

各種根管洗浄法の洗浄効果と水酸化カルシウム製剤による 水酸化物イオンの拡散

学位論文内容の要旨

【緒言】

臨床において、歯根の外部吸収の治療には、根管清掃および水酸化カルシウム製剤による根管貼薬が行われている。これは、水酸化物イオンが歯根歯質を通過して歯根外表面へ拡散し、それにより破歯細胞から産出される酸を中和するなど、歯根表面の吸収プロセスを抑制する作用があると考えられているためである。一方、リーミング・ファイリングにより根管壁に形成されたスマヤー層は、象牙細管を閉塞し、根管貼薬剤の歯質への浸透を阻害する恐れがある。したがって、外部吸収歯に対する治療効果を高めるためには、根管洗浄によってスマヤー層を効果的に除去し、歯根外表面への水酸化物イオンの拡散を促進させる必要があると考えられる。

そこで、本研究は、永久歯および乳歯において、歯根歯質への為害性が低く、なおかつ、根管内のスマヤー層を効果的に除去し、歯根の外部吸収窩周囲への水酸化物イオンの拡散を促進させる根管洗浄法を検討することを目的とした。なお、本実験は、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を受けた（承認番号 2012 第 1 号）。

【材料と方法】

抜去ヒト永久歯およびヒト乳歯の歯根部分を使用した。根管形成後、洗浄法によりグループ分け（永久歯：G1, G2, G3, G4, G5, 乳歯：G1, G2, G2-30, G2-15, G5, G5-30, G5-15）を行った。洗浄法は、G1：交互洗浄（5%NaOCl, 31% H_2O_2 ）、G2, G2-30, G2-15：5%NaOCl 超音波洗浄、G3：5%EDTA 超音波洗浄、G4：5%NaOCl 超音波洗浄→5%EDTA 超音波洗浄、G5, G5-30, G5-15：5%EDTA 超音波洗浄→5%NaOCl 超音波洗浄とした。超音波洗浄は、洗浄剤を根管内にみだし、超音波スクレーパー（Osada ENAC 10W）を用いて行い、作用時間は G2, G3, G4, G5 が 45 秒、G2-30, G5-30 が 30 秒、G2-15, G5-15 が 15 秒とし、各グループとも最後に交互洗浄を行った。実験 1 として、洗浄が終了した試料のうち、永久歯 35 本、乳歯 21 本を歯軸に沿って 2 分割し、通法に従って走査型電子顕微鏡用試料を作製し、根管内壁の観察を行った。得られた電子顕微鏡写真から象牙細管開口率を算出した。実験 2 として、永久歯 25 本、乳歯 16 本の試料の歯根中央部の外表面に外部吸収を模して窩洞を付与した外部吸収モデル歯を作製し、歯根周囲の pH 変

化の観察を行った。永久歯の外部吸収モデル歯は、5 グループに分類し、洗浄法が G1 で、親水性の水酸化カルシウム製剤（カルシペックスⅡ）を貼薬したグループを G1C とし、以下同様に、G2C, G3C, G4C, G5C とした。乳歯の外部吸収モデル歯は、2 グループに分類し、洗浄法が G2-30 で、カルシペックスⅡを貼薬したグループを G2-30C とし、同じ洗浄法で疎水性の水酸化カルシウム製剤（ビタペックス）を貼薬したグループを G2-30V とした。これらの試料は、根管内に水酸化カルシウム製剤を貼薬した後、1%フェノールフタレイン含有寒天に埋入し、1, 2, 3, 4 週後の寒天の変色の程度から水酸化物イオン拡散のスコアを算出した。

得られた結果に対し、Stat View®（ヒューリンクス、東京）を使用して、統計学的解析を行った。グループ間の比較には一元配置分散分析およびポストホックテストとして Bonferroni/Dunn 法を用いた。また、グループ間の経時的変化の比較には反復測定一分散分析法を使用した。有意水準は 5%以下とした

