

## 垂直破折歯根の診断と長期治療成績および予後因子

菅谷 勉

Diagnosis, long-term clinical outcomes, and prognostic factors of vertically fractured roots

Tsutomu Sugaya, DDS, PhD

### 抄 録

垂直歯根破折は初期には診断が困難な症例が多いが，類似した病態を示すセメント質剥離性破折は垂直歯根破折に比較して良好な予後を得られることが多いことから，早期の鑑別はきわめて重要である．また，垂直歯根破折の治療法は改良が進み，治療成績も向上している．長期予後は術前の骨欠損状態や術後の咬合負荷など複数の要因が影響しており，これらの不利な要因を伴わない症例では，10 年後の生存率が 90% を超えていることから，垂直歯根破折は的確な診断と適切な症例選択および治療により，十分な予後が期待できる疾患と考えている．

### キーワード

垂直歯根破折，セメント質剥離性破折，接着治療，予後因子，長期成績

### ABSTRACT

Vertical root fractures are frequently challenging to diagnose in their early stages. However, cemental tears, which exhibit similar clinical manifestations, are often associated with a more favorable prognosis compared to VRFs. Therefore, early and accurate differential diagnosis between these conditions is of critical importance. In recent years, advances in treatment modalities for Vertical root fractures—particularly in root canal-based adhesive techniques—have contributed to improved clinical outcomes. The long-term prognosis is influenced by multiple factors, including the extent of preoperative bone defects and the magnitude of postoperative occlusal loading. Notably, in cases without such unfavorable conditions, a 10-year survival rate exceeding 90% has been reported. These findings indicate that, with accurate diagnosis, appropriate case selection, and proper treatment, Vertical root fractures can achieve a clinically acceptable and predictable long-term prognosis.

### Key words:

Vertical root fracture, Cemental tear, bonding treatment, Prognostic factors, Long-term outcomes

### I. はじめに

歯根の垂直破折は，診断や治療が困難であることから，現在も多くの症例で抜歯に至っているのが現状である．抜歯の主な原因としては，齲蝕や歯周病が上位を占めるが，これらの疾患に関しては予防法や治療法がある程度確立しており，定期的にメインテナンスを

受けている患者では，歯の喪失は比較的少ない<sup>1)</sup>．一方，垂直歯根破折については，診断基準や予防法，治療法がいまだ十分に確立されておらず，今後も歯の保存および口腔機能の維持を妨げる大きな課題の一つと考えられる．

垂直歯根破折においては，早期に適切な診断を行い，同様の臨床像を呈する疾患との鑑別を的確に行うことが，不要な抜歯や不適切な治療方針を回避するうえで

北海道大学大学院歯学研究院難治性歯内・歯周疾患治療学分野（寄附分野）

Department of Advanced Treatment for Refractory Endodontic and Periodontal Disease, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido University

極めて重要である。特に近年注目されているセメント質剥離性破折は、垂直歯根破折と類似した病態を示すことが多く、鑑別診断が重要な疾患の一つである<sup>2,3)</sup>。

一方、垂直歯根破折に対する治療法は、我が国において提唱されてからすでに約 40 年が経過しているが<sup>4)</sup>、長期予後に関する報告は依然として少なく<sup>5-7)</sup>、本治療法の臨床的意義や治療選択肢としての位置付けはいまだ明確とは言えない。とくに、治療成績に影響を与える要因を明らかにすることは、歯の保存の可能性を評価し、適切な治療法を選択するうえで極めて有用であるが、これに関する解析は十分には行われていない。

## II. 垂直歯根破折の診断

### 1. 鑑別が重要な疾患

歯周組織の破壊が進行し、最終的に機能喪失を招く疾患には、垂直歯根破折のほか、歯周病、根尖性歯周炎、咬合性外傷などが挙げられる。加えて、セメント質剥離性破折も決してまれではない病態であり、近年その重要性が再認識されつつある。歯周炎が健常歯肉から急速に進行したり、長年問題のなかった歯に突然根尖性歯周炎が発現したりすることはまれであるが、垂直歯根破折およびセメント質剥離性破折では、予兆なく重篤な歯周組織破壊が生じることがある。

