

依頼論文

## 最先端歯内療法

澤田 則宏

### Modern Endodontics for Saving Teeth

Norihiro Sawada, DDS, PhD

#### 抄 録

歯内療法はここ十数年で大きく変化した。最先端の歯内療法では、マイクロスコープ、ニッケルチタンファイル、超音波チップ、マイクロインスツルメント、そしてコンビーム CT などを使用することにより、予知性の高い予後を得ることが可能となっている。本論文では、通常の根管治療および外科的歯内療法のテクニックについて、最新の情報を紹介する。

根管治療した歯の生存率は90%を超えている。根管治療した歯と単独インプラントでは、長期予後に関して差はないという報告が多くみられる。根管治療を行うか、抜歯してインプラントにするかという臨床判断は生存率で決めてはいけなことがわかっている。

最先端の外科的歯内療法は明るい光の下で、拡大された視野を見ながら、特殊なマイクロインスツルメントを使用して行われる。最先端の外科的歯内療法の成功率は、従来の外科的歯内療法の成功率より高くなっている。また、薄いメスおよび極細の縫合糸を使用することにより、術後の癒痕や歯肉退縮もほとんど認められない。

コロナルリーケージは不適切な補綴物によってもたらされる。根管治療した歯の予後は、補綴物の質に影響されることが報告されている。

穿孔部封鎖処置は、internal matrix technique や mineral trioxide aggregate を使用することにより、確実なものになっている。従来は抜歯されていた歯もこの方法を用いることにより、多くの歯を保存することが可能となっている。

#### 和文キーワード

マイクロスコープ、生存率、コロナルリーケージ、穿孔部封鎖、mineral trioxide aggregate

#### I. 緒 言

歯内療法の世界はここ十数年で大きな変化を遂げている。ニッケルチタンファイルの出現、マイクロスコープの使用、超音波チップの使用、コンビーム CT の出現などにより、20 年前の手探りの歯内療法とは全く違う世界になり、その成功率も大きく変化している。マイクロスコープを使用することにより、穿孔部を確実に封鎖し<sup>1, 2)</sup>、根管内破折ファイルも除去することができ<sup>3, 4)</sup>、今まで保存困難と判断していた歯を残すことが可能となっている。

#### II. 根管治療の成功率

Sjögren ら<sup>5)</sup>によれば、根管治療の成功率は再根管治療になるほど低下し、術前に根尖病変が認められるほど低下していくと報告している。根管内に入った細菌感染を取り除くことが根管治療の目的であることを考えれば、細菌が側枝やイスマスなど根管内の複雑な部分に入り込むほど、そして根尖孔外に細菌感染が広がるほど、根管内からの除去は難しくなり、成功率も低下するのは自明の理である。これまでの報告では、再根管治療 (retreatment) の成功率が初期根管治療 (initial

澤田デンタルオフィス  
東京医科歯科大学歯学部非常勤講師  
(大学院医歯学総合研究科・歯髄生物学分野)  
Sawada Dental Office  
Part-time Lecturer, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University  
(Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences)



図 1 Preoperative radiograph of the mandibular left first molar with big radiolucency and swelling. Referring clinician did root canal treatment, and still found swelling on the tooth.

大きな病変と腫脹を伴う左下第一大臼歯（術前）。主治医の元で根管治療を行っていたが、腫脹を繰り返していた。初回根管治療時には根管から強い腐敗臭があった。



図 2 Postoperative radiograph of the tooth  
根管充填時の X 線写真



図 3 Fifteen-month recall radiograph exhibiting osseous regeneration.

根管充填 15 カ月後の X 線写真。根尖歯周組織には骨再生像が認められる。

treatment) の成功率を上回ることはないと考えられている。しかし、最近の研究ではその差はほとんどなく、有意差はないという報告もでてきている<sup>6)</sup>。最新の根管治療を行うことにより、再根管治療の成功率も上昇してきていると思われる。大きな病変を伴うような症例（図



図 4 Preoperative cone-beam computed tomography image of maxillary left first molar. Inflammation was spread into the sinus. Referring clinician discussed with oral surgeon, and decided to extract.

