総説 第59回総会シンポジウム3
「歯根端切除術 Up-to-date」

広範囲（3 歯以上）に進展した歯根嚢胞に対する 顕微鏡視下歯根端切除の応用

小川 将・横尾 聡

Application of microendosurgery for extensive radicular cysts

OGAWA Masaru・YOKOO Satoshi

Abstract: In the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Gunma University Hospital, relatively large radicular cysts extending over 3 or more teeth are treated with a combination of complete excision, endodontic microsurgery and Er: YAG laser irradiation, whereby favorable outcomes have been achieved. The purpose of this report is to describe our surgical procedure and discuss the therapeutic outcomes.

Patients between December 2008 and December 2014 with radicular cysts pathologically extending over 3 or more teeth, who were followed up for 1 year or longer, participated in this study.

Key words: apicoectomy (歯根端切除), endodontic microsurgery (顕微鏡視下歯根端切除), radicular cyst (歯根嚢胞)

はじめに

歯根嚢胞の治療は、病変の完全な摘出と原因歯に対する処置を確実に行うことが重要である¹⁾。歯根嚢胞に対する外科的治療は嚢胞を完全摘出し手術創を閉鎖する Parctsch II 法が一般的であり、症例に応じて嚢胞を開窓し口腔に副腔を形成して嚢胞上皮と口腔粘膜上皮の一体化をはかる Parctsch I 法や、嚢胞の完全摘出後開放創とする Parctsch I 法の変法 (packed open 法) も選択される²⁾。多くの場合で原因歯の処置として歯根端切除術が併用される¹⁾。

群馬大学医学部附属病院歯科口腔・顎顔面外科では3歯以上に及ぶ比較的大きな歯根嚢胞に対して、病変の完全な摘出と endodontic microsurgery, すなわち顕微鏡視下歯根端切除術を併用し良好な結果が得られている^{3~6)}ので、当科での標準術式について紹介するとともに、治療成績について報告する。

群馬大学歯科口腔・顎顔面外科における 顕微鏡視下歯根端切除術

当科で2007年2月から2013年10月までの6年8か月間に施行された顕微鏡視下歯根端切除症例は145例であり、その16%を3歯以上に及ぶ歯根嚢胞症例が占めていた。

当科における根尖病変および歯根嚢胞に対する治療の流れを図1に示す。まず、原因歯の精査と画像検査を行う。画像検査では、デンタルX線写真、パノラマX線写真に加えて全例でマルチスライスCTを撮影している。それらの検査結果をもとに、原因歯の診断と歯根端切除術の適応について検討する。歯周ポケットや分岐部病変の有無など歯周組織の状態を確認した上で歯根端切除の適応を検討することが重要である。

麻酔法は、手術時間や手術侵襲を総合的に判断して決定している。処置歯が臼歯部である場合や複数である場合などは、手術時間が長時間に及ぶため全身麻酔下で手術を行うことが多い。

群馬大学大学院医学系研究科顎口腔科学分野
(主任：横尾 聡教授)

Department of Stomatology and Maxillofacial Surgery, Gunma University Graduate School of Medicine (Chief: Prof. YOKOO Satoshi)

全身用マルチスライスCTによる 画像診断の有用性

吉岡ら⁷⁾は、歯根端切除術の成功率は歯科用実体顕微鏡

図1 群馬大学歯科口腔・顎顔面外科における根尖病変、歯根嚢胞に対する治療の流れ

不使用の場合では54%であったが、使用すると74～79%、さらに歯科用CTを併用すると83%に上昇すると報告している。われわれの施設では全身用マルチスライスCT画像を解析ソフトにより再構築することで、病変、原因歯および周囲組織を3次的に把握し、手術前の画像診断に役立てている。

2014年4月より「CT画像診断に基づくマイクロスコプを用いた歯根端切除術」が保険導入されたが、CTについては「部位限定X線CT診断装置」つまり歯科用コーンビームCTに限定されており、全身用CTでは保険算定できないのが現状である。

