HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	接着治療を行った垂直破折歯根の予後因子に関する後ろ向き観察研究
Author(s)	百海, 啓
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第15492号
Issue Date	2023-03-23
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k15492
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93087
Type	doctoral thesis
File Information	Kei_Dohkai.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

博 士 論 文

接着治療を行った垂直破折歯根の

予後因子に関する後ろ向き観察研究

令和 5 年 3 月申請

北海道大学

大学院歯学院口腔医学専攻

百海　啓

抄録

歯根が垂直に破折すると，プロービングデプスが深くなり骨吸収が高度かつ急速に進行に進行する．垂直歯根破折は保存困難とされてきたが，破折した歯根を 4-META/MMA-TBB レジンセメントを用いて接着する方法で保存可能となる症例も多い．しかし，その予後は不明な点が多く，とくに予後を左右する要因については明らかになっていない．そこで本研究の目的は，垂直破折歯根の接着治療後の予後に影響する要因を，後ろ向き観察研究によって解析することである．

対象は 1995 年から 2020 年に北海道大学病院 歯周・歯内療法科にて，垂直歯根破折の診断により接着治療を行った患者を対象として，調査項目は患者背景，臨床検査，デンタルエックス線画像検査，治療内容とした．各対象歯の生存率に及ぼすこれらの調査項目の影響を，ロジスティック回帰分析により解析した．

症例数は 537 人の 686 歯で,予後不良で抜歯となったのは 115 歯であった．全症例の生存率は 1 年後 92.5%(114 症例)，3 年後 75.3%(335 症例)，5 年後 66.8%(113 症例)，7 年後 61.1%(54 症例)であった．各調査項目の生存率に対する ハザード比は，プロービングデプスが 2.702，骨レベルが 6.561，患歯が最後方の咬合接触歯であるかが 3.676 となり，95%信頼区間はそれぞれ 1.406～5.190，1.630～26.410，1.753～7.709，p 値は 0.0011，0.0011，<0.0001 であった．プロービングデプスが 3mm 以下であったり，骨吸収が見なれら

なかった症例では，10 年後の生存率が 90%を超えていた．これらの結果から歯根破折時のプロービングデプスや骨レベル，最後方の咬合接触歯であるかが予後に強く影響を及ぼすことが示された．

1. 緒言

歯根が垂直に破折すると，プロービングデプスが深くなり骨吸収が高度かつ進行に進行し，保存は困難とされてきた．また，歯の喪失原因として，歯周病，う蝕に次いで歯の破折が第3位となっており，2005年の調査[1)]に比べて2018年では，歯周病やう蝕割合が減少したのに対して，破折の割合は増加している[2)]．さらに，メインテナンスされている患者の予後を 30 年追跡した Axelsson らの研究[3)]では，う蝕や歯周病の悪化で抜歯になった歯はそれぞれ 6.9 %と 5.2 %であったのに対して，歯根破折は 62%と圧倒的に多数をしめていた．したがって，歯周病やう蝕と異なり，歯根破折は予防も治療もむずかしいのが現状と考えられる．

一方，眞坂が破折した歯根を 4-META/MMA-TBB レジンセメントを用いて接着する方法で良好な予後を報告して以来[4)]，わが国では基礎的研究や治療成績の報告が多数行われてきた[5-30)]．歯根が垂直に破折すると，プロービングデプスや垂直性骨吸収が生じるが，上皮の根尖側移動はほとんどなく[7)]，歯根表面に細菌が増殖することもないことや，炎症の原因は破折間隙や根管内の細菌であり，これを除去して封鎖することで，骨欠損は回復することが

動物実験で明らかにされ[9]，垂直歯根破折は症例によっては保存可能なことが示された．また，垂直歯根破折の破折面から細菌を除去して封鎖する方法として，根管内から破折線に4-META/MMA-TBB レジンセメントを流し込む口腔内接着法や，一旦破折歯根を抜歯して接着して原型を回復後に，元の抜歯窩に再植する口腔内接着再植法が眞坂[4]により紹介された後，口腔内接着法では根管内から破折線を超音波スケーラーで切削してから接着する方法[21,28]や，ポストを接着後に再植またはフラップ手術で歯根外表面側から破折線を切削して接着封鎖する方法[16]などへと発展してきた．外科的治療に際しては，エムドゲンを併用する方法[25]も検討されている．わが国では多くの施設から多数の症例が報告[23]されるようになり，近年は，海外においても症例報告が散見されるようになってきた[29,30]．

しかし，垂直歯根破折の予後については長期的な報告はほとんどなく，予後に影響する要因なども明らかになっていないのが現状である．菅谷らは，垂直歯根破折 233 症例の予後を評価して，術前のプロービングデプスが深くなっていたり骨欠損が大きくなっていたりする症例は，生存率が低下することを報告[22]している．しかし，この報告では 5 年後までの成績であり，長期的には咬合負担の過重は再破折を生じやすくなったり，骨欠損が大きい場合には連結固定の有無なども予後に影響したりすると思われる．これらの要因を含めて長期的な予後に及ぼす因子について解明することは，保存可能な症例と困難な症例の鑑別につながり，垂直歯根破折の治療をより広めていくことに役立つと考えられる．

そこで，本研究では北海道大学病院で治療された垂直歯根破折歯の治療成績を後ろ向きに調査，解析することにより，予後に影響する要因を明らかにすることを目的に本研究を行った.

