依 頼 論 文

◆企画：第 125 回学術大会／臨床リレーセッション 3「インターディシプリナリーデンティストリー ー補綴歯科専門医は他分野から何を求められているかー　歯周，歯内療法の立場から」

根管充填後のコロナルリーケージ～歯内療法と歯冠修復との密接な関係～

木ノ本喜史

Coronal leakage after root canal filling; interface between endodontics and restorative dentistry

Yoshifumi Kinomoto, DDS, PhD

抄　録

良好な根管充填が完了した歯であっても歯冠側から根管内に漏洩が生じると，修復前には認めなかった根尖性歯周炎が発症する．この現象はコロナルリーケージと呼ばれており，修復の再治療が必要となる原因の一つである．最終修復までの仮封の期間や支台築造装着までの根管の汚染，修復後の二次う蝕等がコロナルリーケージに影響を及ぼす．根管充填がしっかり達成されていれば，根尖へ感染は波及しないわけではなく，修復後にも根尖に感染が生じる可能性がある．歯内療法においては当然のことであるが，修復処置においても根管の感染を意識した処置が必須である．

キーワード

コロナルリーケージ，歯内療法，感染，支台築造

Ⅰ．根管充填後の歯冠側からの漏洩（コロナルリーケージ）とは

歯内療法の処置が完了した歯はその後に修復処置を受けることより，口腔内で保存され機能することになる．そして，その歯を将来的に長持ち（Longevity）させるためには，修復物の適合や外形，咬合，剛性，そして，う蝕や歯周病を予防するためのメンテナンスが重要とされている[1]．しかし，修復後に根尖病変などの根尖性歯周炎が生じ，あるいは再発して再治療や最悪の場合抜歯が必要となる症例も経験する．この場合，根尖性歯周炎の発生は，以前の歯内療法の不備が原因であろうか．

根尖性歯周炎は感染物質（主に細菌による感染）が根管を経由して根尖孔から体内に侵入することに対する生体の防御反応として捉えることができる．したがって，歯冠修復が完了し数年間無症状であった歯において根尖性歯周炎が発生した場合は，根管充填が完了していたにも関わらずどこからかを経由して根管内に感染源が侵入し，それが根尖孔まで到達した結果であると考えられる．この現象を歯内療法学においては，「根管充填後のコロナルリーケージ（歯冠側からの漏洩）」と捉えている[2]．

根管壁の象牙質は平滑ではなく，かつ材質的に軟らかい．そこにガッタパーチャとシーラーを用いて根管充填を行っても，その界面は密着しているレベルで封鎖性はそれほど高くない．近年進歩が著しい接着性材料も，根管壁の象牙質に対する接着はいまだ歯冠部歯質への接着ほど信頼性が高くないのが現状である．また，根管系にはイスムスやフィン，側枝，象牙細管など，根管充填前の拡大・形成による清掃が困難で，根管充填材も入っていきにくい部位が存在する[3]．これらの原因によって，歯冠側に細菌などの感染源や唾液などが貯留すると，根管充填を行っても根管を通じて根尖部から周囲組織に感染物質の漏洩が生じる．これが歯冠側からの漏洩，コロナルリーケージ（coronal leakage）である（図 1）．

根管充填は根管治療における最終の目標として捉え

医療法人豊永会きのもと歯科（大阪府）
大阪大学大学院歯学研究科口腔分子感染制御学講座（歯科保存学教室）
Medical cooperation Hoeikai, Kinomoto Dental Office (Osaka)
Department of Cariology and Endodontology, Osaka University Graduate School of Dentistry

