

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25861792

研究課題名(和文) コラーゲン分解酵素阻害剤と再石灰化作用を持つ”自己強化型接着システムの開発”

研究課題名(英文) Development of self-reinforced adhesive system

研究代表者

高橋 礼奈 (TAKAHASHI, Rena)

東京医科歯科大学・歯学部附属病院・助教

研究者番号：40613609

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：保存液(脱イオン水と人工唾液)によって、レジンコーティングの有無による象牙質透過性の経時的変化を評価した。

コーティングなしの場合、脱イオン水保存群では30日後まで象牙質透過性が増加した後、一定に達したが、人工唾液保存群では、30日後まで象牙質透過性が低下した後一定に達した。象牙質表面にレジンコーティングを施した場合、1日後では象牙質透過性が著しく低下した。

走査電子顕微鏡観察では、人工唾液保存群においてのみ象牙質表層に沈着物の存在が確認された。脱イオン水と人工唾液では、象牙質に対する反応が異なるため、in vitroの実験における保存液として人工唾液を用いることが推奨される。

研究成果の概要(英文)：This study evaluated the permeability of dentin with/without resin coating in different storage media and period. Prepared bovine dentin disks were divided into three groups: 1) left uncoated as a control, 2) resin-coated with Clearfil SE Bond (SE) only and 3) coated with the combination of SE and Clearfil Protect Liner F (SE+PLF). The hydraulic conductance (Lp) of each specimen was measured after storage in either deionized water or artificial saliva. The Lp value was expressed as the percentage of baseline hydraulic conductance (Lp%). For the control group, the mean Lp% after 1, 30 and 90 days were 103.7%, 126.0% and 128.6% in deionized water and 92.5%, 64.4% and 62.2% in artificial saliva, respectively. The Lp% of SE+PLF after 1 day in artificial saliva yielded the lowest Lp% (2.5%) among all the groups. Application of the resin coating to dentin surface demonstrated remarkable reduction of dentin permeability over time.

研究分野：保存修復学

キーワード：象牙質透過性

1. 研究開始当初の背景

近年の接着性モノマーの開発で、“Minimal Intervention”に基づく保存修復治療は、臨床術式に大きな変化をもたらした。第3の歯科疾患である Tooth Wear に対しても接着システムを用いた治療法がますます応用されるであろうと予想できる。しかしながら、修復物周囲からの2次う蝕の発生、マージンの変色、修復物脱離など再治療を余儀なくされることは少なくない。レジン-象牙質接合界面における劣化の原因は、露出コラーゲン線維層の加水分解、ボンディングレジンの劣化、レジンとフィラーとの結合の破綻などが考えられている。しかし、接着界面での分子レベルでの解析はまだ十分に行われていないのが現状である。

従来から接着システムを使用する際に弱点であった接合界面を強化することにより、長期安定性があり高い機械的強度を持つ象牙質レジン複合体を生成していきたい。接合界面を劣化させる要因としては、接着システム自体の吸水、接着界面の劣化、象牙質透過性の問題があげられる。象牙質は65-70%が無機質(ハイドロキシアパタイトの結晶の大きさはエナメル質と比べてはるかに小さい)、18%程度が有機質、12%が水分という組成であり、有機質が90%以上のエナメル質に比べると接着はるかに難しいといえる。

また、窩洞形成後の疼痛と象牙質透過性には深い関連があることが報告されている。象牙質透過性を抑制するために、レジンコーティング法が有効であると考えられるが、これまでの *in vitro* の研究では、試料の保存液として脱イオン水が使用されており、口腔内環境とは大きく異なっていたと考えられる。

2. 研究の目的

そこで本研究の目的は、保存液(脱イオン水と人工唾液)によって、レジンコーティング(Clearfil SE Bondのみ、あるいは Clearfil SE Bond と Clearfil Protect Liner F)の有無による象牙質透過性の経時的変化を1、30、90日後に評価することである。

3. 研究の方法

保存液(脱イオン水と人工唾液(1.0 mM CaCl₂, 3.0 mM KH₂PO₄, 3.08 mM Na₃ and 100 mM NaCl, pH 6.5))によって、レジンコーティング(Clearfil SE Bondのみ、あるいは Clearfil SE Bond と Clearfil Protect Liner F)の有無による象牙質透過性の経時的変化を1、30、90日後に評価し、さらに走査電子顕微鏡にて観察した。

4. 研究成果

(1) コントロール群に比べて SE 群及び SE+PLF 群では象牙質透過性が有意に低下した。

(2) 脱イオン水中に保存したコントロール群では、象牙質透過性が30日後まで上昇し、

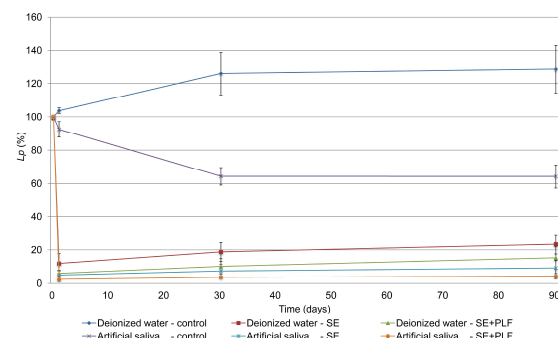
その後は90日後まで一定であった。

(3) 人工唾液中に保存されたコントロール群では、象牙質透過性は30日後まで低下し、その後は90日後まで一定であった。

(4) 脱イオン水中に保存されたコーティング群では、1日後に象牙質透過性は著しく低下したが、1日後と比較して90日後では象牙質透過性が上昇した。

(5) 人工唾液中に保存されたコーティング群では、1日後に象牙質透過性は著しく低下し、その後90日後まで象牙質透過性に変化は認められなかった。

図 Hydraulic conductance, expressed as percentages (Lp%) with regard to the baseline conductance.