術前に撮影した CBCT 画像。左上第一大臼歯根尖の炎症は上顎洞内に広がっている。主治医は、口腔外科専門医と相談のうえ、左上第一大臼歯の保存は困難ではないかと判断していた。

(Quintessence 2010; 29: 1745-1779. より引用)

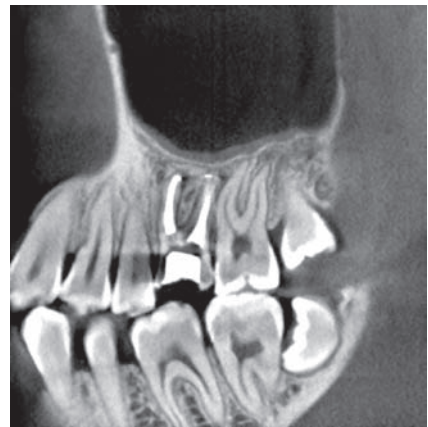


図 5 Six-month recall cone-beam computed tomography image of the tooth. Inflammation in the sinus was disappeared.

根管充填 6 カ月後の CBCT 画像。上顎洞に広がっていた粘膜の肥厚は治癒している。

(Quintessence 2010; 29: 1745-1779. より引用)

1～3) や上顎洞へまで広がった炎症を伴う症例（図 4, 5) でも、適切に根管治療を行うことにより治癒が期待できる。



図 6 Preoperative radiograph of the maxillary right and left central incisors. Apicoectomy was performed four times in France six years ago. Sinus tract was seen again on the buccal side.  
術前の X 線写真。6 年前にフランスで根尖切除術を 4 回受けている。唇側に瘻孔が再発。

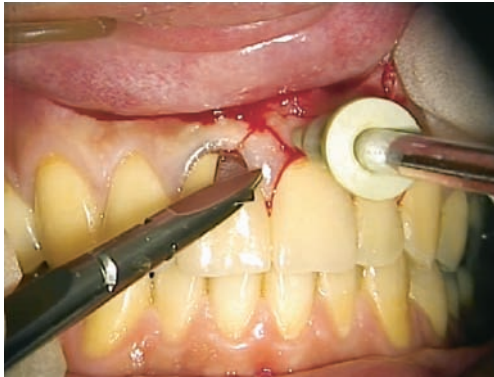


図 7 Incision using thin blade under the microscope. Papilla base incision.  
マイクロスコープ下で眼科用メスにて切開。乳頭保存切開。

### III. 外科的歯内療法

通常の根管治療を行える症例では、根管からアプローチして感染源を除去するのが第一選択であるが、残念ながらすべての症例において感染源を除去できるわけではない。根尖孔外の感染<sup>7)</sup>やセメント質に感染が及んでいる<sup>8)</sup>と、通常の根管治療では治らない症例があり、そのような場合には外科的歯内療法の適応となる。外科的歯内療法は根尖切除術と意図的再植術の二つがあるが、どちらもマイクロスコープを使用した microsurgery で行うのが最新の外科的歯内療法の術式である<sup>9, 10)</sup> (図 6 ~ 13)。

かつての肉眼で行っていた根尖切除術の成功率は 60 ~ 70% 程度であった<sup>11-14)</sup>。これは医療の分野では決して



図 8 Root-end preparation using ultrasonic tip.  
超音波レトロチップにて逆根管充填用窩洞を形成。

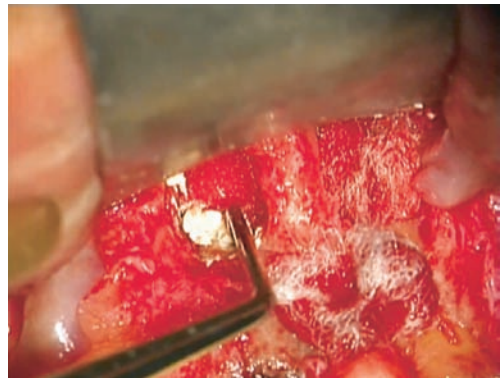


図 9 Root-end filling of MTA using microplugger.  
マイクロプラグーを用いてプロルート MTA を逆根管充填。

て高い成功率とはいえない。マイクロスコープを使用した外科的歯内療法<sup>9)</sup>は、明るい光源の下で拡大された視野を見ながら、特殊なマイクロインスツルメントを使用した手術を行うことにより、その成功率は確実に上昇し、90%を超える成功率が報告されている<sup>15-18)</sup>。高価な補綴物を装着した歯でも、マイクロスコープを使用した外科的歯内療法を行うことにより、術前と同様の審美的な補綴物を維持することが可能となっている<sup>19)</sup> (図 14)。