現在の全身用CTは、多列の検出器が搭載されている「マルチスライスCT」の時代である。われわれの施設で使用する東芝メディカルシステムズ社のAquilion ONETM（図2）は、世界最多列の320列の検出器が並ぶ全身用マルチスライスCTで、1回転で16cmの広範囲の撮影が可能で解像度も飛躍的に向上している。歯根端切除に関わる根管系および周囲組織の状態把握に関してもマルチスライスCTであれば十分可能である（図3）。また、歯科用コーンビームCTに比較して広範囲の撮影ができることは、口腔外科領域の嚢胞の診断や手術のプランニングにおいてはきわめて有用である。今後は、マルチスライスCTとマイク

図2 当院で使用している東芝メディカルシステムズ社のAquilion ONETM（ホームページより引用）

ロスコープを併用した歯根端切除に関しても保険導入するなどの柔軟な対応が期待される。

歯根嚢胞摘出術および顕微鏡視下歯根端切除術 (Endodontic Microsurgery)

歯根嚢胞摘出は通法にて行うが、切開、歯根端切除、逆根管充填、縫合等の手術過程のほとんどをKimら^{8,9)}の提唱するendodontic microsurgeryのコンセプトに準じて施行している（表1）。顕微鏡は脳神経外科手術や血管吻合手術に使用されるオリンパスのOME-7000を使用している。この顕微鏡は双眼側視鏡仕様であるため、術者と同一視野でかつ適切なポジションでの手術助手が可能である。また、モニターに接続されているため、医学生や研修医の教育にも有用である。環境面においては、当院は日帰り手術室を有しているため、局所麻酔下であっても全身麻酔下と同様の環境で手術を施行することが可能である（図4）。

切開線はVelvart^{10,11)}の提唱するpapilla base incision、すなわち歯肉溝切開の変法を用いている（図5）。この切開は歯間乳頭部の審美性の確保を目的とした切開法であり、術後の歯肉退縮も少ない。切開は顕微鏡視下で眼科用0°メスを用いて行う。眼科用0°メスは大きさの面で顕微鏡視下でも操作性が良く、薄く、柔軟性に富み、かつ角度的にも歯肉切開にはきわめて有用である（図6）。また、病変が根尖部に限局し歯冠側の歯槽骨が残存している症例では、Ochsenbein-Luebke flap¹²⁾も有用である。

歯根端切除量は根尖分枝と側枝を除去する目的で、3mmの範囲での切除が必須である⁹⁾。象牙細管露出面減少の理由から、切断面のベベル角は理想である0°を目指す。歯

図3 全身用マルチスライス CT による画像診断の有用性

A: 右下顎嚢胞の症例

B: 上顎洞内に根管充填材の突出を認めた症例

C: フェネストレーションを認めた症例

いずれの症例もマルチスライス CT により、原因歯の破折の有無、周囲組織（下顎管、上顎洞、歯槽骨）との位置関係を把握することが可能であった。

表1 肉眼的歯根端切除術と顕微鏡視下歯根端切除術との術式の比較

	Traditional	Dr. Kim	Gunma Univ.
1. Length of root-end resection	8-10 mm	3-4 mm	3 mm
2. Bevel angle degree	45-65 degrees	0 degrees	0 degrees
3. Inspection of resected root surface	none	always	always
4. Isthmus identification & treatment	impossible	always	always
5. Root-end preparation	seldom inside canal	always within canal	always within canal
6. Root-end resection instrument	bur	ultrasonic tips	sonic tips
7. Root-end filling material	amalgam	MTA	MTA
8. sutures	4-0 silk	5-0, 6-0 monofilament	6-0 monofilament
9. suture removal	7 days post-op	2-3 days post-op	7days post-op

図4 手術の実際

図5 Papilla base incision, 術後6か月の写真

図6 眼科用0°メス（上方は#15メス）

図7 イスモスの確認

根端切除後に嚢胞組織の残存の確認と、メチレンブルー染色による切断面の破折、副根管やイスモスの有無を確認することが重要である（図7）。嚢胞が大きい場合には歯根の裏側（舌側，口蓋側）に病変が残存しやすいため，マイクロミラーを使用した丁寧な除去が必要である。これらの確認，操作が可能である点が顕微鏡を使用することの最大の意義であると考えられる。

