

学位論文題名

Influence of difference of root canal filling methods on apical sealing in apical foramen widening

(根管充填法の違いが根尖孔の大きい根管の封鎖性に及ぼす影響)

学位論文内容の要旨

【緒言】

根尖性歯周炎の予後不良の原因の一つとして、繰り返し根管治療が行われた再歯内療法歯や歯根吸収歯は、根尖孔が大きく開大して堅密な根管の封鎖が困難であることがあげられている。近年臨床応用され始めた接着性シーラーは、加圧しなくても高い封鎖性が得られることから、根尖孔が開大した症例で高い効果が得られる可能性がある。接着性シーラーの封鎖性に関する報告は多いが、従来型シーラーと比較した場合に封鎖性が良好という報告と、差がないという報告がある。このように評価が異なる原因の一つとして、レジンモノマーの揮発に配慮した実験が行なわれていないことが考えられる。

そこで本研究では、まず象牙質接着性シーラーであるスーパーボンド根充シーラー(SBS:サンメディカル)の硬化時の環境が封鎖性に及ぼす影響を検討し、その結果をもとに、根尖孔が大きく開大した根管で SBS を用いた根管充填の封鎖性を、従来型シーラーを用いた側方加圧充填および Obtura II を用いた垂直加圧充填と *in vitro* で比較し評価した。

【材料・方法】

実験 1. SBS 硬化時の環境が封鎖性に及ぼす影響の検討

ヒト新鮮抜去歯を用い、歯軸と垂直に厚さ 1mm に切断し、K ファイルを用いて根管を直径 1.3mm に形成した。根管内を 14.3%EDTA 溶液と 10%次亜塩素酸ナトリウムにて 1 分間洗浄し、アクセル(サンメディカル)で 10 秒間、表面処理材グリーン®(サンメディカル)で 10 秒間処理後、水洗し、気銃で乾燥した。次に、歯根底部と側面を軟化したパラフィンワックス(ジーシー)で被覆して上面のみを開放し、SBS を根管内に満たして、硬化環境により 2 群に分けた。AN 群(n=5):アルジネート印象材(ジーシー)で根管上面を被覆した。Air 群(n=5):根管上面を開放したままとした。

37℃湿度 100%で 24 時間保存後、アルジネート印象材とパラフィンワックスを除去し、0.5%フクシン溶液に浸漬、24 時間後、精密低速切断機(ISOMET, BUHLER)を用い、根管中央部で歯軸方向に切断した。根管上端から色素侵入が認められた最下端までの距離を計測した。統計処理は Mann-Whitney U 検定を行った。

色素侵入試験後、乾燥、白金蒸着して走査型電子顕微鏡(SEM:日立ハイテクフィールドイニング)で SBS と根管壁の接着界面を観察した。

実験 2. 根尖孔が大きな根管における根管充填の封鎖性の検討

ヒト新鮮抜去歯 30 本を用い、歯根長を 12mm として K-ファイルで #80 まで根尖孔を穿通、超音波スケーラー (ENAC, 長田電機工業) で根尖孔を長径 1.3mm, 短径 0.8mm の楕円形に形成した。さらにピーソーリーマー #1, 2 で根管上部をフレアー形成し、11.5mm で #100 まで形成した。形成終了後、アルジネート印象材 (ジーシー) に歯根を植立し、14.3%EDTA 溶液と 10%次亜塩素酸ナトリウムで 1 分間根管洗浄、ペーパーポイントで乾燥した。

次に根管充填を次の 3 群に分けて行った。SBS 群 (N=10): 根管内をアクセル 10 秒、表面処理材グリーン®で 10 秒処理後、水洗、#100 ペーパーポイントで乾燥、SBS と #100 マスターポイントを用いて、単一ポイント法で根管充填した。LC 群 (N=10): ステップバック法で #140 まで形成、14.3%EDTA 溶液と 10%次亜塩素酸ナトリウムで 1 分間根管洗浄し、#100 ペーパーポイントで乾燥後、キャナルス®N (昭和薬品化工) と #100 マスターポイント、アクセサリーポイント (モリタ) を用いて側方加圧根管充填した。Ob 群 (N=10): Obtura II を用い、軟化したガッタパーチャを根管に填入し垂直加圧根管充填した。

3 群とも根管口をグラスアイオノマーセメント (Fuji IX GP®, ジーシー) で封鎖し、37℃湿度 100%で 24 時間保存後、0.5%フクシン溶液に浸漬した。24 時間後、ISOMET で楕円形の根管の長径部分が評価できるように、根管中央で歯軸方向に切断、画像解析ソフト (Image J) を用いて色素侵入距離を計測した。統計処理は SPSS 10.0J®を用い一元配置分散分析および Tukey's-test を行った。

