

オーラルケアに関する研究
-とくに東日本大震災および福島第一原発事故が幼若永久歯に及ぼした影響について-
医療法人社団馨会
○山田満憲

A study on Oral Care
Influence of the Great East Japan Earthquake and Fukushima Nuclear Disaster on the Immature Permanent Teeth
Homare-kai medical corporation
○YAMADA Mitsunori

【研究目的】

医療法人社団馨会では、大正6年開業（譽田歯科醫院）から健康で明るく生活できるようライフステージに沿った口腔領域のプライマリーケアを継続的に行ってきた。とくに福島県における学校歯科保健の報告では、う蝕罹患率は全国平均と比べ有意に高く、その改善が望まれるところである。そのような経緯により当法人においては、特に幼若永久歯のう蝕予防の見地から定期的なメンテナンスを行っている。しかし、平成23年3月11日に発生した東日本大震災および福島第一原発事故以降、すべてのライフステージにおいて口腔内の環境悪化から来院する患者が急増している。そこで今回、災害が幼若永久歯に及ぼした影響について調査したのでその概要を報告する。

【方法】

う蝕予防を目的としたメンテナンスで通院し、また第一大臼歯萌出から3年以内の患者を無作為に10名抽出した。さらに、対象者には本調査の主旨説明を含むインフォームドコンセントを行い、第一大臼歯の萌出開始年齢、歯の脱灰状態、震災後の生活環境を調査した。脱灰の状態は、当法人でメンテナンスの度に計測している光学式う蝕検出装置ダイアグノデント（GC、以後Dd）の値にて震災の前後において相対評価を行った。また、生活環境として、1）震災後の断水期間、2）水道水における放射性物質検出後の水道水摂取制限期間、3）水道水摂取制限解除後それぞれにおける食生活状況、およびブラッシング状況についてアンケート調査を行った。

【結果および考察】

Ddの値は、対象者および部位によってばらつきがあるものの、震災後において値の上昇がみられるものがあつた。当該地域の断水期間は震災当日から3月21日までの10日間であり、断水解除後は行政機関による放射性物質の水質調査が行われた。放射性ヨウ素は、3月21日に23ベクレル/kg検出され、それ以降減少し4月11日からは検出されていない。また放射性セシウムはいずれの期間も検出されていない。断水期間も、旧家が多いこの地域では備蓄食糧および井戸水の使用から食生活およびブラッシング状況に大きな変化はみられなかった。しかし、水道水および簡易水道（井戸水）における放射性物質検出による摂取制限以降から制限解除後の現在まで、水道水摂取が控えられ、ミネラルウォーターの使用が多くなった傾向がみられた。その代替として清涼飲料水による水分摂取、および戸外の放射線量の影響から室内で過ごす時間が多くなりスナック菓子摂取の頻度が高くなる傾向があつた。また、多世代同居および精神的ストレスよると考えられるシュガーコントロールの難しさもみられた。

【結論】

定期的にメンテナンスで来院する患者の口腔内に対する意識は高く、ブラッシングの頻度は震災前後で変わらないものの、ショ糖を摂取する頻度が高くなれば口腔環境を悪化させ、特に幼若永久歯に影響を及ぼしたことが考えられ、短期間でもDdの値の上昇につながったものと推察された。

CEREC AC システムにより作製されたオールセラミッククラウンのマージン部適合性の評価

東京歯科大学歯科保存学講座

○堀内 章, 間 奈津子, 宮下 卓, 手銭親良, 副島寛貴, 吉澤佑世, 森永一喜, 中川寛一

Conformity assessment of the all-ceramic crown margin made by CEREC AC systems

Department of Endodontics and Clinical Cariology, Tokyo Dental College

○HORIUCHI Akira, AIDA Natsuko, MIYASHITA Takashi, TEZEN Chikara, SOEJIMA Hiroataka,

YOSHIZAWA Yuusei, MORINAGA Kazuki, NAKAGAWA Kan-ichi

【目的】

CAD/CAM システムのソフトウェアの改良に伴い、修復物の適合精度や色調、操作性は向上し、本システムの応用による審美的な歯冠修復処置の臨床的選択基準が大きく変化している。加えて、より適合精度の高い修復物を作製するために、支台歯の最適な形成方法、更には CAD/CAM システムの特性を把握する必要がある。特に、CAD/CAM によるオールセラミック修復における辺縁漏洩は、厚みを必要とすることから、修復物の将来の成功率と耐久性に影響を及ぼすことが報告されている。本研究では、CEREC システムの最新ソフトウェアである CEREC AC を用いて、オールセラミック修復のマージン形態と適合性を、3D レーザー顕微鏡で計測し比較検討した結果を報告する。

【材料および方法】

試料は下顎左側第一大臼歯レジン製人工歯（ニッシン）と CEREC Blocs (S4-O 14mm, Sirona Dental Systems, Inc.: Germany) を用いた。レジン歯は、辺縁形態をシャンファー、全周 1.5mm のショルダー、ラウンドショルダーの 3 種類を作製し、支台高径 5mm としたクラウン支台歯の規格模型を作製し使用した。光学印象採得を行うにあたり、口腔内と同様の環境を想定し、直接法として顎模型上に固定した形成済み人工歯および隣在歯へ酸化チタン噴霧し、印象採得を行った。CEREC AC のマニュアルに従って設計を行い、オールセラミッククラウンを作製後、エスティックセメント（クラレメディカル）にて支台歯に接着した。その後、低荷重試験機を用いて 10kgf の荷重を 10 分間作用させた。マージン部適合性の測定は、ミニラボカッター（マルトール：東京）を用いて試料を近遠心的に切断し、辺縁および内面の 9 点におけるセメント厚さを 3D 測定レーザー顕微鏡（LEXT OLS4000, OLYMPUS）を用いて各々 5 回計測した。計測点は、頬側マージン、頬側軸面、頬側軸角、頬側髓軸角、咬合面、舌側髓軸角、舌側軸面、舌側軸角、舌側マージンの 9 点とし、得られたデータは二元配置の分散分析及び Turkey の多重検定法を用い、適合性、特に辺縁適合性に与える影響を検討した。

【結果および考察】

セメント厚さは、頬側マージン部におけるシャンファー平均 92.25 μ m、ショルダー平均 113.41 μ m、ラウンドショルダー 130.51 μ m であった。舌側マージン部におけるシャンファー平均 177.30 μ m、ショルダー平均 100.45 μ m、ラウンドショルダー平均 73.01 μ m であった。頬側マージン部における辺縁形態による有意差は認められなかった。しかし、舌側マージン部においてシャンファー形態に対しショルダー、ラウンドショルダー共に有意差が認められた ($P > 0.05$)。

また、9 計測点を測定した結果、ショルダー、ラウンドショルダーに比較しシャンファーでは各計測点でのばらつきが認められた。特に、頬側及び舌側マージン部、咬合面部における値のばらつきが著しいことが認められた。各計測点におけるセメント厚さは、シャンファー、ショルダーに比較しラウンドショルダーで厚さが小さいことが分かった。

このことから、辺縁の形態はショルダー、ラウンドショルダーの適合精度が高く、クラウン修復物辺縁適合性の臨床許容範囲内であることが分かった。また、辺縁形態をラウンドショルダーに設定することで、各計測点における内面適合精度が臨床許容範囲内になることから、辺縁形態がクラウン修復物の内面適合精度に影響を及ぼすことが示唆された。

コンポジットレジンの歯ブラシ摩耗について—摩耗深さおよび表面性状—

昭和大学歯学部 歯科保存学講座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
○京泉秀明¹, 山田純嗣¹, 鈴木敏光¹, Finger Werner J.², 兼平正史², 小松正志², 久光 久¹

Toothbrush abrasion of resin composite -abrasion depth and surface morphology-

Department of Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry¹
Division of Operative Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tohoku University Graduate
School of Dentistry²

○KYOIZUMI Hideaki¹, YAMADA Junji¹, SUZUKI Toshimitsu¹, FINGER Werner J.², KANEHIRA Masafumi²,
KOMATSU Masashi², HISAMITSU Hisashi¹

【緒言】

近年、コンポジットレジンにおいて、審美性や操作性および強度などの向上を目的として、フィラーのサイズをナノサイズにし、さらにナノハイブリットにするテクノロジーを取り入れた製品が市販されてきている。そこで、今回はナノフィラーを配合したコンポジットレジンの歯ブラシ摩耗試験後の摩耗深さおよび表面性状について検討した。

【材料および方法】

Venus® (VEN, microhybrid, Heraeus Kulzer)、Venus® Diamond (VED, nanohybrid, Heraeus Kulzer)、Venus® Pearl (VEP, nanohybrid, Heraeus Kulzer)、MI FIL (MFI, nanohybrid, GC) の4種類のコンポジットレジンを使用した。それぞれの材料を使用して、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。それぞれ10試料について摩耗試験直前に#600および#4000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(GC)を使用した。摩耗試験は毎分60回で、歯ブラシにかける垂直荷重は500gfとした。研磨剤は、炭酸カルシウム飽和水溶液を使用した。繰り返し回数は最大5万回とし、1万回ごとに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、研磨剤は新しいものと交換した。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。試験開始前および各回ごとに摩耗面の表面粗さ(Ra)を測定した。5万回の摩耗試験後、それぞれグループの代表例でSEM観察(VE-8800, キーエンス)を行った。

【結果および考察】

歯ブラシ摩耗深さは、4種の材料とも経時的に深さが直線的に増加していく傾向を示した。5万回後最大摩耗深さを示したのがVEN(#600:522μm, #4000:403μm)で、続いてMFI(445μm, 271μm)、VEP(219μm, 179μm)、VED(36μm, 43μm)の順であった。また、#600と#4000の研磨面の比較では、VEDは5万回後の摩耗深さに差は認められなかったが、他の3材料では#600の方が#4000よりも大きい摩耗深さを示した。

試験開始前、4材料の表面粗さの差はわずかであった(#600:0.11~0.18μm, #4000:0.05~0.08μm)が、摩耗試験後はVED:1.35~1.51μm、VEP:0.26~0.33μm、VEN:0.10~0.16μm、MFI:0.09~0.18μmを示した。

図に#600で研磨した4材料の5万回後のSEM写真を示す。

今回の試験から、歯ブラシ摩耗試験後の摩耗深さと表面粗さはコンポジットレジンに含有するフィラーの量、タイプ、粒径に影響されることが推察された。

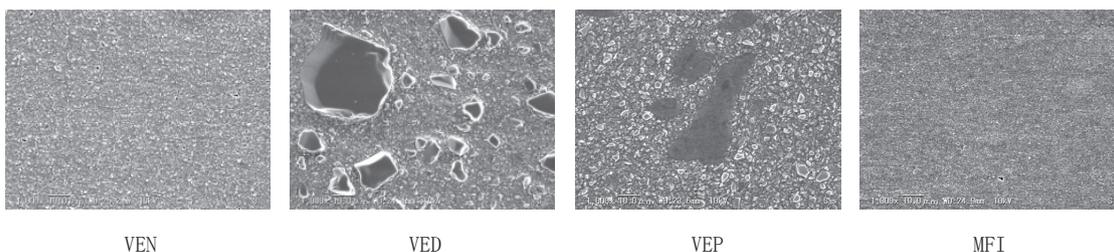


図 歯ブラシ摩耗5万回後のSEM写真(×1000)

新規支台築造用レジンコアシステムに関する研究

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

○竹内晶子, 西村麻衣子, 星加知宏, 西谷佳浩, 吉山昌宏

A study of a newly designed resin core system

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

University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

○TAKEUCHI Akiko, NISHIMURA Maiko, HOSHIKA Tomohiro, NISHITANI Yoshihiro, YOSHIYAMA Masahiro

【研究目的】 審美修復治療の需要の高まりに伴いノンメタル修復が可能であり、かつメタルコアに比較して歯質に近似した弾性係数を有するレジンコアシステムが支台築造の際に選択されることが増えている。しかしながら、支台築造の際に照射を行うシステムにおいては、それらの多くがデュアルキュア方式ではあるものの、深部での重合性については不明な点が多い。このたびクラレメディカル社からオートミックスタイプのデュアルキュアレジンコアペーストと1ステップタイプのデュアルキュアボンディングシステムから構成される支台築造システムが開発された。本研究では、このシステムの象牙質接着強さならびに接合界面の微細構造について、市販のクリアフィル DC コアオートミックス (クラレメディカル)、クリアフィル DC ボンド (クラレメディカル) と比較検討を行った。

【材料および方法】 抜歯後冷凍保管された新鮮抜去歯 12 本を実験に供した。歯冠部中央付近の象牙質平坦面を耐水研磨紙 (#600) で研削した面を被着面とした。ボンディングレジンとして、新規ワンステップボンディング材 (以下 MTB-200) またはクリアフィル DC ボンド (以下 DC ボンド) を、レジンコアペーストとして新規デュアルキュア型レジンコア (以下 NDC-100) またはクリアフィル DC コアオートミックス (以下 DC コア) を使用した。歯面に対してボンディングレジン塗布後、MTB-200 は 10 秒間、DC ボンドは 20 秒間静置後にエアーで乾燥を行い、照射をそれぞれ 10 秒間、20 秒間行った。MTB-200 で処理した場合は NDC-100 を、DC ボンド処理した場合は DC コアを築盛して照射を行わず 10 分間静置した。ボンディングレジン照射しない場合についても同様に試料を作製して、各群 3 本の試料とした。得られた試料を 24 時間、37°C 水中保管後に、歯軸と垂直方向に厚さ 1mm に切断した切片を被着面が約 1mm² となるようにダンベル型にトリミングを行い、微小引張接着強さを測定した。各群の切片 2 つは接合界面の走査電子顕微鏡観察用に使用した。

【結果】 引張接着強さの結果を表に示す。NDC-100 および DC コアは照射を行わない場合は平均値が低い傾向を示すが、照射を行う場合に比べて接着強さに有意差はなかった。さらに NDC-100 は照射の有無に関わらず DC コアよりも高い値であった。全ての条件において破断面形態は主として象牙質とボンディングレジンの混合破壊であった。接合界面はいずれの条件においてもレジンコア/ボンディングレジン/象牙質が緻密かつ連続的に観察された。

【考察】 MTB-200 は照射が十分ではない環境下にお

いても性能を発揮できるように、新規光重合触媒および化学重合促進剤に加えて親水性かつ硬化後の強度が高い多官能親水性モノマーが配合されており、NDC-100 は MTB-200 との接触で化学重合が可能な新規重合促進剤が配合されている。その結果、照射を行わない条件においても NDC-100 は十分な性能を発揮できたと考えられる。照射が十分に行えない環境下においても優れた性能を発揮する NDC-100/MTB-200 を応用した支台築造システムは、臨床応用が期待される。

各支台築造システムの象牙質引張接着強さ(MPa±S.D.)

	照射(+)	照射(-)
NDC-100/MTB-200	49.4±8.1 ^a	46.3±4.3 ^a
DCコア/DCボンド	32.7±5.4 ^b	27.3±2.5 ^b

異なる文字は有意差あり(p<0.05)

N=8

垂直線間は有意差あり(p<0.05)

新規デュアルキュア型レジンコア材料を用いた支台築造システムにおける 根面接着様相の評価

大阪大学大学院歯学研究科統合機能口腔科学専攻顎口腔機能再建学講座歯科補綴学第一教室¹,
大阪大学歯学部附属病院口腔総合診療部²
○松本真理子¹, 三浦治郎², 矢谷博文¹

Evaluation of adhesion of newly developed resin composite to radicular dentin in a direct resin core build-up method

Department of fixed Prosthodontics, Osaka University Graduate School of Dentistry¹,
Division for Interdisciplinary Dentistry, Osaka University Dental hospital²
○MATSUMOTO Mariko¹, MIURA Jiro², YATANI Hirofumi¹

【目的】

根管処置歯に対する支台築造法として、歯根破折対策、審美性向上、および歯質保全という観点から、支台築造用コンポジットレジンを用いた方法が臨床で多用されるようになってきている。しかし、歯冠部象牙質に対するレジンの接着強さに比べて、根管象牙質に対する接着強さは低いとの報告が多くなされている。現在、支台築造用レジンにはデュアルキュアの製品が主流であるが、光の到達不足によって起こるレジンの未重合部の存在が接着強さの低下を引き起こす原因の一つとして考えられている。そこで本研究では、従来型レジンコア材料、および従来型に化学重合を強化した新規レジンコア材料を用い、根管象牙質の接着に関して、引張接着試験と界面の走査型電子顕微鏡観察および元素組成分析を行い、具体的に接着界面の評価を行うことを目的とした。

【材料と方法】

1) 試料の作製

う蝕に罹患していないヒト抜去犬歯と単根管小臼歯をセメントエナメル境で歯軸に対して垂直に切断したのち、Kファイルにて#80 まで拡大した。拡大中は根管を次亜塩素酸と過酸化水素水で交互洗浄を行った。根管を十分に乾燥させた後、ガッタバーチャポイントで側方加圧にて根管充填を行った。37°C水中に24時間保管したのち、根管形成バーでポストの長さをセメントエナメル境より10mmの長さに統一して、注水下にて形成を行った。根管清掃ブラシを用いてポストスペースの洗浄を行った後、ペーパーポイントとエアブローで十分に乾燥を行った。ボンディング剤にはDC bondおよび試作ボンディング剤(MTB-200, クラレメディカル)を、支台築造用レジンにはDC コアオートミックスおよび試作レジン(NDC-100, クラレメディカル)を用い、マニュアルに従って支台築造を行った。

2) 引張試験

試料を37°C水中に24時間浸漬したのち、0.2mm厚さのダイヤモンドディスクにて、セメントエナメル境より1mmの厚みで試料を切り出し、さらに根管部分を含む部位で1mm幅のサンプルを、一歯につき6本切り出した。全てのサンプルを、小型卓上試験機EZ-test(島津製作所)を使用してクロスヘッドスピード1mm/min.にて微小引張試験を行った。

4) 界面観察および元素分析

界面は、走査型電子顕微鏡(S-5200 日立製)にて1,500~2,500倍にて観察を行った。また、同一倍率にてエネルギー分散型X線分析装置(GENESIS EDAX 社製)を用いて、断面の元素組成分析を行った。

【結果ならびに考察】

接着強さは、従来型および新規レジンコア材料ともに、根管象牙質の歯冠側で高く、根尖方向にいくに従って減少する傾向があった。化学重合を強化した新規レジンコア材料は、従来型と比較して、根尖部での接着強さは高い傾向にあった。光の到達が難しい根尖側の接着において、化学重合の強化がレジンコアの接着に効果的であることが示唆された。

本研究の一部は、平成23年度文部科学省化学研究補助金若手研究(B)22791831の補助および文部科学省ナノテクノロジーネットワークプロジェクト(阪大複合機能ナノファウンダリ)の支援を受けて実施されました。

東北大学病院で使用されている光照射器の照射光量の3年後の変化

東北大学大学院歯学研究科 口腔修復学講座 歯科保存分野

○遠藤達雄, 星野圭美, 笹崎弘己, 小松正志

The change of light-cure units intensity using in the Tohoku University Hospital after 3 years
Division of Operative Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Tohoku University Graduate
School of Dentistry

○ENDO Tatsuo, HOSHINO Tamami, SASAZAKI Hiromi, KOMATSU Masashi

【研究目的】

一般歯科臨床において最も高頻度に行われる治療の一つであるコンポジットレジン修復において必須の診療器具である光照射器の照射光量の低下は、コンポジットレジンレジン修復の予後に大きな影響を与える因子の一つであるコンポジットレジンと歯質間の接着に影響を与える可能性がある。本研究の目的は日常の臨床で用いられている光照射器の経年使用による光量低下の有無について調べることにある。

【材料および方法】

照射光量計として DENTSPLY 社製 Cure Rite™ を用いた。東北大学病院保存修復科外来に設置されているハロゲンタイプ9台 (Glip Light II; Shofu: 5台, Acta; Satelec: 2台, New Light VL-II; GC: 2台) および LED タイプ2台 (G-Light; GC: 1台, Curenos; Shofu: 1台) 計 11台の光照射器の照射光量を測定し、3年経過後に再度測定を行い比較した。測定回数は各群5回とした。

【結果および考察】

1. 3年後の照射光量の変化

今回測定に用いた光照射器の照射光量の平均値は、試験開始時点ではハロゲンタイプで $415 \pm 21 \text{mW/cm}^2 \sim 982 \pm 13 \text{mW/cm}^2$ 、LED タイプで $1455 \pm 11 \text{mW/cm}^2 \sim 1739 \pm 8 \text{mW/cm}^2$ を示した。3年経過後ではハロゲンタイプで $66 \pm 9 \text{mW/cm}^2 \sim 881 \pm 19 \text{mW/cm}^2$ 、LED タイプで $1385 \pm 9 \text{mW/cm}^2 \sim 1711 \pm 27 \text{mW/cm}^2$ を示した。

2. 試験期間途中で修理の有無が光量変化に与える影響

全11台の光照射器のうち途中で故障により修理を行った光照射器が3台あった。途中で修理を行わなかった8台についてはすべてにおいて照射光量の低下が認められ、二元配置分散分析 (Two-factor factorial ANOVA) によって有意であった ($P < 0.05$)。途中修理を行わなかった群では3年間使用後にハロゲンタイプでは初期値の9%から98%を、LED タイプでは初期値の95%から98%を示した。ハロゲンタイプのうちの1台においては初期の照射光量が $783 \pm 12 \text{mW/cm}^2$ から $66 \pm 9 \text{mW/cm}^2$ へと急激な低下を示していたが、ハロゲンランプの球切れが発生していなかったために術者によって使用し続けられていた状態であった。これに対して途中で故障により修理を行った3台については3台すべてにおいて照射光量の上昇が認められ、二元配置分散分析 (Two-factor factorial ANOVA) によって有意であった ($P < 0.05$)。3年間使用後において初期値の104%から120%を示した。長期間の照射器使用により術者の気付かないうちにきわめて大きな光量低下が起こる事例が観察されたため、光照射器には定期的な光量の検査が必要であることが示された。

【結論】

- 11台の光照射器のうち、3年間の期間内に故障により修理を行った光照射器が3台あった。
- 長期間の照射器を使用しているうちに、術者の気付かないうちにきわめて大きな光量低下が起こることがあるため、光照射器には定期的な光量の検査が必要であることが示された。
- 長期間の光照射器の使用により、途中で修理等のメンテナンスを行っていない機種については有意に照射光量が低下していた。

試作レジンコーティング材の材料学的性質

日本大学松戸歯学部 保存修復学講座

○周 秦, 関根哲子, 根本章吾, 岩井仁寿, 小里達也, 西山典宏, 池見宅司

Physical Properties of Trial Resin Coating Material

School of Dentistry at Matsudo, Nihon University School

○ZHOU Qin, SEKINE Satoko, NEMOTO Shogo, IWAI Hitoshi, ORI Tatsuya, NISHIYAMA Norihiro, IKEMI Takuji

【研究目的】今日、歯質とコンポジットレジンが強固に接着するシステムが開発され、従来の修復治療の術式を含めた概念が変化してきた。その一つとして、レジンコーティング法が挙げられる。このコーティング法は、生活歯のインレー修復窩洞形成後の象牙質知覚過敏や窩洞汚染の予防、さらにはインレー体の歯質接着性向上を図る上で有意義な治療手法となりつつある。最近では、レジンコーティングを主目的としたワンステップ型のコート材が市販されるようになり、演者らは市販のハイブリッドコート（サンメディカル HyC）にトリメチロールプロパントリメタクリレート（TMPT）を配合した試作レジンコーティング材の象牙質接着強さを検討した。その結果、HyC中のアクリル酸エステル成分（Ac）とTMPTを67:33%重量比で配合した試料において、象牙質とのせん断接着強さが高くなることが判明し、報告を行った。しかし、TMPTをモノマーとして歯質接着システムに応用した報告がみられず、このTMPTを配合した材料の材料学的性質を調べることを目的として実験を行った。本実験では、AcとTMPTの重量比を変化させて、市販HyCに配合した試料のヌーブ硬さと曲げ強さについて検討した。

【材料および方法】試料はAc:TMPTを100:0(T0)、67:33(T33)、33:67(T67)そして0:100%(T100)の重量比とし、各40gを褐色ナスフラスコに入れ、ロータリーエバポレータを用いて50℃の温度条件下で、重量変化が無くなるまで溶媒成分を留去した。これを、曲げ強さ試験用のテフロン型(4mm×30mm×2mm厚)に填入し、セロハンを介したガラス板で圧接した後、α-ライトIIにて照射を10分間(片面5分)行った。得られた硬化体を、#600の耐水研磨紙で表面研磨した後、80℃で72時間減圧乾燥し、これを曲げ強さ試験用硬化体とした。曲げ強さは支点間距離を10mmとし、インストロン型万能試験機(TG-KN, Minebea)にてクロスヘッドスピード2.0mm/minの条件で測定した(N=5)。ヌーブ硬さは同一試料の両端を3μmインペリアルラッピングフィルム(3M)で研磨して、島津微小硬度計(HNV-2000)にて50g/20secの条件で測定した(N=10)。

【成績】曲げ強さは、TMPTの配合比が大きくなるに従って減少する傾向を示した。ヌーブ硬さに関しては、TMPTの配合比が大きくなるに従って高くなり、T100では37Hkを示した。なお、T33は曲げ強さは市販製品よりも減少する傾向を示し、ヌーブ硬さは高くなることが判明した。

【考察】TMPTは3つの官能基を有しており、レジンコーティング材に配合することで、歯質との接着では架橋密度を増加させて接着強さの向上が期待できる。さらに、重合後も未反応基が存在するために、その上に応用されるフロアブルレジンと未反応基が重合することで安定した接着強さが得られるものと推測され、優れたコーティング材になるものと考えた。そこで、アクリル酸エステルとTMPTの配合比を変化させてHyCに添加したレジンコーティング材を試作し、象牙質に対するせん断接着強さを調べてT33が最も高いせん断接着強さを示したが、その材料学的性質は不明であった。本実験では、TMPTをコート材に配合して得られる材料学的性質の変化を調べ、今後の新材料開発に役立つ情報を得ることを目的として実験を行った。そして、曲げ強さとヌーブ硬さについて検討した結果、TMPT配合比の影響は、両者に関して逆の挙動を示した。曲げ強さに関しては、TMPT配合比を大きくすると減少する傾向を示した。この現象は、TMPT配合比を大きくすると材料自体の強さが低下してくるものと考えられた。また、ヌーブ硬さはTMPT配合比を大きくすると高くなり、TMPTを多く配合すると材料の脆弱性が増すものと考えられた。

【結論】市販HyCにTMPTを配合して作製した試作レジンコーティング材に関して、TMPT配合比が大きくなるに従って、曲げ強さは減少し、ヌーブ硬さは高くなった。T33の曲げ強さは137.3MPaでヌーブ硬さは32.8Hkを示した。

フッ化炭素鎖を含む表面処理剤の歯科への応用 (XX)

—混合シランの物理化学的特性—

神奈川歯科大学口腔治療学講座保存修復学分野¹, ミュンヘン大学歯学部保存修復学講座², 神奈川歯科大学学生体材料器械学講座³, 神奈川歯科大学総合歯科学講座⁴, 神奈川歯科大学顎口腔修復科学講座⁵, 東京理科大学工業化学科⁶

○二瓶智太郎¹, カール・ハインツ クンツェルマン², 倉田茂昭³, 山口真一郎⁴, 大橋 桂¹,

三宅 香¹, 清水統太⁵, 芹田枝里¹, 原 健一郎¹, 近藤行成⁶, 好野則夫⁶, 寺中敏夫¹

Application of Surface Modifier Containing Fluorocarbon Chain in Dentistry (XX)

—Physico-chemical properties of mixed silane—

Div. of Restorative Dentistry¹, Dept. of Dental Materials and Devices³, Dept. of Comprehensive Dentistry⁴ and Dept. of Oral Maxillofacial

Rehabilitation⁵, Kanagawa Dental College, Dental School of LMU², Tokyo Univ. of Science⁶

○NIHEI Tomotaro¹, KUNZELMANN Karl-Heinz², KURATA Shigeaki³, YAMAGUCHI Shinichiro⁴, OHASHI Katsura¹, MIYAKE Kaori¹, SHIMIZU Tota⁵, SERITA Eri¹, HARA Kenichiro¹, KONDO Yukishige⁶, YOSHINO Norio⁶, TERANAKA Toshio¹

【研究目的】ポリフルオロアルキルトリメトキシシランを 3-メタクリロイルオキシプロピルトリメトキシシラン (3-MPS) に添加した混合シランで、ガラス面およびフィラーを処理し、接着強さならびにコンポジットレジンの引張強さを検討し、3-MPS 単独処理と比較して、有意に高い処理効果と耐水性が向上したことを報告した¹⁻³⁾。今回は、この混合シラン層の耐水性と運動性を熱重量分析 (TGA) と電子スピン共鳴法 (ESR) より検討した。

【材料および方法】実験に供したシランカップリング剤は、3-MPS と鎖長の異なるフルオロアルキルシラン 4 種 [トリフルオロプロピルトリメトキシシラン (1F), ノナフルオロヘキシル (4F), ヘプタデカフルオロデカニル (8F), ヘニコサフルオロドデシル (10F)] の計 5 種とした。混合シランカップリング剤の調製は、3-MPS に対して各フルオロシランを 10, 20, 30, 50, 70 mol% とした。各々調製したシランはシリカフィラー (Aerosil 300) に 2 wt% となるようにエタノール溶液を加え、攪拌、自然乾燥した。乾燥後、100°C で 2 時間加熱し試料と以下の実験に供した。また、各シラン単独で処理した試料も同様に調製した。① TGA 測定; 各処理シリカ 7mg に蒸留水 70ml を加えてサンプル瓶に密閉後、100°C 水中に 24 時間保管した。その後、試料を桐山ロートと濾紙を用い、アスピレーターにより吸引濾過し、室温乾燥した後、熱天秤 (TGA-50, 島津) を用い大気下にて熱重量分析を行い、残留したシラン量を求め、初期の吸着シラン量との差から脱離したシラン重量 (減量%) を算出した。② ESR 測定; 4-[N-[3-triethoxysilylpropyl]carbamoyloxy]-2,2,6,6-tetramethyl-1-piperidinoxyl (スピラベル化シランカップリング剤) を合成し、上記シランに 0.04 mol/l 添加し同様にシリカフィラーに処理し、攪拌、乾燥、加熱処理を施した。各処理フィラーを石英管に詰め、JES-FR100 (日本電子) を用い、ESR スペクトルの測定を行い、処理シリカ上のラジカルの運動性を調べた。

【成績および考察】① TGA 測定の結果、3-MPS 単独処理の脱離量は約 40% であったが、各フルオロアルキルシラン単独処理では 8~15% と有意に低い脱離量であった (p<0.05)。また、混合シランでは各鎖長のフルオロアルキルシランの添加量が多くなるほど脱離量が減少する傾向であった。特に、4F を 20% 添加した混合シランが各混合処理の 10% 添加群と比べ急激に低くなり、他群の 20% 添加群と比較して有意に低い脱離量であった。② ESR 測定の結果、混合シランによる処理シリカの ERS スペクトルは、1F と 10F ではその添加量が増加するに従い、3-MPS 単独処理に比べシグナル強度が低くなり、波形はブロードとなった。反対に 8F は吸収スペクトルの分離幅とシグナル強度とともに高く、シャープであった。また、4F は分離幅とシグナル強度は若干増大したが、ほぼ 3-MPS 単独処理と同様なスペクトルであった。以上のことから、接着耐水性が有意に高かった 4F を添加した混合シラン¹⁻³⁾では、4F が 3-MPS と分子鎖長が近似していることから、処理層中の各分子は立体的な障害の少ない比較的安定に配置していると考えられた。

【結論】3-MPS との混合シランにより構築される処理層の構造は、フルオロアルキルシランの鎖長と、その混合割合により影響され、耐水性にも違いが示された。

【参考文献】

- 1) 山中ら: 日歯保存誌 39, 221-229, 1996.
- 2) 二瓶ら: 歯材器 19, 495-501, 2000.
- 3) Nihei *et al.*: J Dent Res 81, 482-486, 2002.

