



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	4-META/TBB MMAレジンによる歯根の接着治療
Author(s)	川浪, 雅光; 菅谷, 勉
Citation	北海道歯学雑誌, 35(1), 2-7
Issue Date	2014-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57059
Type	journal article
File Information	35-01-2tokusyu.pdf



特 集

4-META/TBB MMAレジンによる歯根の接着治療

Adhesive sealing treatment on dental root with 4-META/TBB MMA resin

川浪 雅光 菅谷 勉

I. 歯根の接着治療開発の意義

近年我が国は急速な長寿高齢化が進み、歯の保存が健康長寿に大きな役割を果たすことが知られてきており、国民の大きな健康価値となってきたが、現在の我が国の抜歯原因のうち、歯根破折が原因で抜歯されたとするものだけでも8%であり、齲蝕が原因とされている34%の抜歯のうちにも、齲蝕が原因で歯内疾患を生じ、感染した根管の歯根膜への穿孔部や根尖孔部の封鎖が不十分のために抜歯となるものがかなりを占めると推測される。これらは、生体防御・修復機構の及ばない象牙質内の死腔である感染根管から、歯根垂直破折部、根管壁から歯根膜部への穿孔部、あるいは根尖部逆根充不良部から歯周組織への炎症刺激が放出されて生じる問題である。したがって、この死腔と歯周組織の交通を人工材料で確実に遮断することが、原因除去の基本的治療法と考えられる。このための人工材料は生体軟組織に高い親和性と生体内安定性をもちながら、死腔に接する歯根象牙質やセメント質に強固に接着し、長期にわたって接着封鎖性を維持できる必要がある。また、それぞれの臨床手技で材料の特性を生かす最適な技術の開発や治療法の有効性や安全性を示す臨床的エビデンスの蓄積が望まれている。この問題に取り組んできた我々の教室の研究成果の概要を以下に述べる。

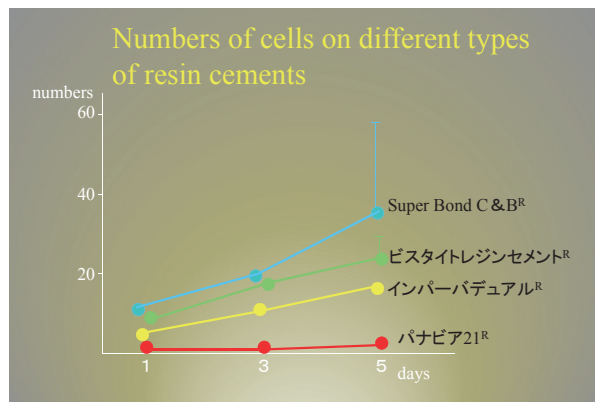


図1. スーパーボンドC&B[®]上では最もよく経時的に細胞の増殖が認められた。

II. 4-META/TBB MMAレジン（スーパーボンドC&B[®]）の生体親和性と接着性の生体内安定性

1. 生体親和性の検討

接着・封鎖に用いるレジンセメントは直接歯根膜や歯肉結合組織に接するため、生体に対する刺激性がきわめて重要な因子となる。そこで、接着性モノマーやマトリックスレジン、歯面処理剤などが異なる4種類のレジンセメント、スーパーボンドC&B[®]、インバーバデュアル[®]、ビスファイトレジンセメント[®]、パナビア21[®]を選び、歯根膜細胞の培養で評価した結果、スーパーボンドC&B[®]上では最もよく経時的に細胞の増殖が認められた¹⁾(図1)。さらに、ネコの歯根を抜歯して垂直破折し、同じ4種類のレジンセメントで接着、再植して、病理組織学的に検討した。スーパーボンドC&B[®]で接着して再植した歯根は、骨吸収や歯根吸収はあまり見られず、破折させずに再植のみを行ったコントロールと治療状態に差はなかった(図2)。しかし、パナビア21[®]では著しい骨吸収と根吸収が認められ、インバーバデュアル[®]、ビスファイトレジンセメント[®]でも炎症による骨吸収や歯根と骨の癒着が多く認められた²⁾。

