

学位論文題名

4-META/MMA-TBB レジンと象牙質との

接着に及ぼす血液汚染の影響

学位論文内容の要旨

【緒言】

近年 4-META/MMA-TBB レジンは、象牙質への優れた接着性や高い生体親和性を有し、水分の存在下でも良好な重合が得られることから、根尖切除術における root-end sealing, 垂直歯根破折の接着治療や髄床底穿孔部の封鎖などに応用されている。これらの処置はしばしば出血を伴い、被着面が血液により汚染されるため、接着の低下が懸念されるが、その影響については明らかにされていない。本研究の目的は血液汚染が 4-META/MMA-TBB レジンの象牙質への接着に及ぼす影響と適切な対応方法について検討することである。

【材料と方法】

実験1. 歯面処理前後における血液汚染の影響についての評価

ウシ象牙質片に対する 4-META/MMA-TBB レジン(スーパーボンド C&B[®] クリア, サンメディカル)の接着操作過程において、10%クエン酸 3%塩化第二鉄溶液(表面処理材グリーン[®], サンメディカル, 以下 10-3 液) による歯面処理前または歯面処理後に、ヒト新鮮血による血液汚染を 15 秒間行った。歯面処理前に血液汚染した場合は、血液汚染の除去方法としてエアブロー(15 秒)または水洗(15 秒)を行った後、歯面処理し、スーパーボンド C&B[®] を接着した。歯面処理後に汚染した場合は、エアブロー、水洗またはさらに再度歯面処理(5 秒)を行い、スーパーボンド C&B[®] を接着した。血液汚染を行わなかったものを非汚染群とした。

24 時間生理食塩水中に保存した後、色素侵入試験および微小引張り試験を行い、統計学的分析を行った。また、血液汚染後および血液汚染除去後における被着面や引張り試験後の破断面形態を、走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。

実験 2. 歯面処理後の血液汚染時間の影響についての評価

実験 1 と同様に歯面処理後に血液汚染を行い、血液の汚染時間を 2, 5, 15 秒に設定した。その後の血液汚染の除去方法として、水洗(15 秒)または再歯面処理(5 秒)を行った後、スーパーボンド C&B[®] を接着した。血液汚染を行わなかったものを非汚染群とした。24 時間生理食塩水中に保存した後、実験 1 と同様の評価を行った。

【結果】

実験1. 歯面処理前後における血液汚染の影響についての評価

10-3 液による歯面処理前に血液汚染が生じた場合は、エアブローまたは水洗後に通常の歯面処理、接着操作を行うことで、血液汚染がない場合と有意差のない封鎖性や接着強さが得られた。引張り試験後の破断面は、凝集破壊

と混合破壊が同程度で界面破壊は観察されなかった。被着面の SEM 観察では、水洗後に歯面処理を行った場合は象牙細管の明瞭な開口が認められた。

一方、歯面処理後に血液汚染が生じた場合には、水洗後も血液成分の残存が観察され、封鎖性と接着強さは血液汚染がない場合に比べて有意に低下し、破断面は混合破壊と界面破壊のみであった。しかし、水洗後再度歯面処理した場合は管間象牙質に残留物がわずかに認められたものの、象牙細管は開口し、血液汚染がない場合と有意差のない封鎖性や接着強さが得られ、凝集破壊が最も多くなった。

実験 2. 歯面処理後の血液汚染時間の影響についての評価

歯面処理後の血液汚染時間が 2 秒の場合は、水洗のみで高い封鎖性が得られたが、接着強さは非汚染群に比べて有意に低下した。血液汚染が 5 秒以上の場合は、封鎖性と接着強さのいずれも低下した。被着面の SEM 観察では、血液汚染時間が 2 秒の場合には水洗後に血球成分は認められなかったが、フィブリン様の残留物がわずかにみられ、汚染時間が長くなるとともに多く観察されるようになり、象牙細管も閉塞・狭小化した。引張り試験後の破断面は、汚染時間が長くなると凝集破壊の割合が減少して混合破壊と界面破壊が増加した。しかし、再度歯面処理を行った場合は血液汚染時間にかかわらず残留物はほとんど認められず、象牙細管は開口し、高い封鎖性と接着強さが得られた。

