

軽度の熱刺激は歯髄由来細胞株の致死的な熱刺激への耐性を誘導する

福岡歯科大学 口腔治療学講座 歯科保存学分野¹, 九州歯科大学 口腔治療学講座 齶蝕歯髄疾患制御学分野², 九州歯科大学 医療人間形成学講座 総合診療学分野³, 福岡歯科大学 口腔治療学講座 歯周病学分野⁴

○諸富孝彦¹, 北村知昭², 寺下正道³, 坂上竜資⁴, 阿南壽¹

Mild heat stress induces the heat resistance in the dental pulp derived cells

Section of Operative Dentistry and Endodontology, Department of Odontology, Fukuoka Dental College, Fukuoka, Japan.¹,

Division of Pulp Biology, Operative Dentistry, and Endodontics, Department of Cariology and Periodontology, Kyushu

Dental College, Kitakyushu, Japan.², Division of Comprehensive Dentistry, Department of Clinical Communication and

Practice, Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan.³, Section of Periodontology, Department of Odontology, Fukuoka

Dental College, Fukuoka, Japan.⁴

○Morotomi Takahiko¹, Kitamura Chiaki², Terashita Masamichi³, Sakagami Ryuji⁴, Anan Hisashi¹

【目的】 生活歯の窩洞形成時に生じる発熱は、象牙質—歯髄複合体に傷害を与えることが知られている。歯髄は周囲を硬組織に囲まれた応答性の低い組織であるため、歯髄細胞の熱耐性を向上させ歯髄保存を図ることは臨床上有意義である。これまでに我々は軽度の熱刺激(41℃)を長時間(12時間)与え続けることにより、歯髄由来細胞株である KN-3 細胞に致死的な熱刺激への耐性を獲得させることができること、そしてこの軽度熱刺激により細胞周期の停止と熱ショックタンパク質(HSPs)の発現誘導が引き起こされていることを報告した。しかし臨床応用を考慮すると、12時間にもわたる長時間の軽度熱刺激を加え続けることは困難である。

今回我々は41℃の軽度熱刺激を短時間(20分間)加えることにより、歯髄由来細胞株に熱耐性を獲得させる方法について検討した。

【材料と方法】 本実験には、我々の樹立したラット下顎切歯由来象牙芽細胞様細胞株(KN-3細胞)を用いた。はじめに KN-3 細胞を41℃で5日間培養し、象牙芽細胞様細胞としての機能を喪失しないことを確認した。次に、KN-3細胞に41℃—20分間の軽度熱刺激を加えた後、通常の培養条件下(37℃・5% CO₂)で培養した。0, 3, 6, 12時間経過後に49℃—10分間の致死的な熱刺激を加え、再び通常条件下で培養し細胞を観察した。また41℃—20分間の軽度熱刺激直後、3, 6, 12時間後の細胞内の各種タンパク質発現を、ウェスタンブロットング法を用いて検索した。さらに軽度の熱刺激後、致死的な熱刺激を与えた後にも生存した KN-3 細胞において、象牙芽細胞様細胞としての特徴を示すタンパク質群の発現も確認した。

【結果】 事前に軽度熱刺激を加えなかった対照群の細胞は、致死的な熱刺激後12時間以内に死滅した。一方、41℃—20分の軽度熱刺激後に37℃で3, 6, 12時間培養した細胞は、49℃—10分間の致死的な熱刺激の後に一過性の細胞数減少を認めたものの、その後再び増殖した。特に41℃—20分間の熱刺激後6時間経過時点で致死的な熱刺激を加えた群では、生存細胞数が最も多かった。

ウェスタンブロットング法の結果では、41℃—20分間の熱刺激の後、KN-3細胞内でのHSPsの発現が徐々に増加し、6時間経過後に発現量がピークに達することが確認された。細胞周期の進行を阻害するタンパク質群の増加も同様に認められ、逆に細胞周期を進行させるタンパク質群は減少していた。さらに、軽度の熱刺激後に致死的な熱刺激を経て生存した細胞では、象牙質シアロタンパクなど象牙芽細胞様細胞に特徴的なタンパク質群の発現が持続していることが確認された。

【考察】 41℃—20分間の熱刺激を与えた後、一定時間内までは熱刺激終了後にも細胞周期の低下が持続し、またHSPsの発現量が増加し続けることが確認され、これによりKN-3細胞は致死的な熱刺激への耐性を獲得することが示唆された。軽度熱刺激後、致死的な熱刺激を経ても生存した細胞は象牙芽細胞様細胞の特徴を有しており、熱刺激による機能の喪失は認められなかった。以上より、窩洞形成時の発熱による歯髄への障害を、適切な温度・時間による軽度熱刺激により減弱させることが可能であることが示唆された。

ヒト歯根膜細胞への伸展刺激は Interleukin-11 の発現を促進する

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
○門野内聡¹, 前田英史², 山本直秀¹, 藤井慎介², 友清淳², 和田尚久², 河野清美¹, 郡勝明¹, 寺松陽子¹,
木原智子², 赤峰昭文²

Stretch loading induces the expression of interleukin-11 in human periodontal ligament cells

Department of Endodontology and Operative Dentistry, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University, Fukuoka, Japan¹, Department of Endodontology, Kyushu University Hospital, Fukuoka, Japan²

○Monnouchi Satoshi¹, Maeda Hidefumi², Yamamoto Naohide¹, Fujii Shinsuke², Tomokiyo Atsushi², Wada Naohisa²,
Kono Kiyomi¹, Koori Katsuaki¹, Teramatsu Yoko¹, Kihara Tomoko², Akamine Akifumi²

【背景および目的】咀嚼によって生じるメカニカルストレスが歯根膜組織の恒常性の維持に必要であることは、近年多数報告されている。第130回春季本大会において、私たちは、伸展力が負荷されたヒト歯根膜培養細胞 (HPDLCs) において、angiotensin II (Ang II) の発現上昇が歯根膜組織の恒常性の維持に機能的に関与している可能性があることを報告した。そこで今回の研究では、伸展力が負荷された HPDLCs において発現の上昇が認められた interleukin-11 (IL-11) に着目し、未分化な歯根膜組織の分化に与える影響と Ang II が発現に及ぼす影響について解析した。

【材料および方法】矯正治療を目的として本院を受診した患者より抜去された歯牙の歯根膜組織を採取し、5-6継代培養した細胞を HPDLCs (HPDLC-2E : 39歳女性、HPDLC-3M : 26歳男性) として本研究に供した。さらに私たちが樹立した未分化なヒト歯根膜細胞株 (1-17細胞株)、およびヒト骨芽細胞株 (Saos-2) を用いて解析を行った。collagen type 1 でコーティングしたシリコンチャンバー上に HPDLCs を播種し、細胞伸展器 STB-140 (STREX社) を用いて伸展力を負荷した。伸展刺激は、伸展と緩和のサイクルを1秒間に1回とし、1時間繰り返した。伸展刺激あるいは recombinant Ang II で刺激した HPDLCs の total RNA を回収し、定量的 RT-PCR 法にて遺伝子発現の解析を行った。また、培養した HPDLCs の上清中に含まれる IL-11 を ELISA 法により定量した。さらに5週齢ラットの下顎骨の切片を用いて、歯根膜組織における IL-11 の発現について免疫組織化学的に解析を行った。なお本研究は九州大学大学院歯学研究院倫理委員会の認可を得て、患者の同意の上で行われた。

【結果】0%、4%、8%ならびに12%の伸展率で伸展力を1時間負荷した HPDLC-2E および HPDLC-3M において、8%の伸展力を負荷した場合に、最も高い IL-11 の mRNA 発現が観察された。さらに HPDLC-3M において、1時間の伸展刺激および1時間静止のサイクルを3サイクル繰り返した後、IL-11 のタンパク発現量を ELISA 法にて解析した結果、伸展力を負荷した細胞の培養上清中に約 250pg/mL のタンパク濃度が検出された。また、HPDLC-2E および HPDLC-3M を recombinant Ang II にて1時間刺激した場合においても同様に、IL-11 の mRNA 発現が無刺激群と比較して有意に促進した。さらに HPDLC-2E において、Ang II のレセプターである AT1 または AT2 の antagonists にて前処理した後、伸展力を負荷し、IL-11 の mRNA 発現について検討した結果、AT1 antagonist 処理群においては無処理のコントロール群と同様に発現が促進していたのに対し、AT2 antagonist 処理群においては伸展力によって誘導される発現の亢進が認められなかった。抗 IL-11 抗体を用いた免疫組織化学的染色の結果、歯根膜組織に陽性反応を認め、歯根側と比較して歯槽骨側により強い反応が観察された。また recombinant IL-11 で 1-17細胞株および Saos-2 を刺激した結果、両細胞株ともに osteopontin(OPN) の mRNA 発現が、無刺激群と比較して有意に促進した。

【考察】伸展刺激によって発現が亢進した IL-11 は、同様に発現が促進した Ang II によって調節されていることが示唆された。また、IL-11 は歯根膜組織の歯槽骨側に偏在して発現し、さらに IL-11 による 1-17細胞株および Saos-2 の刺激の結果から IL-11 が未分化な歯根膜細胞において骨芽細胞への分化あるいは骨量の維持に関与している可能性が示唆された。Leon *et al.* の報告においても IL-11 がヒト歯根膜細胞の骨芽細胞様細胞分化を促進する可能性が示唆されており、私たちの今回の結果を支持するものである。以上のことから、伸展力が負荷された歯根膜細胞において Ang II と同様に IL-11 も歯根膜組織の恒常性の維持に機能的に働いている可能性が推察された。

【結論】伸展力が負荷されたヒト歯根膜細胞における IL-11 の発現は、Ang II を介して促進し、さらに骨原性細胞分化を誘導する。

グリシントランスポーター(GlyTs)の抗侵害作用発現機序に関する研究

広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 顎口腔頸部医科学講座 健康増進歯学分野¹, 広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 病態探究医科学講座 歯科薬理学², 日本薬科大学 薬物治療学³

○本山直世¹, 森田克也², 北山友也², 兼松隆², 西村英紀¹, 土肥敏博³

Mechanisms of analgesic effect of glycine transporter inhibitors for neuropathic pain in mice

Department of Dental Science for Health Promotion, Hiroshima University Graduate School of Biomedical Sciences¹,

Department of Dental Pharmacology, Hiroshima University Graduate School of Biomedical Sciences², Department of

Clinical Pharmacology, Nihon Pharmaceutical University³

○Motoyama Naoyo¹, Morita Katsuya², Kitayama Tomoya², Kanematsu Takashi², Nishimura Fusanori¹, Dohi Toshihiro³

[緒言]

神経障害性疼痛は、末梢神経の損傷、糖尿病、帯状疱疹など様々な病態により発症し、自発痛、接触性疼痛(アロディニア)を伴う。顎顔面領域においては、三叉神経痛などが知られており、近年、臨床問題となっている抜歯、抜歯後の異常疼痛についても神経障害性疼痛の関与が注目されている。このような痛みは難治性であり従来の鎮痛薬は奏効しないため治療に苦慮することが多く、新しい鎮痛薬の開発が待たれている。私達は、抑制性グリシン神経に注目し、細胞外グリシン濃度の調節に重要な役割を果たすグリシントランスポーター(GlyT)の阻害薬が長期間持続性の鎮痛作用を有することを報告してきた(第129回日本歯科保存学会秋季学術大会)。グリシンは脊髄反射や運動神経の反回抑制に機能しており、運動機能の調節にも重要な役割を果たしている。実際、GlyT1 欠損マウスでは筋麻痺に由来する運動障害や呼吸麻痺で生後直ちに死亡する。GlyT2 欠損マウスは筋硬直や筋協調性障害等の表現型を現す。また、GlyT2 機能不全がびっくり病様症状の一因となる可能性も示唆されてきている。GlyTs 阻害薬によりこのような副作用が発現する可能性も考えられる。本研究では、GlyTs 阻害薬の鎮痛効果作用機序および副作用について詳細に検討を行った。

[方法]

実験には ddY 系雄性マウスを用い、坐骨神経部分結紮モデルを使用した。薬物は人工脳脊髄液(ACSF) 5 μ l に溶解し第5、第6腰椎間から脊髄腔内投与(i.t.投与)または静脈内投与(i.v.投与)した。脊髄 GlyTs ノックダウンマウスは、GlyTs 遺伝子の特異的配列から siRNA を作成し、i.t.投与することにより作成した。疼痛関連反応は、ペイントブラシによる軽い触覚刺激に対するアロディニアスコアと von Frey hairs フィラメントによる足趾刺激に対するマウス後足の逃避反射閾値より評価した。GlyTs 阻害薬による副作用については、筋協調性障害は RotaRod 試験により、びっくり病様症状は動物の特徴的な表現型である“hindfeet clenching”の発現、および正向反射の消失、痙攣発現等について検討した。

[結果ならびに考察]

特異的 GlyT1 および GlyT2 阻害薬の i.t.投与または i.v.投与は、各種神経障害後疼痛モデルにおける疼痛を濃度依存性に寛解した。この鎮痛効果は強力で長期間持続性であった。GlyTs 阻害薬の全身投与による鎮痛作用は、グリシン受容体(GlyR)阻害薬ストリキニーネの i.t.投与により拮抗され、GlyTs 阻害薬は全身的に投与しても脊髄の GlyR 活性化を介して鎮痛作用を発揮することが示唆された。GlyT1 および GlyT2 に特異的な siRNA 導入により、脊髄 GlyT1 および GlyT2 をノックダウンしても GlyTs 阻害薬と同様の鎮痛作用を認め、GlyTs 阻害薬は GlyR に作用して抗アロディニア作用を発揮することが明らかとなった。

成熟マウスでは GlyR α 1 および GlyR α 3 サブタイプが主な発現型であり、GlyR α 1 は脊髄後角に全般的に発現するのに対し、GlyR α 3 は痛みに関連した脊髄後角表層第 II 層に特異的に発現している。GlyR α 1 および GlyR α 3 に特異的に作用する阻害薬は見つかっていない。そこで、RNA 干渉を用いて脊髄 GlyR α 1 および GlyR α 3 ノックダウンマウスを作成した。GlyT1 および GlyT2 阻害薬 i.v.投与による鎮痛作用は、脊髄 GlyR α 1 ノックダウンでは影響されなかったが、GlyR α 3 ノックダウンにより消失し、GlyR α 3 を介した作用であることが示された。

GlyTs 阻害薬は maximal な鎮痛作用を示す用量より高用量の静脈内投与あるいは GlyT1 および 2 をノックダウンしても筋協調性障害、正向反射の消失、びっくり病様症状、痙攣発現等は認められなかった。

以上、GlyTs 阻害薬は強力で長期間持続性の鎮痛作用を有しており、本作用は脊髄グリシン神経シナプスでグリシンを蓄積し、GlyR α 3 活性化に基づく抑制性グリシン神経伝達の増強が関与することを明らかにした。さらに、これら阻害薬は運動機能に影響しなかった。歯科領域における神経障害性疼痛に対して GlyT システムを標的とした副作用の少ない新しい鎮痛薬の可能性が示された。

歯周炎関連血清タンパク質のプロテオーム解析

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¹, 新潟大学 医歯学総合病院
歯科総合診療部²

○横山智子¹, 小林哲夫², 小松康高¹, 石田光平¹, 岡田萌¹, 吉江弘正¹

Proteomic profiling of human serum in relation to periodontitis

Division of Periodontology, Department of Oral Biological Science, Niigata University Graduate School of Medical and
Dental Sciences, Niigata, Japan¹, General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental
Hospital, Niigata, Japan²

○Yokoyama Tomoko¹, Kobayashi Tetsuo², Komatsu Yasutaka¹, Ishida Kouhei¹, Okada Moe¹, Yoshie Hiromasa¹

【目的】

歯周炎は遺伝素因と環境因子が複雑に相互作用して発症する多因子性疾患である。我々はこれまで、遺伝子多型に着目したゲノム解析を行ってきたが、歯周炎感受性に関連する遺伝子は極めて少なかった。近年、同一遺伝子でも、翻訳効率の多様性、翻訳後修飾、選択的スプライシングなどにより、遺伝子産物であるタンパク質が修飾され、その結果、疾患発症が制御されることが示唆されている。そこで本研究では、歯周炎患者と健常者の血清を対象として歯周炎感受性に関連するタンパク質を網羅的に検索した。

【材料および方法】

新潟大学医歯学総合病院歯周病診療室ならびに歯科総合診療部を受診され、インフォームドコンセントが得られた全身疾患を持たない歯周炎患者 10 名(歯周炎群:男性 1 名、女性 9 名、平均年齢 55.3 歳)、および健常者 10 名(健常群:男性 2 名、女性 8 名、平均年齢 38.1 歳)より末梢血を採取、血清を分離した。各群同量の血清を混和後、Multiple Affinity Removal Spin Cartridge-Human 6 を用い高含量のタンパク質除去を行い、2 次元電気泳動を行った。検出された 1180 のタンパク質スポットのうち、歯周炎患者群-健常者群間でスポット強度に統計学的有意差の認められたものについて、ultraflex TOF/TOF mass spectrometer にて質量分析を行い、MASCOT にて同定を行った。同定されたタンパク質について 2 群間での発現量を ELISA にて比較した。

【結果】

2群間でスポット強度に統計学的有意差のある 10 タンパク質を同定した($p < 0.05$)。歯周炎群では、C3、C4B1、complement Factor H、trypsin inhibitor、ITIH1、proapolipoprotein、ApoD、kringle domain、Beta-2-glycoprotein I apolipoprotein が有意に増加していた。また、健常群では ApoA-IV が有意に増加していたものの、その発現スポットは2群とも複数認められた。ELISA 結果によって、歯周炎群における C3 発現亢進と健常者群における ApoA-IV 発現亢進がそれぞれ確認された。

【考察】

血清プロテオミクス解析の結果、歯周炎群と健常群のタンパク質スポット強度において有意差が認められた。歯周炎群において発現亢進の認められた C3 をはじめとする補体タンパク質は、歯周炎患者の歯肉溝滲出液に豊富に含まれること、歯周治療により補体レベルが減少することが報告されている。したがって、歯周炎群における補体タンパク質の発現亢進は、炎症反応の結果として産生増加している可能性が考えられる。今回 ApoA-IV において複数の発現スポットが認められたことから、歯周炎群と健常群におけるタンパク質修飾の多様性が示唆された。しかしながら、ApoA-IV は抗酸化作用、動脈硬化抑制作用の報告があるものの、炎症プロセスにおける作用や修飾・変化については明らかになっていない。今後は、同定タンパク質の機能や歯周炎との関連性について更に検証していく必要がある。

謝辞:本研究の遂行にあたり御協力いただきました、東和環境科学株式会社プロフェニックス事業部山縣彰博士、および大房健博士に深謝いたします。

「モザイク人工骨」と既存多孔体人工骨との骨形成能の比較

日本歯科大学生命歯学部歯周病学講座¹, 産業技術総合研究所組織再生工学研究グループ²,
産業技術総合研究所先進製造プロセス部門³

○加藤智崇^{1,2}, 寺岡啓³, 沼部幸博¹

Comparing bone forming between Mosaic Artificial Bone and existing artificial bone

Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo, Department of Periodontology¹, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Research Institute for Cell Engineering², National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Advanced Manufacturing Research Institute³

○Kato Tomotaka^{1,2}, Teraoka Kei³, Numabe Yukihiko¹

【目的】現在用いられている多孔体人工骨の気孔は、大きさ・形状共に様々であり、バリデーションが不十分と思われる。そこで、我々は気孔の大きさ・形状が共に明確な微小単位とする「人工骨ユニット」から成る「モザイク人工骨」を開発した。本研究はモザイク人工骨を *in vitro* 及び *in vivo* における骨形成能について、既存の多孔体人工骨と比較評価した。

【材料および方法】3種の多孔体人工骨(モザイク人工骨、人工骨 A、人工骨 B)から、それぞれ直径 5mm、厚さ 2mm の pellet を製作。これらの骨形成能を比較した。*in vitro* 脱気法にてラット(Fischer344, 7週齢, ♂)骨髄間葉系細胞を3種の多孔体人工骨に播種した。骨誘導培地で2週間培養し、ALP染色、ALP活性、Osteocalcin定量を行ない、骨形成能を評価した。*in vivo* 脱気法にてラット(Fischer344, 7週齢, ♂)骨髄間葉系細胞を3種の多孔体人工骨に播種した。骨誘導培地で2週間培養し、その後、同種ラット皮下に移植した。移植6週間後に pellet を回収し、組織切片の作成と Osteocalcin の定量を行った。

【結果】*in vitro*ALP染色:モザイク人工骨が他の人工骨よりマテリアルの深部まで染色されていた。ALP活性:モザイク人工骨が最も高い所見が見られ、人工骨 B、人工骨 A の順であった。Osteocalcin 定量:ALP活性と同様にモザイク人工骨が最も高い所見が得られた。*in vivo* 組織切片を作成し、HE染色を行った。3種の人工骨はそれぞれ、新生骨様の硬組織が確認出来た。特に、モザイク人工骨は、ビーズに開けた連通孔やビーズ間の間隙にも硬組織が確認でき、他の人工骨と比較して、深部まで硬組織が認められる場合が多かった。一方、pellet を粉砕して、Osteocalcin の定量を試みた。その結果、モザイク人工骨が他の人工骨に比べて有意に高い値を示していた。

【考察】モザイク人工骨は、従来用いられている2種の人工骨より高い骨形成能の所見が認められた。これは、モザイク人工骨が深部まで細胞が播種され骨形成を行ったためと推察される。また、モザイク人工骨の孔の形状が、骨形成にとって都合が良いと思われた。今後は人工骨の最適な孔の形状を検索するために、様々な形状の人工骨を製作し骨形成能の比較をおこなってゆきたい。

セルフエッチングシステムを用いる前のエナメルエッチングは有効か

— ナノスケール界面観察による nano-interaction と resin-smear complex の明示化 —

岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 インプラント再生補綴学分野¹, Leuven BIOMAT Research Cluster, Department of Conservative Dentistry, Catholic University of Leuven², 岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 生体材料学分野³

○峯篤史¹, De Munck Jan², 窪木拓男¹, 吉田靖弘³, 鈴木一臣³, Van Meerbeek Bart²

Enamel-smear compromises bonding by mild self-etch adhesives

Department of Oral Rehabilitation and Regenerative Medicine, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama, Japan¹, Leuven BIOMAT Research Cluster, Department of Conservative Dentistry, Catholic University of Leuven, Leuven, Belgium², Department of Biomaterials, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama, Japan³

○Mine Atsushi¹, De Munck Jan², Kuboki Takuo¹, Yoshida Yasuhiro³, Suzuki Kazuomi³, Van Meerbeek Bart²

【研究目的】

リン酸エッチングにより、エナメル質接着は信頼性のある結果がもたらされるようになった。一方、近年市販されているセルフエッチングシステムは酸性度がマイルドであるものが多く、このシステムを用いた修復は临床上、辺縁の適合性や安定性(着色)に問題があると報告されている¹⁾。この問題を解決すべく、セレクトティブエッチング(エナメル質マージンだけを酸処理する方法)が提唱されているものの、セルフエッチングシステムを用いたエナメル質-レジン界面に関する基礎的研究報告はきわめて少なく、その有効性についての検討は充分とは言い難い。

そこで本実験では、6種のエナメル質被着面とセルフエッチングシステムとの界面をナノスケールで観察し、その接着様相を形態学的に考察した。

【材料と方法】

健全ヒト抜去大白歯のエナメル質をランダムに3群(非切削, #600 研磨, パー切削)へ分け、各被着面にセルフエッチングシステム(トライエスボンド, クラレメディカル, pH=2.7)をメーカー指示通りに用いた。通法²⁾に従って試料を作製し、透過電子顕微鏡(JEM-1200EX II, JEOL)を用いて観察した後、その切片を 0.1N HCl 水溶液で脱灰し、同部位を確認した。

また、それぞれの被着面において、リン酸エッチングを前処理として行った試料も同手法で観察した。

【結果および考察】

<非切削群>:脱灰処理により、エナメル質内に浸透しているレジン(nano-interaction)が明確になった。そのレジン浸透の深度に異なるパターン(100 nm 以下:無小柱エナメル内, 500 nm 程度:エナメル小柱内)が認められた。

<#600 群>:エナメル質-レジン界面にスマア層が存在し、脱灰処理後にはスマアとレジンの混合物(resin-smear complex)の構造が明らかとなった。レジンの浸透は非切削群よりも深く、1.5 μm 以上に達する部位もあった。

<パー切削群>:被着面の凹凸ならびにスマア層の部位による厚みの差が確認された。スマアは厚みのみならず、粒子径にもバラエティーがあった。さらに、界面から離れたエナメル質内にクラックが存在した。

なお、リン酸にて前処理を行うことにより無小柱エナメル, スマア層, パー切削群のエナメル質内クラックは全て消失し、3群間の差は認められなくなった。

【結論】

セルフエッチングシステム(ウルトラマイルドタイプ)を使用した場合、無小柱エナメルやエナメルスマアが界面に残ることが明らかになった。本事象により、修復物の臨床トラブルが発生していると示唆される。



図 セルフエッチングシステムを用いたエナメル質-レジン接着界面のナノスケール観察

【参考文献】

1) Peumans M *et al.* J Adhes Dent 9:7-10, 2007. 2) Van Meerbeek B *et al.* J Dent Res 77:50-59, 1998.

う蝕関連細菌の家族内伝播と生活習慣による影響に関する検索 — 兄弟姉妹間の差異について —

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 口腔保健支援学分野¹, 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 口腔微生物学分野 日本学術振興会特別研究員 PD², 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 歯科保存学分野³

○尾崎和美¹, 藤原奈津美¹, 石川真琴¹, 細川育子², 細川義隆³, 湯本浩通³

A study of genetic diversity of cariogenic bacteria in twins and triplets

Department of Oral Health Care Promotion, The University of Tokushima Graduate School, Tokushima, Japan¹, Department of Oral Microbiology, The University of Tokushima Graduate School, JSPS Research Fellow, Tokushima, Japan², Department of Conservative Dentistry, The University of Tokushima Graduate School, Tokushima, Japan³

○Ozaki Kazumi¹, Fujiwara Natsumi¹, Ishikawa Makoto¹, Hosokawa Ikuko², Hosokawa Yoshitaka³, Yumoto Hiromichi³

【研究目的】 う蝕の発症および進行にはミュータンスレンサ球菌をはじめ、他のレンサ球菌や乳酸桿菌が関与すると考えられている。ミュータンスレンサ球菌の定着時期については、2歳頃に定着するという報告や5～6歳の小児においても水平感染し定着しうるなどが報告されている。う蝕関連細菌の菌数レベルはう蝕の発症と強く関連すると考えられるため、出生後の養育環境あるいは親の手を離れた後の食生活や口腔清掃習慣を身につけていく中で、どのような要因がう蝕関連細菌の菌数レベルに影響を与えるのかを明らかにすることは、う蝕予防に関する新たな知見を得るための一助となる。本研究では、出生後の十数年間、極めてよく似た環境で育てられ、その後異なる生活環境に置かれた兄弟姉妹の口腔内に存在するう蝕関連細菌を、ゲノムタイピングなど遺伝子学的に解析することで、その伝播あるいは定着後の量的変化に幼少期の養育環境や現在の生活習慣がどのような影響を与えているのかを解析した。

【材料と方法】 1. 被検対象および口腔内細菌の採取・培養

本研究の趣旨を説明し、同意を得た健康なボランティア 11名(双生児4組および三生児1組)を被検対象とした。起床直後の被検者の唾液を市販キットにて採取し一定時間培養した後、その寒天培地上に生育したコロニーを2mlのBHI液体培地を用いて回収することで細菌懸濁液を調製した。この懸濁液の一部をMSB寒天培地上に播種して生育したコロニーを数個単離した後、各々を1mlのBHIに懸濁し嫌気培養した。

2. 口腔内細菌の染色体DNAの抽出

キットからBHI液体培地で回収した直後の懸濁液およびMSB寒天培地から単離培養した懸濁液の中に存在する細菌の染色体DNAを、樹脂およびマイクロウェーブ照射を併用した方法で抽出した(以下、回収直後の懸濁液から抽出したDNAを総DNA、単離培養した懸濁液から抽出したDNAを単離DNAとする)。

3. 遺伝子学的解析

1) 総DNA中における*Streptococcus*属の細菌DNAの検出

総DNA中の*Streptococcus mutans*, *S. sobrinus*, *S. sanguinis*, *S. gordonii*, *S. salivarius* および *S. oralis* の細菌DNAの存否ならびに総DNAに対するこれらの細菌DNAの割合を半定量的に判定するために、菌種特異的プライマーを用いたConventional PCRを30または40サイクルに設定して行った。

2) 単離DNAのゲノムタイピングおよび菌種の同定

単離DNAのゲノムタイピングのために、これを鋳型としたArbitrarily Primed PCRを行った。また単離DNAの由来(細菌種)を特定するために、前述した菌種特異的プライマーを用いたConventional PCRを行った。なお、このPCRでバンドが検出されない菌株については、単離DNAの16S rRNA遺伝子配列の相同性をデータベース検索し、99%以上の相同性を示すものをその菌種と決定した。

4. アンケート調査

被検者に対して現在の口腔内の状況(DMF数)や食生活あるいは口腔清掃習慣に関するアンケート調査を行うとともに、養育者に対して児に対する口腔清掃など養育環境に関するアンケートを行った。

【結果および考察】 総DNAを用いたConventional PCRを行ったところ、多くの被検者の唾液から検索対象とした6菌種の*Streptococcus*が検出されたが、一部の検体において40サイクルのPCRで検出できた場合あるいは検出できなかった場合があるなど、これら*Streptococcus*の総DNA中に占める割合が極めて少ないか、あるいは全く存在しないことが考えられた。一方、単離DNAを用いたゲノムタイピングにより多くの兄弟姉妹の口腔内から垂直感染あるいは水平感染と思われる同一菌株が検出された。遺伝子学的解析の結果とアンケート結果を突合したところ、現在のう蝕関連細菌の菌数レベルあるいはDMF数が、幼少期の養育環境や現在の生活習慣(食生活や口腔清掃習慣など)と関連していることが示唆された。

【結論】 う蝕関連細菌数の低レベルの維持には、養育者による仕上げ磨きなどの感染予防手段に加え、長期にわたるシュガーコントロールが必要であることが示唆された。

修復象牙質形成過程における *Tissue inhibitor of metalloprotease 1* の発現誘導

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

○吉岡靖介¹, 高橋雄介¹, 今里聡², 恵比須繁之¹

Induction of *Tissue inhibitor of metalloprotease 1* during tertiary dentinogenesis