### IV. 成功率と生存率

インプラントの生存率は 90% を超える数字が報告されている<sup>20, 21)</sup>。一方、歯内療法の成功率に関する論文も多く発表されている<sup>5)</sup>が、その成功率にはばらつきがある。Ng らは、再根管治療で約 77% と報告しており<sup>22)</sup>、初期根管治療においては成功の基準によって大きく数値が変わることも報告している<sup>23)</sup>。根管治療の



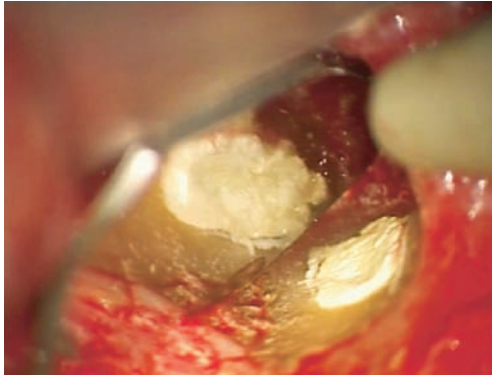


図 10 Root-end filling on micromirror of 4 mm width.  
幅 4 mm のマイクロミラーにて逆根管充填の状態を  
チェック.



図 11 Suture with 8-0 monofilament.  
8-0 の縫合糸を用いて縫合.

成功の基準とされているのは、歯肉の腫脹や発赤の有無、根尖相当部圧痛の有無、打診痛の有無、そしてエックス線透過像の大きさの変化などである。多くの論文ではエックス線透過像の縮小を成功とみなしているが、厳しい基準を設けた論文ではエックス線透過像の消失を成功とみなしており、その場合には成功率は下がる傾向がある。予後をとった際に圧痛が残っていたり、咬合痛が若干認められたり、エックス線透過像の大きさが変わらなければ、歯内療法は成功と判断されない。しかし、その状態でも歯は口腔内で機能している。つまり、生存率は成功率よりも高くなるということになる。1,400万人のデータを調べた研究では、根管治療した歯の生存率は97%と報告されている<sup>24)</sup>。また、根管治療した歯の生存率は86～93%であるという報告もある<sup>25)</sup>。

インプラントの研究では生存率が問題となるので、単独インプラントと根管治療した歯の「生存率」を比較したという論文がある。Hannahan and Eleazer<sup>20)</sup>は、129本のインプラントを平均36カ月間、143本の根管



図 12 An immediate postoperative radiograph  
根尖切除術直後の X 線写真



図 13 Eight-month recall radiograph exhibiting osseous  
regeneration.  
術後 8 カ月の X 線写真。根尖の透過像は消失し、経過良好である。



図 14 Six-month recall photograph after apicoectomy of  
maxillary left first premolar. Thin blade and fine  
suture was used in microsurgery. No scar and no  
recession were observed after surgery.

左上第一小臼歯の根尖切除術6カ月後の口腔内写真。Microsurgeryで眼科用の薄いメスを用い、8-0、9-0という極細の縫合糸を使うことにより、術後の歯肉退縮や瘢痕はほとんどみられず、術前と同様の審美性を維持することが可能となっている。

治療した歯を平均22カ月間追跡し予後調べた。何らかのトラブルを抱えている症例を予後不良と判定した成

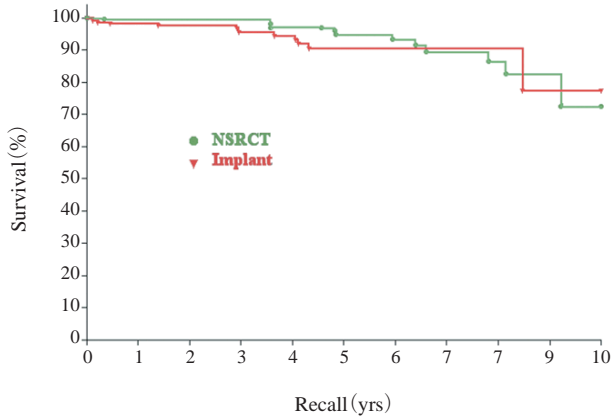


図 15 Estimated fraction not failing at each recall time between endodontically treated teeth and single-tooth implants  
根管治療した歯と単独インプラントの生存率 (文献 26 より引用)