【考察】

本研究では、象牙質面が血液汚染された場合に、4-META/MMA-TBB レジンの接着に及ぼす影響について検討を行った。実験に用いた血液は、凝固反応が実験結果に大きく影響を及ぼすと考え、抗凝固剤を含まないヒト新鮮血とした。実験 1 の結果から、10-3 液による歯面処理前に被着面が血液で汚染された場合は、通常の接着操作で血液汚染を行わなかった場合と有意差のない封鎖性と接着強さが得られ、接着に及ぼす影響は少ないと考えられた。しかし、歯面処理後に血液汚染があった場合は、封鎖性と接着強さは低下した。これは、歯面処理された象牙質の露出したコラーゲンや象牙細管などの陥凹部に血液が付着しやすくなり、さらに血液が凝固することで水洗だけでは血液成分の残留が多くなり、接着を阻害するためと考えられた。

そこで、汚染時間が短ければ凝固は進行せず、水洗だけで接着する可能性が考えられたことから、実験 2 として血液汚染時間による影響について検討を行った。その結果、歯面処理後の汚染時間が 2 秒でも接着強さの低下がみられ、さらに、汚染時間が長くなるにしたがって、血液成分の残留が多くなるとともに封鎖性と接着強さは低下した。一方、汚染時間にかかわらず、再度歯面処理を行うと十分な接着性が得られた。これは、歯面処理材中の脱灰作用や抗凝固作用を有するクエン酸により血液成分が効果的に除去されたためと考えられた。また、5 秒間の再度歯面処理は血液汚染を行った場合においてもオーバーエッチングとならずに適正に作用していると考えられた。

以上の結果から、被着面が血液で汚染された場合、歯面処理の前後にかかわらず、10-3 液による 5 秒間の歯面処理を行ってからスーパーボンドを接着することが、良好な接着を得るためには重要であることが示唆された。

【結論】

歯面処理前に血液汚染が生じた場合には、水洗後に通常の接着操作を行うことで接着に及ぼす影響は少なかった。一方、歯面処理後に血液汚染が生じた場合では、汚染が短時間でも水洗だけでは接着強さが低下し、再度歯面処理を行うことが有効であると考えられた。

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

4-META/MMA-TBB レジンと象牙質との 接着に及ぼす血液汚染の影響

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。

近年 4-META/MMA-TBB レジンは、象牙質への優れた接着性や高い生体親和性を有し、水分の存在下でも良好な重合が得られることから、根尖切除術における root-end sealing, 垂直歯根破折の接着治療や髄床底穿孔部の封鎖などに応用されている。これらの処置はしばしば出血を伴い、被着面が血液により汚染されるため、接着の低下が懸念されるが、その影響については明らかにされていない。本研究では血液汚染が 4-META/MMA-TBB レジンの象牙質への接着に及ぼす影響と適切な対応方法について検討した。

まず、歯面処理前後における血液汚染の影響についての評価を行った。ウシ象牙質片に対する 4-META/MMA-TBB レジン(スーパーボンド C&B[®]クリア, サンメディカル)の接着操作過程において、10%クエン酸 3%塩化第二鉄溶液(表面処理材グリーン[®], サンメディカル, 以下 10-3 液)による歯面処理前または歯面処理後に、ヒト新鮮血による血液汚染を 15 秒間行った。血液は、凝固反応が実験結果に大きく影響を及ぼすと考え、抗凝固剤を含まないヒト新鮮血とした。歯面処理前に血液汚染した場合は、血液汚染の除去方法としてエアブロー(15 秒)または水洗(15 秒)を行った後、歯面処理し、スーパーボンド C&B[®]を接着した。歯面処理後に汚染した場合は、エアブロー、水洗またはさらに再度歯面処理(5 秒)を行い、スーパーボンド C&B[®]を接着した。血液汚染を行わなかったものを非汚染群とした。