【結果】

実験 1 より、永久歯根中央部において、G3, G4, G5 の試料の根管内壁は、スマヤー層がほぼ完全に除去され、多くの象牙細管が明瞭に開口しているのが観察された。象牙細管開口率は、G1 が 0.13%, G2 が 3.55%, G3 が 80.81%, G4 が 82.52%, G5 が 89.65%であった。G3, G4, G5 の象牙細管開口率は、G1, G2 と比較して有意に高かった ($p < 0.01$)。根尖部においても根中央部と同様の傾向を示したが、どのグループにおいても、根中央部と比較して象牙細管開口率は低い値を示した。

乳歯根中央部において、G2-30 と G2 では、スマヤー層はほぼ完全に除去され、象牙細管が一部開口し、管間象牙質の表面は滑らかであった。G5-15, G5-30, G5 では、スマヤー層は除去されていたが象牙細管開口部の開大が認められた。特に G5 では、管周象牙質と管間象牙質の溶解といった根管象牙質の erosion が顕著に認められた。象牙細管開口率は、G1 が 1.20%, G2-15 が 12.89%, G2-30 が 24.34%, G2 が 38.65%, G5-15 が 51.54%, G5-30 が 65.56%, G5 が 95.98%と、洗浄剤の作用時間が長くなるにつれ象牙細管の開口率が上昇した。根尖部においても根中央部と同様の傾向を示したが、どのグループにおいても、根中央部と比較して象牙細管開口率は低い値を示した。

実験 2 より、永久歯では、貼薬してから 2 週後にスコアのピークがみられた。1, 2, 3, 4 週後において、G5C は G1C と比較して有意に高いスコアを示した ($p < 0.05$)。また、2, 3 週後において、G5C は G2C と比較しても有意に高いスコアを示した ($p < 0.05$)。

乳歯では、G2-30C は貼薬してから 2, 3 週後にスコアのピークがみられた。G2-30V は、スコアの変化はみられなかった。1, 2, 3 週後において、G2-30C は

G2-30V と比較して、有意に高いスコアを示した ($p < 0.01$). 4 週間においては、両者の間に有意差は認められなかった。

【考察】

乳歯は永久歯と比較して、根管洗浄剤の作用を受けやすい傾向があることが示された。そのため、洗浄剤の選択とその作用時間に留意が必要であると考えられる。

根管内壁のスミヤー層の除去は、歯根外表面への水酸化物イオンの拡散を促進することが示された。また、根管貼薬剤として、親水性の水酸化カルシウム製剤を選択すると、貼薬してから 2~3 週間で、外部吸収窩周囲への水酸化物イオンの拡散が期待できることが示唆された。

【結論】

永久歯では、EDTA 単独あるいは EDTA と NaOCl を併用した 45 秒間の超音波洗浄の後に交互洗浄を行う方法が、根管壁のスミヤー層を効果的に除去し、水酸化物イオンの外部吸収窩周囲への拡散を促進させることが示唆された。

乳歯では、NaOCl 単独での 30 秒間の超音波洗浄の後に交互洗浄を行う方法が、根管象牙質に erosion を引き起こすことなくスミヤー層を除去し、水酸化物イオンの拡散にも有効であることが示された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 八 若 保 孝
副 査 教 授 川 浪 雅 光
副 査 教 授 佐 野 英 彦

学位論文題名

各種根管洗浄法の洗浄効果と水酸化カルシウム製剤による 水酸化物イオンの拡散

審査は、審査担当者全員の出席の下に行われた。まず申請者に提出論文の概要の説明を求め、次いでその内容および関連分野について試問を行った。

審査論文の概要は以下の通りである。

臨床において、歯根の外部吸収の治療には、根管清掃および水酸化カルシウム製剤による根管貼薬が行われている。これは、象牙細管を經由して水酸化物イオンの拡散が生じ、それにより破歯細胞から産出される酸を中和するなど、歯根表面の吸収プロセスを抑制する作用があると考えられているためである。一方、根管の機械的清掃によって根管壁に形成されたスミヤー層は象牙細管を閉塞し、根管貼薬剤の歯質への浸透を阻害する恐れがある。そこで、本研究は、永久歯および乳歯において、歯根歯質への為害性が低く、なおかつ、根管内のスミヤー層を効果的に除去し、歯根の外部吸収窩周囲への水酸化物イオンの拡散を促進させる根管洗浄法を検討することを目的とした。なお、本実験は、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を受けた（承認番号 2012 第 1 号）。

