは、5種のうち1種のみアドヒーズ（+）の方がアドヒーズ（-）より有意にレジン幅径が大きくなった。2)ミディアムフローレジンでは7種のうち5種でアドヒーズ（+）の方が（-）より有意にレジン幅径が大きくなった。1種ではアドヒーズ（+）でレジン幅径が有意に小さくなった。スリンジからの注出直後では、レジンペーストのフローが大きいと広がり方がアドヒーズの影響を受けやすい傾向があった。2. 広がり方の経時変化（二元配置分散分析）1)ローフローレジンでは5種のうち3種で二要因（アドヒーズ、経過時間）がレジン幅径に対し有意に影響した。1種ではアドヒーズのみが、他1種では経過時間のみが有意に影響した。2)ミディアムフローレジンでは7種のうち5種で二要因（アドヒーズ、経過時間）がレジン幅径に対し有意に影響した。2種では経過時間のみが有意に影響した。レジンのフローに関わらず、注出後の経過時間とともにレジン幅径は広がる、その広がり方はアドヒーズによって大きくなる傾向が示された。

【結論】フロアブルコンポジットレジン幅径は時間とともに広がるが、その広がり方はアドヒーズとの接触で促進される傾向にある。垂直面において1分後の垂れが無いと謳っているレジンでも水平アドヒーズ面上では広がりを見せたことから、臨床に即したレジン操作性を把握するにはアドヒーズ上におけるフローを評価することも必要と思われる。

演題 P31 (修復)
[2605]

ホームホワイトニング歯の色彩学的評価：6 か月のフォローアップ

日本歯科大学新潟病院 総合診療科¹

日本歯科大学大学院 新潟生命歯学研究科 硬組織機能治療学専攻²

日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第2講座³

○平 賢久¹、永井 悠太²、有田 祥子²、川島 里貴²、高田 真代²、関 秀明¹、若木 卓¹、海老原 隆¹、
加藤 千景³、鈴木 雅也³、新海 航一³

A chromatic evaluation of at-home whitening teeth: a six-month follow-up

Comprehensive Dental Care, The Nippon Dental University Niigata Hospital¹, Advanced Operative Dentistry, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Niigata², Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata³

○TAIRA YOSHIHISA¹, NAGAI YUTA², ARITA SYOKO², KAWASHIMA SATOKI², TAKADA MAYO², SEKI HIDEAKI¹, WAKAKI SUGURU¹, EBIHARA TAKASHI¹, KATO CHIKAGE³, SUZUKI MASAYA³, SHINKAI KOITI³

【目的】

現在、様々なホームホワイトニング材が市販され臨床応用されている。ホームホワイトニング材は過酸化水素あるいは過酸化尿素を漂白剤として用いるが、本邦では、10%過酸化尿素を主成分とするホワイトニング材が認可されている。ホームホワイトニングによる歯の漂白効果は、シェードガイドを用いた視感比色法が評価によく用いられている。しかし、漂白効果を客観的に評価するには歯の色の変化を数値化して比較分析する必要がある。現在、歯科用分光光度計を用いた色彩学的分析法が漂白効果の客観的な評価法として応用されている。そこで、今回我々はホームホワイトニング材としてティオンホーム（ジーシー）を選択してバイタルブリーチを実施し、その漂白効果と6か月経過までの経時的な歯の色調変化について歯科用分光光度計クリスタルアイ（オリンパス）を用いて色彩学的に評価した。

【材料および方法】

被験者は25歳から49歳の男女8名で、上顎前歯6本を評価対象とした。まずカスタムトレーを作製し、各被験者はティオンホームをメーカー指示に従って使用して4週間ホームホワイトニングを実施した。トレー装着時間は1日約6時間とした。ホワイトニング開始前、2週間および4週後の各時点において口腔内写真撮影を行い、また、クリスタルアイで測色撮影を行った。さらに、ホワイトニング終了後1か月、3か月および6か月経過した時点でも同様に漂白歯の測色を行った。各歯中央部のCIE L*a*b*値からホワイトニング前と比較した2週間、4週間、ホワイトニング終了後1か月、3か月および6か月経過時の各色差値ΔEを算出した。

【結果および考察】

ホワイトニング前と比較して開始2週間と4週間後で、すべての歯種、部位でL*値が増加、a*値とb*値は減少した。すなわち、ティオンホームを用いたホームホワイトニングにより歯の明度は上昇し、逆に赤味と黄色味が減少したといえる。また、歯種別にホワイトニング前後の色差値を比較してみると、上顎犬歯が最も大きく、次に側切歯で中切歯は最も小さい傾向を示した。ホワイトニング前と4週間後の色差値をホワイトニング前と2週間後の色差値と比較すると、いずれの被験者においても両者の差は少ない傾向が認められ、ティオンホームの漂白効果は開始後2週間のうちに強く発現したと考えられる。

ホワイトニング終了後1か月では、いずれの被験者についてもわずかにL*値が減少、a*値とb*値は上昇し、後戻り変化が少し認められた。しかしながら、ホワイトニング終了後3か月と6か月経過時のL*a*b*値は、ホワイトニング終了後1か月経過時とほぼ同程度の値を示す傾向がみられた。したがって、後戻りの色調変化はホワイトニング終了後1か月以内に生じ、その後は安定しながらも緩やかに進行するのではないかと考えられる。ホームホワイトニング前後およびホワイトニング終了後6か月までの測色データ平均値を下表に示す。