(6) SE 群と SE+PLF 群における接着界面の SEM 観察では、レジンコーティング材料と象牙質との良好な接着状態が確認された。コーティング層の厚みは、SE では約 22 μm、SE+PLF では約 126 μm であった。

(7) コントロール群の SEM 観察では、脱イオン水中に保管された象牙質試料では、1、30、90 日後すべてにおいて象牙細管は開口しており、象牙質表面、象牙細管内に沈着物は観察されなかった。一方、人工唾液中に保管された試料では、象牙質表面に沈着物が観察され、1、30、90 日後で増加したが、象牙細管内に沈着物は観察されなかった。

レジンコーティングによって象牙細管が物理的に封鎖されて象牙質透過性は低下するが、レジン系材料は、吸水するために象牙質透過性を完全に阻止できなかったことは興味深い新知見である。また、脱イオン水に保存した試料では、象牙質のミネラルの溶出、すなわち脱灰が生じた結果、象牙質透過性が上昇する一方、人工唾液に保存された試料においては、象牙質のミネラルが核となって人工唾液中の成分と反応して結晶をつくり、象牙質透過性が低下したという考察も、SEM 観察で人工唾液に保存した象牙質表面に沈着物が認められることを確認しており、この推論の妥当性を裏付けている。

本研究は、窩洞形成後の健全象牙質面に対するレジンコーティングが象牙質透過性の抑制に有効であることを明らかにし、使用す

る材料に関する臨床的指針を示したものである。さらに試料の保存液として脱イオン水と人工唾液を比較することによって、保存液の作用機序の違いについても明らかにし、今後の研究手法をより信頼性の向上にも有益な情報を提供している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 6 件)

1. Tagami A, Takahashi R, Nikaido T, Tagami J. The effect of curing conditions on the dentin bond strength of two dual-cure resin cements. Journal of Prosthodontic Research. 2017 (in press) 査読あり
DOI: 10.1016/j.jpor.2016.12.012

2. Yasuko Momoi, Akihiko Shimizu, Mikako Hayashi, Satoshi Imazato, Masako Unemori, Yuichi Kitasako, Shisei Kubo, Rena Takahashi, Shozi Nakashima, Toru Nikaido, Masayoshi Fukushima, Morioki Fujitani, Chinami Yamaki, Kenichi Sugai. Root caries management: Evidence and consensus based report. Current Oral Health Report 2016:1-7. 査読あり

3. Toru Nikaido, Go Inoue, Tomohiro Takagaki, Rena Takahashi, Alireza Sadr, Junji Tagami. Resin Coating Technique for Protection of Pulp and Increasing Bonding in Indirect Restoration. Current Oral Health Reports.2015; 81-86. 査読あり

4. Hua Qiao, Rena Takahashi, Toru Nikaido, Syozi Nakashima, Alireza Sadr, Masaomi Ikeda, Junji Tagami. Change of dentin permeability in different storage media after resin coating. Asian Pacific Journal of Dentistry 2015:33-40. 査読あり

5. Jin Jian, Takahashi Rena, Reinhard Hickel, Karl Heinz Kunzelmann. Surface properties of universal and flowable nanohybrid composites after simulated tooth brushing. American Journal of Dentistry. 2014;27:149-54. 査読あり
PMID: 25208363

6. Rena Takahashi, Jian Jin, Toru Nikaido, Junji Tagami, Reinhard Hickel, Karl Heinz Kunzelmann. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. Dental Materials Journal. 2013: 32: 75-82. 査読あり
doi:10.4012/dmj.2012-160

[学会発表](計 4 件)

1. Yu-Jung Lai, Ting-Chen Liu, Szu-Ying Huang, Rena Takahashi, Yasushi Shimada, Junji Tagami, Yu-Chih Chiang. Effects of S-PRG Fillers-containing Composite on

Demineralization Inhibition of Enamel Surface: Optical Coherence Tomography (OCT) and Micro Computed Tomography (Micro CT) Approaches. 94th General Session & Exhibition of the IADR. 2016年6月24日, 韓国(ソウル).

2. Rena Takahashi, Yasushi Shimada, Yu-Chih Chiang, Ikumi Wada, Yasunori Sumi, Junji Tagami. Comparison of light-cured pit and fissure sealants on enamel demineralization using swept-source optical coherence tomography. 94th General Session & Exhibition of the IADR. 2016年6月24日, 韓国(ソウル).

3. Aramaki Oto, Takahashi Rena, Wada Takahiro, Uo Motohiro, Tagami Junji. Bonding Property of Resin Cement to Composite Resin Crown. Academy of Dental Materials. 2015年10月08日, 米国(マイイ)

4. Atsuko Tagami, Rena Takahashi, Toru Nikaido, Junji Tagami. Effect of curing mode and restoration thickness on tensile bond strength of a dual-cure resin cement to dentin. 7th TMDU International Summer Program (ISP2015), 2015年8月, 東京.

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

高橋 礼奈(TAKAHASHI, Rena)
東京医科歯科大学・歯学部附属病院・助教
研究者番号: 40613609

(2)研究分担者 ()

研究者番号：

(3)連携研究者 ()

研究者番号：

(4)研究協力者 ()