これらの研究から、接着に用いるレジンセメントは、調べた4種のレジンセメントの中ではスーパーボンドC&B[®]が最も適切であると考えられた。

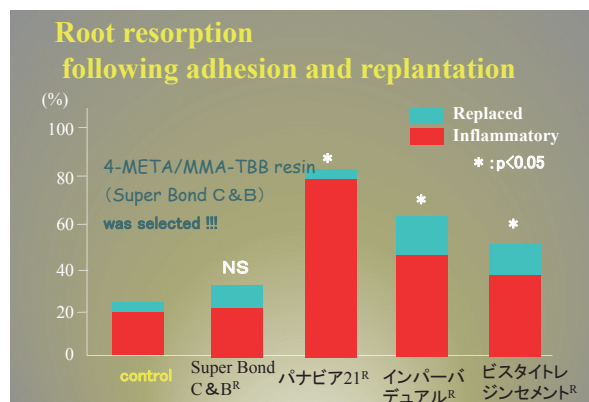


図2. スーパーボンドC&B[®]で接着して再植した歯根は、コントロールと治療状態に差はなかった。

また、ラット頭蓋骨に接着させたスーパーボンドC&B®の周囲には長期間（1年間観察）にわたり、炎症が見られなく、接着した骨にも変化が見られなく、さらに、レジンの表面に骨が形成されることも観察され、スーパーボンドC&B®は生体内において安定した親和性を保持していることも示唆されている³⁾(図3)。

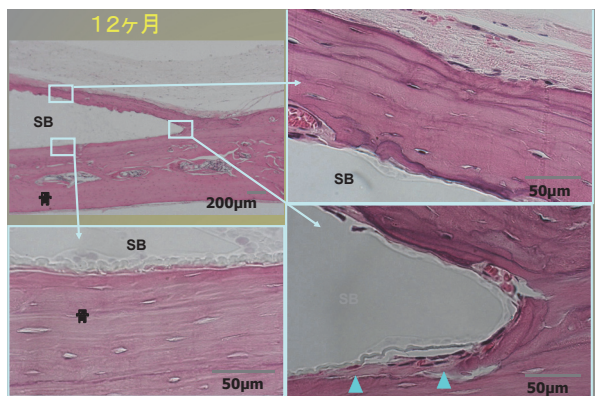


図3. スーパーボンドC&B®の埋植1年後、周囲の既存骨は安定しており、レジンの表面に新生骨が形成されている。

2. 歯根との接着力の耐久性

スーパーボンドC&B®は象牙質、エナメル質と接着することは明らかであったが、根の表面を接着封鎖するには、セメント質との接着力も必要と考えられるが、セメント質ともハイブリッド層を形成して象牙質と同程度に強固に接着することが明らかになった^{4,5)}(図4)。また、水中保存での接着力の長期安定性を示した⁶⁾(図5)。根尖封鎖に用いた場合も封鎖性が観察期間1年の間、劣化することはない⁷⁾。

歯質への接着力の耐久性に加えて、スーパーボンドC&B®はメタルプライマー処理やシラン処理などを行えば、ポスト材料となる金属やセラミックとも強い接着力を示す。これは、再破折を防止するうえで極めて有利な特性であるから、現時点で臨床応用可能な接着性レジンとしてはスーパーボンドC&B®が最適であると考えられる。

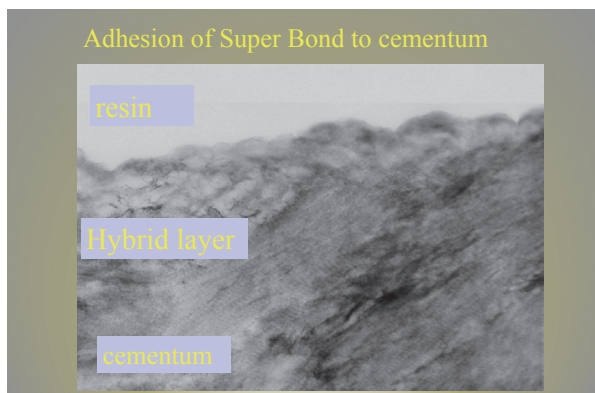


図4. レジン（スーパーボンドC&B®）とセメント質との間にハイブリッド層が認められる。

Ⅲ. 臨床応用研究

4-META/TBB MMAレジンによる歯根の接着治療の臨床応用は、垂直歯根破折歯の破折線の接着治療、髄腔あるいは根管壁の穿孔部の接着封鎖、歯根尖切除後の逆根充治療に代わるルートエンドシーリングが行われている。穿孔部の接着封鎖⁸⁾(図6) やルートエンドシーリング⁹⁾も期待の高い治療で現在臨床応用（図7、8）の研究がされて

