HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	根管拡大形成を簡略化する高周波通電と接着根管充填
Author(s)	菅谷, 勉
Citation	北海道歯学雑誌, 42, 2-7
Issue Date	2021-09-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/82745
Type	journal article
File Information	42_01.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道歯誌　42：2−7，2021.

最新の歯学

根管拡大形成を簡略化する高周波通電と接着根管充填

High frequency conduction and adhesive root canal filling to simplify root canal preparation

北海道大学 大学院歯学研究院 口腔健康科学分野 歯周・歯内療法学教室
菅　谷　　勉

根管治療の問題点

1．根管拡大形成の限界

抜髄や感染根管治療は処置件数が多く，日常臨床で膨大な時間を費やしている．その多くは根管拡大形成のためであるが，これは歯髄や感染歯質を機械的に除去し根管充填を確実に行うために必須とされている．近年，根管拡大形成用器具の開発が進み，さまざまな製品が広く臨床で使用されるようになっており，とくにNi-Tiロータリーファイルは湾曲した根管への対応を大きく向上させた．しかし，偏平な根管やイスマスなどは切削できず，これらに対してはSAFシステムなどファイルを上下動させる機器が開発されているが，改良の余地が多いのが現状である．さらには，副根管，側枝，根尖分枝，髄管などは，存在すらわからないことがほとんどで，神の手をもってしても機械的に切削することは不可能である．

とくに臨床で大きな問題になるのは，一度根管が拡大形成されてジップやレッジが形成されている根管の再治療である[1)]．ジップやレッジがあるとマイクロスコープや最新機器を駆使しても切削できない部位が残ってしまい，感染根管治療の成功率を著しく低下させることになる．

2．作業長の精度

根管拡大形成を行うためには，まず作業長を適切に決定することが重要である．作業長が短くなれば根尖部に多量の細菌が残存することになり，根尖性歯周炎を誘発する危険性が高くなる[2)]．長くなれば歯根膜や歯槽骨を機械的に損傷することになり，感染源となる根管内容物や切削片を不必要に根尖歯周組織内に押し出すことにもなる．作業長を決定するためには電気的根管長測定法が最も精度が高く臨床でも多用されているが，最近の電気的根管長測定器は歯根膜にファイルが到達すると静電容量が変化することを利用しているので，正確な測定のためには根尖孔を穿通してファイルを歯根膜に到達させる必要がある．

ファイルが歯根膜に達しても，電気的根管長測定結果にはばらつきがあり，製品や研究によって差はあるものの，標準偏差（SD）は少なくても0.5 mm程度はある．正規分布では1SDに68.2 %のデータが，2SDに95.4 %が含まれることを考えると，根管長測定器の指示値を基準として作業長を決定した場合，1 mmアンダーになる症例が5 %程度出現することを覚悟しなければならない．もっとも，ファイルが根尖孔外に突出するとファイル先端が根管内にあるときと電気的挙動は大きく異なるはずであり，日常臨床でもそのことは実験できるので，そもそも電気的根管長測定結果が正規分布しているか疑わしいが，バラツキを把握できるデータは公開されていない．

電気的根管長測定による作業長の決定が1 mm以上アンダーになる確率が5 %とすると，根尖性歯周炎を起こすのに十分な細菌量が根尖部根管に残存する症例が多数存在することになり，これは許容できるものではない．この誤差を解消するためには，根尖孔を穿通してファイルをやや根尖から突きだして（いるつもりで）グライドパス（根管拡大形成の予備拡大）を2サイズ程度行うと，残髄や細菌の取り残しをかなり防げると考えられる．これによって歯根膜や歯槽骨に機械的損傷を加える危険性は高いが，ファイルで歯根膜を突き刺すことの傷害は，抜髄による組織の切断に比べて大きくはないし，根尖部根管に細菌が残存することに比べれば為害性は低いと想像される．臨床的にも術後の痛みを悪化させることにはなっていないようである[3-6)]．しかし，根尖孔に穿通しようとすると，根尖孔近くの根管は狭窄したり湾曲したりしていることが多いため，穿通性を高めた専用のファイルや，穿通に適した複雑な動きをするモーターとNi-Tiファイルを利用しても時間がかかり，さらに根管内容物や切削片の溢出がある程度は避けられないという問題がある[7, 8)]．