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry, Osaka, Japan¹,

Department of Biomaterials Science, Osaka University Graduate School of Dentistry, Osaka, Japan²

○Yoshioka Seisuke¹, Takahashi Yusuke¹, Imazato Satoshi², Ebisu Shigeyuki¹

【目的】 蝕や窩洞形成などの非生理的な刺激によって形成される修復象牙質は、原生象牙質とは異なって間葉組織のみから生じるが、その形成メカニズムはいまだ不明されていない。

我々は、修復象牙質の形成メカニズムを解明する第一段階として、窩洞形成後の歯髄で発現する遺伝子の網羅的検索をマイクロアレイにて行い、Matrix metalloprotease (MMP) 分子である *Mmp3*、*Mmp13* ならびに MMP の抑制因子である *Tissue inhibitor of metalloprotease 1 (Timp1)* の発現上昇が認められることを第 129 回本学会において報告した。

本研究では、これら 3 分子の窩洞形成後の局在を *in situ hybridization* 法により検索するとともに、3 分子のうちで広い範囲に継続して発現を認めた *Timp1* が、象牙芽細胞様細胞の増殖と石灰化に与える影響について検討した。また、骨折などの機械的刺激で活性化されることが報告されている Wnt/ β -catenin 経路に窩洞形成が及ぼす影響を免疫組織化学法にて調べ、さらに *Timp1* の転写と Wnt/ β -catenin 経路の関連を *Timp1* のプロモーター解析により検討した。

【材料と方法】 1. *In situ hybridization* 法による局在解析 1) 凍結切片作製 9 週齢雄性 Wistar 系ラット上顎臼歯に窩洞形成を施し、その直後、1 あるいは 3 日後に灌流固定を行った。被験歯摘出後、通法通りに脱灰、包埋を行い、厚さ 12 μ m の凍結切片を作製した。

2) プローブ作製ならびに染色 窩洞形成後のラット歯髄より抽出した total RNA から得た cDNA を、*Mmp3*、*Mmp13*、*Timp1* に特異的なプライマーを用いて PCR 法にて増幅し、pGEM[®]-T Easy Vector に挿入した。制限酵素にて直鎖化後、*in vitro* 転写により DIG 標識 cRNA プロローブを得、作製した切片に対してハイブリダイゼーションを行い、シグナルを検出した。

2. TIMP1 が象牙芽細胞様細胞の増殖能、石灰化能に与える影響

マウス象牙芽細胞様細胞株 MDPC-23 を、1-50ng/ml の TIMP1 のリコンビナントタンパクを添加した培地で培養し、WST-1 法にて増殖能を検討した。また、培養 14 日目に生成された石灰化物に Alizarin red 染色を施し、石灰化物の定量を行った。

3. 免疫組織化学法による β -catenin の局在解析

In situ hybridization 法にて作製した凍結切片に対し、抗 β -catenin 抗体を一晚反応させた後、蛍光色素 Cy3 と DAPI を用いて可視化し、 β -catenin の局在について検索した。

4. *Timp1* のプロモーター解析

マウス *Timp1* のプロモーター領域を mouse genomic DNA を鋳型として PCR 法により増幅し、pGL3basic Vector[®] にサブクローニングした。次に、MDPC-23 とマウス未分化間葉系細胞株 OD-21 に上記プラスミドとともに恒常活性型 β -catenin および恒常不活性型 T-Cell Factor 4 (TCF4) を遺伝子導入し、ルシフェラーゼアッセイにより β -catenin が *Timp1* の転写に与える影響について解析した。

【結果と考察】 *In situ hybridization* 法の結果より、窩洞直下の歯髄において、窩洞形成後 3 日目に *Mmp13* の発現が、また、窩洞形成直後および 1、3 日後に *Timp1* の発現が確認された。特に *Timp1* は、*Mmp13* と比較して広い領域に継続して発現しており、歯髄の治癒に与える影響がより大きいものと推測された。

MDPC-23 を TIMP1 添加条件下で培養したところ、TIMP1 の濃度依存的に増殖が抑制される傾向が認められたのに対し、石灰化については 50ng/ml の TIMP1 を添加することで有意に促進された。このことから、TIMP1 が修復象牙質の石灰化に関与している可能性が示唆された。

また、免疫組織化学法により、 β -catenin の核内移行が窩洞直下歯髄において観察され、窩洞形成の刺激によって Wnt/ β -catenin 経路が活性化されることが示された。

さらに、*Timp1* のプロモーター解析の結果、 β -catenin と TCF4 の結合領域を欠失させると、OD-21 において転写が有意に抑制されることが確認され、未分化な細胞は Wnt/ β -catenin 経路の影響を大きく受けることが明らかとなった。

In situ hybridization 法における *Timp1* の発現ならびに免疫組織化学法における β -catenin の核内移行は、いずれも象牙芽細胞層を超えて歯髄内部にまで及んでいたことから、窩洞形成に伴う侵襲は、窩洞直下の象牙芽細胞のみならず、それよりも内側の歯髄に存在する未分化間葉系細胞にも影響を与え、Wnt/ β -catenin 経路を介して *Timp1* の発現を誘導している可能性が示唆された。

本研究の一部は、科学研究費補助金(19209060, 21592419)を用いて実施された。

試作したエアアブレーション装置に対する臨床的評価の総括

兵庫医科大学歯科口腔外科学講座

○本田公亮, 藤原正識, 大津奈央, 長谷川誠実

Evaluation of a new model of an air abrasion device

Department of Dentistry and Oral Surgery, Hyogo College of Medicine, Hyogo, Japan

○Honda Kosuke, Fujiwara Masanori, Ohtsu Nao, Hasegawa Makoto

(緒言)重炭酸ナトリウム粉を研削材とする歯面清掃器がう蝕軟化象牙質を選択的に削除できるという所見を得てから約 10 年間にわたり、臨床での実用化に向けて多角的に検討し、評価を加えてきた。その結果重炭酸ナトリウム粉を用いて規定条件下でう蝕罹患象牙質を研削した場合、う蝕検知液で明瞭に染色される、いわゆるう蝕軟化象牙質第1層を選択的に除去でき、軟化象牙質第2層を温存できた、研削後の残存象牙質には回転式切削器具を用いた際に形成されるようなスミア層が生じず、後続の修復治療に伴う残存象牙質の再石灰化が早期に認められた、研削時の歯髄に対する痛覚刺激がみられなかったなどの好結果が得られた。一方アルミナ粉等の研削材に比べると研削能力が低く、研削時の噴射圧が器内に残存する粉量に依存されるなど、研削条件を制御することが難しいことが指摘された。そこで以上の研究結果をもとに、装置の開発を独自に行い、第123, 125, 131回日本歯科保存学会でその成果を発表した。今回実用化レベルに近い試作装置を完成したので、本実験の結果と併せた装置の総括的評価として報告する。

(装置の概要と今回新たに試作した噴射ノズルの評価方法)これまでと同様に装置は本体、噴射ノズル、フットペダルから構成され、装置本体にコンプレッサーを組み込んだ。研削材とする重炭酸ナトリウム粉は歯面清掃器 Air Flow SI®(EMS社、スイス)専用のものを用い、粉用チャンパー内にモーターで回転するギアを取り付けて粉を噴射用ノズルに供給した。噴射ノズルは2種類の形状、直状型および曲状型のものを試作した。これらの噴射ノズルは噴射圧を増強する、および研削材を円錐状に拡散する目的でノズル管内に絞りを加工した。前実験で曲状型噴射ノズルは直状型のものに比べ噴射流の方向を制御することが難しく、そのため研削能力が低下する結果が示されたことから、今回ノズル管内部の形状を損ねないように90度および120度の2種類の湾曲を付与した。加工上、粉用噴射ノズルの先端が水用噴射ノズルよりも長くなったが、結果的には噴射水流の影響を受けにくくなり、被削対象の噴射野を確認しやすくなった。研削試験は中等度の自然う蝕を有するヒト抜去歯を供し、90度曲状型ノズル(90ノズル)および120度曲状型ノズル(120ノズル)を用いて各々10歯ずつについて施行した。また研削時間は前実験で直状型噴射ノズルを用いて中等度の自然う蝕の罹患歯質を研削した際に120秒間でう蝕検知液に染まる軟化象牙質が削除できた結果から、本実験でも120秒間とし、各々の曲状型ノズルで120秒間にどの程度軟化象牙質が除去できるかを調べた。研削前にう蝕窩をう蝕検知液(カリエスチェック、ニシカ社)染色した後、軟化象牙質面に対し噴射圧0.3MPa、噴射粉量3g/分の条件下で持続的に120秒間の噴射を行った。研削後の窩底象牙質面をデジタルマイクロスコープVHX-1000(キーエンス社)を用いて三次元画像に構築し、残存軟化象牙質の様相を多角的に拡大観察した。

(本研究における結果)90ノズルおよび120ノズルのいずれの曲状型噴射ノズルでも120秒間の研削でう蝕検知液に染まる軟化象牙質はほぼ完全に削除でき、う蝕窩のアンダーカット部分に存在する軟化象牙質に対しても除去が可能であった。しかし90ノズルに比べ120ノズルでは噴射角度が小さくなり、その結果う蝕窩の形態や大きさによってはアプローチが難しくなった。

(本装置に対するこれまでの評価の総括)試作した本装置は、う蝕罹患軟化象牙質を除去する際に研削材として用いる重炭酸ナトリウム粉の利点を活かしながら、研削能力の強化や被削範囲の拡大を図ることができ、操作時間も許容範囲であると思われた。深在性う蝕の治療では、う蝕窩の拡大、軟化象牙質の除去、間接覆髄などの一連の治療に費やす時間と労力に比べ、現在の保険診療報酬の評価は高いとは言えない。まずタービンでう蝕窩を開拓し、電気エンジンやエキスカペーターを用いて可及的に歯髄を保存することを目的に慎重に軟化象牙質を削除して行かなければならない。このようなプライマリーなう蝕治療をMIの概念に従って、術者の臨床経験を問わず、短時間に、最少の切削器具で的確に遂行できれば理想的であるといえる。これらの点においてう蝕窩の大きさに影響されずに120秒間の研削時間でう蝕軟化象牙質を選択的に削除できる本装置の実用性は高いと思われた。

海塩含有歯磨剤の象牙質脱灰抑制効果

神奈川歯科大学 口腔治療学講座 保存修復学分野¹, 神奈川歯科大学総合歯科学講座²,
湘南短期大学歯科衛生学科³

○椎谷亨¹, 向井義晴¹, 飯塚純子¹, 富山潔¹, 原めぐみ², 藤野富久江³, 寺中敏夫¹

Anti-demineralization effect of a sea salt containing dentifrice on dentin *in vitro*

Division of Restorative Dentistry, Department of Oral Medicine, Kanagawa Dental College, Yokosuka, Kanagawa, Japan¹,

Department of Comprehensive Dentistry, Kanagawa Dental College², Department of Dental Hygiene, Shonan College³

○Shiyya Toru¹, Mukai Yoshiharu¹, Iizuka Junko¹, Tomiyama Kiyoshi¹, Hara Megumi², Fujino Fukue³, Teranaka Toshio¹

【研究目的】

う蝕予防においてブラッシングは非常に重要であり、その際多くの方がフッ化物含有歯磨剤を併用している。ところで、海洋深層水や湧水など天然由来の成分を製品に組み入れた所謂、自然、天然、健康を謳うものも数多く販売されている。歯磨剤においても、通常 1.3ppm のフッ化物を含むといわれる海水 100%を原料にして得られた海塩を利用した製品が市販されている。今回我々は、高齢社会の問題となっている根面う蝕に関して、海塩含有歯磨剤の脱灰抑制能を *in vitro* にて確認することとした。

【材料および方法】

ウシ下顎中切歯の歯根部を歯頸部直下およびそれより 5mm 根尖側の位置で低速切断機 (IsometTM, Buehler, USA) を用いて水平断し円筒状象牙質歯片を作製後、5 分間超音波洗浄後、ワイヤー式精密切断機 (Well[®]3242, Walter Ebner, Germany) にて歯軸方向に 2 分割し、表面を #2000 耐水研磨紙で研磨し、象牙質試料を得た。ネイルバーニッシュにて 1mm×2mm の窓開けを行い、被験面とした。

脱灰液の種類により 4 群を用意した。すなわち A 群 (ネガティブコントロール群): 蒸留水 (DW) 1.0ml を 299.0ml の基準脱灰液 (1.5mM CaCl₂, 0.9mM KH₂PO₄, 50mM acetic acid, pH5.0) に混和した脱灰液 (F 濃度=0.00ppm)、B 群 (ポジティブコントロール群: チェックアップ (ライオン)) 1.0g を 299.0 ml 基準脱灰液に混和したものの濾液 (F=3.17ppm)、C 群: 海塩歯磨剤 1.0g を 299.0ml 基準脱灰液に混和したものの濾液 (F=0.47ppm)、D 群: C 群の F 濃度に調整した NaF 脱灰液 (F=0.47ppm) である。なお、脱灰液のフッ化物濃度は、TISABIII を加えて攪拌しながら室温にてフッ素複合電極 (Orion 9609BNWP Sure-Flow[®]) を用いて測定した。

象牙質試料 (A, B, D 群: n=6, C 群: n=5) を、A~D のプラスチック容器の底部にステッキークソックスを用いて固定後、各脱灰液をそれぞれの容器に 100ml ずつ注入し、37°C で 4 日間脱灰した。

脱灰期間終了後、象牙質試料からワイヤー式精密切断機にて厚さ 300 μm の薄切片を作製し、Transversal Microradiogram (TMR) を撮影 (PW3830, Spectris, UK)、ミネラル喪失量 (IML) および病巣深度 (Ld) の測定 (TMR2000, Inspektor, The Netherlands) を行い、群間での比較 (One-way ANOVA および Tukey の検定により有意水準 5% にて統計学的分析) を行った。

【結果】

各群の平均ミネラルプロファイルと比較すると、A 群: 表層はピークとしては測定されず、広範な脱灰病巣として認められた。B 群: 53vol% に達するエックス線不透過性のきわめて高い明瞭な分厚い表層が形成され (過石灰化)、16vol% の病巣体部の底部が形成された。C 群: 43vol% の明瞭なピークとして表層が認められたが、その後 10vol% まで低下し著明な病巣体部を形成した。D 群: B 群とほぼ類似したプロファイルが得られた。各群の平均 IML (vol% × μm) は、大きい順に A (7330), C (4199), D (2941), B (2797) であり、B 群と D 群の間以外では有意差が認められた。また Ld (μm) については、各群間に有意差は認められなかった。

【考察】

海塩歯磨剤は象牙質脱灰抑制能を示し、臨床的に露出歯根象牙質に対する効果が期待できる結果が得られたが、ポジティブコントロールであるチェックアップや、NaF 脱灰液には及ばない結果であった。これは含まれている天然由来のさまざまな成分が脱灰抑制能を減じてしまった可能性が考えられた。しかしながら、界面活性剤、発泡剤、防腐剤、研磨剤等を一切使用していない天然由来のこの歯磨剤から脱灰抑制能が確認できたことは興味深いことであり、今後の発展が期待される。

酸蝕症の進行度と酸性飲食物の摂取傾向

広島大学病院 診療支援部 歯科衛生部門¹, 広島大学大学院医歯薬学総合研究科顎口腔頸部医科学講座
(健康増進歯学分野)²

○畠山知子¹, 峯岡茜², 本山直世², 藤井紗貴子², 矢野加奈子¹, 荒川真², 白井憲一², 藤井理史²

Relationship of the level of acid erosion and the tendency to take acid drink and food

Dental Hygienists Section, Clinical Support Department, Hiroshima University Hospital¹, Department of Dental Science for Health Promotion, Hiroshima University Graduate School of Biomedical Sciences²

○Hatakeyama Tomoko¹, Mineoka Akane², Motoyama Naoyo², Fujii Sakiko², Yano Kanako¹, Arakawa Makoto², Shirai Kenichi², Fujii Masashi²

【緒言】 Tooth wear は咬耗、摩耗あるいは酸蝕などによって歯質表面の正常な構造が失われた状態であり、この発生機序に関しては複合的であり、う蝕、歯周病に次ぐ第三の疾患として注目を浴びている。特に酸蝕症は他の Tooth wear と合併することで重症化することが多数報告されている。また、酸蝕症はかつて職業依存性の高い稀有な疾患であったが、近年、食生活習慣の多様化、健康志向およびストレスの多い社会生活環境の中にあつて、罹患患者は増加傾向にある。

そこで、広島大学病院歯科保存診療科受診患者を対象とし、口腔内所見に酸蝕症を有する患者に問診を行い、酸蝕症と酸性飲食物摂取傾向との関連性について検討した。

【材料及び方法】 対象者は広島大学病院歯科保存診療科に受診患者。主治医の下、歯科衛生士が口腔衛生実地指導を行い、酸蝕症の臨床所見が認められた患者の酸性飲食物の摂取について問診を行った。

対象者: 2010年5月～12月に当診療科にて問診を行った45名 年齢:45歳～78歳 性別:男性13名 女性22名

酸蝕症の進行度: 軽度:歯の色調に変化(エナメル質の脱灰) 中程度:歯質の消失(チッピング) 重度:実質欠損(くさび状・カップ状・クレーター状)

酸性飲食物の内容: 炭酸飲料水・スポーツドリンク・黒酢・リンゴ酢健康飲料(野菜ジュース・飲むヨーグルト)・アルコール(ビール・ワイン・梅酒等も含む) 酢漬け食品・柑橘類・生野菜(ドレッシング等)

摂取頻度: 毎食・毎日・2,3日に1度に分類

臨床所見: プラークコントロールの状態(PCR)・アブフラクション・咬耗・摩耗酸蝕症はう蝕と異なり細菌関与の疾病でないことから、甜食の状態やカリエスリスクについては今回考慮しなかった。

【結果】 臨床所見の認められた患者の約半数は3年以上前から当科に来院しており、性別においては女性、年齢別では高齢者に多かった。また、プラークコントロールの状態は PCR 値 20%代が最も多かった。しかし、プラークコントロールの状態と酸蝕症の進行度との関連性は認められなかった。酸性飲食物摂取頻度は酸蝕症の進行度が軽度である患者においてやや低い傾向が見られた。また、軽度の患者では酸性飲料の摂取が多い傾向にあり、前歯部唇面などの表面に現れていた。中程度から重度の患者では酢の物や柑橘類などの酸性食品の摂取が多い傾向があり、前歯部および臼歯部に発現していた。

【考察】 超高齢化社会を迎えるわが国において、健康食はブームである。それには美容、ダイエット、降圧効果などがある酢、疲労回復などに効果があるとされるクエン酸があり、酸性飲食物を摂取する機会が増えている。このような飲食物は歯牙を化学的に損傷する酸蝕症を招きかねない。さらに、今後は高齢者のみならず各年齢層においても酸性飲食物の摂取頻度は増える傾向にあり、他の Tooth Wear(ブラキシズムや咬耗・摩耗)と合併し、重症化する傾向にある。ゆえに、酸蝕症を早期発見、酸性飲食物の摂取頻度および摂取方法、口腔衛生指導することが望ましい。酸蝕症は自覚症状がなければ見逃してしまうケースが多く、治療には至らないことが多いため、早期発見と共に歯科医師と連携を取りながら、歯科衛生士による口腔衛生指導により、予防を図る必要がある。本研究における対象者は外因性の酸蝕症患者が中心であったが、今後は内因性の酸蝕症患者についても焦点を当て、摂食障害や胃疾患などの有病患者についても検討を加える予定である。

光学測色機器クリスタルアイを用いた前歯部天然歯の色調分析

九州歯科大学 歯学部 歯学科 口腔機能科学専攻 口腔治療学講座 齲蝕歯髓疾患制御学分野¹, 九州歯科大学 歯学部 歯学科 口腔機能科学専攻 医療人間形成学講座 総合診療学分野²

○西野宇信¹, 矢野淳也¹, 永吉雅人¹, 鷺尾絢子¹, 平田志津¹, 吉居慎二¹, 西藤法子¹, 寺下正道², 北村知昭¹

Color Analysis of Anterior Natural Teeth by Spectrophotometer, Crystaleye®

Div. of Pulp Biology, Operative Dentistry and Endodontics, Kyushu Dental College¹, Div. of Comprehensive Dentistry, Kyushu Dental College²

○Nishino Takanobu¹, Yano Jyunya¹, Nagayoshi Masato¹, Washio Ayako¹, Hirata Shidu¹, Yoshi Shinji¹, Saito Noriko¹, Terashita Masamichi², Kitamura Chiaki¹

【目的】近年、アンチ・エイジングにおける審美歯科治療の重要性が認識されている。審美歯冠修復・補綴治療において重要な歯冠部の色調を測定する際、実際の歯科医療現場では術者と歯科技工士の経験によって歯冠色が決定・選択されることが多い。しかしながら、系統的な審美歯科治療教育が行われておらず、経験のみに頼った歯冠色選択には判断ミスが生じることがあり、色調が十分に適合していない治療症例にも出会う。今後、系統的審美歯科治療教育の必要性が増すとともに、光学測色機器による科学的根拠に基づいた歯冠色決定が審美歯科治療において重要になると考えられる。歯の測色に関する研究は、シェードガイドを用いた視感比色法に関する研究から工業用・医療用の器械を流用した研究、そして専用測色器による研究へと変化している。測色用器械も年を追うごとに精度・簡便性が向上している。今回、審美歯科治療教育における基礎データを得るため、近年開発された歯冠測色用光学機器クリスタルアイを用いて前歯部天然歯色調の傾向を検討した。

【方法】20歳代の男性および女性(合計20名)の上下顎中切歯、側切歯、犬歯で、コンポジットレジン等による修復処置や着色がない健全な天然歯(n=120)を被験歯とした。歯冠色の測定はクリスタルアイ(オリンパス社製)を用いた。本装置はLEDによる均一な照明条件のもと、CCDカメラを用いて被検歯を撮影しシェードガイド(今回はVITAPAN classicalを選択)を基準として歯の測色結果を表示する。クリスタルアイで計測されたデータをもとに、上下歯種、男女差について分析を行った。

【結果】上顎中切歯では、Aシェードが80%を占めており、次いでBシェードが多く観察された。上顎側切歯では、Aシェードが60-70%を占めており、次いでBシェードが多く観察された。総じて上顎中切歯・側切歯においてはAシェードが多く観察され、中でもA2、3シェードで半数以上を占めており、次いでBシェードが多く観察された。上顎犬歯では、AシェードとBシェードはほぼ同率であった。下顎中切歯では、Aシェードが60-70%を占めていた。下顎側切歯では、Aシェードが70-80%を占めていた。総じて下顎中切歯・側切歯においてはAシェードが多く観察され、内訳では上顎と同様にA2、3シェードで半数以上を占めていた。下顎犬歯では、Bシェードが多く観察され、次いでAシェードの順であった。男女差については、大きな差は観察されなかった。

【考察】従来、歯冠色はAシェードが多いと考えられているが、今回の結果ではBシェードの歯冠色も多く観察され、特に下顎犬歯においてはBシェードが多いことが示された。日常の臨床で行っている前歯部の審美治療において、犬歯の治療は少なくない。今回の研究の結果は、日常的に行われている審美歯冠修復治療において、修復材料選択時にはBシェードの選択を視野に入れる必要があることを示している。今後は、サンプル数と年齢層を拡大して天然歯の色調と、その色調に対する個人の認識について検討していく予定である。

【結論】20歳代の男性および女性の健全な上下顎中切歯、側切歯、犬歯をクリスタルアイで計測・検討した結果、以下の結論を得た。1.前歯部天然歯においてはAシェードが約60%、Bシェードが約30%であった。2.下顎犬歯においてはBシェードが約80%を占めており、次いでAシェードが多く観察された。3.シェード分布に関して男女間で大きな差は認められなかった。

白金ナノコロイ処理によるスコッチボンドデュアルキュアの象牙質接着への影響

北海道大學 歯学部 歯学研究科 口腔健康科学講座 歯科保存学教室

○丁世俊, 付佳楽, 潘峰, 角田晋一, 中沖靖子, 池田考績, 田中享, 佐野英彦

The effect of application methods of colloidal platinum nano-particle on micro-tensile bond strength to dentin by using Scotchbond Dual Cure Dental Adhesive

Graduate School of Dental Medicine Department of Restorative Dentistry, University of Hokkaido, Hokkaido, Japan

○Ting Shihchun, Fu Jiale, Pan Feng, Kakuda Shinichi, Nakaoki Yasuko, Ikeda Takatsumi, Tanaka Toru, Sano Hidehiko

【Objective】

To investigate the effect of colloidal platinum nano-particle on the bond strength of Scotchbond between dentin and resin composite.

【Materials and Methods】

In this study, one bonding system was tested: Scotchbond. Twelve human third molars were randomly divided into six groups with two teeth for each group. Six groups' bonding application followed as (1) moist dentin surface after 200 μ L 35% phosphoric etching; (2) dry dentin surface after 200 μ L 35% phosphoric etching; (3) moist dentin surface after etching with mixture of 100 μ L 70% phosphoric and 100 μ L 100% CPN; (4) dry dentin surface after etching with mixture of 100 μ L 70% phosphoric and 100 μ L 100%CPN; (5) moist dentin surface after priming with 200 μ L 10% CPN; (6) dry dentin surface after priming with 200 μ L 10% CPN. The adhesive was applied following the instruction of manufacture and followed by build-up with resin composite (Clearfil AP-X) with light curing for 20s each time. After storage in 37°C distilled water for 24 hours, the bonded specimens were sectioned into 1.0mm² sticks, which subjected for the micro-tensile bond strength(μ TBS) test at a crosshead speed of 1mm/min. The obtained data was expressed as MPa and statically analyzed by Games-Howell. The fractured surface of dentin side were observed with SEM and TEM was also contributed to the observation of this study.

【Result】

The data of No. (3) and (5) groups are significantly higher than the other groups on statistical analysis($p < 0.05$). However, in the other four groups, group (2) was significantly lower than group (1) ($p < 0.05$).

【Conclusion】

Based on this study, it would be advocated that CPN could improve the bond strength of Scotchbond Dual Cure Dental Adhesive.