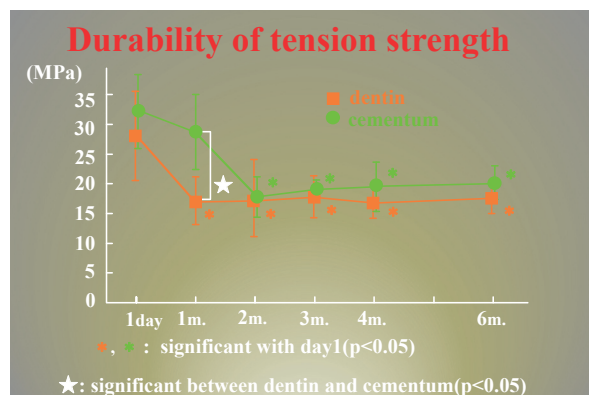


図5. 象牙質とセメント質に対する接着力は初期2か月以内に減少し、その後観察期間（6か月）の最後まで変化は見られない。

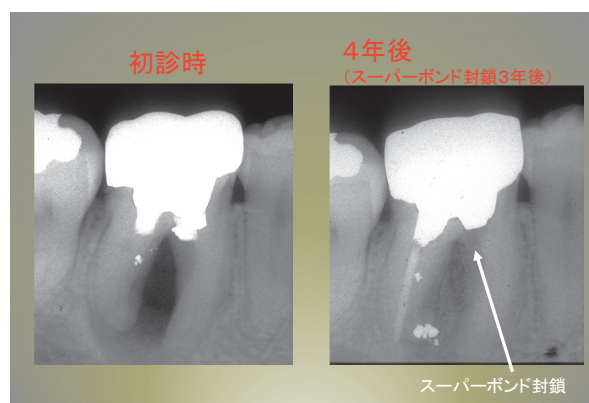


図6. 接着封鎖後3年、根分岐部の骨吸収は改善。

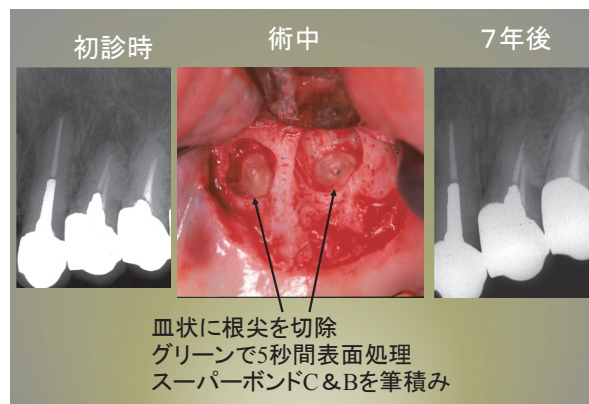


図7. ルートエンドシーリングで根尖透過像の消失。

スーパーボンドC&Bによる Root-end Sealingの臨床成績				
手術方法	完全治癒	癒痕治癒	不確定治癒	失敗
歯根端切除 (45歯)	66.7(%)	22.2	6.6	4.4
術前根治なし (35歯)	22(歯)	8	3	2
あり (10歯)	8	2	0	0
再植 (26 歯)	69.2	23.1	3.8	3.8

