

学位論文題名

クエン酸応用が水酸化カルシウムの除去と
根管封鎖性に及ぼす影響

学位論文内容の要旨

【緒言】

水酸化カルシウムは優れた生体親和性と消毒作用の持続性のため、とくに難治性根尖性歯周炎では根管貼薬剤として効果が高いと考えられる。一方、機械的根管拡大形成を適切に行うことが難しい根管では、根管充填による封鎖が不十分になり、予後不良の原因になりやすい。このような根管では、接着性レジン系シーラーを用いることで高い封鎖性が得られると報告されているが、水酸化カルシウムが根管壁に残存していると、根管充填の封鎖性が低下する。これまでのところ、根管内に貼薬した水酸化カルシウムを十分に除去する方法はなく、とくに器具が到達しない部位ではきわめて困難とされている。

そこで本研究は、機械的清掃が行えない部位で水酸化カルシウムが十分に除去でき、さらに接着性レジン系シーラーが接着可能な方法を明らかにする目的で検討を行った。

【材料と方法】

実験 1-1 根管貼薬した水酸化カルシウムの効果的な除去方法の検討

牛歯を用い、根管形成後に長軸方向に 2 分割し、破折部の片側を間隙幅が $300\mu\text{m}$ となるようにして復位、固定し、機械的洗浄器具が直接到達できないモデルを作製した。

50%水酸化カルシウムを根管内に貼薬、37℃湿度 100%中に 1 週間保存し、シリンジを用いて蒸留水で根管洗浄後、さらに超音波スケーラーに #50U ファイルを接続し、次の方法で超音波洗浄を行った (各群 $n=4$)。

- ①W 群：注水下で 30 秒または 60 秒 (W30 秒群・W60 秒群)
- ②G 群：10%クエン酸-3%塩化第二鉄溶液 (表面処理剤グリーン、以下グリーン) を根管に満たして 30 秒または 60 秒 (G30 秒群・G60 秒群)
- ③G+N 群：②の後に 10%次亜塩素酸ナトリウム (ネオクリーナー、以下 NC) を根管に満たして 30 秒 (G30 秒+N 群・G60 秒+N 群)
- ④CA 群：20%クエン酸 (ウルトラデントクエン酸 20%) を根管に満たして 30 秒または 60 秒 (CA30 秒群・CA60 秒群)
- ⑤CA+N 群：④の後に NC を根管に満たして 30 秒 (CA30 秒+N 群・CA60 秒+N 群)

洗浄後、歯根を再分割して光学顕微鏡による水酸化カルシウム残存率の計測と SEM 観察を行った。

水酸化カルシウム残存率の計測は、根管壁では根尖部および根尖から 1、2、4、6、8mm の部位の 6 部位、間隙部は根尖から 1、2、4、6、8mm の部位の 5 部位をさらに根管壁から根表面側に 0~0.5mm、0.5~1.0mm、1.0~1.5mm の 3 部位にわけた 15 部位、合計 21 部位で行った。

SEM 観察は、歯根を自然乾燥、Pt-Pd 蒸着して加速電圧 10kV で行った。

実験 1-2 水酸化カルシウム除去後の象牙質面の被接着性の検討

実験 1-1 と同様に、根管貼薬した水酸化カルシウムを次の方法で超音波洗浄した。

- ①W60 秒群：注水下で 60 秒間
- ②G60 秒群：グリーンを根管に満たして 60 秒
- ③G60 秒+N 群：G60 秒群の方法に加え NC を根管に満たして 30 秒
- ④C 群：水酸化カルシウム貼薬も超音波洗浄を行わない

歯根を再分割して、間隙部の象牙質面に次の処理を行なってスーパーボンド根充シーラー（SBS）を接着した。G60 秒+N 群と C 群は芳香族スルフィン酸塩（アクセル）処理 10 秒を行い、4 群ともグリーン処理 5 秒、水洗、乾燥して、間隙部に SBS を塗布、24 時間後に、微小引張試験（各群 n=50）と色素侵入試験（各群 n=10）を行った。