イオン徐放性材料が象牙質再石灰化に及ぼす影響

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

○伊藤修一, 甕富美子, 塚本尚弘, 斎藤隆史

Effect of released ions from materials on dentin remineralization

Division of Clinical Cariology and Endodontology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Hokkaido, Japan

○Ito Shuichi, Motai Fumiko, Tsukamoto Naohiro, Saito Takashi

[研究目的] 近年、接着修復材料の分野において、二次う蝕抑制効果を期待してフッ素徐放性材料が多く用いられている。また、S-PRG (酸反応性フルオロボロアルミノシリケートガラスとポリ酸の反応生成物)フィラーが開発され用いられている。これまでS-PRGフィラーは、優れたフッ素あるいは多種のイオン徐放性を有することが報告されている。一方、接着の対象となる象牙質においては象牙質リンタンパク質が脱灰象牙質の再石灰化に重要な役割を果たしていると考えられている。これまで我々は、結合型象牙質リンタンパク質や不溶性象牙質基質を準安定溶液に浸漬すると再石灰化が観察されることを報告してきた。また、これまでに、S-PRGフィラーから放出される各種イオンが脱灰象牙質の再石灰化に与える影響について報告してきた。しかし、フッ素あるいは各種イオン徐放性材料から溶出したイオンを含む溶液が石灰化に与える影響を検討した報告は見当たらない。本研究の目的は、モデル脱灰象牙質再石灰化実験系においてイオン徐放性材料からの溶出液が石灰化に及ぼす影響を検討することである。

[材料と方法] まず、ビニルスルフォンを用いてアガロースビーズにホスピチン(Sigma Chem Co., U.S.A.)を架橋結合し、ホスピチン-アガロースビーズ複合体(2.56 μ g ホスピチン/mg アガロースビーズ)を作製した。これを37°Cにてハイドロキシアパタイト(HAP)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)。イオン徐放性コンポジットレジンとしてビューティフィル 2(BF, 松風)、ビューティフィル フロー(BFF, 松風)、ビューティオーソボンド(BOB, 松風)コントロールとしてクリアフィル®マジスティアー(MJ, クラレメディカル)、イオン徐放性ボンディング材としてフルオロボンド 2(FL, 松風)、コントロールとしてクリアフィル®メガボンド(MB, クラレメディカル)を用いた。コンポジットレジン、ボンディング材の硬化物(円盤状:直径25mm、厚さ1mm)を蒸留水(13.9ml)中に4日間浸漬して得られた溶液を用いて石灰化溶液を調整した。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(Perkin-Elmer, 5100, U.S.A.)により石灰化誘導時間を計算した。走査型電子顕微鏡(SSX-550, 島津製作所)により形態学的な観察を行なった。同様に得られた試料をX線回折法により分析を行った(Rint 2000, 理学電気)。

[結果および考察] すべての試料において24時間後にCa量の上昇が認められた。インキュベート24時間後のCa量の比較においてPV, BF, BFF, BOBおよびFLがMB, MJと比較して有意に高い値を示した。またBF, BFF及びBOBは、PVよりも早期に石灰化誘導を開始した。SEM観察では、どの群においても24時間後に板状のHAP結晶が確認された。得られた石灰化物のX線回折パターンからHAPに特徴的なピークが認められた。これらの結果から、イオン徐放性材料からの溶出液がホスピチン-アガロースビーズ複合体による石灰化に影響を与えることが示された。これにより、象牙質接着界面において各種イオンが脱灰象牙質再石灰化に影響を与える可能性が示唆された。

Er:YAG レーザー照射歯質の窩壁適合性に関する研究

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○保尾謙三, 西田尚敬, 白石充, 河村昌哲, 吉川一志, 山本一世

Study on Marginal Adaptation to Dental Hard Tissues Irradiated by Er:YAG Laser

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University, Osaka, Japan

○Yasuo Kenzo, Nishida Hisataka, Shiraishi Mitsuru, Kawamura Masaaki, Yoshikawa Kazushi, Yamamoto Kazuyo

【研究目的】歯の硬組織の除去に優れた Er:YAG レーザー(以下レーザー)は臨床応用されているが、レーザー照射象牙質面は切削象牙質面と比較してコンポジットレジンの接着強さや辺縁封鎖性が低下することが報告されている。以前我々は、レジン添加型グラスアイオノマーセメントによる被膜裏層が、レーザー照射象牙質に対するコンポジットレジン修復における辺縁封鎖性の改善に有効であることを報告した。今回、レーザー照射象牙質へのコンポジットレジン修復における辺縁封鎖性について、フロアブルレジン、低収縮コンポジットレジンを用いて辺縁漏洩試験を行ったので報告する。【材料と方法】レーザー照射装置としてErwin® Adverl(モリタ製作所)を用い、C600Fチップを使用、先端出力100mJ、10ppsとした。被膜裏層材に、従来型 GIC GC LINING CEMENT(GC, 以下 LI)を使用した。ボンディングに1ボトル1ステップシステム G-BOND PLUS(GC, 以下 GP)を、光硬化型コンポジットレジンに SOLARE(GC, 以下 SO), 低収縮コンポジットレジンに KALORE(GC, 以下 KA), フロアブルレジンに MI FLOW(GC, 以下 MI)を使用した。辺縁漏洩試験: 抜去ヒト大白歯を被験歯とし、近遠心側歯頸部に長径3mm・幅径2mm・深さ1.5mmの楕円形窩洞を形成した。レーザー照射は窩洞内面全体に、LIによる被膜裏層はレーザー照射後の窩洞象牙質面にのみ行った。別途記載した各条件通りに処理と接着操作を行い、接着後37℃水中に24時間保管した。その後、5-55℃・2000回のサーマルストレスを負荷し、色素浸透試験を行った。エナメル質壁、象牙質側それぞれについて0~3のスコアリングを行い、Mann-Whitney法により有意差を検討した(n=10)。【結果ならびに考察】レーザー非照射の切削群と比べて Er:Y, LI 群は優位に高い漏洩度を示した。切削群と比べて MI, MI+LI 群は優位に高い漏洩度が認められたが、KA, KA+LI 群では有意差はなくレジン添加型グラスアイオノマーセメントによる被膜裏層と同程度の漏洩であった。レーザー照射の Er:Y 群並びに被膜裏層を行った LI 群と比べて、MI 群は同程度の漏洩が認められたが、MI+LI, KA, KA+LI 群では有意に低い漏洩度が認められた。これは、低収縮コンポジットレジンでは、重合収縮応力が従来のコンポジットレジンより小さいことが影響していると考えられる。

各群の接着条件

①切削群	窩洞形成→GP処理→SO充填	④MI群	窩洞形成→レーザー照射→GP処理 →MI一層充填→SO充填
②Er:Y群	窩洞形成→レーザー照射 →GP処理→SO充填	⑤MI+LI群	窩洞形成→レーザー照射→LI塗布 →GP処理→MI一層充填→SO充填
③LI群	窩洞形成→レーザー照射 →LI塗布→GP処理→SO充填	⑥KA群	窩洞形成→レーザー照射→GP処理 →KA充填
		⑦KA+LI群	窩洞形成→レーザー照射→LI塗布 →GP処理→KA充填

コンポジットレジンの歯ブラシ摩耗について

大阪歯科大学 歯科保存学講座

○小正玲子, 吉川一志, 竹内撰, 小正紀子, 三木秀治, 山本一世,

Study of the toothbrush abrasion of composite resin

Department of Operative Dentistry, Osaka Dental University, Osaka, Japan

○Komasa Reiko, Yoshikawa Kazushi, Takeuchi Osamu, Komasa Noriko, Miki Hideji, Yamamoto Kazuyo

【研究目的】 近年、従来型コンポジットレジンと比較して操作性に優れた低粘性のフロアブルレジンが開発、市販されている。フロアブルレジンとは従来型コンポジットレジンと比較して、機械的強度が劣るとされているが、フロアブルタイプでしかも超微粒子フィラーを高密度に充填した、ナノハイブリット型コンポジットレジンが開発された。ナノハイブリット型コンポジットレジンには超微粒子フィラーの特性を生かし、特に耐摩耗性の向上と優れた表面滑沢性を有するとされている。本研究では炭酸カルシウム飽和溶液を研磨材に用いて、ナノハイブリット型コンポジットレジン歯ブラシの歯ブラシ磨耗について検討した。

【材料および方法】 ナノハイブリット型コンポジットレジンとして GC MI フィル (GC シェード A3) を、従来型コンポジットレジンとしてクリアフィル AP-X (クラレメディカル シェード A3) を使用した。それぞれの材料をシリコーン印象材にて作製した、 $3 \times 17 \times 22$ mm の型に充填し、スライドガラスにて封鎖した後、照射器 Curing Light XL 3000 (3M ESPE) を使用して 40 秒間照射を行い、 37°C 24 時間水中保管した。摩耗試験は材料の上を歯ブラシが往復するタイプの歯ブラシ摩耗試験機 (東京技研) を使用した。歯ブラシはプロスペック M (GC) を使用した。摩耗試験は毎分 60 回で、垂直荷重は 300gf とした。研磨剤は水 100ml に炭酸カルシウム (和光純薬) 125g を溶かした炭酸カルシウム飽和溶液を使用し、試験ごとに新しいものと交換した。繰り返し回数は 10000 回とした。摩耗試験終了後、非接触型レーザー測定器 (LK-G30 Keyence) を用いて、摩耗深さと表面粗さを測定した。各試料計測後、走査電子顕微鏡 (JSM-5610LV 日本電子ハイテック) にて SEM 観察を行った。試料数は各群 3 個とした。得られたデータは Scheffe の検定を行った。

【結果および考察】 クリアフィル AP-X についての摩耗深さは $45.33 \pm 1.86 \mu\text{m}$ 、表面粗さは $0.05 \mu\text{m}$ であった。GC MI フィルについての摩耗深さは $64.47 \pm 4.4 \mu\text{m}$ 、表面粗さは $0.07 \mu\text{m}$ であった。摩耗深さは、MI フィルの方が AP-X に比べて有意に高い値となった。表面粗さは、有意差は認められなかった。SEM 観察の結果、AP-X の摩耗面はフィラーの露出が認められたのに対し、MI フィルの摩耗面は滑らかな状態が観察できた。

【結論】 ナノハイブリット型コンポジットレジン歯ブラシの MI フィルは耐摩耗性については AP-X より劣るが、摩耗後の表面滑沢性に優れていることが示唆された。

自己接着性コンポジットレジンの基本的諸性能について

日本大学 歯学部 保存学教室修復学講座¹, 総合歯学研究所 生体工学研究部門², 松村歯科医院³

○砂田謙敦¹, 高見澤俊樹^{1,2}, 瀧本正行¹, 井上直樹¹, 田村ゆきえ¹, 川本諒¹, 安田源沢¹, 宮崎真至^{1,2}, 松村正鴻³

Mechanical properties and bond strength of self-adhesive resin composite

Department of Operative Dentistry, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan¹, Division of Biomaterials Science, Dental Research Center, Tokyo, Japan², Matsumura Dental Clinic, Yokohama, Kanagawa³

○Sunada Noriatsu¹, Takamizawa Toshiki^{1,2}, Takimoto Masayuki¹, Inoue Naoki¹, Tamura Yukie¹, Kawamoto Ryo¹, Yasuda Genta¹, Miyazaki Masashi^{1,2}, Matsumura Seiko³

【目的】

光重合型コンポジットレジンには、優れた審美性を有するとともに可及的に歯質の保存が可能であるところから、日常臨床に欠くことのできない歯冠修復材のひとつとなっている。最近では、コンポジットレジンに機能性モノマーを含有させることで歯質への前処置を行うことなく、接着性の獲得を実現したセルフアドヒーズタイプの光重合型コンポジットレジンが開発されるようになった。しかし、この修復材に関する基本的物性を含めた情報は少なく、新たなカテゴリーの修復材を開発するうえでも、その基本的諸性能については早急な検討が必要と考えられる。そこで演者らは、自己接着性コンポジットレジンの機械的性質とともに歯質接着性について検討した。また、レジン硬化物のフィラー形状および接着界面の SEM 観察を行うことによって、これらを考察資料とした。

【材料および方法】

自己接着性コンポジットレジンとして、Virtise Flow (sds/kerr)を用いた。

評価項目としては、以下の6項目とし、それぞれ既報¹⁾と同様な方法を用いて測定、検討した。

- 1) 無機フィラー含有量 (wt %)
- 2) 熱膨張係数 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
- 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) 剪断接着強さ試験 (エナメルおよび象牙質) (MPa) および破断面の観察
- 6) レジン硬化物のフィラー形状および接着界面の SEM 観察

【成績および考察】

Virtise Flow の無機質フィラー含有量は、61.1 wt %であり、熱膨張係数は、 $45.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の値を示した。曲げ強さは 98.7 MPa であり、曲げ弾性率は 5.5 GPa を示した。照射開始から 180 秒後の体積重合収縮率は、照射開始から照射終了後まで急激な体積変化を示し、その後はなだらかな曲線を示した。また、照射開始 180 秒後の体積収縮率は 2.97 vol %であった。エナメル質に対する剪断接着強さは、7.2 MPa の、象牙質に対しては 6.7 MPa であった。また、接着試験終了後の破断面の観察からは、エナメルおよび象牙質いずれの被着体に対してもその破壊形式は界面破壊が大勢を占めた。接着界面の SEM 観察からは、いずれの被着体に対しても部分的に歯質とコンポジットレジンが剥離した像が観察された。

以上のように、自己接着性コンポジットレジンは一時的なフロアブルレジンと同等の機械的性質を有しているものの、その歯質接着性能は従来の接着システムと比較して低いことが判明した。

【結論】

本実験の結果から、供試した自己接着性コンポジットレジンの機械的性質は良好であった。一方、歯質接着性能はエナメルおよび象牙質に対して同等の接着強さを示すものの、その接着強さは低いことから慎重な臨床使用が望まれる。

【文献】

- 1) 高見澤俊樹, 宮崎真至, 他 6 名:フロアブルレジンに関する研究—特に無機フィラー含有量, 重合収縮および粘弾性特性について—;接着歯学 25, 162—169, 2007.

漂白作用を備えた変色歯面塗布材の開発-漂白剤の選択-

鹿児島大学 大学院医歯学総合研究科 顎顔面機能再建学講座 歯科保存学分野

○江本真規子, 徳田雅行, 鳥居光男

**Development of surface coating material for discolored tooth equipped with bleaching effect
-screening of bleaching agents-**

Department of Restorative Dentistry and Endodontology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences

○Emoto Makiko, Tokuda Masayuki, Torii Mitsuo

【目的】近年、歯科治療に際して、患者からの審美性に対する要求が強くなっている。また、カリオロジーの進展に伴って天然歯質の重要性が認識された結果、Minimal Intervention(MI)の流れが形成され、修復に当たっての歯質削除量をできるだけ少なくする方向に動いている。変色歯の審美性の改善に関しても、究極の MI として歯を削らずに、即ち漂白によって天然歯色を回復することが考えられ、いくつかの製品が認可され使用されている。オフィスブリーチ法、ホームブリーチ法などの歯牙漂白法と共に変色歯の審美性を回復する方法として、歯面のコーティング材が開発されている。我々は、歯面コーティング材に漂白作用を付与することを発想した。これにより、処置後即座に審美性を回復し、漂白剤を常時作用させることができるので比較的短い期間で漂白を完了できると考えられる。また、個歯単位での処置が可能となる。光重合レジンベースに漂白剤を添加したものを第1層として歯面に塗布し、その上を市販の変色歯用歯面コーティング材で被覆することにより変色歯の審美性の即時的回復と漂白を両立させるシステムを完成させることを企画している。

【材料と方法】1.漂白剤レジンに添加するのに最適の漂白剤を選択するため、食品や繊維に用いられているものを含み広く漂白剤のスクリーニングを行った。漂白剤には、酸化漂白剤(a)と還元漂白剤(b)があり、酸化漂白剤には酸素系(a-1)と塩素系(a-2)がある。以下7種類の漂白剤を候補に選んだ。a-1:過酸化尿素、過ホウ酸ナトリウム、過酸化ベンゾイル、過炭酸ナトリウム a-2:高度サラン粉 b :亜硫酸水素ナトリウム、二亜硫酸ナトリウム 2.漂白作用評価の為の変色試料の検討現在、in vitro における歯牙漂白剤の評価には、着色させたヒト抜去歯や牛歯、褐色鶏卵卵殻、ヘマトポルフィリンで染色した濾紙などが用いられている。今回の研究では、漂白剤を添加したレジンについても評価を行わなければならないため、ある程度の強度を有する必要がある。そこで、褐色鶏卵卵殻を変色試料として用いた。さらに、歯の変色原因の一つがメイラードであると言われており、加齢による歯質の黄色変化やう蝕歯質の褐色変化はこの反応によるものと言われていている。簡便に入手可能な変色試料として、白色鶏卵卵殻をメイラード反応により変色させたものを作製し、漂白作用の評価に用いる変色試料の一つとした。3.水溶液での漂白作用の検討各種漂白剤水溶液に褐色鶏卵卵殻試料を7日間浸漬し、測色計(シェードアイ NCC,松風)を用いて経時的に測色を行い、L*、a*、b*の値を測定し、浸漬前後の値より ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 、色差 ΔE を算出し評価を行った。4.漂白剤添加レジンによる漂白作用の検討 Bis-GMA:TEGDMA=1:1 のベースレジンに光重合化し、各漂白剤を5%(W/W)添加したものをメイラード反応変色試料に塗布後光重合した。これを7日間水中に浸漬し、レジン塗布前とレジン除去後に測色・評価を行った。

【結果と考察】両試験とも、過炭酸ナトリウムにおいて最も大きな漂白効果が得られた。レジンに過炭酸ナトリウムを添加することにより、漂白作用を具備する変色歯面塗布材が得られる可能性が示唆された。

MI フィルのセラミックスへの接着強度

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

○岡田伸男, 志賀華絵, 工藤義之, 山本慎子, 増山知之, 柳谷隆仁, 熊谷啓二, 野田守

Ceramics on Bond Strength of MI FIL

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

○Okada Nobuo, Shiga Hanae, Kudou Yoshiyuki, Yamamoto Makiko, Masuyama Tomoyuki, Yanagidani Takahiro, Kumagai Keiji, Noda Mamoru

【緒言】

セラミックスは、コンポジットレジンと比較して天然歯と類似した色調、光沢を有し、耐摩耗性も強く、化学的にも安定で優れた生体親和性材料の一つである。

しかしながら、脆性材料であるため破折しやすいという欠点もある。日常臨床では、メタルボンドの前装部分やセラミックインレーの部分破折として散見され、従来から部分的な修復方法としてはコンポジットレジンを用いて処置されている。

近年、平均粒径 200nm の超微粒子フィラーを高密度均一分散させた前臼歯用歯冠色充填用コンポジットレジンとして MI フィル (GC) が市販された。適度な流れを持ちながら、付形性があり、臼歯部修復にも適応可能な強度と耐摩耗性を有している。

そこで演者らは、MI フィルの高密度均一なフィラー構造から得られる優れた研磨性を利用してセラミック修復物のリペアー材への応用の可能性を模索するために、MI フィルを始めとする各種コンポジットレジンとセラミックの接着強度について比較検討した。

【材料および方法】

コンポジットレジンには、MI フィル、ユニフィルフロー、ソラーレ(以上 GC)、クリアフィル マジェスティ (Kuraray) を使用した。シェードはすべて A3 とした。

被着体セラミックスとして、GN-I セラミックブロック(GC)表面を耐水研磨紙#600 まで研磨したものを使用し、C&B Repair kit (GC) を業者指示書に従って表面処理後、各種レジンを内径 4mm 高さ 3.5mm のステンレスモールドを用いて充填し、40 秒の光照射 (NEW LIGHT VL-I 750mW/cm² GC) を行い重合硬化させた。

硬化直後あるいは 37°C で 24 時間水中保管後、クロスヘッドスピード 0.5mm/min にて引っ張り試験 (INSTRON 4204) にて接着強さを測定した。各群の試料数は 15 とし、One-way ANOVA,

Student-Newman-Keuls test ($p < 0.05$) により統計学的分析を行った。

【結果および考察】

セラミックスに対する各コンポジットレジンの引っ張り接着強さを表に示す。

重合直後は、各材料間で接着強さに有意な差を認めた。しかしながら、その差は、24 時間水中保管後には小さくなる傾向にあった。ユニフィルフロー以外では、接着強さが増加した。これは、時間の経過とともに重合が進行したものと考えられるが、詳細については、破断面の形態学的観察も必要である。

24 時間水中保管後では、MI フィルは、ユニフィルフローやソラーレと比較して同等な値を認めた。従ってリペアー材として他のコンポジットレジンと同様に使用できると思われた。

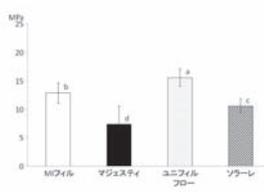


図1: 重合直後のセラミックに対する各コンポジットレジンの接着強度 (mean ± SD (n=15))
Different letters indicate significant differences.

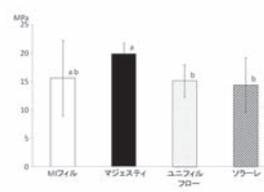


図2: 24時間水中保管後のセラミックに対する各コンポジットレジンの接着強度 (mean ± SD (n=15))
Different letters indicate significant differences.

スメア層除去後の自己接着フロアブルコンポジットレジンの接着

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

○望月久子, 小竹宏朋, 岡崎愛, 福田隆光, 下出輝, 堀田正人

Self-adhering flowable composite adhesion to dentin after removing smear layer

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

○Motizuki Hisako, Kotake Hiroto, Okazaki Ai, Fukuda Takateru, Simode Akira, Hotta Masato

【緒言】コンポジットレジン接着の進歩は目覚しく、従来のエッチング、プライミング、ボンディングのスリーステップボンディングシステムから省ステップ化が図られ、歯科臨床の現場ではワンステップボンディングシステムが応用されている。接着システムはテクニックセンシティブな材料であるという宿命から、さらに省ステップ化することが望まれる。したがって、当教室では自己接着フロアブルコンポジットレジンの象牙質接着性について報告してきた。その結果、接着強さ試験後の破断面の走査電子顕微鏡像からスメア層の残存を認め、さらなる接着強さの向上にはスメア層の除去が必要であると考えられた。そこで、自己接着フロアブルコンポジットレジンである Fusio と各種試作レジンについて、E-Lize のデンティンコンディショナーを用い、スメア層除去後の象牙質引張り接着強さについて検討した。

【材料および方法】供試材料: 供試した材料は、自己接着フロアブルコンポジットレジンである Fusio (Pentron, USA, シェード A2) と各試作フロアブルコンポジットレジンを使用した。試作フロアブルコンポジットレジンには市販のワンステップボンディングシステムのビューティボンド (松風)、イージーボンド (スリーエム)、トライエスボンド (クラレメディカル)、ボンドフォース (トクヤマデンタル) を用い、各ボンディング材にエアーを吹き付け、ボンディング材中の溶媒を乾燥したのち、ガラスファイラー (50wt%) と混和したものを試作レジンとした。スメア層除去には E-Lize コンディショナー (Pentron Japan, 東京) を用いた。実験方法: ヒト抜去歯の象牙質を用い、#800 の耐水研磨紙で研磨した。象牙質表面に E-Lize コンディショナーを塗布後、60 秒間放置し、水洗・乾燥し、スメア層を除去した (処理群)。また、コントロールとして E-Lize コンディショナー未処理のものを用いた (未処理群)。象牙質面に内径 3.0mm、外径 5.0mm、深さ 4.0mm のテフロンモールドを固定し、Fusio と各試作レジンを入れし照射を行い重合させた。作製した試料片は、37℃蒸留水中に 24 時間保管後、引張り接着試験用アダプターに固定し、万能試験機 (EZ Graph, SHIMADZU) により、クロスヘッドスピード 0.5mm/min の条件で引張り、破断時の値を単位面積当たりに換算し、引張り接着強さ (MPa) とした。

【結果および考察】 処理群の Fusio の引張り接着強さは約 5MPa で、各種試作レジンの引張り接着強さは 3~5MPa と Fusio と同等か小さい結果となった。また、未処理群の Fusio の引張り接着強さも約 5MPa であり処理群と有意な差は認めなかった。未処理群の試作レジンも 2~5MPa であった。これまで試作した自己接着フロアブルコンポジットレジンや Fusio は引張り接着強さはワンステップボンディングシステムと比較して小さく、引張り接着試験後の象牙質走査電子顕微鏡像でスメア層が残存していた。したがってスメア層を除去することが接着力向上に寄与するものと考え今回の実験を行ったが、接着強さは変化しなかった。自己接着フロアブルコンポジットレジンの接着強さにスメア層の影響は少ないものと結論づけられた。

共焦点レーザー顕微鏡(CLSM)によるレジーン-象牙質接着界面の観察

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

○田中久美子, 星加知宏, 澁谷和彦, 大原直子, 西谷佳浩, 吉山昌宏

Observation of the Resin-dentin Interfacial Ultrastructure Using Confocal Laser Scanning Microscope

Department of Operative Dentistry, Field of Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction, Okayama University
Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

○Tanaka Kumiko, Hoshika Tomohiro, Shibuya Kazuhiko, Ohara Naoko, Nishitani Yoshihiro, Yoshiyama Masahiro

【研究目的】象牙質に対するコンポジットレジンの接着修復において、被着象牙質に対する接着システム中のプライマーの浸透は極めて重要なステップである。我々は、プライマーの浸透を観察するために、蛍光色素・ローダミン B をメガボンド FA (クラレメディカル)のプライマーに配合して観察試料体を作製して共焦点レーザー顕微鏡(CLSM)を用いてレジーン-象牙質接着界面の観察を行い、ローダミン B が象牙質微小引張接着強さに与える影響を検討した。その結果、プライマーに配合するローダミン B の濃度が 0.07wt%以上 0.1wt%以下では接着界面の観察に適しているものの、0.1wt%以上の濃度では接着強さに影響を及ぼすことを第 28 回日本接着歯学会学術大会で報告した。本研究では、プライマーに配合するローダミン B の濃度をさらに詳細に設定し、CLSM でのレジーン-象牙質接着界面の観察および象牙質微小引張接着強さについて検討を行った。

【材料および方法】健全ヒト抜去小臼歯の歯冠部頰側象牙質平坦面を露出後、耐水研磨紙(#600)を用いて研磨した。メガボンド FA プライマーに配合するローダミン B (Aldrich)の濃度を、プライマーに対して 0wt%, 0.05wt%, 0.06wt%, 0.07wt%, 0.08wt%, 0.09wt%, 0.1wt%および 0.2wt%の 8 群に設定した。それぞれの群において歯面処理を行い、メガボンド FA ボンド塗布後に Clearfil AP-X (クラレメディカル, シェード A3)を積層築盛し、接着試料体を作製した。CLSM による接着界面の観察:接着試料体を包埋した後、接着界面に対して垂直に切断して研磨(#600, #1000, #2000)を行い、CLSM(μ Radiance, Bio-rad Laboratories Ltd., Hertfordshire)の観察用試料とした。観察に際し、コンピュータ解析用ソフトウェア LaserSharp2000 (Biorad Laboratories)を用いた。微小引張接着試験:各々の接着試料体に対し、マイクロテンスイル法を用いて微小引張接着強さを測定した。測定値は one-way ANOVA と Dunnett's test を用いて有意水準 5%にて統計処理を行った。また、引張接着試験後の試料は、走査型電子顕微鏡(DS-720, トプコン)を用いて破断面形態の分析を行った。

【結果】ローダミン B の濃度が 0wt%, 0.05wt%および 0.06wt%では、象牙細管内に浸透したプライマーが十分に観察できなかった。0.07wt%以上 0.1wt%以下では細管に浸透したプライマーが染色された。0.2wt%では、染色の濃度が高く、細管が判別しづらい状態であった。接着強さに関しては、ローダミン B を配合しないコントロール群(52.08 ± 4.20 MPa)と比較して、0.05wt%(50.51 ± 5.07 MPa), 0.06wt%(48.51 ± 5.58 MPa)および 0.07wt%(47.40 ± 4.75 MPa)においては有意差を認めず、同等の値を示した。一方、0.08wt%(42.03 ± 4.19 MPa), 0.09wt%(41.12 ± 4.43 MPa), 0.1wt%(35.96 ± 2.44 MPa)および 0.2wt%(34.38 ± 2.79 MPa)においては、コントロール群と比較して有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。

【考察および結論】プライマーに配合するローダミン B の濃度が 0.05wt%以上 0.07wt%以下では、微小引張接着強さはコントロールと同等であり、プライマーに配合するローダミン B は接着強さに影響を与えないことが明らかとなった。また、CLSM の観察には 0.07wt%以上 0.1wt%以下の濃度が適することが明らかとなった。したがって、メガボンド FA においてローダミン B の添加が接着強さに与える影響を考慮すると、CLSM を用いたレジーン-象牙質接着界面の観察に際しては、プライマーに配合するローダミン B の濃度は 0.07wt%が望ましいと考えられた。

本実験は科学研究費若手研究(B)課題番号 2279183502 の助成により行われた。

試作ボンディング材の機械的強さと接着強さの関係

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野歯冠修復学

○村田雄基, 小竹宏朋, 森川貴史, 藤井和夫, 堀田正人

Relationship between mechanical strength and bond strength of experimental bonding agents

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

○Murata Yuuki, Kotake Hiroto, Morikwa Takashi, Fujii Kazuo, Hotta Masato

【研究目的】ボンディング材中のフィラー含有量は機械的性質および硬化特性にも大きく影響すると考えられる。そこで本実験では S-PRG (Surface-Reaction Type Pre-Reacted Glass-Ionomer) フィラーの含有量のみが異なるボンディング材を試作し、歯質に対する引張り接着強さの測定と各種機械的強さ試験(直接引張り強さ試験, 曲げ強さ試験, 薄膜密着強さ試験)を行い, 比較検討した。

【材料と方法】1) 供試材料: 本実験に使用したボンディング材は, セルフエッチングプライマーボンディングシステムであるフルオロボンド II を元に S-PRG フィラーのみを 0, 10, 20, 30, 40wt% 含有する試作ボンディング材(F0~F4)を使用した。2) 引張り接着強さ試験: ヒト新鮮抜去歯を用い, 歯冠部エナメル質, 象牙質を研削し, 平坦面を露出させ, # 600 の耐水研磨紙にて研磨した。この面に各ボンディングシステムをメーカーの指示どおりに処置後, クリアフィル AP-X (A3, クラレメディカル) をボンディング処理歯面に静置したテフロンモールド(外径 5.0mm, 内径 3.0mm, 深さ 4.0mm) に填入し, メーカーの指示どおりに光照射して硬化させた。24 時間, 37°C 水中にて保管後, 万能試験機イージーグラフにてクロスヘッドスピード 0.25mm /min で引張り接着強さ試験を行った。3) 直接引張り強さ試験: 外径 5.0mm, 内径 3.0mm, 深さ 4.0mm のテフロンモールドにコンポジットレジン(クリアフィル AP-X, シェード A3, クラレメディカル) を充填し, 光照射を行い, レジン体を作製した。作製したレジン体の内径面に各試作ボンディング材を塗布し光照射を行い, 2つのレジン体を接着させ試料とした。コントロールとしてレジン体のみを一塊で作製した。24 時間, 37°C 水中にて保管後, 万能試験機イージーグラフ(島津製作所)にてクロスヘッドスピード 0.25mm /min で引張り試験を行った。得られた値はすべて一元配置分散分析(ANOVA)と多重比較検定(Sheffe, $P < 0.05$)により有意差検定を行った。4) 曲げ強さ試験: 25×2×2mm の試作ボンディング材試料を作製し, 37°C 蒸留水に 24 時間浸漬後, 万能試験機 5567 型により支点間距離 20mm の条件で, 各試作ボンディング材について, クロスヘッドスピード 1.0mm/min で 3 点曲げ強さ試験(曲げ強さと曲げ弾性率の算出)を行った。5) 薄膜密着強度試験: スライドガラス板に 20~50 μ m の厚さの各試作ボンディング材を硬化させたものを試料とした。AE センサー付き自動スクラッチ試験機により試料の垂直方向からの荷重(0.03~15.00N)を加えた圧子(半径 200 μ m のダイヤモンド製 Rockwell indenter)を水平方向に移動(移動スピード 9.628mm/min)し, ボンディング材をスライドガラスから剥離させた時の荷重を密着強度とした。

【結果ならびに考察】UDMA/3G/HEMA を基本組成とし, S-PRG フィラーを 0~40wt% 含有させたボンディング材においてエナメル質および象牙質に対する引張り接着強さは 40wt% のものが最も高い値を示した。各種機械的強さ試験の結果, 試料に引張り応力を与える直接引張り強さは引張り接着強さと同様の傾向を示し, 圧縮応力と引張り応力の両方を与える 3 点曲げ強さはフィラー含有量が 0wt% のものが最大値を示した。また, ずり応力を与える薄膜密着強度ではすべてのものに有意差はなかった。今後, フィラーの配合量だけでなく, フィラーとマトリクスレジンとの結合状態等が力学的特性の違いによってどのように影響されるのか詳細に検討する必要があると考えている。

セルフアドヒーシブレジンセメントにおける前処理が微小引張接着強さに及ぼす影響

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

○星加知宏, 西谷佳浩, 森本紗也子, 渋谷和彦, 田中久美子, 大原直子, 吉山昌宏

Effect of pretreatment for the micro-tensile bond strengths using self-adhesive resin cements

Department of Operative Dentistry, Okayama University Graduate School of Medicine, Okayama, Japan

○Hoshika Tomohiro, Nishitani Yoshihiro, Morimoto Sayako, Shibuya Kazuhiko, Tanaka Kumiko, Ohara Naoko,

Yoshiyama Masahiro

【研究目的】

歯冠修復物の装着には、様々な接着性レジンセメントが用いられている。特に各被着体に対して前処理を必要としないセルフアドヒーシブレジンセメントが開発されたことで、臨床操作がより簡略化されてきている。以前、all-in-one adhesive による前処理を行うことで、24 時間後の象牙質引張接着強さが向上することを報告したが、本研究では、Maxcem (Keer) および G-CEM (GC) を用いて、OptiBond All-In-One (Keer) あるいは G-Bond (GC) による前処理の有無がサーマルサイクル (TC) 負荷試験後の微小引張接着強さならびに被着面および接着界面の微細構造に及ぼす影響について検討した。

【材料と方法】

1. 試料体の作製

接着試験には新鮮なヒト抜去健全大白歯を用い、歯冠中央部を耐水研磨紙#600 まで研磨した象牙質面を被着面とした。また、被着体には表面処理を行ったコンポジットレジンブロック (バルグラス NG, Kerr/Sybron Dental) を用いた。実験群を Maxcem のみ、OptiBond All-In-One による歯面処理後 Maxcem, G-CEM のみ、G-Bond による歯面処理後 G-CEM の 4 群とし、各条件下で接着試料体を作製した後に、24 時間 37°C 水中保管したものを実験に供した。