図8. ルートエンドシーリングの臨床成績

いるが、この総説では、臨床疫学的研究まで進んでいる垂直歯根破折歯の接着治療についての研究を要約して述べる。

1. 垂直歯根破折歯の接着治療

1) 接着治療の考え方

イスを用いた実験的垂直歯根破折直後から2か月間の病理組織学的研究から、破折線周囲に生じる炎症で歯槽骨吸収も生じ、破折線に沿った幅の狭い歯周ポケットが生じるが、これは必ずしもポケット内壁が上皮化されておらず¹⁰⁾、ポケット内の根面をデブライドメントすることなしに、破折間隙のみを確実に接着封鎖することによって、ポケットが浅くなり、炎症もほとんど消失することが明らかとなった¹¹⁾。また、臨床での垂直歯根破折で抜去された歯根の走査型電顕観察により、細菌の歯根面への付着は、破折が診断されてから長期間経過した症例においても、ほとんどが破折間隙内に限局しており、歯根の歯根膜側面では破折線から最大600ミクロン以内にしか観察されていない¹²⁾(図9、10)。これらから、垂直破折歯根の周囲の炎症は破折間隙の接着封鎖と必要なら破折間隙から1mm以内の歯根面のデブライドメントを行うことで、炎症が解消される症例が多いと推論される。

2) 接着治療の術式の検討

接着治療の術式としては、垂直破折歯根の根管から、接着操作を行う口腔内法と、いったん垂直破折歯根を口腔内から摘出して、明視化で確実に細菌汚染部位をデブライドメントして接着を行い、その後再植・固定を行う口腔外法とが考えられる¹³⁾。また、最初に口腔内法を行い、炎症の改善が見られない場合に口腔外法を続けて行うという選択もある。いずれも、破折の原因となった歯冠の形態、咬合力、ポストの形態や接着材などの複合的問題があるので、これらを一新し、新たに長いポストを製作して、ポストと歯根を強固に接着して、咬合力に耐えるようにすることが必要であると考えている。したがって、フラップ手術で垂直破折歯根の破折線を歯根膜側から破折間隙だけ接着するという方法は初期の封鎖性は得られても、破折に至った咬

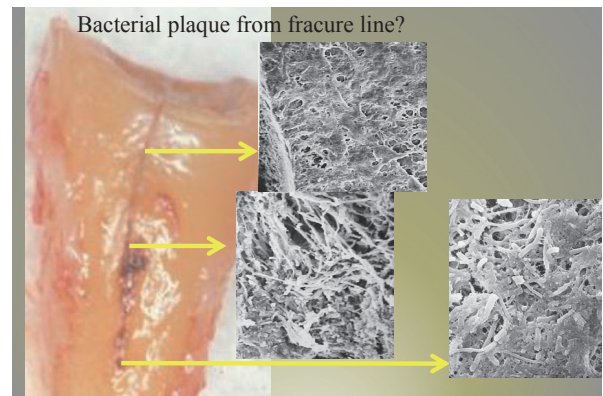


図9. 細菌の歯根面への付着観察例は、ほとんどが破折間隙内に限局している。

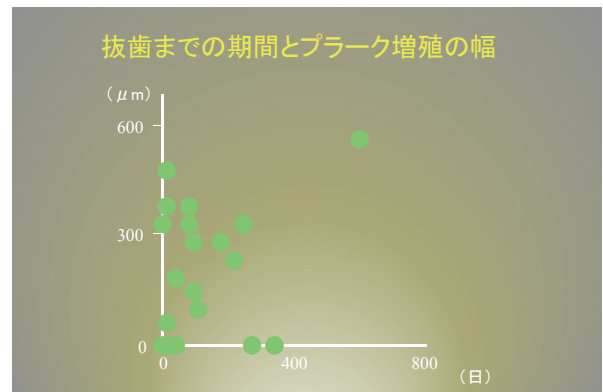


図10. 細菌の歯根面への付着は、観察した長期経過症例でも、歯根表面では破折線から最大600ミクロン以内にしか観察されていない。

合力にたいして十分耐える接着力とはならず、短期間で再破折を起こすので不適切と考えている。

イスを用いた破折歯の口腔外接着・再植治療では、炎症やポケット深さの減少が確実であるが、口腔内（根管内からの破折線の）接着治療は破折間隙の接着封鎖が不確実で、炎症の改善の見られない場合が多いが(図11、12)、これ