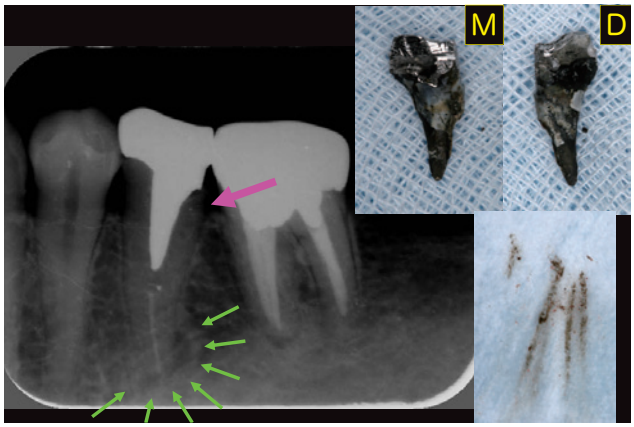

図 1 43 歳男性の下顎左側第二小臼歯に生じた根尖病変．10 年以上前に修復処置を受けたとのこと．コアの歯肉側マージンにう蝕を認めた（太矢印）．金属ポストを除去したところ，ポストのセメントは変色して軟化していた（右上）．また，根管内にファイルを挿入すると根管壁も軟化して汚れていた．歯冠側からの漏洩が根尖まで到達していた可能性が高いと推察された．

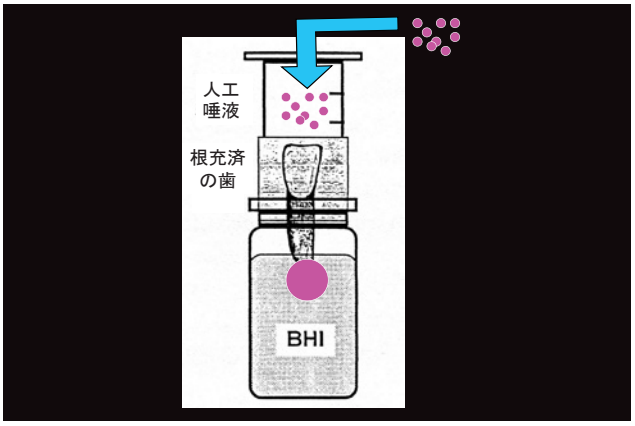

図 2 in vitro におけるコロナルリーケージの実験方法．上部のチャンバーに人工唾液などを満たして，そこにインクや細菌などを入れる．その後，根尖部への浸透を確認する．細菌の場合は，下部のバイアルには培地を使用する．根管充填済みの歯であっても，歯冠側から根管を経由して根尖部への漏洩が生じる．

られることが多く，根管治療とは根管充填までであり，それで完了すると考えられがちであるが，実は，根管充填後も根尖孔外の周囲組織が感染に曝される恐れがある[2]．したがって，根管治療の後，修復治療を受けた歯が長期間にわたり口腔内で機能し，保存されるためには，歯科補綴学的な観点からの対応だけでなく，根尖性歯周疾患の再発防止を念頭におき根管充填後の漏洩を阻止することも重要である．本稿では，「コロナルリーケージ」について，その研究の歴史から臨床的な対応まで解説を行う．

II．コロナルリーケージに関する研究の歴史的背景

1980 年代前半までは根管充填後の漏洩に関しては，根尖部の封鎖性が影響すると考えられていた．ところが，1987 年に Safavi らにより，根管充填後に修復まで完了した症例と仮封状態の症例の予後経過の報告[4]がなされ，歯冠側の封鎖の重要性が示唆された．同年に，Madison らにより，根管充填歯においても歯冠側から根尖に漏洩が生じることが in vitro と in vivo の研究で明らかにされた（図 2）[5–7]．Madison らの報告後，細菌を用いたり，シーラーや加圧方法を変えた in vitro の報告が続いた[8–10]．いずれの研究もガッタパーチャとシーラーを用いた根管充填により，歯冠側からの微小漏洩は阻止できない結果であった．根管壁への接着性を有するとされた接着性の根管充填材も開発されたが，完全に漏洩を阻止するには至っていない．したがって，現在も完璧な封鎖性を有する根管充填材は存在していないのが現状である．

III．歯冠部の封鎖の質と根管充填の質の関係

1995 年に Ray と Trope により報告された，歯冠部修復の質と根管充填の質，そして根尖部の病変の有無（炎症状態）を比較した Temple 大学の患者における疫学研究によると，根管充填の質よりも歯冠部修復の質が根尖部の炎症状態に大きな影響を与えていた．つまり，根管充填が不良でも歯冠部の封鎖が達成されていれば，根尖部に病変が生じる割合が少ない，という結果であった（図 3）[11]．