2. 材料と方法

1）対象患者

北海道大学病院自主臨床研究審査委員会の承認（自 019-0460）のもと，1995 年 4 月から 2020 年 5 月までの間に北海道大学病院歯周・歯内療法科に通院し，垂直歯根破折の診断により接着治療を行った者を対象とした.

（1） 選択基準

①垂直歯根破折と診断された患者．マイクロスコープまたは肉眼で破折線が確認され，破折線が根管壁から歯根表面まで交通している症例を垂直歯根破折と診断した.

②4-META/MMA/TBBレジン（スーパーボンド，サンメディカル）を用いた接着による治療が行われた患者

③本研究の参加について研究対象者もしくは代理人（研究対象者の意思及び利益を代弁できると考えられる者）から拒否の申出がなかった患者

（2）除外基準

研究責任者が研究対象者として不適当と判断した患者とした

2）調査項目

(1) 患者背景

年齢，性別，既往歴，現病歴，歯種

(2)臨床検査

自発痛，歯肉の腫脹と圧痛，打診痛，瘻孔，プロービングデプス（プロービングデプスは患歯の最も深い値），動揺度，破折部位．破折部位は，歯頚部に破折線がある根尖部にはない症例，根尖部には破折線があるが歯頚部にはない症例，歯頚部から根尖部まで破折線がある症例の３つに分類した[31)]．

(3) デンタルエックス線画像検査

歯根の長さ，骨欠損の大きさ．骨レベルは歯根長に対する骨の支持量の比とし，骨欠損の大きさが近遠心で異なる場合には大きい方を用いた．骨レベルは①骨欠損なし，歯根長に対して②0～3/4，③3/4～2/4，④2/4～1/4，⑤1/4～0（骨支持なし）の 5 段階に分類した．

（4）治療内容

破折歯根の接着治療方法（口腔内接着法，口腔外接着再植法，捻転再植法，歯根外表面からの接着法），築造方法（鋳造ポスト，ファイバーポスト），歯冠補綴方法（単冠，連結冠，ブリッジ，根面版），患歯が最後方の咬合接触か，対合歯の有無，術後の経過日数.

３）目標症例数とその設定根拠

以前の調査では，垂直歯根破折により当科で接着治療を行った症例は1995年4月から2012年2月までの16年10ヵ月で231例であったことから，年間14例が行われていると考えられ，1995年4月から2020年5月の適格性を満たす最大集積症例数として360例と設定した.

4）統計解析方法

患歯が抜歯となった時点をイベント発生として，Kaplan-Meier **法で対象歯の生存率を求め**，COX **比例ハザード解析を行って各因子の生存率に及ぼす影響を分析した. 統計解析ソ**

フトウェアは，JMP 16.0(SAS Institute Inc.Cary, NC, USA)を使用して有意水準を 0.05 とした.

3. 結果

1）対象症例

調査対象期間内に垂直歯根破折で接着治療を行った患者は 557 名の 732 歯であったが，診療情報が不明確な症例 30 名 46 歯を除外し，解析対象を 527 名 686 歯とした（表1）．男性は 158 名（57.1±7.5 歳），女性は 369 名（55.6±6.6 歳），歯種は上顎切歯 82 歯，上顎犬歯 77 歯，上顎小臼歯 181 歯，上顎大臼歯 111 歯，下顎切歯 13 歯，下顎犬歯 12 歯，下顎小臼歯 107 歯，下顎大臼歯 102 歯で臼歯部が多く，とくに上顎小臼歯が多数治療されていた．破折部位は歯頚部からの破折が 332 歯，根尖部からの破折が 251 歯，歯頚部から根尖部まで破折している症例が 103 歯であった.

プロービングデプスは平均 5.67±2.19mm，骨レベルは骨欠損なしが 191 歯，1～3/4 が 66 歯，3/4～2/4 が 200 歯，1/4～1/4 が 169 歯，1/4～0（骨支持なし）が 60 歯であった.

破折歯根を接着治療する方法は，根管内から破折間隙を封鎖する口腔内接着法が 412 歯，破折歯根を一旦抜歯して接着して原型を回復後に元の抜歯窩に再植する口腔外接着再植法が 132 歯，再植する際に近心面を遠心面に向けるなど捻転させて再植する方法が 83

歯，支台築造後に意図的再植法またはフラップ手術によって歯根表面側から破折線を切削して接着封鎖する治療法が 59 歯であった．支台築造は鋳造ポストが 351 歯，ファイバーポストが 325 歯，ポストを装着しないなどのその他の症例が 10 歯であった．歯冠補綴方法は，単冠が 288 歯，隣接歯との連結冠としたものが 254 歯，ブリッジの支台歯としたものが 128 歯，根面版としたものが 12 歯，CR などその他の治療が 4 歯であった．