3．根管洗浄と根管貼薬

ファイルで機械的に細菌を完全に除去できないのであれば，根管洗浄や根管貼薬に期待することになる．超音波装置による根管洗浄は根管内容物を除去するのに効果的であ

り[9]，さらに次亜塩素酸ナトリウムで根管を満たして超音波装置で撹拌するというpassive ultrasonic irrigationは，次亜塩素酸ナトリウムの効果を高めるとされている[10]．しかし，ファイルが到達しない根管にはほとんど無力で，根尖分枝や側枝，レッジより根尖側の根管の細菌を除去することはきわめて困難である[11]．また，根管貼薬でもバイオフィルムを完全に殺菌するのは難しいとされており[12, 13]，根管充填された歯の45-73 %に細菌が残存しているとの報告もある[14]．

4．根管充填による細菌の封入と不活化

象牙細管内に生き残ってしまった細菌は，根管充填によって封入され不活化できる（entombment）という考えもあるが[15]，現状の根管充填材の多くがそれほど優れた封鎖性を有するものではない．補綴物が脱落して根管が露出した場合，根管充填状態は良好に見えても，高い確率で細菌が根尖まで到達して根尖に病変をつくることを臨床でしばしば経験していることからも，根管充填の封鎖性はそれほど高いものではないことは実感できる．したがって，根管内に残存した細菌を本当に封入できるのかは疑問の余地がある[16]．

とくに，ファイルが到達可能な位置より根尖側の根管では，シーラーが侵入したとしても，根管壁にバイオフィルムが形成されていればシーラーと根管壁が接着することは不可能と考えるのが妥当で，entombmentは期待すべきでないであろう．さらに，ファイルが到達不可能な根管はペーパーポイントも到達しないため乾燥できないことから，細菌を除去できても多量の水分がある状態での封鎖が求められる．さらに，完全な無菌状態を得ることや完全な封鎖が持続することへの不確実性と，以前の根管充填材のわずかな残存による封鎖阻害の可能性を危惧すると，根管充填材には抗菌性も具備していることが望ましい．残念ながら，これらの要求をすべて満たす根管充填材で臨床応用可能な製品は現存しないのが現状である．

5．根管外の病原因子

根尖性歯周炎は根管内の病原因子を取り除くことによって治癒することが多いが，マイクロスコープで根管内に原因が何も見つからなくても，根尖病変が改善しないことがある．この場合は，歯根表面のセメント質にバイオフィルムが形成されていたり，病変内に細菌や真菌がバイオフィルムを形成して存在したりしていることが疑われる[17, 18]．根管外の病原因子については根管内の処置では解決できないので，根尖切除や根尖掻爬，洗浄などが必要とされている．

これらの症例に対する非外科的な治療も試みられており，今後，外科処置を避けたい患者が増加すると考えられることからも発展が期待される．

高周波電流による
ファイル到達不可根管の発熱と殺菌

1．根管内の色素分解

高周波電流は古くから電気メスとして広く使用され，電極と組織との接触抵抗による発熱のほか，電極近傍の軟組織内では電流密度が高くなって発熱するため，組織中の水分が急速に蒸散して組織が破壊され，組織が切断される．さらに，高周波電流はわずかな間隙でも導電率の高い物質で満たされていれば電流が流れ，周波数が高くなるほど流れやすくなるため，ファイルが根尖孔に到達せず，電気的根管長測定器の周波数では電流がほとんど流れない根管であっても，その100倍の周波数であれば電流が流れることは多い．すなわち，高周波電流は，ファイルが到達しなくてもファイル先端と根尖孔の間に通電して発熱させることが可能である[19]．

塩基性フクシンで着色したデンプンペーストを透明根管内に塗布して乾燥させた後に，10 %次亜塩素酸ナトリウムを根管に満たし，ファイルを挿入して通電すると，ファイル先端と根尖孔の間で脱色が始まり，1秒程度で大部分の色素は分解された（図1）．通電しなければ脱色はほとんどないので，通電により次亜塩素酸ナトリウムの酸化力が著しく向上したと考えられる．次亜塩素酸ナトリウムの抗菌性はその酸化力にあるとされていることから，短時間でファイルが到達不可能な根管を殺菌できる可能性を示唆するものである．