成功率は、それぞれ 87.6% および 90.2% であったが、予後不良症例も含め口腔内で機能しているインプラントおよび歯の生存率はそれぞれ 98.4% および 99.3% であり、両群間に有意差は認められなかったと報告している。Doyle ら<sup>26)</sup> は、196 本のインプラントと 196 の根管治療した歯の予後を調べた結果、両者の生存率に差はないと報告している (図 15)。また、術後の合併症などを考えると、単独インプラントのほうが問題を生じる傾向にあるとも結論づけている。Torabinejad ら<sup>27)</sup> も、インプラントによる単独補綴と根管治療した歯の補綴では、長期の生存率に差はないと結論づけている。Iqbal ら<sup>28)</sup> は、インプラントの単独補綴と根管治療した歯の長期予後に差がないのであるから、どちらを選ぶかは、補綴処置の計画、骨の状態、審美的な要求、対費用効果、全身疾患の有無、そして患者の要求によって決めるべきであると結論づけている。

欠損補綴としてインプラントは現在の歯科治療に欠かさない治療法であることに疑う余地はない。しかし、生存率としての予後が変わらないのであれば、まず根管治療を行い、歯を残すべく治療を行うというのが歯科医師の使命ではないだろうか。歯を残すべく最大限の処置を行い、それでも抜歯となった欠損部にインプラントを行うようにしたいものである。

## V. Coronal Leakage

根管治療した歯の予後に大きな影響を与える因子の一つとして、補綴物の適合があげられている<sup>24, 25, 29)</sup>。適切な歯冠補綴が行われている歯のほうが、明らかに根管



図 16 Preoperative radiograph of the mandibular left molar. Root canal treatment was done, and swelling was observed. The tooth was determined to extract.

左下第一大臼歯術前の X 線写真。根管治療を行うも、腫脹を繰り返す、抜歯しかないといわれていた。



図 17 Clinical view before obturation. Large perforation was observed in mesial lingual canal.

根管充填直前の根管内 (ミラー像)。近心舌側根管内には大きな穿孔が認められた。

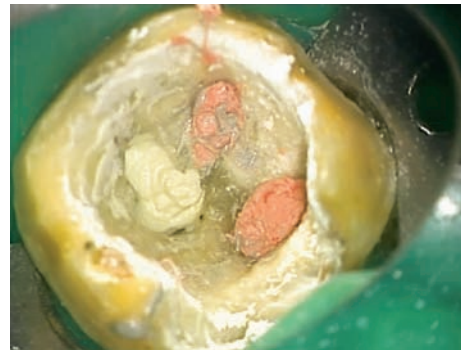


図 18 Obturation, and perforation repair in mesial lingual canal. Perforation was filled with MTA.

根管充填および近心舌側根管内の穿孔部封鎖処置 (ミラー像)。穿孔部はプロルート MTA にて封鎖。

治療の予後が良いのである。エックス線写真上で根尖の治癒を見た研究の結果<sup>30)</sup> から、エンド治療がしっかりとできていても、補綴物の適合が悪いとそこからマイクロリーケージが生じ、根管内は汚染され、治癒成績が悪く



図 19 Postoperative radiograph  
根管充填および穿孔部封鎖処置後の X 線写真



図 20 Fourteen-month recall radiograph exhibiting osseous regeneration.  
根管充填後 14 カ月の X 線写真。歯根周囲の透過像は消失し、周囲歯槽骨の再生が認められる。

なると考えられている。

疫学的な調査によれば、根管治療後に抜歯となった症例は数%にすぎないが、その大半の症例では補綴物に問題があったと報告されている<sup>24, 29)</sup>。残念であるが、ガッタパーチャとシーラーを用いた根管充填の封鎖性は完璧なものではない。根管内をしっかりと清掃し、根管充填したとしても、歯冠側からの漏洩があった場合には、複雑な根管系はあつという間に汚染されてしまうのである。根管治療は補綴物装着までしっかり行って完結するのである。