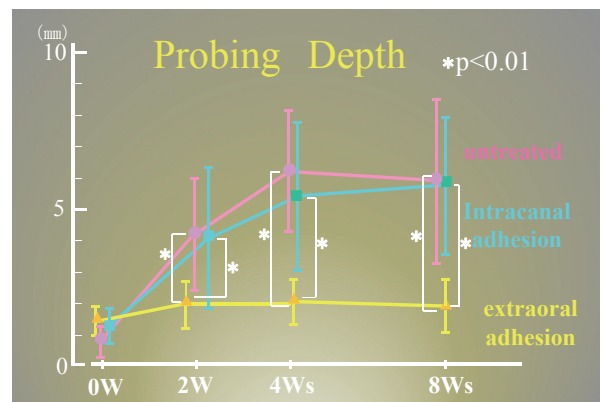


図11. 口腔外接着ではポケット深さの増加は見られないが、口腔内接着では無処置群と同程度の増加が見られ、有意差が認められない。

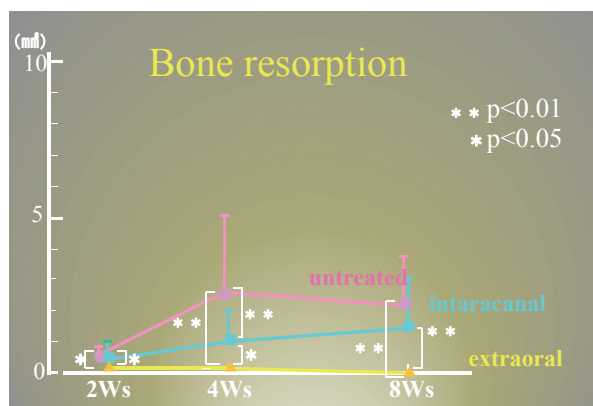


図12. 口腔外接着では骨吸収の悪化は見られないが、口腔内接着では無処置群と同程度の増加が見られ、有意差が認められない。

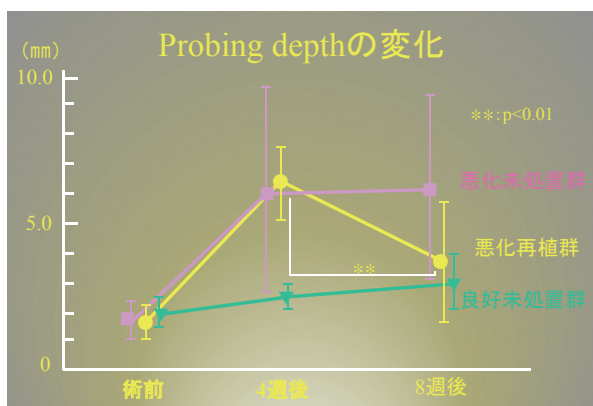


図13. 口腔内接着悪化群を再度口腔外接着・再植治療すると、ポケット深さの減少が生じた。

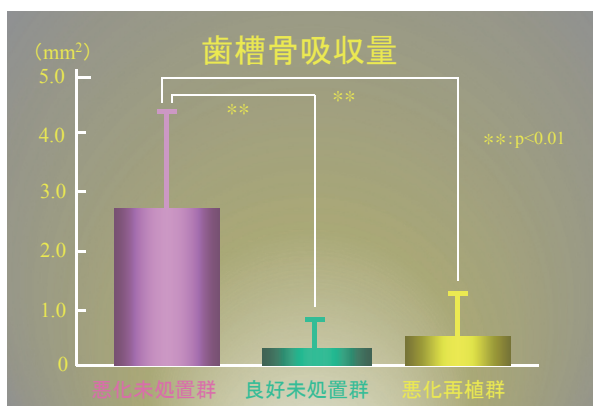


図14. 口腔内接着悪化群を再度口腔外接着・再植治療すると、骨吸収量が有意に減少した。

を再度口腔外接着・再植治療すると、やはり、接着封鎖と炎症の改善、ポケット深さの減少が生じることも示された(図13, 14)。口腔外接着・再植治療は多根歯では適応が困難であることや、患者に対する外科的侵襲による精神的ストレスがかかること、侵襲のわりには、術後の成

