



Title	オフィスブリーチング後のエナメル質に対するフッ化物歯面塗布の効果 : 新規押し込み硬さ試験およびTMR法による評価 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	福山, 麻衣
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第11722号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59171
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Mai_Fukuyama_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 福 山 麻 衣

学 位 論 文 題 名

オフィスブリーチング後のエナメル質に対するフッ化物歯面塗布の効果
-新規押し込み硬さ試験および TMR 法による評価-

緒言

オフィスブリーチングは 35%過酸化水素を主成分とし、エナメル質表層を脱灰されている。近年、世界で初めて口腔内で硬さの測定を可能にしたカリオテスターが発売されたが、エナメル質に使用した研究は報告されていない。本研究では、エナメル質において、新規押し込み硬さ試験機であるカリオテスターと従来の硬さ試験機である微小硬度計の相関性を調べたのち、オフィスブリーチング剤の Hi-Lite による漂白後のエナメル質表面に対し、フッ化物歯面塗布がおよぼす影響を明らかにするため、カリオテスターと TMR 法を用いて、自動 pH サイクル下で経時的な評価を行った。

材料と方法

1, カリオテスターとヌープ硬さとの相関性

本実験には 4 本のヒト抜去下顎前歯（健全歯 3 本、初期カリエス歯 1 本）を使用し、唇側面を鏡面研磨後、カリオテスター（三栄エムイー）にて 22 カ所測定した。硬さはカリオテスターの圧子を荷重 150gf で押し込んだときの押し込み深さ（ $D\mu\text{m}$ ）を計測し、清水らによる換算式 $\text{KHN}=6839D^{-1.409}$ により、ヌープ硬さ（KHN）を求めた。次いで、カリオテスターによる圧痕周囲の 4 ヶ所を微小硬さ試験機（Model-MVK, TYPE-C；明石製作所）にて測定しヌ

ープ硬さ (KHN) に換算し、その平均値を求めた。カリオテスターで測定したヌープ硬さと従来の硬さ試験機で測定したヌープ硬さの相関性を調べるため、線形回帰分析 ($p < 0.01$) を行った。

2, カリオテスターによるエナメル質表面の硬さの評価

齲蝕や補綴処置されていない 12 本の健全ヒト下顎前歯を用い、低速切断機 (Isomet) にて頬舌的に半切、切断面をネイルバーニッシュで被覆した。試料の処理方法により以下の 4 群に分けた ($n=6 \times 4$)。 (1) コントロール (C) : 処理を行っていない群, (2) 漂白 (W) : 漂白のみを行った群, (3) PRG バーニッシュ (W/PRG) : 漂白直後にイオン徐放性 S-PRG フィラー含有試作バーニッシュタイプ 1 (松風 : 以後 S-PRG バーニッシュ) を筆で一層塗布した群, (4) フローデン A (W/F) : 漂白直後にフローデン A (サンスター) $50 \mu\text{l}$ を綿球に含ませ、3 分間塗布した群。漂白は 35% 過酸化水素 (Shofu Hi-Lite ; 松風) を用い、添付指示書に従い 3 回の塗布した。その後、試料は口腔内の環境を想定した自動 pH サイクル環境下に浸漬した。脱灰溶液 (pH4.5) と再石灰化溶液 (pH7.0) を用いて、サイクル数は 1 日に 6 回とした。硬さの測定は、漂白前、漂白直後、自動 pH サイクル開始後最初の 24 時間は 1 サイクル毎、その後 1 週間は 1 日毎、その後は 1 週間毎 4 週間まで行った。1 試料につき 5 カ所で測定し、その平均値を試料のヌープ硬さとした。全ての統計処理は Games-Howell の方法を用いて分析を行った ($p < 0.05$)。

3, TMR (Transverse Micro Radiography) によるエナメル質脱灰の評価

前述と同様の処理を行った試料 ($n=6 \times 4$) を、自動 pH サイクル浸漬前に歯軸に平行に切断し、厚さ約 $200 \mu\text{m}$ に調整した。材料を塗布する面を除く全ての面をスティッキーワックスにて被覆し、自動 pH サイクル環境下に浸漬した。マイクロラジオグラフ (TMR) の撮影を pH サイクル開始前、pH サイクル開始後 2, 4 週目に行った。TMR による写真は画像解析ソフトを用いて解析を行い、ミネラルプロファイルを算出、エナメル質の脱灰量 IML (Integrated Mineral Loss) ($\text{Vol}\% \times \mu\text{m}$) を測定した。統計処理は Games-Howell の方法

を用いて分析を行った ($p < 0.05$).