試作フッ素系シール材の象牙質脱灰抑制能

神奈川歯科大学口腔治療学講座保存修復学分野¹, 総合歯科学講座², 湘南短期大学歯科衛生学科³
○富山 潔¹, 向井義晴¹, 飯塚純子¹, 椎谷 亨¹, 長谷川晴彦¹, 倉持江里香¹, 平山倫子¹,
平林正道², 藤野富久江³, 寺中敏夫¹

Effect of fluoride-containing sealing material on acid resistibility of dentin

Dept. of Oral Medicine, Div. of Restorative Dent¹, Dept. of Comprehensive Dent²,
Kanagawa Dental College, Dept. of Dental Hygiene, Shonan College³

○TOMIYAMA Kiyoshi¹, MUKAI Yoshiharu¹, IIZUKA Junko¹, SHIYA Toru¹, HASEGAWA Haruhiko¹,
KURAMOCHI Erika¹, HIRAYAMA Michiko¹, HIRABAYASHI Masamichi², FUJINO Fukue³,
TERANAKA Toshio¹

【研究目的】

根面齲蝕を予防することは、高齢者の現在歯数を向上させるために重要である。良好なブラッシングおよびフッ化物含有歯磨材の使用は有効ではあるものの露出歯根面における齲蝕の発症はまだまだ数多く認められる。今回、さらなる歯根面齲蝕の予防効果の向上を目的として開発されたフルオロアルミノシリケートガラスをナノサイズに粉碎したフィラーを原料とする試作フッ素系シール材（ナノシール：日本歯科薬品）を象牙質面に適用し、*in vitro*にて耐酸性を検討した。

【材料および方法】

ウシ下顎中切歯の歯根部の歯頸部直下および直下から 5mm 根尖側の位置を水平に切断し（IsometTM, Buehler, USA）、得られた円筒状試片を 2 分割（Well 3242, Walter Ebner, Germany）した後、表面を 2000 番の耐水研磨紙で研磨して象牙質試料を得た。各試料表面を 2 × 3mm の試験面を残してネイルバーニッシュで被覆した。実験群はコントロール（非処理）群、APF 群、ナノシール A 群、ナノシール B 群の 4 群とした (n=6)。APF 群はリン酸酸性フッ化物ジェルであるフルオールゼリー（Bee Brand Medico Dental）を塗布後に 1 分間放置、ナノシール A 群は 10 秒ごとに混和したナノシールを追加しながら計 20 秒間処理、またナノシール B 群は 20 秒ごとに混和液を追加しながら 60 秒間処理した。各群の処理を行なった後、酢酸ジェル（1.5mM Ca, 0.9mM PO₄, 50mM acetic acid, 0.2ppm F, pH 5.0, 37°C）による脱灰を 1 週間行ない、厚さ 300 μm の薄切切片を作製し、Transversal Microradiogram (TMR) を撮影（PW3830, Spectris, UK）、ミネラル喪失量 (IML) を測定（TMR2000, Inspector, The Netherlands）後、各群の脱灰抑制能を比較、検討した。

【結果】

コントロール群では、典型的な表層下脱灰病巣が形成されていた。一方、APF 群およびナノシール B 群ではコントロール群同様表層下脱灰病巣の形成が確認されたが表層および病巣体部のミネラル密度は上昇していた。IML を比較した結果、ナノシール B 群 (1,829 vol% × μm) および APF 群 (1,766 vol% × μm) はコントロール群 (2,234 vol% × μm) に比較し有意に小さい値となり (p < 0.05: One-way ANOVA, Duncan's multiple range test)、ナノシール B 群と APF 群間には有意差は認められなかった。一方、ナノシール A 群 (2,036 vol% × μm) とコントロール群との間に有意差は認められなかった。

【考察】

今回の結果は、象牙質表面を被覆したナノシール中のナノサイズフィラーから徐放されたフッ化物などが象牙質の耐酸性の向上に寄与し、同時間処理した APF と同等の象牙質の保護効果を発揮したものと思われ、ナノシールが初期齲蝕の脱灰抑制に有効である可能性が示唆された。今後は APF 製剤と比較した本材料の長期的有効性を比較検討する必要があるものと考えられた。

【結論】

ナノシール塗布後の健全象牙質は、同じ処理時間に規定した場合、APF 処理後と同等の耐酸性を有していたことから、露出歯根面の齲蝕予防に有用であると考えられる。

新規接着性モノマーCMET 配合シーリングコート材の象牙質接着性及び再石灰化誘導能

北海道医療大学歯学部 口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野
○甕 富美子, 伊藤修一, 塚本尚弘, 齋藤隆史

Dentin Bond Strength and Dentin Remineralization of Sealing Coat Material including Newly Developed Adhesive Monomer CMET

Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of
Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido
○MOTAI Fumiko, ITO Shuichi, TSUKAMOTO Naohiro, SAITO Takashi

【目的】

象牙質知覚過敏症の治療には象牙質細管を封鎖することが有効である。新規に開発した象牙質再石灰化誘導活性を有する接着性モノマーである 4MET-Ca (calcium 4-methacryloxyethyl trimellitate ; 以下 CMET) をハイブリッドコートに配合したシーリング・コート材を試作し、CMET の象牙質接着性及び再石灰化誘導能を検討した。

【方法】

実験 1: ハイブリッドコート (サンメディカル, 以下 HC) に CMET を 5% 配合したシーリングコート材を試作し、実験に用いた (CMET 群)。コントロールとして HC を用いた (HC 群)。試料として大白歯 16 本を用いて、24 時間後及び 3、6 ヶ月後の微小引張接着強さの測定を行い、Mann-Whitney 検定で有意水準 5% にて統計処理を行った。また SEM にて、引張試験後の破断面の観察及び、24 時間後、3、6 ヶ月後の接着界面の観察を行った。

実験 2: モデルリントランパク質として卵黄由来のホスビチン (Sigma Chem Co., U.S.A.) を用い、ジビニルスルフォンを用いてアガロースビーズに架橋結合し、ホスビチン-アガロースビーズ複合体を作製した。これを 37°C にてハイドロキシアパタイトに対する飽和度 7.59 を有するカルシウム・リン酸溶液中でインキュベートすることにより、象牙質基質による再石灰化をシミュレートする系を作製した (PV 群)。また、ホスビチン-アガロースビーズ複合体を CMET 液にて攪拌、遠心分離、水洗、再度遠心分離後、カルシウム・リン酸溶液中に添加しインキュベートを行った (CMET 群)。同様に HC 液を用いた試料も作成した (HC 群)。それぞれの試料を経時的に回収し、誘導されたミネラル中のカルシウム量を原子吸光分析により計測を行った。インキュベート 36 時間後に誘導されたカルシウム量の測定値を Mann-Whitney 検定で有意水準 5% にて統計処理を行い、また、36 時間後の石灰化物を SEM にて観察を行った。

【結果】

実験 1: 微小引張接着強さの測定において、CMET 群と HC 群の間で 24 時間後、6 か月後において有意差が認められ、CMET 群が有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。微小引張試験後の破壊様式は HC 群、CMET 群、共に混合破壊が最も多く認められたが、HC 群の 6 か月後においては界面破壊も多く観察された。CMET 群は混合破壊と共に、コンポジットレジンでの凝集破壊も多く認められた。接着界面の観察においては、HC 群では 24 時間後では良好な接着状態が確認できたが、3、6 ヶ月後では接着界面に亀裂が多く入っていることが認められた。CMET 群では 24 時間後、3、6 ヶ月後共に良好な接着状態が確認された。

実験 2: PV 群、CMET 群、HC 群ともに 36 時間後に Ca 量の上昇が認められたが、試料間での有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。36 時間後の石灰化物の SEM 像も 3 試料共に結晶の形態、量、サイズは同程度であった。

【考察】

微小引張接着強さの測定において、CMET を配合することにより接着性が向上したが、石灰化誘導実験においては CMET を配合することによる有意差は認められなかった。接着強さの向上に関しては、化学的結合力の向上、CMET がフィラー代わりとなり、重合収縮が減少した等の可能性が考えられる。石灰化誘導実験においては、3 試料間に有意差は認められなかった。これに関しては、CMET 添加量や実験方法に改善すべき点があると考えられる。CMET の再石灰化の可能性やその機序に関しても、今後検討する必要がある。

【結論】

CMET 配合コート材は象牙質接着界面の耐久性に優れ、象牙質知覚過敏治療において有効であることが示唆された。

最新のフロワブルコンポジットレジンの臼歯用修復材としての可能性： 2級窩洞適合性からの検討

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 歯科保存修復学分野²
○入江正郎¹，吉山昌宏²

Up-to-date flowable composites for molar restoration: Interfacial gap-formation in Class II restoration
Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and
Pharmaceutical Sciences¹,
Department of Operative Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and
Pharmaceutical Sciences²
○IRIE Masao¹, YOSHIYAMA Masahiro²

【 目的 】

歯冠修復に不可欠な近年のコンポジットレジンには、フィラーの高密度充填化や光重合の確立によって高性能、高機能化をもたらしている。最近、国内外各社から臼歯咬合面修復にも可能なフロワブルコンポジットレジン（FCR、インジェクタブルコンポジットレジンとも呼ばれている）が登場した。そこで、臼歯修復材としての可能性を探る目的から、今回は2級窩洞適合性から検討した。

【 材料と方法 】

材料は Table に示す FCR10 種を使用した。

方法は、ヒト小臼歯に2級窩洞（近心歯肉側窩縁から遠心壁までの幅径：3.5mm，頬舌幅径：約2mm，近心歯肉側壁部深さ：4mm，咬合面部深さ：1.5mm）を形成，メーカー指示に沿って歯質処理材，FCRを積層法（1層が2mm程度）で充填，照射させて硬化させた。その後，照射直後研磨および1日間水中浸漬後研磨の両試料を窩洞中心部で近遠心方向に切断，切断面の窩洞周囲に間隙が生じている間隙の有無（0.5mm間隔で14箇所）を読み取り顕微鏡（1,000倍）で観察，間隙が観察されなかった合計箇所数を計測，その値を140（1条件につき10箇所を準備，10箇所の測定箇所の総数）で除し，ギャップ阻止率（No interfacial-gap incidence）として%で表記した¹⁾。

【 結果と考察 】

ギャップ阻止率の結果を Table に示した。照射直後研磨では87-94%，1日間水中浸漬後研磨では93-96%の値を示し，すべてのFCRにおいて両者には有意差がなかった。FCRの流動性のよさ，優れた歯質接着性および積層法の影響が考えられる。この結果から，最近のFCRによる2級修復では，窩洞適合性の点から，1日後研磨でなく照射直後研磨の有意性が確認された。

【 まとめ 】

最近のFCRを使用した2級修復のギャップ阻止率から，積層法を用いることにより照射直後研磨法の有意性が確認された。なお，本件に関して利益相反の問題はない。

【 文献 】

1)M Irie *et al.* Dent Mater, 2010, 26, 608-615.

Table 1 No Interfacial-gap incidence for 10 Class II restorations

Restorative material	Percentage		
	Immediately	One-day storage	Alpha value*
SureFil SDR Flow + Xeno IV (Dentsply/Caulk)	94	94	> 0.05
Premise Flowable + OptiBond XTR (Kerr)	93	94	> 0.05
Filtek Supreme XT + Adper Easy Bond Self-Etch Adhesive (3M ESPE)	91	93	> 0.05
Tetric EvoFlow + AdheSE (Ivoclar Vivadent)	87	93	> 0.05
Venus Diamond Flow + iBond (Heraeus Kulzer)	93	95	> 0.05
MI Fil + G-Bond Plus (GC)	93	94	> 0.05
Beautiful Flow Plus F03 + FL Bond II (Shofu)	94	96	> 0.05
Metafil Flo Low-Flow + AQ Bond SP (Sun Medical)	90	93	> 0.05
Estelite Flow Quick + DBC-510 (Tokuyama Dental)	94	94	> 0.05
Clearfil Majesty LV + MTB-200 (Kuraray Medical)	94	96	> 0.05

N=10, *: Significantly different by Mann-Whitney's U-Test between the two sums (two-tailed test at 0.05)

フロアブルレジンの重合収縮挙動および機械的性質

日本大学歯学部保存学教室修復学講座¹, 総合歯学研究所生体工学研究部門²,
すずき歯科クリニック³, 天野歯科医院⁴

○山本 明¹, 高見澤俊樹^{1,2}, 石井 亮¹, 辻本暁正¹, 森 健太郎¹, 色川敦士^{1,2},
宮崎真至^{1,2}, 鈴木敏裕³, 天野 晋⁴

Polymerization Behavior and Mechanical Properties of Newly Developed Flowable Resin Composites

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

○YAMAMOTO Akira¹, TAKAMIZAWA Toshiki^{1,2}, ISHII Ryo¹, TSUJIMOTO Akimasa¹, MORI Kentaro¹,
IROKAWA Atsushi^{1,2}, MIYAZAKI Masashi^{1,2}, SUZUKI Toshihiro³, AMANO Susumu⁴

【目的】

フロアブルタイプのコンポジットレジンは、操作性に優れるところから日常臨床には欠くことのできない材料のひとつとなっている。このタイプのコンポジットレジンは、さらなる臨床応用範囲の拡大を目的としてフィラー含有量やレジンモノマーなどに改良が加えられ、機械的性質および操作性の向上が図られている。また、最近では自己接着性を有するあるいは硬化深度の向上を図った新たなカテゴリーのフロアブルレジンの開発、市販されている。しかし、これらの製品の重合収縮挙動および機械的性質の詳細については、情報が少ないのが現状である。そこで演者らは、硬化深度の向上を図った試作レジンである Bulk Fil と現在市販されているフロアブルレジンの重合収縮挙動および機械的性質について比較、検討を行った。

【材料および方法】

供試したフロアブルレジンは、試作 Bulk Fil (GC, 以後, BF), Sure Fil SDR (Dentsply, 以後, SF), Estelite Flow Quick (Tokuyama Dental, 以後, EF), Filtek Supreme Ultra Flowable Restorative (3M ESPE, 以後, SU), Vertise Flow (sds/Kerr, 以後, VF) の5種類とした。

評価項目としては、以下の6項目とし、それぞれ測定ならびに観察を行った。

- 1) 無機フィラー含有量 (wt %)
- 2) 熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
- 3) 曲げ強さ (MPa) および曲げ弾性率 (GPa)
- 4) 体積重合収縮率 (vol %)
- 5) 硬化深度 (mm)
- 6) フィラー形状の SEM 観察

【成績および考察】

供試したフロアブルレジンの無機質フィラー含有量は、61.0~68.4 wt %であり、熱膨張係数は43.6~49.8と、いずれもBFで最も小さい値を示した。また、24時間後の曲げ強さは、98.7~143.4 MPa、曲げ弾性率は5.5~9.2 GPaであり、いずれもVFで最も低かった。一方、重合硬化に伴う重合収縮は、いずれの製品も照射開始から急激な体積重合収縮を示し、照射終了後もゆるやかに収縮シプラトーンに達した。照射開始から180秒後のフロアブルレジンの体積重合収縮率は、2.42~3.85 vol %であり、SFで最も低い値を示した。照射強度600 mW/cm², 20 secの条件での硬化深度は1.81~5.45 mmであり、BFで最も大きい値を示した。フロアブルレジンの硬化物のSEM観察からは、BF, SFおよびVFでは不定形フィラーを、EFおよびSUでは球状フィラーを高密度に充填している像が観察された。とくに、BFでは1 μm以下の不定形フィラーを有するとともに、部分的に有機無機複合化を図っている像が観察された。SUにおいてはナノフィラーおよびナノフィラーをクラスター化した像が観察された。以上の結果から、供試したフロアブルレジンの重合収縮挙動および機械的性質は製品によって異なるため、臨床使用の際にはその特性を十分理解する必要があることが示唆された。

【結論】

本実験の結果から、供試したフロアブルレジンの基本的諸性能のうち、重合収縮挙動および機械的性質は製品によって異なることが判明した。

フロアブルレジンのダイナミック硬さ

日本大学松戸歯学部 保存修復学講座¹, 日本大学松戸歯学部 歯科生体材料学講座²
○平山聡司¹, 谷本安浩², 岩井啓寿¹, 西山典宏², 池見宅司¹

Dynamic Hardness of Flowable Composites

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo¹, Department of Dental Biomaterials, Nihon University School of Dentistry at Matsudo²
○HIRAYAMA Satoshi¹, TANIMOTO Yasuhiro², IWAI Hirotooshi¹, NISHIYAMA Norihiro², IKEMI Takuji¹

【研究目的】

フロアブルレジンの物性向上によりその適用範囲は臼歯部咬合面窩洞に拡大し、充填操作の簡便性もあって日常臨床に無くてはならない使用頻度の高い充填材料となっている。一般的にフロアブルレジンは無機質フィラーの充填率を抑えることで高い流動性を実現している。しかし、フロアブルレジんに従来のヌーブ硬さ測定法を適用した場合、マトリックス相の粘弾性的な特性を検出することはできない。そこで本研究は、試料の塑性変形分と弾性変形分の両方を含めて評価することができるダイナミック微小硬度計を用いてフロアブルレジンのダイナミック硬さおよび弾性率を測定した。更にそれらと無機質フィラー含有率との関係について検討を行った。

【材料と方法】

本研究に供したフロアブルレジンとして、クリアフィルムジェスティ LV (クラレメディカル, CM), エステライトフロークイック (トクヤマデンタル, EF), ビューティフルフロープラス (松風, BF), フィルテックシューブリームウルトラ (3M ESPE, FS), MI フロー (ジーシー, MI) の計 5 種類を用いた。

1. 無機質フィラー含有率の測定

各フロアブルレジンの未重合ペーストを電子天秤 (AG285、メトラー・トレド) にて約 0.2g 秤量して、るつぼ内に入れた状態で卓上型高速昇温電気炉 (MSFT-1520-P、ニッカー) を用いて、コンポジットレジンを 550°C で 2 時間焼却してレジン成分を除去した。焼却後、再度秤量し、焼成前後の重量から無機質成分重量を算出することで無機質フィラー含有率を計算した (n = 3)。

2. 試験体の作製

各フロアブルレジンをゴムモールド (直径 5mm, 厚さ 2mm) に充填し、ポリエステルフィルムを介してスライドガラスで圧接・保持した状態で可視光線照射器 (α -light II, モリタ) にて片面のみ 90 秒間光照射した。硬化後、試料をモールドから取り出し、試料表面を #800 から #1000 の SiC ペーパーを用いて研磨を行った。研磨した試料は 37°C 蒸留水中に 24 時間浸漬させた後、乾燥させて実験試料とした。

3. ダイナミック硬さおよび弾性率の測定

各フロアブルレジンのダイナミック硬さおよび弾性率の測定は、ダイナミック超微小硬度計 (DUH-211、島津) を用い、最大荷重 20gf (196.1mN), 負荷速度 13.32mN/秒, 荷重保持時間 15 秒の条件で行なった。得られた荷重-押し込み深さ線図より、ダイナミック硬さおよび弾性率を算出した。なお試料数は各 5 個とし、1 試料につき 5 点の計測を行なった。

【結果および考察】

無機質フィラー含有率は、CM: 76.0 \pm 0.2%, EF: 69.1 \pm 0.1wt%, MI: 65.1 \pm 0.2 wt%, BF: 61.6 \pm 0.1 wt%, FS: 60.6 \pm 0.3 wt% の順に高い値を示した。また、各試料のダイナミック硬さは、CM: 40.2 \pm 3.3, EF: 37.0 \pm 1.8, FS: 32.4 \pm 2.5, BF: 31.9 \pm 2.3, MI: 25.8 \pm 2.7 であり、弾性率は、CM: 11.0 \pm 1.0 GPa, EF: 9.8 \pm 0.4 GPa, BF: 8.5 \pm 0.5 GPa, FS: 8.2 \pm 0.4 GPa, MI: 7.3 \pm 1.0 GPa の順に高い値を示した。以上の測定結果から、MI を除いた各フロアブルレジンのダイナミック硬さと弾性率は、無機質フィラー含有率が増えるに従って高くなる傾向がみられた。

【結論】

本研究においてダイナミック超微小硬度計を用いてダイナミック硬さや弾性率を測定することで、フィラー含有率のみならずマトリックスレジン成分についてもフロアブルレジンの機械的特性に影響を与える結果を得ることができた。

各種フロアブルレジンの重合収縮と窩壁適合性 (第4報) - μ CTを用いた重合収縮挙動の評価 -

神奈川歯科大学口腔治療学講座保存修復学分野¹
神奈川歯科大学顎顔面診断科学講座放射線学分野²
ペガサス歯科医院³

神奈川歯科大学学生体材料器械学講座⁴

○武村幸彦^{1,2}, 花岡孝治¹, 川股亮太², 海老原 敬³, 押川亮宏⁴, 倉田茂昭⁴, 寺中敏夫¹

Polymerization shrinkage and cavity adaptation of flowable composite resins (Part 4)

- Evaluation of polymerization shrinkage and characteristics with μ CT -

Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Medicine, KANAGAWA DENTAL COLLEGE¹

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, KANAGAWA DENTAL COLLEGE²

Pegasus DENTAL CLINIC³

Department of Biomaterials and Devices, KANAGAWA DENTAL COLLEGE⁴

○TAKEMURA Yukihiko^{1,2}, HANAOKA Koji¹, KAWAMATA Ryota², EBIHARA Kei³, OSHIKAWA Akihiro⁴,
KURATA Shigeaki⁴, TERANAKA Toshio¹

【目的】

MI 修復の概念の普及やフロアブルコンポジットレジンの材質向上に伴い、コンポジットレジンの臨床応用が拡大している現在でも、レジンの重合時収縮は修復物の臨床成績を左右する大きな要因であると認識されている。第134回本学会にて、非破壊で窩洞内のレジン収縮の評価が可能なマイクロフォーカスエックス線CT(μ CT)を用い、気泡をマーカーとして重合時収縮挙動を評価した結果、窩壁とレジンの接着状態が窩洞内のレジンの重合収縮挙動に大きな影響を与える要因であることが示され、気泡のトレーサーとしての有効性が推察された。今回、気泡の体積変化に着目し収縮挙動との関係をより詳細に検討した。

【材料と方法】

実験にはフロアブルレジンである MI Flow (MIF; GC: CT値 5649.6 \pm 176.6) を用いた。GN-I COMPOSITE BLOCK (GC0: GC: 13 \times 10 \times 17mm; CT値 2234.1 \pm 27.2) に内径 4mm 高さ 2.4mm (C-factor 3.4) の円筒型窩洞を形成し規格窩洞とした。窩洞全域にシランカップリング剤 (リライエックスTMセラミックプライマー: 3M) を塗布、乾燥後、30秒間練和することで気泡を混入させた MIF を窩洞に充填、重合前後に μ CT 撮影 (ボクセルサイズ 13 μ m) を行い、コンポジットレジンの profile から開放面での収縮量と窩壁での間隙発生量を評価するとともに気泡をマーカーとして、重合に伴う窩洞内部での材料の流れ (収縮パターン) の分析を行った。さらに気泡の体積と移動量の関係を評価すると共に、気泡の体積変化を膨張、収縮に大別し、レジンの収縮挙動との関係を評価した。画像上での気泡の抽出、移動の可視化には TRI/3D Bon (Ratoc システムエンジニアリング) を使用した。

【結果】

以下に、重合前後の 3D 形態変化像 (図1)、気泡の移動ベクトル表記像 (図2) および気泡の膨縮状態 (図3: 白い気泡 (膨張), 黒い気泡 (収縮)) および体積変化 (%) と移動量の相関図 (図4) を示す。

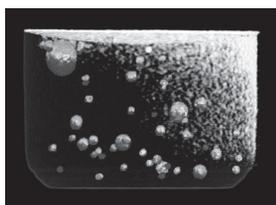


図1

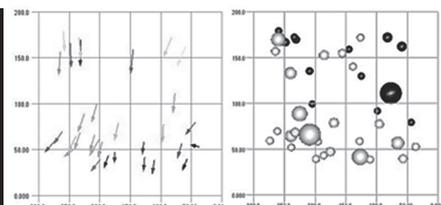


図2

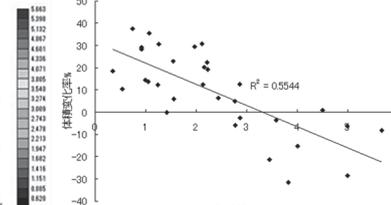


図3

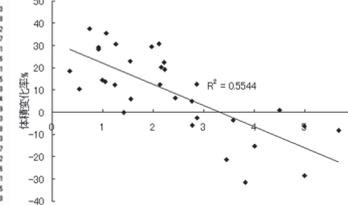


図4

開放面に下方向への収縮が観察されると共に、右側の窩洞側壁上部に局限して間隙形成が認められ、内部気泡は主に下方向 (接着獲得面) に向うことが観察された。これに対応して、開放面、剥離側には収縮した気泡が多く存在することが観察され、逆に、接着獲得側では内部気泡の膨張が生じていることが観察された。また、気泡の体積と移動量には相関が認められなかったが、体積変化 (%) と移動量には高い相関が認められた。

【結論】

今回、 μ CT 画像分析に収縮挙動のマーカーとしてレジンに混入した気泡を詳細に検討した結果、気泡の大きさはレジンの重合収縮挙動を表す上で影響を及ぼさないことが示された。さらに、気泡の体積変化を評価することで、レジン内の応力状態を評価できる可能性が示唆された。

繰返し衝撃荷重がフロアブルレジンの表面形状に及ぼす影響

日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座¹, 日本歯科大学新潟病院総合診療科²
○新海航一¹, 平賢久², 加藤千景¹, 鈴木雅也¹, 鈴木司郎¹

Effect of Cyclic Impact Loads on Surface Properties of Flowable Resin Composites

Department of Operative Dentistry, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata¹
Comprehensive Dental Care at Niigata Hospital, The Nippon Dental University²
○SHINKAI Koichi¹, TAIRA Yoshihisa², KATO Chikage¹, SUZUKI Masaya¹, SUZUKI Shiro¹

【研究目的】

フロアブルレジンはフィラー含有量を高めて物性を向上させた結果、前歯部に限らず臼歯部の咬合面窩洞にも適応範囲が拡大されている。また、填塞時の操作性が良好であるため臨床での使用頻度が高くなってきた。しかしながら、対合歯の咬頭が直接的・連続的に接触する状況下でのフロアブルレジンの修復物表面の形状変化に関しては、これまでのところ詳細に検討されていないのが現状である。

そこで、*in vitro*において繰返し衝撃荷重負荷試験による臼歯修復用フロアブルレジンの表面形状の変化をプロファイルし、口腔内での咬合接触点における修復物の耐久性を推測することが本研究の目的である。

【材料および方法】

実験材料としては、4種類の臼歯修復用フロアブルレジンスなわちクリアフィル®マジスティ®LV (CMLV; クラレメディカル)、エステライトフロークイック (EFQ; トクヤマデンタル)、ユニフィル®ローフロープラス (ULP; ジーシー)、およびビューティフィルフロープラス F00 (BFP; 松風) を用いた。またコントロールとしてはクリアフィル®マジスティ® (クラレメディカル) を用いた。セレック2・ビタブロックマークII (I8-A3C) の上面中央部に、#149ダイヤモンドポイントを用いて椀型窩洞 (直径4mm、深さ2mm) を形成した。窩洞内にK-エッチャントを塗布して10秒間放置後、水洗乾燥、次にセラミックプライマー® (クラレメディカル) を塗布して5秒間放置後、エアブローを行ってシランカップリング処理を施した。ボンディングはクリアフィル®メガボンド®・ボンドを塗布し、エアブローにより薄膜にしてから光照射を10秒間行った。レジン填塞は2回積層法により行い、まず窩洞の約1/2を填塞して30秒間光照射し、2回目はやや過剰に填塞して30秒間光照射した。光照射器はキャンデラックス® (モリタ) を使用し、照射出力580mWで光照射した。填塞直後に、#1500耐水研磨紙を用いて填塞面を平坦に仕上げて試料を完成した。

連続衝撃試験機 (吉田精機) を使用し、蒸留水に試料を浸漬した状態で修復物中央に向けて金属製 (SK3) 円錐型打撃ヘッド (半球状、直径3mm) を自然落下させた。落錘質量は100g、落下距離は10mmとし、120rpmで4万回まで繰返し衝撃荷重を負荷した。表面粗さ形状測定機 (Surfcom470A) を用いて荷重負荷1万回ごとに、修復物表面で衝撃荷重により欠損を生じた部位のプロファイルを記録した。プロファイルをスキヤニングし画像解析ソフトウェア (Image-Pro® Express) を用いて欠損部の平均深さを算出した。1試料から欠損部の中心部で直交する2つのプロファイルを作成し、各実験群において5試料から10個のプロファイルを得た。ANOVAとTukey検定による統計学的解析を行い、1万回ごとに各実験群の間の有意差を検定した ($p < 0.05$)。

繰返し衝撃荷重試験4万回後の試料に関しては、走査型電子顕微鏡を使用して衝撃荷重を受けて変化した修復物表面の微細形態を高倍率で観察した。

【結果および考察】

4万回負荷後における欠損部の平均深さとSDは、CMLV: $29.5 \pm 30.1 \mu\text{m}$ 、EFQ: $11.5 \pm 7.7 \mu\text{m}$ 、ULP: $8.8 \pm 5.7 \mu\text{m}$ 、BFP: $16.1 \pm 23.5 \mu\text{m}$ 、コントロール: $9.3 \pm 5.5 \mu\text{m}$ であった。衝撃荷重の回数が増加すると、いずれのフロアブルレジンの修復物表面の欠損部が拡大する傾向がみられたが、2万回までの拡大は僅かであった。しかし、衝撃荷重3万回負荷後の計測では、CMLVで2個、BFPで1個の試料が2万回負荷後に比べて著しく大きな凹みを示した。凹みを示した部位を高倍率で観察すると無数の亀裂が認められ、打突点から内部に拡大しているような所見が認められた。

連続衝撃荷重に対する修復物表面形状の変化から推察すると、衝撃荷重に対するフロアブルレジンの耐久性はコントロールとほぼ同等と考えられるが、4万回後ではフロアブルレジンの一部の試料に疲労限界と思われるような破壊像が観察されたため、臨床での長期予後に懸念がもたれる。

修復性象牙質形成促進剤および増粘剤を添加した接着性レジンシステムの象牙質への接着強さ

日本歯科大学新潟生命歯学部歯科保存学第2講座¹

日本歯科大学大学院新潟病院総合診療科²

○加藤千景¹, 平賢久², 鈴木雅也¹, 海老原隆², 若木卓², 関秀明², 新海航一¹

Dentin Bond Strength of Experimentally Developed Adhesive Resin Systems Containing Reparative Dentin-promoting Agents and Thickening Agent

Department of Operative Dentistry, School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University¹
Niigata Hospital, Comprehensive Dental Care, The Nippon Dental University²

○KATO Chikage¹, TAIRA Yoshihisa², SUZUKI Masaya¹, EBIHARA Takashi², WAKAKI Suguru², SEKI Hideaki², SHINKAI Koichi¹

【目的】

これまでの研究により、CaCl₂添加プライマー、象牙質マトリックスタンパク質1 (DMP1)由来合成ペプチド(pA, pB)添加プライマー、hydroxyapatite 添加ボンディング材から構成される歯質接着性システムにてラットに対し直接歯髄覆罩を行うと、特異な三層構造を呈することがわかった。これはCaCl₂の拡散・浸透が原因であると考えられ、これを防ぐために増粘剤 (Aerosil) を添加したプライマーを試作した。本研究ではプライマーに添加した増粘剤が、象牙質とコンポジットレジンの接着強さにどのような影響を与えるか検討を行った。

【実験方法】

ヒト抜去歯の咬合面を削除し、耐水研磨紙#120~#600を用いて平坦な象牙質面(各群につき5歯)を形成し、透明アクリルチューブ(内径6mm、高さ3mm)を開窓した両面テープで固定した。AD Gel(10%NaClO Gel, Kuraray Medical)で5分間処理後6%NaClOと3%H₂O₂で交互洗浄を行い、表1に示す表面処理を行った。

各表面処理後、約1mmの厚さでClearfil Majesty LV(A3, Kuraray Medical)を塗布し20秒間光照射、次いでClearfil Majesty(A3, Kuraray)を約2mm積層修復し40秒間光照射を行った。接着試料は恒温恒湿器中に24時間保管後、Isomet(Buehler)により象牙質接合界面断面積が1mm²となる角柱型ビームを作製した。ビームは微小引張り試験用治具(Bencor-multi-T試験器: Danville Engineering)に取り付け、小型卓上試験機EZ Test 500N(Shimadzu)にてクロスヘッドスピード0.5mm/minで微小引張り接着試験を行った(n=20)。得られた結果はANOVAとBonferroni検定による統計学的解析を行い、実験群間の有意差の検定を行った(p<0.05)。

【結果】

各種表面処理方法による微小引張り強さを表1に示す。Aerosilを添加しないControl Groupの接着強さが最も高かったが、Group 1(Aerosil 5wt%)およびGroup 2(Aerosil 7.5wt%)との間に統計学的有意差は認められなかった。一方、Group 3(Aerosil 10wt%)の接着強さは他の実験群と比較して有意に低い値を示した。また、7.5wt%以上添加したプライマーはゲル化傾向が強くて操作し難かったが、5wt%程度の添加では操作性が比較的良好であった。

【考察】

増粘剤であるAerosilを添加しないコントロールと5wt%あるいは7.5wt%のAerosilを添加した各実験群の間には、象牙質接着強さにおける有意差が認められなかったが、10wt%添加した実験群は他群に比べ有意に低い値となった。したがって、増粘剤の添加量は本接着システムの象牙質接着強さに有意な影響を与えるものと推察され、Aerosilの添加量は接着強さの面では7.5wt%以下が望ましいと考えられる。

《表1》各種表面処理方法と微小引張り接着強さ

実験群 (n=20)	表面処理方法	接着強さ MPa: mean (SD)
Group 1 Aerosil 5wt%	Mega bond Primer + CaCl ₂ 5wt% + Aerosil 5wt% 添加プライマー(20秒間) ⇒エアブロー⇒P2(20秒間)⇒エアブロー⇒光照射(10秒間) ⇒ MB2 塗布 ⇒光照射(10秒間) ⇒修復	32.1±7.2 ^a
Group 2 Aerosil 7.5wt%	Mega bond Primer + CaCl ₂ 5wt% + Aerosil 7.5wt% 添加プライマー(20秒間) ⇒エアブロー⇒P2(20秒間)⇒エアブロー⇒光照射(10秒間) ⇒ MB2 塗布 ⇒光照射(10秒間) ⇒修復	32.6±5.4 ^a
Group 3 Aerosil 10wt%	Mega bond Primer + CaCl ₂ 5wt% + Aerosil 10wt% 添加プライマー(20秒間) ⇒エアブロー⇒P2(20秒間)⇒エアブロー⇒光照射(10秒間) ⇒ MB2 塗布 ⇒光照射(10秒間) ⇒修復	25.4±6.5 ^b
Control Group Aerosil 0wt%	Mega bond Primer + CaCl ₂ 5wt% 添加プライマー(20秒間) ⇒エアブロー⇒P2(20秒間)⇒エアブロー⇒光照射(10秒間) ⇒ MB2 塗布 ⇒光照射(10秒間) ⇒修復	38.2±8.8 ^a

P2: Mega bond Primer + pApB 5wt%
MB2: Mega bond Bond + hydroxyapatite (OHAp) 10wt%
Clearfil Mega bond (Kuraray Medical)、
光照射器 (Candelux, Morita, Japan)
ボンディング: 800mW/cm²、修復: 200mW/cm² (10秒) ⇒600mW/cm² (30秒)

薄層試作オペークレジンの色彩学的検討

日本大学大学院松戸歯学研究所歯学専攻¹

日本大学松戸歯学部保存修復学講座²

○関根哲子^{1,2}, 周 秦^{1,2}, 福嶋千春², 大場(高鹿)志保², 池見宅司²

Colorimetric Study on Examination Thin Layered Trial Resin

Nihon University Graduate School of Dentistry at Matsudo¹

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo²

○SEKINE Satoko^{1,2}, ZHOU Qin^{1,2}, FUKUSHIMA Chiharu², OBA(KOUROKU) Shiho², IKEMI Takuji²

【研究目的】

臨床において、う窩処置後の着色歯質を遮蔽するためにオペークレジンを使用する頻度が高くなってきた。コンポジットレジンが半透明性材料であるために、オペークレジンには積層したコンポジットレジンにその色が反映することなく、薄い層でも着色歯質の色を遮蔽する性質が求められる。演者らは、コンポジットレジン修復のより審美的修復を目指し、顔料の配合比を変化させて積層充填に用いられる試作オペークレジンの開発を試みてきた。オペークレジンやコンポジットレジンの色は、それぞれの厚さによって異なった色となることが多く報告されており、このことが臨床的に積層充填を応用する際のシェード選択を困難にしている。この問題点を解決する方法として、できるだけ少ない種類のオペークレジンとし、できるだけ薄い層で背景色を遮蔽でき、その上に積層されるコンポジットレジンに色に影響を与えない材料が求められる。