2. 接着強さの測定

試料体を精密低速切断機 (Isomet, Buehler) を用いて連続切片に切り出し、各切片を接着面積が 1.0 mm² になるようにダンベル型にトリミングを行った。直後にマイクロテンシル法による引張接着試験を行った群を TC0 群とし、トリミング後 20000 回のサーマルサイクル試験を行った群を TC20000 群として、接着試料体の一部をランダムに抽出して引張試験を行った。微小引張試験は卓上万能試験機 (EZ Test, Shimadzu) を用いて、クロスヘッドスピード 1.0mm/min の条件下で行った。試料数を各 10 個とし、得られた結果は Two-way ANOVA と Tukey's test を用いて有意水準 5% にて統計処理を行った。

3. SEM 観察

引張試験に用いなかった接着試料をランダムに抽出して、TC0 群、TC20000 群共に SEM (DS-720, Topcon) にて接着界面を観察した。

【結果および考察】

各群の接着強さを表 1 に示す。Maxcem, G-CEM ともに前処理を行うことで有意に引張接着強さの向上が見られた。20000 回の TC 負荷により、前処理の有無にかかわらず Maxcem 群では有意に低下したが、

G-CEM 群では低下は認められなかった。歯面処理の有無、TC 負荷の有無が同一の条件においては、材料間で引張接着強さに有意差は認められなかった。

これらの結果から、G-CEM 群においては G-CEM および前処理に用いた G-Bond に共通して含まれる 4-MET やリン酸エステルモノマーなどの接着性モノマーがサーマルサイクル負荷後の接着性の維持に寄与している可能性が示唆された。

【結論】

いずれのセルフアドヒーシブレジンセメントにおいても all-in-one adhesive による前処理を行うことによって、TC 負荷 20000 回後においても有意に高い接着強さが維持されることが示唆された。

表 1. 象牙質引張り接着強さ (Mean±S.D., MPa)

		歯面処理(-)	歯面処理(+)
Maxcem	TC 0	7.9±1.7 ^a	23.2±4.3 ^c
	TC 20000	3.8±1.1 ^b	16.6±3.0 ^d
G-CEM	TC 0	7.0±1.9 ^a	20.8±6.8 ^c
	TC 20000	4.7±0.9 ^{ab}	19.0±4.7 ^{cd}

同じ文字間には有意差なし (p>0.05) (N=10)

フッ素配合新規知覚過敏抑制材 MSF-11 の耐酸性について

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

○宮森沙耶香¹, 大槻晴夏¹, 小里達也¹, 西谷佳浩², 吉山昌宏²

Anti-demineralization of newly developed desensitizer (MSF-11) containing fluoride

Sun Medical Co., Ltd. Research and development department, Shiga, Japan¹, Department of Operative dentistry, Field of
Study of Biofunctional Recovery and Reconstruction, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and
Pharmaceutical Sciences, Okayama, Japan²

○Miyamori Sayaka¹, Otsuki Haruka¹, Ori Tatsuya¹, Nishitani Yoshihiro², Yoshiyama Masahiro²

【緒言】

知覚過敏抑制材料は各メーカーから種々販売されているが、大きく分類すると歯質成分との反応により開口した象牙細管を封鎖することによって痛みを抑制する材料と、歯質表面に浸透・重合することにより数 μm から数十 μm のレジン硬化被膜の形成によって抑制する材料とに二分される。前者に相当する知覚過敏抑制材「MSコート」(サンメディカル)は1998年に発売が開始され、2009年には成分並びに使用方法はそのまま1ポトル化された「MSコート ONE」に改良されており、何れもMSポリマーと歯質の反応によって水に難溶なポリマー被膜が形成されることにより、知覚過敏症だけでなく脱灰並びに口腔レンサ球菌の付着をも抑制する特性があることがこれまでに報告されている。

近年、高齢化並びに歯の延命化が進むに伴い、くさび状欠損や露出歯根に発症する知覚過敏症が増加しており、また一方では、酸性食物の影響による酸蝕から知覚過敏症を誘発する症例についても増加傾向にある。このような状況の中、新たに開発された知覚過敏抑制材(開発コード: MSF-11)はMSコートの主成分であるMSポリマーにフッ化物を組み合わせることで、ポリマー被膜の耐酸性を更に向上させることで知覚過敏症のみならず、根面う蝕の進行抑制や酸蝕歯の石灰化促進に繋がることを期待できる。

そこで我々は、MSF-11の知覚過敏抑制能並びにポリマー被膜の耐酸性を評価するべく、走査型電子顕微鏡(SEM)及び高周波誘導結合プラズマ(ICP)発光分光分析装置を用い、開口した象牙細管の封鎖性並びに乳酸浸漬による脱灰量の比較検討を行ったので報告する。

【材料及び方法】

冷凍保管されたウシ新鮮抜去歯を用い、耐水エメリー紙を用いて歯冠部象牙質を露出し、#2000まで研磨した。その後、露出面を3分間ブラッシングし、超音波洗浄器にて35分間洗浄した。SEM観察による細管封鎖性確認サンプルは、面積規定を行った後に各々30秒間擦り塗り処理を行い、乾燥・水洗処理を行った。さらに乾燥させた後、白金蒸着を施してSEM(JSM-5610LV, 日本電子)観察を行った。一方、脱灰量測定サンプルはウシ根管象牙質を使用し、上記同様に象牙質を露出させた。その後、 $10 \times 10 \times 2\text{mm}$ となるように試験に用いる露出象牙質面以外を研削し、 $\phi 4.8\text{mm}$ に試験面積を規定するべく、周囲は接着材を用いて完全にコーティングを施した。次いで精製水にて洗浄し、SEMサンプル同様にMSコートONE及びMSF-11を適用した。そのサンプルを 37°C の 0.1mol/L 乳酸(pH 4.5)に浸漬し、2時間後の溶出カルシウム量をICP発光分光分析装置(SPS7700, セイコー)にて測定した。

【結果及び考察】

SEMにて細管封鎖性を比較した結果、MSコートONEとMSF-11は共に90%以上の高い細管封鎖性を有していることが確認された。一方、乳酸浸漬によるコート面からの溶出カルシウム量の測定では、MSF-11を塗布した歯面からの脱灰カルシウム量がMSコートONEのそれに比べて有意に減少していることが確認された($p < 0.05$)。これらの結果より、MSF-11は高い細管封鎖性を有しているが、MSポリマーとフッ化物との相乗効果により、MSコートONE以上の高い耐酸性を有したポリマー被膜を歯質表面に形成していることが示唆された。また、知覚過敏症の抑制のみならず、フッ化物の効果によって歯質の石灰化促進効果も期待できると考える。

【結論】

新たに開発されたフッ化物配合の知覚過敏抑制材MSF-11は、高い象牙細管封鎖性を維持しつつ、従来のMSコートONEより有意に高い耐酸性のポリマー被膜を歯質表面に形成していることが示唆された。

歯質表面損失症候群の診断・治療法の開発—人工酸蝕歯の再石灰化とレジン接着性

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

○吉山昌宏, 田中久美子, 高橋圭, 山路公造, 西谷佳浩

Development of diagnosis and method of treatment of tooth surface loss

-Remineralization of artificial acid erosion tooth and resin-adhesion

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

Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

○Yoshiyama Masahiro, Tanaka Kumiko, Takahashi Kei, Yamaji Kozo, Nishitani Yoshihiro

【研究目的】う蝕, 歯周病に次ぐ第3の歯科疾患として注目されている Tooth Wear は実に成人の 80%以上が罹患していると言われており, 大きく咬耗・摩耗・酸蝕症の 3 つに分類されている. さらに近年, Tooth surface loss (TSL, 歯質表面損失症候群) という非う蝕性の表面歯質アパタイトの慢性的な損失を示した概念が発表された. TSL には Tooth Wear のほかにアブフラクションや歯根露出も含まれ, 昨年 9 月に NHK 総合番組「ためしてガッテン」でも特集され, 国民の注目を集めている. 前回の本学会では, デジタルマイクロスコープを用いてヒト抜去歯の咬耗面を観察し, その表面積を計測した. 今回, 人工酸蝕歯を用いて唾液による再石灰化能を検討するとともに, ワンステップボンディングシステムの人工酸蝕象牙質への接着性を検討した.

【材料および方法】健全ヒト抜去大白歯の歯冠部咬合面象牙質平坦面を露出後, 耐水研磨紙(#600)を用いて研磨した. コーラ系炭酸飲料に 5 分間浸漬し, その後, ヒト唾液中に浸漬し, 3 分後および 5 分毎にヌープ硬さを計測しながら 45 分後まで測定した. ヌープ硬さの測定には微小硬度計 (MVK-E, 明石製作所) を用いた. 次に, ヒト抜去大白歯の歯冠部咬合面の健全象牙質露出面をコーラ系炭酸飲料にて 5 分間脱灰したもの的人工酸蝕象牙質とした. 健全および人工酸蝕象牙質面に市販ワンステップ接着システムであるビューティボンド(松風)を塗布し, 光照射したのち, コンポジットレジンとしてビューティフィルフロー(松風)を約 5mm 積層充填し, 水中に 24 時間保管後, マイクロテンサイル法を用いて微小引張接着強さを測定した. 測定値は one-way ANOVA と Dunnett's test を用いて有意水準 5%にて統計処理を行った.

【結果】コーラ浸漬後の露出象牙質面の硬さを 100 とした場合, 唾液浸漬 3 分後には, ヌープ硬さが有意に上昇し, 45 分後に硬さは 112 まで上昇し, ヌープ硬さの平均値は健全部と同等の 62.6 を示した. また微小引張試験の結果から健全象牙質に対し, ビューティボンドは $35.3 \pm 1.51 \text{MPa}$ ($n=10$) を示したのに対して, 人工酸蝕象牙質では $27.1 \pm 1.86 \text{MPa}$ と, 有意に低い値を示した.

【考察および結論】ヒト抜去歯の象牙質露出面は, コーラなどの酸性飲料により大きくヌープ硬さが減弱することが示されたが, 唾液浸漬 45 分ではほぼ健全な硬さにまで回復することが示された. この結果は, 歯根露出した患者の歯磨き方法に大きな示唆を与えらる. また, コーラなどの酸性飲料で処理した象牙質への最新のレジンシステムの接着性が大きく低下することが示されたが, この結果は酸性飲料を多様する現代人の修復に大きな示唆を与えらる.

抗菌成分添加フッ化ジアミンシリケートが *S. mutans* の初期付着、バイオフィーム形成に与える影響

徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部 歯科保存学分野

○柴田眞吾, 菅俊行, 木村智子, 松尾敬志

Antibacterial activity of ammonium hexafluorosilicate with the addition of antimicrobial agent

Department of Conservative Dentistry, Institute of Health Biosciences, The University of Tokushima Graduate School

○Shibata Shingo, Suge Toshiyuki, Kimura Tomoko, Matsuo Takashi

【研究目的】我々はフッ化ジアミン銀(AgF: $(\text{NH}_3)_2\text{AgF}$, サホライド)塗布後の歯質変色という欠点を改良する目的で銀成分をシリカに置換したフッ化ジアミンシリケート溶液(SiF : $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$)を調製した。そして、様々な検討を行った結果、フッ化ジアミンシリケートはフッ化ジアミン銀と同程度の歯質脱灰抑制効果を有しており、う蝕予防に使用できる可能性が示唆された。フッ化ジアミン銀はフッ素の効果以外に、抗菌性に優れた銀成分が歯質に沈着し、う蝕進行を抑制する。シリカは銀と比較して抗菌性が劣ることから、フッ化ジアミンシリケートのう蝕抑制能はフッ化ジアミン銀と比較して劣ることが予想される。そのため、フッ化ジアミンシリケートに各種抗菌成分を添加した溶液を作成し、抗菌性を評価し、第132回本学会にて報告した。しかしながら、*S. mutans* の初期付着、バイオフィーム形成に与える影響は不明であることから、今回は菌懸濁液に浸漬する時間を変化させて、各種抗菌成分添加フッ化ジアミンシリケートの抗菌性をより詳細に評価した。

【材料および方法】細菌付着量はハイドロキシアパタイト(HAP)ディスクを用いて測定した。HAP ディスクを1mol/Lリン酸で2分間処理した後、9,000 ppmのフッ化ジアミンシリケート溶液に各種抗菌成分(クロルヘキシジン(CHX)、塩化セチルピリジニウム(CPC)、イソプロピルメチルフェノール(IPMP)、エピガロカテキンガレート(EGCG))を添加した溶液およびフッ化ジアミン銀を綿球にて3分間塗布し、水洗、乾燥後、*Streptococcus mutans* UA159 懸濁液中(105 CFU/ml, 37°C)に30分間、3時間および12時間浸漬させた。その後、HAP ディスク表面を走査電子顕微鏡(SEM)により観察した。また、正確な付着菌数の測定は、HAP ディスクに付着した細菌を剥離し、嫌気培養(37°C)後のCFU算定を行い、各種抗菌成分を添加したフッ化ジアミンシリケート溶液の抗菌性を抗菌成分無添加の溶液およびフッ化ジアミン銀と比較した。

【結果】SEM観察では各種抗菌成分添加フッ化ジアミンシリケート処理後には*S. mutans* 懸濁液浸漬30分、3時間、12時間後のいずれの試料についても未処理のものと比較すると細菌付着の減少が見られた。しかしながら、抗菌成分無添加フッ化ジアミンシリケート処理した場合より細菌付着の減少がみられたのはCPC添加フッ化ジアミンシリケートとフッ化ジアミン銀のみであった。CFU算定(log CFU/ml)の結果では、付着菌数はいずれの浸漬時間においても抗菌成分無添加フッ化ジアミンシリケートおよびCHX, CPC, IPMP, EGCG添加フッ化ジアミンシリケートは30分では4.08(抗菌成分無添加SiF), 4.10(SiF+CHX), 3.58(SiF+CPC), 4.09(SiF+IPMP), 4.13(SiF+EGCG), 3時間では5.29(抗菌成分無添加SiF), 5.33(SiF+CHX), 4.10(SiF+CPC), 5.26(SiF+IPMP), 5.32(SiF+EGCG), そして、12時間では6.39(抗菌成分無添加SiF), 7.20(SiF+CHX), 4.60(SiF+CPC), 7.13(SiF+IPMP), 7.23(SiF+EGCG)であった。一方、フッ化ジアミン銀は30分3.48、3時間3.92、12時間4.30であり、CPCをフッ化ジアミンシリケートに添加することにより*S. mutans* の初期付着およびバイオフィーム形成に対してフッ化ジアミン銀と同程度の抗菌性が得られることが示された。

【結論】フッ化ジアミンシリケート溶液にCPCを添加することでフッ化ジアミンシリケート溶液単独の持つ抗菌性を阻害することなく*S. mutans* の初期付着とバイオフィーム形成に対してフッ化ジアミン銀と同程度の抗菌性を発揮することが明らかとなった。したがって、CPC添加フッ化ジアミンシリケート溶液がう蝕予防、う蝕進行抑制剤として臨床応用できる可能性が示唆された。

***Lactobacillus salivarius* WB21 配合オイルの口腔内投与による口腔内環境の改善効果についての介入研究**

福岡歯科大学 総合歯科学講座 総合歯科学分野¹, たなべ保存歯科²,

九州大学大学院歯学研究院口腔保健推進学講座³

○鈴木奈央¹, 田邊一成², 竹下徹³, 米田雅裕¹, 岩元知之¹, 大城末子², 山下喜久³, 廣藤卓雄¹

Intervention study concerning improvement effect of oral environment by oral administration of the oil containing

***Lactobacillus salivarius* WB21**

Section of General Dentistry, Department of General Dentistry, Fukuoka Dental College, Fukuoka, Japan¹, Tanabe
Preservative Dentistry, Fukuoka, Japan², Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dental Science, Kyushu University,
Fukuoka, Japan³

○Suzuki Nao¹, Tanabe Kazunari², Takeshita Toru³, Yoneda Masahiro¹, Iwamoto Tomoyuki¹, Oshio Sueko²,
Yamashita Yoshihisa³, Hirofuji Takao¹

【研究目的】*Lactobacillus salivarius* WB21 株はこれまでに、本菌を配合した錠菓を用いた臨床実験で、喫煙者における歯周病の症状改善、歯肉縁下プラークの全菌数と歯周病原細菌 *Tannerella forsythensis* の減少、口臭レベルの減少などが報告され、有効な口腔内プロバイオティクス株として注目されている (Shimauchi et al. *J Clin Periodontol* 2008;35:897-905; Mayanagi et al. *J Clin Periodontol* 2009;36:506-513; Iwamoto et al. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:201-208)。しかしながら、これらの研究に使用した錠菓にはキシリトールなどの菌以外の有効成分も含まれている。本研究では、*L. salivarius* WB21 株単独の口腔内環境に及ぼすプロバイオティクス効果を調べるために、大豆油に *L. salivarius* WB21 株の生乾燥菌体を入れたサンプルを作製し、一般患者を対象にした二重盲検ランダム化比較試験を行った。

【対象者と方法】*L. salivarius* WB21 配合オイルの作製は、わかもと製菓株式会社研究開発本部相模研究所に依頼した。研究対象者はたなべ保存歯科の初診患者で、十分に研究内容を説明した上で理解し同意を得た 42 名に対して、二重盲検ランダム化比較試験を実施した。一日 3 回毎食後、舌背中央部にオイルを 5 滴滴下し、舌を使ってオイルを口腔内にまんべんなく行き渡るように指示した。一日の菌の摂取量は約 4.0×10^8 colony forming units である。オイルの摂取は 2 週間継続し、実験開始前と開始 2 週間後に口腔内診査と唾液採取を行った。実験期間中には口腔清掃習慣を変えないように指示した。また、実験期間中は抗菌薬服用と歯科治療を禁止した。歯式、歯周ポケット深、プロービング時出血 (以下 BOP%という)、唾液量、pH、唾液中の細菌数を調べた。さらに唾液サンプルについて、T-RFLP (terminal restriction fragment length polymorphism) 法を用いて菌叢解析を行った。実験開始前から 2 週間の値の変化については Wilcoxon signed-rank test を、2 週間後の値を群間比較する場合には Mann-Whitney U test を用いた。

【結果】*L. salivarius* WB21 配合オイル群 (以下 WB21 群という) は 20 名、プラセボ群は 22 名であった。年齢、性別、実験開始前の臨床および細菌パラメータの群間比較において、統計学的有意な差はみられなかった。実験開始前と 2 週間後の臨床パラメータの変化について解析したところ、両群とも BOP%の減少と刺激唾液量の増加が有意に認められた。続いて BOP%の変化について群間比較を行ったところ、WB21 群はプラセボ群に比較して BOP%が有意に減少していた。唾液中の菌数解析では、全菌数が WB21 群で有意に減少した。また有意差はないが、WB21 群では歯周病細菌 *Prevotella intermedia*, *T. forsythensis*, *Treponema denticola*, *Fusobacterium nucleatum* の菌数が減少した。これに対してプラセボ群では歯周病細菌の減少はみられず、*P. intermedia* においては有意に増加した。*L. salivarius* 菌数は WB21 群で有意に増加したが他の口腔内細菌に対して菌数は少なく、過剰増殖は認められなかった。T-RFLP 解析では、WB21 投与によって特徴的に増減する菌種は認められなかった

【考察・結論】本研究の結果、プラセボ効果によって両群ともに臨床所見に改善がみられた。しかしながら WB21 群ではプラセボ群に比較して BOP%が有意に減少し、本菌の炎症改善能力を確認することができた。また WB21 群においては全菌数の有意な減少と *L. salivarius* の有意な増加が認められた。一方、主要な歯周病細菌は減少したが統計学的有意差は認められず、菌叢解析では特徴的に増減する菌種は認められなかった。今後は、WB21 投与の口腔内細菌叢に対する作用が、菌叢を変えずに全菌数を減少させるのか、あるいは短期間の試験のために特異的作用が数値に表れなかったのかを明らかにするために、試験期間を延長して検証していきたい。

組織再生用キトサン由来多孔性担体の特性について

長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 展開医療科学講座 歯科学群 齶蝕学分野

○池田毅, 池田香, 石崎秀隆, 柳口嘉治郎, 林善彦

Characteristic of chitosan sponge as a scaffold for tissue engineering

Department of Cariology, Subunit of Dentistry, Unit of Translational Medicine, Medical and Dental Sciences, Doctoral Course, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

○Ikeda Takeshi, Ikeda Kahori, Ishizaki Hidetaka, Yanagiguchi Kajirou, Hayashi Yoshihiko

【目的】組織内で細胞の増殖と分化誘導を行い、正常組織や臓器を再生させる治療の試みが再生医療である。それには増殖と分化に適した場を構築することが重要であり、この再生の場の構築には細胞ならびに細胞増殖因子などの足場材が不可欠である。従来より足場材としては無機材料や有機高分子が用いられており、前者にはHAPや β TCPやCaCO₃などがあり、後者には天然高分子としてコラーゲン、ゼラチン、セルロース、ヒアルロン酸やキチン、キトサンなどがあげられる。

キチンは、昆虫類やカニやエビの外骨格や細菌の細胞壁に存在し、NアセチルDグルコサミンを基本構成単位とする生体内高分子のアミノ多糖体である。キチンを脱アセチル化処理して得られるキトサンは生体親和性、生分解性や細胞接着に優れ、様々な形状への加工特性も担持することから有益なバイオマテリアルの一つと考えられている。

我々の教室では以前よりこのような特性を利用し、キトサンによる骨芽細胞の増殖と分化の亢進、生物学的初期石灰化促進効果などの有用性を実証してきた。

そこで今回、組織再生を目指した細胞の足場材として、キトサンから作製した多孔性担体の機械的特性や生体安全性、また細胞増殖因子や液性因子を添加した場合の徐放性について、さらに歯髄組織中への埋入に伴う生体反応を検討した。

【材料および方法】1、2、4%キトサン溶液を調整後、凍結乾燥処理を行いスポンジ状に成形した。スポンジ体の機械的特性については、円柱状のサンプルを使用し、床置型オートグラフを用い(Load:20N、Stroke:10mm、Time:120sec、Cross Headspeed:1mm/min の条件)静的引張試験を行い、強度評価を行った。また、安全性についてはスポンジ体を1時間浸漬したPBS緩衝液から検体を採取し、マイクロプレートリーダーを用い吸光度(405nm)で経時の変化率(mAbs/min)を測定し、エンドキシン含有量(EU/ml)を算出した。スポンジ体の徐放性を検討するため、細胞成長因子としてrh-bFGFならびに血管新生、歯髄創傷治癒促進、象牙質形成促進能を有するとされている液性因子であるMMP3を各々500ngおよび33ng添加したスポンジ体からの経時的な遊離量はELISA法で計測した。

埋入試験にはラットを用い、腹腔内麻酔を施したのち下顎骨骨面を露出させ、オトガイ孔下方の骨表面から切歯歯根表面セメント質まで達する直径約1mmの円筒形骨窩洞を形成した。その後、鋭利な探針にて露髄させ、キトサンスポンジ体が歯髄面に接するよう填入した。術後1、3、5、7日経過時に各々のラットを灌流固定した後、下顎骨を摘出し厚さ約3 μ mの凍結切片を作製し、H-E染色を行い光学顕微鏡下で観察した。

【結果および考察】機械的特性については、湿潤状態で0.08MPaという引張強度を示し、従来の牛由来1型コラーゲンスポンジからなる生体材料(0.02MPa)に比べ、高い引張強度であることが判った。

スポンジ体内からのエンドキシン溶出量については、1%群および4%群が各々0.018、0.012EU/mlとなり、いずれも日常の臨床に多用されている注射用水の目安規格値である0.25 EU/ml以下であり、十分安全性が確保できていることが判明した。

rh-bFGFの徐放性については、1%キトサン群では浸漬後1週間経過時に約80%が放出され、2%群では2週間経過時に70%が放出され、4%群では2週間経過時に50%が放出され、その後も持続的に遊離された。同様にMMP3については全てのキトサン群において浸漬直後に約15~20%が放出され、その後は経時的に一定のペースで遊離され続け、5~6週間時に初期添加量の90%以上放出される傾向を示した。

動物実験における病理組織反応については、術後1日経過時には歯髄組織内に填入されたスポンジ周囲に好中球を主体とした炎症性細胞浸潤が観察された。術後3日経過以降は経時的に炎症反応は軽減していき、術後7日目にはキトサンを被包する線維芽細胞様組織が観察されるとともに脈管新生も確認された。

この結果より歯髄組織に対してキトサン由来の多孔性担体は生体親和性を有することが示唆された。

【結論】臨床応用する場合、使用する生体材料の安全性の確保や機械的物性、化学的特性、さらには様々な細胞成長因子を徐放させるなどの機能性や適当なタイミングでの生分解性などが重要な要素となる。今回の結果から試作したキトサンスポンジは、組織再生用担体としての可能性が示唆された。

口腔内細菌に対する酵素の恵み[®]の効果

日本歯科大学新潟生命歯学部歯周病学講座¹, (医)富信会 とみい歯科医院², 株式会社クリエイトアイワ³

○織田洋武¹, 山下穰¹, 眞柄武司², 富井信之², 高橋秀一³, 佐藤聡¹

The effect of soy nucleic acid[®] on oral pathogen

The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Niigata Department of Periodontology¹, Medical Corporation

Fuushinkai Tomii Dental Clinic², CREATE AIWA Co.,Ltd.³

○Oda Hirotake¹, Yamashita Joe¹, Magara Takeshi², Tomii Nobuyuki², Takahashi Syuichi³, Sato Soh¹

【目的】口腔内の主要な疾患であるウ蝕と歯周病は歯の周囲に沈着するプラーク(デンタルプラーク)が原因である。プラークは形成される部位により、歯肉縁上に形成される縁上プラークと歯周ポケット内に形成される縁下プラークに分けられる。縁上プラークは主に初期のプラーク形成に関与し、ウ蝕の病原菌と考えられている *S. mutans* が含まれる。一方、縁下プラークは縁上プラークが歯肉溝に伸長することにより形成され、歯周病原細菌と考えられている *P. gingivalis*, *T. denticola*, *A. actinomycetemcomitans*, *T. forsythensis* などから構成されている。ウ蝕と歯周病の治療や予防においてはプラークの機械的・化学的除去や原因菌の選択的除菌は必須であると考えられているが、機械的なプラークの除去(ブラッシング)はホームケアとして技術的に難しく、クロルヘキシジン、ヨード、抗菌薬などを用いた化学的除菌は対象とする原因菌が複数種であるため完全な除菌は困難である。そのため近年では、さらなるプラークの機械的除去方法の開発や薬剤の検討が行われている。酵素の恵み[®]は大豆を乳酸菌などで発酵させた pH5.5~6 の濃縮酸素液で、血中コレステロール低下作用、血圧上昇抑制、抗酸化作用、肥満防止などの効果があげられている。また、殺菌作用や抗菌作用も認められ、胃癌の原因菌として注目されている *Helicobacter pylori* にも強力な殺菌作用が認められている。しかし、酵素の恵み[®]の口腔内に対する影響をみた報告はまだない。われわれは口腔内細菌に対する酵素の恵み[®]の効果を検討した。

【方法】今回研究に用いた酵素の恵み[®]は、株式会社 クリエイト アイワ KU から提供された。10mM のリン酸緩衝液(pH7.4)で洗浄した *P. gingivalis* (W83, ATCC33277), *S. mutans* (ATCC25175), *A. actinomycetemcomitans*(ATCC29522)を各濃度の酵素の恵み[®] (3倍、等倍、1/2)と対照群の 10mM Tris-HCl(pH5.5)で1分間処理した。その後連続段階希釈し、*S. mutans* は Brain Heart infusion(BHI)寒天培地、*P. gingivalis* は BHI に 5 μ g/ml のヘミンと 0.5 μ g/ml のメナジオンを添加した寒天培地に塗抹し、各条件(嫌気、好気、5%CO₂)で培養した。評価は Colony Forming Units(CFU)により行った。

【成績】3倍濃縮の酵素の恵み[®]は *S. mutans* と *P. gingivalis*(W83, ATCC33277), *A. actinomycetemcomitans* の増殖を有意に抑制した。また、等倍濃度は対照群と比較して、*P. gingivalis* (W83, ATCC33277)と *A. actinomycetemcomitans* では有意に増殖の抑制が観察されたが、*S. mutans* では増殖の抑制が認められなかった。また、1/2濃度では *S. mutans* の増殖に影響を認められなかったが、*A. actinomycetemcomitans* の増殖は有意に抑制した。最も酵素の恵み[®]の増殖抑制効果が認められた菌種は *P. gingivalis* (W83, ATCC33277)で、1/2濃度においても大きく増殖を抑制した。

【結論】酵素の恵み[®]は口腔内細菌に対して増殖抑制作用を認めた。しかし、酵素の恵み[®]には様々な微量成分(カルシウム、マグネシウムなど)と天然アミノ酸が含まれている。今後、酵素の恵み[®]に含有されている抗菌作用の成分を検討していく。

朝日大学歯学部附属病院保存科におけるコーンビーム CT 撮影の状況について

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科保存学分野

○服部真丈, 瀧谷佳晃, 堀雅晴, 関根源太, 森春菜, 山田麻衣子, 武田進平, 富田昌嗣, 河野哲, 吉田隆一

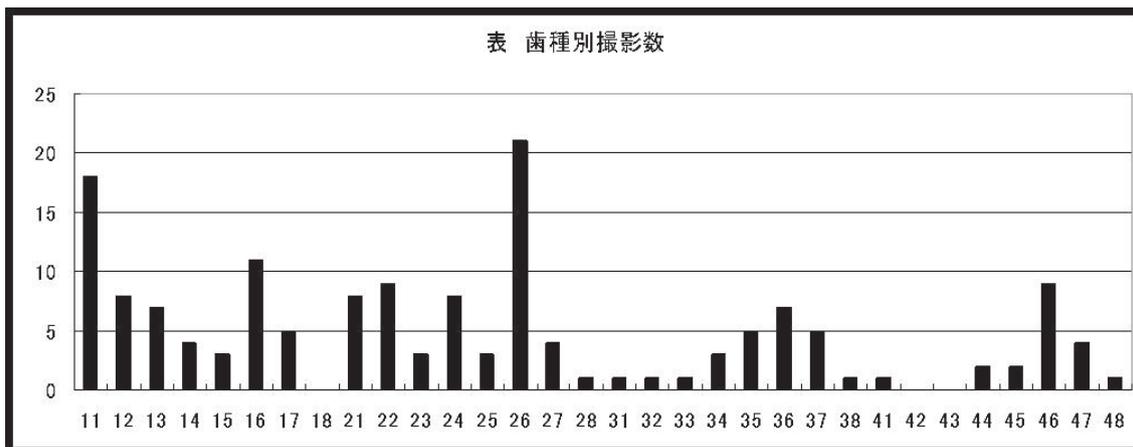
Usage Survey of Cone-beam Computed Tomography in Asahi University Dental Hospital

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

○Hattori Masahiro, Takitani Yoshiaki, Horii Masaharu, Sekine Genta, Mori Haruna, Yamada Maiko, Takeda Shinpei, Tomita Masatugu, Kawano Satoshi, Yoshida Takakazu

【緒言】朝日大学歯学部附属病院では、2008年8月にコーンビームCT(3DX MULTI-IMAGE MICRO CT, モリタ, 京都)を導入し、任意の3方向断面から観察することで、従来の口内法やパノラマX線撮影では詳細な診断が困難な症例を高い精度で正確に診断し、治療成績の向上に貢献している。そこで今回、本学附属病院保存科医局員のコーンビームCT撮影の状況について集計、分析したので報告する。【対象および方法】2008年8月から2010年12月までに本学附属病院保存科を受診し、コーンビームCT撮影を行った患者を対象とした。撮影、診断は保存科医局員9名が行った。集計は、CT撮影前の単純撮影と症状から得られた仮の診断、撮影後の確定診断、治療方針、評価について調査し、仮の診断名、確定診断名とも根尖透過性病変、破折、穿孔、フェネストレーション、未探索(見逃し)根管、その他(根管充填後の経過観察など)の6項目、治療方針は経過観察、根管治療、外科的歯内療法、抜歯、その他(抜歯以外の外科処置)の5項目、評価はCT撮影前の仮の診断と撮影後の確定診断が一致したもの、一致しなかったもの、異常所見がないもの、その他の4項目に分類した。【結果】対象は患者156名156歯であった。歯種別の撮影数を下表に示す。撮影部位は上顎左側第一大臼歯の21歯が最も多く、次いで上顎右側中切歯の18歯であった。CT撮影前の仮の診断は根尖透過性病変の96歯、破折の23歯、その他の18歯、フェネストレーションの10歯、未探索(見逃し)根管の5歯、穿孔の4歯であった。撮影後の確定診断では根尖透過性病変の86歯、その他の34歯、破折の14歯、フェネストレーションの8歯、未探索(見逃し)根管の8歯、穿孔の6歯であった。仮の診断と確定診断が一致しているのは117歯、一致していないものは18歯、CT撮影で異常所見がないものは12歯、その他は9歯であった。治療方針は根管治療の68歯、経過観察の30歯、外科的歯内療法の27歯、抜歯21歯、その他の10歯であった。【結論および考察】上顎大臼歯の撮影が多くみられたのは、歯根と頬骨弓の重なりによる解剖学的形態から従来の口内法やパノラマX線撮影読影が困難であるからと考えられる。上顎前歯は近遠心的な病変の観察によるのが理由と思われる。確定診断は75%が仮の診断と同一であったが、穿孔や、フェネストレーション、見逃し根管などコーンビームCT撮影により診断できたことで、的確な治療方法を選択することができた症例も少数ではあるがみられた。しかし、根管充填されている場合、破折の診断はアーチファクトの影響によりコーンビームCT撮影でも困難であり、他の診査と併用することが望ましいと思われる。今回の集計、分析によりコーンビームCT撮影による診査、診断が有用であることを確かめられた。

表 歯種別撮影数



ブタ歯髄・骨髄・脂肪 CD31- SP 細胞の歯髄再生能の比較

愛知学院大学 歯学部 小児歯科学講座¹, 国立長寿医療センター研究所 口腔疾患研究部², 愛知学院大学 歯学部
歯内治療学講座³

○石坂亮¹, 庵原耕一郎², 古賀豪², 福田理¹, 中村洋³, 中島美砂子²

Pulp Regeneration Induced by porcine Pulp CD31- SP Cells Compared with Bone Marrow and Adipose CD31- SP Cells.