2．根管内での放電現象

根尖狭窄部では電流密度が高くなって発熱し，根管内容液の沸点を超えると気泡が発生し，気泡内に放電が起こる．＃45の主根管と＃10の副根管を透明根管模型に作製して通電すると，両方の根管で気泡が発生し，多数の放電がさまざまな部位で繰り返し生じるのが確認された（図2）．気体内で放電するとプラズマが生じると言われており，とくに次亜塩素酸ナトリウムに通電して生じる気泡内には酸素が

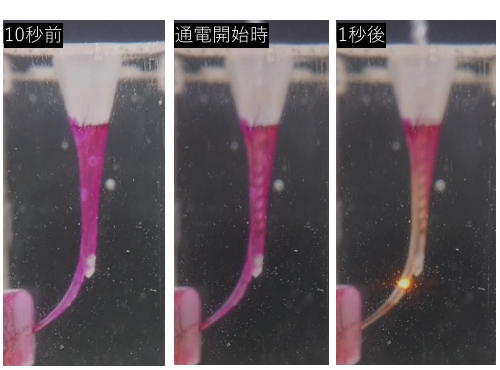


図1　高周波電流通電による色素消失
通電しなければ脱色はほとんどないが，通電1秒でファイルと根尖の間は概ね色素が分解される．

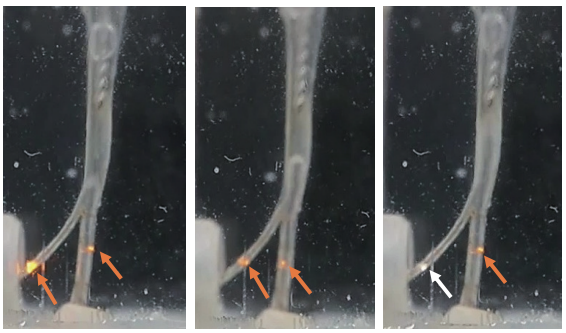


図２　主根管と副根管での放電
両根管の様々な部位でオレンジや白色の放電が繰り返し生じる．

豊富であることから，殺菌効果が著しく高い酸素プラズマが発生していると思われる．放電はオレンジ色のこともあり白色のこともあるため，さまざまな種類の放電が生じていると考えられるが，詳しくは今後の研究を待たなければならない．

根管内を超音波装置で洗浄しても，ファイル先端から1 mm根尖側ではほとんど洗浄効果は得られない．しかし，高周波電流を用いることで放電現象がみられたことは，レッジなどでファイルが到達しない主根管の根尖部根管や，副根管や側枝まで，薬液さえ浸透できれば秒単位での強力な殺菌を期待させるものである．

３．象牙質根管モデルでの高周波電流による根管壁の形態変化

根管内で気泡が発生した部位で，放電とくに火花放電やアーク放電が生じると瞬間的にきわめて高温になると考えられる．そこで，厚さ1 mmの象牙質片に直径0.1 mmの模擬根管を作製し，プランク－リュクロ溶液で５分間脱灰し，10 %次亜塩素酸ナトリウムを満たして高周波電流を通電した．

試料を分割して根管壁を電子顕微鏡（SEM）で観察し，さらに元素分析を行った結果，通電しないコントロールでは，脱灰で多量に露出したコラーゲンが根管壁を覆って象牙細管がみられない状態であったが，通電により根管壁のコラーゲンは蒸散し象牙細管が露出した．さらに象牙質が溶融し凝固したと考えられる多孔質の溶岩状構造もみられた（図3）．この部位では酸素や水素は検出されなかったことから，炭酸ガスレーザーやEr-Yagレーザーを照射した場合に生じるのと同様に，象牙質内の有機質が蒸散しアパタイトが溶融凝固したものと考えられた．このような象牙質壁の構造変化は，電圧を上げたり，通電時間を長くしたり，模擬根管内容液を生理食塩液から次亜塩素酸ナトリウムに変えることによって増加した[20]．コラーゲンが蒸散するには300 ℃以上，象牙質が溶融するには1000 ℃を超える温度が必用であり，高周波電流の通電は，瞬間的にきわめて高い温度を得ることが可能と考えられる．