患歯が対合歯との咬合接触の最後方歯であった症例が 132 症例，患歯の後方に対合歯と接触を有する歯がはる症例は 554 症例であった．また，患歯が可撤性義歯の症例が 195 例，対合歯が天然歯や Br のポンティック，インプラントであった症例は 491 例であった．

2）生存率

686 歯の生存率は，1年後 92.5%，3 年後 75.3%，5 年後 66.8%，7 年後 61.1%，10 年後 51.3%で，10 年以内の抜歯数は合計 115 歯であった（図1）．

要因ごとに生存率を比較すると，歯種による生存率（図2A，B）は下顎切歯や下顎大臼歯は 3～5年で生存率の低下がみられなくなったのに対して，その他の歯では経時的に生存率が低下していた．プロービングデプス（図2C）は 3mm，骨レベル（図2D）は 4/4 すなわち骨欠損がない症例では生存率はきわめて高い値を 10 年間維持していたのに対して，それ以外の症例は経時的に生存率が低下した．とくにプロービングデプスが 7 ㎜以上の症例では 3 年ま

でにほとんどの症例が抜歯となり，骨の支持が根尖から歯頚部までない症例では，2 年程度でほとんどの歯が抜歯になっていた．支台築造方法（図2E）は，ファイバーポストに比較して鋳造ポストでは 3 年を過ぎると生存率が低下した．歯冠補綴方法（図2F）は，単冠の場合に2年程度で急速な生存率の低下がみられた．患歯が最後方の咬合接触歯の場合には経時的に生存率が低下したのに対して（図2G），それ以外の症例は生存率の低下はきわめて緩やかで，10 年後の生存率は 80%を超えていた．破折歯根の接着治療法（図2H）は，口腔内接着法は 10 年後に 70%を超える生存率を示したのに対して，捻転再植法では 10%程度であった．

Cox 比例ハザードモデルによる解析の結果（表2），プロービングデプスや骨レベル，破折歯根治療法，患歯が最後方の咬合接触歯であるか，対合歯の種類は，ハザード比は大きな値を示し，95%信頼区間は 1 を超え，p 値も 0.05 以下であった．しかし，性別や歯種，破折部位，支台築造方法，歯冠補綴方法はハザード比は小さく，95%信頼区間が1より小さかった．

4．考察

本研究は，垂直歯根破折の治療成績にどのような因子が影響をおよぼすのかを解明する目的で，後ろ向き観察研究を行った．

予後に影響をおよぼす因子の候補を選択する際に，文献的に報告されている因子とするのがひとつの方法であるが，垂直歯根破折の予後に影響する要因については報告がないことから，臨床的に予後に影響すると考えられる歯種，歯周組織破壊の状態，接着治療方法，術後の咬合負荷の大きさなどを調査項目とした．歯種は咬合力の大きさやその方向が異なり，咬合負荷は咬合性外傷や再破折に影響をおよぼす可能性がある．また，根管内から接着治療を行う口腔内接着法では根管形態がその成否に大きく影響すると考えられる．破折部位については，とくに口腔内接着法を行う場合に，破折線の切削や封鎖は歯頚部に限局している場合より根尖部に生じている方が難しいと考えられる．再植を行う場合にも，歯根が分岐していたり癒合していたりすると抜歯時に歯根膜を損傷しやすくなるなど，破折部位は予後に影響すると思われる．破折歯周組織破壊の程度は，術後に深い歯周ポケットが生じてポケット内に細菌が増殖して炎症が生じたり，骨欠損が残存している場合には咬合力を支持できず咬合性外傷が生じて骨欠損が拡大する可能性などがあることから，プロービングデプスや骨レベルは予後に大きな影響をおよぼすと考えられる．

また，垂直歯根破折による歯周組織の炎症は，破折間隙や歯根表面に増殖した細菌[7)]が原因であることから，細菌を十分に除去して再感染を防止できるかが，術後に治療成績に大きく影響すると考えられる．これは，破折歯根の接着治療法に大きく依存すし，根管内から破折線を清掃して封鎖する方法に比べて，一旦抜歯して口腔外で清掃，接着を行う方が確実性

は高い. しかし, 抜歯して再植する場合には, 歯根膜に機械的化学的損傷を生じて, 術後に根吸収などを起こす危険性がある.

さらに, 鋳造ポストは応力が集中して歯根破折を起こしやすいとの指摘があり[32], ポストの材質は再破折への影響が考えられる. 歯冠補綴については, 連結固定を行って咬合力を分散したりすることは, 患歯に加わる咬合力の減弱になる可能性があるが, ブリッジの支台とすると負荷される咬合力が増加する可能性がある. 患歯が最後方の咬合接接触歯であるか*), および対合歯の種類*)は, 患歯に負荷される咬合力に影響して予後を左右する要因になる可能性がある. 以上の点を考慮して, 過去の診療情報から収集する項目を選んだ. その結果, 症例数は合計 686 歯で, 予後に影響する因子としては性別や年齢を含めても 11 件となり, また発生したイベント(抜歯)数は 115 件であったことから, 多変量解析による分析には十分な症例数であったと考えられる.