Department of Pediatric Dentistry.School of Dentistry.Aichi Gakuin University.Aichi. Japan¹, Department of Oral Disease
Research.National Insitute of Longevity Sciences. Aichi. Japan², Department of Endodontics.School of Dentistry.Aichi
Gakuin University.Aichi. Japan³

○Ishizaka Ryo¹, Iohara Koichiro², Koga Takeshi², Fukuta Osamu¹, Nakamura Hiroshi³, Nakashima Misako²

【目的】

私どもは歯髄幹細胞を用いて、う蝕・歯髄炎の新しい歯髄・象牙質再生治療法を開発してきた。その中で血管新生・神経再生能に優れた歯髄幹細胞画分 CD31⁺SP 細胞を分取した。この細胞は、マウス下肢虚血部において血流回復・血管新生を促進し(第 125 回日本歯科保存学会発表)、ラット脳梗塞部において血管新生・神経再生を促進し運動麻痺を回復させることを報告した(第 128 回日本歯科保存学会発表)。また、イヌ抜歯後の根管内に移植すると歯髄を完全に再生できた(第 132 回日本歯科保存学会発表)。

しかし、歯髄は供給源として限界がある。そこで、本研究では、他組織から得られる間葉系幹細胞である骨髄および脂肪 CD31⁺ SP 細胞の歯髄再生能を、異所性歯根内細胞移植により歯髄 CD31⁺ SP 細胞と比較し、その有用性を検討した。

【対象と方法】

- 1 幹細胞分取:ブタ歯髄、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 細胞表面マーカー発現:フローサイトメーターにてブタ歯髄、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 分子生物学的解析:microarray 解析を行い、その結果高発現していた血管誘導因子あるいは神経栄養因子の 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 24 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免疫組織学的、あるいは分子生物学的に比較した。
- 6 in vitro における遊走能:TAXI Scan にて歯髄、骨髄および脂肪 CD31⁺ 細胞の SDF1 に対する遊走能を比較した。
- 7 異所性歯根内細胞移植による歯髄再生:ブタ歯根(長さ 6mm, #100 拡大)の一端を MTA セメントにて封鎖し、幹細胞をコラーゲンとともに注入後、SCID マウスへ移植し、14 日後、歯髄再生能を比較した。

【結果】

- 1 歯髄 CD31⁺ SP 細胞は、骨髄および脂肪 CD31⁺ SP 細胞に比べ幹細胞含有率が高かった(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)を発現しており、さらに歯髄 CD31⁺ SP 細胞は CD34 の発現が高かった。
- 3 歯髄 CD31⁺ SP 細胞は骨髄および脂肪 CD31⁺ SP 細胞に比べ血管誘導因子あるいは神経栄養因子の高発現がみられた。
- 4 in vitro において、歯髄 CD31⁺ SP 細胞は骨髄および脂肪 CD31⁺ SP 細胞に比べ、高い血管誘導能および神経誘導能を有していた。
- 5 歯髄 CD31⁺ SP 細胞は、骨髄および脂肪 CD31⁺ SP 細胞に比べ高い遊走能を有していた。
- 6 ブタ歯根を異所性に移植すると、歯髄 CD31⁺ SP 細胞は骨髄・脂肪 CD31⁺ SP 細胞に比べ歯髄再生能が高いが、骨髄・脂肪 CD31- SP 細胞移植でも歯髄様組織が再生された。

【結論】

骨髄および脂肪 CD31⁺ SP 細胞は歯髄 CD31⁺ SP 細胞に比べて血管誘導能・神経誘導能・遊走能が低く、血管誘導因子発現が低い、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。

歯髄特異的分子マーカーとしての TRH-DE 有用性の検討

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
顎口腔外科講座²

○古賀豪¹, 山本翼², 堀部宏茂², 庵原耕一郎¹, 中島美砂子¹

Examination of TRH-DE expression as a pulp specific molecular marker

Center for Advanced Medicine for Dental and Oral Disease, National Center for Geriatrics and Gerontology, Research
Institute, Obu, Japan¹, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Aichi Gakuin University²

○Koga Takeshi¹, Yamamoto Tsubasa², Horibe Hiroshi², Iohara Koichiro¹, Nakashima Misako¹

【研究目的】

近年当研究室においては、根完成歯の抜髄後の根管内に歯髄由来 CD31⁺ SP 細胞あるいは CD105⁺ 細胞を自家移植し、完全に歯髄を再生する事に成功し、歯髄幹細胞の自家移植の有効性を明らかにした。しかしながら、歯髄幹細胞による歯髄再生を臨床応用する上で、再生された組織が歯髄であることを証明するマーカーが必要である。そこで、歯髄、歯根膜および歯肉細胞から単離した total RNA をマイクロアレイにより比較し、歯髄に高発現する遺伝子候補を得た。タンパク質情報サイトでの検索結果より、TRH-DE : thyrotropin-releasing hormone degrading enzyme に注目し、組織間での遺伝子発現量を比較する事で歯髄特異的分子マーカーとしての有用性を検討した。

【材料と方法】

1. マイクロアレイ分析

ヒトの不用歯より歯髄、歯根膜および歯肉組織を分取、total RNA を単離し、3 細胞間の遺伝子発現プロファイル比較を行った。

2. Real time RT-PCR による TRH-DE の各組織および細胞における発現解析

マイクロアレイで歯髄に高発現していた TRH-DE に対する primer を設計し、ヒト歯髄組織と他組織およびヒト歯髄、骨髄、羊膜細胞における遺伝子発現を real time RT-PCR により比較した。

3. In situ hybridization によるヒト正常歯髄での TRH-DE 発現部位確認

TRH-DE probe を作製し、ヒト歯髄および他組織の凍結切片 (Wako より購入) を用いて、In situ hybridization を行った。

4. イヌ TRH-DE のクローニング

イヌ TRH-DE をクローニングし、遺伝子配列から primer および抗体を作製した。イヌ再生歯髄での TRH-DE mRNA およびタンパク質の発現確認を行った。

【結果】

マイクロアレイ解析により得られた歯髄高発現遺伝子としては、THR-DE, GPR37, LRP1B, DAZ, および CPA6 が挙げられたが、Human Protein Atlas 等の情報サイトを使い、TRH-DE のみに候補を絞り込んだ。TRH-DE の遺伝子発現は、ヒト組織において小脳で最も高く、全脳において小脳の約 1/2、それに次いで歯髄において小脳の約 1/3 発現していた。他の組織と比較すると、歯髄における TRH-DE は少なくとも2倍以上の発現が見られた。また in situ hybridization および real time RT-PCR により、歯髄細胞における TRH-DE の発現が確認できた。

【考察と結論】

TRH-DE は、小脳に最も発現が高いものの、歯髄分子マーカーとしての有用である可能性が示唆された。今後 TRH-DE の抗体を用いて、タンパク質化学的および免疫組織学的に、分子マーカーとしての有用性のさらなる検討を行う予定である。

試作非接触型電磁式加振装置に関する基礎的研究

- 模擬歯槽骨ならびに模擬歯根膜の性状変化が測定値に及ぼす影響 -

日本大学歯学部 保存学教室歯内療法学講座¹, 日本大学歯学部 物理学教室², 日本大学歯学部 総合歯学研究所高度先端医療研究部門³, 日本大学歯学部 総合歯学研究所機能形態部門⁴

○小林千明¹, 林誠^{1,3}, 山岡大^{2,4}, 柴崎郁恵¹, 羽鳥啓介¹, 小木曾文内^{1,3}

Fundamental study of electromagnetic vibration device

- Effect of different simulated alveolar bone and periodontal ligament -

Department of Endodontics, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan¹, Department of Physics, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan², Division of Advanced Dental Treatment, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan³, Division of Functional Morphology, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry, Tokyo, Japan⁴

○Kobayashi Chiaki¹, Hayashi Makoto^{1,3}, Yamaoka Masaru^{2,4}, Shibasaki Ikue¹, Hatori Keisuke¹, Ogiso Bunnai^{1,3}

【研究目的】

歯周組織の状態を把握することは辺縁性歯周炎のみならず根尖性歯周炎や歯根破折などの診断に必要不可欠である。近年、歯の動揺を数値化して客観的に評価する機器が開発され、臨床での応用が進んでいる。しかしながら、その多くは歯の変位量を指標としているため、歯の動揺度を示すにとどまっておらず、歯周組織の全体像を把握することは困難である。演者らの講座では歯の動揺を含めた歯周組織の客観的評価方法を確立するため、電磁力を応用した非接触型電磁式加振装置を考案し、実験用植立模型を用いた力学的パラメーター(共振周波数、弾性係数ならびに粘性係数)による歯周組織応答の解析を試み、本学会にて報告してきた。

これまでの結果より、本装置を用いて種々の条件で検討を加えたところ、力学的パラメーターの変化が重要な評価指標となることが示唆された。そこで今回、模擬歯根膜のみならず模擬歯槽骨の性状変化の捕捉に活用可能かを検討することを目的に以下の実験を行った。

【材料および方法】

実験に供した植立模型は模擬歯、模擬歯根膜ならびに模擬歯槽骨により構成されている。模擬歯としてポリアセタール棒(直径 6.0mm、長さ 25.0mm)ならびに模擬歯根膜として粘膜調整材であるティッシュコンディショナーII®(松風)を使用した。模擬歯槽骨としてニッシン社製のウレタン模型、発泡ウレタン模型、ならびに両材料による二層構造模型を用いた。

実験条件はティッシュコンディショナーII®を粉 4.8g に対して液 3.0ml、4.0ml ならびに 5.0ml に調整し、模擬歯根膜の底面ならびに側面の厚さは 0.5mm、模擬歯の歯槽窩内への埋入深さは 10.0mm に統一した。植立模型は室温 23±1°C、湿度 50±5% に設定した恒温恒湿室内で作製し、模型作製 1 時間後に周波数応答特性を測定して、力学的パラメーター(共振周波数、弾性係数ならびに粘性係数)を算出した。実験に供した植立模型数は各条件で 5 個とした。

統計分析は Kruskal-Wallis ならびに Steel-Dwass test を用いて、模擬歯槽骨ならびに模擬歯根膜の性状変化が各力学的パラメーターに及ぼす影響について、それぞれ有意水準 5% にて統計学的検定を行った。

【成績および考察】

各力学的パラメーターは 3 種の異なった模擬歯槽骨模型それぞれにおいて、模擬歯根膜の液量を変化させた場合、液量が増加するに伴い有意に減少した。また、模擬歯槽骨の性状を変化させた場合、共振周波数ならびに弾性係数ではウレタン模型、二層構造模型、発泡ウレタン模型の順に測定値が高かった。粘性係数においてはウレタン模型、発泡ウレタン模型、二層構造模型の順に測定値が高かった。これらは模擬歯槽骨と模擬歯根膜の性状変化を捉えたものと推察された。

【結論】

以上のことから、非接触型電磁式加振装置は模擬歯槽骨ならびに模擬歯根膜の性状を力学的パラメーターの変化として検出でき、歯周組織の状態を把握できる可能性があることが示唆された。

口腔乾燥症(ドライマウス)の臨床統計的検討-当院における口腔ケア・ドライマウス外来について-

京都府立医科大学 大学院医学研究科 歯科口腔科学¹, 社会保険京都病院歯科口腔外科², 国保京丹波町和知歯科診療所³, 宇治徳洲会病院歯科口腔外科⁴

○西垣勝¹, 長谷川彰則², 長谷川徹¹, 大迫文重¹, 雨宮傑¹, 坂下敦宏³, 中村亨⁴, 山本俊郎¹, 金村成智¹

Clinical statistical examination of xerostomia-About oral health care and xerostomia outpatient in this hospital-

Department of Dental Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine Graduate School of Medical Science¹, Department of Oral Surgery and Dentistry, Social Insurance Kyoto Hospital², Kokuho Kyotambacho Wachi Dentistry Medical Office³, Department of Oral Surgery and Dentistry, Uji Tokushukai Hospital⁴

○Nishigaki Masaru¹, Hasegawa Akinori², Hasegawa Toru¹, Oseko Fumishige¹, Amemiya Takeshi¹, Sakashita Nobuhiro³, Nakamura Toru⁴, Yamamoto Toshiro¹, Kanamura Narisato¹

近年、口腔乾燥症は増加傾向をたどり、口腔の健康に影響を与えている。口腔乾燥症とは、一般的には唾液分泌減少に伴う主観的な口腔乾燥(ドライマウス)の訴えをいう。しかしながら、口腔乾燥を訴えるものの唾液分泌量の明らかな低下を認めない症例や、明らかに口腔粘膜が乾燥しているにもかかわらず乾燥感の自覚がない例も少なくない。

そこで、今回、我々は昨年6月から新たに専門外来を立ち上げ、受診状況について検討を加えたので報告する。2010年6月から2011年1月までの約7ヶ月間に京都府立医科大学附属病院の口腔ケア・ドライマウス外来を受診した40人を対象とし、1)性別および年齢別、2)主訴、3)薬物服用、4)既往歴、5)唾液分泌量、6)口腔水分計による検査、7)ドライマウスの原因の集計を行い、次のような結果を得た。

1)受診者の性差は、男性6人、女性34人で、年齢は男女ともに70歳代が最も多かった。2)口腔乾燥・口渇を主訴とする受診者がもっとも多かった。3)薬剤服用のある者は28人、薬剤服用がない者は11人であった。4)既往歴は、消化器疾患や精神・神経疾患が多かった。5)安静時唾液分泌量は、低下が認められた者が4名(33%)、低下が認められなかった者が8名(64%)、ガムテストによる唾液分泌量は、低下が認められた者が17人(57%)、低下が認められなかった者が13名(43%)、サクソテストによる唾液分泌量は、低下が認められた者が15人(39%)、低下が認められなかった者が23名(61%)であった。6)口腔水分計による検査では正常領域が最も多かった。7)シェーグレン症候群と診断された者は、12%であった。

以上の結果から、口腔乾燥症の発症には複合的な要因により成立しており、その治療には慎重でかつ多方面からのアプローチが必要であると思われた。

誤嚥防止ロール状ガーゼの開発

北海道大学 大学院歯学研究科 口腔健康科学講座 歯科保存学教室

○福山麻衣, 川本千春, 佐野英彦

The invention of rolled gauze to prevent mis-swallowing

Department of Restorative Dentistry, Division of Oral Health Science, Hokkaido University Graduate School of Dental
Medicine, Sapporo, Japan

○Fukuyama Mai, Kawamoto Chiharu, Sano Hidehiko

【緒言】 歯科用ロール綿は様々な歯科治療中、防湿・圧排を目的として日常的に使用されているが、近年、誤嚥による事故が度々報告されている。そこで、ロール綿をより安全に使用し、誤嚥による事故を減少させるため、また、置き忘れ防止や取り出しを容易にするため、糸付きにすることを考えた。しかし、従来のロール綿では加工糸を縫い付けることが難しく、糸が外れる危険性も有するため使用できなかった。そのため、ガーゼを使用して「誤嚥防止ロール状ガーゼ」(特許出願中)を開発し、その性能について検討したので報告する。【材料および方法】 1、材料試作品の作製は hopes®(日本メディカルプロダクツ株式会社)に依頼し、ロール状に丸めた医療用ガーゼ(日本薬局方)に糸(綿糸)を付けた。幼児・小児から大人・高齢者、在宅治療など様々な症例に対応できるように、3タイプ試作した。30×300mm のガーゼをロール状にしたものを大、30×250mm を中、30×150mm を小とし、大きさはガーゼの長さで調整した。そのため、ロール状ガーゼ個々の大きさは異なる(表1)。また、図1に実際に試作した糸付きロール状ガーゼを示す。なお、コントロールとして、従来のロール綿(白十字社ロール綿)(長さ:30mm、直径:10mm)に、ロール状ガーゼと同様の綿糸を同じ長さで結びつけたものを用いた。2、吸水試験試作品が実際にどの程度防湿能力があるかを調べるため、吸水試験を行った。通常、ロール綿の材料となる脱脂綿と試作品のロール状ガーゼはそれぞれの基準となる規格が異なるため、吸水試験方法も異なる。そのため、今回は臨床で応用することを考慮し、診療で使用している形態、すなわちロール状の試料を用いて相対的に吸水量を測定する事とした。ロール綿およびロール状ガーゼを3分間蒸留水に浸漬し、1分間網の上で水を切り、その後重量を測定した。【結果】表2に各材料の吸水量を示す。ロール状ガーゼ大、中、小の各材料間で有意差が認められた。また、ロール綿に比べるとロール状ガーゼ大で吸水量が有意に大きく、ロール状ガーゼ中・小では小さかった(One-way ANOVA, Tukey test, $P < 0.05$)。【考察】ロール状ガーゼ(大)は同程度の大きさであるロール綿より大きな吸水量を持つことから、防湿効果が高く、臨床応用が可能であることが示唆された。今後、使い心地のアンケート調査を行い、それらの結果を考慮して商品の改良を行う予定である。

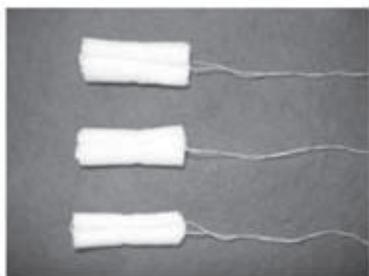


図1 ロール状ガーゼ

表1 各種材料の大きさと吸水量

材料	長さ	長径	短径	吸水量(g)
ガーゼ(大)	30mm	12mm	8mm	2.44±0.11
ガーゼ(中)	30mm	10mm	7mm	1.95±0.12
ガーゼ(小)	30mm	10mm	5mm	1.19±0.08
ロール綿	30mm	直径 10mm		2.18±0.07

n=10

鶴見大学歯学部附属病院における難民申請者への歯科治療支援の現状

鶴見大学 歯学部 歯科保存学 第二講座¹, 歯科保存学 第一講座², 歯科補綴学 第二講座³, 歯科補綴学 第一講座⁴, 口腔外科学 第一講座⁵, 鶴見大学 歯学部 附属病院 歯科衛生士部⁶, 鶴見大学 歯学部 附属病院 画像検査部⁷, 鶴見大学 歯学部 附属病院⁸, 鶴見大学 国際交流センター⁹

○吉田拓正¹, 山本雄嗣², 森戸亮行¹, 鈴木一範¹, 深川菜穂³, 西村康³, 佐藤洋平⁴, 新保秀仁⁴, 齋藤知之⁵, 齋藤由香⁶, 嶋中るみ子⁶, 黒瀬由喜子⁶, 三島章⁷, 新井高¹, 桃井保子², 齋藤一郎⁸, 永坂哲⁹

The present state of free dental treatment for asylum seekers at Tsurumi University Dental Hospital

Department of Periodontics and Endodontics, Tsurumi University School of Dental Medicine, Kanagawa, Japan¹, Department of Operative Dentistry², The 2nd Department of Prosthetic Dentistry³, The 1st Department of Prosthetic Dentistry⁴, The 1st Department of Oral Maxillofacial Surgery⁵, Department of Dental Hygiene, Tsurumi University Dental Hospital⁶, Department of Diagnostic Imaging, Tsurumi University Dental Hospital⁷, Tsurumi University Dental Hospital⁸, Center for International Exchange, Tsurumi University⁹

○Yoshida Takumasa¹, Yamamoto Takatsugu², Morito Akiyuki¹, Suzuki Kazunori¹, Fukagawa Nao³, Nishimura Yasushi³, Sato Youhei⁴, Shinpo Hidemasa⁴, Saito Tomoyuki⁵, Saito Yuka⁶, Simanaka Rumiko⁶, Kurose Yukiko⁶, Mishima Akira⁷, Arai Takashi¹, Momoi Yasuko², Saito Ichiro⁸, Nagasaka Satoshi⁹

【目的】 鶴見大学歯学部附属病院では、平成 22 年 2 月 23 日より在日難民申請者に無料で歯科治療を行うプロジェクトを開始した。このプロジェクトは、「国連難民高等弁務官事務所 (UNHCR)・NGO・大学の三者連携」において国内歯学部初の試みである。今回、我々は当プロジェクトの概要ならびに開始約 1 年経過時点での現状と今後の課題について報告する。

【概要】「難民」とは、「難民の地位に関する条約」において、「人種、宗教、国籍、政治的意見または特定の社会集団に属するなどの理由により自国にいと迫害を受ける、または恐れがあるために他国に逃れた人々」と定義されている。この定義に該当する人々が日本に入国した場合、「難民申請」を行なった後、日本政府より認定されると「日本における難民」となり、政府の生活保護支援を受けることができる。一方、申請は済ませたが認定を待っている人々は「難民申請者」と呼ばれる。この人々は、就労ビザが獲得できないために困窮し、主に民間の NGO 団体による支援をうけるケースが多い。また、難民申請者は、医療保険にも加入できないため、十分な医療を受けることができない。2009 年度には、1388 人が難民申請を行い、難民と申請された人々は僅か 30 人であった。この 21 年間で、約 7800 人の申請者中、認定者は約 350 人に停滞しているのが現状である。当プロジェクトは、この「難民申請者」に対し、社会保険の範囲内の治療を無料で行うものである。これを遂行するため、我々は鶴見大学歯学部ならびに歯学部附属病院内からメンバーを募り、「鶴見大学難民プロジェクトチーム (The Refugee Project Team: RPT)」を結成した。チームは、保存科、補綴科、口腔外科、小児歯科、放射線科、歯科衛生士、歯科技工士、内科、医事課で構成された総勢 26 名である。実際の治療までの流れとしては、「なんみんフォーラム FRJ」より「UNHCR」を通して本附属病院へ診療依頼が来る。それに伴い、毎週木曜日に初診受付を行い、担当メンバーが問診・口腔内診査および診断ならびに緊急処置を行い、以降の治療を開始する。また、日本語および英語での会話が困難な場合は、NGO 団体「なんみんフォーラム FRJ」などの関係者が通訳として同伴している。

【結果】 平成 23 年 1 月現在までの対象患者は、33 人 (うち小児 3 名) であった。国籍は、無国籍を含め 15 カ国で、ミャンマー国籍が 11 名と最多であった。年齢は、2 歳から 58 歳であり、男女比は 2:1 であった。疾患別では、象牙質知覚過敏症 8 歯、歯髄疾患 8 歯 (うち乳歯 2 歯)、う蝕 62 歯 (うち乳歯 10 歯) であった。歯周疾患は 33 名中 27 名であった。現在までの平均治療件数は 1 ヶ月約 17 件であった。

【考察】 当プロジェクトが開始され、約 1 年経過した。現在、NGO 団体等の協力を得て、診療は順調に行われているが、今後の課題として、1) 感染症を含む全身疾患への対応、2) 当附属病院への通院のための交通費の確保、3) 国民への認知度の向上、がある。1) に関しては現在、連携可能な病院を模索中である。また、2)3) に関しては、チャリティーイベントの計画や、NGO 主催のイベントや各種学会への参加などを予定している。今後は、当プロジェクトの趣旨に賛同した医療機関と連携し、全国的なネットワークを構築したいと考えている。

培養骨膜シートを用いた歯周組織再生療法の3年予後

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

○奥田一博, 吉江弘正

Three-year results of tissue engineered cultured periosteal sheet application to periodontal regeneration

Division of Periodontology, Department of Oral Biological Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata, Japan

○Okuda Kazuhiro, Yoshie Hiromasa

【目的】

我々はこれまでに、培養骨膜(CP)シート+多血小板血漿(PRP)+ハイドロキシアパタイト(HA) 顆粒複合体の移植が、歯周骨内欠損の治療に有効であることを1年予後の臨床比較研究として報告した(*J Periodontol*, May 2008)。今回は、CPシート移植後3年のデータをもとに本治療法の長期的予後について検討したので報告する。尚、本研究は新潟大学歯学部倫理委員会の承認済みで患者には書面をもって説明し、自発的同意を得た。

【材料と方法】

(1)対象:新潟大学医歯学総合病院に入院する慢性歯周炎患者のうち、歯周基本治療を完了して同意の得られた 22名(男性4名、女性18名)を被験者とした。ステントを用いて6mm以上のポケット(PD)と6mm以上の付着レベル(CAL)、規格エックス写真より3mm以上の骨内欠損を示す22部位を被験部位とした。

(2)CPシートおよびPRP+HA顆粒複合体作製法:CPシートについては、患者の下顎大臼歯頬側部の付着歯肉下の骨表面より、5mmx5mmの骨膜小片を採取後、直ちにウシ胎児血清(10%)、抗生物質(1%)、アスコルビン酸(25 μg/ml)を含むMedium199にて培養シャーレ上で6週間培養してシート状構造物を得た。PRP+HA顆粒複合体の調整については、患者末梢血8.5mlから2回の遠心分離により、0.6mlのPRPを調整し、このうちPRP0.3mlにつき、0.1gのアルギン酸ナトリウムを添加して活性化し、0.5mgのHA顆粒と混和させた。

(3)評価項目:炎症評価としてプラーク指数(PI)、歯肉炎指数(GI)、プロービング時の出血(BOP)を測定し、臨床評価としてPD、CAL、エックス線写真から計測した骨欠損深さ(IBD)を計測した。評価は、ステントおよびバイトブロックを用いて半規格化して測定した。

(4)術式:歯肉溝切開による全層弁を形成・剥離後、徹底して病巣を搔爬して骨欠損を明示した。骨欠損部にPRP+HA顆粒複合体を填入しその上からCPシートを被覆するように設置して緊密に縫合した。

(5)予後:術後10日目に抜糸を行い3か月までは2週ごとに専門的清掃を行い、6か月目以降は1か月に1回のメンテナンス治療を継続した。術後1年目と3年目に炎症評価および臨床評価を行った。ベースラインと1年予後との間、およびベースラインと3年予後との間、1年予後と3年予後との間で群内比較を行った。危険率5%未満をもって有意差ありと判定した。

【結果】

炎症評価はPIについてはベースラインと1年予後、ベースラインと3年予後、それぞれの群間で有意差は無く、観察期間中を通して良好なプラークコントロールが維持されていた。GIおよびBOPに関してはベースラインと1年予後、ベースラインと3年予後、それぞれの群間で有意に改善を示した。

臨床評価について、ベースラインではPDは平均7.6mm、CALは平均8.0mm、IBDは平均4.6mmであった。1年予後では、PDは平均2.9mm、CALは平均4.8mm、IBDは平均1.4mmであった。3年予後ではPDは平均3.0mm、CALは平均4.7mm、IBDは平均0.5mmであった。ベースラインと1年予後、ベースラインと3年予後、それぞれの群間で統計学的に有意な改善がみられた。またPD減少量とCAL獲得量では、ベースラインと1年予後、ベースラインと3年予後の両者間で差は無く1年目で得られた効果が3年経過後も維持されていた。IBD減少量についてはベースラインと1年予後、ベースラインと3年予後の両者間で平均3.2mm、平均4.1mmと統計学的に有意な改善がみられたことから、骨の再生が経時的に促進されていることが明らかとなった。