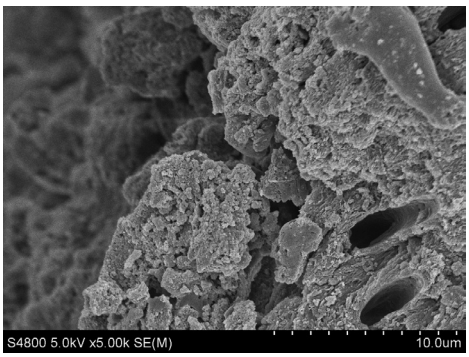


図３　模擬根管内への高周波電流通電後のSEM像
根管壁は溶岩状の構造を呈している．

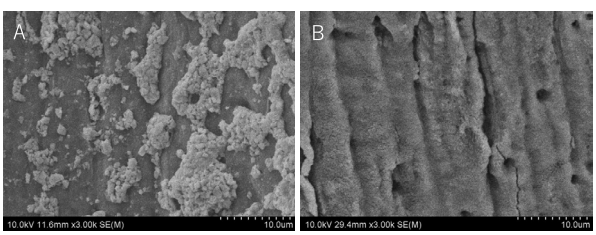


図４　模擬根管への高周波電流通電による細菌の消失
Ａ：未通電．Ｂ：３秒通電．
通電により細菌のコロニーは消失している．

４．高周波電流による細菌の除去

前述の直径0.1 mmの模擬根管モデル内に付着性が高い*Actinomyces naeslundii*を培養してバイオフィルムを形成し，模擬根管内に生理食塩液または10 %次亜塩素酸ナトリウムを滴下して，#50ファイルで3秒間通電，割断して根管壁をSEM観察した．通電しない模擬根管では多量の細菌がバイオフィルムを形成していれたが，通電により細菌はすべて消失し，象牙細管が露出していた（図4）．根管内容液が生理食塩液でも，次亜塩素酸ナトリウムでも細菌の残存は見られなかった．

模擬根管壁からの細菌の消失が，沸騰による気泡の発生で機械的に除去されたのか，発熱により蒸散したのかは明らかではなく，通電条件による効果の違いを検証していく必要はあるが，高周波電流の通電は瞬時にファイルが到達しない根管を無菌化できる可能性が示された．

５．髄床底髄管の殺菌

根尖近くにレッジがあってファイルが根尖に穿通できない症例で，高周波電流を通電することで炎症や根尖部骨欠損が消失する症例はすでに多数経験している．さらに，大臼歯の分岐部の髄管が原因と疑われる分岐部病変が治癒する症例もある．髄床底には髄管が多いと言われているが[21-24]，マイクロスコープを用いたとしても髄管を発見することはきわめて困難であり，機械的に細菌を除去することも不可能である．しかし，髄床底を次亜塩素酸ナトリウムで浸潤して，根尖孔に電流が流れない状態で高周波電

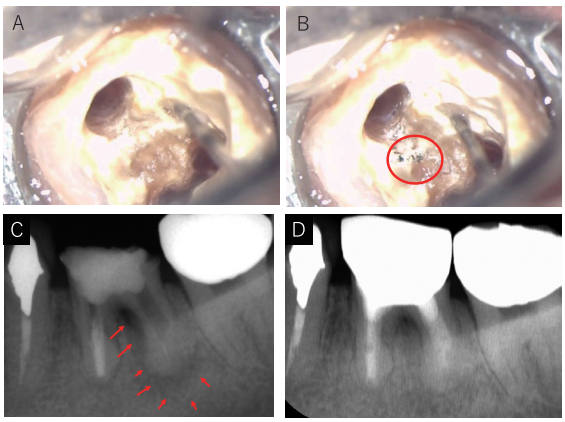


図５　髄床底への高周波電流通電による髄管の焼灼
A：通電前．B：通電後　数か所で炭化した（○内）．
C：術前エックス線写真　遠心根尖部と分岐部に骨欠損（矢印部）がみられる．
D：６か月後　骨欠損は消失している．

流を通電すると，髄管に電流が流れて発熱し，発泡したり内容物の炭化を思わせる黒変が観察でき（図5），分岐部病変が治癒する症例がある．これまで髄管を殺菌する方法は皆無であったが，高周波電流は髄管が原因の分岐部病変の治療も期待できる．

髄管への通電と同様の方法で，根管口の探索も可能である．とくに高齢者では象牙質で根管口が閉塞していることがあるが，わずかでも電流が根管に流れれば，発熱して発泡したり変色したりすることで，根管口が発見できることがある．