特にセメント質剥離性破折は、歯周病や根尖性歯周炎と誤診されやすく、ルートプレーニングや歯根端切除などの処置がなされた場合には、その後の正確な鑑別が困難となる。そのため、誤診されている症例は少なくないと推察される。セメント質剥離性破折は、垂直歯根破折と類似した臨床像を呈するが、予後良好な症例も多く報告されており<sup>8-10)</sup>、正確な診断と適切な治療選択が極めて重要である。

### 2. セメント質剥離性破折の病態

#### 1) 発生部位

セメント質剥離性破折および垂直歯根破折のいずれも、急速な垂直性骨吸収と歯肉の腫脹、疼痛を伴うことがあるが、明らかな炎症症状を欠く症例も存在する。発生部位としては歯頸部が多い印象があるが、歯根中間部や根尖部、また近遠心面のみならず頬舌側面にも生じうる。部位により歯周病や根尖性歯周炎との鑑別が困難となる場合がある。

また、前歯・臼歯を問わず発生し、歯髓の有無との関連性に関する十分なエビデンスは現時点では確立されていない。

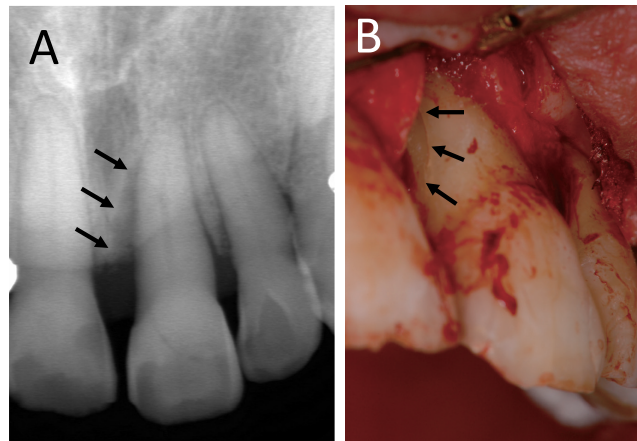


図 1 健全歯の歯根中間部に発生した垂直歯根破折

A：初診時デンタルエックス線画像。# 21 近心に狭い垂直性骨欠損がみられる (矢印)。

B：外科的診断時、根面に破折線が確認されるが (矢印)、その周囲は SRP による根面の平滑化、歯根膜の喪失が認められる。

#### 2) 歯頸部の剥離破折

歯頸部付近に発生した場合、限局的な垂直性骨吸収およびプロービングデプスの深化が認められ、垂直歯根破折と類似する病像を示す。骨縁上に発生した場合は歯肉の発赤や腫脹がみられるが、骨吸収や深いポケット形成は生じない。

補綴修復物が装着されている場合、材料由来のアレルギー性歯肉炎との鑑別も必要である。清掃状態が良好な症例では、歯肉圧排下にマイクロスコープで歯肉縁下根面を観察することで、剥離破折片またはその痕跡としての段差や陥凹を認められれば、歯周炎との鑑別が可能となる。

#### 3) 歯根中央部の剥離破折

歯根中部に発生した場合、根側に骨欠損が生じ、側枝の感染による根尖性歯周炎や、垂直歯根破折との鑑別が困難である。有髄歯においても発現するが、垂直歯根破折の多くが失活歯に発生することを踏まえると、有髄歯ではまずセメント質剥離破折を疑うべきである。

ただし、有髄歯でも垂直歯根破折が発生する可能性は否定できず、とくに歯冠部が健全な場合には歯周病と誤診されやすい。誤ってルートプレーニングを施行した場合には、破折線周囲の歯根膜が除去され、その後の診断や治療を困難にする (図 1)。