全症例 686 歯の生存率は, 1年後 92.5%, 3 年後 75.3%, 5 年後 66.8%, 7 年後 61.1%, 10 年後 51.3%であった. 予後に影響すると考えられた要因ごとに生存曲線をみると, 歯種は下顎切歯や下顎大臼歯でやや生存率が高い傾向があったが, 他の歯では概ね類似した結果であった. しかし, 多変量解析の結果では歯種の影響は低かったことから, 根管形態や咬合力の方向などは, あまり予後に影響しないものと考えられた. また, 破折部位もハザード比

は 0.944 で有意差はなかったことから，歯頚部から破折するか根尖部で破折しているかは，予後を大きく左右することはないと考えられた．

一方，プロービングデプスや骨レベルは大きな影響があり，プロービングデプスが 3mm 以下の場合や骨欠損がない症例では，10 年後の生存率が 90%を超えていたのに対して，プロービングデプスが 7 ㎜以上であったり，骨欠損は歯頚部から根尖まで拡大している場合には，3 年以内のほとんどの症例が抜歯になっていた．根尖性歯周炎でも根尖部骨欠損が大きくなると歯内療法の成績が低下すると報告[33)]されており，垂直歯根破折でも大きな骨欠損は治癒しにくいと考えられる上に，咬合力に対する支持力も不十分になることで，予後不良になると考えられる．したがって，垂直歯根破折が疑われた場合には，歯周組織破壊が進行する前に診断して早期に治療を開始することが，良好な予後につながると考えられ，早期診断法の確立[34)]と周知も今後の課題の一つである．

また，支台築造や歯冠補綴方法は，単変量の比較では生存率に大きな差が生じたが，Cox 比例ハザードモデルによる解析では，ハザード比はそれぞれ 1.447 と 1.038 で 95%信頼区間は1以下であったことから，大きな影響は及ぼしていないと考えられた．ポストの材質が歯根破折に及ぼす影響として，根尖方向に咬合力が負荷される場合には，ファイバーポストより鋳造ポストの方が破折抵抗性は高くなるという in vitro の実験結果[35-37)]があったり，歯根破折への影響を調べた臨床研究の多くは鋳造ポストが無機系セメントで合着されていたりフ

ェルールの残量が異なっているなど，ポストの予後に及ぼす因子が多様でファイバーポストの優越性が十分に確立されているとは言えず[38]，ポストと根管壁が強力に接着されていれば，ポストの材質は再破折に対する決定的な要因とはならないのではないかと考えられた．したがって，垂直破折歯根の治療に鋳造ポストとファイバーポストのどちらを使用すべきかについては，防湿や出血，根管壁のアンダーカットなどの点から，臨床的に使用しやすいものを選択するのが良いのではないかと思われる．

歯冠補綴方法については，単変量解析では単冠の生存率が低かったが，多変量解析では歯冠補綴方法の影響は小さかった．したがって，骨欠損が大きい歯はブリッジの支台歯としなかったり，連結固定される歯への負荷の増大を懸念して連結しなかったなど，多の要因との関連が強かったことが疑われる．また，患歯が最後方の咬合接触歯である場合に，ハザード比は 3.676，$p<0.0001$ と大きな影響を示した．最後方歯には大きな咬合力が負荷されるとの報告[39,40]があることから，過剰な咬合負荷が予後を悪化させる大きな要因の一つと言える．同様に，可撤性義歯では咬合力が低下することが報告されていることから[41]，対合歯の種類は予後に影響をおよぼしていると思われた．

以上の結果から，垂直歯根破折の予後は多様な因子の影響を受けることが明らかとなり，歯周組織破壊の状態と負荷される咬合力，接着治療法を十分に検討して，治療成績を予測

した上で治療を行っていくことが重要と考えられた．一方，本研究は後ろ向き観察研究であり，どのような症例にどのような治療を行うかのバイアスは完全に除去することはできない．したがって，どのような症例にどのような治療を行えば良いかは，前向き介入研究が必要と考えられる．

また，歯周組織破壊状態や咬合力が予後に影響することが示されたことから，重度歯周病と同様にメインテナンスが重要と考えられ、さらに歯周組織再生療法を併用[25)]することで生存率が向上する可能性があり，今後検討されるべき課題のひとつである．さらに，本研究では歯周組織破壊状態と補綴方法の間に内部相関が疑われたことから，Stepwise regression analysis による予後因子の選択で解析したり、予後指数による予後の分類と生存率の解析，短期予後不良症例の要因をさらに分析することなども必要と考えている．

5．結論

垂直歯根破折を接着して治療した 686 歯の生存率は，1年後 92.5%，3 年後 75.3%，5 年後 66.8%，7 年後 61.1%，10 年後 51.3%であった．生存率に及ぼす影響を Cox ハザードモデルで解析した結果，プロービングデプスや骨欠損状態が大きな影響をおよぼしており，プロービングデプスが3mm 以下で骨欠損が生じていない症例では，10 年後の生存率 95.3%で

あった. また, 接着治療法や咬合接触状態, 対合歯の状態なども予後に影響する要因であった.