そこで、本研究では、窩洞の深さを2.0 mmと想定し、試作オペークレジンの0.3 mmと0.5 mm厚さの背景色遮蔽効果とコンポジットレジンの色に与える影響を色彩学的に調べることを目的として実験を行った。

【材料と方法】

試作オペークレジン (trial2) はジルコニアフィラーを7%含有したレジン基材として、黄、赤、黒の顔料配合量を変えて調色した。比較対象として市販オペークレジンには Metafil Flo Opaque (サンメディカル, Me)、PALFIQUE ESTELITE LV OPAQUER (トクヤマ, LV)、UniFil Lo Flo (GC, Uni) を使用した。trial2 および市販オペークレジンは、直径13.0 mmのディスク状の試料とし、光重合後、厚さが0.3 mm、0.5 mmとなるように研磨した。コンポジットレジンには Fantasista (サンメディカル) のA1~A4を使用し、直径13.0 mmのディスク状の試料を光重合後、厚さが1.5 mm、1.7 mm、6.0 mmとなるよう研磨した。光重合には G-Light Prima (GC) を使用し、試料表面は5 μm 砥粒のインペリアルラッピングフィルム (3M) にて最終研磨を行った。

積層試料は、オペークレジンとコンポジットレジン試料を組合わせて、厚さが2.0 mmとなるようにした。厚さ6.0 mmのコンポジットレジン試料は、コンポジットレジン自体の色の測色用試料とした。

背景色はコンピュータ VALUESTAR (NEC) にて作製し、 L^* 値が①96.96 (白色背景)、②50.08 (灰色背景)、③12.98 (黒色背景) の3種類を使用した。なお、①と③の色差は84.90であった。

測色はハンディ型分光色差計のNF999 (日本電色工業) を用い、色の測定方法 JIS Z 8722、測色用標準イルミナント及び標準光源 JIS Z 8720 に準じて D_{65} 光源、2度視野の条件で $L^*a^*b^*$ 値を求め、積層試料とコンポジットレジン自体の色との色差を背景色①と③で比較した。

コンポジットレジン自体の色は $L^*a^*b^*$ 表色系の中心値に出来るだけ近似した背景色②の上に厚さ6.0 mmのコンポジットレジン試料を設置して測色し、この $L^*a^*b^*$ 値をコンポジットレジン自体の色とした。色差は、 ΔE^*ab の臨床基準3.6以下を知覚色差として評価を行った。遮蔽効果に関しては、Translucency Parameter (TP 値) を算出して評価を行った。

【結果と考察】

オペークレジン0.5 mm試料のTP値は、trial2が0.43、Meが10.87、LVが6.69、Uniが19.74であった。オペークレジン0.3 mm試料のTP値は、trial2が0.47、Meが18.00、LVが14.13、Uniが31.66であった。このことから、オペークレジン試料の厚さが薄くなれば遮蔽効果は少なくなるが、trial2は0.3 mmの厚さで十分に背景色を遮蔽する効果を有していることが示唆された。

積層試料に関しては、背景色①と③の両方で6.0 mm試料との色差が知覚色差3.6以下となったのは、trial2の0.5 mm試料ではA1, A3.5、trial2の0.3 mm試料ではA1, A2, A3.5であり、市販オペークレジンには全て知覚色差以上の値を示した。全ての積層試料において、0.3 mm試料の方が0.5 mm試料よりも6.0 mm試料との色差が小さい値を示した。このことから、オペークレジンが薄いとコンポジットレジン厚みが増すため、コンポジットレジン自体の色に近似することが示唆された。Uniの背景色③で測色した0.3 mm積層試料において、6.0 mm試料との色差はA1, A2, A3.5では3.16以下となり、黒色背景においてはコンポジットレジンに近似した色となることが確認された。本研究から、試作オペークレジン trial2 は0.3 mmの厚さで背景色を十分に遮蔽する効果のあることが確認されたが、他の種類のコンポジットレジンとも比較検討する必要があると考えられた。

ウルトラリン酸ナトリウムの着色除去効果

昭和大学歯学部歯科保存学講座¹

昭和大学歯科病院美容歯科²

リジェンティス株式会社³

○小安正洋^{1,2}, 真鍋厚史^{1,2}, 柴 肇一³, 久光 久¹

Effect of Ultraphosphates on Teeth Whitening

Department of Clinical Cariology, school of Dentistry, Showa University¹

Department of Aesthetic Dentistry, Showa University Dental Hospital²

RegeneTiss Incorporation³

○KOYASU Masahiro^{1,2}, MANABE Atsufumi^{1,2}, SHIBA Toshikazu³, HISAMITSU Hisashi¹

【目的】ポリリン酸は生体内に存在する成分で、食品内にも添加されており、その安全性が確保されている。また再生医療の分野においても細胞の増殖促進、コラーゲン増産作用、骨再生促進作用、抗菌効果など、様々な研究がなされている。近年、歯科分野においてポリリン酸の中でもリン酸が網目状に重合したリン酸ポリマーであるウルトラリン酸塩はキレート力が強く、優れたステイン除去、着色防止効果が期待できる。そこで今回、ハイドロキシアパタイトのカルシウムの代用として、ガラスアイオノマーセメントの試片を使用した。実験目的はこのカルシウム代用セメントを人工的に着色させた時のウルトラリン酸ナトリウム水溶液による脱色効果と、あらかじめ蒸留水かウルトラリン酸水溶液に浸漬したセメント試片に浸漬したセメント試片の着色性の違いを比較検討することである。

【材料および方法】試片の制作には既成ステンレス製モールド（外形15mm/内径7mm/厚さ1.5mm）を用いた。ガラス練板、プレパラート、モールドにはあらかじめ分離剤としてワセリンを一層塗布し、練板上にモールドを設置し、ガラスアイオノマーセメント（FUJI I /株式会社ジーシー）を標準粉液比にて20秒練和後、充填、プレパラートにて5分間圧接をし、硬化制作した。出来上がった試片はモールドから外した後、蒸留水内に常温下（20℃）にて、24時間浸漬した。その後、分離剤除去の為に中性洗剤にて洗浄後、#2000の耐水ペーパーにて両面1分研磨、水洗後、超音波洗浄を10分間作用させ試片を完成させた。それぞれの試片は、歯科用色彩計（シェードアイNCC/株式会社松風）にて黒色シート上にて測色を行い、L*a*b*を計測した。その後、市販のコーヒー（FIRE BLACK/麒麟ビバレッジ株式会社）に20℃、72時間浸漬させた後水洗、乾燥させた。実験条件は、A群：ミネラルウォーター（HAWAII water/株式会社トーエル）に0時間（コーヒー72時間浸漬直後）、24時間、48時間、72時間浸漬

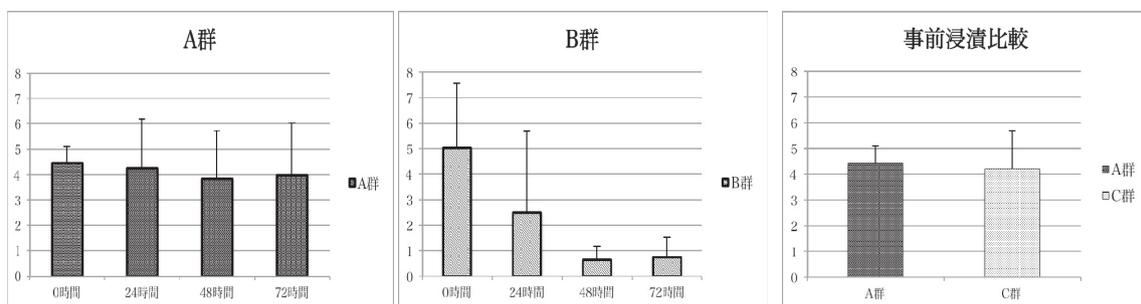
B群：50%ウルトラリン酸ナトリウム水溶液に0時間（コーヒー72時間浸漬直後）、24時間、48時間、72時間浸漬

C群：50%ウルトラリン酸ナトリウム水溶液にあらかじめ24時間浸漬させた後、コーヒー内に72時間浸漬

である。

各群においては、ミネラルウォーターのみに浸漬させた試片のL*a*b*値をコントロールとし、各時間毎に測色を行い、それぞれに対し色差 ΔE を算出し、A群とB群の比較検討を行った。またA群とC群においては、コーヒー72時間浸漬後の試片の ΔE を算出し、比較検討を行った。

【結果および考察】



ΔE はA群がB群に対し48時間、72時間後の計測において有意に大きい値を示した ($p < 0.05$)。NBS単位で比較すると、A群においては ΔE の平均値は48時間以降でAppreceable ($3.0 < \Delta E < 6.0$)であったのに対し、B群ではslight ($0.5 < \Delta E < 1.5$)であり、色調の差は認められず、ウルトラリン酸に着色除去効果がある事が推察された。またC群とA群の比較において優位な差は認められなかった。

オフィスホワイトニング後のコンポジットレジン製の歯質接着性に関する研究

岩手医科大学歯学部 総合歯科学講座総合歯科教育学・保存修復学分野

○志賀華絵, 岡田伸男, 中村芳章, 千葉史子, 山本慎子, 増山知之, 柳谷隆仁, 熊谷啓二, 工藤義之,
野田 守

Bond strength of resin composites to bovine teeth applied by office bleaching materials

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

○SHIGA Hanae, OKADA Nobuo, NAKAMURA Yoshiaki, CHIBA Fumiko, YAMAMOTO Makiko, MASUYAMA Tomoyuki,
YANAGIDANI Takahito, KUMAGAI Keiji, KUDO Yoshiyuki, NODA Mamoru

【目的】近年、治療当日に効果が発揮されるオフィスホワイトニングのニーズが高まっている。また、ホワイトニング処置後にコンポジットレジン修復を必要とすることがあるが、ホワイトニング後の歯面ではレジンの接着力が低下することが知られている。原因は漂白剤による歯質表面構造の破壊や薬剤の残留であり、一定期間経過後に修復処置を行うことが望ましいといわれている。昨年、商品化されたTiON In Office®(GC)は二酸化チタンを触媒として漂白効果を得る新規材料であり、本材料使用後のコンポジットレジン製の接着強度は不明である。本研究ではTiON In Office使用後のコンポジットレジン製の接着強度について、既存のオフィスホワイトニング材と比較検討を行った。

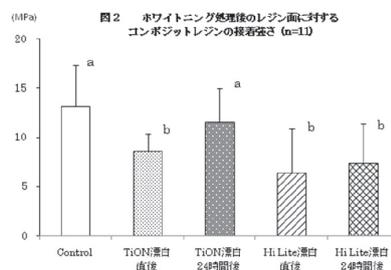
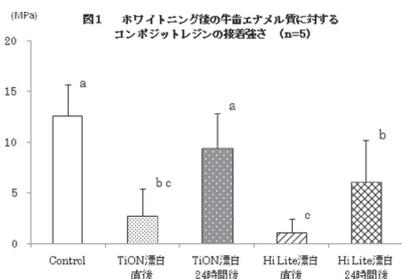
【材料】被着歯質としてウシ下顎前歯のエナメル質を使用した。漂白材はTiON in Office (GC, 以下TiON) およびHi Lite(松風), 接着システムはG-Bond Plus(GC), コンポジットレジン製はSolare (GC, Shade, A3)を使用した。

【方法】1. 牛歯唇面エナメル質新鮮面をDUOMET (BUEHLER)にて出し、耐水研磨紙にて#1000まで研磨後、超音波洗浄を行った。2. 研磨面にTiONあるいはHi Liteにて漂白を行い、30秒間水洗した。3. 試料をランダムに、漂白終了直後および漂白終了後24時間水中浸漬の2群に分けた。4. 両群ともG-Bond Plusを用いて歯面処理後、内径4mm、高さ3.5mmのステンレモールドでSolaleを充填、40秒間光照射(New Light VL-II, 750mW/cm², GC)を行った。Control群は、漂白処置をせずにSolaleを充填した。5. 37°Cで24時間水中保管した後、万能試験機(Instron4204)で引張り試験を行い、接着強度を測定した(クロスヘッドスピード0.5mm/min)。さらに、同様の試験をエナメル質の代わりにレジンプロックを被着面として行った。6. One-way ANOVA, Student-Newman-Keuls testにて統計学的検討を行った。

【結果および考察】図1, 2に引張り試験の結果を以下に示す。牛歯エナメル質, レジンプロックとも漂白直後は有意な接着強さの低下を認めた。漂白後24時間経過での接着強さは、TiONではControlと有意差を認めなかったのに対しHi Liteでは有意に低くなっていた。

漂白後の接着力の低下はレジンプロックでも同様の傾向を示したことから、酸素や残留薬剤の影響と考えられた。24時間経過後、TiONでの接着力の回復は、基材として用いられているグリコールが水中に溶出したためと思われる。また、統計学的に差は認められないが、漂白後24時間経過後もControlより低い値を示していることから、時間経過との関連性については今後も検討が必要である。

以上より、TiONは従来のホワイトニング材よりも漂白後早期にコンポジットレジン修復が行える可能性が示唆された。



mean±S.D. Different letters indicate significant difference (p<0.05)

フッ素含有知覚過敏抑制材の漂白効果への影響

サンメディカル株式会社 研究開発部¹
昭和大学歯学部 歯科保存学講座²

○宮森沙耶香¹, 田中晴美¹, 小里達也¹, 玉岡慶鐘², 東光照夫², 久光 久²

Effect of fluoride-containing desensitiser on bleaching

Sun Medical Co., Ltd. Research and development department¹

Department of Clinical Cariology, Showa University School of Dentistry²

○MIYAMORI Sayaka¹, TANAKA Harumi¹, ORI Tatsuya¹, TAMAOKA Keisyou², TOKO Teruo², HISAMITSU Hisashi²

【緒言】

有髄変色歯の審美的処置として、過酸化水素や過酸化尿素を主成分とした漂白剤によるホワイトニングが急速に普及しているが、漂白時に知覚過敏を引き起こすことがある。対処法として知覚過敏抑制材を漂白処置前後に適用することが有効である。これまでに我々は、シュウ酸とMSポリマーを基材としたMSコートONEが、漂白効果を殆ど低減させずに知覚過敏を抑制する効果が高いことを報告してきた。しかし、フッ素配合歯磨剤の漂白処置前への適用や、フッ素配合の漂白剤を用いても漂白効果に影響を及ぼさないことは報告されているが、フッ素により耐酸性の向上した歯面に対する漂白効果への影響に関する報告は少なく、高濃度のフッ素を含有したリン酸酸性フッ化物製剤や知覚過敏抑制材に関する報告は認められない。

本研究は、フッ化ナトリウム配合の知覚過敏抑制材「MSコートF」を漂白処置前に歯面に適用し、漂白前後の色調を分光光度計により測定することで漂白効果を検討し、さらに処置後のエナメル質の表面性状を走査型電子顕微鏡(SEM)により観察し検討したものである。

【材料及び方法】

使用した知覚過敏抑制材は、フッ化ナトリウムが配合されているMSコートF、比較として使用したのはMSコートONEである。ヒト大白歯の未研削エナメル質を歯面清掃した後、ダイヤモンド・ディスクで歯冠を頬舌的に半裁したものを漂白用試片とした(n=6)。根面や切断面から漂白剤の作用が及ばないように、市販のマニキュアを被験歯の根面と切断面に塗布し、漂白処理前の被験面のエナメル質のCIEL*a*b*値を、分光光度計(CMS-35FS, 村上色彩)を用い測定した。被験面にMSコートF、もしくはMSコートONEを30秒間擦り塗り処理し、乾燥・水洗処理を行ったものをMSコート塗布群、被験面そのままのものをMSコート未塗布群とした。各々の被験面に対して歯科用漂白剤Hi-Lite(松風)を用い、メーカー指示通りに漂白処置を行った。この操作を9回行い、臨床での3来院に相当する漂白処置を行った。その後、漂白処置後のCIEL*a*b*値を測定し、処置前後の値より色差 ΔE を算出した。平均色差をMSコート未塗布、塗布群と比較することにより、MSコート塗布による漂白への影響があるか否かをStudent t検定を用いて評価した。さらに、漂白処置後の被験歯を乾燥させ白金蒸着を施し、SEM(JSM-5610LV, 日本電子)にて倍率2000~3500倍で観察を行った。

【結果および考察】

漂白処置前後の平均色差は、MSコートONEとMSコートF塗布群において、共に未塗布群と同等の色差であり、何れの群間にも有意差は認められなかった(p>0.05)。よって、MSコートFはフッ化ナトリウムを含有するものの、フッ素による漂白効果への影響はないと考えられた。一方、SEMによるエナメル質表面の観察では、MSコートONEおよびMSコートF塗布歯面には、共にMSポリマー被膜が確認された。これらより、MSコートFを漂白処置前に適用しても、漂白効果には影響がなく、形成されたMSポリマー被膜が歯面に残存することから、知覚過敏抑制能も維持されることが期待できる。

【結論】

フッ化ナトリウムが配合されたMSコートFは、漂白前に歯面に適用しても漂白効果に影響を及ぼさず、従来のMSコートONEと同等の漂白効果を示すことが示唆された。

象牙質知覚過敏抑制剤の湿潤象牙質に対する接触角

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
○渡辺茂文, 日下部修介, 岡 勇輝, 東田一仁, 小竹宏朋, 堀田正人

Contact angle to wet human dentin of dentin desensitizers

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

○WATANABE Shigefumi, KUSAKABE Shusuke, OKA Yuki,
HIGASHIDA Kazuhito, KOTAKE Hiroto, HOTTA Masato

【研究目的】

象牙質知覚過敏症は露出した象牙質に理化学的の刺激が加わった場合に一過性の誘発痛を生じることが特徴である。感覚の亢進程度は象牙質の露出面積, 開口する象牙細管の数, 残存象牙質の厚さなどに依存しており, 細管内液の移動と密接な関連があると考えられている。また, 一過性の誘発痛であるが, 鋭い電撃痛を訴えるため, その処置方法としては, 即効性とその効果の持続性が要求される。さらに隣接面や歯肉縁下などの複雑な形態部位にも応用可能な薬剤や材料が望まれる。したがって, 操作性の容易なもので象牙細管の緊密な封鎖を目的とした知覚過敏抑制剤が使用されている。しかし臨床において, 持続効果には差がみられ, 効果が十分に発揮されないことも多い。その原因として, 細管内液が移動, 流出する中で, 象牙質知覚過敏抑制剤を塗布することが挙げられ, 細管内液が象牙質知覚過敏抑制剤のぬれ性や封鎖性に影響を及ぼしていると考えられる。そこで今回, 象牙質に含まれる水分量が象牙質知覚過敏抑制剤のぬれ性に及ぼす影響について検討するため, 乾燥させた象牙質と湿潤させた象牙質に対して, 4種類の象牙質知覚過敏抑制剤を用いて接触角を測定したので報告する。

【材料および方法】

1. 供試材料

本実験には, 象牙質知覚過敏抑制剤としてMSコートONE (サンメディカル, 以下MS), シールドフォースプラス (トクヤマデンタル, 以下SF), グルーマ・ディセンシタイザー (ヘレウスクルツァー, 以下GLU), デセンシー (日本歯科薬品, 以下DES) を使用した。

2. 試料片の作製

ヒト新鮮抜去歯を用い, 歯冠中央部を精密低速切断機 (Isomet, Buehler) で歯軸と垂直方向に切断し, 切断面を耐水研磨紙 (#600~#1500), およびダイヤモンドペースト (6~0.25 μ m) を用い通法に従い鏡面研磨を行い, 平坦な象牙質面を作製した。この試料片をそれぞれ37 $^{\circ}$ C, 24時間真空乾燥および37 $^{\circ}$ C, 24時間水中保管したものを試料とし, 乾燥象牙質および湿潤象牙質とした。

3. 接触角の測定

試料片をDropMaster (DM500, 協和界面科学) に静置し, 各々の象牙質知覚過敏抑制剤を1 μ L滴下し, 1秒後, 5秒後, 以後5秒間隔で, 60秒後まで経時的に測定を行った。なお, 室温23 \pm 1 $^{\circ}$ C下で, 各薬剤に対して5試料測定を行い, 平均値を求めた。

【結果】

乾燥象牙質の接触角において, MSは1秒後~60秒後で平均値62.3 $^{\circ}$ ~56.5 $^{\circ}$, SFは22.3 $^{\circ}$ ~8.8 $^{\circ}$, GLUは12.7 $^{\circ}$ ~7.2 $^{\circ}$, DESは13.0 $^{\circ}$ ~5.2 $^{\circ}$ を示し, すべての薬剤は経時的に減少した。一方, 湿潤象牙質の接触角において, MSは1秒後~60秒後で平均値58.0 $^{\circ}$ ~51.0 $^{\circ}$, SFは24.9 $^{\circ}$ ~12.1 $^{\circ}$, GLUは14.2 $^{\circ}$ ~6.6 $^{\circ}$, DESは17.1 $^{\circ}$ ~11.0 $^{\circ}$ を示し, すべての薬剤は経時的に減少した。各種象牙質知覚過敏抑制剤について乾燥象牙質と湿潤象牙質での接触角を比較すると, DESとGLUとSFは湿潤象牙質の方が高い値を示し, MSは乾燥象牙質の方が高い値を示した。

【考察】

象牙質の水分量の経時変化を電子天秤にて秤量したところ, 特に象牙質を24時間真空乾燥した状態と24時間水中に保管した状態で水分量に大きく変化を認めたことから, 湿潤状態の象牙質に対する象牙質知覚過敏抑制剤の接触角を検討し測定した。SF, GLU, DESの接触角は, 乾燥象牙質が湿潤象牙質より小さい傾向を示したが, MSの接触角は湿潤象牙質が乾燥象牙質より小さい傾向を示し, 他の薬剤よりも接触角が大きい傾向を示した。このことから, 細管内液が移動, 流出する中で, 象牙質知覚過敏抑制剤を塗布することが, 象牙細管の封鎖性に影響を及ぼしている可能性が示唆された。また臨床において, SF, GLU, DESは歯面に対して, 可能な限り乾燥を行い塗布することが望ましく, MSはメーカーの指示通り, 擦り塗りすることが望ましいと考えられた。

今後, さらに象牙質知覚過敏抑制剤の象牙細管封鎖性を検討すべく, 乾燥象牙質および湿潤象牙質に対する象牙質知覚過敏抑制剤塗布後における色素浸透性, 象牙質知覚過敏抑制剤のぬれ性と臨床的症状との関連, 象牙質知覚過敏抑制剤と象牙質における界面の状態のSEM・TEM観察について検討することを考えている。

リン酸カルシウム系知覚過敏抑制材 (CPD-100) の象牙細管内における経時的変化 — FE-SEM による超微小構造観察 —

鶴見大学歯学部 保存修復学講座

○秋本尚武, 宮内貴弘, 大森かをる, 英 將生, 常盤珠美, 桃井保子

FE-SEM Observation of Experimental Calcium Phosphate Desensitizer in Dentinal tubules

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○AKIMOTO Naotake, MIYAUCHI Takahiro, OHMORI Kaoru, HANABUSA Masao, TOKIWA Tamami, MOMOI Yasuko

【研究目的】

象牙質知覚過敏症の治療には、開口した象牙細管を封鎖する方法が一般的に行われている。クラレメディカルは、リン酸カルシウム系粉材と水系液材からなり、混和することでヒドロキシアパタイト硬化物になる試作知覚過敏抑制材 CPD-100 を開発した。本材料は、混和物が象牙細管に物理的に浸入した後、析出したヒドロキシアパタイトが象牙細管を封鎖することで長期にわたり象牙細管の封鎖が維持できるとされている。今回、スマヤー層のない象牙質表面に対し歯髄内圧を負荷した状態で CPD-100 を塗布した場合の象牙細管の封鎖状態を FE-SEM により詳細に観察した。

【材料および方法】

ヒト抜去大白歯歯冠部を象牙質が露出するように歯軸に垂直方向に切断し象牙質を露出させ、この象牙質露出面が出るようにプラスチックモールドにブラックコンパウンド (GC) により包埋した。通法に従いシリコンカーバイドペーパーとダイヤモンドペーストにより鏡面研磨を行い、象牙質表層にスマヤー層がない状態を作製した。その後、歯根を一部切断し、根管内容物を除去した後、根管内に 18 ゲージのステンレスチューブ (内径 0.9 mm×外径 1.26 mm) を挿入し、歯科接着用レジンセメント (スーパーボンド C&B, サンメディカル) で歯根部と接着させ固定した。15 cm H₂O の静水圧下にて歯髄内圧を再現し、歯髄内圧を歯根部より負荷した状態で 37°C 湿度 100% の条件で 1 日保管した。なお根管内に注入する歯髄内液を模したものと、蒸留水および電解質輸液 (ラクテック注, 大塚製薬) の 2 種類を用いた。その後、歯髄内圧を負荷した状態で象牙質表面に試作リン酸カルシウム系知覚過敏抑制材 (CPD-100) をメーカー指示に従い塗布し水洗した後、歯根部からの歯髄内圧を維持した状態 (蒸留水と電解質輸液) で 37°C 湿度 100% の条件で 1 日あるいは 1 週間保管した。コントロールとして象牙質表面に無処理のものを同様の条件で保管した。各保管期間後、試料をモールドより取り出し、割断試料を作製した。通法に従い白金蒸着後、FE-SEM (S-4800, 日立ハイテクノロジー) による象牙細管内および象牙質表層の超微構造観察を行った。

【成績および考察】

コントロールとした無処理試料は、各保管期間において象牙質試料表層から蒸留水あるいは電解質輸液が顕著に漏出していたのに対し、CPD-100 を塗布した試料は 1 週間保管試料においても漏出はわずかであった。

破断面の FE-SEM 観察の結果から、1 日保管のコントロール試料において、象牙細管内および象牙質表層に構造物は何も認められなかった。一方、蒸留水および電解質輸液試料ともに象牙細管内に CPD-100 によると思われる封鎖物が観察された。また象牙質表層にはコントロールでは認められなかった膜様構造物が観察された。7 日保管試料では、蒸留水および電解質輸液試料における象牙細管内の封鎖物の状態は様々で、いずれの試料においても象牙質表層に膜様構造物が認められ、電解質輸液試料では蒸留水保管試料よりやや厚い膜様構造物が観察された。

以上の FE-SEM 観察から、CPD-100 による象牙細管封鎖は一週間後まで持続しており、知覚過敏抑制効果が継続して得られることが示唆された。

リン酸カルシウム系象牙質知覚過敏抑制材の漂白エナメル質に対する効果

鶴見大学歯学部保存修復学講座

○大森かをる, 常盤珠美, 秋本尚武, 英 將生, 宮内貴弘, 桃井保子

Effects of Experimental Calcium Phosphate Desensitizer on Bleached Enamel

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○OHMORI Kaoru, TOKIWA Tamami, AKIMOTO Naotake,

HANABUSA Masao, MIYAUCHI Takahiro, MOMOI Yasuko

【研究目的】

有髄歯に対する漂白処置は、近年急速に普及し一般臨床にも取り入れられている。歯の漂白効果は、過酸化水素を分解することによって発生したフリーラジカルが、エナメル質の有機質着色物質の分解を促すとされ、その経路となるのがエナメル質表面に存在するエナメル葉や表面に存在する微小亀裂といわれている。漂白直後および漂白中に生じる象牙質知覚過敏の発生率は軽度のものを含めると 55-75%という報告もあるが、エナメル葉もその原因のひとつと考えられている。今回クラレメディカル社は、リン酸カルシウムを主成分とする粉液タイプの象牙質知覚過敏抑制材 CPD-100 を新たに開発した。そこで、この試作象牙質知覚過敏抑制材 CPD-100 をエナメル葉封鎖の可能性を確認するために、塗布後のエナメル質表面の SEM 観察を行ったので報告する。

【材料および方法】

試料の作製：透照診によりエナメル質の歯軸方向に亀裂を確認した抜去ヒト前歯の舌側面を唇面に対し平行に研削し、試料台に設置した。唇面エナメル質は、フッ化物未配合 P・クリーンポリッシングペースト（モリタ）をプロファイナーカップに塗布し 30 秒間ポリッシングを行った後、水洗・乾燥した。オフィスブリーチ材 松風ハイライト（松風）をメーカー指示に従って混和後エナメル質表面に均一に塗布し照射を行った。ペーストの色調が青から白に変化したのを確認後、除去し、新しいペーストを再度塗布した。これを 3 回繰り返した後、十分に水洗、乾燥し、漂白した面の半分をテープでマスキングした。試作象牙質知覚過敏抑制材 CPD-100 をメーカー指示に従って混和し、専用マイクロブラシにてエナメル質の半面に 30 秒間擦り込んだ。表面のペーストを水洗し、37℃100%湿潤下で 24 時間保管した。

SEM 観察：試料面のマスキングテープを除去し、金蒸着後、走査電子顕微鏡 JSM-5600（JEOL）（HITACHI）にてエナメル質表面の観察を行った。

【結果および考察】

コントロールとした CPD-100 未処理の漂白エナメル質表面は、pH4.1 のオフィスブリーチ材により有機質が除去され、マイクロクラックの存在が顕著に認められた。一方、CPD-100 を塗布したエナメル質表面では、クラックがリン酸カルシウムの結晶により塞がれている状態が観察された。リン酸カルシウムの結晶は、水洗によって除去されず、封入されることが示された。

試作リン酸カルシウム系象牙質知覚過敏抑制材 CPD-100 は、漂白後のクラックを封鎖する効果が認められたことから、有髄歯の漂白直後に塗布することにより、高い頻度で発症する知覚過敏症状の軽減が期待できると思われる。

試作リン酸 Ca 系知覚過敏抑制材 (CPD-100) が象牙質接着に及ぼす影響

鶴見大学歯学部保存修復学講座

○英 將生, 常盤珠美, 宮内貴弘, 大森かをる, 秋本尚武, 桃井保子

The Influence of Experimental Calcium phosphate Desensitizer on Dentin Bond Strength

Department of Operative Dentistry, Tsurumi University School of Dental Medicine

○HANABUSA Masao, TOKIWA Tamami, MIYAUCHI Takahiro,

OHMORI Kaoru, AKIMOTO Naotake, MOMOI Yasuko

【研究目的】

象牙質知覚過敏症は、臨床で多くみられる疾患の一つである。現在、象牙質知覚過敏症の治療は、露出した象牙質表面へ知覚過敏抑制材料を塗布する方法が最も一般的に行われている。今回クラレメディカル社は、ハイドロキシアパタイトによって象牙細管を封鎖する生体親和性に優れた試作リン酸 Ca 系知覚過敏抑制材 CPD-100 を開発した。この試作象牙質知覚過敏抑制材の使用によって象牙質知覚過敏が抑制されると考えられるが、実質欠損を伴った象牙質露出面での象牙質知覚過敏症は、象牙質知覚過敏材塗布後にコンポジットレジン修復を行うことがある。そこで今回、この試作リン酸 Ca 系知覚過敏抑制材 CPD-100 の塗布が歯質接着性材料の象牙質接着に及ぼす影響を知るために、CPD-100 塗布後の象牙質接着強さを微小引張接着試験によって検討した。

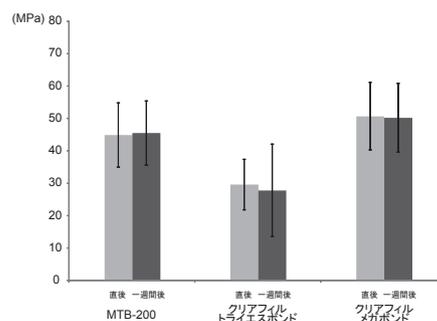
【材料および方法】

微小引張接着試験：抜去ヒト大白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 で切断後、象牙質露出面を #800～#1500 の耐水研磨紙で研削し、ダイヤモンドペースト 6 μm～1 μm で順次研磨した鏡面研磨面を被着面とした。作製した象牙質被着面に試作リン酸 Ca 系知覚過敏抑制材 CPD-100 をメーカー指示に従って塗布し、その塗布直後 (コントロール)、および、一週間後に、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に従って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) を積層充填し照射した。試料を 24 時間 37°C 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 にて微小引張接着試験を行った。微小引張接着試験によって得られたデータは、*t* 検定 ($\alpha=0.05$) にて統計処理を行った。

SEM 観察：微小引張接着試験と同様に作製した象牙質の鏡面研磨面に、試作リン酸 Ca 系知覚過敏抑制材 CPD-100 をメーカー指示に従って塗布し、塗布直後、および、一週間後にその試料の断面を走査電子顕微鏡 JSM-5600 (JEOL) にて観察した。

【成績および考察】

微小引張接着試験の結果を図に示す。微小引張接着試験の結果から、全ての接着システムで CPD-100 の塗布直後と一週間後では、接着強さに有意差は認められなかった。したがって、本実験で使用した試作リン酸 Ca 系知覚過敏抑制材 CPD-100 は、塗布一週間後の象牙質接着強さに影響を及ぼさないことが示された。また、SEM 観察から、塗布直後および一週間後の象牙質断面で象牙細管に CPD-100 が封入されている様子が観察された。



知覚過敏抑制材適用歯面へのボンドフィル SB の接着性

サンメディカル株式会社 研究開発部¹
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²

○井波智鶴¹, 宮森沙耶香¹, 小里達也¹, 西谷佳浩², 吉山昌宏²

Bonding performance of BondfillSB to tooth applied with desensitizer

Sun Medical Co., Ltd. Research and development department¹
Department of Operative dentistry, Field of Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction,
Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences²
○INAMI Chidzuru¹, MIYAMORI Sayaka¹, ORI Tatsuya¹, NISHITANI Yoshihiro², YOSHIYAMA Masahiro²

【緒言】

高齢化社会を迎えた昨今、口腔衛生思想の普及も高まり、歯の延命化による高齢者の残存歯数も増加してきている。そのため、くさび状欠損や歯周病の進行に伴う露出歯根の知覚過敏の発症が年々増加傾向にある。可能な限り侵襲の少ない除痛処置を施すことは、患者への負担軽減から極めて重要であり、初回治療時に低侵襲性の知覚過敏抑制材を適用し、経過観察することがこれに該当する。しかし、痛みが消失しない場合や審美的改善が必要となる場合には、接着性レジンによる修復処置を余儀なくされる。