#### 4) 根尖部の剥離破折

根尖部に発生すると、腫脹や瘻孔形成など根尖性歯周炎と酷似した病像を呈し、鑑別は極めて困難となる。垂直歯根破折が根尖部から発生した場合、初期にはプ

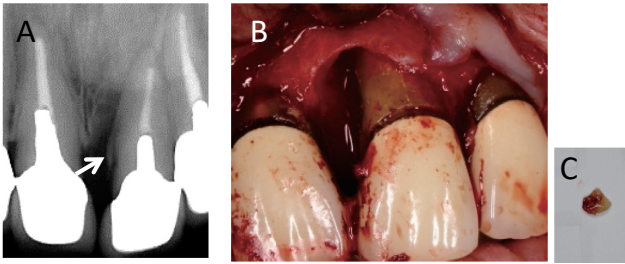


図2 隣接面のセメント質剥離性破折（続・日常臨床のレベルアップ&ヒント67選, デンタルダイヤモンド, 2025. より転載）

A：初診時デンタルX-p. 根面から剥離した薄い不透過像（→）がみられる。

B：手術時. 深い垂直性骨欠損があり, 根面には陥凹がみられる。

C：摘出されたセメント質剥離破折片。

ロービングデプスの深化がみられず, 炎症が歯頸部に及んだ時点で急激に深くなることがある。このため, プロービングデプスが浅いことのみをもって垂直破折を否定するのは危険である。

また, 歯髓の生活反応が保たれているにもかかわらず, 根尖部に骨欠損を認める症例では, セメント質剥離性破折の可能性があり, 不用意な抜髄処置は誤診と治療の複雑化を招くことになる。

### 3. 鑑別のポイント

#### 1) 画像診断

##### (1) 歯根形態の特徴

セメント質剥離性破折が近遠心面に生じた場合, デンタルエックス線画像上で剥離破折片を確認できれば診断は確定する(図2)。隣接面では, 歯科用コーンビームCT(CBCT)よりもデンタルエックス線画像のほうが, 破折片の検出に有効である(図3)。一方で, 破折が頬舌側面に発生した場合には歯根と重なるため, 破折線や破折片の描出は困難となる。

頬舌面に垂直破折が生じ, かつ根管充填材が存在しない場合には, 破折間隙がある程度開大していればデンタルエックス線画像上で破折線を確認することができる。しかし, 近遠心面に生じた破折はエックス線画像上では描出されにくい<sup>10-12)</sup>。CBCTにおいても, 破折間隙が十分に広がっていなければ描出は困難であり, 特に太いポストや根管充填材が存在する場合にはアーチファクトによって診断の妨げとなる。そのため, CBCTにより直接破折線を確認できる症例は限られる。

##### (2) 骨欠損形態の特徴

隣接面においては, 炎症の進行とともに歯根膜腔の

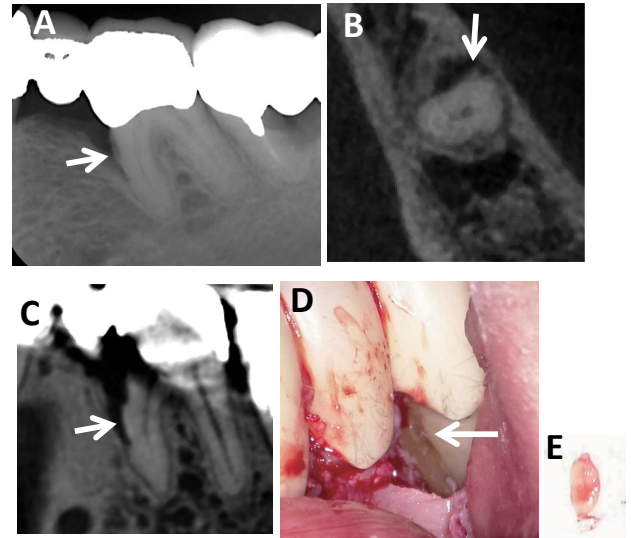


図3 デンタルX-pとCBCTの比較（続・日常臨床のレベルアップ&ヒント67選, デンタルダイヤモンド, 2025. より転載）

A：デンタルX-p. 近心根面に剥離した不透過像（矢印）がみられる。

B, C：同日のCBCT. 根面にはわずかな不透過性の膨隆がみられる（矢印）が根面との間隙は不明確でセメント質肥厚と誤診する可能性がある。

D：手術時. 根面には陥凹があり（矢印）歯石が沈着している。

E：摘出されたセメント質剥離破折片。

拡大や垂直性骨吸収像として認識されるようになる。頬舌面に垂直歯根破折が生じた場合, 骨吸収が歯根幅を超えて拡大すると, エックス線画像上で量状の骨欠損として描出されることがある(図4)。