結果および考察

1, カリオテスターと従来の微小硬さ試験との相関性

カリオテスターで測定したヌープ硬さ (KHN) と従来の硬さ試験機である微小硬度計で測定したヌープ硬さ (KHN) の相関は、 $R^2 = 0.95297$, $p < 0.01$ となり、強い相関性があることを示した. これにより、エナメル質に対しカリオテスターは従来の微小硬度計に代わる試験機として有用であると思われる. また、口腔内での硬さの測定が可能であり、今後の *in vitro* 研究や *in vivo* 研究、臨床応用での使用が期待される.

2, カリオテスターによるエナメル質表面の硬さの評価

W, W/PRG, W/F で漂白直後は漂白前と比較し有意に硬さが減少した. これは、漂白によるエナメル質表層の脱灰や粗造化が原因と考えられる. しかし、W/PRG, W/F では 1 サイクル後に漂白前の硬さに戻り、その後、変化を認めなかった. これは W/PRG の S-PRG バーニッシュには、フッ素が含有されておりフッ素による効果と、S-PRG フィラーの酸緩衝能によることが推測される. 一方、W/F はフローデン A を 3 分間歯面塗布するが、その後は pH サイクル環境下に浸漬するため、フッ素の効果が継続しないように思われた. しかし、今回の結果では 4 週間まで硬さの減少は認めなかった. これは、フッ素がエナメル質表層から 20~30 μm 付近まで浸透するため、pH サイクル環境下においても徐々にフッ素の効果を認めたと考えられる.

C, W では、4 サイクル後まで徐々に硬さが減少し、その後変化はなくなった. これにより、今回の自動 pH サイクル環境下では硬さが減少する傾向にある事がわかる. また、W ではさらに漂白の影響が重なったため、有意に硬さが減少したと考えられる.

3, TMR (Transverse Micro Radiography) によるエナメル質脱灰の評価

各群における平均 ΔIML は、C 群では自動 pH サイクル 2 週間と 4 週後の間で増加傾向を認めた. 今回使用した自動 pH サイクルは供した試料が脱灰に傾く条件であり、W において

は2週後と4週後の間に有意差を認めた。これは、硬さと同様に漂白によるエナメル質表面の脱灰が、自動 pH サイクルを行ったためさらに進んだと考えられる。一方、W/F は2週後で他の群と比較し、有意に高い値を認めた。これは、フローデン A が酸性であり、自動 pH サイクルによる脱灰、35%過酸化水素による脱灰といった、複数の要素が重なったことが原因と思われる。しかし、2週後と4週後での経時的な脱灰は認めなかったのは、フッ素による脱灰抑制効果と考えられる。

W/PRG は、pH サイクル4週後で、W と比較し有意に低い値を認めるが、その他の群間に有意差を認めなかった。これも、硬さの評価で述べたように、フッ素による効果と、S-PRG フィラーの酸緩衝能によるものと示唆される。また、W/F と比べ、最初の反応としてエナメル質の脱灰を生じないため、4週後の脱灰量も少ない結果となったと考えられる。W/PRG、W/F では2週と4週での脱灰量に有意差を認めないことから、フッ化物歯面塗布がエナメル質表層の脱灰抑制に有効であると示唆される。

結論

35%過酸化水素を含有する Hi-lite による漂白後のエナメル質表面に対し、フッ化物歯面塗布は押し込み硬さ値が高く、TMR 法による評価でもエナメル質の脱灰量が少ないことから、継続的な脱灰を抑制することが示唆された。また、エナメル質において、新規押し込み硬さ試験機であるカリオテスターは従来の硬さ試験機と強い相関関係を示し、硬さ試験機として有用である。