

学位論文題名

化学的根管拡大後にスーパーボンド根充シーラーを用いた 根管充填の封鎖性

学位論文内容の要旨

(緒言)

根管治療では、まず根管を無菌化することが必要で、そのためには根管を機械的に拡大して感染歯質を物理的に除去するとともに、根管を洗浄することが重要である。しかし扁平な根管や槌状根、イスマスを有する根管などでは機械的に根管を拡大することが難しく、多量の細菌が残存する。根管内に残存した細菌はバイオフィルムを形成し、薬剤に対して抵抗性を示すことから、根管貼薬で確実に死滅させることは難しいとされている。したがって、このような根管を無菌化するためには化学的清掃がきわめて重要となる。

機械的に根管を拡大形成できない場合、無機質溶解性に優れる薬剤と有機質溶解性を有する薬剤を組み合わせることで化学的に根管壁を溶解し、無菌化するとともに接着性レジンシーラーの流入スペースが確保できれば、高い無菌性と封鎖性が得られると思われる。一方、化学的に処理された根管壁はレジンの接着が大きく低下させることが報告されており、根管壁を長時間溶解することは、封鎖性を低下させる危険性もある。

本研究は、根管の化学的根管拡大清掃として有効な処理法を検討するとともに、化学的に拡大清掃した根管壁への接着性シーラーの接着状態と根管充填後の封鎖性を評価することを目的とする。

(材料と方法)

実験 1. 38%リン酸および 10%クエン酸/3%塩化第二鉄水溶液による象牙質脱灰深度の測定
ヒト抜去歯の象牙質面を次の 4 つの条件で処理し、SEM で脱灰深度を測定した。①38%リン酸 (パルフィークエッチング剤、以下 PA) 5 分、②PA5 分、10%次亜塩素酸ナトリウム (ネオクリーナー、以下 NC) 2 分、③10%クエン酸 3%塩化第二鉄 (表面処理剤グリーン、以下 10-3 溶液) 5 分、④10-3 溶液 5 分、NC 2 分。

実験 2. リン酸および 10-3 溶液処理後の NC 処理時間と象牙質面の形態変化

ヒト抜去歯の象牙質面を次の 12 の条件で処理し、SEM 観察を行った。①PA5 分、NC0 秒 ②PA5 分、NC60 秒 ③PA5 分、NC90 秒 ④PA5 分、NC120 秒 ⑤PA5 分、NC120 秒、芳香族スルフィン酸塩 (アクセル、サンメディカル) 10 秒、10-3 溶液 10 秒、⑥PA10 秒 ⑦10-3 溶液 5 分、NC0 秒 ⑧10-3 溶液 5 分、NC60 秒 ⑨10-3 溶液 5 分、NC90 秒 ⑩

10-3 溶液 5 分, NC120 秒 ⑪10-3 溶液 5 分, NC2 分, アクセル 10 秒, 10-3 溶液 10 秒 ⑫
10-3 溶液 10 秒

実験 3：象牙質片による色素侵入試験と微小引張試験

ヒト抜去歯の象牙質面を次の 2 つの条件で処理した。①化学的処理群：10-3 溶液 5 分, NC 2 分, 芳香族スルホン酸塩（アクセル）10 秒, 10-3 溶液 10 秒。②対照群：10-3 溶液 10 秒のみ。両群とも水洗, 乾燥後, スーパーボンド根充シーラー（以下 SBS）を塗布, 硬化後に色素侵入試験と微小引張り試験を行った。

実験 4：扁平な根管における根管充填の封鎖性の検討

ヒト抜去歯を用いて根管が扁平なモデルを作製し, 次の 3 つの条件で根管充填を行った。
①化学的拡大+SBS 群：根管内を 10-3 溶液 5 分, NC 2 分, アクセル 10 秒, 10-3 溶液 10 秒, 水洗乾燥, SBS を用いた単一ポイント根管充填。②SBS 群：SBS を用いた単一ポイント根管充填。③Ob 群：キャナルス®N と Obtura II を用いた垂直加圧法。3 群とも硬化後に色素侵入試験と SEM 観察を行った。

（結果）

実験 1

①PA5 分, ②PA5 分, NC2 分, ③10-3 溶液 5 分, ④10-3 溶液 5 分, NC 2 分, それぞれの脱灰深度は① $29.7 \pm 6.5 \mu\text{m}$ ② $31.4 \pm 4.9 \mu\text{m}$ ③ $22.8 \pm 4.7 \mu\text{m}$ ④ $22.7 \pm 4.0 \mu\text{m}$ で PA と 10-3 溶液に大きな差はなかった。

実験 2

象牙質面に PA または 10-3 溶液 5 分, NC60-120 秒の処理を行って、形態変化を SEM 観察した結果, PA 処理後に NC 処理を行なうと象牙細管は大きく開口し, 著しい凹凸が生じたが、10-3 溶液 5 分後に NC 処理を行なうと、象牙細管は同様に大きく開口したが、象牙質面の凹凸は PA より少なかった。