根尖部に垂直破折が発生した場合, 初期段階では根尖性歯周炎との鑑別は難しく, 破折が歯冠側に向かって拡大するにつれて, 骨欠損も歯冠側へと広がり, 歯根周囲に幅の狭い骨欠損として認識されることが多い(図5)。ただし, 破折線の汚染部位によって骨吸収の発生部位が異なるため, 骨欠損部位=破折部位とは限らない点に注意を要する。

垂直歯根破折の初期では破折間隙が狭いため, CBCTで破折線を確認するのは困難であり, 特に根管充填材やポストが太い場合にはアーチファクトが強くなり, 正確な描出を妨げることがある。一方で, 破折線に沿って形成される狭い3壁性骨欠損(図6)や裂開状骨欠損(図7)は, 垂直歯根破折に特有の放射線学的所見である。

#### 2) 根管壁の確認

垂直歯根破折においては, 根管壁に破折線を直接確認できれば, 診断を確定することができる。破折間隙が狭いと肉眼での判別は困難であるが, マイクロス



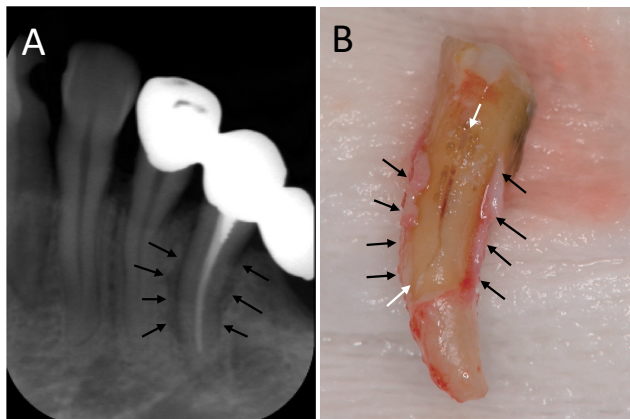


図4 垂直歯根破折による量状骨欠損（文献11より転載）

A：左下5歯根周囲に量状骨欠損（矢印）がみられる。  
B：抜去歯。頬側面に破折線（白矢印）がみられ、周囲の歯根膜が喪失（黒矢印）している。

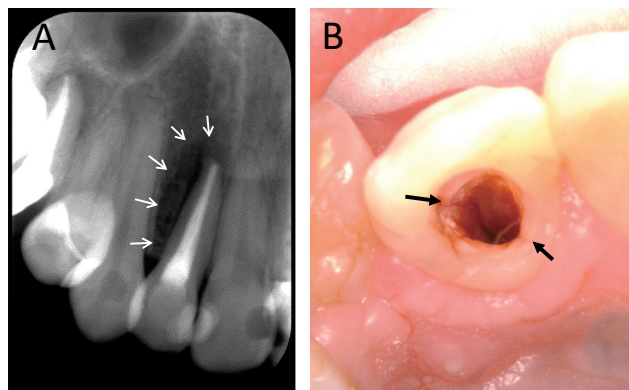


図5 根尖部からの垂直破折（デンタルダイヤモンド, 47, 2022. より転載）

A：右上2に根尖から遠心歯頸部にJ字状骨欠損（白矢印）がみられる。  
B：破折線（黒矢印）

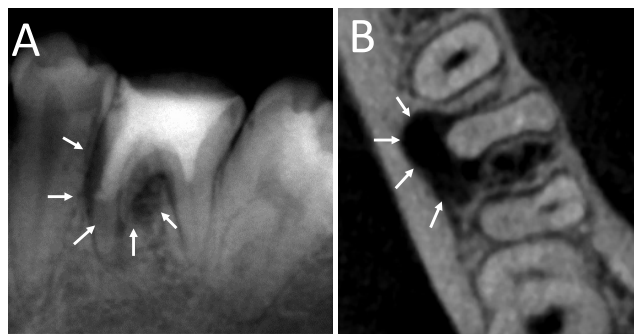


図6 舌側面の狭い垂直性骨欠損（文献11より転載）

A：デンタルエックス線画像。分岐部と近心根周囲に骨欠損（白矢印）がみられる。  
B：CBCT 像。垂直破折に特有の狭い3壁性骨欠損（白矢印）がみられる。

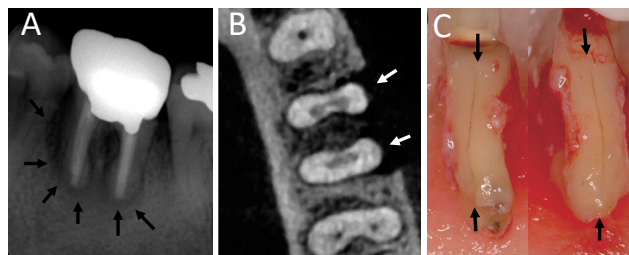


図7 頬側面の裂開状骨欠損（文献11より転載）

A：デンタルエックス線画像。近遠心根周囲に骨欠損（黒矢印）がみられる。  
B：CBCT 像。頬側に裂開状骨欠損（白矢印）がみられる。  
C：抜去した歯根。近遠心根とも頬側面に垂直歯根破折（黒矢印）がみられる。

コープ観察やメチレンブルーあるいは齲蝕検知液による染色を併用することで、破折線の視認性が高まる。