そこで本研究では、低侵襲性の知覚過敏抑制材を適用した歯面における、接着性レジンの接着性への影響を検討した。知覚過敏抑制材にはMSポリマーエマルジョンとシュウ酸水溶液から構成される「MSコートONE」、あるいはフッ化ナトリウムがさらに配合された「MSコートF」を、接着性レジンには柔軟性を有した接着充填材である「ボンドフィルSB」を用いて引張接着試験を行った。また、知覚過敏抑制材の種類の相違によるボンドフィルSBの接着性の比較評価も検討したので報告する。

【材料及び方法】

冷凍保管されたウシ新鮮抜去歯を、耐水エメリー紙を用いて歯冠部象牙質を露出し、#180まで研磨した。研磨面にMSコートONEまたはMSコートF(共にサンメディカル)を30秒間こすり塗り、次いでエアードライ・水洗操作を行った。次に、ボンドフィルSB(サンメディカル)を、本処理面の面積規定(φ4.8mm)した面に、付属のティースプライマーを20秒間作用させた後に、筆積み法にてアクリル棒を植立した。なお、研磨面にMSコート群を適用せずにティースプライマーで処理後、ボンドフィルSBにてアクリル棒を植立したものをコントロール試料とした。何れの試料も室温にて30分間放置後、37℃一晩水中浸漬後、もしくは5-55℃のサーマルサイクル試験(5000回)後に、万能試験機(AG-1S: Shimadzu)を用いて、クロスヘッドスピード2.0mm/minで引張接着試験を行った。

【結果及び考察】

引張接着試験の結果、MSコートONEを適用した象牙質へのボンドフィルSBの接着強さは、水中浸漬一晩後、サーマルサイクル試験後ともに約12MPaの値を示し、何れもコントロールと統計学的有意差は認められなかった(p>0.05)。これに対して、MSコートFを適用した象牙質への接着強さは、37℃水中浸漬一晩後でも著しく低下する結果となった(p<0.05)。これは、MSコートONEよりも耐酸性の向上したMSポリマー被膜が歯面に残存し、ボンドフィルSBのモノマーの浸透・拡散が抑制されたことや、フッ素により象牙質自体の耐酸性が向上し、ティースプライマーの脱灰が不十分になった可能性があると考えられる。

【結論】

知覚過敏抑制材を適用した象牙質へのボンドフィルSBの接着強さを評価した結果、知覚過敏抑制材の種類により、その接着性に影響を及ぼすことが示唆された。

う蝕象牙質に対するボンドフィル SB の接着性

サンメディカル株式会社¹, 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²

○田中晴美¹, 岩崎小百合¹, 西谷佳浩², 吉山昌宏²

Bonding ability of Bondfill SB to carious dentin

Sun Medical Co., Ltd.¹, Department of Operative Dentistry Okayama University Graduate School of Medicine,

Dentistry and Pharmaceutical Sciences²

○TANAKA Harumi¹, IWASAKI Sayuri¹, NISHITANI Yoshihiro², YOSHIYAMA Masahiro²

【研究目的】

近年, ミニマルインターベンション (MI) によるう蝕治療が重要視され, 先駆細菌叢が存在するう蝕感染象牙質のみを削除し, 再石灰化可能なう蝕影響象牙質は削除せずにセルフエッチングシステムにて接着修復する方法が提唱されるようになった。吉山ら^{1), 2)}は, う蝕象牙質に対する種々のセルフエッチングシステムの接着性について, これまでに数多くの研究報告をしており, 殆どのボンディングレジンのう蝕象牙質への接着強さが, 健全象牙質のそれと比較して有意に低下することを明らかにしてきた。一方, 4-META/MMA-TBB レジンの技術応用から新たに開発された「ボンドフィル SB」は, 適度な柔軟性を有した接着充填材で, 側方応力が加わる歯頸部の充填にも適している。歯頸部への充填として, くさび状欠損や歯頸部う蝕の症例が考えられるが, ボンドフィル SB のう蝕象牙質への接着性については報告がない。

そこで本研究では, ボンドフィル SB のう蝕象牙質への接着性を明らかにすることを目的に, 微小引張接着強さ (MTBS) 試験を行った。

【材料および方法】

被験歯には, 冷蔵保存された咬合面う蝕を有するヒト抜去大白歯を用いた。う蝕の程度を分類するため, う蝕検知液 (クラレメディカル) にて染色を行い, 象牙質面において赤染部と淡ピンク染部の露出が見られるまで #180 の耐水研磨紙で研削した。本実験では赤染部をう蝕感染象牙質, ピンク染部～淡ピンク染部をう蝕影響象牙質と定義した。この表面に, ボンドフィル SB (サンメディカル) に付属のティースプライマーにてメーカー指示どおりに歯面処理を行った後, ボンドフィル SB を筆積み法にて使用し 1cm 角のアクリルブロックを接着させた。なお, 歯面処理に表面処理材グリーン (サンメディカル) を用いた場合を比較試料とした。その後, 試料を 37°C 水中に 24 時間浸漬させた後, 低速回転ダイヤモンドカッター ISOMET (BUEHLER) にて薄片に切り出して接着面積が 1mm² となる試験片を作製し, 小型卓上試験機 EZ-TEST (島津製作所) でクロスヘッドスピード 1.0mm/min にて引張接着強さを測定した。得られたデータは分散分析, Tukey-HSD Test にて有意水準 5% にて統計処理を行った。

【結果と考察】

ティースプライマーを用いたボンドフィル SB の接着強さは, 健全象牙質およびう蝕影響象牙質では共に 35MPa 前後を示したのに対し, う蝕感染象牙質では約 17MPa の値を示した。健全象牙質とう蝕影響象牙質間に有意差は認められなかったが, う蝕感染象牙質は有意に低い結果となった。表面処理材グリーン処理では, 健全象牙質およびう蝕影響象牙質で約 35MPa, う蝕感染象牙質で約 22MPa となり, ティースプライマーと同様の傾向を示した。う蝕象牙質に対する接着強さは, う蝕の状態によりモノマーの浸透・拡散性が影響したと推察した。

【結論】

ティースプライマーを用いたう蝕影響象牙質に対するボンドフィル SB の接着強さは, 健全象牙質と同等で良好な接着強さを示したが, う蝕感染象牙質に対しては有意に低下することが示唆された。

【文献】

- 1) 吉山昌宏ら: う蝕感染象牙質へのレジック接着性: セルフエッチングボンディングシステムの効果; 接着歯学 17, 186-191, 1999.
- 2) 吉山昌宏: 1 ステップ接着システム その現状と課題; The Quintessence 23, 79-83, 2004.

前処理の複合がボンドフィル SB の各種被着体に対する接着性に及ぼす影響

サンメディカル株式会社¹, 大阪大学大学院歯学研究科 歯科理工学教室²

○大槻 環¹, 荒田正三¹, 抜井康浩¹, 今里 聡²

Influences of complex pretreatment on bonding ability of Bondfill SB to various substrates

Sun Medical Co., Ltd.¹, Department of Biomaterials Science, Osaka University Graduate School of Dentistry²

○OOTSUKI Tamaki¹, ARATA Masami¹, NUKII Yasuhiro¹, IMAZATO Satoshi²

【研究目的】 ミニマルインターベンションの概念が普及してきた近年では、補綴物の破損や補綴物周囲の歯質欠損が生じた場合でも、その範囲が大きくなければ、コンポジットレジン充填による補修修復を行うことが少なくない。2011年2月に発売されたボンドフィル SB (サンメディカル) は、4-META/MMA-TBB レジンの技術を応用して開発された接着性を有する充填用レジンであり、金属や陶材に対する高い接着性と適度な柔軟性を併せ持つ。液材、粉材、キャタリスト V と、エナメル質・象牙質兼用セルフエッチングプライマーの「ティースプライマー」を組み合わせた構成からなり、前述のような補修症例への使用にも適している。

ところで、接着性レジンの最良の性能を発揮するには被着体にあわせた前処理が必要になるが、異なる被着体が近接する症例などでは前処理材の塗り分けが困難で、部分的に重なって塗布されてしまうことも十分に考えられる。そこで、本研究では、前処理材が重なって塗布された場合のボンドフィル SB の接着性能について検討した。

【材料および方法】 歯面処理材としてボンドフィル付属のティースプライマーを、貴金属用前処理材として V プライマー (サンメディカル) を、セラミックス用前処理材としてポーセレンライナー M (サンメディカル) を使用した。エナメル質、象牙質試料は、冷凍保存した抜去ウシ前歯を注水下で #180 の耐水研磨紙で研削して作製した。また、歯科用金銀パラジウム合金 (CAST WELL MCR : GC, 以下 Pd)、歯科金属焼付用陶材 (スーパーポーセレン AAA : ノリタケデンタルサブライ, 以下 Ce)、歯科用ジルコニウム (ジルコニアセラミックス : 品川ファインセラミックス, 以下 Zr)、歯科用コンポジットレジン (ファンタジスタ : サンメディカル, 以下 CR) を被験体とし、#600 耐水研磨紙で研磨後にアルミナサンドブラスト処理を行った面を被着面とした。各被着体に以下に示した方法で前処理を行った後、ボンドフィル SB を築盛して試験片を作製した。試料を 37°C 水中に 24 時間浸漬した後、オートグラフ (AG-10kNIS, 島津製作所) を用いて、クロスヘッドスピード 2.0 mm/min にて引張り接着強さを測定した。

<被着体の前処理方法>

前処理材の塗布順	被着体					
	象牙質	エナメル質	Pd	Ce	Zr	CR
コントロール (メーカー指示通り)	○	○	○	○	○	○
ティースプライマー → V プライマー	○	○	○	—	—	—
ティースプライマー → ポーセレンライナー M	○	○	—	○	○	○

【結果と考察】 歯質に対する接着強さに関しては、ティースプライマー処理面に V プライマーまたはポーセレンライナー M を重ねて塗布した場合でも、ティースプライマーのみのコントロールと比較して有意差は認められなかった ($p > 0.05$, Student's *t*-test)。また、他の被着体に対しても、ティースプライマーの前塗布はボンドフィル SB の接着強さに影響を及ぼさなかった。これらのことから、前処理の複合がボンドフィル SB の各種被着体に対する接着の阻害因子とはならないことが明らかとなった。

【結論】 異なる被着面への前処理材の塗り分けが困難で、二つの処理が重なった場合でも、ボンドフィル SB は高い接着性能を発揮することができ、歯質と金属あるいは歯質と陶材といったように異種の被着体が混合した部分の補修修復に適した充填材であることが示唆された。

24%EDTA 水溶性ジェルの根管壁スミヤー層除去性能

平鹿総合病院 歯科¹, 日本歯科薬品株式会社 研究所²

○寺田林太郎¹, 下田恵美², 横田兼欣², 常川勝由²

Smear layer removal by 24% EDTA water-soluble gel as a root canal irrigant

Dentistry, Hiraka General Hospital¹, R&D, Nippon Shika Yakuhin Co. Ltd²

○TERATA Rintaro¹, SHIMODA Emi², YOKOTA Kazuyoshi², TSUNEKAWA Masayoshi²

【目的】

演者らは、根管拡大時の潤滑材および根管壁スミヤー層除去材として適用すべく、操作性に優れ、製材を透して根管口を視認できるように透明化した 24%EDTA 水溶性ジェルを試作した。本研究では、試作 24%EDTA 水溶性ジェルおよび市販の 3 種ジェル状 EDTA 製材 (RC・ブレップ、グライド、ファイリーズ J) の水に対する溶解性、ならびに各 EDTA 製材浴下で根管拡大および洗浄を行った後の根管壁のスミヤー層の除去状態を比較検討した。

【材料および方法】

実験に使用した材料を表に示す。

製品名	製造業者	Lot.
試作 24%EDTA 水溶性ジェル	日本歯科薬品	YA7
RC・ブレップ	プレミア	100914
グライド	メルファー	35415
ファイリーズ J	ウルトラデント	B4PPP

実験 1: 溶解試験; 透明ガラス容器に各 EDTA 製材を 0.1g 採取後、精製水を 2mL 加え密閉し、振盪したときの各 EDTA 製材の水への溶解性状を観察した。

実験 2: 根管壁スミヤー層除去試験; 単根のヒト抜去歯を歯頸部で切断し、その歯根を手用 K-ファイルにて各 EDTA 製材浴下で #60 まで円周ファイリング法により根管拡大を行い、再度各 EDTA 製材を根管内に注入し 1 分間根管洗浄、さらに試作 24%EDTA ジェルについては 2 分間根管洗浄を行った。次亜塩素酸ナトリウムで根管洗浄した後、歯根を長軸に沿って 2 分割し、白金蒸着を施し、走査電子顕微鏡 (JSM-7000F、日本電子) にて倍率 800 倍で観察を行った。なお、観察部位は根管口部、根管中央部、根尖部の 3 箇所とした。

【結果】

実験 1; 試作 24%EDTA 水溶性ジェルは、すみやかに水に溶解し澄明な液体になったが、市販のジェル状 EDTA 製材群は、いずれも乳白色の懸濁液になり水に溶解しなかった。

実験 2; 試作 24%EDTA 水溶性ジェルは、ジェル浴下で根管拡大後、1 分間根管洗浄することで根尖部までスミヤー層を除去していたが、市販のジェル状 EDTA 製材では、ほとんどの部位でスミヤー層が残留していた。

試作 24%EDTA 水溶性ジェルは、2 分間根管洗浄しても根管壁の過剰脱灰は見られなかった。

【考察】

試作 24%EDTA 水溶性ジェルのスミヤー層除去性能は、市販のジェル状 EDTA 製材群よりも優れていた。試作 24%EDTA 水溶性ジェルは、EDTA が水にイオン化した状態で存在するため、水に溶解しにくい市販のジェル状 EDTA 製材群よりもスミヤー層除去性能 (EDTA のキレート能力) に優れていたものと思われる。

試作 24%EDTA 水溶性ジェルは、市販のジェル状 EDTA 製材と同様に粘性を有するので根管拡大時の潤滑材としての効果も期待でき、さらに拡大後 1 分および 2 分間洗浄することで過剰脱灰せずに根尖部までスミヤー層を除去できることから、根管壁スミヤー層除去材としても使用可能であると考えられる。

B0 試薬による根管拡大・形成時の操作性向上の可能性に対する検討

昭和大学歯科病院歯内治療科¹，
奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野²
○山田嘉重¹，増田宜子¹，木村裕一²

Evaluation to the possibility for the improvement of root canal preparation by the B0 reagent

Department of Endodontics, Showa University Dental Hospital¹
Division of Endodontics, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry²
○YAMADA Yoshishige¹, MASUDA Yoshiko¹, KIMURA Yuichi²

【緒言】

感染根管の症状を改善させるためには細菌に感染している根管部の感染象牙質を過不足なく除去することが重要である。そのため現在歯科臨床において感染歯質の除去を向上させるために根管拡大・形成処置を行う際に次亜塩素酸ナトリウム製剤や EDTA 製剤が使用されている。しかし感染根管の中には根管が汚染有機質で封鎖されている場合や、根管壁象牙質の多くの部位が細菌感染の影響にて著しく軟化している症例は少なくない。そのような状況下において、これらの薬剤では汚染有機質や軟化感染象牙質の除去が効率良く、かつ安全に施行することが困難であることが多々見られる。本研究では齶蝕象牙質の除去を目的に試作した B0 試薬を用いて根管内の汚染有機質や軟化象牙質の除去が効率的に行うことが可能かどうかを検討することを目的とした。

【材料および実験方法】

実験 I として 2 根管を有する透明人工歯を用いて根管内の汚染有機質の除去に B0 試薬が有効かどうかを検討した。それぞれの根管を K-ファイルにて 60 号まで拡大をおこなった透明人工歯 20 本の根管内に人工有機質を添加し、有機質の除去を様々な条件下で行った。各グループ 5 本ずつの人工歯において B0 試薬(グループ 1)，EDTA 製剤として RC プレップ (グループ 2)，次亜塩素酸ナトリウム製剤として AD ゲル (グループ 3) をそれぞれ根管に塗布した後に K-ファイルを用いて有機質の除去を施行し、完全に有機質が除去できるまで操作を繰り返し、有機質除去に要した時間を記録した。対照グループは根管内に何も塗布しないで K-ファイルのみで除去操作を行った (グループ 4)。実験 II として咬合面に歯髄まで達する齶蝕を有する下顎抜去大白歯 32 本を使用した。その中で使用する根管は遠心根管とした。実験に使用した根管は事前にデンタルエックス線にて根管の状態を確認し、根の湾曲度の少なく形態的にも近似したものを使用した。それらを 5 本ずつ 4 グループに無作為に選出し分類した。グループ 5 (B0 試薬)，グループ 6 (RC プレップ)，グループ 7 (AD ゲル) をそれぞれ根管内に塗布後、K-ファイルによる根管拡大を行った。グループ 8 は無処置下において K-ファイルで根管拡大を行った。根管拡大終了後各グループ 3 本ずつの試料は 2 分割に切断した後、根管壁の表面性状を実体顕微鏡および走査型電子顕微鏡 (SEM) にて観察した。残りの各グループ 5 本ずつの試料はスメアクリン、5%次亜塩素酸ナトリウム溶液、3%過酸化水素水溶液にて洗浄乾燥した後、根管充填を行い 37°C の恒温槽内に 1 週間静置後に辺縁漏洩試験を行った。

【結果】

実験 I の結果として有機質の除去に要した平均所要時間はグループ 1 : 2 分 2 秒、グループ 2 : 2 分 49 秒、グループ 3 : 2 分 57 秒、グループ 4 : 3 分 22 秒であり、B0 試薬を使用したグループが最も有機質の除去時間が短く、RC プレップ、AD ゲル、未処置の順であった。有機質除去後の根管は全ての試料において特記すべき問題点は認められなかった。天然抜去歯を用いて根管拡大を施行した実験 II の結果では、グループ 5~8 の全ての試料において実体顕微鏡観察、SEM 観察共に歯質に問題が生じる現象は確認されなかった。辺縁漏洩試験においても 4 グループともに顕著な色素の漏洩は認められずに全てのグループでほぼ類似した辺縁漏洩状態を呈していた。

【考察】

本研究結果より B0 試薬は根管内の有機質の除去および根管拡大の操作性の向上に有効であることが確認された。また B0 試薬を用いた根管拡大操作後の根管壁には破折や亀裂などの異常な所見も観察されず、根管充填操作にも影響を与えないことも確認され、本試薬の根管治療への使用における問題点は認められなかった。これら得られた結果より B0 試薬は根管拡大・形成における操作性の向上に対しても有効である可能性が強く示唆された。

埋伏した下顎第一大臼歯に施した外科的歯内療法

日本歯科大学附属病院総合診療科¹, 矯正歯科², 生命歯学部歯科保存講座³

○北村和夫¹, 山崎孝子¹, 石井隆資¹, 阿川透久¹, 清水章矢¹, 四方田 拓¹, 小森 成², 勝海一郎³

Surgical endodontic approach in impacted mandibular first molar

Division of General Dentistry¹ & Orthodontics², The Nippon Dental Univ. Hospital, Department of Endodontics & Operative Dentistry³, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo

○KITAMURA Kazuo¹, YAMAZAKI Takako¹, ISHII Takashi¹, AGAWA Yukihiisa¹,

SHIMIZU Fumiya¹, YOMODA Taku¹, KOMORI Akira², KATSUUMI Ichiroh³

【はじめに】

埋伏歯は、下顎第三大臼歯、上顎第三大臼歯、上顎犬歯にはよくみられるが、下顎第一大臼歯の埋伏症例は少ない。今回、埋伏した下顎第一大臼歯に根管治療と外科的歯内療法を行う貴重な機会に遭遇し、良好な経過が得られたので報告する。

【症例】

患者：20歳 男性

主訴：下顎左側第一大臼歯の埋伏

現病歴：2年前本学附属病院矯正歯科に紹介来院した。下顎左側第二小臼歯が遠心傾斜、下顎左側第二大臼歯が近心傾斜しており、間隙はわずかで第一大臼歯が萌出するスペースはなかった。各種エックス線検査後、下顎左側第二小臼歯と第二大臼歯の間隙を拡大し、スペースを確保して第一大臼歯の挺出を試みるも挺出せず、アンキローシスの精査のため、総合診療科に転科した。

既往歴：特記事項なし

家族歴：特記事項なし

現症：下顎左側第一大臼歯は、完全に埋伏しており咬合面以外は歯槽骨に覆われているが、植立方向に異常は見られない。挺出時に歯冠部に装着したフックの一部を肉眼で認めるが、歯冠まで歯肉に覆われている。

診断：下顎第一大臼歯の埋伏

処置と経過：下顎左側第一大臼歯の埋伏状態の精査のため、日本大学歯学部附属病院放射線科に歯科用CTの撮影を依頼した。検査の結果、下顎左側第一大臼歯は近心1根、遠心2根の3根であり、遠心2根の間を下顎管が走行し、遠心舌側根が舌側の皮質骨内で湾曲していた。遠心舌側根が皮質骨内で湾曲しているために挺出は困難と判断した。第一大臼歯の咬合面を覆っている歯肉を電気メスで切除し、麻酔抜髄を行った。1週間後に側方加圧法で根管充填し、ガラスアイオノマーセメントで仮封した。遠心頬側根と遠心舌側根の間に下顎管が走行しているため、遠心2根を分割抜去した。矯正歯科で、近心根の歯冠を歯肉縁上まで挺出させた。接着性レジンで支台築造し暫間被覆冠を装着した。今後、近心根の歯冠と第二小臼歯、近心根の歯冠と第二大臼歯の間を矯正力によりコンタクトさせて全部歯冠補綴により最終修復する予定である。

【考察とまとめ】

埋伏歯となる歯には、萌出できない何らかの原因がある。挺出を試みる際には、その原因を正確に診断する必要があり、特に複根歯においてはどの歯根が原因根かの分析が必須である。今回の症例では、下顎第一大臼歯の遠心根は2根であり、その間を下顎管が走行し、遠心舌側根が皮質骨内で湾曲しているため、挺出できなかった。デンタルエックス線検査やパノラマエックス線検査では歯根の形態や歯根と下顎管との位置関係の把握は困難であったが、歯科用CTにより歯根形態や下顎管の位置を三次元的に正確に把握して治療を進めることができ、改めて歯科用CTの有用性が認識できた。今後、さらに歯内療法の各種症例に対し、検討を加えていく予定である。

オレイン酸、ユージノールおよび酸化亜鉛を主剤とした 新規根管充填用シーラーの物性に対するロジンの影響について

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座¹, 日本歯科大学生命歯学部共同利用研究センターRI 研究室²
○前田宗宏¹, 橋本修一², 石塚克巳¹, 勝海一郎¹

Influence of Rosin on Physical Properties of The New Root Canal Sealer Contained Mainly with Oleic Acid, Eugenol and Zinc Oxide

Department of Endodontics & Operative Dentistry¹, Section of Radioisotope Research,
Research Center for Odontology², Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo
○MAEDA Munehiro¹, HASHIMOTO Shuichi², ISHITSUKA Katsumi¹, KATSUUMI Ichiro¹

【はじめに】

新規根管充填用シーラー開発のため、ロジンの種類を変化させた際のオレイン酸、ユージノールおよび酸化亜鉛を主剤とした練和物の物性について検討を行った。

【材料および方法】

1. 新規根管充填用シーラーの組成

粉 剤 (1g 中) : 酸化亜鉛 (和光純薬) 400mg、ロジン (ハリマ化成) 400mg、その他 200mg

液 剤 (1ml 中) : オレイン酸 (和光純薬) 0.75ml、ユージノール (Aldrich, USA) 0.15ml、その他 0.1ml

軟化温度および酸価の異なる3種類のロジン (A, B, C) をそれぞれ使用した。粉剤 1g に対して液剤 0.5ml の割合で、金属スパチュラを用いてガラス練板上で 30 秒間練和した。

2. 硬化開始時間

室温で練和直後のセメントを練板上で観察し、シーラー稠度が変化しはじめた時間を練和開始点から起算して硬化開始時間とした。

3. 崩壊度試験

練和直後のシーラーを内径 6mm、高さ 5 mm のシリコンチューブに填塞後、37°C、100%湿度の恒温恒湿器に 24 時間静置した。シーラー重量を計測後、重量既知のビーカーに蒸留水を 50ml 加え、試料が容器に触れないように懸垂し 24 時間 37°C で保管した。試料をビーカーから取り出し、水分を 60°C の恒温器内で蒸発させた。放冷後、実験前後のビーカーの重量差を浸漬前の練和物重量で除し、崩壊率 (%) とした。測定は各種ロジン (A, B, C) を含む各シーラーにつき 3 個ずつ行った。

4. 色素浸透試験

内径 5mm、長さ 30mm のガラス管に練和直後のシーラーを填塞し、直ちに 1%メチレンブルー水溶液中に浸漬した。浸漬後 24 時間でガラス辺縁への色素浸透距離をノギスで測定した。なお、測定は各種ロジンを含む各シーラーにつき 3 個ずつ行った。

5. 硬化度の測定

内径 8 mm、高さ 5 mm のガラス管に練和直後の各シーラーを填塞した。空气中に 24 時間静置したシーラーを測定用試料とした。先端径 1 mm、長さ 100 mm の測定針を装着したテクスチャーアナライザ (EZ Test、島津製作所) の試料台の上に、自家製固定装置を用いて試料の上面が測定針に接触するように固定し、測定針が試料の中央部に進入するように調整した。1 mm/sec の速度で測定針が試料に進入する際の荷重変化を専用データ処理ソフト (TRAPEZIUM、島津製作所) で記録し、硬化度の比較に用いた。なお、測定は各シーラーにつき 3 個ずつ行った。

【結果および考察】

1. ロジンの違いにより、硬化開始時間は 50 分～20 時間となった。
2. 崩壊度はロジンの種類により 0.04～0.14% の範囲で異なった。
3. ロジン A を含むシーラーの色素浸透距離はロジン B, C に比べて最も短い値を示した。
4. 硬化度は硬化開始時間が早いと上昇する傾向がみられた。

これまでロジン量の違いが練和物の硬化時間や硬化度と密接に関連することを報告してきたが、ロジン含量の違いのみならず、ロジンの軟化温度および酸価が変化するとシーラーが具備すべき所要性質に影響が生じることが示唆された。

根管長測定可能な学生実習用顎模型の改良

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
○竹田淳志, 池田英治, 小林千尋, 須田英明

Improvement of a Model for Training Electronic Root Canal Length Measurement
Pulp Biology and Endodontics, Department of Restorative Sciences,
Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University
○TAKEDA Atsushi, IKEDA Hideharu, KOBAYASHI Chihiro, SUDA Hideaki

【緒言】

東京医科歯科大学歯学部学生の歯内療法基礎実習では、ヒト抜去歯を顎模型に植立して実習を行っている。平成16年の実習から、抜去歯を植立したアクリルチューブが容易に着脱できる顎模型を使用している。従来の顎模型は上下顎1対であったが、左右対称にして1つの顎模型のみで実習可能となるように改良したのでここに報告する。

【材料および方法】

透明アクリルチューブ(外径20mm,長さ:25mm)に即時重合レジンで抜去歯を植立したもの(以下,アクリル植立模型)を容易に着脱できる顎模型を左右対称なものに変更した。これを,平成23年1~3月本学歯学部5年生の歯内療法基礎実習に使用した。実習終了後,学生およびインストラクター双方にアンケート調査を行い,顎模型について検討した。

【結果】

アンケート結果(学生回答数65,インストラクター回答数15)

1)顎模型の構造について

	学生	インストラクター
使いやすい	36	1
特に問題なし	26	11
改善の必要あり	3	3

2)アクリル植立模型の顎模型への固定について

	学生	インストラクター
しっかり固定できた	52	13
固定が不十分であった	12	2

3)顎模型での電氣的根管長測定について

	学生	インストラクター
安定して測定できた	30	1
概ね問題なし	30	12
測定に支障があった	5	2

4)左右対称の顎模型に変更したため,小白歯と大白歯の植立位置が共通となったことについて

	学生	インストラクター
問題なし	34	2
概ね問題なし	30	9
問題あり	1	2

5)左右対称の顎模型に変更したため,費用が約1万円安くなったことについて

	学生	インストラクター
良かった	58	4
やや良かった	4	5
どちらともいえない	1	2
あまり良かったとは思わない	0	2
全く良かったとは思わない	2	1

【考察および結論】

学生およびインストラクターのアンケート結果から,顎模型の構造,アクリル植立模型の顎模型への固定,顎模型での電氣的根管長測定については肯定的な評価が多かった。一部で電氣的根管長測定に支障があった場合の原因については,アクリルチューブ内に生理食塩液を浸した綿花を密に充填するのを怠ったため電氣的接続が不十分であったことが考えられる。アンケートの設問4,5で,左右対称の模型に変更し,顎模型を1個のみに変更したことについても好意的な回答が多かった。これらの結果から,今回改良した電氣的根管長測定可能な学生実習用顎模型は,学生実習に有用であることが示唆された。

新型エアスケーラーを用いた根管内水酸化カルシウム材の除去について
東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 摂食機能保存学講座 歯髄生物学分野¹
吉岡デンタルオフィス²

○石村 瞳¹, 小松 恵¹, 吉岡俊彦¹, 八幡祥生¹, 吉岡隆知², 須田英明¹

Removal of calcium hydroxide paste in the root canal using a new sonic scaler system

Pulp Biology and Endodontics, Department of Restorative Sciences,
Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University¹
Yoshioka Dental Office²

○ISHIMURA Hitomi¹, KOMATSU Kei¹, YOSHIOKA Toshihiko¹, YAHATA Yoshio¹, YOSHIOKA Takatomo², SUDA Hideaki¹

【緒言】 水酸化カルシウムは、多くの臨床家が根管貼薬の第一選択として使用している。本材（剤）の欠点の一つは除去が困難な点である。根管壁に残存した水酸化カルシウムは、根管充填時の根管の緊密な封鎖を妨げる恐れがあるとされている。近年、可聴波限界音域に発振周波数を有するエアスケーラー（サリー、ヨシダ）が開発された。本製品は、従来のエアスケーラーの持つ不快な音の発生が無く、また、超音波スケーラーとは異なり電磁波を発生せず、心臓ペースメーカーを使用している患者への使用も可能である。本研究の目的は、サリーを用いて根管洗浄を行い、水酸化カルシウムの除去効率を評価することである。

【材料および方法】 実験には2根管性の樹脂製根管模型（ディーメック）7本を用いた。この樹脂製根管模型は、根尖から5 mm, 9 mmの位置にそれぞれイスマスを有している。樹脂製根管模型に水酸化カルシウム材（カルンペックスII, 日本歯科薬品）を緊密に填入した。37°C, 24時間保管後、マイクロフォーカスX線CT (InspeXio SMX1000CT®, 島津製作所) にて各模型を撮像した。ついで、27G 根管洗浄針を用いて30秒間根管洗浄を行った。洗浄液は精製水とした。洗浄終了後、再度マイクロフォーカスX線CT撮像を行った（手洗浄群）。新たに水酸化カルシウム材を緊密に填入後、サリーにUファイル#30（ピヤス）を装着し、30秒間注水下にて根管洗浄を行った。最後に、マイクロフォーカスX線CT撮像を行った（サリー使用群）。得られた画像より、3次元画像解析ソフト (Amira5.3, Visage Imaging, オーストリア) を用いて根管内に残留した水酸化カルシウム材の体積を算出した。データはMann-WhitneyのU検定を用いて統計学的解析を行った。有意水準は5%とした。

【結果】 手洗浄群とサリー使用群との間には統計学的有意差を認め、サリー使用群の方が根管内に残留した水酸化カルシウム材は有意に少なかった。

【考察および結論】 根管内に貼付した水酸化カルシウム材（剤）の除去性に関する研究は数多く存在するが、2次元解析に留まる研究が多い。今回マイクロフォーカスX線CTおよび3次元画像解析ソフトを用いたことで、根管模型内に残留した水酸化カルシウム材を定量的に解析することができた。手洗浄群とサリー使用群とを比較すると、残留した水酸化カルシウム材の体積には統計学的有意差を認め、新型エアスケーラーの有用性が確認できた。

マイクロヘッドエアタービンハンドピースの下顎大白歯髄腔開拓への有用性

鶴見大学歯学部 歯内・歯周病学講座
○湯本琴美, 山崎泰志, 甲田 智, 小澤寿子

Effects of the micro-head air turbine handpieces on access opening process of mandibular molars

Dept. of Periodontics and Endodontics, School of dental medicine, Tsurumi University
○YUMOTO Kotomi, YAMAZAKI Yasushi, KODA Satoshi, OZAWA Toshiko

【研究目的】

歯の切削時にエアタービンハンドピースヘッドに視野が妨げられてバーが見えなくなり、切削部分を目視できない状況にしばしば遭遇する。正確で安全な形成を行うためには、バー先端の切削状況を注視することが重要である。術者の視界が遮ぎられる原因の一つとして、エアタービンハンドピースのヘッドサイズが大きすぎることがあげられる。エアタービンハンドピースヘッドの直径が小さくなれば可視領域は広がり、高さが低くなれば稼働領域が広がる。そこでエアタービンハンドピースヘッドの小径化が必要となる。今回、ヘッド径 9.0mm でヘッド先端部形態をスリム化したマイクロヘッドエアタービンハンドピース（ウルトラシリーズ）の下顎大白歯髄腔開拓への有用性について比較検討した。

【材料および方法】

使用したエアタービンハンドピースは株式会社モリタ製作所製 TwinPower Turbine のウルトラ M タイプ (PAR-4HUMX-0 : ヘッド径 9.0 mm, ヘッド高さ 10.6 mm, 以下 UM), ウルトラ E タイプ (PAR-4HUEX-0 : ヘッド径 9.0 mm, ヘッド高さ 12.7 mm, 以下 UE), ミニチュアタイプ (PAR-4HMX-0 : ヘッド径 10.5 mm, ヘッド高さ 10.6 mm, 以下 MT), スタンダードタイプ (PAR-4HEX-0 : ヘッド径 10.5 mm, ヘッド高さ 13.2 mm, 以下 ST), トルクタイプ (PAR-4HX-0 : ヘッド径 12.0 mm, ヘッド高さ 13.2 mm, 以下 TT) である。