	初診時			漂白 2週間			漂白 4週間			漂白後 1か月			漂白後 3か月			漂白後 6ヶ月		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
13	70.30	2.86	22.23	75.63	1.31	16.70	76.32	0.59	15.30	74.82	0.80	17.40	74.53	0.90	16.85	74.51	0.74	17.46
12	69.97	1.50	19.77	73.13	0.62	15.86	73.70	0.29	14.92	72.52	0.71	16.50	72.76	0.68	16.52	71.87	0.87	17.11
11	73.20	0.84	18.32	75.30	0.36	14.98	76.37	-0.20	13.90	75.02	0.03	15.16	75.20	0.13	15.04	74.47	0.22	15.27
21	73.16	0.93	18.07	75.37	0.33	15.57	76.55	-0.13	14.45	75.18	0.06	15.11	75.08	0.10	15.31	74.38	0.29	15.38
22	69.99	1.20	18.68	73.44	0.54	14.99	73.73	0.10	14.07	72.92	0.23	15.16	72.60	0.52	15.51	72.01	0.55	15.42
23	69.52	2.64	21.86	75.09	1.34	17.21	76.36	0.59	15.28	74.50	0.43	16.61	74.84	0.66	16.96	74.67	0.80	17.33
平均	71.02	1.66	19.82	74.66	0.75	15.88	75.50	0.21	14.65	74.16	0.38	15.99	74.17	0.50	16.03	73.65	0.58	16.33

演題 P32 (修復)
【2304】

試作 SS-OCT を用いた市販知覚過敏抑制材を塗布した象牙質の観察

昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 美容歯科学部門¹

昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 歯科理工学部門²

昭和大学 歯学部 歯科放射線学講座³

株式会社 吉田製作所⁴

○水上 英子¹、後閑 由香¹、谷 千尋¹、真鍋 厚史¹、細川 真弓⁴、鹿熊 秀雄⁴、橋本 絵美³、荒木 和之³、佐野 司³、宮崎 隆²

Observation of Experimental swept-source Optical Coherence Tomography(SS-OCT) on the desensitizer used for the hypersensitive dentin

Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry¹, Division of Oral Biomaterials and Technology, Showa University School of Dentistry², Department of Conservative Dentistry and Department of Radiology, Showa University School of Dentistry³, The Yoshida Dental MFG. Co.,LTD⁴

○MIZUKAMI EIKO¹, GOKAN YUKA¹, TANI CHIHIRO¹, MANABE ATSUFUMI¹, HOSOKAWA MAYUMI⁴, KAKUMA HIDEO⁴, HASHIMOTO EMI³, ARAKI KAZUYUKI³, SANO TSUKASA³, MIYAZAKI TAKASHI²

【研究目的】 生体組織に対し透過性を持つ近赤外線を使用した光干渉断層画像装置（Optical Coherence Tomography：OCT）は撮影対象物に侵襲を加えることなく断層画像を撮影することができる装置であり、眼科領域を中心に広く臨床応用されている。前回我々は、試作波長走査型光干渉断層画像装置（swept-source Optical Coherence Tomography：SS-OCT）を用いて、象牙質窩洞に填塞したコンポジットレジン修復部位の観察を行った結果、コントラクションギャップの発生部位に反射光の強い像が観察出来ることで、修復物の部分脱離部位の特定が可能であることを確認し、報告した（第136回 日本歯科保存学会 春季学術大会）。そこで今回我々は、象牙質知覚過敏症に奏効するとされている4種の市販知覚過敏抑制材を塗布後、象牙質内部がどの様に変化するかをSS-OCTを用いて観察した。

【材料および方法】 本研究では観察対象としてヒト抜去大白歯を用いた。象牙質部分が平面になるようトリミングし、耐水研磨紙600番にて研磨を行った。なお今回の実験に供した抜去歯はすべて昭和大学歯学部の医の倫理委員会承認番号；2011-016号に申請している。調整の完了した試片にE-lize Conditioner（Pentron社製）を60秒作用させ水洗・乾燥したのち、それぞれメーカー指示に従って知覚過敏抑制材を塗布した。使用した知覚過敏抑制材は、1.ナノシール（日本歯科薬品社製）、2.MSコートone（サンメディカル社製）、3.シールドフォース（トクヤマデンタル社製）、4.ティースメイトディセンシタイザー（クラレノリタケデンタル社製）の4種類である。塗布後の試片はただちにSS-OCTを用いて中心波長1310nm、深さ方向の分解能13μmの条件下で試片の断層撮影を行った。

【成績および考察】 4種類の知覚過敏抑制材中でシールドフォースを塗布した試片群は、研磨後・EDTA処理後に比較し、塗布後は象牙質表層での反射強度の減弱が確認された。しかしながら、他の3種類では、研磨後・EDTA処理後・塗布後を比較しても表層の反射強度に大きな違いはみとめられなかった。この理由として、ナノシール・MSコートone・ティースメイトディセンシタイザーは塗布後に水洗するため象牙質中から放散されてしまい、シールドフォースの様な塗布後に光照射で重合硬化させた場合と異なるため、反射強度に大きな違いがなかったと思われる。

ダイレクトクラウンのコーヒー液浸漬時の色調変化について

昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 美容歯科学部門¹

昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 歯科理工学部門²

○井出 翔太郎¹、山口 麻衣¹、真鍋 厚史¹、宮崎 隆²

Discoloration of hybrid resin composite exposed to staining solution in vitro

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinilal Cariology , Showa University School of Dentistry.¹, Department of Conservative Dentistry , Division of Biomaterials and Enginerring , Showa University School of Dentistry.²