嚢胞摘出，歯根端切除後に逆根管窩洞形成，逆根管充填を行う。窩洞は逆根管充填材の脱落防止の観点から，3 mmの深さが必要である。顕微鏡視下で超音波レトロチップを用いることで，適切な深さ，方向の窩洞形成が可能となり，根管壁穿孔も防止することができる。逆根管充填材にはMTA（Mineral trioxide aggregate）セメントを用いている。MTA チューブやMTA エンドキャリアが充填操作に有用である。充填の際には，窩洞内へ血液が侵入しないように注意しなければならない。ボスミン液浸透ガーゼを利用した窩洞内の止血や双眼側視鏡使用の顕微鏡による術者と同じ視野での助手の吸引操作などが有用である。歯肉骨膜弁の縫合は皮膚と異なり埋没縫合（真皮縫合）が不可能であるため，術後の歯肉膨隆，陥凹や瘢痕による白線防止には

6-0 から 8-0 の細いナイロン・モノフィラメント糸での緊密な縫合が必要であり，顕微鏡視下で行うことで確実に施行できる（図8, 9）。

対象症例と治療成績

2007 年 2 月から 2013 年 10 月までの間に，群馬大学医学部附属病院歯科口腔・顎顔面外科にて顕微鏡下に歯根端切除術を行い，1 年の経過観察が可能であった概ね 3 歯以上に及ぶ歯根嚢胞症例 20 例を対象とした。全例で歯根嚢胞に対する外科処置は Parctsch II 法にて行い，顕微鏡視下に歯根端切除および MTA セメントによる術中逆根管充填術が併用された。

評価方法は，臨床的評価および X 線学的評価を合わせて総合的に評価した。臨床的評価としては，根尖部瘻孔形成，圧痛，歯の打診痛，歯の動揺の有無を検討した。X 線学的評価としては，嚢胞面積の透過像縮小率をパノラマ X 線写真から算出して，縮小率が 75% 以上を「治癒良好」，50%～75% を「治癒傾向」，50% 未満を「治癒遅延」として検討した。臨床症状を認めず，X 線学的に治癒良好または治

図8 顕微鏡視下歯根端切除術と逆根管充填

図9 手術の流れ

A：歯根端切除 B：逆根管窩洞形成 C：逆根管充填中 D：逆根管充填後

癒傾向の症例を総合評価で「成功 (successful)」とした。

20 例の治療成績を表 2 に示す。総合評価では 90.0%（上顎：84.6%，下顎：100%）の成功率を示した。治療遅延症例は上顎の 2 例であり，術後 1 年の時点で X 線学的縮小率が 50% 以下であったため治療遅延とした。

症 例

(1) 症例 11：64 歳，女性

下顎臼歯部の歯根嚢胞に対して，Parctsch II 法に顕微鏡視下歯根端切除術，MTA セメントによる逆根管充填術を併用して治療した。左側下顎第一大臼歯は術前の再根管治療時より著しい動揺が認められたため，術中に抜歯した。術後 1 年の時点で臨床症状を認めず 76.6% の縮小率を示したため，総合評価は successful である。術後 2 年の時点で X 線透過像は残存しているが継続的に増大傾向がなく臨床症状も認められないため，最終的に癒痕治療が得られたも

のと考えられた (図 10)。

(2) 症例 16：39 歳，男性

左側下顎臼歯部の X 線透過像を指摘され当科を紹介受診した。歯根嚢胞の原因歯（左側下顎第一大臼歯）の再根管治療を施行したが，治療開始後 3 か月の時点で透過像の縮小が認められず，根管からの排膿も消失しないため，全身麻酔下に Parctsch II 法に顕微鏡視下歯根端切除術，MTA セメントによる逆根管充填術を併用して治療した。根管からの排膿が手術時まで消失しなかったため，病変摘出後に術中正根管充填，逆根管充填を併用した。術後 1 年の時点で臨床症状を認めず X 線透過像は 87.4% の縮小率を示したため，総合評価は successful である (図 11)。