## VI. 穿孔部封鎖処置

穿孔部封鎖処置にマイクロスコープを使用することにより、確実な感染源の除去と緊密な封鎖処置が行えるようになり、かつては保存困難と考えられていたような症例でも保存することが可能となっている。穿孔部の封鎖には internal matrix technique<sup>1)</sup> を応用することにより、確実な止血が可能となり、さまざまな歯科材料が適応できるようになった。

封鎖材料として使用されている材料のなかで、最も良好な成績をあげているのが mineral trioxide aggregate (MTA, プロルート MTA<sup>®</sup>, デンツプライ三金、

東京, 日本)である。MTA の長所としてあげられるのが、骨組織に対する生体親和性である。MTA の上には、セメント質が直接再生されることが組織学的に報告されている<sup>9, 31)</sup>。セメント質が再生するということは、シャープピー線維を伴う健全な歯根膜の再生の可能性があるということであり、理想的な治癒形態であると考えられている。MTA は骨組織内への穿孔部封鎖材料、外科的歯内療法における逆根管充填材料として現在世界で広く使用されている。残念ながら、わが国ではまだ直接覆髄材としての使用しか認可されていない (図 16 ~ 20)。

## まとめ

補綴処置の前処置として歯内療法は欠かせない治療である。現在、その治療法は大きく進歩し、治療成績も向上している。歯を抜くことを望む患者はいないはずである。紹介した最先端の歯内療法を行うことにより、できるかぎり歯を残すことを考え、歯科医師と患者との信頼関係が強いものとなることを期待している。

## 文 献

- 1) Lemon RR. Nonsurgical repair of perforation defects. Internal matrix concept. *Dent Clin North Am* 1992; 36: 439-457.
- 2) 吉川 剛正, 澤田 則宏, 須田 英明. Internal Matrix Technique を使用した穿孔部の非外科的封鎖法. *日歯内療誌* 2002; 23: 37-43.
- 3) Terauchi Y, O'Leary L, Suda H. Removal of separated files from root canals with a new file-removal system: Case reports. *J Endod* 2006; 32: 789-797.
- 4) Roda RS, Gettleman BH. Nonsurgical Retreatment. Cohen S and Hargreaves KM, *Pathways of the pulp* 9th edition. St. Louis: Mosby Elsevier; 2006, 944-1010.
- 5) Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990; 16: 498-504.
- 6) Friedman S, Mor C. The success of endodontic therapy--healing and functionality. *J Calif Dent Assoc* 2004; 32: 493-503.
- 7) Tronstad L, Barnett F, Riso K, Slots J. Extraradicular endodontic infections. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3: 86-90.
- 8) Kiryu T, Hoshino E, Iwaku M. Bacteria invading periapical cementum. *J Endod* 1994; 20: 169-172.
- 9) Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod* 2006;