これまでに筆者が経験した症例では、垂直歯根破折で根管壁に破折線が認められないケースはなく、逆に根管壁に破折線が存在しなければ、垂直歯根破折は否定できると考えられる。

### 3) 外科的診断法による歯根面の確認

#### (1) セメント質剥離性破折

診断が困難な症例に対しては、歯肉弁を剥離して歯根面を直接観察する外科的診断が有効である。歯根表面あるいは搔爬された肉芽組織内に剥離破折片を認め、かつ歯根面に明確な段差や陥凹が確認される場合、セメント質剥離破折と診断できる。破折片がポケットなどから自然に排出されている場合でも、痕跡が歯根表面に明瞭に残っていれば、同様に診断を確定できる。

摘出された硬組織片が根面の陥凹と一致しない場合には骨片と考えられるが、この場合でも早期除去と歯周再生療法の併用により良好な治癒を得られることが多い。いずれにせよ、破折線、剥離片、またはそれに由来する根面の変化を確認することが、垂直歯根破折との鑑別において重要である。

#### (2) 垂直歯根破折

歯根表面に亀裂が認められ、すでに破折間隙が開大している場合には、垂直破折と診断可能である。ただし、線状の亀裂のみであっても、垂直破折の可能性は高く、特に破折がセメント質内に限局している症例が分岐部においてまれに観察される。

破折線が確認された場合、外部から切削して4-META/MMA-TBB レジン（スーパーボンド；サンメディカル）で封鎖する処置は、初期段階では推奨さ

れない。接着レジン単体では咬合力による破折間隙の開大に耐えることができず、封鎖部位の接着が破綻することにより、その後の治療が著しく複雑化する恐れがある。すなわち根管から破折線を切削する際の障害になる可能性があるため、封鎖処置は、あくまで根管壁にポストが確実に接着されてから実施されるべきである。なお、垂直歯根破折とセメント質剥離性破折が併発する症例もあるため、剥離破折片を除去した後の根面についても注意深く観察すべきである。

画像診断および臨床所見から垂直歯根破折あるいはセメント質剥離破折が疑われ、診断の確定に至らない場合には、築造体・根管充填材を除去して根管壁を観察する、あるいは歯肉弁を開いて根面を直視することにより、破折線や破折片の確認を行う必要がある。どちらの方法を優先すべきかは、補綴装置の除去の可否、外科的観察の実現性などを総合的に判断し選択する。