○IDE Shotaro¹, YAMAGUCHI Mai¹, MANABE Atsufumi¹, MIYAZAKI Takashi²

【緒言】近年、歯科医療において歯の色彩審美を要求する患者が増加している。今回、新規に臨床に供されるようになったダイレクトクラウン (3M ESPE) は、すでに解剖学的歯冠形態を有した半硬化体のハイブリット系クラウンである。この材料は、チクソトロピーを考慮した特性を有し、可視光線照射器 (波長 420~500nm) で重合硬化するため、支台歯形成後の印象採得を必要とせずチェアサイドで製作が完了できる。また、ミリングマシーンなどの特殊な設備を必要としないため、One Day Treatment のメタルフリー修復が既存の審美修復材料よりも安価で提供できるという画期的なシステムである。そこで、本研究では、ダイレクトクラウンと間接法によるハイブリットセラミックス製作用の技工用硬質レジン (エブリコード クラレノリタケ) の着色変化を、24 時間,48 時間,72 時間ごとに比較検討を行うことを目的としている。

【材料及び方法】ダイレクトクラウン (シェード A2) の原料は直径 8.0mm、厚さ 0.6mm のステンレスモールドリングに填入し、セロファンとプレパラートを介し万能平圧器にて圧接し、光照射器 (G-light GC) にて 60 秒間光照射し重合硬化させた。エブリコード (シェード E2) も同様に 60 秒間光照射し重合硬化させた。それぞれの試片を圧接群と研磨処理群に分け、研磨処理群はダイヤモンドポリッシャー (スターグロス モリタ) をブルー151 μ 、ピンク 107 μ 、グレー40 μ 、の順で研磨を行った後、アルミナ粉末 0.3 μ とバフで仕上げた。作成した試片を蒸留水とコーヒー (ジョージア エメラルドマウンテン ブラック)37℃に 24 時間,48 時間,72 時間浸漬後、黒色シート上で歯科用測色器 (Shade eye, 松風) にて L*a*b*を計測し ΔE を算出後、比較検討した。(n=20)

【結果】すべての群で ΔE の値は 24 時間,48 時間,72 時間で、経時的色調変化は認められなかった。表面処理の比較では、24 時間後の ΔE 値はエブリコードでは研磨の有無で変化がみられなかったものの、ダイレクトクラウンでは研磨処理群が圧接群と比較して有意に低い値となった。

【結論】新規開発されたダイレクトクラウンは研磨の有無で着色の抑制効果が認められた。これはナノフィラーをクラスター化することにより、より研磨性が向上し、着色しづらくなると考えられる。今後、口腔内での経時的摩耗変化と着色変化についても検討する考えである。

演題 P34 (修復)
【3101】

LD光源およびLED光源を応用した試作蛍光う蝕象牙質認識・除去システムの精度

昭和大学歯学部 歯科保存学講座 総合診療歯科学部門

○山田 理、伊佐津 克彦、長谷川 篤司

Accuracy of the prototype fluorescent carious dentin recognition and removal systems that utilize an LED light source or an LD light source

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

○YAMADA MICHI, ISATSU KATSUHIKO, HASEGAWA TOKUJI

【緒言】近年、MI (minimum intervention)の概念に基づき、う蝕に対する治療としては外科的侵襲を最小限に留めた歯冠修復が推奨されるとともに、初期う蝕の定量・定性を認識して口腔内環境全体の管理を行うことが重要だと考えられている。しかしながら、う蝕の修復治療において感染象牙質の除去が不十分であった場合にはう蝕の再発だけでなく、歯質の広範な崩壊を招く原因の一つとなり得ることから、感染象牙質の認識・除去精度は決して低くではない。このための指標として現在ではいくつかの感染象牙質の検出・定量法が報告されている。その方法の一つとして、演者らはう蝕罹患象牙質と健全象牙質の識別に励起蛍光の違いを利用する方法が有効であることを報告し(131回、132回、133回日本歯科保存学会)、その概念に基づいた試作う蝕象牙質認識除去システムを報告してきた(134回、137回日本歯科保存学会)。

【目的】本研究では、臨床応用を視野に入れた2種類のう蝕象牙質認識除去システムを試作してこれらのう蝕象牙質識別および罹患歯質削除性能を検討した。

【材料と方法】LDう蝕象牙質認識除去システム(LDシステム)は、最大出力90mWのLASER制御器を本体躯体内に装備し、専用ホースのハンドピース側先端に内蔵されたレーザー光源から照出される波長405nmのレーザー光をハンドピース内部グラスファイバーで導光して術野に供給できるように設計、試作した。一方、LEDう蝕象牙質認識除去システム(LEDシステム)は、高輝度の青色LEDをハンドピース先端部に装備し、歯科用多目的超音波振動治療器ENAC(OSADA社)の専用ホースに装着できるように設計、試作した。これらのハンドピースは着脱後、いずれもオートクレーブによる高圧滅菌が可能である。象牙質う蝕を有するヒト抜去歯20本を無作為に10本ずつ2組に分け、ニッシン社製顎模型(D51FE-500E)の相当部位に植立し、即時重合レジン(UNIFAST III:GC社)で固定した後、マネキン(ニッシン社製)に装着した。ハンドピースに試作球形ダイヤモンドチップを装着し、超音波振動機の出力7.0で、肉眼で赤く識別できた歯質を注水下にて慎重に削除した。う蝕歯質除去後、まず青色のCaries Checkに染色して染色範囲を確認し、次にCaries Detectorによる染色の範囲を確認した。う蝕象牙質削除精度は、全範囲が青色Caries Checkに染色したもの(1)、青色Caries Checkの染色部位と赤色Caries Detectorの染色部位が混在するもの(2)、青色Caries Checkの染色部位と赤色Caries Detectorの染色部位、染色しない部位が混在するもの(3)、青色Caries Checkの染色部位が無く、赤色Caries Detectorの染色部位と染色しない部位が混在するもの(4)の4段階に分類・評価した。