6. 謝辞

本論文は筆者が北海道大学大学院歯学院口腔医学専攻博士課程に在籍中の研究成果をまとめたものである. 同専攻教授菅谷勉先生には指導教官として本研究の実施の機会を与えて戴き, その遂行にあたって終始, ご指導を戴いた. ここに深謝の意を表する.

参考文献

1. 8020 財団. 永久歯の抜歯原因調査報告書　bassi.pdf (8020zaidan.or.jp)、2005 年
2. 8020 財団. 第 2 回　永久歯の抜歯原因調査報告書　Tooth-extraction_investigation-report-2nd.pdf (8020zaidan.or.jp)、2018 年
3. Axelsson P, Nyström B, Lindhe J: The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. J Clin Periodontol, 2004; 31: 749-757.
4. 眞坂信夫. 垂直破折歯の接着修復保存―接着修復保存症例の長期臨床経過. 接着歯学、1995; 13: 156-170.
5. 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, 1997；40：1445-1452.
6. 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, 1997；40：1453-1460.
7. 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, 2000; 42: 255-266.
8. Sugaya T, Kawanami M, Noguchi H, Kato H, Masaka N: Periodontal healing after bonding treatment of vertical root fracture, Dent Traumatol, 2001; 17:174-179.
9. 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, 2002; 45: 787-796.

10. Kawai K, Masaka N: Vertical root fracture treated by bonding fragments and rotational replantation, Dent Traumatol, 18: 42-45, 2002.
11. Hayashi M, Kinomoto Y, Miura M, Sato I, Takeshige F, Ebisu S: Short-term evaluation of intentional replantation of vertically fractured roots reconstructed with dentin-bonded resin, J Endod, 2002; 28: 120-124.
12. Hayashi M, Kinomoto Y, Takeshige F, Ebisu S: Prognosis of intentional replantation of vertically fractured roots reconstructed with dentin-bonded resin, J Endod, 2004; 30: 145-148.
13. Liu J, Kawada E, Oda Y: Effects of surface treatment and joint shape on microtensile bond strength of reattached root dentin segments. J Prosthet Dent. 2004; 91:46-54.
14. 菅谷　勉、加藤　熙：垂直歯根破折による歯周組織破壊と治療法の基礎的研究．歯科臨床研究　2004； 1 :8-17.
15. 菅谷　勉、加藤　熙：垂直破折歯根の接着治療法の病理組織学的研究と臨床成績．歯科臨床研究　2004； 1 :6-15.
16. 菅谷　勉、加藤　熙：垂直破折歯根の接着治療法の成績と予後不良症例への対策法．歯科臨床研究　2005；2:32-42.
17. Tanaka Y, Sugaya T, Kawanami M: Durability of adhesion between 4-META/MMA-TBB resin and cementum. Dent Mater J. 2004; 23: 265-270.

18. Tanaka S, Sugaya T, Kawanami M, Nodasaka Y, Yamamoto T, Noguchi H, Tanaka Y, Ikeda T, Sano H, Sidhu SK: Hybrid layer seals the cementum/4-META/MMA-TBB resin interface. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2007; 80: 140-145.
19. Unver S, Onay EO, Ungor M: Intentional re-plantation of a vertically fractured tooth repaired with an adhesive resin. Int Endod J. 2011; 44:1069-1078.
20. Nurrohman H, Nikaido T, Sadr A, Takagaki T, Kitayama S, Ikeda M, Waidyasekera K, Tagami: Long-term regional bond strength of three MMA-based adhesive resins in simulated vertical root fracture. J.Dent Mater J. 2011; 30:655-663.
21. 川端伸也、菅谷　勉、川浪雅光：電気的根管長測定を応用した垂直歯根破折面の超音波切削が間隙封鎖性向上に及ぼす効果．北海道歯誌, 2013；33：53-61.
22. 菅谷　勉: 垂直歯根破折の実態と接着治療の理論的背景，日歯補綴誌, 2014; 6:14-19.
23. 吉山 昌宏，小田 豊，山本 一世，今里 聡，中村 洋，川浪 雅光，菅谷　勉，林 美加子，西谷 佳浩： 接着技法を応用した破折歯の治療術式の検討．日歯医学誌, 2014; 33:69-73.
24. 天川　丹、林都美香、石井信之: 根管充填歯の垂直歯根破折に関する臨床研究一歯根破折の早期診断法と破折防止法の確立一，日歯保存誌, 2015; 58：381～390.
25. Sugaya T, Tomita M, Motoki Y, Miyaji H, Kawamami M: Influence of enamel matrix derivative on healing of root surfaces after bonding treatment and intentional replantation of vertically fractured roots. Dent Traumatol. 2016; 32:397-401.

26. Nizam N, Kaval ME, Gürlek Ö, Atila A, Çalışkan MK: Intentional replantation of adhesively reattached vertically fractured maxillary single-rooted teeth. Int Endod J. 2016; 49: 227-236.

27. Okaguchi M, Kuo T, Ho YC: Successful treatment of vertical root fracture through intentional replantation and root fragment bonding with 4-META/MMA-TBB resin. J Formos Med Assoc. 2019; 118: 671-678.