実験 3

化学的処理群の色素侵入率は、 $25.5 \pm 7.3\%$ 、対照群は、 $23.0 \pm 6.7\%$ 、微小引張り強さはそれぞれ $17.5 \pm 2.7\text{MPa}$, $20.4 \pm 4.7\text{MPa}$ で、いずれも両群間に有意差はなかった ($p > 0.05$)。

実験 4

色素侵入距離は化学的拡大+SBS 群が $267.2 \pm 183.9 \mu\text{m}$ 、SBS 群が $250.3 \pm 129.5 \mu\text{m}$ 、Ob 群が $854.1 \pm 307.2 \mu\text{m}$ で、化学的拡大+SBS 群は SBS 群と有意差がなく ($p > 0.05$)、Ob 群より有意に少なかった ($p < 0.01$)。

(考察)

5 分間の脱灰深度は、38%リン酸と 10-3 溶液で大きな差はなく、10-3 溶液でも 5 分間で根管直径が約 0.05mm, すなわちファイル 1 サイズに近い拡大が行えることが明らかとなり、十分に臨床応用可能な脱灰速度であると考えられた。

38%リン酸または 10-3 溶液で脱灰した後に NC を用いた場合、管間象牙質は凹凸を示し一部には欠けたような像もみられ、10-3 溶液を用いた場合よりもリン酸を用いた場合の方がその傾向は大きくなった。さらに、化学的根管拡大後にコラーゲンが NC で溶解されずに象牙質面に残存した場合、酸で変性したコラーゲンは接着を劣化させる原因になる危険性があるが、10-3 溶液の方がリン酸よりコラーゲンの変性が少ないとされていることから、リン酸より 10-3 溶液を用いた方が接着の安定にも良いと思われた。また、10-3 溶液と NC を併用すると象牙細管が大きく開口したが、これは象牙細管内壁も化学的拡大が行われたことを示すものであり、象牙細管内に細菌が侵入している根管では、細管壁に付着している細菌も物理的に除去できると考えられた。

10-3 溶液と NC で象牙質面を処理後に、スーパーボンド根充シーラーを接着させると、色素侵入量と微小引っ張り強さは未処理の象牙質面と有意差がなかったことから、化学的処理後の象牙質面に十分な接着が得られたと考えられた。

さらに、扁平な根管を用いて 10-3 溶液と NC による化学的根管拡大後、スーパーボンド根充シーラーとガッタパーチャポイントによる単一ポイント根管充填法は、根尖からの色素侵入量が垂直加圧充填法より少なく、化学的根管拡大を行わなかった場合と有意差がなかったこと、SEM で根管壁とシーラーが良好に接着していたことから、接着条件の厳しい根管内においても、スーパーボンド根充シーラーは化学的根管拡大後の根管壁に接着して高い封鎖性を得ることが可能と考えられた。

(結論)

1. 象牙質面を 38%リン酸または 10%クエン酸/3%塩化第二鉄水溶液で 5 分間処理を行うことにより、それぞれ象牙質面を $29.7 \pm 6.5 \mu\text{m}$, $22.8 \pm 4.7 \mu\text{m}$ 溶解することが可能であった。
2. 10%クエン酸, 3%塩化第二鉄水溶液で 5 分間、さらに 10%次亜塩素酸ナトリウムで 2 分間の処理を行い、スーパーボンド根充シーラーを用いた単一ポイント法で根管充填すると、シーラーが根管壁に接着して高い封鎖性が得られた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 川 浪 雅 光

副 査 教 授 佐 野 英 彦

副 査 教 授 亘 理 文 夫

学 位 論 文 題 名

化学的根管拡大後にスーパーボンド根充シーラーを用いた 根管充填の封鎖性

審査は主査、副査全員が一同に会して口頭で行った。はじめに申請者に対して本論文の概要の説明を求めたところ、以下の内容について論述した。

本研究は、根管の化学的根管拡大清掃として有効な処理法を検討するとともに、化学的に拡大清掃した根管壁への接着性シーラーの接着性と根管充填後の封鎖性を評価することを目的とする。

実験 1. 38%リン酸および 10%クエン酸/3%塩化第二鉄水溶液による象牙質脱灰深度の測定

ヒト抜去歯の象牙質面を次の 4 つの条件で処理し、SEM で脱灰深度を測定した。①38%リン酸 5 分、②38%リン酸 5 分、10%NaOCl (以下 NC) 2 分、③10-3 溶液 (10%クエン酸 3%塩化第二鉄：表面処理剤グリーン) 5 分、④10-3 溶液 5 分、NC 2 分。