【結果】LDシステムでは(1)2本、(2)4本、(3)2本、(4)2本が確認でき、LEDシステムでは(1)3本、(2)5本、(3)2本、(4)0本が確認できた。

【考察】本研究にて試作機のLDおよびLED光源の照射により、術野は十分に明るく、室内灯のみでう蝕罹患歯質除去を行うことができた。しかしながら、大臼歯部の深在う蝕では罹患歯質の除去を行う際にLDおよびLED光が到達しない部位ができるため、やむなくう窩開放を行ったケースが見受けられた。う蝕罹患歯質の識別精度としては、Caries Detectorにも染色しない象牙質の削除、(3)および(4)のケースが少数歯で認められたものの、切削面全体に対して極めて狭い範囲に限定されていた。今後、各染色部分の詳細な蛍光スペクトルの解析およびう蝕原因菌の定量を順次報告する。

各種象牙質面性状に対するナノシール塗布象牙質の接着強さ

岩手医科大学 歯学部 歯科保存学講座 う蝕治療学分野

○長谷部 智之、岡田 伸男、志賀 華絵、櫻井 秀人、工藤 義之、野田 守

Effect of dentin surface condition before applying Nanoseal on dentin bond strength

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

○HASEBE TOMOYUKI, OKADA NOBUO, SHIGA HANAE, SAKURAI HIDETO, KUDO YOSHIYUKI, NODA MAMORU

【緒言】

ナノシール(NISHIKA)は、フルオロアルミノシリケートの微粒子とリン酸水溶液からなる知覚過敏抑制材であり、材料を歯面に擦り込まなくても浸透して効果を発揮するとされている。我々は、ナノシール塗布後の象牙質においてコンポジットレジン接着剤の接着強さが低下しないことを報告した(日本歯科保存学会第138回学術大会)。そこで今回は、ナノシールを塗布前の象牙質面性状が塗布後の接着強さに与える影響について検討した。

【材料および方法】

材料：コンポジットレジン MI ローフロー (以下：MLF) 並びにソラーレ(以下：SOL) (GC)の A3 シェードを用い、接着システムは G-Bond plus を使用した。象牙質面は、抜去後冷凍保存したウシ永久下顎前歯の象牙質を、(1) 処理なし群：耐水研磨紙#600 まで研磨、(2)リン酸群：研磨後、15 秒間リン酸エッチング、ならびに(3) 超音波群：研磨後、30 分間超音波洗浄とし、業者指示書に従いナノシールを塗布し被着面とした。

試料：指示書通りに接着操作を行い、各種レジンを内径 4mm 高さ 3.5mm のステンレスモールドに積層充填を行った(照射時間は合計 40 秒)。その後、37℃で、24 時間、相対湿度 100%にて保管した。

引張り試験および EPMA 分析：INSTRON 4204 でクロスヘッドスピード 0.5mm/min にて接着強さを測定した。各群の試料数は 12 とし、得られた値は One-way ANOVA, 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。また、ナノシール塗布後の象牙質試料表面の EPMA 分析 (SU8000, EDAX 日立ハイテック)を行った。

【結果】

引張り試験の結果を図に示す。

リン酸群 (MLF: 7.18 ± 2.15 MPa, SOL: 5.67 ± 2.15 MPa) は、超音波群 (MLF: 11.52 ± 5.28 MPa, SOL: 11.05 ± 2.58 MPa) に比較して有意に低い値を認めた。SOL では超音波群が処理なし群 (6.71 ± 2.69 MPa) より有意に高い値を示した。

EPMA 分析では、Si, Al, ならびに F の軽度の増加が試料面に一様に認められた。

【考察】

先に我々は、ナノシール塗布象牙質面で接着強さは低下しないことを報告した。今回は塗布前の象牙質歯面性状の接着強さへの影響を検討した。

リン酸処理による脱灰象牙質面に、(1)ナノシールが充分浸透できなかった、あるいは(2)ボンディング材がナノシール層を透過することができなかったため接着強さが低下したと考えられたがより詳細な化学的分析が必要と思われる。一方、超音波処理では歯質に化学的変化を与えることなくスマア層を除去し、ナノシールが十分に歯質に浸透し、接着強さを低下させることがなかったと考えられた。

本研究の結果よりナノシール塗布層を介しての接着のメカニズムを検討する必要性が示唆された。

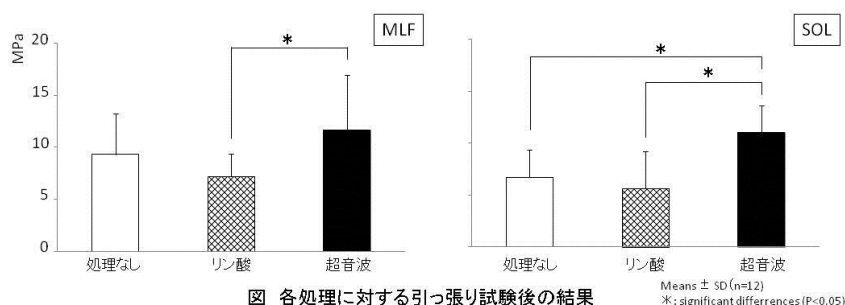


図 各処理に対する引張り試験後の結果

演題 P36 (修復)
[2603]

アパタイト光触媒配合歯磨剤による漂白に関するモデル研究

朝日大学 歯学部 歯科保存学分野歯冠修復学

○野田 陽子、亀水 秀男、駒田 裕子、玄 太裕、尾池 和樹、玉置 幸道、堀田 正人

Model studies on bleaching with toothpaste containing apatite photocatalyst

Asahi University

○NODA YOKO, KAMEMIZU HIDEO, KOMADA YUKO, GEN TAIYUU, OIKE KAZUKI, TAMAKI YUKIMICHI, HOTTA MASATO

〔研究目的〕我々は、光照射によって活性酸素を発生するリン酸カルシウム系の光触媒、すなわちアパタイト光触媒 (La-OAP 等) の開発とその特性 (色素分解, 吸着能, 抗菌性等) について報告してきた。前回, このアパタイト光触媒の応用展開として, 過酸化水素水との併用による歯の漂白について検討した結果, 漂白助剤として良好な結果が得られた。今回, 歯磨剤への応用可能性について, アパタイト光触媒を配合した歯磨剤を試作し, 着色モデル (アパタイト焼結体) を用いて, LED 光照射下での漂白効果について検討した。

