

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26861607

研究課題名(和文) 自己硬化性リン酸カルシウム製剤および新規フッ化物含有コート材の知覚過敏抑制効果

研究課題名(英文) Evaluation of newly developed desensitizer

研究代表者

川本 諒 (KAWAMOTO, Ryo)

日本大学・歯学部・助教

研究者番号：40608410

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：自己硬化性リン酸カルシウム製剤および新規フッ化物含有歯面コート剤を塗布した際の歯質の状態変化について、超音波透過法やレーザー顕微鏡観察、走査電子顕微鏡観察および元素組成分析を行うことで知覚過敏抑制効果を評価した。その結果、各知覚過敏抑制材は同等の高い知覚過敏抑制効果が期待できることが明らかとなり、とくに自己硬化性リン酸カルシウム製剤ではより生体親和性に優れることが示された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate the effect of desensitizing paste containing self-curing calcium phosphate and a fluoro-alumino-calcium silicate on dentin hypersensitivity. Evaluation was determined to use ultrasonic techniques, laser scanning microscope observation, scanning electron microscope observation and energy dispersive x-ray analysis. From the results of this study, each desensitizer showed similar suppressing effect for dentin hypersensitivity. However, self-curing phosphate desensitizer is thought to be more biocompatibility material than the fluoro-alumino-calcium silicate-based desensitizer.

研究分野：保存治療系歯学

キーワード：象牙質知覚過敏症 超音波 再石灰化 リン酸カルシウム フルオロアルミノカルシウムシリケート

1. 研究開始当初の背景

象牙質知覚過敏症の発現に関しては、歯肉退縮やアブフラクションの因子とともに、飲食物等の酸によって口腔内が低 pH 環境になることで象牙細管の露出を伴う知覚過敏が誘発されることが指摘されている。これまで象牙質知覚過敏症への対応は、歯磨剤の応用や修復処置あるいはレーザー照射などの方法が提案されており、とくに、患部に直接塗布することで疼痛を軽減する知覚過敏抑制材は、操作が簡便であるところから様々なタイプの製品が臨床応用されているものの、生体親和性に優れるとともに効果の持続性という面では改善の余地があるとともに象牙質知覚過敏抑制材への対応に関する明確な基準がないことも事実であった。また、象牙質知覚過敏抑制材の有効性に関する研究は、象牙質ディスクあるいは歯髄を除去した歯冠を応用した象牙細管透過性の評価あるいは走査電子顕微鏡を用いた形態学的検討によって行われてきたが、いずれも試片の製作が煩雑であるとともに、薬剤の経時的な効果の判定や定量化には至っていないのが現状であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、生体親和性に優れた自己硬化性リン酸カルシウム製剤およびフルオロアルミノカルシウムシリケート含有歯面コート材を用いて、口腔内環境をシミュレートした pH サイクルを設定し、このサイクルに各知覚過敏抑制材を応用した場合の歯質の状態変化について、非破壊的かつ経時的に物質の状態変化を測定可能である超音波透過法を用いて定量化するとともに、レーザー顕微鏡による非破壊的な表面性状の観察および走査電子顕微鏡による断面の観察あるいは元素組成分析を行うことで、これらが有する再石灰化能あるいは象牙質透過性について検討し、知覚過敏抑制効果を評価するとともに安全で確実な臨床使用術式の確立を目指すことである。

3. 研究の方法

(1) 知覚過敏抑制材

供試した知覚過敏抑制材は、自己硬化性リン酸カルシウム製剤であるティースメイトディセンタイザー(クラレノリタケデンタル、以後 TD)、フルオロアルミノカルシウムシリケート含有歯面コート材であるナノシール(日本歯科薬品、以後 NS)の2製品である。

(2) 試片の作製と pH サイクル

試片としては、ウシ下顎前歯の唇側象牙質を 4x4x1 mm のブロック体として切り出し、耐水性 SiC ペーパーの# 2,000 まで順次研磨して、超音波洗浄を 20 分間作用させ、これを象牙質知覚過敏モデルとした。これらの試片に対して以下の4条件(図1)で pH サイクルを設定した。実験期間を通じて 37 人工