【結論と考察】

本治療法について術後1年目で得られた臨床効果は術後3年経過しても長期的に安定して維持されていた。とりわけ1年目から3年目にかけて骨欠損深さが改善しているのは、Heijl(1997)らの言う機能な付着のあとに生じる真の再生の指標であることを示している。CPシートには培養後期にアルカリフォスファターゼ活性の発現がみられ、発現部位と一致して石灰化物の沈着がみられること、マウス背部皮下に移植したところ異所性の石灰化がみられること、さらに骨髓幹細胞に発現している分子マーカーと一致した表面抗原としてCD73、CD90、CD105が陽性でCD19、CD34、CD45が陰性であることが明らかとなった。これらの生物学的エビデンスからCPシートには骨原性能力が備わっておりPRPとHAの複合体の効果に相乗的に作用したものと思われる。

重度歯周炎罹患歯の移植後の治癒に対するエムドゲイン塗布の効果

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, 北海道大学大学院 歯学研究科 口腔機能学講座 リハビリ補綴学教室², 北海道大学大学院 歯学研究科 口腔健康科学講座 予防歯科学教室³

○齋藤恵美子¹, 齋藤彰², 高橋大郎³, 半田良平¹, 川浪雅光¹

Effect of enamel matrix derivative application for healing after transplantation of teeth with severe periodontitis

Department of Periodontology and Endodontology, Division of Oral Health Science, Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine¹, Department of Oral Rehabilitation, Division of Oral Functional Science, Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine², Department of Preventive Dentistry, Division of Oral Health Science, Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine³

○Saito Emiko¹, Saito Akira², Takahashi Dairo³, Handa Ryohei¹, Kawanami Masamitsu¹

【目的】enamel matrix derivative (EMD、エムドゲイン)は、再植歯の生着にたいして有効であるという報告がある。しかし、重度歯周炎罹患歯の移植後の治癒に対するエムドゲイン塗布の効果については、十分な検証は行われていない。

本研究の目的は、歯周炎罹患モデル歯をもちいて、エムドゲイン塗布後に移植を行い、その移植後の治癒に対するエムドゲインの影響について検索することである。

【材料および方法】実験には成ビーグル犬(♂, 平均体重 10.3Kg) 6頭を用いた。全身及び局所麻酔下で被験歯を抜去し、歯根長 8mm に調整して抜髄、根管充填を行った。その後 CEJ から幅 5mm の根面を全周にわたって歯根膜とセメント質を除去し、ルートプレーニングをおこない、根尖側 3mm の残存歯根膜はそのままにした。EMD 移植群はルートプレーニング面を 24%EDTA(pH7.4)で 3 分間根面処理後、水洗、エムドゲイン[®]ゲルを塗布した後、口腔内へ自家移植を行った。対照移植群は被験歯の調整後、直ちに自家移植を行った。比較群として EMD 培養移植群は、根面処理とエムドゲイン[®]ゲルを塗布した後、15%FBS 及び抗生剤を含む α -MEM 培地中で 6 週間培養を行った後、口腔内へ自家移植を行った。移植後の観察期間は 8 週とし、通法に従って脱灰標本を作製して病理組織学的観察、計測を行った。

【結果と考察】新生セメント質はエムドゲインを塗布した EMD 移植群が、対照移植群よりも有意に大きかったが、歯根膜を組織培養した EMD 培養移植群よりも有意に小さかったことから、エムドゲインは歯根膜細胞のセメント質形成を促進し、その形成距離は歯根膜細胞の増殖距離に影響を受けることが明らかとなった。

骨性癒着は、エムドゲインを塗布した EMD 移植群が対照移植群よりも有意に小さかったが、根吸収は、EMD 移植群と対照移植群との間に有意差は認められなかった。しかし、EMD 培養移植群はいずれも両群より有意に小さかった。

以上のことよりエムドゲイン塗布後に移植を行うことによって、ルートプレーニング面の残存歯根膜付近ではセメント質形成を促進し、骨性癒着を抑制するが、広範囲に及ぶルートプレーニング面では歯冠側部に根吸収を生じる可能性が示唆された。今後、ルートプレーニング面と結合組織性付着の関係を定量化することによって、予知性の高い再植法となる可能性が考えられる。

歯根膜細胞において FGF-2 は Wnt 依存性に BMP シグナルを制御する

大阪大学大学院 歯学研究科 口腔分子免疫制御学講座(口腔治療学教室)

○山下元三, 河原貴展, 橋本悠平, 中村友美, 梶川哲弘, 森健太, 前田憲一郎, 北垣次郎太, 柳田学, 山田聡,
野崎剛徳, 北村正博, 村上伸也

Wnt and FGF-2 integrate BMP/Smad signaling axis in periodontal ligament cells

Department of Periodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

○Yamashita Motozo, Kawahara Takanobu, Hashimoto Yuhei, Nakamura Tomomi, Kajikawa Tetsuhiro, Mori Kenta,
Maeda Kenichiro, Kitagaki Jirota, Yanagita Manabu, Yamada Satoru, Nozaki Takenori, Kitamura Masahiro,
Murakami Shinya

[研究目的]歯周組織の発生並びに再生過程においては、様々なサイトカイン群が組織構成細胞に対して時空間特異的に暴露し、特定の細胞集団の増殖並びに分化を制御する。細胞レベルにおいて特定遺伝子の発現を誘導しその細胞系譜を決定するためには、多種多様なサイトカインにより惹起された細胞内刺激伝達経路がクロストークし、一つに統合制御されるのが必然である。細胞外分泌型蛋白である Wnt は細胞の増殖分化、遊走、細胞外マトリックスの産生などを誘導する多機能なサイトカインであり、脊椎動物の肢芽発生時に FGF や BMP といった増殖因子と密度勾配を形成、細胞内シグナルを惹起することで組織発生を誘導することが明らかとされている。本研究では、歯周組織幹細胞と考えられる歯根膜細胞において、Wnt3 シグナルと、様々な細胞に対する増殖因子、組織修復因子として機能する FGF-2 シグナルが、いかなる分子メカニズムによって、BMP/Smad シグナルに統合され、硬組織分化を調節制御しているかを検討した。

[材料と方法]1. 歯根膜細胞における受容体発現高い硬組織形成能を有するマウス歯根膜細胞株(以下 MPDL22)を用いた *in vitro* 長期培養系を構築し、石灰化過程における Wnt 受容体サブタイプ並びに、FGF、BMP 受容体の発現を RT-PCR 法並びにウエスタンブロット法により解析した。2. 歯根膜細胞の石灰化物形成過程における、Wnt3a、FGF-2、BMP-2 の生理機能の検討 MPDL22 の BMP-2 添加石灰化誘導培養系において、Wnt3a 並びに FGF-2 を時期特異的に添加培養することで、長期培養による石灰化物形成および石灰化関連遺伝子の発現に与える影響を解析した。3. 歯根膜細胞の石灰化過程におけるサイトカイン刺激伝達システムの検討 MPDL22 において Wnt3a 前処理下での FGF-2 誘導性の Smad1 蛋白のリン酸化状態の解析を Linker 部位(Ser206)、C 末端(Ser463/465) に対するリン酸化特異的抗体を用いたウエスタンブロット法にて解析するとともに、BMP-Smad1 シグナルの直接の標的遺伝子である *Id1* の発現を real-time PCR 法にて解析しその転写活性誘導能を検討した。

[結果および考察] BMP-2 誘導性の歯根膜細胞株、MPDL22 の石灰化物形成および石灰化関連遺伝子の発現は FGF-2 添加により抑制される一方、Wnt3a 前処理によって、これらの抑制から回復した。興味深いことに、FGF-2 刺激によって MAPK 依存性に誘導された細胞内 Smad1 の Linker 部位のリン酸化は、Wnt3a 前処理により減弱した。この際に、FGF-2 添加により抑制された BMP-Smad1 の直接の標的遺伝子である *Id1* の mRNA 発現レベルの回復が確認された。以上のことより、FGF-2 は MAPK 依存性に Smad1 の Linker 部位をリン酸化することで、BMP-Smad シグナル伝達系を修飾すること、その際には、Wnt3a 刺激による Smad1 の Linker 部位へのプライミングによるリン酸化制御が重要であることが明らかとなった。

[結論] 歯根膜細胞の恒常性維持の分子機構の一端として、FGF-2、BMP-2、Wnt3 といった多様なサイトカインシグナル群が相互補完し、蛋白質の翻訳後修飾を通じて標的遺伝子の発現を転写レベルで調節制御していることが示唆された。

テーパード毛歯ブラシの臨床効果に関する研究

長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 展開医療科学講座 歯周病学分野

○吉永美穂, 鶴飼孝, 吉永泰周, 岸本真実, 白石千秋, 金子高士, 吉村篤利, 原宜興

Clinical effect of tapered-end toothbrushes

Department of Periodontology Graduate School of Biomedical Sciences, Nagasaki University, Nagasaki, Japan

○Yoshinaga Miho, Ukai Takashi, Yoshinaga Yasunori, Kishimoto Mami, Shiraishi Chiaki, Kaneko Takashi,

Yoshimura Atsutoshi, Hara Yoshitaka

【目的】

歯周疾患の発症および再発の予防にはプラークコントロールが重要であり、日常のブラッシングによるプラーク除去が最も効果的である。現在、様々な形態の歯ブラシが市販されているが、中でもテーパード毛歯ブラシはバス法に適した歯ブラシであるとされている。これはテーパード毛が歯周ポケット内に毛先が送達しやすく、歯周ポケット内のプラーク除去に有効であるからだと考えられる。

今回の実験では、歯肉に軽度の炎症が認められる部位でテーパード毛歯ブラシを使用した時の臨床効果を明らかにするために、2種類の市販のテーパード毛歯ブラシを用い臨床パラメーターを比較検討した。

【材料および方法】

1. 被験者および被験歯

被験者は長崎大学病院歯周病治療室にメンテナンスのために通院中の患者 30 名とし、以下の条件を満たす者のうち、実験への参加について説明を行い同意が得られた者である。

・ 上下顎 4 ~ 4 のうち 3 歯の頬側に、Probing depth (PD) が 2~4mm の Bleeding on Probing (BoP) を伴う歯周ポケットが 3 ヶ所以上存在する。

- ・ 過去 1 ヶ月以内に抗菌剤、抗炎症剤、ステロイド剤を服用していない。
- ・ 被験部位に歯頸部マージンが不適合な補綴物が装着されていない。

2. 試験に用いた歯ブラシ

現在市販されているテーパード毛を採用している歯ブラシ D (ディーブクリーン[®]; 花王) と歯ブラシ S (システム[®]; ライオン) を用いた。

3. 試験方法

4 週間の間、被験者が通常行っているブラッシング法 (スクラビング法) は変更せず、1 被験部位あたり試験歯ブラシを用いたバス法による 10 秒間のブラッシングを追加した。

ベースライン (BL) 時、2 週目、4 週目に Plaque Index (PLI)、PD、BoP、Clinical attachment level (CAL)、角化歯肉幅などの臨床パラメーターの計測を行った。

【結果】

歯ブラシ D と歯ブラシ S の両方で、2w, 4w では BL 時と比較して、BOP、PLI、PD の有意な減少が認められた。また、どの時点においても群間の差は有意ではなかったが、BOP と PLI は歯ブラシ D で低い傾向にあった。

初診時の PD が 3~4mm の部位のみで比較した場合は、2w で歯ブラシ S と比較して歯ブラシ D の PD が有意に低い値を示したが、4w には両群間の値に有意差は認めなかった。この部位での BOP と PLI に有意な群間の差は認めなかったが、歯ブラシ D で低い傾向にあった。

【考察】

テーパード毛を採用している歯周ケア歯ブラシを歯肉に軽度の炎症が認められる部位で使用することは、その改善に効果的であると考えられる。

歯周病原細菌に対する血清抗体価と関節リウマチとの関連

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¹,
新潟大学医歯学総合病院歯科総合診療部²

○岡田萌¹, 小林哲夫², 小松康高¹, 横山智子¹, 吉江弘正¹

Antibody Responses to Periodontopathic Bacteria in Relation to Rheumatoid Arthritis

Division of Periodontology, Department of Oral Biological Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Japan¹, General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental Hospital, Japan²

○Okada Moe¹, Kobayashi Tetsuo², Komatsu Yasutaka¹, Yokoyama Tomoko¹, Yoshie Hiromasa¹

【研究目的】

関節リウマチ(RA)は滑膜の炎症により、周囲の軟骨・骨の破壊と機能的障害を伴う自己免疫疾患である。これまでに、RAの活動度・重症度は歯周治療により改善すること、RAの診断項目の1つである抗環状シトルリン化ペプチド抗体(抗CCP抗体)は*Porphyromonas gingivalis*に対する抗体価と関連することが報告されている。そこで、本研究では、*P. gingivalis*を含めた4種の歯周病原細菌に対する血清抗体価と抗CCP抗体価を測定し、歯周組織状態とRA感受性・活動度との関連性を評価した。

【材料および方法】

新潟大学医歯学総合病院および新潟県立リウマチセンター倫理委員会の承認のもと、インフォームドコンセントが得られた被験者を対象とした。新潟県立リウマチセンターを受診し、米国リウマチ学会の基準により診断されたRA患者80名(RA群:女性70名、男性10名、平均年齢59.5歳)、新潟大学医歯学総合病院歯周病診療室ならびに歯科総合診療部を受診した非RA患者38名(非RA群:女性33名、男性5名、平均年齢57.4歳)を対象に歯周検査ならびにリウマチ検査を行った後、末梢血を採取し血清を分離した。その後、*Aggregatibacter actinomycetemcomitans(A.a)*、*Eikenella corrodens(E.c)*、*P. gingivalis*、(*P.g*)、*Prevotella intermedia(P.i)*の4種の歯周病原細菌に対する血清免疫グロブリンG(IgG)抗体価および血清抗CCP抗体価をELISAにて測定した。

【結果】

- 1) *A.a*、*E.c*、*P.g*に対する血清IgG抗体価は2群間で有意差が認められた。抗*P.g*抗体価はRA群で有意に増加し、抗*A.a*ならびに抗*E.c*抗体価は非RA群で有意に増加した。
- 2) 抗CCP抗体価はRA群で有意に高く、同抗体陽性者率はRA群で82.5%、非RA群では0%であった。
- 3) RA感受性について、抗*P.g*抗体価は有意な正の相関を、抗*A.a*抗体価は有意な負の相関を示した。
- 4) 抗*P.g*抗体価はRA患者の臨床的ポケット深さ、臨床的付着レベル、血清リウマチ因子レベルと正の相関を示した。一方、抗*A.a*抗体価とリウマチ・歯周検査結果との間に関連は認められなかった。

【考察】

本研究の結果は、年齢、性別、喫煙状態ならびに歯周組織状態をマッチさせたRA群と非RA群とで比較した結果であり、歯周病原細菌の1つである*P.gingivalis*に対する液性免疫応答がRAの発症に関与することを示唆している。*P.gingivalis*はアルギニンをシトルリンに転換する酵素(PAD)を保有し、抗CCP抗体価を介したRAへの関与が予想されたが、本研究では抗*P.g*抗体価と抗CCP抗体価との間に関連は認められず、血清リウマチ因子との相関を示した。これらの所見から、*P.gingivalis*誘導性の炎症反応は歯周局所のリウマチ因子発現を促進し、間接的にRA発症に関与している可能性が考えられる。今回得られた所見を更に検証するため、現在、RA患者の歯周治療前後における評価を実施している。

謝辞:本研究の遂行にあたり御支援・御協力いただきました、新潟県立リウマチセンター村澤 章博士、伊藤 聡博士、ならびに阿部麻美博士に深謝いたします。

関節リウマチにおける歯周炎関連タンパク質の網羅的解析

新潟大学 医歯学総合病院 歯科総合診療部¹, 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²

○小林哲夫¹, 横山智子², 小松康高², 石田光平², 岡田萌², 吉江弘正²

Comprehensive analysis of periodontitis-related proteins in rheumatoid arthritis

General Dentistry and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental Hospital, Niigata, Japan¹, Division of Periodontology, Department of Oral Biological Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata, Japan²

○Kobayashi Tetsuo¹, Yokoyama Tomoko², Komatsu Yasutaka², Ishida Kouhei², Okada Moe², Yoshie Hiromasa²

【研究目的】

関節リウマチ (RA) は多発性関節破壊を特徴とする自己免疫疾患で、本邦での有病率は約1%である。発表者らはこれまでに、日本人の RA 患者では一般集団と比べて歯周炎を併発している割合が高いこと(約9割)、RA 活動度は歯周組織の炎症程度(特に、Bleeding on probing)と有意な正の相関が認められることを報告した(J Periodontol 2007, 2009, 2010)。しかしながら、RA 患者の歯周炎併発の有無に関わるメカニズムについては未だ検証されてない。そこで今回は、歯周炎を併発または併発していない RA 患者の血清を対象にプロテオーム解析を行ない、歯周炎感受性に関連するタンパク質を検索した。

【材料および方法】

新潟大学歯学部および新潟県立リウマチセンター倫理委員会の承認のもと、インフォームドコンセントが得られた被験者を対象とした。新潟県立リウマチセンターを受診し、米国リウマチ学会の基準により診断された RA 患者 20 名 のうち歯周炎を併発した 10 名(歯周炎併発群: 男性1名、女性9名、平均年齢 58.5 歳)、ならびに併発していない 10 名 (歯周炎非併発群: 男性 1 名、女性9名、平均年齢 47.9 歳)を対象に歯周検査を行った後、末梢血を採取し血清を分離した。2群とも同量血清を混和後、高含量のタンパク質除去を行い、SYPRO Ruby 染色にて2次元電気泳動を行なった。得られた電気泳動ゲル上スポットのうち、2群間で発現スポット強度に統計学的有意差が認められたスポットを採択してゲルから取り出し、ultraflex TOF/TOF mass spectrometerにて質量分析を実施、MASCOTにてタンパク質データベースを照会して同定を行った。

【結果】

- 1) 2次元電気泳動にて検出された 1270 のタンパク質スポットのうち、2群間で発現スポット強度に統計学的有意差が認められたものは計 13 スポットであった。
- 2) 歯周炎併発群では非併発群と比べて4スポット(vitronectin)の強度が増加しており、9スポット(apolipoprotein およびその前駆体など)の強度が低下していた。

【考察および結論】

本研究の結果、歯周炎を併発している RA 患者の血清中に vitronectin のスポット強度がとりわけ増加していた。同タンパク質は血漿中に豊富に存在する細胞外マトリックスタンパク質であり、RA 患者の炎症関節と滑膜層、ならびに歯周炎患者の歯肉上皮と結合組織中で発現増加していることが報告されている。したがって、歯周炎併発群では非併発群と比べて結合組織修復・再生に関わる細胞外マトリックスタンパク質がより機能している可能性が考えられる。一方、非併発群では apolipoprotein およびその前駆体のスポット強度が相対的に増加していたが、RA・歯周炎との関連はこれまで報告されておらず、今後は同タンパク質の患者組織での局在の検証ならびに機能解析を行っていく必要がある。

謝辞: 本研究の遂行にあたり御協力いただきました、新潟県立リウマチセンター村澤 章博士、伊藤 聡博士、阿部麻美博士ならびに東和环境科学株式会社プロフェニクス事業部山縣 彰博士、大房 健博士に深謝いたします。

万能性幹細胞と歯髄細胞における炎症性サイトカイン誘導 MMP-3 の役割

愛知学院大学 歯学部 歯内治療学講座¹, 独立行政法人 国立長寿医療研究センター 口腔疾患研究部²,

○尾関伸明¹, 折本愛¹, 川合里絵¹, 田中毅¹, 庵原耕一郎², 中島美砂子², 中田和彦¹, 中村洋¹

Roles of proinflammatory cytokine induced matrix metalloproteinase (MMP) -3 on pluripotent stem cells and dental pulp cells

Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University, Nagoya, Japan¹, Laboratory of Oral Disease

Research, National Center for Geriatrics and Gerontology, Research Institute²

○Ozeki Nobuaki¹, Orimoto Ai¹, Kawai Rie¹, Tanaka Tsuyoshi¹, Iohara Koichiro², Nakashima Misako²,

Nakata Kazuhiko¹, Nakamura Hiroshi¹

【研究目的】

近年, さまざまな細胞外マトリックスを分解する蛋白分解酵素である, マトリックスメタロプロテアーゼ(MMP) ファミリーに属する MMP-3 は, 血管内皮細胞の増殖および遊走と歯髄幹細胞・前駆細胞の増殖を促進し, 歯髄の創傷治癒に関与すると報告されている。さらに, MMP-3 は歯髄の炎症時に発現が増加するとの報告もある。本研究では, 炎症性サイトカイン誘導 MMP-3 の役割を明らかにするため, MMP-3 の発現を抑制した万能性幹細胞と歯髄細胞を用いて検討をおこなった。

【材料および方法】

万能性幹細胞は, マウス iPS 細胞 (iPS-MEF-Ng-20D-17: 京大・山中研より分与) およびマウス ES 細胞 2 株 (E14Tg2a: UCSF・Dr. RH. Kramer より分与, B6G-2: 理研 BRC より分与), 歯髄細胞はラット切歯の歯髄組織より得られた初代培養細胞を用いた。各細胞に炎症性サイトカインとして, IL-1 β 単独と 1U あたり 1 ng/ml の IL-1 β , TNF- α , IFN- γ からなるサイトカインミクスチャーを添加し, 免疫組織化学染色と RT-PCR 法により, MMP-3 の発現を評価した。サイトカイン刺激による細胞増殖とアポトーシス細胞死の評価は, MTT アッセイの簡便法である WST-1 を用いた吸光分析と BrdU 標識 DNA fragment の検出を ELISA 法による定量化でおこなった。MMP-3 short interfering RNA (siRNA) を用いて, MMP-3 遺伝子のノックダウンをおこない, サイトカイン刺激による細胞増殖とアポトーシス細胞死の評価をおこなった。

【結果および考察】

iPS 細胞と ES 細胞 2 株, さらに歯髄細胞において, IL-1 β (2.5 ng/ml) とサイトカインミクスチャー (3U) 刺激の条件下で, MMP-3 の発現と細胞増殖が有意に認められたが, アポトーシス細胞死は惹起されなかった。しかしながら, IL-1 β (25 ng/ml) とサイトカインミクスチャー (5U) 刺激の条件下では, MMP-3 の発現が認められず, 細胞増殖の低下とアポトーシス細胞死が有意に惹起された。MMP-3 siRNA によるノックダウンにより, IL-1 β (2.5 ng/ml) とサイトカインミクスチャー (3U) 刺激の条件下で, 細胞増殖の抑制とアポトーシス細胞死が惹起され, コントロールと比較して有意差が認められた。

【結論】

万能性幹細胞と歯髄細胞において, 炎症性サイトカインにより誘導された MMP-3 をノックダウンすることにより, 細胞増殖がサイトカインの濃度依存的に抑制され, アポトーシス細胞死が惹起されたことから, MMP-3 が炎症時における細胞増殖と抗アポトーシスに関与する可能性が示唆された。今後, MMP-3 のオートクリンあるいはパラクリン的な抗炎症作用について, さらに検討する必要がある。

ラット実験的炎症歯髄におけるプロスタノイド受容体遺伝子発現の経時的解析

新潟大学大学院 歯学総合研究科 口腔生命科学専攻 口腔健康科学講座 歯学分野¹, 松本歯科大学
口腔解剖学第二講座²

○大倉直人¹, 重谷佳見¹, 細矢明宏², 吉羽永子¹, 吉羽邦彦¹, 興地隆史¹

Temporal changes in the gene expression of prostanoid receptors in experimentally-inflamed rat pulp tissue

Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics, Department of Oral Health Science, Niigata University
Graduate School of Medical and Dental Sciences¹, Department of Oral Histology, Matsumoto Dental University²

○Ohkura Naoto¹, Shigetani Yoshimi¹, Hosoya Akihiro², Yoshida Nagako¹, Yoshida Kunihiko¹, Okiji Takashi¹

【研究目的】 プロスタグランジン(PG)、トロンボキサン (TX)などのプロスタノイドは炎症や疼痛に関与する生理活性物質であり、主に受動拡散あるいはトランスポーターを介して細胞内外へ輸送されたのち、特異的受容体と結合して生理活性を発揮することが知られている。我々は、LPS 貼付により誘発したラット炎症歯髄において PG transporters (Pgt), organic anion transporting polypeptides (Oatp), organic cation transporters (Oct)など、PG の輸送に関連するトランスポーターの mRNA 発現が変動することを見だし、第133回本学会において報告した。そこで本研究では、歯髄におけるPG輸送経路と受容体発現との関連を解明する端緒として、正常歯髄および炎症歯髄における各種プロスタノイド受容体の遺伝子発現の経時的比較解析を行った。

【材料と方法】 8週齢のWistar系雄性ラット(各条件に対してn=3)の上顎切歯歯髄にLPSを貼付することにより歯髄炎を誘発した。すなわち、上顎切歯の歯冠切断後、Kファイルを用いて#45, 7mmの深さまで歯髄を除去後、LPS溶液(20 μg/ml)を浸したペーパーポイントを挿入し、仮封材(Cavition, GC)で封鎖した。術後6時間、12時間、1日、3日、5日、7日で抜歯し、摘出した歯髄をハサミで細切した。その後、RNA抽出キット(RNeasy Micro kit, Qiagen, USA)を用いてmRNAを抽出後、逆転写を行い、cDNAを作製した。このcDNA1 μgを用いて、PGE2, PGI2, PGD2, PGF2αおよびTXA2受容体(それぞれEP1-4, IP, DP, FPおよびTP)の遺伝子発現を、RT-PCRならびにリアルタイムPCRで解析した。βアクチンを内部コントロールとして使用した。

【結果】 ラット正常歯髄ではEP1-4, IP, DP, FPおよびTPが発現していることが確認された。また、炎症歯髄においては、EP1は炎症誘発6時間後に0.3倍に減少しその後徐々に増加したが、EP2は6時間後に2.6倍に増加のピークを迎えた後、著明に減少した。またEP3, EP4は類似した挙動を呈しており、前者は3日後に0.1倍に、後者は1日後に0.2倍に減少のピークを示した後、緩やかに増加した。一方、IPの挙動はEP2と類似しており、炎症誘発6時間後で9倍に増加した後著明に減少した。またTPはIPとは相反する挙動を示しており、炎症誘発6時間後で0.4倍に減少のピークを迎えた後増加した。

【考察】 今回の実験的歯髄炎においては、4種のEPレセプターサブタイプの起炎後の挙動が一樣でなかったことから、PGE2の作用が炎症のステージに応じて異なるシグナル伝達経路を介して発現することが示唆された。また、IPおよびTPは相反的な変化を示したが、PGI2とTXA2が血管系に対して相反する作用を示すことから、炎症に伴う微小循環系の経時的変動にPGI2とTXA2のバランスの変化が関与することを反映した所見と推察される。一方、演者らは今回と同様の歯髄炎モデルにおける各種トランスポーターmRNA発現をすでに検索しているが、本研究から、IPの経時変化がOct2と、またEP1やTPの経時変化がOatp1a4およびOatp1a5と類似のパターンを呈することが示された。この結果から、各PGが特異的にトランスポーターを選択して輸送されている可能性が推察される。PGI2については受動拡散により細胞内外に輸送されていると想定されているものの、本研究の結果はPGI2の輸送にOct2が寄与している可能性が推定される

【結論】ラット歯髄における各種プロスタノイド受容体の発現がmRNAレベルで確認されるとともに、炎症によってその発現量が経時的に変化することが示された。

FGF-2 が象牙芽細胞様細胞に及ぼす影響

九州歯科大学 口腔機能科学専攻 口腔治療学講座 齶蝕歯髄疾患制御学分野¹,

九州歯科大学 医療人間形成学講座 総合診療学分野²

○鷺尾絢子¹, 寺下正道², 北村知昭¹

Effects of FGF-2 on odontoblast-like cells

Division of Pulp Biology, Operative Dentistry, and Endodontics, Department of Cariology and Periodontology, Kyushu

Dental College, Kitakyushu, Japan¹, Division of Pulp Biology, Operative Dentistry, and Endodontics, Department of

Cariology and Periodontology, Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan², Division of Comprehensive Dentistry,

Department of Clinical Communication and Practice, Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

○Washio Ayako¹, Terashita Masamichi³, Kitamura Chiaki²

【目的】我々の研究グループでは、歯髄創傷治癒メカニズムの解明と象牙質-歯髄複合体再生療法確立を目的として、Runx-2、DSPP および collagen type 1 の発現や石灰化能(象牙質形成能)といった象牙芽細胞の特徴を有する象牙芽細胞様細胞株(KN-3 細胞)を樹立した。これまでに我々は BMP-2 刺激が KN-3 細胞の Smad シグナル伝達経路を活性化するとともに、DSP および DMP1 の発現を誘導することを明らかにした。一方、in vivo において、FGF-2 徐放によりラット臼歯断髄部に再生象牙質が誘導されることを明らかにしているが、歯髄再生療法を確立するには、象牙芽細胞分化メカニズムの in vitro における解析が重要である。今回、象牙芽細胞分化メカニズムを明らかにするため、KN-3 細胞に対する FGF-2 の影響を検討した。

【方法】FGF-2(5~100 ng/ml)の存在下・非存在下で KN-3 細胞を 72 時間培養後、位相差顕微鏡下で形態学的観察を行った。また、細胞増殖能に及ぼす影響を WST-1 assay で、石灰化能へ及ぼす影響を Alkaline phosphatase(ALP)活性を測定することにより検討した。さらに、ウエスタンブロット法と免疫蛍光染色法で神経細胞分化マーカーである Neurofilament 68(NF68)、および象牙芽細胞分化マーカーである Dentin sialoprotein(DSP)の発現を検討した。

【成績】FGF-2 刺激により KN-3 細胞の細胞突起伸長が認められた。また、細胞増殖はやや上昇傾向が認められたが石灰化能は抑制されていた。また、NF68 の発現誘導は認められなかったが、DSP の発現には変化が認められた。

【考察】今回の実験結果より、象牙芽細胞の特徴を有する KN-3 細胞は FGF-2 刺激により細胞突起を伸長するが、神経細胞への分化ではないことが示唆された。

【結論】FGF-2 は象牙芽細胞分化における細胞形態変化に影響を与えることが示唆された。

ラット実験的根尖歯周炎における Bcl-2 および CXCL8 の発現

新潟大学大学院 医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 う蝕学分野

○山中裕介, 金子友厚, 吉羽邦彦, 重谷佳見, 吉羽永子, 興地隆史

Expression of Bcl-2 and CXCL8 in rat experimental apical periodontitis.