〔材料および方法〕1. アパタイト光触媒 (La-OAP/HAP 複合体) の調整歯磨剤に配合するアパタイト光触媒として吸着性を有する La-OAP/HAP 複合体粉末 (可視光応答型) を使用した。複合体は, 75wt%-ランタンオキシアパタイト (La-OAP) と 25wt%-ハイドロキシアパタイト (HAP) との混合粉末を 1,400°C, 1 時間大気雰囲気下で加熱して作製した。加熱後, メノウ乳鉢で粉碎し, 200 メッシュのふるいにかけて粒径を整え, アパタイト光触媒の粉末試料として使用した。なお, La-OAP は, 前回と同様の方法にて合成し, HAP は, 湿式法 (100°C) により合成した。2. 着色モデルの作製 エナメル質の代替として, 市販の HAP 焼結体 APP-100 (10×10×2 mm, 相対密度 99%, PENTAX) を使用した。HAP 焼結体をメチレンブルー水溶液 (1,000~5,000 ppm) 中に 1~4 週間浸漬して, 青色に着色した焼結体 (着色モデル) を作製した。3. アパタイト光触媒配合歯磨剤の試作市販の歯磨剤ペースト (Kao クリアクリーン, 成分; 湿潤剤: ソルビトール液, 清掃剤: CC 顆粒, 無水ケイ酸, Zn 顆粒 a, 粘結剤: CMC・Na, 発泡剤: ラウリル硫酸塩, 香味剤: 香料, サッカリン Na, 薬用成分: モノフルオリロリン酸 Na, 塩化ベンゼトニウム, 清掃助剤: カルボキシメチルセルロース Na, 着色剤: 青 1) にアパタイト光触媒粉末 (La-OAP/HAP 複合体) を加えて, 配合量の異なる 3 種類の歯磨剤 (10, 20, 30wt% アパタイト光触媒配合) を試作し, 漂白効果に対する配合量の影響について検討した。コントロールとして, 市販歯磨剤ペーストをそのまま使用した。4. LED 光照射下での音波振動ブラシによるブラッシング試作歯磨剤ペーストを焼結体表面に適量塗布してから LED 光照射下でブラッシングを行った。ブラシは, 市販の音波振動ブラシ (フィリップス社) を使用した。焼結体表面にブラシ刷毛の先端を接触後, それからブラシを 1mm 下げた位置で固定して, 音波振動のみで 2 分間ブラッシングした。ブラッシング後, 歯磨剤を蒸留水で洗浄してから測色した。この操作を同じ焼結体について 30 回行い, 毎回測色した。漂白効果に対するブラッシング回数の影響について検討した。5. 測色と統計処理 測色は, 簡易測色計 Shade Eye NCC (松風) により行った。測色には CIE 1976 L*a*b* 表色系を用い, 漂白の程度は, 色差 (ΔE^*ab 値) と L*, a*, b* 値で評価した。各試作歯磨剤に対して 3 回 (n=3) 測定し, 各々の値の平均を求めた。有意差検定は, 一元配置分散分析と多重比較検定により行った。

〔結果と考察〕30 回のブラッシング後の色差 (ΔE^*ab 値) では, コントロール, 10wt% 配合歯磨剤, 20wt% 配合歯磨剤および 30wt% 配合歯磨剤との間にそれぞれ有意差 ($p<0.05$) がみられ, アパタイト光触媒の配合量が多い歯磨剤ほど, 漂白効果は大きいことがわかった。また, ブラッシング回数が多いほど, L* 値と色差 (ΔE^*ab 値) は増加した。これらの結果から, アパタイト光触媒配合歯磨剤は, 光照射下のブラッシングで, 着色モデルに対して漂白効果を示すことがわかった。アパタイト光触媒配合歯磨剤は, ブラッシングしなくても光照射下では漂白効果を示す可能性があるため, 今後ブラッシングの影響については詳細に検討する予定である。

演題 P37 (修復)
【2605】

ポリリン酸を含有する試作漂白材について一褐色鶏卵に対する効果一

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 歯科保存学講座 歯科理工学部門²

○小川 弘美¹、玉岡 慶鐘¹、東光 照夫¹、真鍋 厚史¹、宮崎 隆²

About the trial manufacture Bleaching system contains polyphosphate- The bleaching effect on brown egg shell-
Department of Conservative Dentistry Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology, Showa University
School of Dentistry,Tokyo,Japan¹, Department of Conservative Dentistry,Biomaterials and Engineering, Showa
University School of Dentistry,Tokyo,Japan²

○OGAWA HIROMI¹, TAMAOKA KEISHOU¹, TOKO TERUO¹, MANABE ATSUFUMI¹, MIYAZAKI TAKASHI²

【目的】生活歯の漂白法が広く一般臨床で行われるようになり、その処置の限界や個々の症例に対応できる漂白用薬剤や術式が求められている。わが国で現在、認可されている4種のHome Bleach材には、いずれも10%過酸化尿素が含まれている。近年、分割ポリリン酸と32%過酸化尿素および白金ナノコロイド等を含むHome Bleach用の漂白材「Poly(P)-Platinum Whitening」が歯科臨床で紹介されている。本報告では、分割ポリリン酸を含む漂白材を変色歯代替モデルとしての褐色鶏卵卵殻に作用させ、市販Home Bleach材と比較することでその効果を検討した。