### III. 歯根破折の治療

#### 1. セメント質剥離性破折の治療

セメント質剥離破折は発症初期には細菌感染を伴わないことが多いため、早期に診断して剥離破折片および剥離しかけたセメント質を除去することで炎症の改善が得られ、骨欠損の修復やプロービングデプスの改善など、良好な予後が期待できる症例が多い<sup>8,10)</sup>。

また、リグロスなどの再生療法材料を用いることで良好な歯周組織再生が得られる症例も報告されているなど、同様の骨欠損を示す垂直歯根破折と比較しても、セメント質剥離性破折の方が予後は良好である。

#### 2. 垂直歯根破折の治療法

##### 1) 接着治療の基本

垂直歯根破折の治療には、根管から破折線を切削・接着し、ポストを接着する口腔内接着法と、一旦歯根を抜歯し、口腔外で破折部を接着・修復後に再植する口腔外接着再植法がある。また、口腔内接着法によってポストを接着後、再植やフラップ手術によって歯根外側から破折線を切削・接着する方法も報告されている<sup>13)</sup>。

接着に用いる材料には高い生体親和性が求められ<sup>14,15)</sup>、現在でもスーパーボンド（サンメディカル）は最も信頼されている材料の一つである。

##### 2) 口腔内接着法

###### (1) 高周波電流の応用

破折線を超音波装置によりマイクロスコープ下で歯根膜付近まで切削し、接着スペースを確保するととも

に細菌の除去を行う。必要に応じて、ルート ZX3（モリタ製作所）を用いて高周波電流を根管内に通電することもある。

この高周波電流によって狭い破折間隙内にジュール熱が発生し、薬液の沸騰による気泡生成と放電が根管壁の有機成分<sup>16)</sup>や細菌を消滅させ、洗浄効果や止血効果も得られる。これは感染根管治療においても良好な成績を報告されている<sup>17)</sup>。

###### (2) ティースプライマーの併用

従来、象牙質の前処理には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）を用いてきたが、これに加えてティースプライマー（サンメディカル）を併用することで接着強度が向上すると報告されており<sup>18)</sup>、臨床応用している。露出した組織の一層は変性して白濁を呈するが、1週間程度で自然消退するので、臨床的には問題にならないと考えている。

###### 3) 口腔外接着法

再植時に歯根膜に直接ティースプライマーが接すると変性、壊死する可能性があるため、併用は行っていない。歯根膜が壊死すると再植後に骨との再付着が起こらず、根吸収のリスクが高まることになる。リグロスやエムドゲインの塗布が行われることもあるが、期待した効果が得られないこともあり、使用しない症例も多い。

###### 4) 歯根外側接着法

口腔内接着法による破折間隙の封鎖が不完全で死腔が残る場合や、感染歯質の除去が不十分であった場合に、歯肉弁を開いて破折線を歯根外側から切削・接着する方法がある。

裂開状骨欠損などで、歯肉弁の剥離により歯根の露出が可能な場合には、補綴装置を維持したまま審美性や咬合を損なうことなく治療できる利点がある。ただし、隣接面や舌側、根尖部に破折線が存在する場合には、破折線の切削や封鎖が不完全になるため、抜歯して処置を行った後に再植する必要がある。この場合も、必ず口腔内接着法によりポストを接着し、破折の再発を防止したうえで再植術を行うべきである。

### IV. 垂直破折歯の予後因子と治療成績

垂直歯根破折の治療成績には、骨欠損の程度、歯根分離の有無、咬合力などの複数の因子が関与する。北海道大学における臨床研究（承認番号：自019-04600）では、術前プロービングデプス、骨レベル、最後方咬合接触歯の有無が生存率に大きく影響するこ

とが示された。特に、プロービングデプス 3 mm 以下かつ骨吸収を伴わない症例における口腔内接着法の 10 年生存率は 90% 以上であったのに対し、7 mm 以上の深いポケットや歯頸部から根尖部まで広範囲に骨欠損を認めた症例では、2 年以内に 70% が抜歯となっていた。また、最後方の咬合接触歯における 10 年生存率は 50% 未満であった。