唾液 (pH 7.0) 中に保管(コントロール群), 0.1 M 乳酸緩衝液 (pH 4.75) に試片を 10 分間浸漬した後 37 人工唾液 (pH 7.0) 中に保管(脱灰群), pH サイクルに先立って各知覚過敏抑制材を塗布した試片を 0.1 M 乳酸緩衝液に 10 分間浸漬した後 37 人工唾液中に保管(塗布は初めの1度のみ:1 回群), pH サイクルに先立って知覚過敏抑制材を塗布した試片を 0.1 M 乳酸緩衝液に 10 分間浸漬した後 37 人工唾液中に保管(塗布は7日毎に1度ずつ行う:反復群), の4群を設定した。

以上の操作を、1日2回、28日間連続して行う。

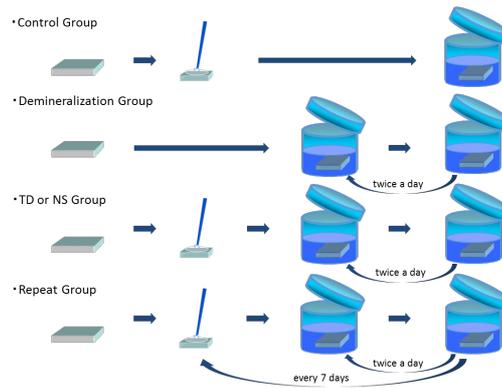


図1 pHサイクル

(3) 超音波縦波音速の測定

pH サイクルを施した試片を、経時的かつ非破壊的にその状態変化を観察するために、超音波伝播時間の測定に供した。パルサーレーサー (Model 5900PR, Panametrics, 図2) を用い、超音波透過法によって試片中を伝播する送信波と反射波との時間的な差を求めた。次いで、各試片の厚みと試片の縦波音速を求めることで、各知覚過敏抑制材の象牙質に及ぼす影響を検討した。

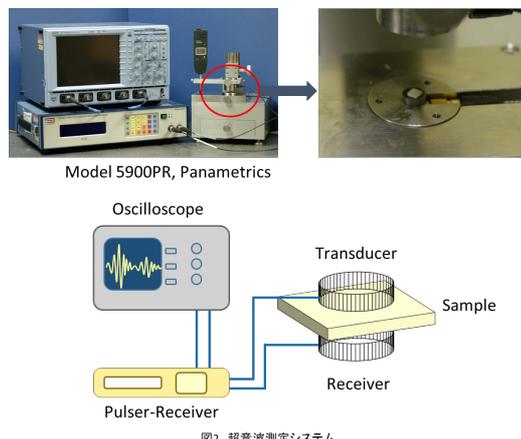


図2 超音波測定システム

(4) レーザー顕微鏡観察

レーザー顕微鏡 (VK-9710, キーエンス) を用い、その 3D イメージ画像を構築するとともに試片の表面粗さ (Ra) を測定し、3 次元の形態変化について検討した。これらの得られた画像と超音波測定で求めた定量化

された数値から、歯質で生じた状態変化を統合することで、各知覚過敏抑制材の知覚過敏抑制効果について比較、評価した。

(5) 走査電子顕微鏡観察

各知覚過敏抑制材の象牙質への浸透状態について走査電子顕微鏡で観察するとともに、元素組成分析を行うことによって析出物の定性を行った。すなわち、超音波測定用試片と同様に試片の作製および pH サイクルの設定を行い、所定の浸漬期間が終了した試片について、試片を切断した後、通法にしたがって金蒸着を施し、フィールドエミッション型走査電子顕微鏡 (ERA-8800FE, Elionix) を用いて、象牙細管への浸透程度 (象牙質透過性) の観察を行った。

(6) 元素組成分析

所定の浸漬期間が終了した試片について、電子顕微鏡観察用試片と同様に調整した後、エネルギー分散型 X 線分析装置 (Genesis, EDAX) を用いて元素組成分析を行い、象牙細管内の析出物の定性を行った。

以上のことから、各知覚過敏抑制材による象牙細管の封鎖性および定性化を行うことでその質について評価した。

4. 研究成果

(1) 超音波縦波音速の変化 (図 3, 4)

象牙質試片を透過する超音波縦波音速は、実験期間を通じて人工唾液中に保管したコントロール群では 28 日後まで変化は認められなかったものの、各知覚過敏抑制材を塗布せずに pH サイクルに浸漬した脱灰群においては 7 日後より有意な減少が認められた。これは乳酸緩衝液に浸漬したことで歯質のミネラル成分が脱灰したことで無機成分の体積密度が減少し、結果として超音波縦波音速が減少したものと考えられた。一方で、pH サイクルに先立って、試片に対して各知覚過敏抑制材を 1 度のみ塗布した 1 回群と、7 日毎に反復塗布した反復群では、脱灰群と比較して超音波縦波音速が上昇した。このことは各知覚過敏抑制材を塗布したことで象牙細管が封鎖され、象牙質試片の脱灰抑制あるいは再石灰化につながったものと考えられた。とくに TD の反復群では、7 日後以降継続して超音波縦波音速が塗布前と比較して高く維持されており、高い知覚過敏抑制効果が期待できることが示唆された。