６．イヌ歯髄への高周波電流通電

歯髄に高周波電流を通電することで，根尖狭窄部の歯髄が蒸散し，根管内の歯髄は壊死が期待できることから，イヌの歯髄に通電を行って組織学的に検討を行った[25]．上部根管形成後，根尖孔を穿通することなく，＃10Kファイルを根尖から1 mm歯冠側の位置まで挿入して１秒通電を行った．根管上部から中央部には変性した歯髄が残存していたが，根尖部の分枝内は概ね空洞になっており，歯髄の連続性は絶たれていた（図6）．また歯根膜に熱傷を疑う所見はなかった．

ファイルと歯髄との接触部で発熱して歯髄が蒸散したり，その周囲で変性したりするほか，根尖分枝内でも発熱して歯髄の水分が瞬間的に蒸発して蒸散したと考えられる．その結果，主根管内の歯髄は血流が断たれるので壊死することになる．また，根尖孔から歯根膜に電流が流れると，電流が広い範囲に拡散しインピーダンスは極端に大きくなるため，歯根膜内では発熱せず，歯根膜には傷害がみられなかったと考えられる．すなわち，抜髄症例では根管にファイルを挿入できれば，短時間で確実に歯髄を壊死させ，術後に自発痛や打診が生じないことが期待できる．これまで

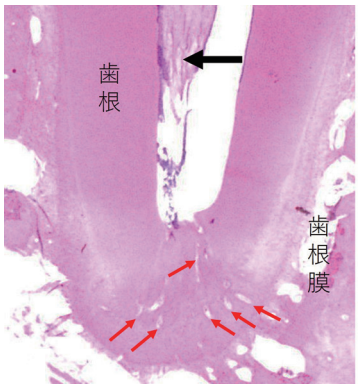


図６　イヌ歯髄への高周波電流通電後の組織像
多数の根尖分枝内で細胞が蒸散（赤矢印）し，根尖から0.5 mm付近の根管内も歯髄が蒸散，その上部では変性した歯髄が残存している（黒矢印）．

の臨床経験ではほぼすべての症例で，根管拡大形成や積極的な根尖穿通を行わなくても，残髄や打診痛の発現は見られていない．

ただし，ファイルが歯根膜に接した状態で通電すると，歯根膜に炎症が生じて骨吸収が起こったことから，抜髄時はファイルを根尖から突出させて通電することは避けなければならない．また，根尖孔を穿通，拡大してからファイルを根尖孔の位置まで挿入して通電すると，電流はファイルを通して歯根膜に流れ，細い根尖狭窄部や根尖分枝への電流量が大きく減少するため，根尖分枝内の発熱が不十分となる可能性があり，根尖孔を拡大する前の通電が推奨される．通電する際のファイル先端の位置や，電圧，通電時間を細かく検証していく必要はあるが，高周波電流の応用は複雑な根管でも短時間で良好な予後が期待できる抜髄法になっている．

ファイル到達不可能な根管への根管充填

１．根管充填時の課題

ファイル到達不可根管の歯髄や細菌が蒸散できると，次の課題は根管充填となる．ファイルが到達しない根管は加圧のための適切な形態にはできないので，加圧せずに封鎖が期待できる根管充填材が必要となる．さらに，ファイルが届かないということは前述したように乾燥ができないため，多量の水が残留している根管に根管充填することになる．このため，吸水性の高いシーラーを充填することで，残存した水分を吸収しながら根管壁に接着することが必用となる．

２．メタクリル酸エステル系シーラー

メタシールSoftおよびメタシールSoftペースト（サンメディカル）はセルフアドヒーシブで吸水性ポリマーを含み，親水性アミノ酸系重合開始剤により根管壁から重合が開始されるため，重合収縮の影響を受けにくく，象牙細管内に

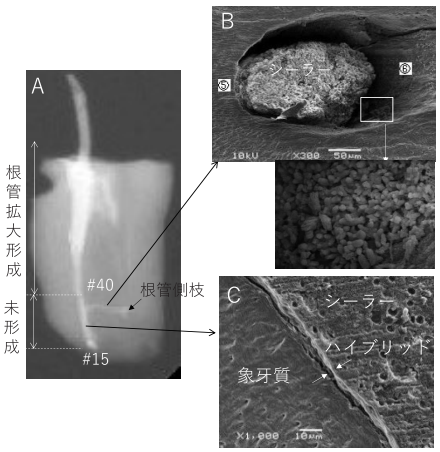


図7　高周波電流通電後のメタクリル酸エステル系シーラーによる封鎖
A：根管充填後のエックス線写真　根尖部約4 mmの根管は未形成
B：未通電の根管側枝　間隙があり細菌が残存（□部）している．
C：通電した根管　シーラーと根管壁はハイブリッドを介して接着している．