微小引張強さの計測後、破断面を次の 4 つに分類した。①SBS の凝集破壊、②象牙質と SBS 間の界面破壊、③ ①と②の混合破壊、④ その他。

色素侵入試験は、0.5%塩基性フクシンに 24 時間浸漬し、試料の中央部で歯根表面側からの色素侵入距離を計測した。

実験 2 根管充填後の根尖封鎖性の検討

牛歯を実験 1 と同様に分割、根管壁に深さ 1.5mm 幅 300 μ m のグループを形成して復位、固定し、水酸化カルシウムを根管貼薬、1 週間保存した。

シリンジを用いて蒸留水で根管洗浄後、以下の方法で超音波洗浄を行った。

- ①W60 秒群：注水下で 60 秒
- ②G60 秒+N 群：グリーンを根管に満たし 60 秒、NC を根管に満たして 30 秒
- ③C 群：根管に水酸化カルシウムを貼薬せず、超音波洗浄も行わない

G60 秒+N 群と C 群はアクセル処理 10 秒を行い、3 群ともグリーン処理 5 秒、水洗、乾燥して SBS とガッタパーチャポイントを用いた単一ポイント法で根管充填した。24 時間後、0.5%塩基性フクシンに浸漬し、24 時間後にグループ部での色素侵入距離を計測、根管壁と SBS の接着状態を SEM で観察した。

【結果】

実験 1-1.

水酸化カルシウムの残存率は、いずれの部位でも G60 秒+N 群が他の群より有意に低く

($p<0.05$)、良好な除去効果が認められた。間隙部の根管から 1.0～1.5mm の部位でも、G60 秒+N 群の残存率は 0.03%～4.5%であった。SEM でも、いずれの部位も水酸化カルシウムの残存はほとんど観察されず、象牙細管が大きく拡大していた。

実験 1-2.

微小引張試験では、G60 秒+N 群は C 群と有意差はなく($p>0.05$)、W60 秒群と G60 秒群より有意に高い値であった。破断形態は、W60 秒群や G60 秒群では象牙質と SBS 界面の界面破壊が多く観察されたのに対して、C 群と G60 秒+N 群は SBS の凝集破壊や混合破壊が多く観察された。

色素侵入試験では、G60 秒+N 群は C 群と有意差はなく($p>0.05$)、W60 秒群および C 群より有意に小さかった ($p<0.05$)。

実験 2.

根尖孔からの色素侵入距離は、G60 秒+N 群は W60 秒群より有意に少なく($p>0.05$)、C 群と有意差はなかった($p>0.05$)。SEM 観察では、W60 秒群は SBS と根管壁の間に間隙がみられる部位が多かったが、G60 秒+N 群は C 群と同様に間隙はなく、長いレジンタグが観察された。

【考察】

グリーンの方がウルトラデントクエン酸 20%よりも水酸化カルシウムの除去効果が高かったのは、クエン酸濃度は低いが塩化第二鉄により pH が低いこと、基材を含まないため流動性に優れていることが原因と考えられた。さらに NC を併用したことで、脱灰した象牙質面の有機質が溶解されて水酸化カルシウムの除去効果を高めると同時に、過脱灰になった象牙質面の有機質を除去し、接着に適した象牙質面を得ることができたと考えられた。

グリーンと NC を併用して超音波洗浄することで効果的に水酸カルシウムを除去でき、SBS を用いた根管充填でファイルが機械的に接触できない部位でも高い封鎖性が得られたことから、水酸化カルシウム貼薬の大きな欠点を解決し、難治性根尖性歯周炎の治療成績の向上に役立つものと思われる。

【結論】

牛歯根管に水酸化カルシウムを貼薬し、クエン酸と次亜塩素酸ナトリウムによる超音波洗浄を行い、水酸化カルシウムの残存率とスーパーボンド根充シーラーの接着性を評価した結果、歯面処理材グリーン 60 秒とネオクリナー30 秒の超音波洗浄が最も効果的で、スーパーボンド根充シーラーを用いた単一ポイント根管充填後の封鎖性は、水酸化カルシウムを貼薬しない場合と有意差がなく、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 土 門 卓 文
副 査 教 授 佐 野 英 彦

学 位 論 文 題 名

クエン酸応用が水酸化カルシウムの除去と 根管封鎖性に及ぼす影響

審査は主査、副査全員が一同に会して口頭で行った。初めに申請者に対して本論文の概要の説明を求め、申請者は以下の通り論述した。

水酸化カルシウムは優れた生体親和性と消毒作用の持続性のため、根管貼薬剤として広く用いられている。一方で、水酸化カルシウムが根管壁に残存していると、根管充填の封鎖性が低下する。これまでのところ、根管内に貼薬した水酸化カルシウムを十分に除去する方法はなく、とくに器具が到達しない部位ではきわめて困難とされている。