抜去ヒト永久歯およびヒト乳歯の歯根部分を使用した。根管形成後、洗浄法によりグループ分け（永久歯：G1, G2, G3, G4, G5, 乳歯：G1, G2, G2-30, G2-15, G5, G5-30, G5-15）を行った。洗浄法は、G1：交互洗浄（5%NaOCl, 31%H₂O₂）、G2, G2-30, G2-15：5%NaOCl 超音波洗浄、G3：5%EDTA 超音波洗浄、G4：5%NaOCl 超音波洗浄→5%EDTA 超音波洗浄、G5, G5-30, G5-15：5%EDTA 超音波洗浄→5%NaOCl 超音波洗浄とした。超音波洗浄は、超音波スケーラーにルートチップを装着して行い、その作用時間は、G2, G3, G4, G5 が 45 秒、G2-30, G5-30 が 30 秒、G2-15, G5-15 が 15 秒とし、各グループとも最後に交互洗浄を行った。実験 1（根管内壁の観察）として、各種根管洗浄後の試料を歯軸に沿って 2 分割し、走査型電子顕微鏡（SEM）用試料を作製し、根管内壁の観察を行った。また、得られた SEM 写真から象牙細管開口率を算出した。実験 2（歯根周囲の pH 変化）として、試料の歯根中央部の外表面に外部吸収を模して窩洞を付与した外部吸収モデル歯を作製し、歯根周囲の pH 変化の観察を行った。外部吸収モデル歯の根管内に水酸化カルシウム製剤（カルシペックス®II または ビタペックス®）を貼薬した後、1%フェノールフタレイン

含有寒天培地に埋入し、1, 2, 3, 4 週後の寒天の変色の程度から水酸化物イオン拡散の程度をスコア化した。実験 1, 2 から得られたデータについて統計処理を行った。

実験の結果、永久歯では、EDTA 単独あるいは EDTA と NaOCl を併用した 45 秒間の超音波洗浄の後に交互洗浄を行う方法が、根管壁のスミヤー層を効果的に除去し、水酸化物イオンの外部吸収窩周囲への拡散を促進させることが示唆された。乳歯では、NaOCl 単独での 30 秒間の超音波洗浄の後に交互洗浄を行う方法が、根管象牙質に erosion (管周象牙質や管間象牙質まで溶解し、象牙細管開口部を拡大させてしまう現象) を引き起こすことなくスミヤー層を除去し、水酸化物イオンの拡散にも有効であることが示された。

本研究の結果より、乳歯は永久歯と比較して、根管洗浄剤の作用を受けやすい傾向があることが示された。そのため、洗浄剤の選択とその作用時間に留意が必要であると考えられる。根管内壁のスミヤー層の除去は、歯根外表面への水酸化物イオンの拡散を促進することが示された。また、根管貼薬剤として、親水性の水酸化カルシウム製剤を選択すると、貼薬してから 2~3 週間で、外部吸収窩周囲への水酸化物イオンの拡散が期待できることが示唆された。

口頭試問では、本論分の内容とそれに関連した学問分野について質疑応答がなされた。

主な質問事項は、

1. 歯根の外部吸収の仕組みについて (酸と酵素の影響)
2. 歯根象牙質の透明象牙質について
3. erosion について (判断基準など)
4. 乳歯の根管洗浄時間の設定について
5. pH のピークの解釈について
6. 寒天培地と組織液について (閉鎖系と開放系の違い)
7. ビタペックス® について (成分、コラーゲンへの影響、他の研究の有無)
8. 根中央部と根尖部の違いについて (手技、構造)
9. 臨床への応用に関して
10. 今後の展望

などであった。以上の質問に対して、申請者は適切に回答した。試問を通して、申請者が本研究ならびに関連分野を十分に理解し、幅広い知識を有していることが明らかになった。本研究のさらなる発展、今後の研究が期待される。

以上から、審査担当者全員が、本研究が学位論文に十分に値し、申請者は博士 (歯学) の学位を授与する資格があると認めた。