(3) 症例 17：65 歳，女性

10 年前に他院で歯根端切除術およびアマルガムによる逆根管充填が施行された。症状が再燃したため当科を紹介

表 2 治療成績

症例	年齢	性別	部位	病理診断	術後1年での 臨床症状の有無	縮小率 (%)	総合評価
1	30	M	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	78.3	successful
2	49	M	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	25.8	治癒遅延
3	43	F	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	63.9	successful
4	28	M	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	53.8	successful
5	24	F	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	84.3	successful
6	43	F	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	66.1	successful
7	39	F	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	52.2	successful
8	41	F	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	67.5	successful
9	47	M	下顎前歯部	歯根嚢胞	—	59.2	successful
10	64	F	下顎前歯部	歯根嚢胞	—	83.2	successful
11	64	F	下顎臼歯部	歯根嚢胞	—	76.6	successful
12	55	F	下顎臼歯部	歯根嚢胞	—	76.5	successful
13	66	M	下顎臼歯部	歯根嚢胞	—	77.3	successful
14	44	M	下顎臼歯部	歯根嚢胞	—	87.5	successful
15	33	M	上顎臼歯部	歯根嚢胞	—	77.2	successful
16	39	M	下顎臼歯部	歯根嚢胞	—	87.4	successful
17	65	F	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	90.7	successful
18	59	M	上顎前歯部	歯根嚢胞	—	45.7	治癒遅延
19	46	M	上顎臼歯部	歯根嚢胞	—	76.1	successful
20	44	F	上顎臼歯部	歯根嚢胞	—	60.5	successful

図 10 症例 11: 46 歳, 女性

- A: 術前のパノラマ X 線写真 B: 術後 1 年のパノラマ X 線写真
 C: 術前の CT D: 術後 1 年の CT
 E: 術後 2 年の CT (術後 1 年 6 か月との比較)

図 11 症例 16：39 歳，男性

A：術前のパノラマ X 線写真 B：再根管治療後 3 か月のパノラマ X 線写真
C：術中根管充填 D：術前の CT E：術後 1 年の CT

図 12 症例 17：65 歳，女性

A：術前のパノラマ X 線写真 B：術前の口腔内写真 C：術後 1 年のパノラマ X 線写真
D：術前の CT E：術後 1 年の CT

受診した。局所麻酔下で Parctsch II 法に顕微鏡視下歯根端切除術，MTA セメントによる逆根管充填術を併用して治療した。術後 1 年の時点で 90.7%の縮小率を示し臨床症

状も認められないため，総合評価は successful である（図 12）。

考 察

(1) 顕微鏡視下歯根端切除術の利点

手術用実体顕微鏡下における歯根端切除術は1984年にReubenら¹²⁾によって初めて報告され、1997年にKimら⁸⁾によってendodontic microsurgeryとして確立された。顕微鏡視下での歯根端切除の有用性は、

- 1) 歯根端切除量を適切に設定することが可能であること、
- 2) 象牙細管露出を最小限に止めることが可能であること、
- 3) 切除断面の破折線、未処理根管、側枝、イスミスなどの確認が可能であること、
- 4) 確実な根管充填による緊密な根管封鎖が可能であること、
- 5) 歯根周囲病変の除去を確実に行うことが可能であること、などが考えられる^{8,9)}。

歯根端切除量は一般的に3 mmであれば、根尖分枝の98%、側枝の93%は除去可能である⁹⁾。また、象牙細管露出が最小となる切断面のベベル角は0°であることは当然である。従来の肉眼による歯根端切除では逆根管窩洞形成手技の関係から、切断面のベベル角が45°から60°となってしまうのに対し、顕微鏡視下では歯軸に垂直となるようにベベルを設定することが可能となる。

逆根管窩洞形成においては、超音波レトロチップの使用によって根管に追従した窩洞形成を行うことが可能となった。超音波レトロチップの有用性は、

- 1) 歯の長軸に平行に形成することで根管壁穿孔が防止できること、
 - 2) 逆根管充填材の脱落防止のために必要な3 mm以上の窩洞が正確に形成できること、
- などが考えられる。