績のクリニカルエビデンスが十分でないことなどから、患者の希望はまず、侵襲が少ない口腔内接着が第一選択となりやすい。そこで、口腔内接着法による破折間隙の接着封鎖の不確実性を改善するために、マイクロスコープとアピカルストップ機能付き超音波発生装置を用いて、狭い破折間隙を根管内から歯根膜に達する直前まで切削拡大することで、接着封鎖を改善する方法を開発した¹⁴⁾。(15, 16, 17)。臨床例(図18)を今後蓄積する予定である。

3) 垂直歯根破折歯の接着治療の臨床成績

北海道大学病院歯科診療センター歯周・歯内療法科で、1994年から2012年までに、肉眼診査および臨床マイクロスコープを用いて垂直歯根破折と診断・治療されたものは、224人(男性69人、女性155人)の274歯で、完全破折82歯、不完全破折171歯、そのうち歯頸部破折77歯、中間部破折3歯、根尖部破折91歯であり、抜去時に破折が生じるなどして、術前破折部位が特定できなかったものが21歯である。これらの歯に対して、口腔外接着・再植のみ、口腔内接着

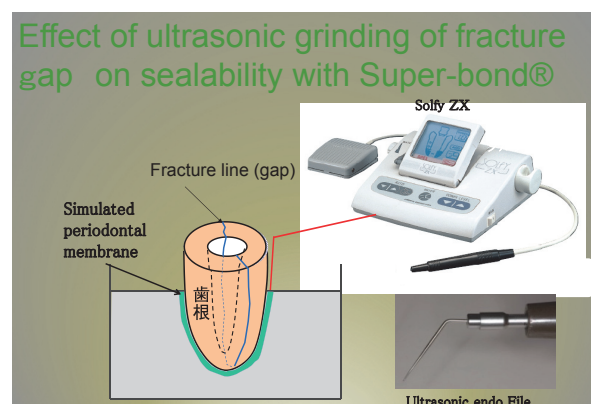


図15. 口腔内接着法による破折間隙の接着封鎖の不確実性を改善するために、根管内からのマイクロスコープ観察下で、アピカルストップ機能付き超音波発生装置を用いて、狭い破折間隙を根管内から歯根膜に達する直前まで切削拡大する実験モデル。