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

Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata, Japan

○Yamanaka Yusuke, Kaneko Tomoatu, Yoshida Kunihiro, Shigetani Yoshimi, Yoshida Nagako, Okiji Takashi

【目的】根尖性歯周炎の成立過程にさまざまな血管新生因子が関与していることが考えられるが、その詳細はいまだ不明である。そこで本研究では、血管新生因子のひとつである Bcl-2 と血管新生関連ケモカイン CXCL8 に着目し、ラット臼歯に惹起された根尖性歯周炎におけるこれらの発現状況を知ることを目的として、Bcl-2 の発現を免疫組織化学的に観察するとともに、Bcl-2 および CXCL8 の mRNA 発現を、レーザーキャプチャーマイクロディゼクションを用いた分子生物学的手法で経時的に検索した。

【方法】5 週齢の Wistar 系雄性ラットを用い、下顎第一臼歯を露髄後開放のまま放置して根尖性歯周炎を誘発し、開放直後(コントロール)、14、21、28 日後の遠心根を検索対象とした。灌流固定後、被験歯を顎骨ごと摘出し、EDTA にて低温脱灰後、連続切片とした。免疫組織化学的検索においては、CD31 (抗血管内皮細胞)あるいは抗 Bcl-2 抗体を一次抗体として ABC 法により酵素抗体染色を施し、陽性反応産物の密度を画像解析により定量した。さらに、CD31 による酵素抗体染色を施した切片よりレーザーキャプチャーマイクロディゼクションにて CD31 陽性血管内皮細胞を採取し、RNA を抽出後、Bcl-2 および CXCL8 mRNA に対する real time PCR 解析を行った。

【結果】CD31 陽性血管内皮細胞に対する陽性反応産物の密度は、病変の拡大期である露髄開放 14 日以降 28 日経過後まで増加する傾向を示した。一方、Bcl-2 陽性細胞は、14 日経過後では有意に増加したが、その後は 28 日経過後まで減少する傾向を示した。さらに、Bcl-2、CXCL8 mRNA の血管内皮細胞における発現も、露髄開放 14 日経過後に有意な増加を示したが、28 日経過後では有意に減少した。

【考察】血管内皮細胞における Bcl-2 タンパクおよび Bcl-2、CXCL8 mRNA の発現が、CD31 陽性血管内皮細胞の密度のピーク(露髄開放 28 日)に先立ち、14 日経過例で有意な増加を示したことから、血管内皮細胞におけるこれらの分子の発現亢進が血管新生と病変の拡大に何らかの関与を示すと考えられた。

【結論】ラット実験的根尖性歯周炎では、病変の拡大期に Bcl-2 および CXCL8 の発現が亢進することが確認された。

歯髄組織再生における vimentin の作用

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, 独立行政法人 国立長寿医療研究センター 共同利用推進室², 愛知学院大学 歯学部 小児歯科学講座³, 愛知学院大学 歯学部 歯内治療学講座⁴

○今林貴代美¹, 庵原耕一郎¹, 渡邊淳², 石坂亮^{1,3}, 中村洋⁴, 中島美砂子¹

Vimentin accelerates dental pulp regeneration

Center for Advanced Medicine for Dental and Oral Disease, National Center for Geriatrics and Gerontology, Research Institute, Aichi, Japann¹, Research Institute National Center for Geriatrics and Gerontology², Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University³, Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University⁴

○Imabayashi Kiyomi¹, Iohara Koichiro¹, Watanabe Atsushi², Ishizaka Ryo^{1,3}, Nakamura Hiroshi⁴, Nakashima Misako¹

【研究目的】

私共の研究室では、プロテオーム解析による歯髄特異的タンパク質を検索する過程において、歯髄 CD105 陽性幹細胞ならびに歯髄組織において、vimentin が強く発現することを発見した。Vimentin は中間径フィラメントの一つであり、創傷治癒に関与していることが in vivo, in vitro において報告されている。また、vimentin を欠如した線維芽細胞では遊走能が低下することも報告されている。そこで、本研究では、まず in vitro において、歯髄 CD105 陽性幹細胞、歯髄未分取トータル細胞、および脂肪 CD105 陽性幹細胞において vimentin の発現を分子生物学的ならびにタンパク化学的に比較し、また、遊走能について比較検討する。次に、in vivo においてそれぞれ3種の細胞をイヌ抜歯後根管内に移植した場合の組織再生量を測定し、さらに vimentin の発現を免疫組織学的に検討する。これにより、vimentin の歯髄再生促進作用を検討することを目的とする。

【材料と方法】

1. 細胞の分取および培養: イヌ抜歯の歯髄からコラゲネースを用いて細胞を分散させ、初代歯髄細胞を培養し、歯髄未分取トータル細胞とした。フローサイトメトリーにてコラゲネースにより分散させた細胞から CD105 陽性幹細胞を分取、培養した。また、イヌ脂肪についても同様に処理をし、CD105 陽性幹細胞を分取、培養した。
2. Vimentin mRNA 発現量の比較: 3種の細胞よりトータル RNA を抽出し、cDNA 合成後、定量的リアルタイム RT-PCR により、vimentin mRNA の発現を比較した。
3. Vimentin タンパク質発現量の比較: 細胞を抽出液中にてサスペンドし、超音波破砕を行った。遠心後、上清のタンパク質抽出液を回収した。ウエスタンブロットにより vimentin の発現を比較した。
4. 遊走実験: TAXIScan (ECI 社) を用いて、3種類の細胞の遊走能を比較した。また、siRNA あるいは抗体を用いて vimentin の作用を抑制した場合の遊走能の変化を検討する。
5. in vivo における歯髄再生量の比較: イヌ前歯の抜歯後、各細胞を 5×10^5 個移植した。HE 染色後、画像解析ソフト (Leica Application Suite V3) を用いて統計学的に組織再生量を比較した。免疫化学組織染色により vimentin の発現を比較した。

【結果】

1. in vitro: リアルタイム RT-PCR およびウエスタンブロットにより、vimentin の mRNA およびタンパク質を検出したところ、歯髄 CD105 陽性幹細胞が他の細胞よりも強く発現していた。また、遊走実験においても、歯髄 CD105 陽性幹細胞は他の細胞よりも遊走能が高かった。Vimentin の作用を抑制すると、遊走能が低下した。
2. in vivo: 細胞移植後 14 日、3ヶ月において、歯髄 CD105 陽性幹細胞移植例の組織再生量は他の細胞移植例に比べて最も多く、また、最も強く vimentin が発現していた。

【考察】

今回の実験において、mRNA およびタンパク質のいずれにおいても vimentin の発現が強いと、CD105 陽性幹細胞は遊走能が高いことが明らかになり、vimentin の発現は CD105 陽性幹細胞の遊走能に関与している可能性が示唆された。さらに、再生歯髄において、歯髄 CD105 陽性幹細胞移植すると、他の細胞移植例に比べて組織再生量が多く、vimentin が強く発現していることから、vimentin の発現は組織再生量の増加とも関連していることが明らかになった。

【結論】

Vimentin の発現が強い歯髄 CD105 陽性幹細胞は遊走能に優れており、また、歯髄 CD105 陽性幹細胞を用いて歯髄再生を行うと、組織再生量が増加することから vimentin は歯髄組織再生に促進的に作用すると考えられる。

慢性根尖性歯周炎に起因した口腔顔面領域における疼痛異常の神経機構

日本大学 歯学部 保存学教室歯内療法学講座¹, 日本大学 歯学部 総合歯学研究所高度先端医療研究部門²

○清水康平^{1,2}, 松浦慎吾¹, 大原絹代¹, 岩田桜子¹, 林誠^{1,2} 小木會文内^{1,2}

Mechanisms of orofacial hyperalgesia in periapical periodontitis

Departments of Endodontics, Nihon University School of Dentistry¹, Divisions of Advanced Dental Treatment, Dental Research Center, Nihon University School of Dentistry²

○Shimizu Kohei^{1,2}, Matsuura Shingo¹, Ohara Kinuyo¹, Iwata Sakurako¹, Hayashi Makoto^{1,2}, Ogiso Bunnai^{1,2}

【研究目的】歯髄炎や慢性根尖性歯周炎を発症した患者は様々な疼痛表現を示すが、しばしば鈍痛や口腔顔面の違和感などの異常感覚を訴える。また治療終了後、患部の病因が取り除かれたにもかかわらず、症状が完全に消失しない症例も存在する。このような症例は、これまで患者の心因的要因、あるいは疾患に対する不十分な治療によるものと考えられてきた。しかしながら、最近の疼痛研究からこのような症状を誘導する一つの要因として、末梢あるいは中枢神経系の興奮性異常があると考えられるようになった。この原因として、末梢神経が感作されて神経の活動性増強が長時間持続すると、中枢神経系の活動性亢進が起り、さらには中枢神経系が感作されて結果的に異常疼痛が発症すると考えられているが、この発症機構に関しては不明な点が多く残されている。そこで本研究では、慢性根尖性歯周炎発症時における顎顔面組織の侵害刺激に対する疼痛変化を検索することにより、異所性疼痛異常の発現機構の一端を解明し、異所性疼痛発症の中枢処理機構について総合的に明らかにすることを目的とした。

【材料および方法】実験には、SD 系雄性ラット (8~9w)を用いた。ラットを isoflurane (1.0~2.0%) で麻酔した後、右側上顎第一臼歯歯髄をカーバイトバーにて露髄し、complete Freund's adjuvant (CFA)に浸漬したデンタルペーパーポイント歯髄腔に刺入し、グラスアイオノマーセメントにて仮封を行った(CFA 群)。同様に saline を浸漬したポイント刺入した群を Vehicle 群とした。その後、von Frey filament で同歯相当部の顔面領域を機械刺激し、ラットの逃避閾値の変化を経時的に検索した。また、同部位を *in vivo* Micro X-ray CT System R_mCT (R_mCT, Rigaku)にて断層撮影を行い、根尖性歯周炎の拡大状態を三次元的に観察した。ポイント刺入後 6 週で根尖部の骨欠損の大きさがピークに達していることが確認できた。そこで、再度ラットを isoflurane(0.8~1.2%)にて麻酔し、化学的刺激による痛覚過敏の有無を検索するため 3mM カプサイシン 100 μ l を CFA ポイントを刺入した歯髄と同側の咬筋に投与し、同側顎二腹筋前腹から筋放電量を記録し、顎反射が亢進しているかどうかを判定した。

【結果】逃避閾値は CFA 投与後 1 日から 3 日において、CFA 群の方が Vehicle 群よりも有意な低下を示していたが、CFA 投与後 7 日目においては両群ともほぼ同程度の値まで回復した。また、断層撮影像から根尖部における骨欠損の拡大は CFA 投与後 6 週付近でピークに達していることが確認された。同側咬筋へのカプサイシン投与により反射性に誘発される顎二腹筋活動は、CFA 群において Vehicle 群よりも有意に大きい値を示していた。

【考察および結論】以上より、ラット臼歯 CFA 投与によって歯髄炎から根尖性歯周炎が誘導される過程で、CFA 投与後 1 日から 3 日において顔面皮膚の機械刺激に対する逃避閾値の有意な低下が認められたことから、この時期には顔面領域に異所性の mechanical allodynia が発症した可能性があると考えられる。一方、根尖部骨欠損が顕著であった時期、すなわち同側 CFA ポイント刺入後 6 週間では、咬筋へのカプサイシン投与によって誘導される反射性顎二腹筋活動の有意な亢進が認められたことから、根尖性歯周炎が発症することにより、顔面領域に異所性の hyperalgesia が引き起こされた可能性があると考えられる。

マイクロフォーカス CT を用いた歯内歯の新たな知見

朝日大学 歯学部 口腔機能修復学講座 歯科保存学分野¹, 朝日大学 歯学部 口腔病態医療学講座 歯科放射線学分野², 朝日大学 歯学部 口腔病態医療学講座 障害者歯科学分野³
○山田麻衣子¹, 関根源太¹, 森春菜¹, 勝又明敏², 玄景華³, 吉田隆一¹

The findings of dens invaginatus using micro focus CT

Department of Endodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, Asahi University School of Dentistry¹,
Department of Oral Radiology, Asahi University School of Dentistry², Department of Dentistry for the Disability and Oral
Health, Asahi University School of Dentistry³

○Yamada Maiko¹, Sekine Genta¹, Mori Haruna¹, Katsumata Akitoshi², Gen Keika³, Yoshida Takakazu¹

<緒言>マイクロフォーカス CT (μ CT) は、ラットやマウスなど小動物の硬組織の骨梁計測や骨密度を立体的に観察するだけでなく、硬組織成分の非破壊的な解析が可能のため、骨や歯を扱う整形外科や歯科分野での有用性が期待されている。歯内歯は歯冠部のエナメル質と象牙質が種々の程度に歯髄側へ陥入したもので、上顎側切歯に好発する歯の發育異常の一つである。成立機転はエナメル質形成前の歯胚の内エナメル上皮が歯乳頭に陥入した結果生じるとされているが、その詳細は不明な点も多い。今回我々は、13歳男子の Down 症患者に生じた根尖病巣を伴う歯内歯症例を経験し、抜歯後の μ CT で石灰化度を解析したところ、興味ある特徴的な所見が得られたので、他の抜去歯内歯とともに病理組織学的所見を交えて考察した。

<材料および方法>治療困難と診断され抜歯に至った Down 症患者の歯内歯の上顎左側側切歯(生活歯)と犬歯(失活歯)の μ CT 撮影を行った。また、同様に臨床的に保存不可能と判断された抜去歯の歯内歯も μ CT 撮影を行った。撮影装置には、ScanXmate-RX シリーズ(コムスキャンテクノ)を用い、歯内歯と基準物質(ファントム)を撮影後、TRI システム(Tri3D Bon 64, RATOC)で骨塩量(BMD)測定し歯内歯の分類に基づいて比較解析を行った。根尖病巣を有する Down 症患者の 2 歯については、脱灰後に病理組織切片を作成し、HE 染色を行い顕微鏡観察を行った。なお、歯内歯の臨床的分類は陥入の程度を指標とする Oehlers 分類(Type1~Type3)を用いた。

<結果ならびに考察> μ CT 解析では、Down 症患者にみられた歯内歯は、いずれも陥入が歯根に達し、歯周組織に穿孔した Type3 で、側切歯は穿孔部まで歯髄と交通することなく根尖部透過像に連続していた。一方、犬歯は中央歯根部で膨隆しながら穿孔し、穿孔部と歯髄腔と思われる部分との交通を認めた。病理組織像では、側切歯の陥入部はエナメル質が裏装し、その内腔側表面を無小柱エナメル質あるいは縮合エナメル上皮に由来する歯小皮と思われる無構造な層が覆い、内部は同心円状で未熟な砂粒状小石灰化物とこれに連続する口腔細菌叢を認め、穿孔部に達していた。さらに根側に索状に伸びた裏装上皮を有し、リンパ球や形質細胞浸潤に富む肉芽組織の嚢胞壁から成る炎症性の根側性歯根嚢胞を認めた。犬歯では血管を数多く含んだ肉芽組織から成る慢性根尖性歯周炎で、炎症巣は歯髄に逆行性に達していた。特徴的なのは、これら陥入部におけるエナメル質や象牙質には典型的なう蝕病巣を認めないにもかかわらず、BMD 解析によるエナメル質の石灰化度が、Oehlers 分類による陥入の程度に関係なく、低い傾向を示したことであり、他の歯内歯症例を併せた解析結果からも同様な所見が得られた。以上の結果から、歯内歯陥入部エナメル質は歯の形成過程に伴った陥入の程度と石灰化不全に密接な関係があることが示唆されると同時に、Type3 症例では陥入部がう蝕病巣を形成することなく根尖性歯周炎を惹起させることが明らかとなった。

<結論> 1. 陥入部のエナメル質や象牙質にう蝕病巣を認めることはなく、エナメル質の石灰化度が低い。2. 歯内歯の Oehlers 分類は歯頸部を基準とした陥入の程度による分類であり、3 次元的な表現には乏しい。3. 臨床的な背景を考慮した場合、穿孔を有さないものと穿孔を有するものの 2 型に分類するのが妥当ではないかと考える。

ニッケルチタンファイルのJ字状彎曲根管に対する切削特性

奥羽大学 歯学部 診療科学講座¹, 奥羽大学 歯学部 口腔病態解析制御学講座², 森川歯科クリニック³

○釜田朗¹, 板倉慧典¹, 千葉有², 森川公博³, 齋藤高弘¹

Shaping ability of Rotary Nickel-titanium Instruments in Simulated J-shaped canals

Department of Therapeutic Science, Ohu University School of Dentistry, Koriyama, Japan¹, Department of Oral Medical Science, Ohu University School of Dentistry, Koriyama, Japan², Morikawa Dental Clinic, Aizuwakamatsu, Japan³

○Kamada Akira¹, Itakura Keisuke¹, Chiba Yu², Morikawa Kimihiro³, Saito Takahiro¹

【目的】彎曲根管に対する根管拡大では、彎曲の程度が大きくなるほど直線化の傾向をとるが、ニッケルチタン製ロータリーファイル(以下、File)による器械的根管拡大では根管追従性に優れていることが報告されている。しかし、複数の File を組み合わせる操作が必要であり、金属疲労による破折の危険性も否めない環境にあった。今回、3本以下の File で根管形成が可能で、耐破折性に優れ、操作時間の短縮が期待される Twisted Files(以下、TF)が新たに国内で発売された。そこで TF を透明根管模型に用いて、その根管追従性と操作時間などについて、これまでの K3 システム(以下、K3)と比較検討を行った。

【材料と方法】材料は、J 字状彎曲を有する透明根管模型(Endo Training-Bloc、02Taper、Dentsply-Maillefer)42 本、File は、TF(SybronEndo 社製)が 08/#25、06/#25、04/#25 の 3 本、K3(SybronEndo 社製)が 10/#25 および 08/#25 のオリフィス オープナーと 06/#40、04/#35、06/#30、04/#25 の計 6 本、根管形成用マイクロモーターは DC SmartEndo(ナカニシ社製)を使用した。術者はクラウンダウン法が未経験の者とし、さらに臨床経験による差異を考慮して臨床経験 2 年未満、4 年、12 年の 3 人を選択し各々 14 模型について TF、K3 各 7 根管模型とした。術者にはメーカー指示の使用法説明とデモンストレーションを行ったのち、各 File につき 3 本程度練習時間を設けた。本実験では、File 交換ごとに根管内を水で洗浄、術者ごとに新品と交換した。根管形成の評価は、形成前後の状態を実体顕微鏡で唇舌および近遠心の 2 方向から写真撮影し、得られた画像を画像ソフト上で重ね合わせた。この画像を計測用ソフトを用いて根尖から 1、2、3、4 および 5mm の位置における根管拡大後の切削量について検討した。同時に根管形成に要する時間についても計測した。統計処理は、二群間の比較を t-test($p < 0.05$)により行った。

【結果】1) TF は K3 と比較して、ほぼすべての計測点で切削量は有意に小さかった(図 1、2)。2)近遠心方向からの観察で TF と K3 は、いずれも根尖から 4mm の位置で内彎側の切削量が大きかった。1 から 3mm の彎曲部では TF は外彎側、K3 は 2 から 3mm の位置では内彎側が、1mm の位置では外彎側の切削量が大きかった(図 2)。3)形成時間は、TF は 20~50 秒程度であったのに対し K3 では 100 秒程度かかった。

【考察】TF は K3 と比較して切削量が有意に小さかったが、彎曲点付近までは TF は 08 と 06 の小さなテーパの File で拡大したこと、彎曲部では #25 と細めの File で形成したことで形成前の根管に近似した形成が可能となったと考えられた。また彎曲部では、断面形状が三角形を呈している TF は K3 より断面積が小さく大きな弾性を有し、すぐれた根管追従性が認められたが、根尖に近づくと直線化の傾向が見られた。根管形成時間は、TF が 3 本と K3 の半数であったことがそのまま時間短縮に直結したと考えられた。

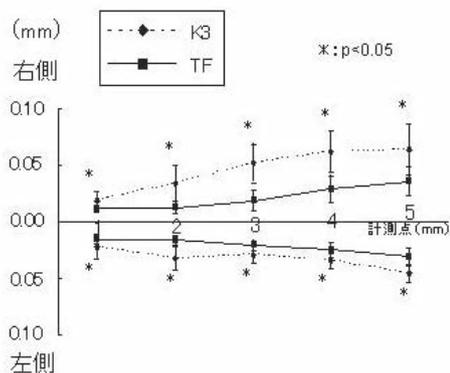


図1 唇舌面観における変位量

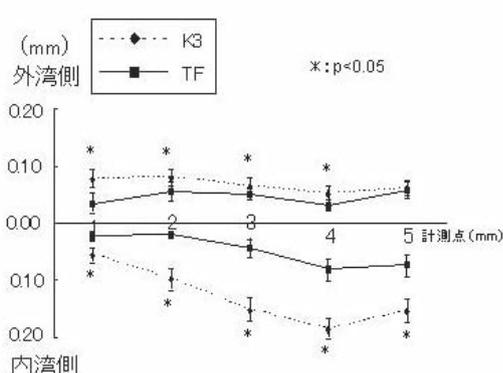


図2 近遠心面観における変位量

S-PRG フィラーが歯髄に及ぼす影響

奥羽大学 歯学部 歯科保存学 保存修復学分野

○菊井徹哉, 横瀬敏志

Influence of S-PRG filler on dental pulp

Division of Operative Dentistry, Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry Ohu University Koriyama, Japan

○Kikui Tetsuya, Yokose Satoshi

目的: 歯科治療において歯髄組織の保存は治療効果に対して大きな影響を与える。歯髄組織の保護・再生を目的とした治療法すなわち *vital pulp therapy* の開発には生体親和性の高い材料の開発および歯髄保護材に対する歯髄組織の反応メカニズムの解析が不可欠である。著者らはこれまでにラット切歯から分離した培養歯髄細胞を使用して *dentinogenesis* の解析を行い多くの知見を得てきた。*vital pulp therapy* では細胞の分化や機能を活性化することが可能な *biomaterial* が必要なことから S-PRG フィラーに着目した。本研究では S-PRG フィラーが未分化な歯髄細胞の象牙芽細胞へ分化誘導に対してどのような影響を与えるかを調査し、覆髄材への応用の可能性を検討した。

方法: 実験は7~8週齢のSDラットを用いた。ペントバルビツールナトリウム (Somnopentyl, 共立製薬) 麻酔下にて下顎切歯外側歯頸部にカーバイドバーを用いて注水下で窩洞形成を行い、窩洞底において露髄状態(出血を確認)にした後、生理食塩液によって洗浄、過酸化水素水で消毒を行なった。形成した窩洞に対象群は水酸化カルシウム、実験群には S-PRG 粉末(1 μ m, 松風)を窩底に敷き詰め、レジン添加型グラスアイオノマーセメントで封鎖した。処置後4日においてエーテル麻酔下で屠殺して下顎切歯の標本を得た。Plank Rychio method 脱灰液により急速脱灰を行い5%硫酸ナトリウムで中和後、通法に従い脱水・パラフィン包埋して組織標本を作製した。歯髄の変化はH-E染色により観察・比較した。結果および考察: S-PRG はフルオロボロアルミノシリケートガラス表面を予めポリアクリル酸で処理して glass-Ionomer 相を形成し、その表面をシラン処理した構造の界面機能性ガラスである。S-PRG からは Si, B, Al, Sr, F などが溶出する。溶出成分 B, Sr は硬組織の形成促進作用を期待できる成分である。これまでの実験においてラット歯髄培養細胞では S-PRG フィラーを添加した場合歯髄細胞の足場となり培養早期に象牙芽細胞への分化が誘導され、象牙質様の石灰化物質が形成されることが示された。今回の実験ではラットの下顎切歯歯頸部において S-PRG を直接覆髄材として埋入し、歯髄における組織反応を検索した。対照群である水酸化カルシウムの場合、埋入4日目ではカルシウム界面に壊死層が形成され、歯髄組織の血管が拡張し強い炎症反応が観察された。一方、S-PRG の場合、界面には炎症性細胞浸潤が見られるが、壊死層の形成ならびに組織内の血管拡張は見られず、歯髄組織はほぼ正常な状態を保っていた。S-PRG は埋入初期において歯髄内の炎症反応が穏やかであるため、露髄部の修復機転が早期に誘導されたと考えられる。

結論: S-PRG は歯髄にたいして傷害的な作用は少なく、直接覆髄材として応用できる可能性が示された。

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 1 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

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

○Amano Ryoko, Katsuumi Ichiroh

【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。その理由としては、根尖付近で歯根が急激に遠心方向ないしは舌側方向に湾曲・屈曲することが多いため、拡大形成が行いにくいことがあげられる。本研究は、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、根管の走行など上顎側切歯の根管形態の詳細な分析を行った。

【材料および方法】

実験には、ヒト上顎側切歯抜去歯 20 本を用いた。歯根外形を肉眼的に観察後、歯科用X線撮影装置で頬舌方向から撮影し、さらにマイクロフォーカスX線CT装置(ELE-SCAN、日鉄エレックス)を用い、管電圧 80kV、管電流 60 μ A、スライス厚 56 μ m の条件で根尖から歯冠部までを連続的に断層撮影を行った。得られた断層像は画像処理ソフト(TRI/3D-BON、ラトックシステムエンジニアリング)により三次元構築を行い、根管の走行方向などの分析を行った。根管の湾曲度合いについては、三次元構築した画像をもとに近遠心・頬舌の 2 方向から観察を行い、根管の長軸と、根尖孔と根管湾曲の起始点とを結んだ線がなす角度を測定し、20 度以上のものを強湾曲、20 度未満を弱湾曲とした。

【結果とまとめ】

1. 歯根外形の観察

20 歯はすべて単根であったが、全ての歯根が遠心方向に湾曲あるいは傾斜しており、うち 2 歯には S 字状の 2 重の湾曲がみられた。さらに舌側方向にも湾曲・傾斜しているものが 7 歯あった。なお、湾曲は根尖側 1/3～1/4 で多く認められた。

2. 根管の観察

主根管はほぼ歯根の外形に一致し、多くの被検歯で遠心方向への湾曲が認められた。根管側枝は 5 歯(1 歯あたりの発現数は 1～2)に、根尖分岐は 2 歯(発現数は各 5・2 枝)に認められた。また、歯頸部付近で舌側の歯質が歯髓腔に突出している歯が、4 歯認められた。

3. 根管湾曲度

近遠心的に湾曲している 20 歯において、1 か所で湾曲している根管は 18 歯、2 か所で湾曲している根管は 2 歯認められた。計 22 か所の湾曲のうち、弱湾曲が 13、強湾曲は 9 例であった。

舌側方向に湾曲している根管は 8 歯で、うち 1 歯は歯根外形が真直であるにもかかわらず根管は湾曲していた。湾曲の回数は 1 か所で湾曲している根管が 6 歯あり、2 ないし 3 か所で湾曲している根管がそれぞれ 1 歯ずつ認められた。計 11 か所の湾曲のうち、弱湾曲が 5、強湾曲は 6 例あった。

今回の検討により、上顎側切歯歯髓腔形態の複雑さが窺われたが、なかでも舌側方向に湾曲する根管は歯科用X線では把握が困難なため、治療に支障をきたしていることが再確認できた。今後、根管の偏平度や根尖孔の開口位置など、さらなる詳細な分析を行う予定である。

TF ファイルによる透明湾曲根管模型の拡大形成後における形態変化に関する観察

日本歯科大学新潟生命歯学部 歯科保存学第1講座¹, 日本歯科大学新潟病院 総合診療科²

○新井恭子¹, 北島佳代子¹, 北野芳枝¹, 朝比奈壮朗¹, 三好敏明¹, 反町香子¹, 貝津徹¹, 横須賀孝史², 佐藤友則¹,
五十嵐勝¹

Observation about shape change of simulated curved canals after using TF files

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

○Arai Kyoko¹, Kitajima Kayoko¹, Kitano Yoshie¹, Asahina Takeo¹, Miyoshi Toshiro¹, Sorimachi Kyoko¹, Kaizu Toru¹,
Yokosuka Takashi², Sato Tomonori², Igarashi Masaru¹

【緒言】NiTi ローターファイルは、優れた柔軟性と高い根管の追従性があることから、湾曲根管に有効な器具として臨床応用されている。専用のロータリーエンジンに取りつけて使用するため、切削効率が高く術者の疲労を軽減でき、トルクコントロール機能によってファイルに過剰なトルクが加わると逆回転して破折を防止しているが、NiTi の金属特性から根管内で突然ファイルが破折することがある。一般に NiTi ファイルは削り出しによって製造されるが、TWISTED FILES (SybronEndo, TF と略す) は、ねじり加工により製造されているため製造工程でマイクロクラックが入らず、ファイルの破折を軽減するといわれている。今回われわれは、TF で透明樹脂製湾曲根管を拡大形成し、根管壁の外方および内方への移動量を計測したので報告する。

【材料および方法】術者は、臨床経験が2年以上の歯科医師12名である。拡大形成には30度の湾曲を有する透明樹脂製の根管模型 (ENDO-TRAINING-BLOC A0177, DENTSPLY) を使用し、15号の手用ファイルで予め根尖孔まで穿通してから作業長を決定した。使用した NiTi は、TF の尖端サイズが25号、テーパーが.10、.08、.06、.04の4本で、テーパーの大きいファイルから順次クラウンダウン法で拡大形成を行った。各自1ブロックを手持ちで拡大し、トルクコントロールエンジンには X-Smart (DENTSPLY) を用い、回転数は500回転/分とした。なお、拡大形成中は生理食塩液で適宜洗浄を行った。術前と拡大形成後に染色液を根管内に注入し、湾曲根管の側面からデジタル写真撮影を行い、2つの画像は Photoshop (Adobe) で合成し、WinROOF (三谷商事(株)) を用いて拡大された外方と内方の根管壁の移動距離を計測した。計測部位は、根尖孔を起点に、1mm 間隔で歯冠側方向へ10mm までの11ヶ所とした。コントロールには、ProTaper (DENTSPLY, PT と略す) で S1 から F2 まで拡大形成を行った根管を用いた。結果はt検定にて統計処理を行った。