実験 2. 38%リン酸および 10%クエン酸/3%塩化第二鉄水溶液処理後の次亜塩素酸ナトリウム処理時間と象牙質面の形態変化

被験面をリン酸と 10-3 溶液を用いてそれぞれ次の 6 つの条件で処理を行った。

①38%リン酸もしくは 10-3 溶液 5 分、NC0 秒 ②38%リン酸もしくは 10-3 溶液 5 分、NC60 秒 ③38%リン酸もしくは 10-3 溶液 5 分、NC90 秒 ④38%リン酸もしくは 10-3 溶液 5 分、NC120 秒 ⑤38%リン酸もしくは 10-3 溶液 5 分、NC2 分、芳香族スルフィン酸塩 (アクセル、サンメディカル) 10 秒、10-3 溶液 10 秒、⑥38%リン酸もしくは 10-3 溶液 10 秒

各処理終了後、SEM 観察を行った。

実験 3：象牙質片による色素侵入試験と微小引張試験

ヒト抜去歯の象牙質面を次の 2 つの条件で処理し、接着性を評価した。化学的処理群：10-3 溶液 5 分、NC 2 分、アクセル 10 秒、10-3 溶液 10 秒。対照群：10-3 溶液 10 秒のみ。両群とも水洗、乾燥後、SBS (スーパーボンド根充シーラー) を塗布、硬化後に色素侵入試験と微小引張り試験を行った。

実験 4：大きく扁平な根管における根管充填の封鎖性の検討

30 本ヒト抜去歯を用いて扁平根管モデルを作製し、次の 3 つの条件に分け化学的拡大後の根充封鎖性を評価した。化学的拡大+SBS 群：根管内を 10-3 溶液 5 分、NC 2 分、アクセル 10 秒、10-3 溶液 10 秒、水洗乾

燥, SBS を用いた単一ポイント法, SBS 群: SBS を用いた単一ポイント法, Ob 群: キャナルス®N と Obtura II を用いた垂直加圧法, 3 群とも硬化後に色素侵入試験と SEM 観察を行った。

次の結果が考えられた。

実験 1: 脱灰深度はリン酸で約 30 μ m, 10-3 溶液で約 25 μ m であった。

実験 2: 象牙質表面構造の変化は 10-3 溶液よりリン酸の方が大きかった。

実験 3: 化学的処理群の色素侵入率, 微小引張り強さは対照群と有意差はなかった。

実験 4: 色素侵入距離は化学的拡大+SBS 群と SBS 群が Ob 群に比較して有意に色素侵入が少なく ($p<0.01$), 化学的拡大+SBS 群と SBS 群には有意差がなかった。

これらのことから 5 分間での脱灰深度は, リン酸, 10-3 溶液で大きな差はなく, 10-3 溶液を用いた場合でも, 5 分間で根管直径が約 0.05mm, すなわちファイル 1 サイズに近い拡大が行えることが明らかとなり, 十分に臨床応用可能な脱灰速度であると考えられた。38%リン酸または 10-3 溶液で脱灰した後に NC を用いた場合, 象牙質表面にどのような形態変化を生じるかを SEM で観察した結果, 象牙細管が大きく開口した。これは象牙細管内壁も化学的拡大が行われたことを示すものであり, 象牙細管内に細菌が侵入している根管では, 細管壁に付着している細菌も物理的に除去できると考えられた。また, 化学的根管拡大後にコラーゲンが NC で溶解されずに象牙質面に残存した場合, 酸で変性したコラーゲンは接着を劣化させる原因になる危険性があるが, 10-3 溶液の方がリン酸よりコラーゲンの変性が少ないとされていることから, リン酸より 10-3 溶液を用いた方が接着の安定にも良いと思われた。

以上より, 10%クエン酸/3%塩化第二鉄水溶液と 10%次亜塩素酸ナトリウムを用いた化学的根管拡大後に, スーパーボンド根充シーラーによる単一ポイント根管充填法を行うことは, ファイルによる機械的根管拡大が難しく, 加圧根管充填が困難な症例において, 有効な根管治療法になると考えられた。

引き続き審査担当者と申請者の間で, 論文内容および関連事項について質疑応答がなされた。

主な質問事項は,

- (1) 今回の研究で 2 つの酸を使った理由について
- (2) 象牙質片作製の方法について
- (3) 被験面処理後の乾燥方法について
- (4) 象牙質片と根管を使った色素侵入試験の違いについて
- (5) 細い根管, 側枝などへの応用について

これらの質問に対して, 申請者は適切な説明によって回答し, 本研究の内容を中心とした専門分野はもとより, 関連分野について十分な理解と学識を有していることが確認された。

本研究は化学的根管拡大後にスーパーボンド根充シーラーを用いた根管充填が有効であることを示したことが高く評価された。本研究の内容は, 歯科医学の発展に十分に貢献するものであり, 審査担当者全員は, 学位申請者が博士 (歯学) の学位を授与するに値するものと認めた。