【材料】使用した漂白材はPoly(P)-Platinum Whitening (TAB-LAB、以下PPPtと表記)、厚生労働省が認可しているNite ホワイトエクセル(Philips、以下NWE)である。他にPoly(P)-Platinum Whiteningに含まれているポリリン酸のみ(以下PPa)、過酸化尿素10%、20%、40%(以下CP10、CP20、CP40)を用いた。

【方法】市販の褐色鶏卵7個を、20分煮沸後、卵黄と卵白を除去し、漂白材を作用させる試料とした。即時重合レジンで卵殻表面の形態に沿ってシート状(厚さ2~3mm)に硬化させ、薬剤を作用させる直径約5.0mmの円形の窓を6個作成した。このシートを卵殻表面にスーパーボンドで固定し、この窓にそれぞれNWE、PPPt、PPa、CP10、CP20、CP40を注入した。薬剤作用時間は、1日につきNWEのみ2時間で、残りの5つの薬剤はそれぞれ1時間とし、これを14日間反復した。卵殻試料は37℃恒温槽に保管した。評価方法は卵殻の色調変化を松風Shade Eye NCCにより、作用前(baseline)、7日後、14日後にLab値を測定し、漂白前後の色差(ΔE^*ab)を算出した。得られた平均色差は、Scheffeテストを用い有意差($P>0.05$)で検定した。

【結果】図にbaselineから7日目、14日目までの各処理材による色差 ΔE^*ab 値を示す。NWE-PPPt間、NWE-CP10間ではいずれの期間でも有意差はなかった。PPa(ポリリン酸単体)による処置でも、7日目で ΔE^*ab が7.3、14日目で11.8となった。これらからポリリン酸含有の漂白材「Poly(P)-Platinum Whitening」は、褐色鶏卵に対して有効な色差の変化を示すことが認められた。ポリリン酸単体(PPa)でも、市販のHome Bleach材Nite White Excelと同等の色差の変化が認められた。なお、試片に使用した褐色鶏卵は池見ら*が簡便に漂白材の効果をスクリーニングする方法として報告している。

*参考文献:池見宅司ら;生活歯漂白ー漂白スタンダードとして褐色鶏卵卵殻の応用ー,日歯保存誌,50(4),471~478,2007.

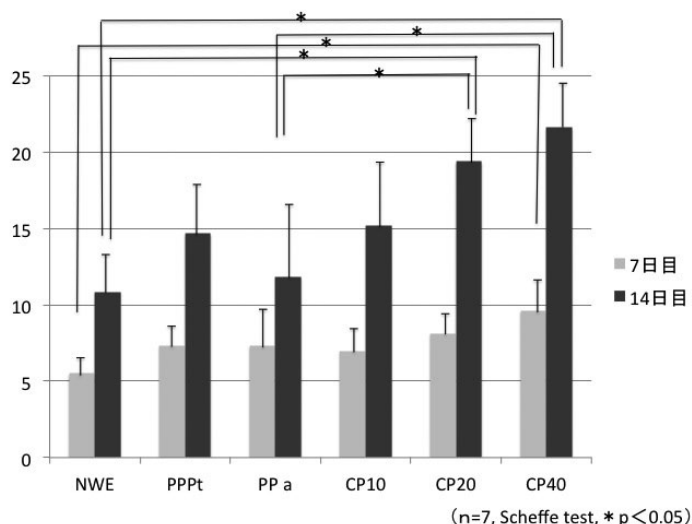


図 各処理材による色差 ΔE^*ab 値

S. mutans 血清型 *f* の WIG 合成能及び人工プラーク形成能の差異について

日本大学 松戸歯学部 保存修復学教室

○岡田 珠美、鈴木 英明、森 俊幸、岩井 啓寿、関根 哲子、藤田 光、池見 宅司、平山 聡司

The differentiation of WIG synthesis and artificial plaque formation ability among serotypes of *S. mutans*.

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo, Chiba Japan

○OKADA TAMAMI, Suzuki Hideaki, Mori Toshiyuki, Iwai Hirotooshi, Sekine Satoko, Fujita Kou, Ikemi Takuji, Hirayama Satoshi

【目的】演者らは、市販 Eric プライマー使用の rep-PCR を用いた *Streptococcus mutans* (以下 *S. mutans*) の血清型におけるバンディングパターンの差異についての研究を行っている。*S. mutans* は初期齲蝕の発症に深い関わりを持っており、血清型は *c, e, f* の 3 つである。また rep-PCR は高齲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と考えており、第 138 回本学会で、*S. mutans* 血清型 *f* の 2000bp におけるバンディングパターンが異なっていることを報告した。すなわち、血清型 *f* の中には 2000bp におけるバンドを有する株と無い株の 2 つが存在していた。この 2000bp におけるバンドは glucan-binding protein gene の一部であり、プラーク形成とデキストラン依存性の凝集能に関わっている。この事実を踏まえ今回は WIG(water insoluble glucan) 合成能とガラス試験管壁への人工プラーク形成能(固着能)について各血清型間で比較検討した結果、若干の知見を得たので報告する。