髄腔付下顎第一大臼歯人工歯 (B22X-END#36・ニッシン社製) を顎模型にセットして髄腔開拓を行った。各エアタービンハンドピースにダイヤモンドバー (ジーシーズスムースカット ER1・GC 社製) を装着して髄腔開拓形成中の近心側壁および遠心側壁の固定位置にバーをセットした状態で、エアタービンハンドピースの挿入方向を規定して、デジタルカメラ (オペ録・キング工業株式会社製) で撮影し記録した。バーの観察可能領域の長さおよび髄腔開拓部窩洞の観察可能領域の面積を ImageJ1.35d (National Institutes of Health, USA) で計測して比較検討を行った。

【結果】

近心側壁にバーを固定した場合には、バーの可視状態の長さは UM 装着時の長さを基準 (100%) とすると、UE80.7%, MT57.3%, ST17.6%, TT8.0%であった。また、髄腔開拓形成中の観察可能面積の減少率は、窩洞外形の面積に対して UM39.3%, UE43.1%, MT62.7%, ST91.8%, TT92.2%であった。同様に遠心側壁にバーを固定した場合には、バーの可視状態の長さは、UE85.6%, MT73.6%, ST40.7%, TT37.3%であった。また、髄腔開拓形成中の観察可能面積の減少率は、UM9.8%, UE14.0%, MT30.8%, ST56.8%, TT61.2%であった。

【考察】

エアタービンハンドピースヘッドのヘッド径およびヘッド高さが小さいほど、髄腔開拓形成中に装着しているバーおよび窩洞面積の観察可能領域が大きくなり、小さいヘッドサイズのエアタービンを使用した方が切削時の視野を妨げずにより安全に切削できることが分かった。近心からの観察方向であったので、バーの位置が近心側壁であると遠心側壁の場合より可視領域は狭くなった。今後ミラービューについても検討を加えたい。また、これまでにコンパクトタイプのエアタービンハンドピースヘッドが導入された経緯はあるが、切削効率が悪かったため広く普及しなかったものと考えられる。通常はヘッドサイズが小さくなるとトルク値も小さくなる傾向があるが、今回使用したトルクタイプ以外のエアタービンハンドピース間では、切削感の相違は感じられなかった。

【結論】

マイクロヘッドエアタービンハンドピースは、従来タイプと比べて切削感に相違はなく、下顎大白歯髄腔開拓時のバーと窩洞の可視領域を広範囲に確保できることが明らかになった。

感染根管治療時の意図的根尖狭窄部拡大が術後疼痛発生に与える影響と 非歯原性疼痛との関連の検討

九州歯科大学齶蝕歯髓疾患制御学分野¹, いばやし歯科医院², 九州歯科大学総合診療学分野³
○永吉雅人¹, 居林晴久², 西野宇信¹, 鷲尾絢子¹, 市丸美希¹, 平田志津¹, 吉居慎二¹,
西藤法子¹, 廉 晃勲¹, 中川愛加¹, 寺下正道³, 北村知昭¹

Effects of preparation of apical foramen on postoperative pain in infected root canal treatment and the relationship with orofacial pain

Division of Pulp Biology, Operative Dentistry, and Endodontics, Kyushu Dental College¹, IBAYASHI Dental Clinic²,
Division of Comprehensive Dentistry, Kyushu Dental College³,

○NAGAYOSHI Masato¹, IBAYASHI Haruhisa², NISHINO Takano¹, WASHIO Ayako¹, ICHIMARU Miki¹, HIRATA Shizu¹,
YOSHII Shinji¹, SAITOU Noriko¹, YEOM Kyoungun¹, NAKAGAWA Aika¹, TERASHITA Masamichi³, KITAMURA Chiaki¹

【目的】

現在の歯内治療では、抜髄時の根管形成については根尖狭窄部直前で留めるべきというコンセンサスが得られている。しかしながら、根尖性歯周炎に対する感染根管処置時の根管形成については、根尖孔外に及ぶ感染を除去するには根管形成時に根尖狭窄部を拡大する必要があるという考え方で、根尖狭窄部の拡大は根尖孔外病巣を刺激し感染・炎症を拡大させるので行うべきではないという考え方がある。根尖狭窄部の拡大は術後疼痛の出現頻度にも関連している。根管治療後の術後疼痛との関連についてこれまでに行われた研究で報告されている根管治療後の術後疼痛の発生頻度は2~80%と幅広い。発生頻度が異なる要因として1) 研究デザイン, 2) 治療方法, 3) 治療記録の採取時期, 4) 痛みの計測方法, 5) 統計学的分析方法の違いが考えられる。

一方、近年の歯科医療では、非歯原性疼痛 (Orofacial Pain) の存在が認識されつつある。長期間根管治療を行っても症状が改善しない場合、非歯原性疼痛に対処することで症状が軽減・改善することも報告されており、難治性歯痛の治療時には非歯原性疼痛を考慮する必要がある。

当分野では、歯内治療における治療方針と治療法を統一した歯内治療用クリティカルパスを確立し治療に用いており、本パスに沿った根管治療を行うことで症例の8割が治療回数4回目までに根管充填にいたることを明らかにしている (矢野ら, 日本歯科保存学会雑誌 2004)。今回の研究では、歯内治療用クリティカルパスに基づいた感染根管治療を行った際に生じる術後疼痛の発生頻度ならびに疼痛の程度を調査し、根尖狭窄部の拡大の有無による術後疼痛出現頻度の比較分析を行った。また、対象症例中にみられた非歯原性疼痛併発症例についても併せて検討した。

【研究方法】

1. 症例

九州歯科大学附属病院保存治療科を受診し根尖性歯周炎と診断された患者のうち、今回の研究主旨に同意を得られた症例 (35名) を対象とした。

2. 治療法

症例は無作為に2群、すなわち根管形成時に根尖狭窄部を保存する「従来法群」と根尖狭窄部を拡大する「意図的拡大群」に割り振った。従来法群、意図的拡大群ともに根尖部の形成法が異なること以外は、どの症例も歯内治療用パスに沿った根管治療を行った。

3. データ収集方法

術者は各患者の客観的な臨床症状を来院ごとに記録するとともに、痛みに対する主観的な変化を Wong-Baker FACES Pain Rating Scale (WBFPFR-scale) を用いて確認した。得られたデータを統計解析ソフト (SPSS: IBM 社製) を用いて解析し、治療方法と術後疼痛発現頻度の相関関係を検討した。

【結果】

根尖孔穿通の有無によって術後疼痛の発生頻度に差は認められなかった。一方、術前の疼痛が消退するまでの来院回数は意図的拡大群のほうが多い傾向が認められた。また、全症例中2症例は非歯原性疼痛治療を併用した症例であり、他の症例と比較して来院回数が増加する傾向が認められた。

【考察および結論】

以上の結果は、根尖狭窄部の拡大のみが術後疼痛を誘発する要因ではないことを示している。今後、症例数を増やしながら解析を続けることで術後疼痛発症要因を明らかにするとともに、歯原性疼痛と非歯原性疼痛の鑑別診断に反映していきたいと考えている。

根管形成操作解析装置の開発

- トルク・荷重曲線観察下におけるファイル操作 -

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

○庭野和明, 興地隆史

Development of a Device for Analyzing Dynamic Characteristics of Root Canal Instrumentation: File Manipulation Guided by Real-time Torque-force Curve Monitoring

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

○NIWANO Kazuaki, OKIJI Takashi

【緒言】 根管形成操作手技の習得過程において適切なフィードバックは技術レベルの向上に寄与すると考えられる。しかしながら根管形成時の器具操作状態は一般的には術者の動作等からの推察によらざるを得ない。演者らは根管拡大形成操作の客観的評価法を開発することを目的とし、根管模型への力学的作用の記録、表示をリアルタイムで行う装置を試作し報告した。しかしながらその表示形式はトルク・時間、および荷重・時間の波形であるため根管拡大を行う術者が2つの別波形を同時に視認して根管拡大操作のフィードバック制御を行うことは困難であった。今回トルクおよび荷重を X-Y 平面上(以後トルク・荷重平面)の点の軌跡(以後トルク・荷重曲線)としてリアルタイムで表示する装置(図1)を開発した。また当該表示観察下にてファイル操作のコントロールが可能かを予備的に検証したので報告する。

【材料および方法】 実験では Gates-Glidden bur #2 を用いて根管口より 13mm のプレフレアリングを行った透明エポキシレジン製歯根管模型(S8:ニッシン社製)を用いた。根管模型は基部を加工して装置のトルク・荷重歪ゲージセンサに接続し、K-file 40号により根管形成操作を行ってトルクおよび荷重データを200サンプリング/秒で記録した。

1) **モデルパターンの作製:** 演者1名がモニタ上のトルク・荷重平面表示を注視しながら Watch-winding motion(以下WWM)により定荷重を意識しながら根管形成を行った。記録されたトルク・荷重曲線より正回転と逆回転操作を交互に行うデータ部分のみを抽出し、その領域に相当する長方形範囲をモデルパターンとした。(図2)

2) **モデルパターン非提示による記録:** 歯学部6年次学生、本年度あるいは昨年度歯科臨床研修医10名を被験者とした。計測装置の概容とWWMについてのみ説明を行った後、モニタのリアルタイム表示を見せながらWWMを根管模型で20秒間以上行わせデータを採取した。

3) **モデルパターン提示による記録:** 2)の終了後、トルク・荷重表示上にモデルパターン範囲を示す長方形の青枠を表示し、被験者に枠の範囲で出来るだけ広く軌跡が動くようファイル操作することを指示し同様に記録を行った。

4) **統計処理:** 2)および3)のデータ先頭、すなわち未操作区間のデータおよびそれに続く5秒間のデータを削除した後、以後の10秒間の連続データを検定に供した。枠表示の有無により対応のある2群とし、モデルパターン範囲にデータ点が存在する数について Wilcoxon の符号付順位和検定(GNU R Version 2.13.0)により統計学的有意差を検定した。

【結果】 枠表示の無い場合のモデルパターンへの一致率(モデルパターン範囲に存在したデータ点の割合)は0~19.8%であった。また枠を表示した場合の一致率は25.2~80.0%であった。検定の結果、両者に統計学的有意差を認めた。(P<0.01)

【結論】 今回のファイル操作条件では、トルク・荷重曲線観察下でトルクあるいは荷重負荷を目標に対し変化させることが示された。今後他のファイル操作様式についても検討が必要と思われる。

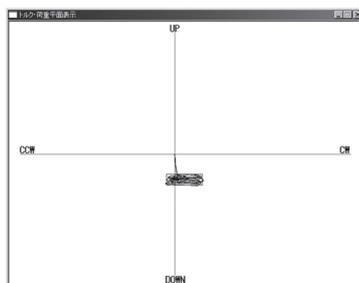
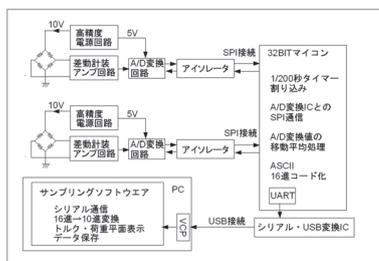


図1:左 リアルタイムトルク・荷重曲線表示装置のブロック図

図2:右 トルク・荷重平面上のモデルパターンとその源波形(実験時は枠のみ表示)

マイクロフォーカスX線 CT 装置による上顎側切歯根管形態の評価 (第2報)

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座

○天野亮子, 勝海一郎

Evaluation of Root Canal Morphology in Maxillary Lateral Incisor Using Micro-focus X-ray CT Device, Part2

Department of Endodontics & Operative Dentistry, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo

○AMANO Ryoko, KATSUUMI Ichiro

【はじめに】

上顎側切歯は、前歯の単根管歯であるにもかかわらず、根管充填後の予後が劣り治療の難しい歯種とされている。第1報ではマイクロフォーカスX線CT装置により連続的な断層像を撮影して三次元像を構築し、上顎側切歯の根管の走行と湾曲度について分析を行った。その結果、根管側枝やS字状湾曲根管など上顎側切歯歯髓腔形態の複雑さが窺われた。今回の実験では、さらなる詳細な観察として、根尖孔の開口位置と根管の扁平度について分析を行った。

【材料および方法】

実験には、第1報で使用したヒト上顎側切歯抜去歯20本を用いた。マイクロフォーカスX線CT装置 (ELE-SCAN、日鉄エレクトックス) を用い、管電圧80kV、管電流60 μ A、スライス厚31.7 μ mの条件で、断層像が根管の走行と垂直になるよう角度を調整しながらいくつかの区画に分け、連続的に断層撮影を行った。得られた断層像上で、根管断面積が最小になった箇所を生理学的根尖孔とみなし、解剖学的根尖からの距離を求めた。

また、根管の扁平度については最初に四方を歯質で囲まれた位置を解剖学的根尖孔とし、その位置から1mmごとに10mmまでの各位置の断層像を選出し測定した。各断層像における根管の最大幅径を長径、これと直行する最大幅径を短径とし、短径/長径を各断面の根管扁平度として判定した。根管扁平度が0.45未満のものを強扁平、0.45以上のものを弱扁平とし、同じ条件で撮影した上顎中切歯20本と比較した。

【結果とまとめ】

1. 根尖孔の位置

20歯中、19歯は根管開口部が根尖端から近遠心的に変位しており、尖端より近心側に開口している歯が13歯、遠心に開口している歯が6歯だった。根管開口部が頬舌的に変位している歯は7歯で、頬側に開口している歯が5歯、口蓋側に開口している歯が2歯だった。また、根管が根尖で分岐し複数開口している場合は、ファイルが最も挿入しやすいと思われる根管の開口部とし、今回完全に根尖端と開口部が一致した歯は見られなかった。解剖学的根尖から生理学的根尖孔までの距離は最大で2.4mm、最小で0.4mm、平均で0.9mmとなった。また、根尖付近で前回の実験では判別出来なかった側枝が6枝確認された。

2. 根管扁平度

20歯について1mmごとに10mmまでの各位置で選んだ断層像、計200部位のうち、根管が勾玉型など極度に湾曲し、長径を測定出来なかった部位が5箇所、強扁平を示した箇所が60箇所、弱扁平は135箇所であった。根尖から1mmでの強扁平の割合は16%、2mmでは32%、以下3mm(45%)、4mm(58%)、5mm(47%)、6mm(35%)、7mm(30%)、8mm(35%)、9mm(5%)、10mm(5%)であった。また、平均扁平度は0.60と全体的に根管は扁平されていた。対して、中切歯では今回強扁平を示した箇所は見られず、全体の平均扁平度は0.84と円形に近い形態であった。

今回の検討により、上顎側切歯は中切歯と比較して全体的に扁平で、特に根尖から3~5mmの位置で強扁平の割合が高く根管充填時に充填困難となることが予想された。今後、拡大や充填後の状態についてなど、さらなる詳細な分析を行う予定である。

Cone-Beam-CT による難治性根尖性歯周炎の診断

松本歯科大学 歯科理工学講座¹, 松本歯科大学 歯科保存学第二講座²,
松本歯科大学 歯科放射線学講座³, 松本歯科大学 歯科保存学第一講座⁴

○河瀬雄治¹, 内田啓一³, 田口 明³, 山本昭夫², 吉成伸夫⁴, 山口祐美²,

西田英作⁴, 内山真紀子², 佐藤将洋², 笠原悦男²

Diagnosis for refractory apical periodontitis using Cone-Beam-CT

Department of Dental Materials, Matsumoto Dental University¹, Department of Endodontics and Operative Dentistry, School of Dentistry, Matsumoto Dental University², Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Matsumoto Dental University³, Department of Periodontology, School of Dentistry Matsumoto Dental University⁴

○KAWASE Yuji¹, UCHIDA Keiichi³, TAGUCHI Akira³, YAMAMOTO Akio²,
YOSHINARI Nobuo⁴, YAMAGUCHI Yumi², NISIDA Eisaku⁴, UCHIYAMA Makiko²,
SATOU Masahiro², KASAHARA Etsuo²

【緒言】

歯内保存療法においてエックス線画像から得られる情報は、診断や治療計画の決定において重要な検査項目である。しかしながら口内法エックス線写真だけでは根尖部の状態、根管形態あるいは解剖学的構造物の関係を詳細に検討することは困難なことがある。近年では Cone-Beam-CT (CB-CT) による高分解能 3 次元画像が得ることにより、歯内療法においてもその有用性は高く活用されてきている。CB-CT は、歯内保存・歯周疾患領域だけではなく、埋伏歯の位置的関係や変形性顎関節症あるいはインプラントの術前後の診断や治療などに広く利用されており、松本歯科大学ではすでに 10000 件を越す画像検査を行っている。今回われわれは、1 年以上に及ぶ処置を繰り返しの確な診断が行われなまま処置が継続し、精査治療の目的で本学を紹介された難治性根尖性歯周炎において CB-CT によりの確な診断が行われた 3 症例について報告する。

【症例】

症例 1：上顎洞に及ぶ根尖病変の診断

68 歳の男性。上顎左側第一大臼歯部の継続する疼痛の精査治療目的にて来院。口内法エックス線写真では (写真 1)、頬側遠心根根尖部に透過像を認め、上顎洞底線が一部で不鮮明であった。CB-CT 画像では (写真 2)、根尖病変は上方に拡大し上顎洞底線を挙上しており、一部では洞底線の消失と上顎洞内部に粘液貯留を認めた。また舌側皮質骨の消失も認められた。保存不可能と判断し抜去、上顎洞閉鎖術を施行した。

症例 2：歯根破折の診断

57 歳の男性。上顎左側第二大臼歯部の咬合時疼痛の精査にて来院。口内法エックス線写真では (写真 3)、歯根膜腔拡大と口蓋根根尖部に透過像を認めた。CB-CT 画像では (写真 4)、根尖病変により上顎洞底は挙上され、歯根部に水平性の破折線を認めた。通法による根管拡大・形成を行い経過観察中である。

症例 3：湾曲根管の診断

57 歳の女性。下顎右側臼歯部疼痛の精査にて来院。口内法エックス線写真 (写真 5)、下顎右側第二小臼歯では歯根膜腔拡大を認め、根尖側では近心側への湾曲を認めた。また近遠心側に歯槽骨の水平垂直的吸収を認めた。CB-CT 画像では (写真 6)、歯根膜腔拡大と根尖部病変を認め、根尖部周囲に硬化性骨炎が見られた。歯冠側は舌側に傾斜しており根尖側では舌側方向へ強い湾曲屈曲を認め、舌側皮質骨の菲薄化を認めた。通法により根管拡大、形成および充填を行い経過観察中である。

【考察・まとめ】

CB-CT による歯内療法における適応の範囲としては、複根歯における各根の根尖病変の存在と病変範囲の観察、根管の数・形態 (湾曲度) や走行の確認、フェネストレーション、歯根破折や歯根吸収とパーフォレーションの有無や位置の確認、根分歧部病変や歯内一歯周病変の観察、および根管治療時における同一部位の経時的な観察を行えることである。今回の症例では治療開始前に CB-CT による画像検査が行われていれば、必要以上の治療時間を費やす必要がなかったと考えられる症例であった。近年では治療用マイクロスコープも導入されており、CB-CT の画像情報と併用しながら歯内療法を行うことにより治療成績向上に役立つものと考えられた。

歯科用コーンビーム CT を用いた根尖部骨欠損の三次元的形態評価
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

○小松 恵, 吉岡俊彦, 坂上 斉, 石村 瞳, 海老原 新, 須田英明

The morphological evaluation of periapical lesions using Cone-beam CT in three dimension
Pulp Biology and Endodontics, Department of Restorative Sciences,
Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University
○KOMATSU Kei, YOSHIOKA Toshihiko, SAKAUE Hitoshi, ISHIMURA Hitomi, EBIHARA Arata, SUDA Hideaki

〔諸言〕 垂直性歯根破折 (VRF) と根尖性歯周炎 (per) は、臨床症状および根尖部 X 線透過像の形態が類似しているために鑑別が困難な場合が多い。歯根破折における特徴的な所見としては、限局した深いポケット形成および暈状の根尖部 X 線透過像が挙げられる。これまでの研究ではデンタル X 線写真の透過像あるいは歯科用コーンビーム CT (以下 CBCT) の近遠心・頬舌断面画像の骨欠損の形態を数値化・評価を行い、VRF の診断に用いてきた。このような 2 次元の評価に対し、本研究では近遠心・頬舌・水平の 3 方向から骨欠損の評価を描出することによって、3 次元的な骨欠損の形態を構築し、VRF と per の骨欠損の形態を比較・検討した。

〔材料および方法〕 東京医科歯科大学歯学部附属病院むし歯外来を受診し、むし歯外来にて CBCT (FineCube®, 吉田製作所) 撮像を行った患者を調査対象とした。患歯にはいずれも根尖周囲外科手術を行い、歯科用顕微鏡にて歯根破折の有無を確認した。破折線が確認された場合には VRF と診断し、破折線が認められなかった場合には per と診断した。なお、VRF は上顎前歯 5 症例および上顎小白歯 2 症例の計 7 症例、per は上顎前歯 8 症例および下顎小白歯 1 症例の計 9 症例で、全 16 症例であった。術前の CBCT 画像を近遠心・頬舌・水平断面画像の 3 方向から評価した。3 次元解析ソフト (Amira5.3, Visage Imaging, オーストリア) を用いて、それぞれの方向で最小スライス厚 (110 μm) の 2 次元画像の骨欠損から、下記のとおり画像を描出した。

1. 水平断面像における描出

上記ソフト Magic Wand ツールを用い、定めた範囲内の画素値で骨欠損部を描出した。すなわち、各症例において全ての断面で骨欠損部を逸脱せず、病変が歯根から離れない画素値を設定し、描出を行った。また、歯根や歯根膜腔の拡大は病変に含まず、骨欠損部を描出した。

2. 近遠心および頬舌断面像における修正

1 で得られた像をもとに近遠心および頬舌断において、骨欠損部を逸脱して描出している部分を修正した。

3. 解析方法

上記の 1 および 2 の評価をもとに、骨欠損部の 3 次元構築モデル (以下 TDM) を作製し、解析を行った。TDM の重心 (x1, y1, z1) と根尖孔の位置 (x2, y2, z2) を三次元座標で求め、その距離を算出し、R とした。また、TDM の体積を V とした。VRF および per における R と V との相関関係について、単回帰分析およびスピアマン試験を用い、有意水準 5% にて統計学的解析を行った。

〔結果〕 VRF においては R と V との相関関係は認められなかったが、per においては両者に統計学的に有意な正の相関関係が認められた。

〔考察〕 VRF と per は、その病変の成り立ちが異なることから、R と V との相関関係に相違があると考えられる。つまり、VRF の場合、一般に破折線に沿って病変が進展するため、per と異なり、歯根側方を含む複雑な形態を呈する。そのため、R と V との相関関係は認められなかったと推察された。一方、per の場合、根尖を中心に病変が進展することから、R と V とに正の相関が認められたものと推察された。

〔結論〕 VRF と per とでは病変の形態が異なり、特に per においては各症例とも相似した形態を呈することが示唆された。

新規ハイブリッドアルギン酸ナトリウム/リン酸三カルシウムスポンジ状担体の
骨髄幹細胞による骨形成能
大阪歯科大学・口腔治療学講座
○柿木栄幸, 好川正孝, 林 宏行

Osteogenesis by bone marrow cells in novel hybrid alginate / tricalcium phosphate sponge scaffold
Department of Endodontics, Osaka Dental University
OKAKIGI Hideyuki, YOSHIKAWA Masataka, HAYASHI Hiroyuki

【研究目的】

歯の再生にとって担体は細胞の増殖・分化のための三次元的な足場となる重要な役割を持つ。歯の再生には象牙質を主とする硬組織の形成を実現する必要がある。そのための担体として、ハイドロキシアパタイトをはじめとする素材の利用が考えられる。スポンジ状の担体は再生を必要とする硬組織の形状に容易に合わせて賦形できる利点を有する。そこで、複雑な形状を持つ歯の再生のために、非動物性のアルギン酸ナトリウムを素材として、賦形が容易なスポンジ状担体の作製を試みた。そして、アルギン酸ナトリウムを主成分とする試作スポンジの多孔性、気孔形状および連通性について、走査型電子顕微鏡的に観察した。さらに、これらのスポンジ状担体における *in vitro*での硬組織誘導を、生化学的および免疫化学的に評価した。

【材料および方法】

超純水 100ml にアルギン酸ナトリウム (AL) 4 g を混和溶解し 4% (w/v) 濃度の AL ゲルを調整した。さらに、10 % (w/v) に α -TCP を加えた 4% 濃度 AL ゲル、および、10% (w/v) に β -TCP を加えた 4% 濃度 AL ゲルを調整した。これら 3 種類のゲルを、すべて均一の形状にするために外径 8mm、内径 6mm、高さ 10mm の円柱状の金属リング内で凍結し、その後、0.5% 塩化カルシウム水溶液に浸漬して架橋した。架橋後、凍結乾燥によって 3 種類の AL 担体を作製した。これらの担体を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察するために 50% ジメチルスルホキシドに浸漬した後、液体窒素で凍結し、直ちに切断した。次いで、エタノール上昇系列での脱水、 t -ブチルアルコール浸漬、凍結乾燥の後、白金パラジウム蒸着して担体の側面と切断面の超微細構造を SEM で観察した。

6 週齢の雄性 Fischer 344 ラットの大腿骨から骨髄細胞を採取し、初代培養を行った。担体 1 個につき 1×10^6 個の骨髄細胞を播種して 3 週間培養を行った。培養後、培養上清からオステオカルシン量を免疫化学的に定量し、さらに担体を磨砕して得た遠沈上清の ALP 活性を生化学的に測定した。

【結果と考察】

4% 濃度 AL ゲルから作製した担体の側面には気孔の開口部が認められなかった。切断面では気孔が観察され、その径は 30~180 μ m であった。これらの担体では幾層にも重なった板状構造物の屈曲によってできた隙が気孔を形成していた。細い線維状構造に幹細胞が付着し難いことは既に報告されており、層板状の構造は容易に細胞を保持し、固着させ、そして硬組織を形成させる場として適していると考えられる。 α -TCP を含む 4% 濃度 AL ゲルから作製した担体の側面にも気孔の開口部は確認できなかった。切断面では中心部から放射状に配列された 60~300 μ m の径を有する気孔が観察された。これらの気孔は相互に交通していた。 β -TCP を含む担体の側面には気孔の開口部が観察された。これらの直径は 30~60 μ m であった。切断面では 60~360 μ m の径を有する気孔が放射状に配列されており、これらの気孔は相互に交通していることが確認された。 β -TCP を含む 4% 濃度 AL ゲルから作製された担体では ALP 活性は有意に低く、またオステオカルシン量も有意に少なかった。 α -TCP は生体親和性に優れ、また他の TCP より高い溶解性を示してカルシウムイオンを放出し、細胞の活動を促進する。 α -TCP を含む 4% 濃度 AL ゲルから作製された担体で測定されたオステオカルシン量は他の 2 種類の試作担体と比べて有意に大きな値を示した。

【結論】

4% 濃度 AL ゲルを主成分とする試作スポンジ状担体は層板状構造の屈曲でできる隙を気孔として持ち、細胞をその場にとどめることから硬組織形成に効果的であると考えられた。そのなかでも、 α -TCP を含む 4% 濃度 AL ゲルから作製した担体が、硬組織形成に最も有効であることがオステオカルシンの免疫化学的定量的結果から明らかになった。

α-TCP/Te-CP セメントの覆髄剤への応用

1) 各種練和液による硬化時間、pH、圧縮強度への影響

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野¹ 歯科理工学分野²

○武田進平¹, 河野 哲¹, 小栗健策¹, 田中雅士¹, 中野友紀子¹, 土井 豊², 吉田隆一¹

Application of α-TCP/Te-CP Cement to Pulp Capping Materials

1) Effects of Various Mixing Liquids on Hardening Time, pH behavior and Compressive Strength

Department of Endodontics¹, Department of Dental Materials Science²,
Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University School of Dentistry

○TAKEDA Shinpei¹, KAWANO Satoshi¹, OGURI Kensaku¹, TANAKA Masashi¹, NAKANO Yukiko¹, DOI Yutaka², YOSHIDA Takakazu¹

【目的】

現在、直接覆髄剤として主に用いられている水酸化カルシウムは早期に被蓋硬組織を形成し、その形成量も多い。一方で pH12.5 の強アルカリ性のため歯髄刺激が強く、場合によっては歯髄の広範囲な壊死を生じたり、被蓋硬組織との間に死腔が生じ、強度が低く、封鎖性もないことから、辺縁漏洩による感染の危険性などの問題点も指摘されている。リン酸カルシウムが主成分である α-TCP/Te-CP セメントは、生体親和性が高く、硬組織を誘導するため、近年医科および歯科領域で注目されている。そこで今回我々はこの α-TCP/Te-CP セメントに注目し、各種練和液による硬化時間、pH、圧縮強度への影響を検討した。

【材料および方法】

1. α-TCP/Te-CP セメント粉末の作製

炭酸カルシウムと第二リン酸カルシウム二水塩をモル比 5:6 で機械混合したものを、1500℃で 5 時間加熱し、得られた焼結塊を粉砕してセメント粉末とした。

2. 練和液および練和条件 (粉液比)

① 1M 正リン酸水溶液 P/L1.5、② 1M リン酸二水素ナトリウム水溶液 P/L1.5、③ 1M リン酸二水素ナトリウム水溶液 P/L2.0、④ 2M リン酸二水素ナトリウム水溶液 P/L1.5、⑤ 2M リン酸二水素ナトリウム水溶液 P/L2.0、⑥ 1M クエン酸水溶液 P/L2.0、⑦ 1M クエン酸水溶液 P/L2.5、⑧ 2M クエン酸水溶液 P/L1.5 以下の実験は①-⑧の条件で行った。

3. 硬化時間試験

JIS 規格に準じて行った。

4. pH 挙動

各種条件で練和したセメントをアクリル型に填入し、練和開始から 2 分後にスターラー攪拌中の 37℃、50ml の蒸留水中に静置し、浸漬溶液の pH を 2 時間連続的に測定した。その後 1、3、7、14 日後の pH を測定した。

5. 圧縮強度試験

JIS 規格に準じ、練和開始から 24 時間後に測定した。

【結果および考察】

1. 硬化時間は②が約 52 分と最も長く、⑧が約 2 分と最も短かった。同じ練和液では濃度が高いもの、粉液比が大きいものほど硬化時間が短くなる傾向を示した。

2. pH 挙動は、①②③④⑤では練和直後に約 pH8 を示したのに対し、⑥⑦⑧では練和直後に約 pH6 を示した。その後 2 時間まで、①は徐々に pH が低下したのに対し、その他のものは徐々に pH が上昇した。14 日後には③が約 pH9.3 と最も高く、①が約 pH6.7 と最も低い値を示した。

3. 圧縮強度は⑧が約 14.7MPa と最も大きく、②が約 0.3MPa と最も小さかった。

今回の結果から、α-TCP/Te-CP セメントは練和液によりその性質を変化させることができ、水酸化カルシウムに比べると強度が高く、また、pH を調整することで覆髄剤として歯髄に適度な刺激を与えられることが示唆された。今後は α-TCP/Te-CP セメントの硬化反応機構を明らかにするため、エックス線回折や電子顕微鏡による観察を行い、覆髄剤としての有用性を検討していく予定である。

オートリバーストルク値を変えて TF ファイルを用いた場合の拡大形成の違いに関する研究

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¹

日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第1講座²

○松田浩一郎¹, 新井恭子², 北島佳代子², 山田理絵¹, 五十嵐 勝²

Research on differences of root canal preparations with TF files

using different auto reverse torque values

Advanced Operative Dentistry・Endodontics, Graduate School of Life Dentistry at Niigata,
The Nippon Dental University¹

Department of Endodontics, School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University²

○MATSUMURA Koichiro¹, ARAI Kyoko², KITAJIMA Kayoko², YAMADA Rie¹, IGARASHI Masaru²

【緒言】 NiTi ファイルは柔軟性に優れ根管の追従性が高いことから、湾曲根管の拡大形成に臨床応用されている。TF ファイル (TWISTED FILES、SybronEndo、CA、USA ; TF と略す) はマイクロクラックが製造過程で入らず、ファイル使用中も破折を軽減できるといわれている。今回われわれは、TF を用いて湾曲根管模型を拡大する際、トルクコントロール値の違いによって起きる拡大時の荷重の大きさ、作業時間、根管形態などの違いについて検討したので報告する。

【材料および方法】 実験に用いた TF は、先端径#25 でテーパーが .10、.08、.06、.04 の 23mm のもので、トルクコントロールエンジン (X-SMART™、DENTSPLY) に装着して使用した。拡大には根尖部で 30 度の湾曲を有する透明樹脂製根管模型 (ENDO-TRAINING-BLOC A0177、DENTSPLY) を用いた。作業長は 16.0 mm として、TF の使用前にステンレス製手用 K ファイル (21 mm、Zipperer) で #20 まで拡大してから実験に供した。モーター回転数を 500rpm とし、オートリバーストルク値を 1 Ncm もしくは 5 Ncm に設定し、クラウンダウン法にて順次使用した。使用時の抵抗が強くなりファイルを挿入できないかオートリバースが働いたら使用を終了し、次のファイルに進んだ。3名の術者が各トルク値で 3 ブロックずつ拡大し、各トルク値での拡大ブロック数は合計 9 ブロックとした。各ファイル使用後に蒸留水で根管洗浄し、根管洗浄や器具交換に要した時間を除いた各ファイルでの拡大作業時間を合計し、総拡大形成時間とした。拡大中はデジタルフォースゲージ (FGC-18、日本電産シンボ (株)) を用いて 100 ms 間隔で経時的に荷重測定を行い、切削圧ソフト (NKS-162、日本海計測特機 (株)) で記録した。実験終了後、総拡大形成時間および押し込み時と引き抜き時の最大荷重の平均値を求めた。また拡大前後にメチレンブルー水溶液を根管内に注入し、ブロック側方からデジタル画像撮影を行い、画像処理ソフト (Photoshop5.0.1、USA) にて重ね合わせ画像を作製し比較した。

【結果】 総拡大形成時間は 5 Ncm では最長 21.8 秒、最短 10.5 秒、3名の平均±SD は 16.0±3.2 秒であった。1 Ncm では最長 16.1 秒、最短 9.4 秒、3名の平均±SD は 12.3±2.4 秒で、1 Ncm の方が 5 Ncm で使用した場合に比べ短くなった。拡大形成中にファイルに加わった荷重の平均を表に示す。根尖孔に最初に到達したファイルは 5 Ncm では .08 が 5 本、.06 が 4 本であったが、1 Ncm では .06 が 6 本、.04 が 3 本であった。ファイルの破折はなかったが、刃部の伸びが 5 Ncm では .10 と .08 で 9 本ずつ、.06 で 3 本みられ、1 Ncm では .10 で 2 本、.08 と .06 で 4 本ずつみられた。拡大前後の重ね合わせ画像では、5 Ncm で 9 例中 5 例に根尖孔の外側偏位がみられたが、1 Ncm ではみられなかった。

