

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

愛知学院大学

論文提出者

堀 部 森 崇

論文題目

表面改質型酸反応性無機ガラス (S-PRG) フィラー
含有歯科矯正用レジンで作製した床装置から
口腔内へのフッ化物徐放能

I. 緒言

歯科矯正用レジン矯正装置の作製以外に、小児・障害者の歯科臨床において、小児義歯や口蓋閉鎖床、歯ぎしり防止装置、摂食嚥下障害を有する患児・者への舌接触補助床などの可撤式装置に用いられることが多い。しかし、これらの可撤式装置を装着することによりプラークの沈着、不潔域の増加および自浄作用の低下を招きやすく、齲蝕リスクを増加させる可能性がある。

近年、フッ化物を含有する歯科材料が多く市販されており、その齲蝕抑制効果として材料から溶出したフッ化物が近接する歯質に取り込まれることによる耐酸性の向上とフッ化物による歯質の再石灰化などが考えられている。さらに、フッ化物に加えて、Sr、B、Na、Al、Siの微量元素を放出する表面改質型酸反応性無機質ガラス (Surface Pre-Reacted Glass-ionomer : S-PRG) フィラーが開発され、様々な材料への応用が研究されている。

in vitro の先行研究では、S-PRG フィラーの含有量 (5、10、20、30 wt%) の異なるレジンを作製してフッ化物の徐放・リチャージ能を検討したところ、実験開始 24 時間以内には全てのレジンから、酸性環境下でエナメル質の表層下脱灰を認めるものの、実質欠損を抑制する濃度 (0.154 ppm) より高い濃度のフッ化物が溶出しており、さらにフィラー含有率 20 及び 30 wt% のレジンではフッ化物によるリチャージにより、エナメル質の脱灰を認めな

いとされる濃度 (1.004 ppm) 以上のフッ化物をリリースすることが報告されている。

そこで本研究は、S-PRG 含有レジンで作製した床装置から口腔内へのフッ化物徐放能について検討するため、実験 1 では S-PRG 含有レジンで作製した床装置から徐放されるフッ化物の経時的変化をエナメル質の脱灰や実質欠損の抑制という観点から検討した。また、フッ化物溶液によるリチャージ後の床装置からのフッ化物徐放量についても同様に検討した。実験 2 では、S-PRG 含有レジンで作製した床装置の周囲に堆積したプラーク中のフッ化物濃度についても検討した。

II. 対象および方法

実験 1

著しい叢生および未処置齲蝕や歯周炎のない成人 6 名 (男性 2 名 女性 4 名 平均年齢 24.4 ± 6.4 歳) を対象とした。実験開始 1 週間前に歯科医師による全顎の歯石除去と歯面清掃を行い、また実験が終了するまでフッ化物非配合歯磨剤を使用するよう指示した。

実験群の装置には、20wt% S-PRG 含有レジンを使用し、通法に従い作業用模型上にて作製した。また対照群には、S-PRG フィラーを含有させていない歯科矯正用レジン (以下、S-PRG 未含有レジン) を使用して作製した。

実験 1 日目は S-PRG 未含有レジンの床装置を用い、装着前と装着後 6 時間までの 1 時間毎に 3 分間の安静時唾液を採取した。2 日目は、S-PRG 含有

レジンを用いて、1日目と同様に唾液の回収を行った。2日目の実験終了後、S-PRG含有レジン床装置を1,000ppmのフッ化物溶液に8時間浸漬してリチャージを行った。3日目は、リチャージした床装置を口腔内に装着し、1日目と同様に唾液の回収を行った。

実験は、被験者の安静時唾液分泌量の日内変動を考慮し、実験は3日間とも午前10時から午後4時の間に行い、回収した唾液中のフッ化物濃度の測定は、複合型フッ化物イオン電極とフッ化物イオンメーターを用いて行った。

床装置の形状は3次元スキャナーにて取り込み、STL編集・修正ソフトウェアにて表面積を測定し、単位面積当たりのフッ化物徐放量を算出した。

安静時唾液分泌量の変化はKruskal-Wallisの検定、床装置装着前と装着後の唾液量の変化と唾液中のフッ化物濃度変化の比較、床装置からの単位面積当たりのフッ化物量のリチャージ前後での比較には、Wilcoxonの符号付き順位検定、床装置の表面積の比較には、Mann-WhitneyのU検定を用い(SPSS Statistics Ver. 19、IBM、USA)統計学的検討を行い、有意水準5%にて有意差ありとした。

実験2

実験1と同様の条件で、成人12名(男性5名 女性7名 平均年齢34.4±9.3歳)を対象とした。実験開始1週間前に全顎の歯石除石と歯面清掃を行った。実験日の2日前までフッ化物非配合の歯磨剤の使用を指示し、2

日前から実験日までプラークをためる目的で歯磨きを中止した。

20 wt% S-PRG フィラー含有レジン床装置のみを使用し、実験 1 と同様の方法で作製した。

装置装着前と装着 6 時間後の 2 回プラークを採取し、それぞれを対照群、実験群とした。

実験中の被験者への注意事項は実験 1 と同様とし、口蓋（舌）側の歯間鼓形空隙のプラークを採取した。採取したプラークは、ポリエチレンカプセルに回収し、Hallsworth *et al.* の微量定量法を用いてフッ化物濃度を測定した。