【材料及び方法】本学口腔微生物学講座保存のヒト口腔より分離し、各菌種同定検査により *S. mutans* であると同定、その後固有プライマーを使用し各血清型の同定検査の終了している *S. mutans* 血清型 *c, e* 及び血清型 *f* 株を本実験に供した。血清型 *f* 株数株は BHI 培地を用いた 37℃、一夜培養液より菌体を回収し、市販 DNA 抽出キットを用いて 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 ERIC とバッファーコンポーネントを用い、通法に従い rep-PCR を行った。rep-PCR 増幅産物は 2%のアガロースゲルを使用した電気泳動により分離した後、エチジウムブロマイド染色を行った。得られたバンディングパターンから 2000bp におけるバンドの有無により血清型 *f* 株を 2 つのグループに分け本実験に供した。(1) WIG 合成能試験：福島らの方法に従い以下のように行った。一夜培養菌を合成培地 M4 に殖菌後、一夜ローソク培養を行った。遠心培養上清を硫酸により回収し、PBS にて洗浄後、濃度調整したものを粗酵素標品とした。粗酵素標品に 100mM 酢酸緩衝液と 50mM ショ糖を加えたものをリアクションミクスチャーとし、これを 37℃で 18 時間培養後、340nm における濁度を測定し WIG 合成能とした。(2) ガラス試験管壁への人工プラーク形成能(固着能)：ショ糖入りの BHI 液体培地の入ったデイスボーザブルの試験管(10x75mm)に各前培養菌を殖菌、30 度に傾け 37℃で 18 時間ローソク培養を行った。培養試験管壁に付いている弱附着菌体をボルテックス及び超音波を用いて PBS 中に回収した。ガラス試験管壁に残った強附着菌体を超音波を用いて分離し、PBS 中に回収した。濁度計を用いて弱附着菌体および強附着菌体の濁度を測定し全濁度量(弱+強附着菌体の濁度)における強附着菌体の濁度量の割合をもってガラス試験管壁への人工プラーク形成能試験(固着能)とした。

【結果及び考察】(1)WIG 合成能：2000bp にバンドの無い血清型 *f* 菌株群は他の血清型菌株群に比べて優位に低い合成能であった。また 2000bp にバンドの有る血清型 *f* 菌株群と比較してもより低い合成能であった。(2) ガラス試験管壁への人工プラーク形成能試験：これに反して、固着能においては各血清型菌株 g 群間で差は認められなかった。本実験の結果から異なったバンディングパターンを有する血清型 *f* 菌株のグルカン合成能は、他の血清型菌株とは異なっている可能性が示唆された。このことは ERIC プライマーを使用した rep-PCR で 2000bp にバンドを持たない血清型 *f* 菌株群は他の血清型に比較して低い齲蝕原生を持つ可能性が考えられる。今後、血清型 *f* の菌株数を増やし、今回の齲蝕原生試験の他に酸産生能試験や耐酸性能試験を行い、齲蝕原生の違いについて検討する予定である。

演題 P39 (修復)
【2603】

コンポジットレジンの歯ブラシ摩耗について—市販の歯磨剤を使用して—
昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 美容歯科学部門¹
昭和大学 歯学部 歯科保存学講座 歯科理工学部門²
○京泉 秀明¹、山田 純嗣¹、鈴木 敏光¹、真鍋 厚史¹、宮崎 隆²

Toothbrush abrasion of resin composite -With commercial toothpastes-

Department of Conservative Dentistry, Division of Aesthetic Dentistry and Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry, Tokyo, Japan¹, Department of Conservative Dentistry, Biomaterials and Engineering, Showa University School of Dentistry, Tokyo, Japan²
○KYOIZUMI HIDEAKI¹, YAMADA JUNJI¹, SUZUKI TOSHIMITSU¹, MANABE ATSUFUMI¹, MIYAZAKI TAKASHI²

【緒言】

現在、様々な種類の歯磨剤が市販されている。そのほとんどにおいて研磨剤が配合されているが、研磨剤無配合のものもある。

今までの保存学会において、研磨剤の有無、歯ブラシの毛の硬さや歯ブラシに加える荷重の大きさなど、コンポジットレジン歯の歯ブラシ摩耗に与える因子について検討してきた。その結果、研磨剤を使用しない場合には歯ブラシ摩耗は全く認められず、毛の硬さは歯ブラシ摩耗深さに大きな影響は与えなかった。また、歯ブラシの荷重の違いは、荷重が大きくなると摩耗深さは増加していくが、増加の割合はしだいに小さくなる傾向を示した。

前回まで、歯ブラシ摩耗の研磨剤として炭酸カルシウムを使用してきたが、今回は、市販の歯磨剤を使用してコンポジットレジン歯の歯ブラシ摩耗に及ぼす影響について検討した。

【材料および方法】

摩耗材料は、パルフィークエステライトペースト（トクヤマデンタル）を使用して、3×3×12mmの試料を作製した。試料は相対湿度100%、温度37℃の恒温槽中に1時間放置した後、37℃の蒸留水中に23時間保管した。摩耗試験直前に#1000のシリコンカーバイトペーパーを使用し研磨した。

摩耗試験は試作の歯ブラシ摩耗試験機（東京技研）を使用し、歯ブラシはプロスペックスリム（ジーシー）を使用した。摩耗試験は毎分60回で、歯ブラシにかかる垂直荷重は500gfとした。歯磨剤として、研磨剤配合のホワイト&ホワイト（ライオン）、ザクト（ライオン）、炭スミガキ（小林製薬）の3種類、研磨剤無配合のデントヘルス 無研磨ジェル（ライオン）、薬用シコンコート（小林製薬）の2種類を使用した。スラリーは、歯磨剤と蒸留水の割合が重量比1:3になるように調製した。繰り返し回数は5万回とし、表面粗さ輪郭形状測定機（SURFCOM 480A, 東京精密）で摩耗面の形状を記録し、記録紙上でその最大の深さを計測し、歯ブラシ摩耗深さとした。試験開始前後の表面粗さ（Ra）を測定した。試料数は各群10個とした。

各材料について、歯ブラシ摩耗深さの比較には一元配置分散分析を使用し、多重比較検定にはTukey-Kramerを使用した。また、摩耗前後の表面粗さの比較にはt検定を使用した。有意水準はそれぞれ5%とした。