各ファイルの最大押し込み荷重、最大引き抜き荷重の平均値

	<5 Ncm>				<1 Ncm>				
	.10	.08	.06	.04	.10	.08	.06	.04	
Push max	174.6 g	116.6 g	57.1 g	40.4 g	Push max	45.2 g	50 g	86.8 g	52.3 g
Pull max	92.8 g	71.2 g	32.2 g	19.3 g	Pull max	14.7 g	48.7 g	76.8 g	10 g

【考察】 TF の 1 本当たりの切削時間は 2~3 秒以内が望ましいとされ、その場合、総拡大形成時間は 12 秒以内に収まることとなる。本研究の結果から 1 Ncm で使用する方が適した拡大形成時間を得られることがわかった。1 Ncm では .10、.08 使用時に 5 Ncm よりも早くオートリバースがかかるため拡大形成時間が短くなったと考えられる。最大荷重は押し込み時、引き抜き時ともに 5 Ncm では .10 で最大、1 Ncm では .06 使用時に最大となった。また、刃部の伸びが 5 Ncm で高頻度に発生したことから、より小さいトルク値で使用したほうがファイルに負担が掛かりにくいと考えられる。1 Ncm で根尖の偏位がみられなかったのは、小さなトルク値により根管の削り過ぎを防止できたためであると考えられる。拡大後の根管では内湾と外湾ともに拡大されているため、TF は湾曲根管の拡大に適していると考えられる。

【結論】 湾曲根管模型を TF を用いて拡大形成する場合、より小さいトルク値で根管拡大形成を行うことにより、根尖の偏位や刃部の伸びが起りにくくなり、結果としてファイルの破折を防止し易くなることが示された。

4-META/MMA-TBB レジンの象牙質接着に及ぼす次亜塩素酸電解水の影響

明海大学 歯学部 機能保存回復学講座 歯内療法学分野¹,
明海大学 歯学部 口腔生物再生医学工学講座 歯周病学分野²

○小此木雄¹, 中村裕子¹, 小林健二¹, 小谷依子¹, 高橋哲哉¹, 牛込瑛子¹, 橋島弓子¹, 申 基詰^{1,2}

Effect of Hypochlorous-acid Electrolyzed Water on Adhesion of 4-META/MMA-TBB Resin to Dentin

Division of Endodontics, Restorative and Biomaterials Sciences¹,

Division of periodontology, Department of Oral Biology and Tissue Engineering²,

Meikai University School of Dentistry

OOKONOGI Yu¹, NAKAMURA Yuko¹, KOBAYASHI Kenji¹, KOTANI Yoriko¹, TAKAHASHI Tetsuya¹, USHIGOME Eiko¹, HASHIJIMA Yumiko¹,

SHIN Kitetsu^{1,2}

【緒言】 根管充填後の根管封鎖性は、緊密な根管充填とともに、その後行われるポストコアやコア用レジンを使用した支台築造による象牙質との接着も重要な因子である。現在、市販されている接着性レジンの中で、4-META/MMA-TBB レジン(スーパーボンドC & B;サンメディカル社製)は最も確実に象牙質に接着するといわれている。4-META/MMA-TBB レジンの適応は広く、根管治療後の歯冠修復物、ポストコアの着着だけにとどまらず、直接覆髄、穿孔部封鎖などへの応用が報告されている。歯内療法の処置では、根管洗浄剤、根管貼薬剤および根管充填材などの用途で各種薬剤を象牙質に対して作用させることが多いが、根管洗浄剤として最も広く使用されている次亜塩素酸ナトリウム溶液(NaOCl)は、MMA系レジンセメントの象牙質表面との接着強さを低下するという報告がされている。これは、NaOClの有機質溶解作用により、象牙質の脆弱化、または象牙質表面の形態変化やNaOClの残存によるモノマーの浸透や重合が阻害されることで、樹脂含浸層の形成に影響を与えMMA系レジンセメントとの接着界面に空隙が生じることに起因すると考えられている。NaOClによる根管内の洗浄後の接着性材料の接着強さの低下は、支台築造後のファイバーポストやコア用レジンによる修復等を行うにあたっては大きな問題となりうる。近年、高濃度次亜塩素酸電解機能水(パーフェクトペリオ:以下HEW)が開発され、その優れたバイオフィーム除去効果、生体への安全性などが評価され、次世代の根管洗浄剤としての応用が期待されている。また、HEWは、中性であるため歯質への脱灰作用などの懸念はないものとされている。しかし、高濃度のHClO₂や活性酸素による作用が、接着性レジンと象牙質の接着に影響を与える可能性がある。そこで、今回はHEWの接着性レジンの象牙質接着に及ぼす影響を検討することとした。

【材料および方法】 試料の作製: 屠殺直後に抜去し冷凍保存した牛上顎前歯20本を使用直前に解凍し、実験に用いた。セメントエナメル境にて歯根部を切除除去後、モデルトリマーにて唇側エナメル質を除去し、象牙質面を露出させた。露出させた象牙質を#600の耐水研磨紙を用いて注水下にて30秒間研磨し被着面とした。作製した試料は5本ずつ4群に分け、被着面の処理として、NaOCl, HEW, MTAD, 超純水(コントロール)にそれぞれ10分間浸漬させた。また、接着性レジンセメントとしてSuperbond C&B(SB, サンメディカル)を用いた。微小引張り接着試験: 上記の被着面処理を行った後、あらかじめ光硬化させたレジンコア(直径4mm, 厚さ3mmの円柱状, DC core Automix, クラレメディカル)を、メーカー指示どおりに用い、象牙質面に接着させた。その後、各試料を37°Cの超純水中に24時間浸漬した。微小引張り接着強さの測定には大型卓上剪断試験機(INSTRON, インストロンジャパンカンパニーリミテッド)を用い、クロスヘッドスピード1mm/minの条件で測定した。得られた微小引張り接着強さの測定値はystatの方法を用いて有意水準5%にて統計処理を行った。SEM観察: 接着界面の観察は、接着試験と同様に、非着面を処理し、レジンセメントで接着した試料を作製し、低速切断機を用いて切断した。その後、15%EDTA, 10%NaOClに10分間、グルタルアルデヒドに浸漬し、金蒸着を施した後、SEMにて観察したS-700(日立製作所)。

【結果】 剪断試験により、NaOCl処置群では象牙質に対する4-META/MMA-TBBレジンの接着強さは、他の群と比較して有意に低かった($P < 0.05$) HEWによる処理群は、コントロールと比較して有意差は認められなかった。NaOCl処理を行ってない群では、レジンセメントにおいて明瞭なレジントグが観察された。NaOClでは接着界面に空隙が観察されたが、HEWでは認められなかった。

【考察および結論】 剪断試験による接着強さを検討した結果、HEWによる処理群は、超純水で洗浄したコントロール群と同程度か、さらに接着強さが向上するという結果となった。HEWによる処理では、NaOClのような象牙質面の脆弱化や樹脂含浸層への影響はなかったものと考えられる。HEWは、中性(pH 7.2程度)であり、NaOClのような有機質溶解作用を持たない。根管内に残存した感染性の有機物質を除去することは、抜髄根管や感染根管においても利点である。HEWには、NaOClと異なり有機質溶解作用への期待は低いと考えられている。一方で、根管充填後や支台築造処置前の処置として、HEWによる洗浄を十分に行っても、4-META/MMA-TBBレジンの接着強さへ影響しないことが示唆された。しかし、歯質への影響の詳細に関しては、さらなる検討が必要である。

模擬根管におけるパルスレーザーの洗浄効果の評価

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
○松本妃可, 吉嶺嘉人, 牛島 寛, 佐藤浩美, 坂田篤信, 磯辺量子, 赤峰昭文

The evaluation of pulse laser-activated irrigation in simulated root canals

Dept. of Endodontology and Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Kyushu University
○MATSUMOTO Himeka, YOSHIMINE Yoshito, USHIJIMA Kan, SATO Hiromi,
SAKATA Atsunobu, ISOBE Ryoko, AKAMINE Akifumi

【研究目的】

根管治療を成功に導くには、根管系から細菌などの為害性物質を除去することが重要である。リーマー・ファイルなどの機械的器具による根管の拡大・形成のみでは、これを達成することは困難であり、化学的薬剤を用いた洗浄操作の併用が必須である。現在、化学的洗浄法として洗浄用シリンジによる方法や超音波・音波を応用した振動に基づく方法が用いられているが、新たな方法としてパルスレーザーによる洗浄法(LAI: Laser-activated irrigation)の可能性が報告されている。

本研究では、模擬根管内における Er:YAG レーザーを用いた洗浄効果を、通常行われているシリンジ法または超音波法と比較した。

【材料および方法】

J字状の湾曲根管(長さ15mm)を有する透明根管模型(Thermafil training bloc: Dentsply)を模擬根管として用いた。この模型は、根尖相当部から上方6mmと11mmの位置に、水平に走行する側枝状の構造を備えており、側枝内部に根管内残渣を想定して歯磨き用ペーストを注入した。次に、Er:YAG レーザー(ErwinAdvErl:モリタ)にコア径200 μ mの円錐型チップ(R200T)を装着し、蒸留水を満たした根管に挿入してゆっくりと引き上げる操作を4回繰り返した。照射条件は、出力30mJ・20pps、注水・エア無しで行った。また、コントロールとしてシリンジ法(5mL)または超音波法(中等度の強度で30秒間)を用いた。各洗浄後に側枝を実体顕微鏡で観察し、ペーストが除去された範囲を比較することで洗浄効果の評価基準とした。

【成績】

レーザーによる洗浄法では、上部および下部の側枝において、根管壁から各々約1.3mm、1.0mmの位置までペーストが除去されていた。

上部と下部それぞれの側枝において、レーザー法によって除去された距離を100%として比較すると、シリンジ法では上部側枝で0%、下部側枝で38%であり、超音波法では各々11%と83%であった。

【考察】

LAIの洗浄メカニズムは、チップ先端に生じるレーザー誘発気泡およびその後発生するキャビテーション気泡の影響で高速の流体が生じることよると考えられている。今回のレーザー法の観察結果では、上部・下部ともに側枝内の清掃性は高いと判断されたが、これにはチップを移動しながら使用したことが寄与していると考えられる。シリンジ法による洗浄では、洗浄針の先端よりも下方ではある程度清掃されるものの、上方では清掃効果は期待しにくいと考えられる。また、超音波による清掃性が低かった理由としては、湾曲根管で超音波チップの一部が根管壁に接触したために、十分なPUI効果が得られなかったことも影響していると思われる。

【結論】

Er:YAG レーザーを用いた根管洗浄法では、シリンジ法および超音波法に比べて、良好な清掃効果が得られる可能性が示唆された。

垂直破折歯根の破折間隙における インピーダンス値と超音波チップの歯根表面までの距離

北海道大学大学院歯学研究科 口腔健康科学講座 歯周・歯内療法学教室
○川端伸也, 菅谷 勉, 川浪雅光

Distance from ultrasonic tip to root surface in relation to the impedance ratio in the fracture gap of vertically fractured root

Department of Periodontology and Endodontology, Division of Oral Health Science, Hokkaido University
Graduate School of Dental Medicine

○KAWABATA Shinya, SUGAYA Tsutomu, KAWANAMI Masamitsu

【研究目的】

垂直破折歯根をスーパーボンド C&B®で接着する治療法は、近年治療成績が向上してきた。非外科的に根管内から破折間隙を接着するには、まず破折間隙に増殖した細菌を除去することが重要である。そのためには、電気的根管長測定を行いながら、破折間隙を根管内から歯根表面に達するまで切削する方法が良いと考えられる。そこで本研究の目的は、破折間隙の超音波チップ先端から歯根表面までの距離と、インピーダンス値との関係を明らかにすることである。

【材料および方法】

ヒト抜去歯 30 本を歯根歯軸方向に半切し、さらにマイセルとマレットで破折させ、破折間隙に樹脂を挟んで歯冠側端と根尖側端をスーパーボンド C&B®で接着固定して、様々な破折間隙を作製した。さらにアルジネート印象材を歯根表面側に圧接して、垂直破折歯根モデルとした。電極をアルジネート印象材に接続し、Solify ZX に U ファイル #25 を装着して、400Hz と 8000Hz のインピーダンス値を確認しながら、破折間隙の一箇所を根管側から歯根表面方向に向かって切削した。切削途中で振動を止めて U ファイルをスーパーボンド C&B で固定し、インピーダンス値を記録した。スーパーボンド C&B 硬化後、歯根を歯軸に垂直方向 (U ファイルと平行方向) に研削し、U ファイル露出させた。実態顕微鏡下で U ファイルの先端から歯根表面までの距離、破折間隙幅を計測した。計測は合計 90 箇所で行った。

【結果】

破折間隙幅が $300\mu\text{m}$ を超えるとファイル先端の位置とインピーダンスの比との関係はバラつきが大きくなったが、 $300\mu\text{m}$ 以下であれば、ファイル先端から歯根表面までの距離とインピーダンス比との間に正の相関がみられ、破折間隙幅の影響はなかった。また、ファイル先端の歯根表面までの距離は、間隙幅が $300\mu\text{m}$ 以下の場合、インピーダンス比が 0.9 で歯根表面までの距離が約 0.2mm となり、ファイルが歯根表面に突き出すこともなかった。

【考察】

破折間隙が $300\mu\text{m}$ 以下の垂直歯根破折であれば、超音波チップ先端と歯根膜とのインピーダンス比を基準にして破折線の切削を行うことで、過剰に切削せずにほぼ適切な位置まで行うことが可能と考えられた。

Effect of Protamine on Bone Sialoprotein Gene Transcription

Department of Periodontology¹, Research Institute of Oral Science², Nihon University School of Dentistry at Matsudo

Anhui Medical University of Stomatology Hospital, Anhui, China³

○Liming Zhou^{1,3}, Hiroyoshi Matsumura¹, Yoko Sasaki¹, Masaru Mezawa^{1,2},

Hideki Takai^{1,2}, Yorimasa Ogata^{1,2}

【Aims】 Protamines are arginine rich nuclear proteins that replace histones late in the haploid phase of spermatogenesis. Protamine sulfate is a drug that reverses the anticoagulant effects of heparin by binding to it. Protamine was originally isolated from the sperm of salmon and other species of fish. Protamine is used in cardiopulmonary bypass surgery to neutralize the anti-clotting effects of heparin as well as to increase pulmonary artery pressure and decrease peripheral blood pressure, myocardial oxygen consumption. DNA/protamine complex could be a useful biodegradable biomaterial with antibacterial effect. Bone sialoprotein (BSP) is one of the major noncollagenous proteins of the extracellular matrix in bone. BSP is highly sulfated, phosphorylated protein which is expressed almost exclusively in mineralizing connective tissues. BSP has a high affinity for the apatite crystal, and has been implicated in the nucleation of hydroxyapatite during bone formation. It was reported that BSP is also expressed in breast, prostate and lung cancers. The purpose of this study is to examine the transcriptional regulation of BSP gene by protamine.

【Materials and methods】 We conducted Northern hybridization, real-time PCR, transient transfection analyses with chimeric constructs of the rat BSP gene promoter linked to a luciferase reporter gene, and gel mobility shift assay. Total RNA was extracted from rat osteoblast-like ROS 17/2.8 cells which were treated with protamine for 3 h to 24 h. Quantitative real-time PCR was performed using BSP, Runx2 and GAPDH primers. Gel mobility shift assays were performed using radiolabeled double stranded oligonucleotides such as, inverted CCAAT box, cAMP response element (CRE), FGF2 response element (FRE), pituitary-specific transcription factor-1 (Pit-1) and homeodomain protein binding site (HOX).

【Results】 Northern hybridization showed protamine (71.35 ng/ml) increased BSP mRNA levels at 12 h. To determine the site of protamine regulated transcription in the promoter region of the rat BSP gene, various sized promoter sequences ligated to a luciferase reporter gene were transiently transfected into ROS17/2.8 cells, and their transcriptional activities were determined in the presence or absence of protamine (71.35 ng/ml 12 h). The transcriptional activities of pLUC3 and pLUC4 were increased by protamine. The effects of protamine were partially inhibited by H7, and almost completely inhibited by KT5720 and HA. Includes within the DNA sequence that is unique to pLUC3 construct (nts -116 to +60) is an inverted CCAAT box (nts -50 to -46), a CRE (nts -75 to -68), a FRE (nts -92 to -85) and a Pit-1 motif (nts -111 to -105). Transcriptional activities of the M-CCAAT, M-CRE, M-FRE, M-Pit-1 and M-HOX were lower than the basal level of pLUC3. The transcriptional stimulation by protamine was abrogated in the M-FRE and M-HOX. Double-stranded oligonucleotides were end-labeled and incubated with equal amounts (3 µg) of nuclear proteins extracted from confluent ROS17/2.8 cells. The formations of FRE and HOX protein complexes were increased by protamine at 6 h. To further characterize the proteins in the complexes formed with the FRE and HOX, we used antibodies to several transcription factors. The addition of antibodies (Runx2, Dlx5, Msx2, and Smad1) disrupted the formation of the FRE-protein complexes. However the HOX-protein complexes did not change by anti-Runx2.

【Conclusion】 These studies indicated that protamine increased BSP gene transcription through PKC and PKA dependent pathways and that the protamine effects were mediated through FRE and HOX elements in the rat BSP gene promoter.

ヒト BSP 遺伝子発現に対するインターロイキン 11 の影響

日本大学松戸歯学部歯周治療学¹, 口腔科学研究所²,
○松村浩禎¹, 佐々木庸子¹, 目澤 優^{1,2}, 高井英樹^{1,2}, 小方頼昌^{1,2}

Effects of IL-11 on Human Bone Sialoprotein Transcription

Department of Periodontology¹, Research Institute of Oral Science²,
Nihon University School of Dentistry at Matsudo

○MATSUMURA Hiroyoshi¹, SASAKI Yoko¹, MEZAWA Masaru^{1,2},
TAKAI Hideki^{1,2}, OGATA Yorimasa^{1,2}

【目的】骨シアロタンパク質 (bone sialoprotein; BSP) は、リン酸化および硫酸化をうけた糖タンパク質で、石灰化初期に石灰化結合組織特異的に発現する非コラーゲン性タンパク質である。BSP は、そのアミノ酸配列中のグルタミン酸連続配列部分でアパタイトおよびカルシウムに結合し、アルギニン-グリシン-アスパラギン酸 (RGD) 細胞接着配列を介して細胞に接着する。本研究では、骨芽細胞と脂肪細胞の分化に重要な役割を果たし、造血および骨代謝に関与すると考えられるインターロイキン 11 (IL-11) を、ヒト骨芽細胞様細胞 (Saos2 細胞) およびヒト骨髄由来細胞に作用させ、ヒト BSP 遺伝子プロモーター中の IL-11 応答配列の同定および BSP の転写に対する影響を解析した。

【方法】ヒト骨芽細胞様細胞である Saos2 細胞およびヒト骨髄由来細胞を用いて、BSP、Runx2 および Osterix mRNA の発現に対する IL-11 (20 ng/ml、12 時間) 刺激の影響をノーザンブロットおよび real-time PCR 法にて検索した。ヒト BSP 遺伝子プロモーターを挿入したルシフェラーゼコンストラクトを Saos2 細胞に導入し、IL-11 (20 ng/ml) にて 12 時間刺激後、BSP の転写に対する IL-11 の効果をルシフェラーゼアッセイにて検索した。IL-11 応答配列を同定するために、ヒト BSP 遺伝子プロモーター中の転写因子結合配列に 2 塩基対のミューテーションを導入したプラスミドを作成し、ルシフェラーゼアッセイを行った。さらに、各種リン酸化阻害剤を用いて IL-11 刺激後の細胞内情報伝達系を検索した。

【結果】各種濃度の IL-11 (1、5、20、100 ng/ml) で Saos2 細胞を刺激すると、BSP mRNA の発現量は 20 ng/ml の IL-11 刺激で最大となった。次に、20 ng/ml の IL-11 で Saos2 細胞を経時的 (3、6、12、24 時間) に刺激すると、BSP、Runx2 および Osterix mRNA 量は 12 時間後に最大となった。ヒト BSP 遺伝子プロモーターの-927 塩基対上流までの配列を様々な長さに調節し、IL-11 (20 ng/ml、12 時間) で刺激した結果、-184 塩基対上流から-868 塩基対上流までを含むルシフェラーゼコンストラクトの転写活性が上昇した。-184 塩基対上流および-868 塩基対上流までのプロモーター配列中に存在する逆方向の CCAAT 配列 (-54~-50 塩基対上流)、cAMP 応答配列 1 (CRE1; -79~-72 塩基対上流)、FGF2 応答配列 (FRE; -96~-89 塩基対上流)、アクチベータプロテイン 1 (AP-1) 配列 (AP-1(1); -148~-142 塩基対上流)、ホメオボックス応答配列 (HOX; -200~-191 塩基対上流)、cAMP 応答配列 2 (CRE2; -673~-666 塩基対上流) に 2 塩基対の変異を挿入してルシフェラーゼアッセイ法を行った結果、CRE1 および CRE2 配列が IL-11 刺激後の転写活性の上昇に関与すると考えられた。各種リン酸化阻害剤を用いてルシフェラーゼアッセイを行った結果、プロテインキナーゼ A 阻害剤の KT5720 (100 nM)、チロシンキナーゼ阻害剤のハービマイシン A (1 μM)、MEK1/2 阻害剤の U0126 (5 μM) で IL-11 の効果が抑制された。

【結論】本研究の結果、IL-11 (20ng/ml、12 時間) は BSP の遺伝子発現を促進した。その効果は、ヒト BSP 遺伝子プロモーター中の-75 塩基対上流および-670 塩基対上流に存在する CRE1 および CRE2 配列を介すると考えられた。今後は、IL-11 に応答すると考えられる DNA 配列のオリゴヌクレオチドを合成し、IL-11 刺激前後の Saos2 細胞から核内タンパク質を抽出し、プロモーター配列と核内タンパク質の結合をゲルシフトアッセイにて検索し、またクロマチン免疫沈降法を用いて CRE1 および CRE2 に *in vivo* で結合する転写因子の検索を行う予定である。

EGF がヒト歯根膜細胞に及ぼす影響について

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,
九州大学病院油症ダイオキシン研究診療センター³, 大阪大学大学院医学系研究科分子病態生化学⁴

○寺松陽子¹, 前田英史², 友清 淳², 門野内 聡³, 山本直秀¹, 和田尚久²,
藤井慎介⁴, 河野清美¹, 郡 勝明¹, 赤峰昭文^{1,2}

Effects of Epidermal Growth Factor on Human Periodontal Ligament Cells

Kyushu University Faculty of Dental Science, Division of Oral Rehabilitation,

Department of Endodontology and Operative Dentistry¹

Kyushu University Hospital, Department of Endodontology²

Kyushu University Hospital, Research and Clinical Center for Yusho and Dioxin³

Osaka University, Graduate School of Medicine, Department of Molecular Biology and Biochemistry⁴

○TERAMATSU Yoko¹, MAEDA Hidefumi², TOMOKIYO Atsushi², MONNOUCHI Satoshi³, YAMAMOTO Naohide¹

WADA Naohisa², FUJII Shinsuke⁴, KONO Kiyomi¹, KOORI Katsuaki¹, AKAMINE Akifumi^{1,2}

【目的】

epidermal growth factor (EGF)は、上皮細胞の増殖を促す働きだけではなく、様々な細胞に対して走化性の誘導や分化の促進作用など多様な生物学的活性を持つことが知られている。しかしながら、現在のところ歯根膜細胞に対する EGF の作用については十分には解明されていない。

そこで今回の研究では歯根膜組織における EGF ならびに EGF Receptor (EGFR)の発現、さらに EGF がヒト歯根膜細胞 human periodontal ligament cell (HPDLC)の走化性ならびに、生理活性に与える影響について検討した。

【材料および方法】

(1)免疫組織学的解析: SD ラット(5 週齢、♂)の右側下顎第一臼歯部の頰側歯槽骨上より、歯根膜組織に達する深さ 1mm、幅 1mm および高さ 1.5mm の欠損部位を作り、傷害側とした。傷害を与えなかった左側を健全側とした。施術後 2-3 日目に 4%パラホルムアルデヒドにて灌流固定後、通法に従いパラフィン切片を作製し、抗 EGF 抗体および抗 EGFR 抗体を用いて免疫組織化学的染色を行った。

(2)遺伝子解析: 矯正治療を目的として本院を受診した 2 名の患者(22 歳女性および 26 歳男性)より除去された歯牙の歯根膜組織を採取し、5-8 継代培養した細胞を HPDLC として本研究に供した。これらの HPDLC を用いて、RT-PCR 法にて EGF、EGFR、bone morphogenetic protein 2 (BMP2)および vascular endothelial growth factor (VEGF)の遺伝子発現について解析を行った。

(3)走化性試験: トランスウェル法にて EGF が HPDLC の走化性に及ぼす影響について検討した。なお本研究は九州大学院歯学研究院倫理委員会の許可を得て、患者の同意の上で行われた。

【結果】

(1)抗 EGF 抗体を用いて免疫組織化学的染色を行った結果、健全側の歯根膜組織は全体にわたり陽性反応を示し、傷害側では、健全側と比較してさらに強い陽性反応が観察された。一方、抗 EGFR 抗体を用いた免疫組織化学的染色では、健全側ならびに傷害側においてほぼ同等の陽性反応が認められた。(2) HPDLC は、EGF および EGFR の遺伝子を発現し、さらに抗 EGF 抗体および抗 EGFR 抗体に対して陽性反応を示した。また EGF にて 3 時間刺激した HPDLC において、BMP2 および VEGF の mRNA 発現が有意に上昇した。(3) HPDLC の走化性は、EGF 刺激後 12 時間で非刺激群と比較して約 2~3 倍に亢進した。

【考察】

歯根膜細胞は、EGF を恒常的に発現しており、傷害によってその発現が促進することが明らかになった。また歯根膜細胞は EGF ならびに EGFR を発現し、EGF 刺激による走化性の亢進と、BMP2 ならびに VEGF 発現の促進が認められたことから、EGF は autocrine あるいは paracrine に歯根膜細胞に働き、歯根膜組織の創傷治癒に関与する可能性が示唆された。

【結論】

①歯根膜組織は EGF および EGFR を発現する。②ヒト歯根膜細胞への EGF 刺激は、走化性を亢進し、BMP2 ならびに VEGF の遺伝子発現を促進する。

骨吸収に対するペプチドグリカンとリポ多糖の協調作用に関する研究

長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 医療科学専攻 展開医療科学講座 歯周病学分野
○岸本隆明, 金子高士, 鶴飼 孝, 横山美穂, 吉永泰周, 佐藤佳昌, 長野史子, 山下泰徳,
吉村篤利, 原 宜興

Synergistic Effects of peptidoglycan and lipopolysaccharide on bone resorption
Department of Periodontology, Unit of Translational Medicine, Course of Medical and Dental Sciences,
Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences
○KISHIMOTO Takaaki, KANEKO Takashi, UKAI Takashi, YOKOYAMA Miho, YOSHINAGA Yasunori,
SATO Kayo, NAGANO Fumiko, YAMASHITA Yasunori, YOSHIMURA Atsutoshi, HARA Yoshitaka

【研究目的】 当講座では、リポ多糖 (LPS)がマウス歯槽骨吸収を Toll-like receptor (TLR) 4 依存的に誘導することや低濃度 RANKL 存在下で破骨細胞形成を促進することを報告してきた。一方、ペプチドグリカン (PGN)は TLR2 を介して、そしてその分解産物の γ -D-Glu-DAP (iE-DAP), ムラムルジペプチド (MDP) はそれぞれ Nucleotide-binding oligomerization domain (NOD) 1, NOD2 を介して、炎症反応を誘導する。PGN の構造はグラム陽性菌と陰性菌で異なっており、TLR, NOD1, NOD2 活性化能に差があることが知られている。そして、TLR4 と TLR2, NOD1, NOD2 の共刺激は互いのシグナル伝達を増強することが報告されている。歯周ポケット内では LPS と PGN が存在し、歯槽骨吸収に対して相乗的な影響を与え合っている可能性があり、この点を明らかにすることは重要と考えられる。そこで、今回我々は骨吸収を指標として、グラム陽性菌 PGN とグラム陰性菌 PGN それぞれの生物学的活性と両 PGN と LPS が共存した際の相互作用について検討した。

【材料と方法】 マウスの歯肉にグラム陰性菌の *Escherichia coli* (*E. c*) PGN, グラム陽性菌の *Staphylococcus aureus* (*S. a*) PGN, *E. c* LPS をそれぞれ $5\mu\text{g}/3\mu\text{l}$, $50\mu\text{g}/3\mu\text{l}$ の濃度で単独投与もしくは両 PGN と LPS が同濃度になるように混合して 13 回隔日投与した。屠殺後、組織切片を作製し、Hematoxylin-Eosin (HE) 染色、酒石酸耐性酸フォスファターゼ (TRAP) 染色を行い病理組織学的に炎症状態や歯槽骨吸収について解析した。また、対照群には PBS を投与した。次に、マウス骨髄細胞をマクロファージコロニー刺激因子 (M-CSF) と低濃度の Receptor activator of NF- κ B ligand (RANKL) 刺激により誘導した破骨細胞前駆細胞に PGN, LPS 単独刺激もしくは PGN と LPS 共刺激を行い破骨細胞数の計測を行った。また、破骨細胞形成に関与することで知られているサイトカインである Tumor necrosis factor- α (TNF- α) の量は ELISA で計測した。さらに合成リガンド (A-iE-DAP, NOD1 リガンド; MDP, NOD2 リガンド; Pam₃CSK₄, TLR2 リガンド)による刺激も行った。

【結果】 *in vivo*において、PBS投与群では弱い炎症性細胞浸潤のみられたものの骨吸収は認めなかった。また、 $5\mu\text{g}/3\mu\text{l}$ の濃度以下では *E. c* PGN, *S. a* PGN, LPS投与群ともに結合組織内に中程度の炎症性細胞浸潤がみられたが、骨吸収窩に接する TRAP陽性多核細胞はほとんど認めなかった。 $50\mu\text{g}/3\mu\text{l}$ の濃度の *S. a* PGN, LPS投与群では強い炎症性細胞浸潤と骨吸収が観察されたが、*E. c* PGN投与群では観察されなかった。さらに、単独投与で骨吸収の観察されなかった $5\mu\text{g}/3\mu\text{l}$ の濃度の PGN と LPS を混合して投与した結果、両 PGN とともに LPS 共刺激によって歯槽骨周囲の結合組織に強い炎症性細胞浸潤と骨吸収を認めた。次に、*in vitro*における PGN の破骨細胞誘導能を検討した結果、両 PGN とともに破骨細胞形成を誘導し、LPS との共刺激は破骨細胞形成を相乗的に誘導した。また、この時 *S. a* PGN は、*E. c* PGN に比べて低い濃度で破骨細胞形成を誘導した。さらに、培養上清中の TNF- α 濃度も破骨細胞数に伴って上昇していた。それぞれ TLR2, NOD1, NOD2 の合成リガンドを用いて刺激をした結果、すべてのリガンドは単独で破骨細胞形成を誘導し、それぞれのリガンドと TLR4 リガンドの共刺激は共に破骨細胞形成を相乗的に促進した。

【考察】 本実験の結果は *in vivo*, *in vitro*においても PGN と LPS が協調的に作用することによってマウス歯槽骨吸収や破骨細胞形成の促進がおきることを示している。*S. a* PGN と *E. c* PGN で、その誘導能に相違が認められたことは、グラム陽性 PGN とグラム陰性 PGN の TLR2 刺激能や NOD 刺激能の差と関係しているかもしれない。また、破骨細胞形成に伴って TNF- α 産生が増加していたことも破骨細胞形成の増強に関与しているかもしれない。今後、*in vitro*においてこれらの相乗的な破骨細胞形成の促進メカニズムを解明するために破骨細胞前駆細胞のレセプター発現の変化やシグナル経路についても検討していく予定である。

歯周炎関連遺伝子多型は白血球の FcγRIIB 陽性率を変化させる

新潟大学大学院 医歯学総合研究科 摂食環境制御学講座 歯周診断・再建学分野

○岩永璃子, 杉田典子, 王 燕銘, 吉江弘正

A periodontitis-associated polymorphism increased the rate of FcγRIIB positive leukocytes

Division of Periodontology, Department of Oral Biological Science,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata, Japan
○IWANAGA Ruriko, SUGITA Noriko, WANG Yan Ming, YOSHIE Hiromasa

【目的】

FcγRIIB は抑制性の IgG レセプターであり、白血球、血管内皮細胞などに分布する。B 細胞においては免疫複合体を介して活性化型 FcγR や B 細胞受容体による抗体産生活活性に対して抑制性の調節機能を有する。我々は以前 FcγRIIB 遺伝子多型の一つとしてイントロン部位に存在する FcγRIIB-nt645+25A/G を発見した。また妊婦を対象とした検索の結果、FcγRIIB-nt645+25A/G 遺伝子型と早産および軽度歯周炎との間に有意な関連性を認めた。さらに慢性歯周炎患者において、この遺伝子多型は *Porphyromonas gingivalis* 特異的 IgG 抗体レベルおよび歯周炎重症度に関連を示した。歯周炎病巣においては B 細胞優位に免疫応答が行われていることは広く知られている。しかし唯一の抑制性 FcγR である FcγRIIB が慢性炎症の免疫応答に関与する種々の細胞レベルでどのような機能を果たしているかは未だ明らかになっていない。そこで今回、末梢血中の各白血球画分における細胞表面 FcγRIIB 発現を FcγRIIB-nt645+25A/G 遺伝子型間で比較し、歯周炎における FcγRIIB の役割を考察した。

【材料及び方法】

健常者 52 名の末梢血からゲノム DNA を抽出し、FcγRIIB 遺伝子型を nested-PCR 産物のダイレクトシーケンシングにて同定した。FcγRIIB 検出に用いるマウス抗ヒト FcγRIIB モノクローナル抗体 41H.16 は FcγRIIA の一部アレル R131 にも特異性を有するため、FcγRIIA-131R/H 遺伝子型をアレル特異的 PCR にて決定し、対象者は FcγRIIA-131H/H 遺伝子型の保有者に限定した。最終的な対象者となった 20 名から EDTA 加採血した末梢血について、塩化アンモニウムにて溶血後、白血球を PBS に浮遊した。T 細胞、B 細胞、NK 細胞のマーカーとして CD3, CD19, CD56 を用い、単球および多形核白血球は FSC-SSC にて同定した。これらの細胞表面における FcγRIIB 発現を 41H.16 と FITC 標識 2 次抗体で染色し、FACSscan にて解析した。死細胞は 7-AAD 染色にて除外した。全白血球および各白血球画分の FcγRIIB 発現を FcγRIIB-nt645+25A/G 遺伝子型間で統計学的に比較した。

【結果】

末梢血白血球全体における FcγRIIB 発現に関して、FcγRIIB-nt645+25AA 遺伝子型保有者またはアレル A 保有者 (AA+AG) は、GG 遺伝子型保有者に比較して有意に高い FcγRIIB 陽性率を示した (AA 69.3±6.6%, GG 53.1±9.7%, $p=0.034$, Mann-Whitney *U* test)。また、B 細胞表面の FcγRIIB 発現量に関しても同様に、AA 保有者またはアレル A 保有者が GG 保有者と比較して有意に高い平均蛍光強度を示した (AA 560.3±87.8%, GG 411.7±82.3%, $p=0.028$)。それ以外の CD3+細胞、CD56+細胞、単球、多形核白血球において、FcγRIIB 陽性率、発現量に有意な差は認められなかった。対象を女性に限定 (N=11) した場合も同様の結果であった。

【考察】

上記の結果により、FcγRIIB-nt645+25A/G 遺伝子多型によって、FcγRIIB 陽性細胞率および細胞表面の FcγRIIB 発現量が有意に変化することが判明した。FcγRIIB-nt645+25AA 保有者の B 細胞発現量が GG 保有者と比較して有意に高い値を示したことは、我々の以前の歯周炎患者についての報告と一致している。このことから、FcγRIIB-nt645+25AA 保有者は活性化型と抑制型の FcγR ユニット内の相互作用において、抑制性の機能を持つ FcγRIIB 側にシフトし、歯周病原細菌の暴露に対して抗体産生が十分に行われず、ひいては歯周炎が重症化しやすい可能性が考えられる。

【結論】

以上から、FcγRIIB-nt645+25AA 保有者は、GG 保有者と比較して免疫応答が抑制的にシフトしている可能性が示唆された。

メカニカルストレスがヒト歯根膜由来細胞の成長因子産生に与える影響

京都府立医科大学大学院医学研究科 歯科口腔科学¹, 京都府立医科大学大学院医学研究科 免疫学²
○市岡宏顕^{1,2}, 山本俊郎¹, 山本健太^{1,2}, 本城賢一^{1,2}, 赤松佑紀¹,
大迫文重¹, 喜多正和², 金村成智¹

Effects of mechanical stress on production of growth factor
in periodontal ligament-derived cells.