逆根管充填剤として使用しているMTAセメントは酸化カルシウム、酸化ケイ素など無機質酸化物が主成分であるため、良好な窩洞封鎖性と共に生体親和性を有している¹³⁾。また、血液曝露下でも良好な封鎖性を有している¹⁴⁾とされている。さらに、セメント芽細胞の誘導能を有することも報告されていることからbiological sealの効果も期待できる¹⁵⁾。現在、MTAセメントには根管充填剤としての適応はないが、根管充填剤が具備すべきさまざまな条件を満たし、血液曝露下でも良好な封鎖性示すことから、歯根端切除後の逆根管充填剤として理想的な材料と考えられる。

(2) 根尖孔外バイオフィームに対するわれわれの戦略

Noiriら¹⁶⁾は、難治化した根尖性歯周炎罹患歯より得られた過剰根管充填材、抜去歯、ならびに歯根端切除時に採取した根尖部歯片を電子顕微鏡で観察し、約82%の症例で根尖孔バイオフィームを検出している。すなわち、根尖性歯周炎の難治化には根尖孔バイオフィームがかなりの頻度

で関与しているということである。

一般的にバイオフィーム形成細菌は、

- 1) 細胞外マトリックスの存在により抗菌薬が浸透しない、
- 2) 遺伝子の発現変化による著しい抗菌薬抵抗性を獲得している、
- 3) バイオフィーム深部では栄養の欠乏や代謝産物の蓄積により細菌の増殖率が低下し抗菌薬感受性が低下している、

などの理由から、浮遊細菌と比較して10～1,000倍の抗菌薬抵抗性を示す¹⁷⁾。現時点では、バイオフィーム感染症の最も効果的な治療法は、細菌バイオフィームの機械的除去である。

根尖孔バイオフィームが形成されると、根管治療で除去することは不可能であり、多くの場合において改善が得られない。したがって根尖孔バイオフィームに起因する難治性根尖性歯周炎は歯根端切除術の適応となる。

歯根嚢胞は根尖性歯周炎進展の最終型である。3歯以上の広範囲進展・高難度病変でも、嚢胞の処置（摘出または開窓）と原因歯への対応が治療の基本であることには変わりはない。Noiriら¹⁸⁾は、Er:YAGレーザーが、in vitroにおいて根管から高頻度に検出されるグラム陰性菌のバイオフィームに対して抑制効果があることを報告し、さらに、根管拡大後の根管にレーザー照射を行うことで60%の症例で細菌が観察されなくなることを臨床的に示している¹⁹⁾。

それらの知見をもとに、われわれは歯根端切除によりバイオフィームを機械的に除去するとともに、逆根管形成後の窩洞内および歯根端切除面周囲にEr:YAGレーザーの照射を行い、術後の再発予防（バイオフィームの再形成予防）に努めている。

(3) 顕微鏡視下歯根端切除術の成功率

顕微鏡視下歯根端切除術の治療成績を、従来から施行されている肉眼的歯根端切除術（術前根管充填、術中正根管充填、逆根管充填）の治療成績と比較した。表3に示すごとく、術前根管充填および逆根管充填では50%前後の成功率^{20～23)}に止まっているのに対し、術中正根管充填では90%前後と高い成功率を示していた^{20,24)}（図8）。その要因は、病変摘出後に根管充填を行うため管内への細菌侵入を防げること、根尖を直視した状態での緊密な根管充填が可能となること、などが考えられる。仮に肉眼的歯根端切除を行う際は、術中正根管充填を行うことが望ましいと考えられた。表3に示すごとく、顕微鏡視下歯根端切除術（endodontic microsurgery）ではさらに成功率の向上が認められ、90%を超える成功率が標準的に得られていた^{22,23,25～28)}。われわれも下顎歯根嚢胞では100%、上顎でも

表 3 肉眼的歯根端切除（従来法）の治療成績

	根管充填法	処置歯（病巣進展度）	観察期間	成功率（％）
上田ら ²⁰⁾	術前根充	1～3 歯	4 年	51.0
Friedman ら ²¹⁾	術前根充			44.1
上田ら ²⁰⁾	術中正根充	1～3 歯	4 年	83.0
長瀬 ²²⁾	術中正根充	記載なし	10 年以上	90.8
Tsisis ら ²³⁾	逆根充	1 歯	1 年以上	44.2
(メタ分析)				
Setzer ら ²⁴⁾ (21 論文)	逆根充	1 歯	6 か月以上	59.0