- 32: 601-623.
- 10) Kim S. Endodontic Microsurgery. Cohen S and Burns R, Pathways of the pulp 8th edition. St. Louis: Mosby; 2002, 683-725.
  - 11) Mikkonen M, Kullaa-Mikkonen A, Kotilainen R. Clinical and radiologic re-examination of apicoectomized teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1983; 55: 302-306.
  - 12) Frank AL, Glick DH, Patterson SS, Weine FS. Long-term evaluation of surgically placed amalgam fillings. J Endod 1992; 18: 391-398.
  - 13) Grung B, Molven O, Halse A. Periapical surgery in a Norwegian county hospital: follow-up findings of 477 teeth. J Endod 1990; 16: 411-417.
  - 14) Friedman S, Lustmann J, Shaharabany V. Treatment results of apical surgery in premolar and molar teeth. J Endod 1991; 17: 30-33.
  - 15) Rubinstein RA, Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. J Endod 2002; 28: 378-383.
  - 16) Tsesis I, Rosen E, Schwartz-Arad D, Fuss Z. Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique. J Endod 2006; 32: 412-416.
  - 17) Tsesis I, Faivishevsky V, Kfir A, Rosen E. Outcome of surgical endodontic treatment performed by a modern technique: a meta-analysis of literature. J Endod 2009; 35: 1505-1511.
  - 18) Kim E, Song JS, Jung IY, Lee SJ, Kim S. Prospective clinical study evaluating endodontic microsurgery outcomes for cases with lesions of endodontic origin compared with cases with lesions of combined periodontal-endodontic origin. J Endod 2008; 34: 546-551.
  - 19) Velvart P. Papilla base incision: a new approach to recession-free healing of the interdental papilla after endodontic surgery. Int Endod J 2002; 35: 453-460.
  - 20) Hannahan JP, Eleazer PD. Comparison of success of implants versus endodontically treated teeth. J Endod 2008; 34: 1302-1305.
  - 21) Misch CE, Misch-Dietsh F, Silc J, Barboza E, Cianciola LJ, Kazor C. Posterior implant single-tooth replacement and status of adjacent teeth during a 10-year period: a retrospective report. J Periodontol 2008; 79: 2378-2382.
  - 22) 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.
  - 23) Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part I. Effects of study characteristics on probability of success. Int Endod J 2007; 40: 921-939.
  - 24) Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. J Endod 2004; 30: 846-850.
  - 25) Ng YL, Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. Int Endod J 2010; 43: 171-189.
  - 26) Doyle SL, Hodges JS, Pesun IJ, Law AS, Bowles WR. Retrospective cross sectional comparison of initial nonsurgical endodontic treatment and single-tooth implants. J Endod 2006; 32: 822-827.
  - 27) Torabinejad M, Anderson P, Bader J, Brown LJ, Chen LH, Goodacre CJ et al. Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review. J Prosthet Dent 2007; 98: 285-311.
  - 28) Iqbal MK and Kim S. A review of factors influencing treatment planning decisions of single-tooth implants versus preserving natural teeth with nonsurgical endodontic therapy. J Endod 2008; 34: 519-529.
  - 29) Lazarski MP, Walker WA 3rd, Flores CM, Schindler WG, Hargreaves KM. Epidemiological evaluation of the outcomes of nonsurgical root canal treatment in a large cohort of insured dental patients. J Endod 2001; 27: 791-796.
  - 30) 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.
  - 31) Baek SH, Plenk H Jr, Kim S. Periapical tissue responses and cementum regeneration with amalgam, SuperEBA, and MTA as root-end filling materials. J Endod 2005; 31: 444-449.

---

著者連絡先：澤田 則宏

〒160-0004 東京都新宿区四谷1-18

綿半野原ビル別館1階

TEL: 03-3341-4618

FAX: 03-3341-4618

E-mail: hiro@sawada-dental.com

## Modern Endodontics for Saving Teeth

Norihiro Sawada, DDS, PhD

Sawada Dental Office

Part-time Lecturer, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University  
(Pulp Biology and Endodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences)

Ann Jpn Prosthodont Soc 2 : 218-225, 2010

### ABSTRACT

Endodontics has been changing drastically in the last decade. Modern endodontics using microscope, Ni-Ti files, ultrasonic tips, microinstruments and cone beam CT has enabled predictable outcomes. In this article, the benefits of modern endodontics, successful techniques of conventional endodontics and surgical endodontics, are introduced.

Survival rate of endodontically treated teeth is >90%. Many studies have indicated that there is no difference of long-term prognosis between endodontically treated teeth and single-tooth implants. Clinical decision should not be determined by the survival rate of endodontically treated teeth and single-tooth implants.

Modern endodontic surgery is performed under illumination and magnification using special microinstruments. Success rate of modern endodontic surgery is higher than that of traditional endodontic surgery. No scar and little recession on the gingival margin are observed after modern endodontic surgery because of use of thin blade and fine suture.

Coronal leakage may occur due to unsatisfactory coronal restorations. Outcomes of endodontically treated teeth were influenced by the quality of restorations.

Perforation repair was done successfully using internal matrix technique and mineral trioxide aggregate. Many teeth that had been extracted were saved by this repair technique.

Endodontists can save teeth using the technique of modern endodontics. Dentists should save significantly more teeth by these modern techniques.

### Key words

microscope, tooth survival rate, coronal leakage, perforation repair, mineral trioxide aggregate