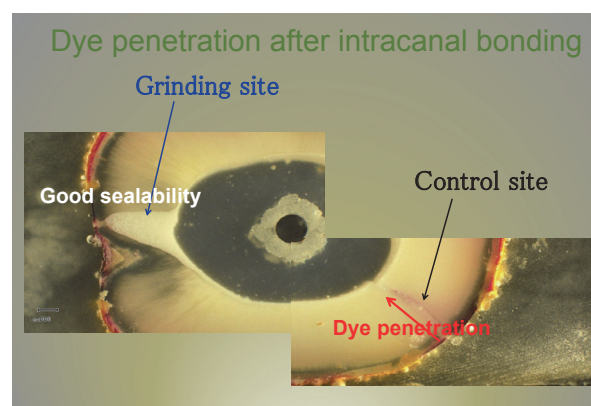


図16. 破折間隙接着後の色素侵入試験標本。切削群は色素侵入はほとんど見られないが、未処置群では間隙部に深く色素侵入が認められる。

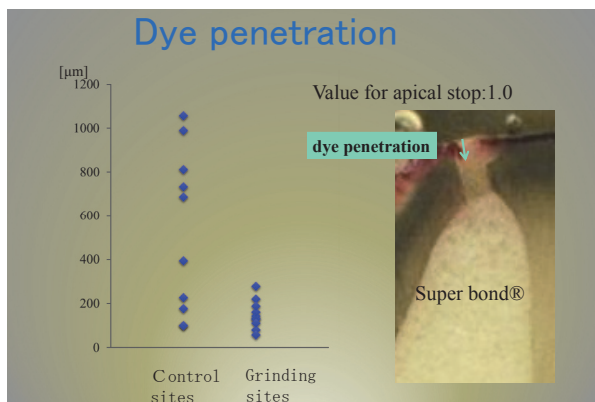


図17. 切削群は200ミクロン程度に分布しているが、未処置群は大きなばらつきがみられる。

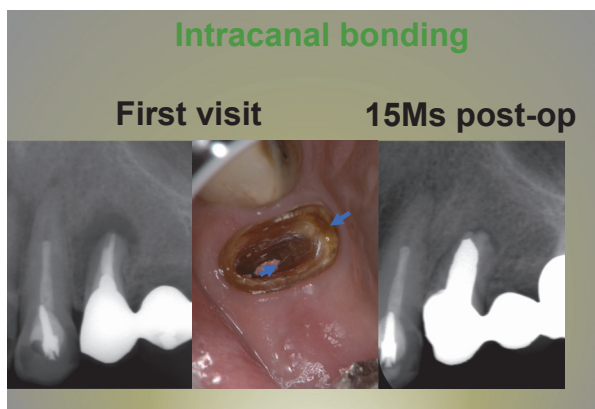


図18. 口腔内接着の臨床例。青矢印部分に破折線が観察される。15か月後骨吸収像は縮小。

のみ、あるいは、口腔内接着後に口腔外接着・再植を行ったものを、経過観察した。その結果、全体的には、ポケット深さと骨吸収の改善が見られ、経過観察中に抜歯に至ったものは、17%弱で、再破折が原因のものは6%、動揺や脱臼によるものが3.9%、炎症や深いポケットの残存から保存不適当として抜去されたものが3.9%、その他が3.0%であった。再植後に懸念されたアンキロースや置換性根吸収が原因で抜歯となったものはなかった(図19)。術前の破折部位による予後成績への影響は明らかではなかったが、術前に深いポケットと骨吸収が著名であった症例はポケットの改善と骨吸収の改善が見られないものが多い傾向であった。そのため、5年での生存率は術前に骨欠損がないか、深いポケットがないものは、82.6%であるのに対して、深いポケットを伴う骨吸収がみとめられた症例では、64.6%であった(図20)。

IV. 今後の課題と展望

垂直歯根破折歯は抜去の対象であると世界中で認識されている中で、接着治療が歯の保存に有効な選択枝になりうる可能性が示されたといえる。現時点では、著名な骨吸収や深いポケットが生じる前に対応することが、より良い予

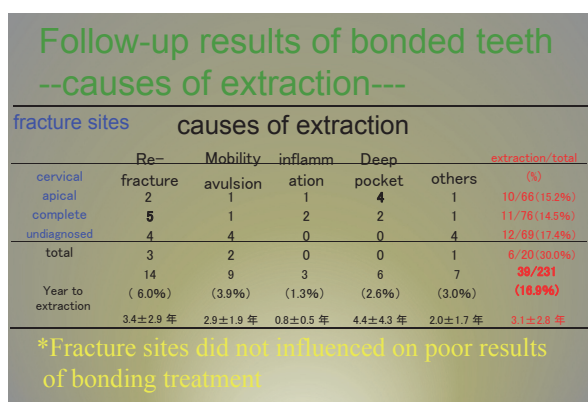


図19. 接着治療後の臨床成績。不良で抜歯となった原因と頻度。破折部位は結果に影響しなかった。

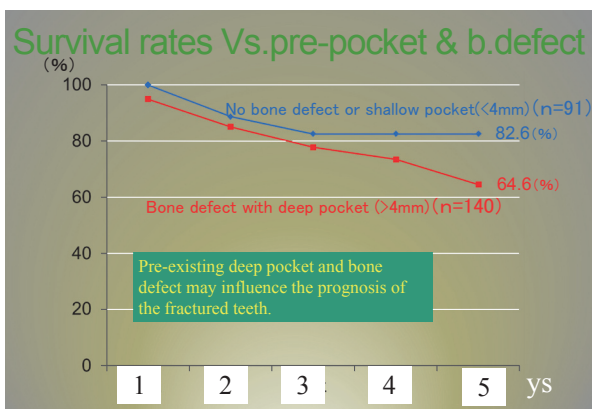


図20. 生存率と術前のポケットと骨吸収の有無。術前に深いポケットと骨吸収が見られた症例は、見られないものに比べて生存率が低かった。

後成績を期待できると示唆されている。骨吸収と深いポケットが生じていた症例では、改善が著名で安定した経過をたどるものと、改善が見られないものとがみとめられたが、この違いが何に起因するのか、また、それに対する有効な対処法など、予後成績を上げるための研究課題はまだ多い。さらに、今回治療後5年での分析を行ったが、実際は患者の生体内に4-META/TBB MMAレジン生涯残存するわけであるから、より長期的に経過したときにどのような変化や生体への影響は生じないのかなども、安全な治療として確立するには必要である。