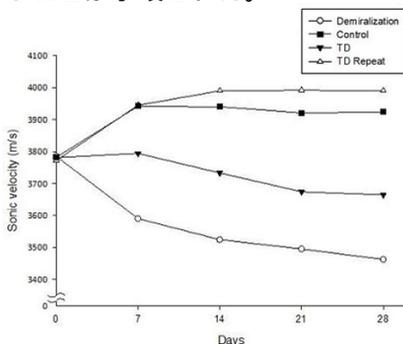


図 3 TD における超音波縦波音速の変化

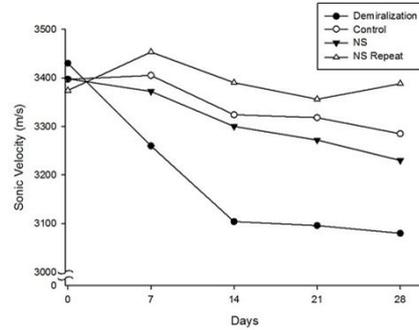


図 4 NS における超音波縦波音速の変化

(2) レーザー顕微鏡観察 (図 5)

28 日後の象牙質表面のレーザー顕微鏡観察からは、脱灰群では大部分の象牙細管が漏斗状に開口していたが、各知覚過敏抑制材の 1 回群では象牙細管のおよそ半数程度が封鎖されており、反復群ではその大部分が封鎖されていた。



図 5 28 日後の象牙質表面のレーザー顕微鏡像 (x 1,000)

(3) 走査電子顕微鏡観察 (図 6)

象牙質断面の走査電子顕微鏡観察では、象牙質の深部にまで各知覚過敏抑制材の成分あるいはそれと反応し生成した析出物と考えられる物質が観察された。

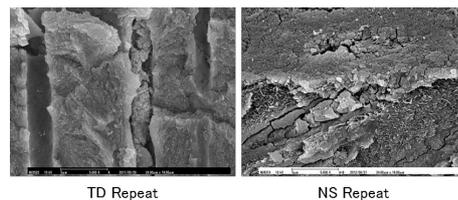


図 6 28 日後の象牙質断面の走査電子顕微鏡像 (x 5,000)

(4) 元素組成分析 (図 7)

エネルギー分散型 X 線分析装置による歯質表面の元素組成分析においては、塗布前が Ca/P=1.84 であったのに対し、NS の反復群では Ca/P 比が 2.18 と上昇したが、TD の反復群では 1.86 と塗布前と同等の Ca/P 比であり、歯質の構成成分に変化は見られなかった。

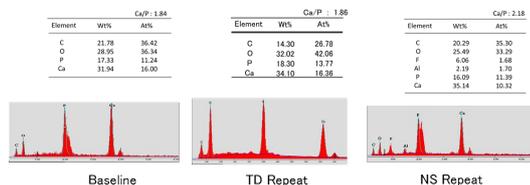


図 7 28 日後の象牙質表面の元素組成分析結果

これらの結果から、自己硬化性リン酸カルシウム製剤とフルオロアルミノカルシウムシリケート含有歯面コート材は同等の高い知覚過敏抑制効果が期待できることが示さ

れた。さらに、自己硬化性リン酸カルシウム製剤においては構成成分が歯質と近似していること、あるいは製剤の粉液混和後の pH がアルカリ性であるところから、歯質への影響が少なく、より生体親和性に優れることが示唆された。今後、これらの知覚過敏抑制効果あるいは象牙細管封鎖性の耐久性について検討する必要があるものと考えられた。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

遠藤 肇, 石井 亮, 高見澤俊樹, 大内元, 崔 慶一, 川本 諒, 辻本暁正, 宮崎真至, セルフアドヒーズプレジンセメントの重合収縮挙動, 日本歯科保存学雑誌, 査読有, 59 巻 (in press), 2016, 161-168