【結果および考察】

5万回の歯ブラシ摩耗深さはザクトが最も大きく、ホワイト&ホワイト、炭スミガキの順で小さくなった。デントヘルス 無研磨ジェル、薬用シコンコートは摩耗しなかった。

5万回の表面粗さは、デントヘルス 無研磨ジェル、薬用シコンコートでは摩耗前後で有意差は認められず、他の3種類では有意差が認められ、摩耗後で粗さが大きくなった。

歯磨剤において研磨剤の配合されているものは、5万回後の歯ブラシ摩耗深さに影響を与え、表面粗さにも影響を与えた。

演題 P40 (修復)
【3102】

フロアブルコンポジットレジン基礎的な研究 (その2) - 長期保管による着色性の違いについて -

神奈川県立歯科大学 大学院歯学研究科 歯科理工学講座¹

神奈川県立歯科大学大学院歯学研究科 歯制御修復学講座²

○原 健一郎¹、大橋 桂¹、寺中 文子¹、三宅 香¹、芹田 枝里¹、緑野 智康¹、椎谷 亨²、向井 義晴²、
二瓶 智太郎¹

Basic study on the flowable resin composites (Part. 2)-Effect of polished and non-polished surface on color changes after long storage-

Department of Dental Materials Science, Graduate Dental School, Kanagawa Dental University¹,

Department of Cariology and Restorative Dentistry, Graduate Dental School, Kanagawa Dental University²

○HARA KENICHIRO¹, OHASHI KATSURA¹, TERANAKA AYAKO¹, MIYAKE KAORI¹, SERITA ERI¹, HIDONO TOMOHIRO¹, SHIYA TORU², MUKAI YOSHIHARU², NIHEI TOMOTARO¹

【目的】近年、直接修復用コンポジットレジンとしてフロアブルレジンが各社より市販され、流動性もある程度コントロールでき、附形性も良くなり簡便な操作性から頻用されている。また、日常臨床においてフロアブルレジン充填後、審美性が良好なため、研磨操作を行わないで放置する場合もある。第139回本学会学術大会において、光重合後の研磨操作に着目し、研磨の有無による着色性を検討し、未研磨群は着色しやすい状態であることを報告した。今回は、さらに長期間後の着色性について検討することを目的とした。

【実験材料ならびに方法】実験に供した材料は、市販フロアブルレジンとして Estelite Flow Quick L サイズ (EFQ ; Tokuyama Dental, A1, Lot.J1181), Clearfil Majesty LV (CML ; Kuraray Medical, A1, Lot.0202BB), MI Fil (MIF ; GC, A3, Lot.1305231), Tetrik N-Flow (TRF ; Ivoclar Vivadent, A3, Lot.J23953), 市販ペーストタイプレジンとして Clearfil Majesty ES-2 (ES2 ; Kuraray Medical, A2, Lot.1J0001) の計5種とした。試料は直径13mm、厚さ5mmのポリエチレンモールド内にコンポジットレジン充填し、スライドガラスを介して1kgの荷重を1分間加えた後、上下面から光照射器 (Optilux LCT, Kerr) にて60秒間光照射して硬化させて作製した。その後、圧接面から約0.5mmを削除するように耐水研磨紙にて#4,000まで全面を研磨し、ラッピングフィルム#15,000 (3M ESPE, Minnesota, USA), そしてダイヤモンド砥粒とバフを用いて鏡面研磨を施し、蒸留水にて30秒間超音波洗浄した。洗浄後、側面と裏面はネールヴァーニッシュを塗布した。また、光照射のみの未研磨群も同様に作製し、以下の実験に供した。1. 着色試験; 茶葉3.5gに沸騰蒸留水100mlを加え、90秒間放置して抽出した後、濾紙 (Advantec, #5A) を用いて濾過し緑茶抽出液を得た。1試料に対して5mlの抽出液を浸漬し、37℃にて保管した。抽出液の交換は1日ごととして28日間保管した。また、蒸留水浸漬の群も作製し同期間で交換を行い、大気中保管群も同様に作製した。各保管群の試料数は3個とした。2. 色差測定; 各保管した試料表面を色彩色差計 (CR241, ミノルタ, 測色径1.8mm) にてL*a*b*表色系により測色し、着色試験7, 14, および28日後を測定した。測色に際しては試験片をエアーにて軽く乾燥して1試料3箇所を測定し、その平均値を試料の値とした。なお、色差は以下の ΔE^*ab で算出した [$\Delta E^*ab = (\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2)^{1/2}$]。色差の有意差は95%以上の人が色差を感じることができるとされる ΔE^*ab の平均値が1.2以上を以て検定した (日本色彩研究所の調査による。(財)日本色彩研究所編: カラーマッチングの基礎と応用; 第1版, 日刊工業新聞社, 東京, 183-255, 1991)。

【結果および考察】28日間の着色試験の結果、未研磨群はフロアブルレジン、ペーストタイプレジンに関わらず、大気中保管群と蒸留水保管群と比べて明らかに着色を生じた。特にTRFの着色群が大気中保管群および蒸留水保管群と比較して有意な色差を示した。研磨群の着色性は未研磨群と比べて、また大気中保管群および蒸留水保管群と比べて有意な色差は認められなかった。特に、EFQは他のレジンと比べて、未研磨群および研磨群ともに着色性が低かったことより、構成されるレジン成分の違いによると考えられた。以上の結果より、フロアブルレジンペーストタイプレジンと同様に光重合後に表層に未重合層が存在することから、研磨操作により長期間において着色が抑えられることが示唆された。

【謝辞】本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究 (C) 25462973 にて実施した。