28. Kudou M, Motoki Y, Inoue K, Tanaka S, Miyaji H, Kawanami M, Sugaya T: The clinical efficacy of an ultrasonic device with built-in electronic apex locator when preparing vertical root fracture lines through the root canal. Dentistry,2020; 9, 549.

29. Shimizu K, Satoh T, Shinkai K: Evaluation of Restorative Techniques for Vertically Fractured Roots. Materials (Basel). 2021; 14:2099.

30. Kurnaz S, Keçeci AD: A novel insertion design of fiber materials for the adhesive reattachment in vertically fractured teeth. PLoS One. 2021; 16:e0258534.

31. Sugaya T, Nakatsuka M, Inoue K, Tanaka S, Miyaji H, Sakagami R, Kawamami M: Comparison of fracture sites and post lengths in longitudinal root fractures. J Endod, 2015; 41:159-163.

32. 峯　篤史: “2013 年における”歯根破折防止策の文献的考察. 日補綴会誌, 2014; 6:26-35.

33. Ng YL, Mann V, Gulabivala K : Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature. .Int Endod J. 2008; 41:1026-1046.

34. 菅谷　勉: 垂直歯根破折の早期診断. 歯内療法誌, 2022; 43：69-75,

35. Arturo Martinez-Insua, da Silva L, Rilo B, Santana U: Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. J Prosthet Dent 1998; 80:527-532.

36. Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. Dent Mater. 2006; 22:477-485.

37. AL-Omiri MK, Al-Wahadni AM: An ex vivo study of the effects of retained coronal dentine on the strength of teeth restored with composite core and different post and core systems. Inter Endo J, 2006; 39: 890-899.

38. Marchionatti AME, Wandscher VF, Rippe MP, Kaizer OB, Valandro LF. Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. Braz Oral Res. 2017; 31:e64.

39. 田口 章太: 歯周炎患者および健常者の咬合圧,咬合接触面積、咬合力に関する研究. 日歯周誌, 1983; 25:98-116.

40. 小林 義典, 志賀 博, 田中 彰, 鷹 橋 雅 幸,王 孝：プレスケールに関する臨床的研究 クレンチングの強さと咬合力との関係. 日顎口腔機能誌, 1997; 3:139-146.

41. Lundgren D. Prosthetic reconstruction of dentitions seriously compromised by .periodontal disease. J Clin Periodontol. 1991;18:390-395