Department of Dental Medicine¹, Department of Immunology², Kyoto Prefectural University of Medicine
Graduate School of Medical Science

○ICHIOKA Hiroaki^{1,2}, YAMAMOTO Toshiro¹, YAMAMOTO Kenta^{1,2}, HONJO Kenichi^{1,2}, AKAMATSU Yuki¹,
OSEKO Fumishige¹, KITA Masakazu², KANAMURA Narisato¹

【研究目的】

歯根膜は、歯槽骨とセメント質の間に介在する線維性結合組織であり、歯槽骨内に歯牙を固定するとともに、顎骨・歯槽骨への咬合圧をはじめとしたメカニカルストレスを緩衝している組織である。歯根膜を構成するヒト歯根膜由来細胞(以下 hPDL 細胞)は、多種多様なメカニカルストレスに対し様々な成長因子(growth factor)を産生することが知られている。これまでに我々は、生理的咬合圧に近似したメカニカルストレスが hPDL 細胞の炎症性サイトカイン産生を誘導することを報告している。そこで本研究では、歯根膜の恒常性維持に成長因子が関与しているとの予測を立て、生理的咬合圧に近似したメカニカルストレスに対する hPDL 細胞の成長因子産生について検討を行った。

【材料および方法】

歯根膜は、健康な患者(19-41 歳)から矯正学的理由に便宜抜去された健全な第一小臼歯または第三大臼歯から採取した。採取した歯根膜は、37°C、5% CO₂条件下で 10% FBS/DMEM にて初代培養後、3-4 代継代培養したものを hPDL 細胞とした。方法としては、hPDL 細胞を 1×10⁵ cells/dish 播種し、コンフルエントに達した後、メカニカルストレス(6 MPa、60 分)を与えた。その後、RNA 抽出し、real-time RT-PCR 法を用いて Nerve growth factor (NGF)、Vascular endothelial growth factor (VEGF)、Fibroblast growth factor (FGF)の発現に関して免疫学的検討を加えた。また hPDL 細胞の形態学的変化は、位相差顕微鏡を用いて評価した。なお、同培養条件でメカニカルストレスを与えない hPDL 細胞を control とした。本研究は、京都府立医科大学における人間を対象とする医学研究審査委員会より承認済みである。

【成績】

hPDL 細胞において、生理的咬合圧に近似したメカニカルストレスに対して、control と比較して NGF、VEGF、FGF mRNA 発現量の有意な増加を認めた。また、hPDL 細胞の形態学的変化はほとんど認めなかった。

【考察】

これまでに、生理的咬合圧に近似するメカニカルストレスは、hPDL 細胞の炎症性サイトカイン産生を誘導することがわかっている。本結果では、hPDL 細胞が生理的咬合圧に近似するメカニカルストレスに対して NGF、VEGF、FGF mRNA を発現、かつ、これらの growth factor には、NGF に細胞修復促進作用、VEGF に血管新生作用、FGF に細胞増殖や組織修復作用を有することから、歯根膜局所においては生理的咬合圧によって歯根膜由来細胞から炎症性サイトカインが誘導されるとともに、これらの成長因子が同時に誘導されることで歯根膜の恒常性維持に関与する可能性が示唆された。また NGF の作用は、組織修復における重要な因子の一つであるが、メカニカルストレスに対する歯根膜細胞と NGF に対する報告はこれまでにみられず、その他成長因子も含め、今後さらなる検討が必要である。

【結論】

生理的咬合圧に近似したメカニカルストレスは、hPDL 細胞において組織修復に関連した成長因子を誘導し、それらは歯根膜の恒常性維持に関与する可能性が示唆された。

羊膜を基質とした培養歯髓由来細胞シートの作成

京都府立医科大学大学院医学研究科 歯科口腔科学¹, 京都府立医科大学大学院医学研究科 免疫学²

○山本俊郎¹, 本城賢一^{1,2}, 市岡宏顕^{1,2}, 山本健太^{1,2}, 赤松佑紀¹,
足立圭司¹, 雨宮 傑¹, 喜多正和², 金村成智¹

Tissue engineering with using Human Dental Pulp Cells
Cultured on Human Amniotic Membrane

Department of Dental Medicine¹, Department of Immunology², Kyoto Prefectural University of Medicine
Graduate School of Medical Science

○YAMAMOTO Toshiro¹, HONJO Kenichi^{1,2}, ICHIOKA Hiroaki^{1,2}, YAMAMOTO Kenta^{1,2}, AKAMATSU Yuki¹,
ADACHI Keiji^{1,2}, AMEMIYA Takeshi¹, KITA Masakazu², KANAMURA Narisato¹

【研究目的】

我々は、羊膜の有用性に注目、羊膜を細胞培養基質として用いた再生医療の研究を実施している。これまでに、羊膜を基質とした培養口腔粘膜上皮細胞シートの作成方法を確立、各種口腔粘膜上皮欠損患者に対して臨床応用を行い、拒絶反応等の異常なく良好な結果を得たことから、羊膜が細胞培養の基質として適し、また新たな再生医療的な治療法として有用かつ有効であることを報告した。さらに、この細胞培養系を歯根膜由来細胞の培養に応用したところ、歯根膜由来細胞が羊膜上で増殖し、デスモゾームやタイト結合といった強固な細胞間接着装置が存在、培養歯根膜シートの作成に成功するとともに、*in vivo* で自家移植を行う技術を開発した。そこで今回は、この培養歯根膜シート作成技術を応用し、歯髓由来細胞に注目し、培養歯髓シートを作成することを立案した。

【材料および方法】

智歯の便宜抜歯により抜去された歯をセメントエナメル境で横断、歯髓組織のみを無菌的に採取した。歯髓組織を細分し、感染症フリーの10%ウシ胎仔血清 (FBS) と抗菌薬を添加した α -MEMを用い初代培養を行った。その後3~4継代培養、羊膜上にこれら歯髓由来細胞を播種し、培養、ヘマトキシリン・エオジン染色を用いて組織学的に検討した。なお、当研究の実施および歯髓組織と羊膜の利用については、該当患者に対して本研究の内容ならびに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ている (RBMR-C-772)。

【成績】

歯髓由来細胞は、羊膜上で層状構造を示し、シート状の培養が可能であった。

【考察】

歯髓由来細胞は、発生学的に歯根膜と同じ間葉系組織で分化能と表面抗原が類似する。歯の内部に位置するため放射線などの有害刺激が少なく、酸素濃度が低いために遺伝子への影響が少なく、従来、抜歯後に医療廃棄物として処理されていた乳歯、智歯などの永久歯から比較的簡便に入手が可能で、かつ、歯根膜と比べて細胞増殖能が高く、細菌感染の機会が少ないためにシート作成の再現性が高い。また再生医療の領域では、歯髓由来細胞を用いた骨再生に関する報告は数多く存在するが、培養シートに関する報告はみられない。本結果から、羊膜は歯髓由来細胞の培養に適当な足場 (基質) を形成し、また歯髓由来細胞は個々の細胞ではなく、羊膜上にて一枚の細胞シートを形成しているものと考えられた。今後、さらなる検討が必要であると思われるが、羊膜を用いた培養歯髓由来細胞シートの作成が可能であることが示唆された。

【結論】

羊膜を用いた培養歯髓由来細胞シートの作成が可能であった。

p53 誘導新規化合物の同定とその作用機序の解析

大阪大学 大学院歯学研究科 口腔分子免疫制御学講座 歯周病分子病態学 (口腔治療学教室)
○北垣次郎太, 村上伸也

Identification and analysis on the novel compounds that selectively induce p53

Department of Periodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry
○KITAGAKI Jirouta, MURAKAMI Shinya

【研究目的】近年、慢性炎症性疾患である歯周病とアポトーシスの関与を示す報告がなされている。アポトーシスを誘導する代表的な遺伝子のひとつに、細胞の恒常性を制御するセルサイクル調節因子 p53 が挙げられる。興味深いことに、p53 が骨代謝に影響を及ぼす可能性がノックアウトマウスを用いた実験により示唆されている。しかしながら、その詳細なメカニズムは十分に検討されていない。ひとつの要因として、p53 を選択的に誘導する化合物が少ないため、*in vitro* での実験が困難なことが挙げられる。そこで本研究では、p53 を選択的に誘導する新規膜透過性化合物の同定を行った。

【材料および方法】新規化合物の同定を目的として、化合物ライブラリー IGEN library を用いた高処理スクリーニングを行った。そこで得られた化合物を、ヒト骨肉腫細胞の p53 プロモーター安定発現株ならびにヒト網膜色素上皮細胞にそれぞれ 8 時間、18 時間添加し、p53 誘導能およびアポトーシス誘導能を、luciferase assay ならびに western blot 法を用いて検討した。

【結果】化合物のスクリーニングを行った結果、deazaflavin の派生体 HLI98C、D、E (以下 HLI98s) を同定した。次にこれらの化合物の、p53 の転写活性ならびにタンパク発現への影響を確認したところ、これらの化合物は細胞内での p53 の転写活性を濃度依存的に誘導させ、p53 のタンパク量を選択的に上昇させた。さらに HLI98s は caspase-3 による PARP の分解を促進させることから、p53 依存性のアポトーシスを誘導させることが明らかとなった。しかしながら、HLI98s は水溶性ではないことから、今後 *in vivo* での実験に用いることは困難と考えられる。そこで HLI98s とホモロジーの高い化合物を検索し、その作用機序を検討したところ、新たな deazaflavin の派生体 HLI373 を同定した。HLI98s と同様に、HLI373 は *in vitro* において p53 の転写活性を濃度依存的に誘導させ、そのタンパク量を選択的に上昇させ、さらに p53 依存性のアポトーシスを誘導させた。

【考察】以上の結果より、新規膜透過性化合物 HLI98s および HLI373 が、p53 の転写活性およびタンパク発現を上昇させ、p53 依存性のアポトーシスを誘導させることが明らかとなった。近年、p53 を用いた遺伝子治療において、ガン細胞の増殖が抑制されることが報告されており、p53 タンパクの調節は既に臨床応用へとつながっていると考えられる。今後は、これらの化合物を *in vitro* ならびに *in vivo* における、歯周組織での p53 の作用機序の検討に応用するのみならず、歯周治療への応用ができると期待される。

【結論】p53 を選択的に誘導する新規膜透過性化合物 HLI98s ならびに HLI373 の同定に成功した。さらにこれらの化合物が *in vitro* で p53 の転写活性、タンパク発現ならびにアポトーシスを誘導させることが明らかとなった。

光誘導蛍光システムによるプラークの質的評価について

昭和大学歯学部歯学教育研修センター
○伊佐津克彦, 高島英利, 長谷川篤司

A qualitative evaluation of the plaque by a light-induced fluorescence system

Dept. of Comprehensive Dentistry, Showa University School of Dentistry
○ISATSU Katsuhiko, TAKASHIMA Hidetoshi, HASEGAWA Tokuji

【目的】

近年、デンタルプラークに起因する歯周病と糖尿病や動脈硬化などの全身疾患との関連や、デンタルプラークを構成している細菌を誤嚥することによる肺炎についての報告が多く認められている。デンタルプラークは複数の細菌が形成するバイオフィルムの典型で、この中に存在している細菌に抗菌薬はほとんど効果を発揮することができないため、物理的にバイオフィルムを破壊することが必要である。したがって、デンタルプラーク除去の基本は本人あるいは介助者などによる機械的関与が必要で、プラーク付着部位を視覚的に正しく認識することは、治療効果を最大限に引き出すカギとなる。言い換えるなら、口腔および全身の健康維持のためにはプラークの量、付着部位、そして活動性を定期的に正しく認識することが必須である。

従来、付着しているプラークの評価は染めだし液などを用いて行うのが一般的であるが、高齢者や在宅看護の受診者では染色後の清掃が決して容易ではない。そこで、近年、染め出しなしにプラークの蛍光特性を利用するプラーク認識システムが開発、市販に至っている。我々は第132回大会で、この光誘導蛍光システムによるプラークの検出は、プラーク染めだし液に比較し鋭敏でないものの、質的評価の可能性について発表した。

本研究では、これらの臨床での質的評価の可能性を検討する目的で、励起蛍光を利用して CCD カメラで口腔内プラークの認識範囲を記録し、染めだし液によるプラーク認識範囲との比較検討をおよび口腔内細菌に占める歯周病原性細菌の比率を検討した。

【材料と方法】

対象：口腔衛生指導を目的に来院した患者を対象として、上顎、下顎の前歯部唇側面

光誘導蛍光システムを利用した口腔内プラークの認識：

ビスタカムPシステムは計測専用準備したPC (Intel®Core™2Duo CPU P8600 2.4GHz RAM 2.0GB) にハンドピース、フットスイッチをUSB接続して構成され、染めだし前の上顎、下顎の前歯部唇側面を CCD カメラで撮影し、得られた画像データを画像管理ソフト DB SW I N 上で蛍光部分をその面積で評価した。

染めだし液による口腔内プラーク認識：

染めだし液には、DENTリキッド プラークテスターを用い口腔内を染色し、上顎、下顎の前歯部唇側面をデジタル・カメラで撮影し、染色部位をその面積で評価した。

口腔内細菌の検討：対象者に採唾用ロートを付けたスピッツを持たせて、5分間刺激唾液採取用補助剤を嚙ませながら唾液を採取する。採取した唾液を検体とし、総口腔内菌数に対する歯周疾患関連細菌の存在比を算出し、プラークの評価と併せて比較検討した。

【結果および考察】

1) 光誘導蛍光システムを利用した口腔内プラークの評価と染めだし液によるプラーク評価は、各々の評価の中でのばらつきはほとんど認められなかった。

2) 光誘導蛍光システムを利用した評価と染めだし液による評価に近い時に、*P.gingivalis*、*P.intermedia* の存在比が高い傾向が見られた。また、*P.gingivalis*、*P.intermedia* の存在比が低い時に、光誘導蛍光システムを利用した評価と染めだし液による評価の差が大きかった。

以上より、ビスタカムPを利用したプラーク認識システムを口腔内のプラークの質的評価に利用する可能性を示したが、今後、各種口腔内細菌に対する *in vitro* での詳細な検討や、細菌の量的評価への検討が必要であると考えられた。

Haptic Device を用いた適正プロービング圧トレーニングシステムの開発

大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座¹
大阪大学大学院歯学研究科 口腔分子免疫制御学講座²
○吉田能得^{1,2}, 山口 哲¹, 村上伸也², 今里 聡¹

Development of haptic dental training system to acquire a correct probing pressure

Department of Biomaterials Science, Osaka University Graduate School of Dentistry¹
Department of Periodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry²
○YOSHIDA Yoshinori^{1,2}, YAMAGUCHI Satoshi¹, MURAKAMI Shinya², IMAZATO Satoshi¹

【研究目的】

プロービングは歯周組織検査の中で最も重要で、歯科医師にとって習得が不可欠なスキルである。しかしながら、既存の模型実習では、適正プロービング圧の習得は非常に困難であった。そこで本研究では、プロービング時の触力覚を仮想空間内で感じられる Haptic Device を用いたトレーニングシステムを構築し、そのトレーニング効果の検証を行うことを目的とする。

【材料および方法】

われわれが開発した HAP-DENT (Haptic Dental Training System) は、ワークステーション : xw4600 (Hewlett-Packard), 立体視ディスプレイ : ZM-M220W (Zalman Tech) および Haptic Device : PHANTOM Omni (SensAble Technologies) から構成され、触力覚を感じながらトレーニングが可能なシステムである。本研究では、CAD ソフトウェア : FreeFormModeling (SensAble Technologies) で顎模型 : D51FE-500A-QF (ニッシン) を 3 次元データ化し、適正プロービング圧習得用のトレーニングモデルとした。

本システムを用いて、大阪大学歯学部平成 21 年度 4 年次学生 20 名 (A 群) を対象に、プロービング圧をリアルタイムに表示しながら歯周ポケット深さを測定する実習を実施し、トレーニング前後のプロービング圧を比較してトレーニングの効果について検証した。また大阪大学歯学部平成 22 年度 4 年次学生 26 名 (B 群) を対象に、同様の実習を 3 回繰り返して行い、各トレーニング間のプロービング圧を比較することにより、反復トレーニングの効果について検証した。

【結果】

A 群におけるプロービング圧は、トレーニング前後で 78.0 ± 43.3 g から 45.0 ± 18.3 g と有意に減少した (Paired *t*-test, $p < 0.01$)。また B 群においても、 98.9 ± 33.1 g から 57.1 ± 15.3 g と有意な低下が認められた (Paired *t*-test, $p < 0.01$)。一方、A 群と B 群間には有意差は認められず (Repeated measure ANOVA, $p > 0.05$)、スキル習得の効果に実習年度による差がないことが確認された。

B 群における反復トレーニングの結果、プロービング圧は、 57.1 ± 15.3 g から 49.3 ± 14.9 g (2 回目)、 44.0 ± 16.8 g (3 回目) と減少し、1 回目と 2 回目のトレーニング後、2 回目と 3 回目のトレーニング後のいずれにおいても有意差が認められた (Paired *t*-test, $p < 0.05$)。

【考察】

適正プロービング圧に近づいた学生数は、2 回目のトレーニング後で 1 人、3 回目のトレーニング後で 7 人であり、本システムを用いた繰り返しトレーニングによってプロービングスキルが向上することが示唆された。

【結論】

本研究で構築した Haptic Device を用いた適正プロービング圧トレーニングシステムにより、従来の模型実習では困難であった適正プロービング圧習得トレーニングがオンデマンドで可能となった。

SIRT1 による歯根膜細胞の石灰化制御

大阪大学 大学院歯学研究科 口腔分子免疫制御学講座 歯周病分子病態学 (口腔治療学教室)
○中村友美, 山下元三, 河原貴展, 橋本悠平, 梶川哲宏, 森 健太, 前田憲一郎, 北垣次郎太,
柳田 学, 山田 聡, 北村正博, 村上伸也

SIRT1 ameliorates ossification of human periodontal ligament cells

Department of Periodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

○NAKAMURA Tomomi, YAMASHITA Motozo, KAWAHARA Takanobu, HASHIMOTO Yuhei, KAJIKAWA Tetsuhiro,
MORI Kenta, MAEDA Kenichiro, KITAGAKI Jirota, YANAGITA Manabu,
YAMADA Satoru, KITAMURA Masahiro, MURAKAMI Shinya

【研究目的】

Sirtuin protein family である SIRT1 は、真核細胞におけるエネルギー代謝の主要な制御因子として機能する脱アセチル化酵素である。環境ストレスや栄養飢餓などの細胞外刺激によって SIRT1 は活性化され、細胞の自律的な適応応答を誘導することによって、細胞寿命の延伸や抗老化に機能することが明らかとされている。

加齢と成人性歯周炎の発症頻度並びに病態の重篤化の間には正の相関が存在することが疫学的に証明されている。しかしながら、加齢に伴い進行する病的な歯周組織老化の細胞性機構の全容は未だ明らかとなっていない。歯周組織の恒常性の維持には、歯根膜細胞並びに未分化間葉系幹細胞の増殖能や多能性の維持が必須であり、加齢に伴う機能変異が、老化による病態進行や組織修復再生能力に与える影響は大である。

本研究では、“長寿遺伝子” SIRT1 の活性化が歯根膜細胞の硬組織形成能に及ぼす影響について検討した。

【材料と方法】

ポリフェノールの一種である、レスベラトロールが“長寿遺伝子”として知られている SIRT1 を活性化し、寿命の延伸をもたらすことが注目されている。そこで本研究ではレスベラトロール (sigma) が、ヒト歯根膜細胞 (HPDL) とヒト骨髄間質細胞 (BMSC) に及ぼす様々な影響を検討した。

1. レスベラトロールが歯周組織構成細胞の石灰化物形成に与える影響ならびに、石灰化物形成時に誘導される遺伝子発現に与える影響
レスベラトロール (10 μ M) を添加した石灰化誘導培地 (10%FCS 含有 α -MEM に、5mM ascorbic acid ならびに 50 μ g/ml β -glycerophosphate を添加) にて HPDL と BMSC を長期培養し、石灰化ノジュール形成をアリザリン染色で、アルカリホスファターゼ (ALP) 活性を ALP 染色で検討した。同時に石灰化物形成時に誘導される各種遺伝子を real-time PCR 法を用いて検討した。
2. レスベラトロール添加が HPDL の SIRT1 遺伝子ならびにタンパクの発現に与える影響
HPDL のレスベラトロール (50 μ M) による刺激が、SIRT1 遺伝子発現に及ぼす影響を real-time PCR 法にて、SIRT1 タンパク発現に与える影響を Western blot 法にて検討した。
3. HPDL における mTOR シグナルの解析
HPDL へのレスベラトロール刺激 (50 μ M) が、mTOR リン酸化ならびにその下流分子である p70S6K のリン酸化に与える影響を Western blot 法にて検討した。

【結果】

HPDL のレスベラトロール刺激により、SIRT1 の mRNA ならびにタンパクの発現上昇を認め、その際に、mTOR や p70S6K のリン酸化の抑制を認めた。

石灰化誘導培地における HPDL の長期培養系へのレスベラトロール添加により、ALP 活性の上昇を認める一方、石灰化物形成の濃度依存的な抑制を認めた。一方、BMSC においてはレスベラトロール添加により、ALP 活性の低下と石灰化物形成の亢進が認められた。

【結論】

歯根膜細胞において、SIRT1 の活性化によって誘導される老化や栄養の制御シグナルがエネルギー代謝を調節し、細胞外マトリックスや硬組織産生に関与すると考えられる。また、HPDL と BMSC がレスベラトロール添加に際して異なる表現系を示したことから、SIRT1 遺伝子の機能は細胞種によって異なることが示唆された。

最終糖化産物はマクロファージ様細胞の炎症関連因子の発現を調節する

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 歯周歯内治療学分野

○村田裕美, 木戸淳一, 板東美香, 廣島佑香, 稲垣裕司, 永田俊彦

Advanced Glycation End-products regulate the expression of inflammation-related factors in macrophage-like cells
Department of Periodontology and Endodontology, Institute of Health Biosciences,
The University of Tokushima Graduate School

○MURATA Hiromi, KIDO Jun-ichi, BANDO Mika, HIROSHIMA Yuka, INAGAKI Yuji, NAGATA Toshihiko

【研究目的】

歯周病は糖尿病の6番目の合併症であり、糖尿病関連歯周炎の病態の検討は、両疾患の相互関係の解明や糖尿病関連歯周炎の治療戦略を考えるために重要である。通常、糖尿病が進行すると、生体内の高血糖状態によりタンパク質の糖化が起こり最終糖化産物 (Advanced Glycation End-products: AGEs) が生成される。AGEs はマクロファージなどの細胞膜レセプターに結合し、多くの糖尿病合併症の進展に関与する。一方、最近、我々は歯肉溝滲出液 (GCF) 中にレジスチンなどの糖尿病関連因子が存在し、これらが歯周病罹患部位の GCF 中に高濃度に存在することを見出した。そこで本研究では、糖尿病関連歯周炎組織における AGEs の影響を検討するために、歯周組織への浸潤細胞であるマクロファージを AGEs で刺激したときの各種炎症性サイトカインおよび抗菌ペプチドの発現について検討した。

【材料および方法】

1. AGE-BSA の調製: AGE-BSA は Okamoto (*FASEB J.* 2002) らの方法に従って調製した。すなわち、ウシ血清アルブミン (50 mg/ml) と D-グリセルアルデヒド (0.1 M) を 0.2 M のリン酸緩衝液に溶解し、37°C で 7 日間反応後、4°C の PBS 中で 3 日間透析を行い AGE-BSA を調製した。
2. 細胞培養: 単球系細胞株 U937 (ATCC 社より購入) を 10% ウシ胎児血清を含む RPMI1640 で培養し、phorbol 12-myristate 13-acetate (PMA: 200 nM) を含む培地で 24 時間培養してマクロファージ様に分化させた後、AGE-BSA (0.3 ~ 5 mg/ml) を添加し 2~24 時間培養を行った。
3. 全 RNA 抽出と Reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR): 培養を行った細胞から通法に従って全 RNA を抽出し、オリゴ dT プライマーを用いて逆転写反応を行い cDNA を調製した。各 cDNA を鋳型として RT-PCR を行い、AGE 受容体 (Receptor for AGE: RAGE), 炎症性サイトカインと炎症関連因子 (Interleukin-1 β : IL-1 β , IL-6, IL-8, tumor necrosis factor- α : TNF- α , resistin, Monocyte chemoattractant protein-1: MCP-1) および抗菌ペプチド (S100A8, S100A9) の mRNA 発現について検出を行った。

【結果】

マクロファージ様に分化させた U937 細胞は IL-1 β , IL-6, IL-8, TNF- α などの炎症性サイトカイン、レジスチンや MCP-1 などの炎症関連因子、および S100A8 や S100A9 の抗菌ペプチドなどの遺伝子を発現していた。AGE 添加により、そのレセプターである RAGE mRNA の発現増加がみられた。AGE 添加後、短時間で IL-1 β , IL-6, TNF- α およびレジスチンの遺伝子発現の増加が見られたが、逆に 24 時間後では減少を示した。また、MCP-1 の発現は、高濃度の AGE (12 時間処理) により増加した。さらに、低濃度の AGE (24 時間処理) では、S100A8 および S100A9 遺伝子の発現が減少したが、高濃度の AGE では逆に発現の上昇傾向が認められた。

【考察と結論】

糖尿病における末梢組織為害性因子である AGEs は、マクロファージ様分化 U937 細胞において、RAGE 発現を介して IL-1 β , IL-6, TNF- α などの炎症性サイトカイン、およびレジスチンや MCP-1 などの炎症関連因子の発現を増加させることが示唆された。また AGEs は、抗菌ペプチドである S100A8/S100A9 の発現にも影響を及ぼし、その濃度に依存した効果を示した。AGEs は、これらの炎症関連因子の発現調節を介して糖尿病関連歯周炎の歯周組織で炎症の増悪に関与している可能性が考えられる。

ドキシサイクリンによる歯周病原細菌感染を伴う腹部大動脈瘤拡張の抑制

東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 歯周病学分野¹、循環制御内科学分野²、グローバル COE プログラム³
東京大学 先端臨床医学開発講座⁴
○青山典生¹、鈴木淳一^{2,4}、磯部光章²、和泉雄一^{1,3}

Doxycycline suppresses the development of abdominal aortic aneurysm with periodontal bacteria
Department of Periodontology¹, Department of Cardiovascular Medicine², Global Center of Excellence Program³,
Graduate School, Tokyo Medical and Dental University, Department of Advanced Clinical Science and Therapeutics,
University of Tokyo⁴
○AOYAMA Norio¹, SUZUKI Jun-ichi^{2,4}, ISOBE Mitsuaki², IZUMI Yuichi^{1,3}

【研究目的】

腹部大動脈瘤の形成と促進には炎症が関与し、特に matrix metalloproteinase (MMP) が重要な役割を果たすことが明らかとなっている。腹部大動脈瘤病変から、複数の歯周病原細菌が検出されていることから、両者の関連が注目されてきている。抗菌薬の一種であるドキシサイクリン(Dox)は、抗菌作用だけでなく、MMP 抑制などの複数の作用を有していることが認められている。しかしながら、歯周病原細菌感染を伴う腹部大動脈瘤における MMP 制御に関し、Dox がどのように働くかはいまだ示されていない。

そこで、本研究の目的は、歯周病原細菌感染を伴った腹部大動脈瘤の進展に対し、Dox がどのような影響を与えるかを解析することである。

【材料および方法】

全身麻酔下でマウスを開腹して腹部大動脈を露出させ、動脈外壁に塩化カルシウム水溶液を塗布することにより実験的に腹部大動脈瘤を誘導した。背部皮下にあらかじめ埋入しておいたチャンバー内に、主要な歯周病原細菌である *Porphyromonas gingivalis* の懸濁液 (10^8 CFU/mL, 0.1mL) を週に 1 回の割合で注入した。Dox 投与をする実験群では、Dox (30mg/kg/day) を毎日口腔経由で投与した。大動脈瘤誘導手術の 28 日後、再び全身麻酔下で開腹して腹部大動脈の直径を計測し、薬物投与群と未投与群で比較検討を行い、また術前径との比較を行った。さらに腹部大動脈サンプルから病理学的解析や免疫組織学的解析を行った。

【成績】

術前の腹部大動脈直径は、Dox 未投与群で 0.53 ± 0.03 mm、Dox 投与群で 0.50 ± 0.03 mm と差がなかったのに対し、術後の腹部大動脈直径は Dox 未投与群で 0.80 ± 0.03 mm、Dox 投与群で 0.59 ± 0.02 mm であった。すなわち、術後の腹部大動脈拡張量は、Dox 未投与群に比べ、Dox 投与群で有意に抑制されていた (Dox 未投与群 1.51 \pm 0.06 倍、Dox 投与群 1.16 \pm 0.05 倍、 $p < 0.05$)。組織学的解析から、Dox 未投与群では血管周囲の線維の破壊と平坦化を強く認めたのに対し、Dox 投与群では線維破壊が抑制されていることが観察された。また、免疫組織学的解析から、Dox 未投与群に対し Dox 投与群では MMP-2 の発現が抑えられていた。

【考察】

腹部大動脈瘤の拡張や進展において MMP が主要な役割を担っていることから、MMP を抑制することで大動脈瘤拡張を制御しようとするのは、大動脈瘤の予防や治療への戦略となり得る。本研究結果から、Dox 投与により大動脈瘤拡張が抑制されることが明らかになった。Dox 投与群では腹部大動脈での MMP 発現が低下していたことから、Dox による MMP 抑制効果が、腹部大動脈瘤拡張を抑えたことが示唆された。

【結論】

ドキシサイクリンの投与により歯周病原細菌感染を伴う腹部大動脈瘤の進行を抑制した。このことから、ドキシサイクリン低用量での持続的投与が歯周病原細菌保持者での腹部大動脈瘤の進展を防ぐための有効な薬理学的アプローチとなる可能性があることが示唆された。

血清アミロイド A による動脈硬化症発症の検討

松本歯科大学歯科保存学第一講座¹

松本歯科大学歯科放射線学講座²

○窪川恵太¹, 海瀬聖仁¹, 西田英作¹, 武藤昭紀¹, 田口 明², 吉成伸夫¹

The effect of serum amyloid A on atherosclerosis in ApoE deficient mice
Department of Periodontology, School of Dentistry, Matsumoto Dental University¹,
Department of Oral-Radiology, School of Dentistry, Matsumoto Dental University²
○KUBOKAWA Keita¹, KAISE Kiyohito¹, NISHIDA Eisaku¹, MUTO Akinori¹, TAGUCHI Akira², YOSHINARI Nobuo¹

【研究目的】

近年、動脈硬化症は炎症応答であり、遠隔部位でも潜在的で持続的な慢性炎症が存在すると、動脈硬化症のリスクが高まることが示唆されている。我々は、局所慢性炎症としての歯周病を想定して、マウスの腹腔内にインターロイキン-6 (IL-6) を注入し、肝臓における血清アミロイド A (SAA) 遺伝子の発現上昇と、末梢血における SAA タンパク濃度の上昇を確認した。しかし、SAA によるアテローム性動脈硬化症発症との機序は未だ不明である。そこで今回、IL-6 刺激した動脈硬化症易形成 (ApoE^{-/-}) マウスを使用し、SAA のアテローム性動脈硬化症に対する影響について免疫組織学的に検討した。