さらに、汚染時間が短ければ凝固は進行せず水洗だけで接着する可能性が考えられたことから、次に、歯面処理後の血液汚染時間の影響についての評価を行った。同様に、歯面処理後に血液汚染を行い、血液の汚染時間を 2,5,15 秒に設定した。その後の血液汚染の除去方法として、水洗(15 秒)または再歯面処理(5 秒)を行った後、スーパーボンド C&B[®]を接着した。24 時間生理食塩水中に保存した後、色素侵入試験および微小引張り試験を行い、統計学的分析を行った。また、血液汚染後および血液汚染除去後における被着面や引張り試験後の破断面形態を、走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。

その結果、10-3 液による歯面処理前に血液汚染が生じた場合は、エアブローまたは水洗後に通常の歯面処理、接着操作を行うことで、血液汚染がない場合と有意差のない封鎖性や接着強さが得られ、接着に及ぼす影響は少ないと考えられた。引張り試験後の破断面は、凝集破壊と混合破壊が同程度で界面破壊は観察されなかった。また、被着

面の SEM 観察では、水洗後に歯面処理を行った場合は象牙細管の明瞭な開口が認められた。

一方、歯面処理後に血液汚染が生じた場合には、血液汚染時間が 2 秒の場合は、水洗のみで高い封鎖性が得られたが、接着強さは非汚染群に比べて有意に低下した。血液汚染が 5 秒以上の場合は、封鎖性と接着強さのいずれも低下した。被着面の SEM 観察では、血液汚染時間が 2 秒の場合には水洗後に血球成分は認められなかったが、フィブリン様の残留物がわずかにみられ、汚染時間が長くなるとともに多く観察されるようになり、象牙細管も閉塞・狭小化した。引張り試験後の破断面は、汚染時間が長くなると凝集破壊の割合が減少して混合破壊と界面破壊が増加した。これは、歯面処理された象牙質の露出したコラーゲンや象牙細管などの陥凹部に血液が付着しやすくなり、さらに血液が凝固することで水洗だけでは血液成分の残留が多くなり、接着を阻害するためと考えられた。

しかし、再度歯面処理を行った場合は血液汚染時間にかかわらず残留物はほとんど認められず、象牙細管は開口し、高い封鎖性と接着強さが得られ、凝集破壊が多く認められた。これは、歯面処理材中の脱灰作用や抗凝固作用を有するクエン酸により血液成分が効果的に除去されたためと考えられた。

以上の結果から、歯面処理前に血液汚染が生じた場合には、水洗後に通常の接着操作を行うことで接着に及ぼす影響は少ないが、歯面処理後に血液汚染が生じた場合では、汚染が短時間でも水洗だけでは接着強さが低下し、再度歯面処理を行うことが有効であると考えられた。よって、被着面が血液で汚染された場合、歯面処理の前後にかかわらず、10-3 液による 5 秒間の歯面処理を行ってからスーパーボンド C&B[®]を接着することが、良好な接着を得るためには重要であることが示された。

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。主な質問事項は、

- (1) 他のレジンセメントと比較して 4-META/MMA-TBB レジンが生体親和性や接着性が特に優れている理由
- (2) 血液の採血方法について
- (3) SEM 観察所見における各群の被着面の形態的な違いとその理由および接着界面の微細な状態について
- (4) 接着を妨げていると考えられる血液成分について
- (5) 再度歯面処理を繰り返した場合の接着への影響について
- (6) 臨床を想定した場合に出血が続く場合の対応、止血材との併用の影響について
- (7) 今後の研究の展開と将来の展望

であった。

これらの質問に対し、申請者はいずれにも適切かつ明瞭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、4-META/MMA-TBB レジンと象牙質との接着に及ぼす血液汚染の影響および適切な対応方法について理工学および形態学的に評価しており、臨床における保存修復や補綴修復処置だけではなく、外科的歯内療法や破折歯根の接着治療など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。