3 群とも切断面を研磨、SBS 群は 6N 塩酸 5 秒、1%次亜塩素酸ナトリウム 7 分の処理を経て、乾燥、白金パラジウム蒸着し、走査型電子顕微鏡 (SEM: 日立ハイテクフィールドイニング) で観察した。

【結果】

実験 1. SBS 硬化時の環境が封鎖性に及ぼす影響の検討

Air 群では全被験歯で SBS と根管壁の間に根管全域に及ぶ色素侵入が認められたが、AN 群では SBS と根管壁の間の色素侵入はわずかで、色素侵入距離には有意差が認められた。さらに Air 群の SBS の硬化体には気泡が多く見られたが、AN 群では気泡はほとんど見られなかった。

実験 2. 根尖孔が大きな根管における根管充填の封鎖性の検討

SBS 群は厚いシーラーの層が観察されたが、シーラーと根管壁の間に色素侵入はほとんど見られなかった。LC 群も厚いシーラーの層が見られ、シーラーと根管壁の間にはわずかに色素侵入が認められた。Ob 群はガッタパーチャと根管壁との間には間隙が認められ、色素侵入も大きかった。SBS 群の色素侵入距離は、LC 群と Ob 群に比べて有意に小さく ($p<0.05$)、LC 群は Ob 群より有意に小さい値だった ($p<0.05$)。

SEM 観察では、SBS 群はシーラーとセメント質、象牙質との間に間隙は認められず、象牙細管内にはレジンタグの形成が認められた。さらに歯冠側部分のシーラーが厚い部分でも根尖付近と同様に間隙は認められなかった。LC 群ではシーラーと根尖部根管壁との間に間隙が認められた。Ob 群は根尖部から歯冠側の 1mm 程度まで間隙が認められた。

【考察】

実験 1 の結果、Air 群と AN 群で色素侵入に有意差が生じ、SBS 硬化体内部の気泡発生状態に大きな差がみられた原因として、キャタリストやモノマーの揮発が考えられた。すなわち、SBS は 23℃での硬化時間が 1 時間 30 分程度と重合速度が遅いため、SBS が空気に開放された状態で重合すると、硬化が進む前にキャタリストやモノマーが揮発してしまっ

ことが必要であると考えられたため、実験 2 では根尖部をアルジネート印象材で被覆して実験を行なった。

実験 2 の結果、SBS 群の色素侵入距離は 200 μ m 程度とわずかであり、SBS が厚い部分でも根管壁との間に間隙はなかった。これは、SBS が根管壁から重合されて重合速度も遅いため、重合収縮によるギャップが生じにくいという特性が影響したと思われた。

以上の実験結果から、根尖孔が大きく開大した根管では、SBS を使用した単一ポイント根管充填法で高い封鎖性が得られると考えられ、従来の方法では高い封鎖性が得ることが困難であった症例において、有効な根管充填方法となる可能性が示唆された。

【結論】

根尖孔が大きく開大した根管では、SBS を使用した単一ポイント根管充填法が、キャナルス[®]N を用いた側方加圧根管充填法や Obtura II を用いた垂直加圧根管充填法より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 八 若 保 孝

副 査 教 授 佐 野 英 彦

学 位 論 文 題 名

Influence of difference of root canal filling methods on apical sealing in apical foramen widening

(根管充填法の違いが根尖孔の大きい根管の封鎖性に及ぼす影響)

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

根尖性歯周炎の予後不良の原因の一つとして、繰り返し根管治療が行われた再歯内療法歯や歯根吸収歯にみられるように、根尖孔が大きく開大して堅密な根管の封鎖が困難であることがあげられている。近年臨床応用され始めた接着性シーラーは、加圧しなくても高い封鎖性が得られることから、根尖孔が開大した症例で高い効果が得られる可能性がある。接着性シーラーであるスーパーボンド根充シーラー(SBS)の封鎖性に関する報告は多いが、従来型シーラーと比較した場合に封鎖性が同等であるという報告が多く、良好であるという報告はない。その原因の一つとして、レジンモノマーの揮発に配慮した実験が行なわれていないことが考えられる。

そこで本研究では、まず SBS の硬化時の環境が封鎖性に及ぼす影響を検討し、その結果をもとに、根尖孔が大きく開大した根管で SBS を用いた根管充填の封鎖性を、従来型シーラーを用いた側方加圧充填および Obtura II を用いた垂直加圧充填を *in vitro* で比較して評価した。

