



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	自動pHサイクル装置を用いた乳歯に対するシーラントの脱灰抑制効果の評価 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	牛村, 秀耶
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第11698号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58837
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Syuya_Ushimura_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（歯学） 氏 名 牛 村 秀 耶

学 位 論 文 題 名

自動 pH サイクル装置を用いた乳歯に対するシーラントの脱灰抑制効果の評価

【目的】

自動 pH サイクル装置は、口腔内の経時的な pH 変化を *in vitro* で再現することができる装置で、過去にも歯牙の脱灰量を比較するなどの研究が行われてきた。しかし、本装置を用いて乳歯に対するシーラントの脱灰抑制効果を比較した研究は未だ行われていない。本研究の目的は、自動 pH サイクル装置を使用して、乳歯に対するシーラントの脱灰抑制効果を比較検討することである。

乳歯に対し従来型レジン系シーラント、S-PRG フィラー含有レジン系シーラント、ガラスアイオノマーセメント系シーラントの3種類のシーラントを用いて、自動 pH サイクル装置によるエナメル質の脱灰がどのように変化するのかを調べ、それぞれの材料の脱灰抑制効果について検討した。また、マイクロPIGE/PIXE を使用し、シーラント周囲のエナメル質内のフッ素量を測定することにより、脱灰量とエナメル質内のフッ素量の間の相関についても検討した。

【材料と方法】

本研究は北海道大学大学院歯学研究科臨床・疫学研究倫理審査委員会の承認(承認番号：2013 第 1 号) を得て実施した。

1) 填塞材料

従来型レジン系シーラントとしてティースメイト F-1 2.0 (TM：クラレノリタケデンタル)，S-PRG フィラー含有レジン系シーラントとしてビューティシーラント (BS：松風)，ガラスアイオノマーセメント系シーラントとしてフジⅢLC (ⅢLC：ジーシー) を使用した。

2) 試料の作製

う蝕が無く修復処置のされていないヒト健全乳臼歯 8 歯を使用した。乳歯の使用については書面にて研究の概要を説明し、患者および保護者から同意を得た。前処理として、最表層部のフッ素量を均一にするために 2.0 mol/L 過塩素酸に 30 秒間浸漬し、最表層部エナメル質を除去した後、頬舌側面に幅 1 mm、長さ 5 mm、深さ 1 mm の窩洞を形成した。歯面処理を行った後、各シーラントを窩洞に填塞し、20 秒間光照射を行い硬化させた。

試料は、シーラント填塞後、湿度 100% で 24 時間保存し、マイクロカッティングマシンを用いて歯軸方向に切断を行い、頬舌方向に厚さ 200 μm の切片を作製した。自動 pH サイクル装置に掛ける試料は、切断面に銅製メッシュを設

置した後に、スティッキーワックスで被覆して作製した。

3)自動 pH サイクル装置の設定

脱灰溶液 (0.2 M 乳酸, 3.0 mM CaCl_2 , 1.8 mM KH_2PO_4 , pH 4.5), 再石灰化溶液 (0.02 M HEPES, 3.0 mM CaCl_2 , 1.8 mM KH_2PO_4 , pH 7.0) を用いて, 各サイクルにおける pH が 5.5 以下である時間 (脱灰時間) を平均 18 分, 初期の pH に戻るまでの時間 (回復時間) を平均 52 分と設定した。サイクル数は 1 日 6 回 (6, 9, 12, 15, 18, 21 時), 各サイクルの間隔は 120 分とし, この期間および装置を稼働させない期間は再石灰化溶液に浸漬した。サイクル期間は 5 週間とした。

4)Transverse Micro Radiography (TMR) の観察

TMR の撮影は, 実験開始前と pH サイクル開始後 1, 2, 3, 4, 5 週目に行った。各試料はアルミステップウェッジとともに, コンタクトマイクロラジオグラフィー撮影装置を用いて撮影した。

5)評価方法

TMR 画像を光学顕微鏡に接続した CCD カメラと汎用画像処理ソフトウェアを用いて取り込み, デジタル化処理を行った。デジタル化した画像は Adobe Photoshop 8.0 を使用し, 試料側面に設置した銅製メッシュを基準に重ね合わせを行った。シーラントからの距離が 50~100 μm のエナメル質部分の黒化度を汎用画像解析ソフトウェアにより測定した。得られた黒化度は, アルミニウムステップウェッジの黒化度を基準として補正し, Angmar らの式に基づいて解析を行い, ミネラルプロファイルを算出し, $\Delta\text{Integrated Mineral Loss}$ (ΔIML) と $\Delta\text{Lesion depth}$ (ΔLd) を求めた。