図の説明

図1　全症例の生存率

図 2　項目別の生存率

　A:上顎歯種、B:下顎歯種、C:プロービングデプス、D:骨レベル、E:支台築造法、F:歯冠補綴方法、G:患歯が最後方の咬合接触歯か、H:接着治療法

図1

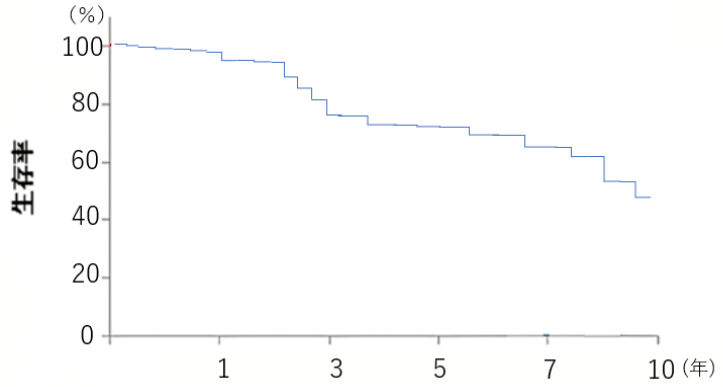


図2,A

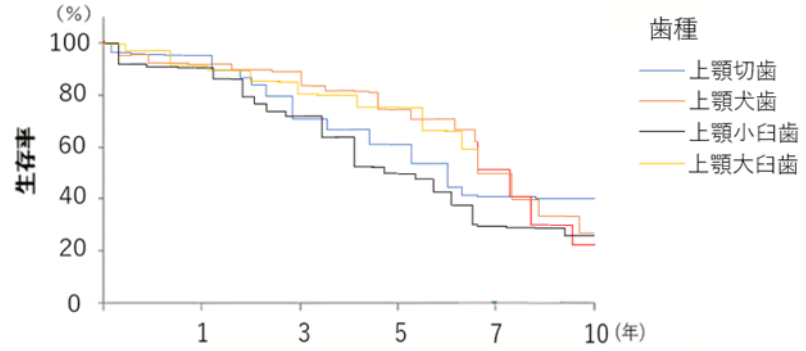


図2,B

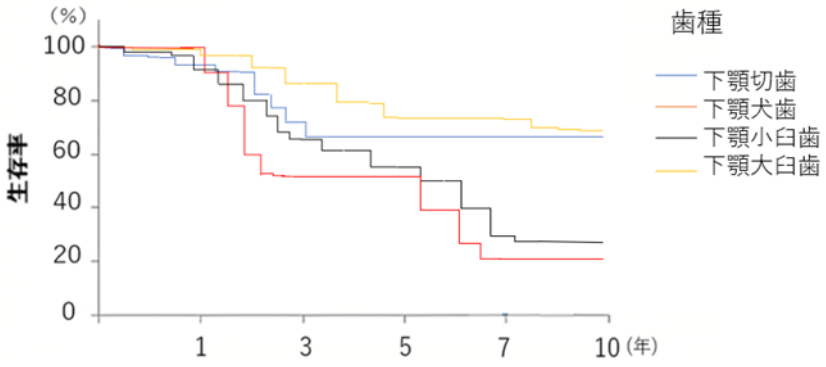


図2,C

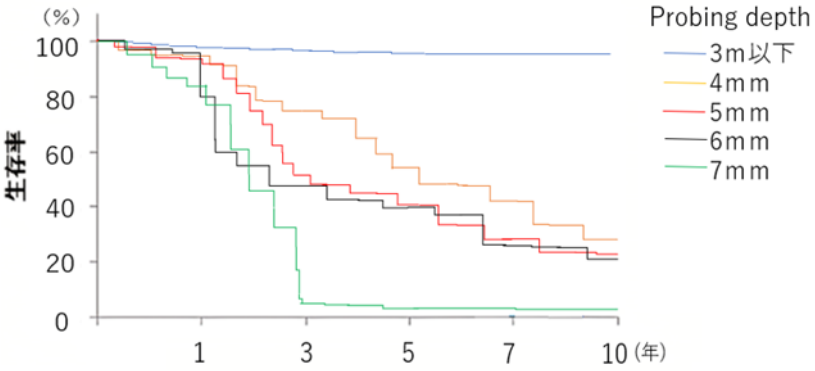

(%)
100
80
60
40
20
0
生存率
1
3
5
7
10 (年)
Probing depth
3m以下
4mm
5mm
6mm
7mm

図2,D

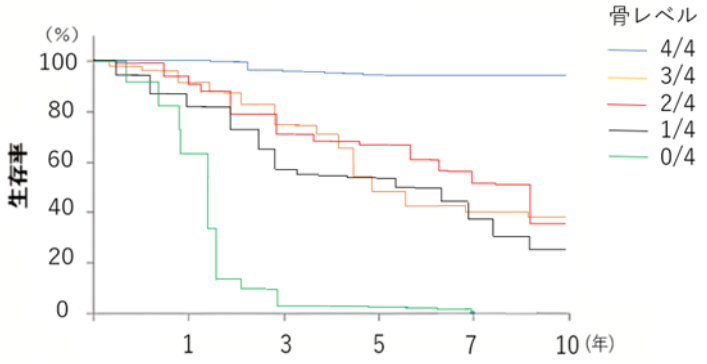

(%)
100
80
60
40
20
0
生存率
1
3
5
7
10 (年)
骨レベル
4/4
3/4
2/4
1/4
0/4

図2,E

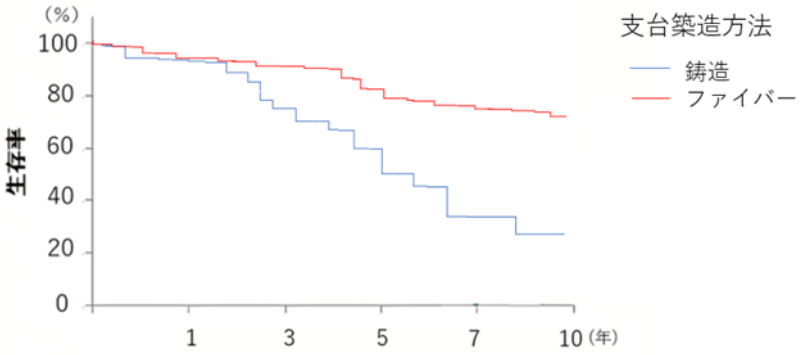

(%)
100
80
60
40
20
0
生存率
1
3
5
7
10 (年)
支台築造方法
鋳造
ファイバー

図2,F

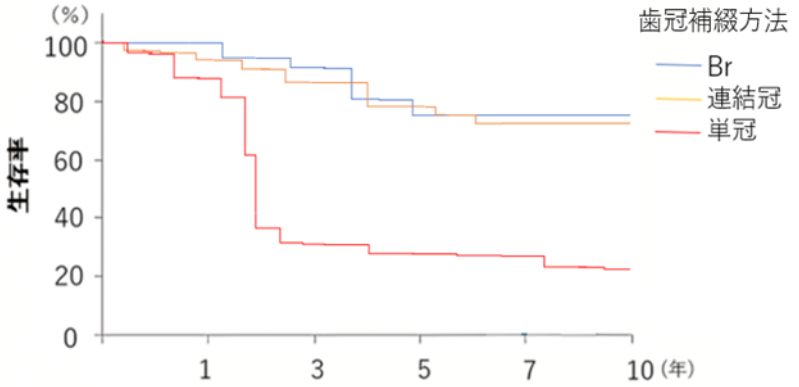

(%)
100
80
60
40
20
0
生存率
1
3
5
7
10 (年)
歯冠補綴方法
Br
連結冠
単冠

図2,G

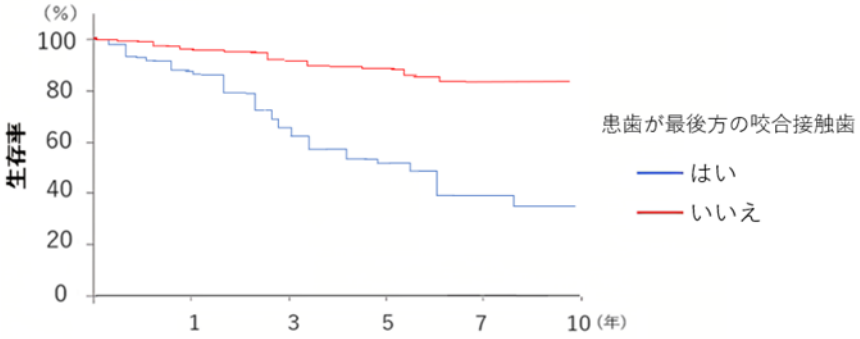
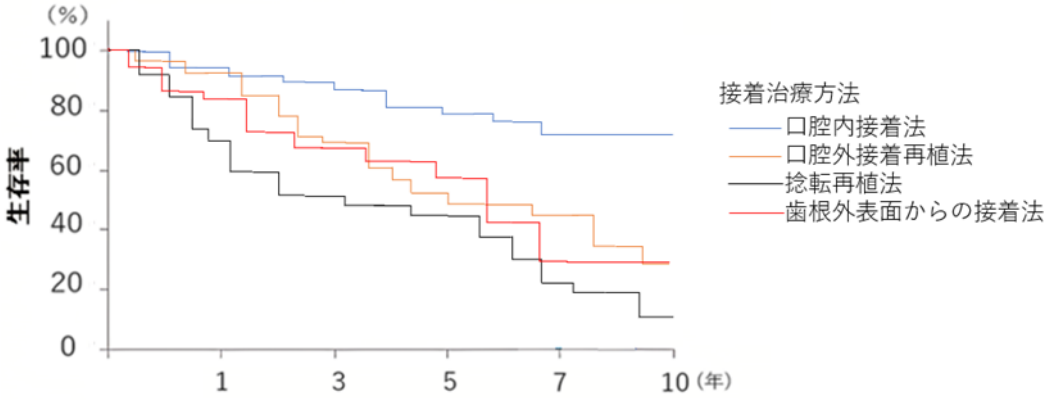

(%)
100
80
60
40
20
0
生存率
1
3
5
7
10 (年)
患歯が最後方の咬合接触歯
はい
いいえ

図2,H


(%)
100
80
60
40
20
0
生存率
1
3
5
7
10 (年)
接着治療方法
口腔内接着法
口腔外接着再植法
捻転再植法
歯根外表面からの接着法

性別	男性	158 人	計 527 人