一方、穿孔部の接着封鎖やルートエンドシーリングも臨床的エビデンスを蓄積して、4-META/TBB MMAレジンによる歯根の接着治療の有用性を科学的に示し、広く普及させることが、口腔健康を望む人々の大きな助けとなるものと考えている。

さらに、骨との安定した接着性や親和性を考えると、広く人工物と生体組織との界面での接着治療にも展開できる可能性が秘められている。

参 考 文 献

- 1) 野口裕史, 菅谷 勉, 加藤 熙: 縦破折した歯根の接着による治療法. 第1報 培養歯根膜細胞を用いた接着性レジンセメントの毒性の検討. 日歯保存誌, 40: 1445-1452, 1997.
- 2) 野口裕史, 菅谷 勉, 加藤 熙: 縦破折した歯根の接着による治療法. 第2報 接着性レジンセメントで接着・再植した場合の組織学的検討. 日歯保存誌, 40: 1453-1460, 1997.
- 3) 中塚 愛, 川村直人, 菅谷 勉, 川浪雅光: 4-META/MMA-TBBレジンと骨との接着の長期安定性. 歯科材料・器械, 27(6): 455-465, 2008.
- 4) Tanaka S, Sugaya T, Kawanami M, Nodasaka Y, Yamamoto T, Noguchi H, Tanaka Y, Ikeda I, Sano H, Sidhu SK: Hybrid layer seals the cementum/4-META/MMA-TBB resin interface. J Biomed Mater Res, Part B: Appl Biomater 80B: 140-145, 2007.
- 5) 田中佐織, 山本俊樹, 田中裕子, 野口裕史, 菅谷 勉, 川浪雅光, 池田孝績, 佐野英彦: 4META/MMA-TBBレジンとセメント質の接着強さ. 日歯保存誌, 45: 54, 2002.
- 6) Tanaka Y, Sugaya T, Kawanami M: Durability of adhesion between 4-META/MMA-TBB resin and cementum. Dent Mater J, 23(3): 265-270, 2004.
- 7) Tanaka Y, Sugaya T, Tanaka S, Kawanami M: Long-term durability of root-end sealing with 4-META/MMA-TBB resin. Dent Mater J, 23(4): 453-456, 2004.
- 8) 山本俊樹, 菅谷 勉, 加藤 熙: 髄床底穿孔の処置に4-META/MMA-TBBレジンを用いた場合の歯周組織反応に関する病理組織学的検討. 日歯保存誌, 43(6): 1269-1248, 2000.
- 9) 菅谷 勉, 野口裕史, 長谷川有紀子, 田中裕子, 川浪雅光: 歯根端切除時に4-META/MMA-TBBレジンを用いた場合の臨床成績. 日歯保存誌, 45(1): 62-67, 2002.
- 10) 木村喜芳, 菅谷 勉, 加藤 熙: 垂直歯根破折に伴う歯周組織破壊の病理組織学的研究. 日歯周誌, 42: 255-266, 2000.
- 11) 富田真仁, 菅谷 勉, 川浪雅光: 垂直歯根破折に口腔内接着法と口腔外接着・再植法を行った場合の歯周組織の治癒. 日歯保存誌, 45(5): 787-796, 2002.
- 12) 田中佐織, 菅谷 勉, 木村喜芳, 川浪雅光: 垂直破折歯根面の歯根膜の状態と細菌付着の観察. 日歯周誌, 45: 161, 2003.
- 13) Sugaya T., Kawanami M., Noguchi H., Kato H., Masaka N.: Periodontal healing after bonding treatment of vertical root fracture. Dent Traumatol, 17: 174-179, 2001.
- 14) 川端伸也, 菅谷 勉, 川浪雅光: 電気的根管長測定器を用いた垂直歯根破折面の超音波切削が間隙封鎖性向上の及ぼす影響. 北海道歯誌, 33: 53-61, 2013.