レジンタグを形成し象牙質とハイブリッドレイヤーを介して接着する．吸水性が高く，シーラーの量に対して30％程度水が混和されても，封鎖性が低下しないとともに[26]，シーラー周囲への炎症性細胞浸潤もほとんどみられず，高い生体親和性も示された．2020年7月に上市されており，市販されているシーラーの中では最も水分の影響を受けにくい製品と考えられる．

抜去歯を根尖から4 mm歯冠側まで根管拡大形成して，高周波電流を通電後にメタシールSoftペーストをシングルポイント法で根管充填，歯根を切断してSEMで観察した．拡大形成した根管ではレジンタグやハイブリッドを形成して接着していただけでなはなく，ファイルが到達していない根尖部根管でも間隙は見られなかった（図7）．しかし，電流が流れていない根管側枝には間隙が生じ細菌が残存していたことから，通電して根管内容物を焼灼することが封鎖のためにもきわめて重要と考えられる．

HEMAを含有するレジンは給水により接着強さが経時的に低下することから，修復用のボンディングシステムにはHEMAを含まない製品も多い．しかし，HEMAを含むシステムでも引張り試験ができると言うことは，接着自体はしていることを示すものであり，封鎖性は確保できているとも考えられる．根管内で多量の水分を給水したレジンの長期的な封鎖性は未知であるが，少なくても5年の臨床成績[27]を見る限り封鎖性が低下して根尖病変が生じる危険性はみとめられていない．

3．リン酸化プルラン含有MTAシーラー

リン酸化プルランとMineral trioxide aggregate（MTA）を含む試作シーラーで，MTAのCaイオン溶出や高アルカリ性による殺菌力などの特性は維持したまま，シーラーとして操作性があり歯質接着性を付与することに成功している．水が浸潤した象牙質面にも高い封鎖性を示し[28]，生体親和性も良好で[29]，実験的に誘発した根尖性歯周炎の治癒が他のシーラーを使用した場合に比べて格段に向上した[30]．

高周波電流による根管の殺菌が不完全になる危険性や，象牙細管，フィン，イスマスなどに細菌が残存する可能性がある限り，殺菌力がある根管充填材は，難症例の臨床成績向上に貢献すると期待され，上市が待たれるところである．

高周波電流に期待する歯内療法の変革

高周波電流は根尖狭窄部，側枝，髄管などファイルが到達しない部位でも発熱し，殺菌や歯髄の蒸散ができること，これらの部位への接着による封鎖の可能性が示されたことから，根尖孔を穿通して作業長を試行錯誤しながら，時間をかけて根管拡大形成する作業は大きく簡略化され，さらにこれらの作業に伴う痛みの発現や予後を悪化させることもなくなると期待される．

ただし，再治療は二度とできなくなる可能性が高いので，基礎的臨床的に多くのデータを積み重ね，確実な治療法として完成度を高めることが重要と考えている．

参　考　文　献

1）Gorni FG, Gagliani MM：The outcome of endodontic retreatment：a 2-yr follow-up. J Endod 30：1-4, 2004.
2）Ricucci D, Langeland K: Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. Int Endod J 31：394-409, 1998.
3）Arslan H, Doğanay YE, Topçuoğlu HS, Tepecik E, Ayaz N：Success of maintaining apical patency in teeth with periapical lesion：a randomized clinical study. Quintessence Int 50：686-693, 2019.
4）Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M: The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. J Endod 27：696-698, 2001.
5）Yaylali IE, Demirci GK, Kurnaz S, Celik G, Kaya BU, Tunca YM: Dose maintaining apical patency during instrumentation increase postoperative pain or flare-up rate after nonsurgical root canal treatment? A systematic review of randomized controlled trials. J Endod 44：1228-1236, 2018.
6）Abdulrab S, Rodrigues JC, Al-Maweri SA, Halboub E, Alqutaibi AY, Alhadainy H：Effect of apical patency on postoperative pain: A meta-analysis. J