そこで本研究は、機械的清掃が行えない部位で水酸化カルシウムが十分に除去でき、さらに接着性レジン系シーラーが接着可能な方法を明らかにする目的で検討を行った。牛歯を用い、間隙幅 300 μ m の機械的洗浄器具が直接到達できないモデルを作製し、50%水酸化カルシウムを根管内に1週間貼薬、水洗後、以下の群による超音波洗浄を行った。

①注水下で30秒または60秒(W30秒群・W60秒群)、②10%クエン酸-3%塩化第二鉄溶液(表面処理剤グリーン、以下グリーン)を根管に満たして30秒または60秒(G30秒群・G60秒群)③②の後に10%次亜塩素酸ナトリウム(ネオクリーナー、以下NC)を根管に満たして30秒(G30秒+N群・G60秒+N群)④20%クエン酸(ウルトラデントクエン酸20%)を根管に満たして30秒または60秒(CA30秒群・CA60秒群)⑤④の後にNCを根管に満たして30秒(CA30秒+N群・CA60秒+N群)

洗浄後、歯根を再分割して光学顕微鏡による水酸化カルシウム残存率の計測とSEM観察を行った。

次に、根管貼薬した水酸化カルシウムをW60秒群、G60秒群、G60秒+N群で超音波洗浄し、貼薬も超音波洗浄を行わないものをC群とした。

間隙部の象牙質面にG60秒+N群とC群は芳香族スルフィン酸塩(アクセル)処理を行い、スーパーボンド根充シーラー(SBS)を接着し、微小引張試験と色素侵入試験を行った。

さらに、牛歯根管壁に深さ1.5mm幅300 μ mのグループを形成して水酸化カルシウムを根

管貼薬し、W60 秒群、G60 秒+N 群、C 群の方法で超音波洗浄を行った。

G60 秒+N 群と C 群はアクセル処理 10 秒を行い、SBS とガッタパーチャポイントを用いて根管充填し、グループ部で根尖孔からの色素侵入距離を計測、根管壁と SBS の接着状態を SEM で観察した。

その結果、水酸化カルシウムの残存率は、G60 秒+N 群が他の群より有意に低く、良好な除去効果が認められた。SEM でも G60 秒+N 群は水酸化カルシウムの残存はほとんど観察されず、象牙細管が大きく拡大していた。

微小引張試験では、G60 秒+N 群は C 群と有意差はなく良好な象牙質と SBS の接着が得られた。破断形態は、W60 秒群や G60 秒群では象牙質と SBS 界面の界面破壊が多く観察されたのに対して、C 群と G60 秒+N 群は SBS の凝集破壊や混合破壊が多く観察された。

間隙部の色素侵入試験では、G60 秒+N 群は C 群と有意差はなく、W60 秒群および C 群より有意に小さかった。根尖孔からの色素侵入距離は、G60 秒+N 群は W60 秒群より有意に少なく、C 群と有意差はなかった。SEM 観察では、W60 秒群は SBS と根管壁の間に間隙がみられる部位が多かったが、G60 秒+N 群は C 群と同様に間隙はなく、長いレジンタグが観察された。

牛歯根管に水酸化カルシウムを貼薬し、クエン酸と次亜塩素酸ナトリウムによる超音波洗浄を行い、水酸化カルシウムの残存率とスーパーボンド根充シーラーの接着性を評価した結果、歯面処理材グリーン 60 秒とネオクリーナー 30 秒の超音波洗浄が最も効果的で、スーパーボンド根充シーラーを用いた単一ポイント根管充填後の封鎖性は、水酸化カルシウムを貼薬しない場合と有意差がなく、高い封鎖性が得られたことから、水酸化カルシウム貼薬の大きな欠点を解決し、根管治療成績の向上に役立つものと思われる。

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

- ①スーパーボンド根充シーラーの操作性
- ②水酸化カルシウムが根管内に残留することの有害性
- ③アクセル処理の作用
- ④本研究における方法の臨床応用の可能性

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。これまで、水酸化カルシウムは根管貼薬剤として有効であるが、除去が困難であるという欠点を有していたが。本研究では、その効果的除去方法となる可能性を示し、根管治療成績を高めるものとして高く評価された。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)の学位を授与するに値するものと認めた。