6)エナメル質内のフッ素量の測定

試料に填塞したシーラントから 50 μm 離れたエナメル質の表層から深部のフッ素量を, マイクロ PIGE/PIXE 装置を用い測定した。試料は pH サイクル前と後の 2 種類を使用し, 各シーラントごとに 3 切片ずつ使用した。試料の測定はエナメル表層部 500 μm $\times$ 270 μm の範囲で行い, 試料に陽子ビームを照射し, 原子核反応により生じた γ 線からフッ素を測定し深部 200 μm までのフッ素量を求めた。

7)走査型電子顕微鏡観察 : Scanning Electron Microscope (SEM)

SEM 観察は, pH サイクル後, 各シーラント周囲のエナメル質に対して行った。

【結果】

1) ΔIML の変化

ΔIML は, すべてのシーラント群においてコントロール群より低い値を示した。シーラント群では TM 群が他の材料と比較して最も高い値を示し, 次いで BS 群, III LC 群の順であった。III LC 群は 2 週目以降, すべての群と比較して有意に低い値を示した。また, BS 群はすべての週でコントロール群と比較し

て有意に低い値を示した。TM 群はコントロール群との有意差は認められなかった。

2) ΔLd の変化

ΔLd は ΔIML と同様、すべてのシーラント群においてコントロール群より低い値を示した。ⅢLC 群はすべての週でコントロール群と比較して有意に低い値を示した。BS 群は 4 週と 5 週でコントロール群と比較して有意に低い値を示した。TM 群はコントロール群と有意差は認められなかった。

3) マイクロ PIGE/PIXE で測定したエナメル質内のフッ素量

シーラント群はコントロール群と比較し、すべての測定結果において高いフッ素量を示した。シーラント群では、ⅢLC 群が他の材料と比較してすべての測定結果で最も高い値を示し、次いで TM 群、BS 群の順であった。

4) エナメル質表層の SEM 像

すべての試料においてエナメル質表層に脱灰が認められた。シーラント群では、TM、BS と比較して、ⅢLC 周囲のエナメル質の脱灰状態は弱い傾向が認められた。

【考察】

ΔIML と ΔLd が週を経るごとに増大する傾向が認められた。また、 ΔIML 、 ΔLd とともにⅢLC 群、BS 群、TM 群の順に高くなり、ⅢLC 群で最も脱灰抑制が認められた。

しかし、シーラント周囲のエナメル質に取り込まれたフッ素量が多い順番は、ⅢLC 群、TM 群、BS 群であった。これは、シーラント周囲エナメル質の脱灰は材料からのフッ素徐放量だけではなく、他の要因による影響を受けていることを示唆している。

BS に含まれる S-PRG フィラーが徐放するストロンチウムは歯質に含まれるカルシウムやマグネシウムと置換し歯質の耐酸性を向上させる効果がある。TM 群と BS 群における ΔIML 、 ΔLd の逆転現象は、BS が多く徐放するストロンチウムが歯質に取り込まれることにより生じた可能性がある。さらに、S-PRG フィラーが徐放するストロンチウム、ナトリウム、ホウ素は、酸性に傾いた pH を中性に近づける酸緩衝能を有することが明らかになっており、このことも同現象に関わっていることが予想される。また、ⅢLC も BS 同様に酸緩衝能を有しており、ⅢLC 群は他のシーラント群と比較してエナメル質のフッ素の取り込み量が多かったことに加え、酸緩衝能を有することから、本研究において最も脱灰抑制効果が認められたことが示唆された。

【結論】

本研究は、以下の結論を得た。

1. シーラントを填塞した乳歯の ΔIML 、 ΔLd がコントロールと比較して低かったことから、シーラントには乳歯の脱灰抑制効果があることが認められた。また、研究に使用したシーラントの中ではⅢLC の脱灰抑制効果が最も

高いことが示された。

2. **BS**は**TM**と比較してエナメル質に取り込まれたフッ素が少なかったが、**TM**よりも脱灰抑制効果を示したことから、フッ素以外の要因が脱灰抑制に関与していることが示唆された。