これらの結果から、治療成績の向上には、歯周組織破壊の早期段階での治療開始と、咬合負荷の軽減が重要であると考えられる。さらに、術前の歯周組織喪失の程度や咬合条件を慎重に評価した上で、治療適応を判断することが肝要である。垂直歯根破折の接着治療に関する報告<sup>16-18)</sup>からも、治療法や解析手法に多少の差異があっても、症例によっては 10 年程度の長期予後が十分に期待できることが示唆されている。

## V. おわりに

垂直歯根破折に対する接着治療が初めて報告されてから約 40 年が経過した<sup>4)</sup>。その間、治療法や予防法は大きく進歩し、更なる改良の余地も残されている。今後も治療技術の研鑽と研究の蓄積が、より良好な治療成績につながることを期待される。しかし、現時点でも適切な知識と技術をもってすれば、垂直歯根破折に対して有効な治療が可能であり、その普及が望まれる。

## 利益相反開示

寄附講座所属：サンメディカル（株）およびモリタ製作所（株）

## 文 献

- 1) 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: 749-57.
- 2) Moskow BS. Calculus attachment in cemental separations. J Periodontol 1969; 40: 125-30.
- 3) Haney JM, Leknes KN, Lie T, Selvig KA, Wikesjö UM. Cemental tear related to rapid periodontal breakdown: a case report. J Periodontol 1992; 63: 220-4.
- 4) 眞坂信夫. 接着支台築造法—歯根破折の予防と破折歯根の保存. 歯界展望 1985; 66: 101-12.
- 5) 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—平成 23 年度採択プロジェクト研究 B. 歯の破折の診断・治療に関するプロジェクト研究. 歯医学誌 2014; 33: 69-73.
- 6) 長澤麻沙子. 垂直歯根破折歯の治療実績と今後の方向性. 日補綴会誌 2023; 15 (関越支部学術大会特別号): 26.
- 7) 眞坂こづえ. 垂直歯根破折歯修復の実際と長期予後. 日補綴会誌 2023; 15 (関越支部学術大会特別号): 28.
- 8) Chou J, Rawal YB, O'Neil JR, Tatakis DN. Cemento-dental tear: a case report with 7-year follow-up. J Periodontol 2004; 75: 1708-13.
- 9) 元木洋史, 菅谷 勉, 川浪雅光. セメント質剥離破折による歯周組織破壊と破折面への細菌付着. 日歯保存誌 2009; 52: 411-8.
- 10) 菅谷 勉, 元木洋史, 川浪雅光. セメント質剥離破折による歯周組織破壊の治療. 日歯周誌 2013; 54: 307-14.
- 11) 菅谷 勉. 垂直歯根破折の早期診断. 日歯内誌 2022; 43: 69-75.
- 12) 菅谷 勉. 垂直歯根破折の接着治療と予後に影響する要因. 顎咬合誌 咬み合わせの科学 2024; 44: 5-13.
- 13) 菅谷 勉. Chapter 3-6. 二階堂 徹監修, 菅谷 勉, 海老原 新. 垂直歯根破折歯を救え! いざという時使いたいサイエンス&テクニック. 東京: クインテッセンス出版; 2013, 38-99.
- 14) 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: 1453-60.
- 15) 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療. 日歯保存誌 2002; 45: 787-96.
- 16) Kumagai H, Sugaya T, Tominaga T. Cauterization of narrow root canals untouched by instruments by high-frequency current. Materials 2023; 16: 2542.
- 17) 富永敏彦, 高比良一輝, 多田瑛一朗, 菅谷 勉. EMAT (Electro-Magnetic Apical Treatment)—高周波通電を応用した難治性根尖性歯周炎への対応—. 日歯内誌 2022; 43: 28-36.
- 18) 中村光夫, 野川博史, 宮森紗耶香, 吉川真穂, 今井啓文, 小泉寛恭. 象牙質接着に対する各種表面処理材とセルフエッチングプライマーの併用効果. 接着歯学 2017; 35: 33-9.

著者連絡先: 菅谷 勉

〒066-8586 札幌市北区北 13 条西 7 丁目

Tel: 011-706-4272

Fax: 011-706-4334

E-mail: sugaya@den.hokudai.ac.jp