装置装着前後のプラークの回収量および対照群と実験群のプラーク中のフッ化物濃度の比較には、Wilcoxon の符号付き順位検定を用い統計学検討を行い、有意水準 5% にて有意差ありとした。

III. 結果

実験 1

1. 歯科矯正用レジン床装置装着時の安静時唾液分泌量

1 日目、2 日目、3 日目とも回収した安静時唾液量に、有意差は認めなかった。

2. 唾液中のフッ化物濃度の経時的変化

S-PRG 含有レジン群においてはリチャージ前・後共に装着 1 時間後の唾液中のフッ化物濃度が最も高く、その後徐々に低下していた。装着 1 時間後

の唾液中のフッ化物濃度はリチャージ後が有意に高い値 ($p < 0.05$) であったが、それ以降有意な差は認めなかった。どちらの床装置を使用した場合でも装着前に比べ、6時間後まで有意な唾液中のフッ化物濃度の上昇が認められた。 ($p < 0.05$)。

一方、S-PRG 未含有レジンの床装置装着時の唾液中のフッ化物濃度には、有意な変化は認められなかった。

3. 床装置の面積あたりのフッ化物徐放量の経時的変化

S-PRG 未含有レジンと S-PRG 含有レジンで作製した床装置の面積には、有意な差を認めなかった。

また、床装置からの単位面積あたりのフッ化物徐放量は、1時間後においてリチャージ前が $0.047 \pm 0.007 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、リチャージ後は $0.108 \pm 0.015 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ でリチャージ後が有意 ($p < 0.05$) に多かった。しかし、その他では有意な差を認めなかった。

実験 2

1. 回収したプラーク量

上顎では、装着前に比べ装着後の回収したプラーク量は有意 ($p < 0.05$) に多かった。下顎では有意な差は認めなかった。

2. 装置装着前後のプラーク中のフッ化物濃度

プラーク中に含まれるフッ化物濃度は、上顎では装着前が 2.845 ± 0.728 ppm、装着 6 時間後は 4.983 ± 0.873 ppm で、装着前に比べ装着後に有意に

増加した。一方、下顎では装着前後で有意な差を認めなかった。

IV. 考察

今回実験に使用した S-PRG フィラー含有レジン、レジンに含まれる S-PRG フィラーから直接フッ化物が徐放されるため、フッ化物を徐放するデバイス装着する必要がなく、装置が複雑な形状にならないという利点がある。

S-PRG 含有レジンで作製した装置からは、リチャージ前・後共、装置装着 1 時間後に最も多くのフッ化物の溶出を認め、リチャージ前と比べ、リチャージ後が有意 ($p < 0.05$) に高かった。リチャージ後のフッ化物の溶出量が増えることは、過去の報告と同様であり、S-PRG 含有レジンのリチャージの特性である可能性が示唆される。

また、今回リチャージについては夜間の睡眠時間に行うことを想定して、学童期の平均的な睡眠時間である 8 時間浸漬を行ったが、夜間装着する装置の想定などを考慮し、リチャージの時間および、リチャージに用いるフッ化物溶液の濃度については、今後さらに検討する必要があると考える。

今回の実験においては、リチャージ前・後共、装置を装着して 1 時間後の唾液中に約 0.5 から 0.8 ppm のフッ化物濃度の上昇を認めた。過去の *in vitro* の実験系において、酸性環境下でエナメル質は、フッ化物濃度が 0.154 ppm では表層下脱灰は認めるものの実質欠損は起こさず、さらにその濃度が 0.504 ppm では 4/5 の試料に表層下脱灰を認めず、約 1 ppm 以上では全ての

試料で脱灰を認めなかったとの報告がある。これを参考にすると、本実験の床装置を装着することにより、エナメル質の脱灰へのリスクをある程度低下させることができるものと考えられる。

実験2では、装置に近接するプラーク中のフッ化物濃度が上昇していたことより、床装置より齲蝕予防に効果的で持続性のあるフッ化物の徐放が期待される。また、一度のフッ化物洗口にて上昇したプラーク中のフッ化物イオン濃度は、長時間維持されないとの報告もあるが、本実験では装置からのフッ化物が継続して放出されることから、上昇したプラーク中のフッ化物濃度は維持されるものと考えられる。また、装着時間を延長することにより、プラーク中へのフッ化物のさらなる蓄積の可能性も期待される。

V. 結論

本研究の結果より、S-PRG フィラーを 20wt% 含有した歯科矯正用レジンにて作製した床装置を口腔内に装着することにより、唾液中のフッ化物濃度の上昇が認められ、さらにリチャージを行うことによりフッ化物の放出量が増加し、経時的に減少していくことが明らかになった。さらに徐放されたフッ化物は、装置を装着した歯列の歯間鼓形空隙のプラーク中にも取り込まれていたことより、小児義歯や口蓋閉鎖床、歯ぎしり防止装置、舌接触補助床などの床装置に使用することで、歯の脱灰抑制や再石灰化が促進され、齲蝕のリスクが軽減する可能性が示唆された。