歯内療法の立場からすると意外なこの結果により，そのあとにさまざまな研究が続き，2011 年になり Gillen らによってメタアナリシスの論文が報告され，一応の結論が導かれた[12]．彼らは，歯冠部修復と根管充填の質を比較した論文を検索し，9 論文をクライテリアに合致したと判断した．その結果，根管充填の質も歯冠部修復の質も同程度に根尖部の炎症状態に影響を与えていた．1995 年の Ray と Trope の論文は，歯冠修復において，ポストやコアが入っている歯を除外していたので，歯冠側からの漏洩が生じやすい歯を対象にしていた可能性があり，選ばれた 9 論文の中ではもっとも歯冠側の封鎖の影響が大きい論文であった．ただし，Gillen らのメタアナリシスの論文も元になっている 9 論文はいずれも cross-sectional study（ある一時点における所見による判断）の疫学論文であり，エックス線写真の撮影方法や読影精度の

修復の状態	歯内療法の状態	根尖病変なし（%）
Good	Good	91.4
Good	Poor	67.6
Poor	Good	44.1
Poor	Poor	18.1

図3 修復と歯内療法と根尖部の炎症状態の関係
Ray らの研究[11]の結果の要約．修復と歯内療法の両者が良好であれば根尖の状態は良好で，不良であれば不良である．しかし，一方が不良の場合，修復が良好である方が成績がよいという結果が示された．

修復の種類	生存率
鋳造修復	91.7 %
アマルガム修復	86.5%
コンポジット修復	83.0 %
暫間修復	34.5 %

図4 歯内療法の終了した歯の生存率と修復物との関係
Lynch らの研究[14]の結果の要約．暫間修復の状態で経過すると，歯の生存率は低くなることが示されている．

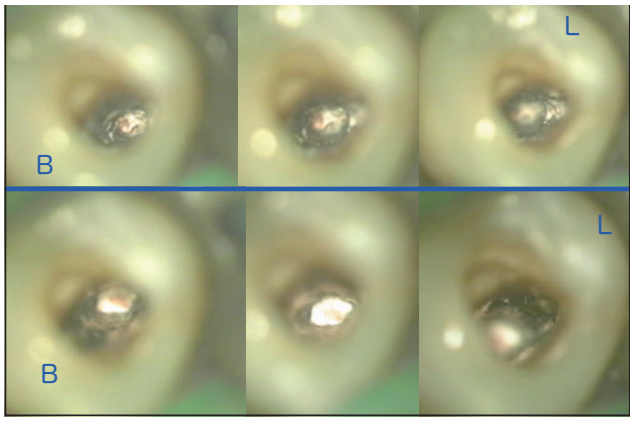

図5 33歳女性の下顎左側第一小臼歯．根管充填後に直接法によるレジンコアを計画した．ラルゴリーマーによりポスト孔を形成し唇舌側を確認すると，フィンにガッタパーチャと削片が詰まっているのが確認された（上段）．超音波装置を使用して削片などを清掃した後の状態（下段）．根管の形態は必ずしも円形ではないが，ポスト孔の形成は円形になりがちで，イスムスやフィンに削片が詰まってしまう．これらがコロナルリーケージの通路になる可能性がある．

問題，病変が治癒途中か否かの判断が困難，根管充填と歯冠部修復の時期の特定が困難などのバイアスとなる原因を内包している．さらに，根管内に細菌が存在しても必ずしも根尖部に炎症が生じるわけではないとの報告もある[13]．したがって，歯冠部の修復と根管充填の質が根尖部の炎症に及ぼす影響について完全な結論が出たとはまだ言えないかもしれない．

Ⅳ．コロナルリーケージに影響を及ぼす歯冠修復処置

歯冠修復処置が原因となりコロナルリーケージが生じる機会を，時期により分類すると，修復前，支台築造形成後で装着前，修復処置後と3つに分けて考えることができる．

1．修復前

最終修復前の暫間修復の状態は，多くの研究によって漏洩が生じやすいとされている．根管充填後に，修復が行われた症例と暫間修復のままの症例を比べた研究によると，有意に後者の生存率が低かった（図4）[14]．根尖部の病変の変化などの経過を観察する必要がある症例も存在するが，仮封の漏洩などによる根管の感染を考慮すれば，なるべく早期に最終修復を施すことが望ましい．