【結果】TF における外方への移動量は最大値 0.203mm、最小値 0.067mm で、根尖孔から0mm の位置では 0.069mm、10mm の位置では 0.203mm であった。内方への移動量は最大値 0.203mm、最小値 0.050mm で、根尖孔から0mm の位置では 0.194mm、10mm の位置では 0.050mm であった。外側では、最も歯冠側の位置に相当する根尖孔から10mm の位置で変化が最も大きかったのに比べ、内側では湾曲が始まる根尖孔から6mm の位置で移動量が最も大きかった。TF と PT の移動量は、外側では根尖孔から7mm、8mm、10mm の位置で TF の方が有意に小さかったが、根尖部付近では TF、PT ともに値が小さく両者間に差は認めなかった。TF 使用時には、ファイルの伸びがしばしばみられたがファイルの破折はなく、ステップ形成も認められなかった。

【考察】TF よりも PT の方が歯冠側で移動量が多くなったのは、TF は最大10%テーパーを有しているが、PT は最大19%のマルチプルテーパーであるためと考えられる。計測した部位では外方と内方とも切削されていない箇所がみられなかったことから、実際の臨床においても湾曲の内外方向において感染歯質の取り残しを防ぐことができると考えられる。NiTi ファイルは拡大時に負荷がかかるのと伸びて力が開放されると元に戻り、それが繰り返されて金属疲労により破断し、突然折れるといわれているが、ファイルの伸びは認めたものの破折がなかったことから TF の伸びは破折の危険性を予知させるもと考えられる。

【結論】TF ファイルで透明湾曲根管模型を拡大形成した場合、側面からの観察で術前の形態を残したまま拡大され、根尖孔の偏位もないことから、狭窄湾曲根管に有用な器具であることが示された。

歯髄反応陽性上顎中切歯 Type III 嵌入歯に生じた急性根尖性歯周炎の非外科的歯内療法

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

○工藤義之, 志賀華絵, 岡田伸男, 山本慎子, 増山知之, 柳谷隆仁, 熊谷啓二, 中村芳草, 野田守

Non-Surgical Endodontic Treatment of Acute Apical Periodontitis of Type III Dens Invaginatus with Vital Pulp in Maxillary First Incisor

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

○Kudou Yoshiyuki, Shiga Hanae, Okada Nobuo, Yamamoto Makiko, Masuyama Tomoyuki, Yanagidani Takahito, Kumagai Keiji, Nakamura Yoshiaki, Noda Mamoru

【緒言】 嵌入歯の嵌入部分が感染経路となり根尖性歯周炎が惹起されることが知られている。嵌入歯の非外科的歯内療法は歯髄腔ならびに嵌入部分の形態の複雑性から困難で、外科的歯内療法が適応されることも多い。今回、歯髄反応陽性の上顎中切歯 Type III 嵌入歯に生じた急性根尖性歯周炎に対して非外科的歯内療法を行ない、良好な経過を得ている症例について報告する。

【症例】 12歳の女子。平成21年5月、上顎右側中切歯根尖相当部の腫脹、疼痛ならびに発熱にて紹介元歯科医院を受診した。膿瘍切開、抗菌薬投与を行った後に歯内療法を試みたところ切削時に生活歯様の疼痛を訴えたため、精査ならびに治療依頼にて同月当科紹介となった。

当科来院時、体温 37.1 度、上顎右側中切歯根尖相当部を中心とした腫脹を認め、右眼周囲から右側頬部、顎下部にかけてび慢性腫脹が広がっていた。血液検査から WBC 12400/ μ l, CRP 5.7 mg/dl であった。口内法エックス線検査、パノラマエックス線検査ならびにコーンビーム CT (CBCT) 検査を行った。上顎右側中切歯根尖相当部に骨密度の低い領域が存在し、唇側まで達していた。口腔外科にて膿瘍切開、ドレナージ、抗菌薬静脈投与にて消炎を図った。

消炎の後、歯髄電気診を行ったところ反対側同名歯と同程度の生活反応を認めた。CBCT 検査から上顎右側中切歯は嵌入歯で嵌入部分は根尖まで達し、Oehlers Type III であることが判明した。根尖部の骨吸収像は嵌入部から続いていた。歯髄電気診とCBCT 検査から、根尖性歯周炎の原因は嵌入部からの感染が原因で、歯髄は健全であると判断し、歯髄処置は行わず嵌入部分を感染根管として水酸化カルシウム糊剤を用いた感染根管治療を行った。

症状が消退したため、同年 11 月、根管充填用糊剤を用いて根管充填を行い上部をコンポジットレジンで封鎖した。定期的に経過観察を行い、臨床症状は認めず、歯髄電気診に陽性でエックス線検査にて骨の再生を認め良好な経過を迎えている。

【考察】 今回の上顎中切歯の Type III 嵌入歯の治療では、CBCT 検査にて正確に嵌入歯の形態を把握し、根尖性歯周炎の原因を把握し、嵌入部の感染根管治療のみを行うことで治癒に至ることができた。嵌入歯の治療においては、術前に解剖学的形態を十分把握することが重要であり、CBCT 検査の応用は有効であると考えられた。

【結論】 根尖性歯周炎を生じた嵌入歯の非外科的歯内療法を成功に導くためには、解剖学的形態の把握し感染源の特定することが重要である。

超音波とナノバブルを用いた薬剤導入による根管無菌化

愛知学院大学 歯学部 歯内治療学講座¹, 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², 福岡大学医学部 解剖学講座³

○江場久哲¹, 中島美砂子², 庵原耕一郎², 立花克郎³, 中田和彦¹, 堀場直樹¹, 中村洋¹

Root canal asepsis drug introduction using ultrasound and nano bubbles

Department of Endodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University, Nagoya, Japan¹, Center for Advanced Medicine for Dental and Oral Disease, National Center for Geriatrics and Gerontology, Research Institute, Obu, Japan², Department of Anatomy, School of Medicine, Fukuoka University, Fukuoka, Japan³

○Eba Hisanori¹, Nakashima Misako², Iohara Koichiro², Tachibana Katsuro³, Nakata Kazuhiko¹, Horiba Naoki¹, Nakamura Hiroshi¹

【研究目的】

歯内治療学分野における根管無菌化は、治療の成否に大きく関与する。しかしながら、特に感染根管処置の完全な無菌化が困難な場合、治療期間の延長を余儀なくされる。さらに、拡大形成による歯質の損失は、歯牙破折、拔牙の要因となり、予後に大きな影響を及ぼす。そこで、本研究ではナノバブルと超音波を用いた薬剤導入を行い、根管内の無菌化を達成することを目的として、最適な薬剤導入条件を検討した。また、in vitro における根管薬剤導入を行い、根管無菌化の可能性を検討した。

【材料と方法】

1. 試料作製

10~12ヶ月齢のイヌ(ビーグル 雌)より、上下顎前歯を抜去した。通法に従って髄腔開拓を行い、#60 まで根管拡大形成を行い、滅菌生理食塩水に浸漬し、冷蔵保管した。使用直前に3% EDTA (ニシカ スメアクリン)にて2分間洗浄、前処理を行い、十分乾燥させた。

2. 最適な薬剤導入条件の検討

ナノバブルを生理食塩水にて希釈し、濃度が5%または10%となるように調製した。5%、10%ナノバブル液と、5mg/ml テトラサイクリン (SIGMA 088K0680)を根管内に注入し、超音波発生装置(ネッパジーン SonoPore KTAC4000)にて超音波を120秒間適用した。その後、生理食塩水にて洗浄し、ゲーゼミクロームにて150μmの厚みで切片を作製し、紫外線照射下の実体顕微鏡にて象牙細管への薬剤浸透状況を比較検討した。

3. GFP ラベル *E.faecalis* 作製

電気的遺伝子導入装置を用いて、pGFP-C1 遺伝子を、通常株 *E.faecalis* に遺伝子導入し、GFP ラベル *E.faecalis* の菌株を作製した。

4. in vitro における根管無菌化(形態学的解析)*E.faecalis* 菌液を試料根管へ注入、仮封を行い、36°C、好気下で72時間培養した。仮封除去後に滅菌生理食塩水にて洗浄後、下記のような処置を行った。

- 1. ナノバブル+アンピシリン(50 μg/mg)+超音波 適用
- 2. ナノバブル+アンピシリン 適用
- 3. ナノバブル+超音波 適用
- 4. アンピシリン 適用

コントロールとして、未処置試料を用いた。

再度仮封を行い、48時間培養を行った後に、ゲーゼミクロームにて150μmの厚みで切片を作製、GFP 照射下の共焦点レーザー顕微鏡にて、細管内の無菌化状況を形態学的に比較した。

5. in vitro における根管無菌化(細菌学的解析)ラウンドバーにて、上記処置を行った試料根管の壁を切削した。採取した切片を培地へ播種し、48時間培養し、根管内の無菌化状況を細菌学的に比較した。

【結果】

最適条件の比較検討については、10%と比較して、5%で象牙細管への薬剤導入が顕著に認められた。

また、根管無菌化実験では、ナノバブル+アンピシリン+超音波適用によって細管内の GFP ラベル *E.faecalis* と推定される蛍光は認められなかったのに対し、その他の群においては、蛍光が多く認められた。また、細菌学的見地においても、同様の結果が得られた。

【結論】

以上のことから、ナノバブルと超音波を用いることで、細管内に薬剤を深く浸透させることが可能であり、根管を短時間に無菌化できる可能性が示唆された。

Passive Ultrasonic Irrigation による根管洗浄の効果—SEM 観察—

九州大学病院 歯内治療科¹, 九州大学大学院 歯学研究院 口腔機能修復学講座 歯科保存学研究分野²,
○木原智子¹, 前田英史¹, 郡勝明², 寺松陽子², 和田尚久¹, 藤井慎介¹, 友清淳², 門野内聡², 河野清美², 山本直秀², 後藤康治², 赤峰昭文²

The effects of Passive Ultrasonic Irrigation on root irrigation -SEM observations-

Department of Endodontology, Kyushu University Hospital, Fukuoka, Japan¹, Department of Endodontology and Operative Dentistry, Division of Oral Rehabilitation, Faculty of Dental Science, Kyushu University, Fukuoka, Japan²

○Kihara Tomoko¹, Maeda Hidefumi¹, Koori Katsuaki², Teramatsu Yoko², Wada Naohisa¹, Fujii Shinsuke¹, Tomokiyo Atsushi², Monnouchi Satoshi², Kono Kiyomi², Yamamoto Naohide², Goto Yasuharu², Akamine Akifumi²

【目的】 最近の根管洗浄に関する報告では、根管内細菌数を可及的に減少することを目的に、根管拡大形成後の根管壁のスミア層の効率のよい除去方法について検討がなされている。以前、私たちは、超音波チップの U-ファイルを用いた根管洗浄によるスミア層の除去効果について報告を行った(第125回日本歯科保存学会秋季大会)が、今回の研究では、表面がスムーズな超音波チップを用いて Passive Ultrasonic Irrigation (PUI)法にて根管洗浄を行い、その効果について検討した。

【材料と方法】 単根のヒト抜去歯を C-E junction にて歯冠部を水平に切断し、#15K-ファイルにて根尖まで穿通後、根尖孔を#20K-ファイルにて拡大した。その後、ステップバック法にて#60まで拡大を行った。根管長は平均約12.5mm程度だった。次に、歯根を1次印象用のパテに植立し、5%過酸化水素水ならびに3%次亜塩素酸ナトリウム液にて、各々1mLずつ根管を交互洗浄した。その後、3%EDTAを含むスミアクリーン(日本歯科薬品)(SC群)または3%次亜塩素酸ナトリウム液(日本歯科薬品)(AH群)を根管内に満たし、さらにそれぞれの群を2グループずつに分け、一方は、洗浄液を満たしたまま3分間静置し(nonUS)、もう一方には、根管内に表面がスムーズな根管洗浄用チップ(V-N50, ナカニシ)の先端を根尖孔より3mmの位置まで挿入し、上下動を行わないようにしながら、EMSにて同時間微弱な振動を加えた(US)。これら4グループの歯根を根尖孔を通るように歯軸に平行に切断し、根尖孔より1mm、3mm、根中央そして根管口の4箇所での根管壁を、走査型電子顕微鏡(FE-SEM, Hitachi)を用いて観察した。

【結果】・SC群の結果について:1mmならびに3mmの位置では、nonUSならびにUSグループともにスミア層の除去が十分ではなく、グループ間で大きな差は認められなかった。しかしながら、根中央ならびに根管口では、nonUSと比較してUSグループでは、明らかに多数の象牙細管の開口部が観察され、USグループではスミア層が効果的に除去されたことが明らかだった。・AH群の結果について:1mmならびに3mmの位置では、両グループともスミア層はほとんど除去できていなかったのに対し、根中央ならびに根管口では、nonUSと比較してUSグループでは、効率はSC群には劣るものの、明らかに有意なスミア層の除去が観察された。また両群においてUSグループの根管壁には、超音波チップの接触による切削跡は全く観察されなかった。

【考察】 以前、私たちが行ったU-ファイルの超音波チップを用いた報告では、ファイルが接触した根管壁が切削され、そのためスミア層の除去効率が低かった。しかしながら今回の結果では、根管壁には切削跡が認められず、また根尖付近を除いて、スミア層の除去効率が高かったことから、根管洗浄におけるPUI法の有意性は明らかであった。一方根尖付近では、PUI法による洗浄液の攪拌が効率的に行われていないことが示唆された。この結果は、過去の幾つかの報告とも一致しており、今後根尖孔付近のスミア層を効率よく除去できる超音波装置の出力、あるいは洗浄液の濃度または洗浄時間などについて検討する必要があると思われる。さらにSC群だけではなく、AH群においてもPUI法の有意な効果が認められたことから、PUI法をSCならびにAHによる連続した洗浄に応用し、根尖付近での洗浄効率について検討を加えようと考えている。

ニッケル・チタン製ファイルとステンレス・スチール製ファイルの形成システムの違いが根管形態に与える影響

奥羽大学 歯学部 歯科保存学講座 保存修復学分野

○川原直樹, 井上雅貴, 金井英納, 西村翼, 横瀬敏志

Comparative efficiency of Ni-Ti file and SS file on root canal formation

Division of Operative Dentistry Department of Conservative Dentistry School of Dentistry Ohu University

○Kawahara Naoki, Inoue Masaki, Kanai Hidenori, Nishimura Tubasa, Yokose Shatoshi

【目的】 歯内療法において根管治療の目的には、根管内からの感染源、汚染部の除去、根管の消毒、緊密な根管充填を行うことであるが、これらの条件を満たすためには、確実な根管形成とその効率化が重要になる。現在、根管治療において、従来通りの手用ステンレス・スチール製のファイル(以下 SS ファイル)による根管拡大形成の他に、モーターハンドピースを用いたニッケル・チタン製のファイル(以下 Ni-Ti ファイル)による根管拡大形成も主流となりつつある。しかしながら、従来型の SS ファイルと Ni-Ti ファイルによる形成システムの違いが、根管拡大形成後の根管形態と作業時間に与える影響を調べた研究はわずかである。そこで我々は、根尖にそれぞれ角度の違った湾曲を付与した透明根管模型(10、20、30)に対して、SS ファイルと Ni-Ti ファイルを用いて根管拡大形成を行い、根管形態に与える影響および拡大に要する時間を検討することを目的とした。

【材料と方法】 ニッシン社製の透明歯根管模型 S4 シリーズ U1-10、U1-20、U1-30 に対してヨシダ社製の Ni-Ti ファイル(TF ファイル)と Zipperer 社製の SS ファイルを用いた。Ni-Ti ファイルはヨシダ社製の根管拡大用モーターハンドピースシステム(DC スマートエンド)を用いてクラウンダウン法で拡大形成し、SS ファイルは手技によるステップバック法で拡大形成を行った。根管が見える状態で、各々の根管に対して #40 まで拡大形成し、要した時間および根管内の形態を測定した。また、透明根管の根管を見えないように覆った状態で同様の試験を行い、時間の変化および根管内の形態に及ぼす影響を Ni-Ti ファイル、SS ファイルの双方で測定し、比較検討した。

【結果】根管形成に要する時間は Ni-Ti ファイルにおいて、有視野、無視野ともに全ての湾曲根管でほぼ同一だった。一方、SS ファイルでは有視野、無視野ともに湾曲が増すにつれて形成時間が有意に長くなった。さらに、その傾向は無視野の方が強くみられた。根管形成時に発生するステップは、SS ファイルにおいて全ての湾曲根管にみられ、無視野においては 20 と 30 の湾曲根管にファイルの破折が伴った。これに対して Ni-Ti ファイルでは有視野において、30 の湾曲根管のみにステップがみられた。無視野においては 20 と 30 の湾曲根管にステップがみられ、30 の湾曲根管でファイルの破折が伴った。

【考察】今回の実験から Ni-Ti ファイルは手用 SS ファイルに比較して根管の湾曲度に影響されず一定時間内に根管形成が可能であることが分かった。また、明らかにファイルの破折のリスクも少ないことが示された。

【結論】 モーターハンドピース Ni-Ti ファイルは根管形成を効率よく行うにあたり有用である。

高周波・電磁波照射を歯内療法に応用した症例

徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部 発達予防医歯学部門 健康長寿歯科学講座 歯科保存学分野¹,
医療法人とみなが歯科医院², 徳島大学病院 口腔管理センター³

○湯本浩通¹, 富永敏彦², 柴田眞吾¹, 武川大輔¹, 高橋加奈子¹, 木村智子³, 平尾功治¹, 松尾敬志¹

Irradiation treatment of Electro-Magnetic Wave for periapical periodontitis; Case report

Department of Conservative Dentistry, Institute of Health BioSciences, The University of Tokushima Graduate School¹,
Tominaga Dental Clinic, Naruto, Japan², Oral Health Management Center, Tokushima University Hospital³,

○Yumoto Hiromichi¹, Tominaga Toshihiko², Shibata Shingo¹, Takegawa Daisuke¹, Takahashi Kanako¹,
Kimura Tomoko³, Hirao Kouji¹, Matsuo Takashi¹

【研究目的】

感染根管治療では、根管系の形態が非常に複雑であることから、完全に病原細菌や感染歯質を除去する事は困難であり、通常の治療に反応せず子後不良の場合には抜歯せざるを得ない場合もある。さらに近年、根管系のみならず根尖孔外の歯根表面に病原細菌が Biofilm を形成し、これが持続的な慢性炎症を惹起し、難治性の炎症性疾患を形成している事が示唆されている。しかしながら、複雑な根管系から病原細菌や感染歯質を除去する方法としては、根管治療器具やレーザー等を改良したという報告をみるのみであり、その除去効果や器具到達領域に限界がある事から改善の余地は大きく残されている。そこで我々は、病原細菌の消毒及び治癒促進に応用されている高周波治療に着目し、第 131 回秋季本学会において高周波・電磁波照射の口腔内細菌に対する殺菌効果について報告した。本研究では、大きな根尖病変を有する歯の根尖孔外及び根尖部根管内に高周波・電磁波照射を行った症例について報告する。

【術式】

通法通り根管拡大・清掃後、浸潤麻酔下にて根管内に冷却した生理食塩水を満たし、根尖周囲の骨吸収最先端から 1 mm 離れた部位を照射開始点として 2 mm 間隔で、最終的に根尖部根管内に 1 回ずつ 500 kHz, 1 秒/回で高周波・電磁波を照射した。本研究は、徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会により承認(#906)されたプロトコールに従って実施された。

【症例】

(症例 1)

患者:79 歳男性

主訴:12 及び 11 口蓋側歯肉の腫脹

現症:12, 11 間の口蓋側歯肉に瘻孔を認め、両歯共に打診痛(-)、動揺度 M1-2, 12 唇側中央部に 8 mm のポケットを認めたが、その他は 4 mm 以下であった。

デンタル X 線撮影の結果、12 と 11 の根尖を取り囲む X 線透過像を認めた。

治療経過:12, 11 連結冠及びコアを除去後、12 根尖部から多量の排膿を認めた。以後、根管拡大・形成とカルシベックス根管貼薬による感染根管治療を継続したが、12 根尖部からの排膿や浸出液は、2 カ月半止まらなかった。根尖部からの浸出液等の所見が消失した時点で、電磁波照射を行い、照射直後に根管充填を行った。デンタル X 線撮影による経過観察では、根管充填 4 カ月後で根尖部の X 線透過像の縮小が認められ、瘻孔等の再発も無く経過良好であった。

(症例 2)

患者:39 歳女性

主訴:近医より 12 及び 11 の抜歯と同部へのインプラント治療に関して紹介

現症:12, 11 レジン前装連結冠の不適合を認め、デンタル X 線及び CT 撮影の結果、12, 11 共に歯根長は短く、12 の根尖部から遠心側にかけて顕著な歯槽骨吸収像を認めた。12 唇側歯肉に瘻孔を認め、打診痛(-)、動揺度 M1、遠心部に 9 mm のポケットを認めたが、その他の部位は 4 mm 以下であった。

治療経過:12, 11 レジン前装連結冠及び軟化象牙質を除去後、12 について電氣的作業長を測定した結果、作業長は 7 mm であり、歯周ポケット深さとデンタル X 線・CT 像と併せて考慮すると歯内-歯周病変(Endo-Perio lesion)であると判断された。患者の希望により、根管拡大・形成とカルシベックス根管貼薬による感染根管治療を継続し、根管根尖部からの浸出液等の所見が消失した時点で、電磁波照射を行い、照射直後に根管充填を行った。デンタル X 線撮影による経過観察では、根管充填 1 カ月後で根尖部の X 線透過像の縮小が認められ、根管充填 2 カ月後にはほぼ完全に根尖部の X 線透過像は消失し、根管充填 5 カ月後では遠心側の歯槽骨の再生も観察され、経過良好であった。

【結論】

高周波・電磁波照射を用いた感染根管治療が、難治性根尖性歯周炎において、新たな非外科的歯内療法になり得る可能性が示唆された。

根尖孔を介した接着性レジンシーラーの骨内組織反応

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 齶蝕学分野¹, 首藤歯科医院²

○柳口嘉治郎¹, 首藤実², 池田香¹, 川崎綾¹, 杉本浩司¹, 池田毅¹, 林善彦¹

Intrabony tissue reaction of adhesive resin sealer through apical foramen

Department of Cariology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences¹, Shudo Dental Clinic²

○Yanagiguchi Kajiro¹, Shudo Minoru², Ikeda Kahori¹, Kawasaki Aya¹, Sugimoto Kohji¹, Ikeda Takeshi¹,
Hayashi Yoshihiko¹

【緒言】根管充填を行う場合、固形のガッタパーチャポイントと根管壁へ緊密性を保つために根管用シーラーを併用する方法が広く用いられている。現在、根管用シーラーとして歯質接着性のない酸化亜鉛ユージノールセメントが多用されているが、ユージノールの組織刺激性も問題視されているため、非ユージノール系の製品の開発が進んでいる。根管用シーラーに求められる性質としては組織親和性を有し、根尖歯周組織の生物学的治癒を促進させること、材質が安定であること、容易に除去ができることなどが挙げられるが、より重要な特長として根管を緊密に填塞することが必要である。近年、歯質接着性を有するレジン系材料に急速な進歩がみられている。我々は第 130 回日本歯科保存学会にて、すでに当教室で開発しているラット臼歯の根尖部を用いた根管模型モデル内にスーパーボンド根充シーラー填塞後、ラットの顎骨内窩洞へ移植した研究で、速やかに炎症反応の減弱化が起こり早期に同部位に線維芽細胞の増殖が進行することを報告した。今回、エポキシレジン系シーラーの AH プラスを同様の実験系で行い根尖周囲の組織反応を経時的に観察し、組織親和性に関して検討を行った。

【材料と方法】1、根管模型の作製:ウイスター系雄性ラットの上顎第 2 臼歯根尖部 1mm をダイヤモンドディスクで切り出したのち、5%NaOCl に 8 時間浸漬し、有機質の除去を行った(根尖孔は 0.45mm 程度)。動物実験を行う直前にまず 15 分間 37℃の恒温槽に保管後、5%NaOCl と 3%OX にて交互洗浄を行いペーパーポイントで乾燥した後、AH プラスの充填を行い、次のように直ちにラットの顎骨へ移植した。2、下顎骨への移植:6 週令のウイスター系雄性ラットに、ペントバルビタールナトリウム(ネンブタール 25.9mg/kg)の腹腔内麻酔を施した後、術野を 3%イソジンと 70%アルコールで消毒した。下顎骨に達する切開を加え、皮膚骨膜弁を開き下顎骨の一部を露出させた。滅菌済みラウンドバーを用い低速回転で、オトガイ孔後方の咬筋付着部前縁に円形窩洞を形成し、AH プラスを充填した根管模型を移植した後、グラスアイオノマーセメントで仮封の後、骨膜弁を元の位置に戻し皮膚の縫合を行った。術後 1、3、7 日目、ペントバルビタールナトリウムの腹腔内の深麻酔下で 0.1M カコジル酸緩衝(pH7.4)2%パラホルムアルデヒドと 2.5%グルタルアルデヒド液で灌流固定を行った。リングル液の注水下で、ダイヤモンドディスクを使って根管模型を含む下顎骨を可及的に小さく切り出し、同固定液に 1 時間、四酸化オスミウムで 1 時間の後固定を行った。通法により、アルコール脱水、エポキシレジン包埋後、厚さ 2 μ m の切片を作製した。トルイジンブルー染色後、光学顕微鏡にて根管模型周囲の組織反応を観察した。なお本実験は、事前に内容を長崎大学先導生命研究支援センター動物実験施設に申請し、委員会で承認を受けたのち実施した。

【結果とまとめ】術後 1 日目、根管模型の先端部周囲には炎症性細胞の浸潤が確認できた。術後 3 日目、根管模型先端部付近で AH プラスと思われる構造物の一部が遊離しその周囲に中等度の炎症性細胞の浸潤がみられた。術後 7 日目にも溶出した構造物及び中等度の炎症性細胞の浸潤がまだ観察された。今回の結果から、AH プラスは填塞後、少量ではあるが周囲組織に分離しこの観察期間内では炎症反応も持続することが確認された。これは外科的侵襲も原因の一つであると考えられるが、今回と同じ観察期間でスーパーボンド根充シーラー填塞時には見られなかった所見である。これらのことから、AH プラス自体に組織刺激性がある可能性が示唆され、今後さらなる検討が必要と思われる。

新型ニッケルチタンファイル PROFILE®VORTEX™の曲げ特性および相変態挙動

東京医科歯科大学大学院 歯科学総合研究科 摂食機能保存学講座 歯髄生物学分野¹, 東京医科歯科大学 生体材料工学研究所 素材部門 金属材料分野²

○宮良香菜¹, 八幡祥生¹, 海老原新¹, 塙隆夫², 須田英明¹

Phase transformation behavior and bending property of PROFILE®VORTEX™

Pulp Biology and Endodontics, Department of Restorative Sciences, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University¹, Department of Metallurgy, Division of Biomaterials, Institute of Biomaterials and Bioengineering, Tokyo Medical and Dental University²

○Miyara Kana¹, Yahata Yoshio¹, Ebihara Arata¹, Hanawa Takao², Suda Hideaki¹

【研究目的】

ニッケルチタン (以下 Ni-Ti) ファイルは、1988 年に Walia らが Ni-Ti 合金の超弾性特性に注目して研究を開始して以来、現在に至るまで多くの製品が開発されてきた。PROFILE®VORTEX™ (DENTSPLY Tulsa Dental, USA, 以下 PFV) は、特別に熱機械処理された M-wire™ を加工したもので、最近注目されている Ni-Ti ファイルである。そこで、本研究では PFV の曲げ特性および相変態挙動について検討を行った。

【材料および方法】

実験群として、先端径 0.30 mm, 0.06 テーパーの PFV を、対照群には、既存の普及 Ni-Ti ファイルである PROFILE® (DENTSPLY Maillefer, Switzerland, 以下 PF), および FlexMaster® (VDW, Germany, 以下 FM) を用い、以下の実験を行った。

1) 曲げ試験

自作の片持ち梁曲げ試験装置を使用した。試験温度 37°C において、ファイルを刃部先端から 9.5 mm の部位で把持し、刃部先端から 3.0 mm の部位に荷重を与え、3.0 mm 変位させた。

2) 示差走査熱量分析 (以下 DSC)

Ni-Ti 合金の相変態挙動を定量的に解析するため、DSC 装置 (DSC-60, 島津製作所) を用いて試験を行った。DSC 曲線より、各相変態温度である M_s , M_f , A_s および A_f を算出した。

3) ファイル断面形態の観察

各ファイルをエポキシ樹脂包埋後、先端から 3.0 mm の位置で切断し、断面形態をデジタルマイクロスコープ (VH-8000, キーエンス) にて観察した。

4) 統計学的解析

曲げ試験における変位量 0.5 および 2.0 mm における曲げ荷重と、DSC における M_s , M_f , A_s および A_f について、それぞれ有意水準を 5% とし、一元配置分散分析および Tukey 法を用いて解析を行った。

【結果】

1) 曲げ試験

PFV と FM の比較では、変位量 0.5 および 2.0 mm における曲げ荷重が、PFV で有意に小さかった ($p < 0.05$)。PFV と PF の比較では、変位量 0.5 および 2.0 mm における曲げ荷重に有意差は認められなかった ($p < 0.05$)。

2) DSC

PFV の M_s , M_f および A_f は、PF と FM と比較して、有意に高い温度を示した。また、 A_s に関しては、有意差は認められなかった。

3) ファイル断面形態

PFV は FM と同様、丸みを帯びた三角形を呈していることが示された。

【考察】

Ni-Ti ファイルの曲げ特性は、断面形態の相違が大きな影響を及ぼす。一方、従前の研究より、Ni-Ti 合金の機械的特性は相変態挙動に影響を受けることが明らかであり、特に M_s , A_f が高いとき、高い柔軟性を示す。本研究で使用した PFV の断面形態は FM と類似していた。しかしながら、PFV の変位量 0.5 および 2.0 mm における曲げ荷重は、FM と比較して低い値を示した。他方、PFV と PF の比較では、断面形態に相違があり、断面積や断面二次モーメントは、PFV が PF より大きいものの、変位量 0.5 および 2.0 mm において同等の曲げ荷重を示した。これらの結果は、PFV に使用されている M-wire™ の M_s , A_f が高い温度領域に存在することで、従前の Ni-Ti 合金と比較し、高い柔軟性を示したためと推察される。

【結論】

既存のファイルと異なる相変態挙動を有する PFV は、機械的特性、特に曲げ特性が向上された Ni-Ti ファイルであることが示唆された。