Endod 44:1467-1473, 2018.
7) Arias A, Azabal M, Hidalgo JJ, Macorra JC: Relationship between postendodontic pain, tooth diagnostic factors, and apical patency. J Endod 35: 189-192, 2009.
8) Holland R, Sant'Anna JA, Souza Vd, Dezan JE, Otoboni FJA, Bernabé PF, Nery MJ, Murata SS: Influence of apical patency and filling material on healing process of dogs' teeth with vital pulp after root canal therapy. Braz Dent J 16:9-16, 2005.
9) Mozo S, Llena C, Forner L: Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 17: e512-516, 2012.
10) Susila A, Minu J: Activated irrigation vs. conventional non-activated irrigation in endodontics-A systematic review. Eur Endod J 4:96-110, 2019.
11) Ricucci D, Siqueira JF: Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. J Endod 36:1-15, 2010.
12) Chong BS, Pitt FTR: The role of intracanal medication in root canal treatment. Int Endod J 25: 97-106, 1992.
13) Karim EI, Kennedy J, Hussey D: The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 103:560-569, 2007.
14) Molander A, Reit C, Dahlén G, Kvist T: Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. Int Endod J 31:1-7, 1998.
15) Peters LB, Wesselink PR, Moorer WR: The fate and the role of bacteria left in root dentinal tubules. PInt Endod J 28:95-99, 1995.
16) Wu MK, Dummer PM, Wesselink PR: Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. Int Endod J 39: 343-356, 2006.
17) Noiri Y, Ehara A, Kawahara T, Takemura N, Ebisu S: Participation of bacterial biofilms in refractory and chronic periapical periodontitis. J Endod 28:679-683, 2002.
18) Nair PNR: On the causes of persistent apical periodontitis: a review. Inter Endod J 39, 249-281, 2006.
19) Tarao H, Akutagawa M, Emoto T, Takei A, Yumoto H, Tominaga T, Ikehara T, Kinouchi Y: Evaluation of temperature increase from Joule heat in numerical tooth model by applying 500 kHz current for apical periodontitis treatment-Effect of applied voltage and tooth conductivity. Bioelectromagnetics 42:224-237, 2021.
20) 熊谷広道，菅谷　勉：高周波電流によるファイル未到達根管の焼灼．第151回保存学会プログラム抄録集, 127, 2019.
21) Burch JG, Hulen S: A study of the presence of accessory foramina and the topography of molar furcations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 38:451-455, 1974.
22) Gutmann JL: Prevalence, location, and patency of accessory canals in the furcation region of permanent molars. J Periodontol 49:21-26, 1978.
23) 森田勇太郎，中村 玄，松本光吉: 根分岐部に開口する髄管の電顕的研究．日歯保存誌．25:135-141, 1982.
24) Vertucci FJ, Anthony RL: A scanning electron microscopic investigation of accessory foramina in the furcation and pulp chamber floor of molar teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 62:319-326, 1986.
25) 森　厚志，河野通俊，中谷充宣，前田良子，降簱友和，中塚　愛，菅谷　勉：高周波電流による歯髄の焼灼．第151回保存学会プログラム抄録集, 125, 2019.
26) 鈴木　魁，鷲巣太郎，菅谷　勉：新規メタクリル酸エステル系接着性シーラーの硬化と封鎖性に及ぼす水の影響．第151回保存学会プログラム抄録集, 120, 2019.
27) 金子　至，内川宗敏，松井　力，汲田　剛，三溝泰弘，丸山慶四郎，菅谷　勉：メタシール Softを用いた根管充填後の臨床成績に関する後ろ向き研究．日歯保存誌, 62：279-285, 2019.
28) 大嶌理紗，下地伸司，菅谷　勉，吉田靖弘：試作リン酸化プルラン含有MTA根管充填用シーラーの根尖封鎖性．第146回日本歯科保存学会プログラム抄録集, 40, 2017.
29) 大嶌理沙，下地伸司，菅谷　勉：ラット皮下結合組織における試作リン酸化プルラン含有MTA根管充填用シーラーの生体適合性．第38回日本歯内療法学会学術大会プログラム・抄録集, 130, 2017.
30) 河野通俊，大嶌理紗，熊谷広道，佐藤賢人，工藤　愛，中谷充宣，前田良子，大歳祐生，下地伸司，菅谷　勉，吉田靖弘：試作リン酸化プルラン含有MTA根管充填用シーラーによる根尖孔への硬組織形成．第146回日本歯科保存学会プログラム抄録集, 139, 2017.