2．支台築造形成後で装着前

支台築造の形成を行う場合には，根管充填を行ったガッタパーチャに対して外力を加えることになるため，根管充填の質にさまざまな影響を与える．

根管にはイスムスやフィンなどが存在するが，ポスト孔を形成するためのバーは回転運動をするため，イスムスなどが切削されることはなく，そこには削片が入り込んでいるだけのことが多い（図5）．イスムスなどが緊密に封鎖されていなければ，歯冠側から根尖への漏洩は容易に生じる．

また，ポスト孔の形成により硬化したシーラーが破壊されると，根管の封鎖性が低下する．このような状

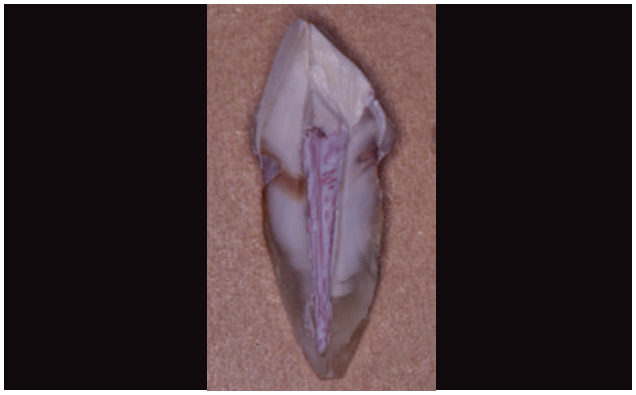

図 6 ガッタパーチャとシーラーによる根管充填は，根管壁に密着しているだけであり，実は封鎖性はそれほど高くない．歯頚部からの二次う蝕により感染が根管に到達すると，根尖へ波及する恐れが高い．

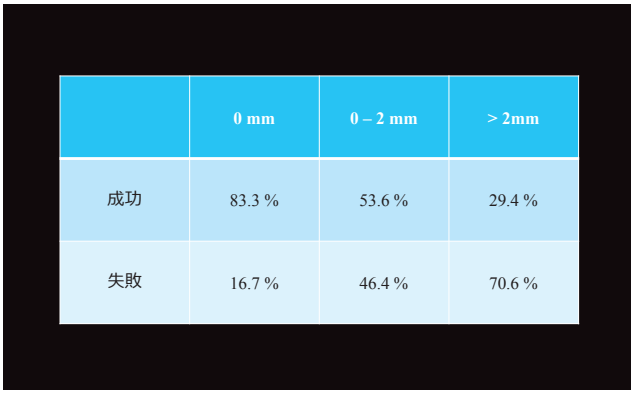

図 7 歯内療法の成功率と，ポストと残存ガッタパーチャ間の距離の関係

Moshonov らの研究[18]の結果の要約．ポストと残存するガッタパーチャの間に隙間があると成功率が低いことが示されている．

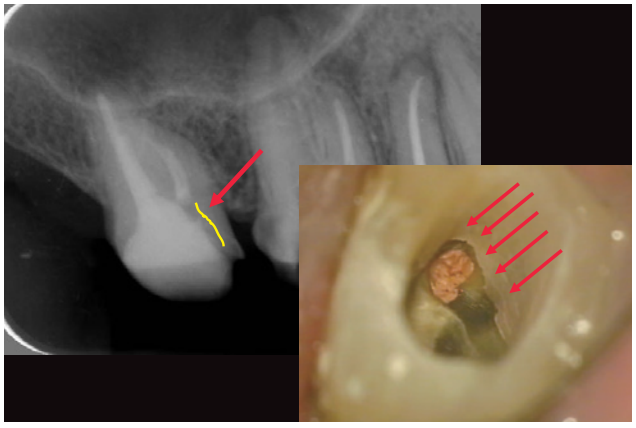

図 8 34 歳男性．上顎右側第二大臼歯の根管充填後のレジンによる封鎖の下に空洞が存在した．この部位に感染源が貯留するとコロナルリーケージにより，経年的に根尖まで感染が波及する可能性が高い．