【材料および方法】

実験には生後 8 週齢の ApoE^{-/-} マウス 50 匹を使用し、IL-6 (500 ng) 投与群と PBS 投与群 (コントロール) の 2 群に分け、それぞれ腹腔内へ 3 日間連続投与した。1 日、1 週、4 週、8 週、12 週経過後に肝臓摘出、末梢血採取、心臓から鼠頸部までの大動脈摘出を各々 5 匹行い、肝細胞の SAAMRNA はリアルタイム PCR 法により解析、血清 SAA 濃度は ELISA 法により測定した。大動脈は縦断試料を作成し、Sudan IV 染色後、画像解析により脂肪沈着の定量測定を行った。さらに、大動脈の横断切片から、SAA による直接的作用を解析するために SAA 受容体 (CD36) を免疫組織学的に染色し、検討した。

【結果および考察】

IL-6 投与群では 1 日後に SAAMRNA が著明に上昇し、その後の 1 週、4 週、8 週、12 週経過時にはほとんど発現は見られなかった。PBS 投与群では全期間を通して発現は認められなかった。SAA タンパク量においても同様に、IL-6 投与群で、1 日経過後に著明な上昇を示し、その後、1 週、4 週、8 週、12 週経過時にはほとんど見られなかった。PBS 投与群では全期間を通して SAA タンパク量の上昇は認められなかった。また、大動脈弓から鼠頸部までの大動脈縦断内膜面の Sudan IV 染色結果は、IL-6 投与群では、経時的に脂肪沈着部位が増加していた。脂肪沈着面積率を算出すると、IL-6 投与群では PBS 投与群と比較し、4 週経過後で脂肪沈着率が有意に増加し、動脈硬化病変部が増大していることが認められた。さらに、大動脈の横断試料による、HE 染色においても、4 週経過後から血管壁の肥厚が認められ、SAA 受容体である CD36 による免疫組織染色において病変部に SAA 受容体を多く検出した。

【考察】

IL-6 を投与することで、ApoE^{-/-} マウスの SAA は、mRNA、タンパク量ともに 1 日後に著明に増加した。さらに、経時的に血管内膜への脂肪沈着量も増加した。免疫組織学的検討において、大動脈の横断試料では内皮細胞に SAA レセプターである CD36 発現の著明な増加を認めた。すなわち、局所の炎症性疾患である歯周炎部位で産生される IL-6 が、肝臓を刺激して SAA が産生され、内皮細胞に作用して動脈硬化症を誘導している可能性が示唆された。今後、血管内腔における SAA の作用機序をさらに詳細に解析していくことにより歯周病による動脈硬化症発症のメカニズムを解明していく予定である。

エリックプライマーを用いた *S. mutans* と *S. sobrinus* のバンディングパターンの差異

日本大学松戸歯学部保存修復講座
○岡田珠美, 鈴木英明, 藤田 光, 池見宅司

The differentiations of banding patterns form *S. mutans* and *S. sobrinus* with Eric primers

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry at Matsudo.
○OKADA Tamami, SUZUKI Hideaki, FUJITA Kou, IKEMI Takuji

【研究目的】

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

【材料および方法】

S. sobrinus 標準株数菌株 (血清型 *d & g*) とヒト口腔より分離した *S. sobrinus* 数菌株を本実験に供した。BHI 液体培地を用いた一夜、ローソク培養液 (37°C) より遠心機を利用して菌体を回収した。市販 DNA 抽出キット (kit (QIAamp DNA Mini Kit, Qiagen) を用いて DNA を抽出、濁度計を用いて純度を確認し濃度を調節した。市販プライマー ERIC1R (5' -ATGTAAGCTCCTGGGGATTAC-3') と ERIC 2 (5' -AAGTAAGTGACTGGGGTGAGCG-3') (Intergrated DNA Technologies)、およびバッファーコンポーネント (EPICENTER Technologies) を用い通常法に従い rep-PCR を行った。すべての PCR は Gene Amp 9700 thermal cycler (Applied Biosystems) を使用して行った。イニシャルディネーターリング 95°C 5 分間を行った後、95°C を 2 分間、48°C を 3 分間、72°C を 3 分間のサーマルサイクルを 30 回行い、ファイナルイクステンション 72°C を 5 分間行った。得られた増幅産物は 2% のアガロースゲルを使用した 100V、30 分間の電気泳動により分離し、エチジウムブロマイド (10 μg/ml) 染色後、Image Saver AE-6905C (ATTO, Tokyo) を用いて写真撮影した。得られたバンディングパターンの多様性を各ベースペア (bp) におけるバンドの有無やその本数を基に標準株間および臨床分離株間で比較検討した。

【結果および考察】

- 1) すべての標準株および分離株の DNA から得られたバンディングパターンは数種のバンドを有していた。
- 2) *S. sobrinus* 標準株および分離株のパターンは若干の差異は認められるが 1800bp, 1100bp, 900bp, 800bp に強く染色されるバンドが認められた。
- 3) 1100bp に強く染色されるバンドは *S. mutans* 標準株にも認められ両菌株共通のバンドの可能性が考えられる。
- 4) 口腔分離株のなかにはバンドが欠損しているものも認められその多様性が確認出来た。

【結論】

以上の結果は、本 rep-PCR 法が *S. sobrinus* 標準株や分離株にも応用出来る事が認められた。この事は本方法が将来において両菌株を遺伝子学的に分離する有用な技術となる可能性や、高う蝕罹患患者を識別する技術にも応用される可能性が示唆された。

イヌ歯髄・骨髄・脂肪 CD31⁺SP 細胞の抜髄後根管内移植による歯髄再生能比較

国立長寿医療研究センター 歯科口腔先進医療開発センター 再生歯科医療研究部¹,
愛知学院大学 歯学部 小児歯科学講座², 愛知学院大学 歯学部 歯内治療学講座³
○石坂 亮^{1,2}, 庵原耕一郎¹, 村上真史¹, 中村 洋³, 福田 理², 中島美砂子¹

Pulp Regeneration Induced by Canine Pulp CD31⁺ SP Cells Compared with Bone Marrow and Adipose CD31⁺ SP Cells

Department of Dental Regenerative Medicine, Center of Advanced Medicine for Dental Oral Diseases, National Center for Geriatrics and Gerontology, Research Institute¹, Department of Pediatric Dentistry², Department of Endodontics³, School of Dentistry, Aichi Gakuin University
○ISHIZAKA Ryo^{1,2}, IOHARA Koichiro¹, MURAKAMI Masashi¹, NAKAMURA Hiroshi³, FUKUTA Osamu², NAKASHIMA Misako¹

【目的】 私どもは歯髄幹細胞を用いた歯髄再生による新しい歯髄炎治療法の開発を行ってきた。その中で血管新生・神経再生能に優れた歯髄幹細胞CD31⁺SP細胞を分取し、イヌ抜髄後の根管内に自家移植して、完全に歯髄を再生することに成功した。しかし、不要歯からの自家歯髄組織の供給は高齢になるにつれ限界が生じる。そこで、新たな細胞供給源を模索するために、ブタ歯髄・骨髄・脂肪CD31⁺SP細胞をブタ歯根に注入し、異所性にマウス皮下に移植したところ、骨髄・脂肪でも歯髄と同様に歯髄様組織が再生した。本研究では、ヒト臨床モデルに近いイヌ抜髄後の根管内に骨髄・脂肪CD31⁺SP細胞を自家移植し、歯髄CD31⁺SP細胞を移植したものと同様に歯髄様組織が再生するか検討した。

【材料と方法】

- 1 イヌ歯髄・骨髄および脂肪より細胞を酵素分離後、フローサイトメーターにて Hoechst 33342 を強く排出する画分 (SP) 中の CD31⁺ 細胞を分取し、幹細胞の含有率を比較した。
- 2 フローサイトメーターにてイヌ歯髄・骨髄および脂肪 CD31⁺SP 細胞の細胞表面マーカーを比較した。
- 3 各細胞の幹細胞マーカー、血管誘導因子、神経栄養因子の mRNA 発現を Real-time RT-PCR にて比較した。
- 4 in vitro における血管誘導: matrigel 上で三次元培養し 6 時間後、管腔形成能を比較した。
- 5 in vitro における神経誘導: 通法に従い neurosphere 形成能および神経分化能を比較した。
- 6 TAXIScan-FL にて歯髄・骨髄および脂肪 CD31⁺SP 細胞の SDF1 に対する遊走能を比較した。
- 7 イヌ抜髄後の根管内に各細胞を SDF1 とコラーゲン TE と共に自家移植し、14 日および 28 日後解析を行った。
 - A. HE 染色し、再生歯髄を形態的に検討。さらに再生歯髄面積を統計学的に比較。
 - B. マッソン染色し、基質形成を検討。
 - C. BS1-lectin 染色、PGP 9.5 染色し、血管新生・神経再生能を免疫組織学的に検討。
- 8 再生歯髄様組織の分子生物学的解析: 各細胞を移植して再生した組織における歯髄マーカーおよび歯根膜マーカーの mRNA 発現を Real-time RT-PCR にて比較した。

【結果】

- 1 歯髄・骨髄および脂肪細胞共に、幹細胞画分である CD31⁺SP が存在していた(歯髄 0.8%, 骨髄 0.3%, 脂肪 0.1%)。
- 2 歯髄・骨髄および脂肪 CD31⁺SP 細胞共に幹細胞マーカー (CD29, CD44, CD73, CD90, CD105) の発現が高かった。
- 3 歯髄・骨髄および脂肪 CD31⁺SP 細胞共に同程度の幹細胞マーカーを発現していた。さらに、歯髄は他の細胞より血管誘導因子・神経栄養因子の発現が高かった。
- 4 in vitro において、各細胞共に血管および神経に誘導できたが、歯髄 CD31⁺SP 細胞はより高い血管誘導能を有していた。
- 5 各細胞共に SDF1 に対して遊走能を有していたが、歯髄 CD31⁺SP 細胞の遊走能は、より高かった。
- 6 イヌ抜髄後の根管内に骨髄および脂肪 CD31⁺SP 細胞を移植すると、歯髄 CD31⁺SP 細胞の移植と同様に歯髄様組織が形成された。
- 7 歯髄に強く発現していると知られているマーカー (Syndecan, Tenascin, TRHDE) の発現は、歯髄・骨髄および脂肪 CD31⁺SP 細胞を移植して再生した組織間で差が無かった。

【結論】 骨髄・脂肪 CD31⁺SP 細胞は、歯髄に比べて血管誘導能および遊走能が低く、血管誘導・神経栄養因子発現が低い、歯髄様組織が再生されたことから、歯髄再生のための第二の細胞源として有用であることが示唆された。

乳酸菌配合歯磨剤の口腔衛生改善効果についての臨床研究

福岡歯科大学 総合歯科学講座 総合歯科学分野

○畑野優子, 鈴木奈央, 米田雅裕, 山田和彦, 岩元知之, 梶尾陽介, 藤本暁江, 伊波幸作, 廣藤卓雄

Clinical trial concerning the improvement of oral health by the toothpaste containing lactic acid bacterium

Section of General Dentistry, Department of General Dentistry, Fukuoka Dental College
○HATANO Yuko, SUZUKI Nao, YONEDA Masahiro, YAMADA Kazuhiko, IWAMOTO Tomoyuki, MASUO Yosuke,
FUJIMOTO Akie, IHA Kosaku, HIROFUJI Takao

【研究目的】

乳酸菌は、腸管免疫の活性化による感染症に対する抵抗性の強化、腸内細菌叢のバランス改善など、さまざまなプロバイオティクス機能を有することが知られる。近年、歯科領域においても、乳酸菌のプロバイオティクス機能によるう蝕および歯周疾患に対する予防効果への有効性が注目され、さまざまな *in vitro* 研究ならびに臨床応用研究が行われている。我々はこれまでに、*in vitro* 実験において、乳酸球菌 *Enterococcus faecium* WB2000 株がう蝕原因菌のバイオフィルム形成抑制能を有することを見いだした (日本歯科保存学会第 134 回春季学術大会にて発表)。そこで本研究では、*E. faecium* WB2000 株を配合した歯磨剤の口腔衛生改善効果を、二重盲検ランダム化比較試験を用いて臨床的に評価することにした。

【方法】

試験薬剤として乳酸菌配合歯磨剤 (アバンビーズ[®], わかもと製薬株式会社)、対照試験薬剤として乳酸菌無配合歯磨剤 (アバンビーズ[®]から *E. faecium* WB2000 を除いたもの) を用いた。参加者の適格基準を満たした 68 名を被験者とし両群にランダムに割付け、試験期間中に歯科医院で専門的口腔清掃を受けた場合や薬物を服用した場合はランダム化後の除外対象とした。口腔清掃習慣を変えることによるプラークコントロールの向上や被験者のストレスを回避するために、本研究では歯磨き方法を個人の習慣通りとした。歯磨剤の一回の使用量を 1 cm と定め、歯磨き時間と回数については日誌に記入することで歯磨剤使用量を計算できるようにした。歯ブラシは指定したものを使用するように指示した。実験開始前日、2 週間後、4 週間後に、口腔内診査と唾液採取を行った。診査当日の歯磨きは禁止し、口腔内診査は午後から随時、各被験者が 3 回の診査を同時刻帯に受診するスケジュールで行った。口腔内診査の内容は、歯数、う蝕、修復物、プラーク付着状態 (PHP)、歯肉の炎症 (PMA)、歯周組織検査 (CPI)、唾液検査の内容は、3 分間の刺激唾液量、唾液 pH、唾液緩衝能である。また、回収した唾液より細菌 DNA を調製し、定量 PCR を用いて口腔内細菌数を定量した。

【結果と考察】

分析対象者は 59 名 (除外対象者 9 名) であり、乳酸球菌 *E. faecium* WB2000 配合歯磨剤を使用した実験群が 30 名、プラセボ群が 29 名であった。試験期間中に両群とも唾液量は増加し、実験群で 4 週間目に統計学的に有意な唾液増加が認められた。唾液 pH については、実験群で 2 週間後に統計学的に有意な減少がみられたが、pH7 を下回ることはなく、乳酸菌投与による口腔内の酸性化はないことがわかった。唾液緩衝能については、実験群で 4 週間後に統計学的に有意な改善がみられ、唾液の耐う蝕性の向上が認められた。代表歯のプラーク付着スコア (PHP) は、両群共に有意な改善を示した。唾液中の総菌数は両群共に増加傾向を示したが、統計学的有意差は認められなかった。*E. faecium* の割合は、実験群で 2 週間後に統計学的に有意に減少し、4 週間後には両群共に減少した。う蝕原因菌である *Streptococcus sobrinus* は実験群で 4 週間後に有意に減少し、プラセボ群では有意に増加した。ただし検出率が低いため、対象者数を増やして検討する必要がある。歯周病原細菌については、菌種によって変動が多様であり、今後長期の観察が必要だと思われた。

【結論】

E. faecium WB2000 配合歯磨剤の利用によって唾液量の増加、唾液緩衝能の改善、プラーク付着の減少がみられ、プラセボ群と比較しても唾液に関するパラメータが有意に改善したことから、*E. faecium* WB2000 にはう蝕になりにくい口腔内環境への改善効果が期待できる。

大規模災害における保存系診療の役割

北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系 う蝕制御治療学分野¹, 歯周歯内治療学分野²

○泉川昌宣¹, 半田慶介¹, 小池俊之¹, 油尾俊也¹, 衣笠裕紀², 古市保志², 斎藤隆史¹

The Role of Conservative Dentistry in Large-Scale Disasters.

Division of Clinical Cariology and Endodontology¹, Division of Periodontology and Endodontology², Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

○IZUMIKAWA Masanobu¹, HANDA Keisuke¹, KOIKE Toshiyuki¹, ABURAO Syunya¹, KINUGASA Hironori², FURUICHI Yasushi², SAITO Takashi¹

【目的】

本学では、2011年3月11日に発生した東日本大震災に対して、厚生労働省発令の下、災害支援本部を設置し、4月11日から5月22日までの6週（七ヶ浜地区1週間、女川地区5週間）にわたり3名1チームの歯科診療チームを宮城県沿岸部の被災地に派遣した。

今回は、この歯科診療チームの実施した歯科救護活動の内、歯科保存領域に係わる診療に特化し、その治療に必要性と特徴を分析することを目的とした。

【方法】

東日本大震災における北海道医療大学災害支援本部派遣の歯科救護活動実績を対象として、歯科保存領域の診療内容を分析対象とした。

【結果および考察】

本学歯科診療チームは1班が七ヶ浜地区（七ヶ浜町、多賀城市、塩釜市）を、2～6班は女川地区（女川町、石巻市雄勝町の一部）を対象地域として歯科治療支援活動を行った。

七ヶ浜地区には稼働できる歯科医院は1軒あったが、避難所から遠方で交通手段が喪失した状況では通院は困難であった。同地域で最も必要とされた治療は歯周治療の35件で全治療件数の47%を占めていた。次いで義歯関連治療の15件で20%を占めていた。

女川地区は被災前に2軒の歯科医院があったが、2軒とも完全に流失し、再開の目処が立っていない状況であった。必要とされた歯周治療は74件であり、全治療件数296件の25%を占めていた。一方、義歯補綴治療は103件（35%）であった。次いでう蝕治療が48件、修復物脱離は10件であり、その多くは前半部（1班から3班）に集中していた。義歯調整（56件）は、全期間を通じて特に偏りは認められなかった。

七ヶ浜、女川両地域で行った義歯清掃、ブラッシング指導、口腔衛生用品や義歯清掃用品の配布と使用説明などの口腔ケア件数は1000件を超えていた。水の供給事情が劣悪な状況に加え、口腔清掃用品が避難所によっては顕著な不足状態であり、誤嚥性肺炎の多発が懸念されていたが、今回の活動によりかなりの改善がなされたものと考えられる。また、炭水化物中心の食事は、食渣の口腔内への滞留を促進し、歯周疾患の既往があった患者の増悪化の要因となつたと推測された。さらに救援物資のお菓子が日常的に摂取できるという環境から、今後小児を中心としたう蝕の好発も懸念される。そのため、ブラッシング指導や口腔清掃用品の供給のみならず、積極的なフッ素塗布も有効であると推測された。

【結論】

東日本大震災の被災者において、保存系治療、特に歯周治療の必要性が高いことが示された。また、歯ブラシや義歯清掃剤などの口腔清掃用品の継続的な供給の必要性が示唆された。

大規模災害における歯科救護活動への北海道医療大学の取り組み
北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系う蝕制御治療学分野¹, 歯周歯内治療学分野²
○半田慶介¹, 小池俊之¹, 泉川昌宣¹, 油尾俊也¹, 衣笠裕紀², 古市保志², 斎藤隆史¹

Dental Relief Activity of Health Sciences University of Hokkaido in a Large-Scale Disaster
Division of Clinical Cariology and Endodontology¹, Division of Periodontology and Endodontology², Department of Oral
Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido
○HANDA Keisuke¹, KOIKE Toshiyuki¹, IZUMIKAWA Masanobu¹, ABURAO Syunya¹, KINUGASA Hironori²,
FURUICHI Yasushi², SAITO Takashi¹

【目的】

2011年3月11日14時46分に宮城県牡鹿半島沖を震源として発生した東日本大震災は、広範囲に渡って甚大な被害を及ぼした。厚生労働省発令の下、大規模歯科救護活動が実施され、本学は宮城県七ヶ浜町および女川町にて4月11日から5月22日までの6週間にわたって歯科医療を行い、一定の成果をもたらした。本学では、災害発生1週後に災害支援本部設置し、全学をあげての協力体制を構築した。

本発表では、本学が過去に経験した北海道南西沖地震（1993年）の歯科救護活動実績と災害発生状況から、必要とされる歯科救護活動の内容を予測することの可能性を検討するとともに、それに対する効果的な人的・物質的準備を行った。

【方法】

本発表では、東日本大震災における本学が実施した歯科救護活動において、地震災害の特徴とそれらの分析および救護活動について報告する。

【結果および考察】

本学の派遣先である七ヶ浜町及び女川町における災害の特徴は、高齢化の進んだ漁業を主幹産業とする地域であり、災害の大部分は地震そのものではなく津波災害であること、集落全体が被災し稼働できる歯科医療機関が無くなったこと、交通路が遮断され物資の供給が困難であることなどが挙げられる。これらのことから、被災者には有床義歯を必要とする高齢者が多いこと、外傷患者は少ないこと、失われた歯科医療体制の補完が求められることが推測できた。東日本大震災においてはそのライフラインや物流の崩壊が長期化していることから、口腔衛生状況の悪化が懸念された。また災害の発生時刻（14時46分）から、義歯装着者は、義歯を装着していると考えられ紛失者の発生頻度は少ないと予想される。実際、本学が実施した歯科救護活動において、歯周疾患や義歯性口内炎等への対応が主となっていた。

また、本歯科救護活動において、過去の救護活動の経験から支援者自身のPTSDを懸念し、支援者のこころのケアについても重要視した。今回こころのケアとして、適正な事前情報の提供、対処法の周知、バックアップ体制の構築、グループ内・間の負担共有、無理のないスケジュールの実施に配慮を行うことによって対応を行った。結果、2次受傷者を出すことなく救護活動を終えられた。

さらに、本学では訪問歯科診療や災害地歯科診療へ対応する地域支援歯科医療科を常設しており、今回地域支援歯科医療科を中心として歯科支援チームを結成して、被災者への歯科支援を行い、一定の成果をあげることができた。医科における災害派遣医療チーム(Disaster Medical Assistance Team:DMAT)や日本医師会災害医療チーム(Japan Medical Association Team:JMAT)などが整備されているが、歯科においてはそれらの組織の整備が遅れているのが現状である。将来的には、大学や歯科医師会が災害時の歯科支援の活動基盤となり、支援者への研修プログラムの策定人材育成も含めて来る災害に備える必要性が示唆された。

【結論】

本研究の結果から、災害発生時の状況を考慮して必要とされる歯科救護活動の内容をある程度推測できることが示唆された。また、日頃から大規模災害に対する備蓄や準備を行い、俊敏に対応することの重要性が認識された。

新規デンタルユニット連動型自律神経活動モニターシステムの開発

北海道大学大学院歯学研究科口腔健康科学講座歯周・歯内療法学教室¹
長田電機工業株式会社²

○下地伸司¹, 菅谷 勉¹, 根岸 淳¹, 田中佐織¹, 伊藤 豊¹, 小田島朝臣¹,
宮治裕史¹, 齋藤恵美子¹, 川村直人¹, 元木洋史¹, 臼井 薫², 川浪雅光¹

Development of a novel system monitoring autonomic response allied with a dental unit

Department of Periodontology and Endodontology, Division of Oral Health Science,
Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine.¹
Osada Electric Co., Ltd.²

○SHIMOJI Shinji¹, SUGAYA Tsutomu¹, NEGISHI Jun¹, TANAKA Saori¹, ITO Yutaka¹, ODAJIMA Tomoomi¹,
MIYAJI Hirofumi¹, SAITO Emiko¹, KAWAMURA Naoto¹, MOTOKI Yoji¹, USUI Kaoru², KAWANAMI Masamitsu¹

【緒言】

我が国は欧米先進諸国よりも20年早いペースで超高齢化社会を迎えている。その高齢者の多くは代謝系や循環器系機能の低下、あるいは糖尿病や循環器系疾患などの全身的基礎疾患を有している。歯の健康が全身の健康に重要であることは、多くの研究で明らかになっているが、高齢者に対する歯科治療は血圧の上昇、心拍数の増加などによって、脳血管や心臓血管などの循環障害を起こす危険性があるため、一般歯科医での治療が消極的になっているのが現状である。それらの患者に対して安全・安心に歯科治療を行うためには、歯科治療が全身状態に及ぼす影響を解明することが必要だが、現在までに行われている臨床研究の多くは高侵襲の歯科治療に限定されており、歯科治療全般を評価した研究は未だ少ない。

そこで我々は多岐に渡る歯科治療が全身状態に及ぼす影響を評価するために新規デンタルユニット連動型自律神経活動モニターシステムを開発した。従来のモニターは血圧、心拍数、血中酸素濃度を測定するのが一般的だが、本モニターシステムではそれらの情報に加えてストレスの指標となる自律神経活動についても評価が可能である。さらにデンタルユニットと連動させることにより歯科治療情報をモニター上に反映させることができるシステムを開発したのでその構成、評価可能項目、特徴について報告する。

【本モニターシステムの構成・評価可能項目】

本モニターシステムは生体情報モニター、データ解析ソフトウェア内蔵パーソナルコンピュータおよびデンタルユニットが連動している。モニターとパーソナルコンピュータが連動することにより測定データを簡便に電子ファイル化し、保存することができ、データの収集・解析が容易に行える。さらにデンタルユニットと連動させることによりタービン、エンジン、超音波スケーラーの使用は自動的にモニターに記録され、その他99項目までの歯科治療情報をモニター上に反映させることができる。

【本モニターシステムの特徴と意義】

本モニターシステムは心拍の間隔(R-R間隔)をスペクトル分析し、HF(高周波)成分とLF(低周波)成分に分けることで交感神経および副交感神経活動を評価している。これらの変動は心拍や血圧の変動よりも俊敏な反応を示すことから、本モニターシステムを用いることで歯科治療が患者に与えるストレス及び全身状態への影響を従来のモニターよりもリアルタイムかつ、見落としが少なく検出できると考えられる。更にパーソナルコンピュータおよびデンタルユニットと連動した本モニターシステムを用いることで保存、補綴、口腔外科、矯正などの多岐に渡る歯科治療が全身疾患に及ぼす影響を簡便に記録、評価することが可能になると考えられる。

今後、どのような歯科治療が自律神経に影響を及ぼし、それが全身状態にどのような影響を及ぼすかについて検討を行っていく。高齢者及び有病者も対象にし、それらに対する影響を統計解析し、歯科治療が患者の全身状態に及ぼす科学的根拠としたい。このシステムを歯科医療現場に広く普及し、エビデンスを蓄積していくことが超高齢者社会において安全・安心に歯科治療を行うために重要であると考えている。

EMD 由来合成ペプチドのヒト歯髓細胞の増殖, 接着, 遊走に及ぼす影響

大阪歯科大学 歯周病学講座¹, 大阪歯科大学 口腔病理学講座²

○高橋幸達¹, 田口洋一郎¹, 安井菜津希¹, 奥田麻貴子¹, 富永和也², 田中昭男², 上田雅俊¹

Effect of oligopeptide derived from enamel matrix derivative
in human dental pulp cells from the viewpoint of cell growth, adhesion and migration.

Osaka Dental University, Department of Periodontology¹, Oral Pathology²

○TAKAHASHI Saitatsu¹, TAGUCHI Yoichiro¹, YASUI Natsuki¹, OKUDA Makiko¹, TOMINAGA Kazuya²,
TANAKA Akio², UEDA Masatoshi¹

【目的】

幼若ブタの歯胚から抽出されたエムドゲイン® (以下, EMD と略す) は, 歯槽骨吸収の著しい歯周炎患者の歯周組織再生, とくにセメント質を誘導し歯周組織の再生を促す薬剤として現在広く臨床応用されている。しかし, 現在市場に流通している EMD は生物由来材料のため, 未知の病原体の問題点を払拭できず患者からの拒否感があるのも事実であり, 生物に由来しない合成ペプチドの開発が望まれている。

また, EMD に関しては, in vivo, in vitro の両面において歯髓保護のための覆髓剤としての臨床応用について研究が進められている。歯髓細胞には未分化な間葉系の細胞が多く含まれており, EMD による硬組織への分化誘導が期待されている。

今回, EMD の基礎研究から得た成果 (*J Periodontol* 2005;76:1934-1941) をもとに作製した新規合成ペプチドに対する影響について, 未分化なヒト歯髓細胞に及ぼす影響について至適濃度の策定という観点から検討した。

【材料および方法】

ヒト歯髓細胞 HPFC を実験に使用した。新規合成ペプチドのヒト歯髓細胞に対する影響は, 細胞増殖, 細胞接着および細胞遊走について検討した。

ヒト歯髓細胞を, 和光純薬社製 Dulbecco's modified Eagle medium を用いて継代培養し 3 代目を実験に供した。合成ペプチドを 5, 20, 100, 500, 1000 ng/mL の各濃度で培地に溶解させヒト歯髓細胞に応用した。合成ペプチドを含まない培地で培養した群を対照群とした。細胞増殖に関しては, 96well プレートに 4×10^4 個/mL ずつ播種し 1, 3, 6, 24, 72 時間培養し, Promega 社製 CellTiter-Blue™ Cell Viability Assay kit を用いて測定した。細胞接着に関しては, 96well プレートに 20×10^4 個/mL ずつ播種し 1 時間後の細胞接着を Invitrogen 社製 PicoGreen® dsDNA Quantitation Assay Reagent Kit を用いて測定した。細胞遊走に関しては Boyden chamber 法を改良して行った。すなわち, 細胞を Molecular Probes 社製 Calcein^{AM} にて染色し Beckton Dickson 社製 FALCON™ Fluoroblok Insert System を用いて, 1, 4, 8 時間後の細胞遊走を測定した。

【結果】

細胞増殖および細胞接着に関しては, 刺激時間に応じて全ての濃度刺激群と対照群において増殖反応を示したが, 刺激時間にかかわらず 100 ng/mL 濃度の刺激群において他の濃度刺激群および対照群に比べて有意に高かった。

逆に細胞遊走に関しては, 全ての刺激時間で 100 ng/mL 濃度の刺激群において他の濃度刺激群および対照群に比べて有意に高かった。

【考察】

これらの結果から, EMD 由来の合成ペプチドに対するヒト歯髓細胞の細胞増殖, 細胞接着および細胞遊走は濃度依存的に比例しているわけではなく, 至適濃度が存在するということが示唆された。硬組織の誘導の過程の中で, ヒト歯髓細胞は至適濃度の策定は必要であり, 今後至適濃度におけるヒト歯髓細胞からの硬組織誘導能についても検討したいと考えている。

天然多糖プルランのリン酸化合物と塩化セチルピリジニウム混合液の ラットへの反復経口投与毒性試験と細胞へ与える影響

岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 病態制御学専攻病態機構学講座 歯周病態学分野¹

岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 機能再生再建学専攻 生体材料学分野²

○河田有祐¹, 難波尚子¹, 峯柴 史¹, 吉田靖弘², 前田博史¹, 高柴正悟¹

Repeated oral dose toxicity study for rat and cytotoxicity of phosphorylated natural polysaccharide pullulan and mixture with cetylpyridinium chloride

Department of Pathophysiology - Periodontal Science¹, Department of Biomaterials²,

Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Science

○KAWATA Yusuke¹, NAMBA Naoko¹, MINESHIRA Fumi¹, YOSHIDA Yasuhiro², MAEDA Hiroshi¹, TAKASHIBA Shogo¹

【目的】

齲蝕や歯周病を予防するには、原因となる菌の増殖を抑える必要がある。塩化セチルピリジニウム (CPC) は、優れた抗菌作用をもつ陽イオン性の物質で歯磨剤や洗口剤の成分として多く使用されているが、歯面への付着性が十分でないために抗菌効果の持続性に問題点がある。そこで、われわれは黒色酵母によって生成される天然多糖のプルランのリン酸化合物 (PP) を新規に合成し、その化合物の歯面および陽イオン性の物質との結合力を利用することで、CPC を持続的に歯面に停滞させて抗菌効果を維持することを報告している。本研究では、新規の材料である PP の単独溶液と PP-CPC 混合液の、細胞と生体へ与える影響を検証した。

【材料および方法】

1. ヒト由来細胞 (HeLa 細胞, KB 細胞, ヒト歯肉線維芽細胞) への影響: 細胞を培養後, PP 溶液もしくは PP-CPC 混合液を PBS (-) にて 0.0001%~0.1% に段階的に希釈し, 細胞に 3 分間作用させ, 24 時間後の細胞の状態を以下の 1) ~3) の方法で調べた。対照には CPC 溶液のみと PBS (-) の群を設定した。1) MTT assay にて細胞の活性を測定; 2) DAPI にて蛍光染色した核の数を Array Scan (Thermo Scientific) を用いて計測; 3) 位相差顕微鏡にて細胞形態を観察
2. ラットへ反復経口投与させたときの生体への影響: ラットに 0.01%PP 水溶液もしくは 0.01%PP-0.01%CPC 混合液を与えて, 最長 2 ヶ月間飼育した。対照には 0.01%CPC 溶液のみと蒸留水を用い, 以下の項目に関して調べた。1) 飼育期間中, 定期的に摂水量, 摂食量, そして体重を測定; 2) 投与期間終了後, 血液を採取して一般性状と生化学的性状を検査; 3) 各臓器 (肝臓, 腎臓, 脾臓, 下顎歯肉) を採取して, 組織学的に検討
3. ラットへ反復経口投与させたときの口腔内細菌へ及ぼす影響: 反復経口投与期間中, 口腔内細菌を 2 週間ごとに採取し, 口腔内細菌の量的および質的変化を以下の方法で調べた。1) リアルタイム PCR 法を用いて 16S rRNA 遺伝子を増幅し, 口腔内細菌量を定量; 2) T-RFLP 法を用いて, 口腔内細菌叢の変化を検討

【結果と考察】

1. 培養細胞の活性は, PP 単独溶液では濃度にかかわらず低下しなかったが, PP-CPC 混合液では濃度依存的に低下し, 0.001%と 0.01%間では大きく低下した。これは, CPC 溶液の場合と同じであった。また, 細胞数計測による比較では, 細胞活性と同様の傾向であった。さらに, 細胞形態の観察から, 細胞への障害性は, CPC によって細胞膜が変性して細胞質が溶出するためと考えられた。
2. 反復経口投与において, 飼育期間中は各群のラットの摂水量, 摂食量, そして体重変化には性差があったが, 性別群内では差はなかった。また飼育期間中の死亡例はなかった。血液像では, 尿素窒素においては CPC 群および PP-CPC 群が, ALT においては PP-CPC 群がそれぞれコントロール群と比較して有意に高い値を示した。その他の検査項目については, 各群間に有意差はなかった。各臓器の病理組織像では差異はみられなかった。
3. 口腔内細菌に対する影響については, ばらつきが多く一定の傾向はなかった。

以上から, PP 単独溶液には細胞障害性と生体毒性がともになく, PP-CPC 混合液は, 濃度依存的に細胞障害性があるが, 摂取に伴うラットに対する生体毒性は低いことが示唆された。今後は, 臨床試験を行い, ヒトに対する安全性と抗菌効果を検証していく予定である。 (岡山大学大学院医歯薬学総合研究科動物実験承認番号: OKU-2010105)