	女性	369 人	
年齢	男性	57.1±7.5 歳	
	女性	55.6±6.6 歳	
歯種	上顎切歯	82 歯	計 686 歯
	上顎犬歯	77 歯	
	上顎小臼歯	181 歯	
	上顎大臼歯	111 歯	
	下顎切歯	13 歯	
	下顎犬歯	12 歯	
	下顎小臼歯	107 歯	
	下顎大臼歯	102 歯	
破折部位	歯頚部	332 歯	
	根尖部	103 歯	
	歯頚部～根尖部	251 歯	
プロービングデプス		5.67±2.19mm	
骨レベル	骨欠損なし	191 歯	
	歯根長の 1～3/4	66 歯	
	歯根長の 3/4～2/4	200 歯	
	歯根長の 2/4～1/4	169 歯	
	歯根長の 1/4～0	60 歯	
破折歯根治療法	口腔内接着法	412 歯	
	口腔外接着再植法	132 歯	
	捻転再植法	83 歯	
	歯根外表面からの接着	59 歯	
支台築造方法	鋳造ポスト	351 歯	
	ファイバーポスト	325 歯	
	その他	10 歯	
歯冠補綴方法	単冠	288 歯	
	連結冠	254 歯	
	ブリッジ	128 歯	
	根面版	12 歯	
	その他	4 歯	
患歯が最後方の咬合接触歯	はい	132 歯	
	いいえ	554 歯	
対合歯の種類	可撤性義歯	99 歯	
	その他	587 歯	

表1　各項目の調査結果

項目	ハザード比	95%信頼区間	P 値
性別	1.013	0.703～1.459	0.9455
年齢	1.13	1.081～1.195	0.0020
歯種	0.723	0.517～1.011	0.1907
破折部位	0.944	0.676～1.318	0.7348
プロービングデプス	2.702	1.406～5.190	0.0011
骨レベル	6.561	1.630～26.410	0.0011
破折歯根治療法	1.447	0.972～2.177	0.0722
支台築造方法	1.038	0.723～1.490	0.0432
歯冠補綴方法	1.053	0.750～1.479	0.0355
患歯が最後方の咬合接触歯	3.676	1.753～7.709	<0.0001
対合歯の種類	1.771	0.960～3.268	0.0550

表2　Cox 比例ハザードモデルによる各要因の影響