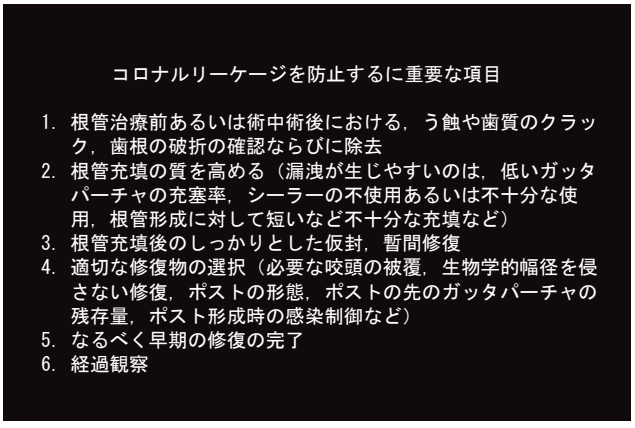

図 9 コロナルリーケージを防止するために重要と考えられる項目

態で，不適切な仮封やうがいなどにより根管内に唾液などが侵入すると根管内に感染が生じる．具体的には，ポスト孔形成後や印象採得後，仮封除去後などに患者にうがいをさせることは避けなければならない．間接法で支台築造を作製する場合は，支台の合着あるいは接着が終了するまでは根管治療が継続していると考えて厳密な防湿や緊密な仮封を行う必要がある．

ポスト孔の形成に関して，根管充填直後と次回来院時のどちらの時期が封鎖に関して影響するかを調べた報告も見られるが，元来ガッタパーチャとシーラーでの根管充填によってコロナルリーケージは生じるので，有意な差が示されず，どちらも漏洩が生じるという結果になりがちである．

しかし，根管充填直後にプラガーで加熱してポスト孔を形成した場合は，20 日間漏洩が生じなかったとの報告もある[15]．根管充填後，シーラーは薄いセメント層であることを考慮すると，シーラーの硬化後に力を加えることは避けるのが無難であると推察される．また，ガッタパーチャの除去に関しては，回転切削器具や手用ファイルを用いる方法よりも，熱したプラガーで除去する方法の漏洩が少ないと報告されている[16,17]．これは，プラガーによりガッタパーチャが圧接される効果も期待できるからであろう．

根尖部に残すガッタパーチャの長さについても，さまざまな報告があり，根尖部の封鎖に影響するとされている．当然，長ければ長いほど封鎖能力が高い．最低 3 mm が必要であるが，余裕もみると 6 mm とする報告がある[16]．しかし，6 mm あっても漏洩は起こるので，ガッタパーチャより歯冠側の封鎖を重視すべきである．

3．修復処置後

修復処置後の漏洩に関しては，二次う蝕による感染が考えられる．修復歯の歯冠部あるいは歯頸部にう蝕が生じると，象牙細管を通じて歯髄腔に感染が到達する（図6）．ポストの合着あるいは根管の封鎖がセメントなどで緊密に行われていれば，ガッタパーチャとシーラーによる封鎖である根管充填部位より歯冠側において封鎖が達成されるので，コロナルリーケージは生じにくい．しかし，ポスト周囲のセメントに不足や崩壊があったり，ポストの先端とガッタパーチャの間に空洞があったりすると，感染源が貯留する空間となり，やがて根管充填部を通じた漏洩が生じる（図7）[18]．したがって，根管充填時に根尖付近に死腔を作ることは避けなければならないのと同じく，ポストの合着においても根管内にセメントが行き渡らない空洞を作ることは避けなければならない．

近年，歯質への接着性能が向上し，良好な成績が期待されているファイバーポストを使用したレジンコアであるが，ポスト孔の壁の一部はガッタパーチャであることを忘れてはならない．ガッタパーチャとレジンは接着しないため，レジンの重合収縮により界面に隙間が生じる可能性が高い．歯根や支台築造の破折にはさほど影響を与えない隙間であるかもしれないが，コロナルリーケージには大きく影響すると考えられる．また，レジンコア内部の気泡や歯質との界面に生じた隙間（図8）も同様の結果を招く恐れがある．