実験 1 として、ヒト新鮮抜去歯を、歯軸と垂直に厚さ 1mm に切断し、K ファイルを用いて根管を直径 1.3mm に形成した。根管洗浄後にアクセル、表面処理材グリーン®で処理後、水洗し、乾燥した。次に、歯根底部と側面を軟化したパラフィンワックスで被覆して上面のみを開放し、SBS を根管内に満たして、硬化環境により 2 群に分けた。AN 群(n=5):アルジネート印象材で根管上面を被覆した。Air 群(n=5):根管上面を開放したままとした。37℃湿度 100%で 24 時間保存後、精密低速切断機(ISOMET)を用い、根管中央部で歯軸方向に切断した。根管上端から、色素侵入が認められた最下端までの距離を計測し、統計分析した。その後、走査型電子顕微鏡(SEM)で SBS と根管壁の接着界面を観察した。

実験 2 として、ヒト新鮮抜去歯 30 本を、歯根長を 12mm として K-ファイルで #80 まで根尖孔を穿通、超音波スケーラー(ENAC)で根尖孔を長径 1.3mm、短径 0.8mm の楕円形に形成した。さらに 11.5mm で #100 まで形成し、アルジネート印象材に歯根を植立し、根管洗浄し、ペーパーポイントで乾燥した。

次に根管充填を次の 3 群に分けて行った。SBS 群 (N=10):根管内をアクセル、表面処理材グリーン®で処理後、水洗、ペーパーポイントで乾燥、SBS とマスターポイントを用いて、単一ポイント法で根管充填した。LC 群 (N=10):ステ

ツブバック法で#140 まで形成、根管洗浄し、ペーパーポイントで乾燥後、キャナルス®N を用いて側方加圧根管充填した。Ob 群 (N=10): Obtura II を用い、垂直加圧根管充填した。

3 群とも、37℃湿度 100%で 24 時間保存後、色素に浸漬した。24 時間後、ISOMET で根管中央を歯軸方向に切断、根尖からの色素侵入距離を計測し、統計分析した。その後、3 群とも切断面を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した。

実験 1 の結果から、Air 群は全被験歯で SBS と根管壁の間に根管全域に及ぶ色素侵入が認められたが、AN 群では SBS と根管壁の間の色素侵入はわずかであり、色素侵入距離に有意差が認められた。実験 2 の結果から、SBS 群は厚いシーラーの層が観察されたが、シーラーと根管壁の間に色素侵入はほとんど見られなく、他群と有意差が認められた。SEM 観察では、SBS 群はシーラーとセメント質、象牙質との間に間隙は認められず、象牙細管内にはレジクタグの形成が認められた。

実験 1 の結果、Air 群と AN 群の SBS 硬化体内部の気泡状態に大きな差がみられた原因として、キャタリストやモノマーの揮発が考えられた。SBS は重合速度が遅いため、空気に開放された状態で重合すると、硬化が進む前にモノマーが揮発してしまつて接着も得られなかったと考えられた。このことから、生体をシミュレートして根尖側の封鎖性を検討するために、実験 2 では根尖部をアルジネート印象材で被覆して実験を行なった。

実験 2 の結果、SBS 群の色素侵入距離はわずかであり、SBS が厚い部分でも根管壁との間に間隙はなかった。これは、SBS が根管壁から重合されて重合速度も遅いため、重合収縮によるギャップが接着界面に生じにくいという特性が影響したと思われた。

以上の実験結果から、根尖孔が大きく開大した根管では、SBS を使用した単一ポイント根管充填法で高い封鎖性が得られると考えられ、従来の方法では高い封鎖性が得ることが困難であった症例において、有効な根管充填方法となる可能性が示唆された。

引き続き審査担当者と申請者の間で、論文内容及び関連事項について質疑応答がなされた。主な質問事項として、

- (1) 実験 1 において Air 群で SBS と象牙質との接着が不十分であった理由
- (2) 実験 2 において根尖孔を楕円形にした理由
- (3) SBS のみで根充した場合はどうなるか
- (4) SBS 使用時に操作性や臨床的な問題点はないのか
- (5) SBS を使用した場合、根管内から除去は可能なのか
- (6) 今後の研究の展開と将来の展望

これらの質問に対して、申請者はいずれにも適切かつ明快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も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、SBS の硬化環境が封鎖性に及ぼす影響を評価した後、その結果をもとに根尖孔が大きく開大した根管を3つの根管充填法で根尖封鎖性を評価したことにより、SBS の臨床への応用に対して重要な指針を与え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)の学位を授与するのに値するものと認めた。