DOI: 10.11471/shikahozon.59.161

川本 諒, 辻本暁正, 大内 元, 崔 慶一, 坪田圭司, 高見澤俊樹, 黒川弘康, 宮崎真至, 日野浦 光, デュアルキュア型コア用レジン象牙質接着強さの経時的推移, 接着歯学, 査読有, 33 巻, 2015, 155-162

<http://www.adhesive-dent.com/publication/file/33-04.pdf>

Takenaka H, Ouchi H, Sai K, Kawamoto R, Murayama R, Kurokawa H, Miyazaki M, Ultrasonic measurement of the effects of light irradiation and presence of water on the polymerization of self-adhesive resin cement, European Journal of Oral Sciences, 査読有, 123, 2015, 369-374

DOI: 10.1111/eos.12205

MURAYAMA Ryosuke, MATSUYOSHI Saki, SHIBASAKI Sho, TSUCHIYA Kenji, TAKIMOTO Masayuki, KAWAMOTO Ryo, KUROKAWA Hiroyasu, MIYAZAKI Masashi, The Effect of Coating Material Containing S-PRG Filler on the Prevention of Enamel Demineralization Detected by Optical Coherence Tomography, 日本歯科保存学雑誌, 査読有, 57 巻, 2014, 578-588

DOI: 10.11471/shikahozon.57.578

大塚詠一郎, 辻本暁正, 土屋賢司, 植田宏章, 金澤智恵, 平井一孝, 瀧本正行, 川本 諒, 高見澤俊樹, 宮崎真至, グラスアイオノマーセメントの表面処理条件がコンポジットレジンとの接着性に及ぼす影響 - 表面自由エネルギーからの検討 -, 日本歯科保存学雑誌, 査読有, 57 巻, 2014, 325-332

DOI: 10.11471/shikahozon.57.325

[学会発表](計7件)

川本 諒, 坪田圭司, 黒川弘康, 宮崎真至, 桑原 栄. PMTC ペーストの使用が象牙質表面性状に及ぼす影響. 第26回日本歯科審美学会学術大会, 2015年11月23

日, 東京歯科大学水道橋校舎新館(東京都・千代田区)

竹中宏隆, 川本 諒, 黒川弘康, 下山侑里子, 石井 亮, 瀧川智義, 平井一孝, 宮崎真至, 天野 晋. リン酸カルシウム系知覚過敏抑制材の知覚過敏抑制効果-超音波透過法による検討-. 日本歯科保存学会 2015 年度秋季学術大会(第143回) 第17回日韓歯科保存学会学術大会, 2015年11月13日, 文京シビックホール(東京都・文京区)

R. KAWAMOTO, H. ENDO, T. TAKAMIZAWA, M. MIYAZAKI. Evaluation of a fluoro-alumino-calcium silicate-based desensitizer using an ultrasonic device. 2015 Academy of Dental Materials Annual Meeting, 2015年10月8日, Hyatt Regency Maui Resort and Spa, Maui(USA)

川本 諒, 高見澤俊樹, 坪田圭司, 黒川弘康, 宮崎真至. ワンステップ PMTC ペーストがエナメル質および修復物表面性状に及ぼす影響. 第65回日本歯科理工学会学術講演会, 2015年4月11日, 仙台市情報・産業プラザ(宮城県・仙台市)

R. KAWAMOTO, H. ENDO, K. TSUCHIYA, T. TAKAMIZAWA, H. KUROKAWA, M. MIYAZAKI. Evaluation of a Calcium Phosphate Desensitizer Using an Ultrasonic Device. 93rd IADR/AADR/CADR General Session & Exhibition, 2015年3月14日, HYNES CONVENTION CENTER, Boston(USA)

川本 諒, 古宅真由美, 竹中宏隆, 吉田ふみ, 野尻貴絵, 松吉佐季, 高見澤俊樹, 宮崎真至, 齊藤充良. PMTC ペーストがエナメル質および修復物表面性状に及ぼす影響. 日本歯科保存学会 2014 年度秋季学術大会(第141回), 2014年10月31日, 山形テルサ(山形県・山形市)

鈴木崇之, 村山良介, 川本 諒, 黒川弘康, 高見澤俊樹, 宮崎真至, 日野浦 光, 近藤 貢. フッ化物含有 CPP-ACP ペーストが歯質の脱灰抑制に及ぼす影響. 日本歯科保存学会 2014 年度春季学術大会(第140回), 2014年6月20日, 滋賀県立芸術劇場びわ湖ホール(滋賀県・大津市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川本 諒 (KAWAMOTO Ryo)
日本大学・歯学部・助教
研究者番号: 40608410