根管内に漏洩が生じた場合に，漏洩がガッタパーチャまで進展しないように，ガッタパーチャの上部をセメントなどでふたをする，coronal barrier または orifice plug と呼ばれる考え方がある．Yamauchi らは根管口部に2 mm のセメントあるいはコンポジットレジンを充填すると，8カ月後の根尖部の炎症状態は有意に良好であったと報告している[19]．もちろん，意図的に coronal barrier を作製してもよいが，鋳造ポストが短くなったときに，ポストの先のガッタパーチャとの空間をしっかりとセメントで埋めておけば，考え方によっては，ガッタパーチャの上に coronal barrier を作製したことと同じ効果があるかもしれない．ポストの先の空洞は避けるべきである．

V．治療歯の長期の成功のために必要なこと

根管充填時には症状が治まっていた歯において術後に根尖部に病変が出現した場合，根管治療自体の不良か，あるいはコロナルリーケージによる感染が原因であるかを断定することは困難である．しかし，たとえば根管充填後5年や10年以上経過後に症状が出たり，根尖部にエックス線透過像が現れたりした場合には，コロナルリーケージが原因になっている可能性が高い（図1）．

日本が直面している高齢社会において，根管充填済みの歯が口腔内で機能する時間は今後ますます長くなると予測される．長期に渡り根管充填済みの歯を保存し機能させるためには，コロナルリーケージを理解した根管治療と修復治療が重要である（図9）．

文　献

1) 前田芳信．欠損を拡大しない補綴を目指して–5年以上のメンテナンス症例の観察結果から–　日補綴会誌 2012; 4：178–182.
2) Gish SP, Drake DR, Walton RE, Wilcox L. Coronal leakage: bacterial penetration through obturated canals following post preparation. J Am Dent Assoc 1994; 125: 1369–1372.
3) 木ノ本喜史．歯内療法成功への道　臨床根管解剖–基本的な知識と歯種別の臨床ポイント．東京：ヒョーロン・パブリッシャーズ；2013.
4) Safavi KE, Dowden WE, Langeland K. Influence of delayed coronal permanent restoration on endodontic prognosis. Endod Dent Traumatol 1987; 3: 187–191.
5) Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. J Endod 1987; 13: 56–59.
6) Madison S, Swanson K, Chiles SA. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. J Endod 1987; 13: 109–112.
7) Madison S, Wilcox LR. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study. J Endod 1988; 14: 455–458.
8) Torabinejad M, Borasmy U, Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. J Endod 1990; 16: 566–569.
9) Ravanshad S, Torabinejad M. Coronal dye penetration of the apical filling materials after post space preparation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992; 74: 644–647.
10) Khayat A, Lee SJ, Torabinejad M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. J Endod 1993; 19: 458–461.
11) Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. Int Endod J 1995; 28: 12-18.
12) Gillen BM, Looney SW, Gu LS, Loushine BA, Weller RN, Loushine RJ, et al. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. J Endod 2011; 37: 895–902.
13) Ricucci D, Bergenholtz G. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries -a histobacterio-

logical study of treated cases. Int Endod J2003; 36: 787-802.
14) Lynch CD, Burke FM, Ní Ríordáin R, Hannigan A. The influence of coronal restoration type on the survival of endodontically treated teeth. Eur J Prosth Restor Dent 2004; 12: 171-176.
15) Grecca FS, Rosa AR, Gomes MS, Parolo CF, Bemfica JR, Frasca LC, et al. Effect of timing and method of post space preparation on sealing ability of remaining root filling material: in vitro microbiological study. J Can Dent Assoc 2009; 75: 583-583e.
16) DeCleen MJ. The relationship between the root canal filling and post space preparation. Int Endod J 1993; 26: 53-58.
17) Raiden GC, Gendelman H. Effect of dowel space preparation on the apical seal of root canal fillings. Endod Dent Trauma 1994; 10: 109-112.
18) Moshonov J, Slutzky-Goldberg I, Gottlieb A, Peretz B. The effect of the distance between post and residual gutta-percha on the clinical outcome of endodontic treatment. J Endod 2005; 31: 177-179.
19) Yamauchi S, Shipper G, Buttke T, Yamauchi M, Trope M. Effect of orifice plugs on periapical inflammation in dogs. J Endod 2006; 32: 524-526.

著者連絡先：木ノ本　喜史
〒564-0072　大阪府吹田市出口町 28-1
ラガール豊津 1F　医療法人豊永会きのもと歯科
Tel & Fax: 06-6192-8020
E-mail: kinomoto@kinomoto-shika.com