表 4 顕微鏡視下歯根端切除の治療成績

	根管充填法	処置歯（病巣進展度）	観察期間	成功率（％）
Rubinstein ら ²⁵⁾	逆根充	1 歯	5～7 年	91.5
Maddalone ら ²⁶⁾	逆根充	1 歯	3 年	92.5
Tsisis ら ²³⁾	逆根充	1 歯	1 年以上	91.1
Rud ら ²⁷⁾	逆根充	1 歯	1 年以上	92.0
(メタ分析)				
Tsisis ら ²⁸⁾ (11 論文)	逆根充	1～2 歯	1 年以上	91.6
Setzer ら ²⁴⁾ (21 論文)	逆根充	1～2 歯	6 か月以上	94.0
本報告	逆根充	3 歯以上	1 年以上	90.0 (全体) 84.6 (上顎) 100 (下顎)

84.6%ときわめて良好な成績が得られた。X線学的評価で治癒遅延であった上顎歯根嚢胞2例も臨床症状はなく、確実に透過像が縮小し治癒傾向にあった。骨形成が遅延した原因は根尖病変や歯根嚢胞の再発ではなく、部位による骨質の違いや骨欠損内の癒着形成の影響が大きいと考えられた。表4に示した成功率の報告はいずれも1～2歯の病変に対する治療成績を示したものであり、評価基準、評価時期、評価方法もそれぞれの報告で異なり一定していないため、われわれの成績と単純に比較することはできない。しかし、われわれの報告は3歯以上とより広範囲に進展した高難度病変に対しての適応であることを考慮すると、本術式は広範囲進展の歯根嚢胞に対してきわめて有効な術式であると考えられた。

結 語

われわれは、Parctsch II 法と原因歯に対する顕微鏡視下歯根端切除術およびMTAセメントによる術中逆根管充填を併用することで、3歯以上に及ぶ広範囲に進展した歯根嚢胞に対してきわめて良好な治療成績が得られた。

本術式は群馬大学歯科口腔・顎顔面外科における歯根嚢胞の標準的治療法として、今後も継続して検討を重ねていく予定である。

本総説の内容は第59回（公社）日本口腔外科学会総会・学術大会（2014年10月18日、幕張）におけるシンポジウム3「歯根端切除術 Up-to-date」において報告した。

本論文に関して、開示すべき利益相反状態はない。

引用文献

- 1) 安田栄一, 戸田忠夫, 他 編集: 歯内治療学. 第2版, 医歯薬出版, 東京, 1998, 277-288 頁.
- 2) 宮崎 正 監修: 口腔外科学. 第2版, 医歯薬出版, 東京, 1998, 331-332 頁.
- 3) Ogawa M, Yokoo S, et al : A clinical study of endodontic microsurgery for extensive radicular cysts. *Int J Microdent* 4: 98-105, 2013.
- 4) 横尾 聡, 小川 将, 他 : 口腔外科からみた根尖病変の対応—広範囲 (3 歯以上) に進展した歯根嚢胞に対する顕微鏡視下歯根尖切除術の適応. 木ノ本喜史編; 歯内療法成功への道. 根尖病変—治療へ向けた戦略を極める—. 第1版, HYORON, 東京, 2013, 137-146 頁.
- 5) 須佐岳人, 小川 将, 他 : 顕微鏡視下歯根尖切除術—広範囲 (3 歯以上) に進展した歯根嚢胞に対する対応—. 別冊 Quintessence 「マイクロデンティストリー」 Year Book. 第1版, クインテッセンス社, 東京, 2012, 16-23 頁.
- 6) 小川 将, 横尾 聡 : CT 画像に基づく歯根嚢胞の治療戦略とマイクロスコープを用いた歯根端切除術—別冊 Quintessence 「マイクロデンティストリー」 Year Book. 第1版, クインテッセンス社, 東京, 2014, 14-18 頁.
- 7) 吉岡隆知, 八幡祥生 : 先進医療「X線 CT 画像診断に基づく手術用顕微鏡を用いた歯根端切除手術」の治療成績. *日歯保存誌* 53: 66-72, 2010.
- 8) Kim S : Principles of endodontic microsurgery. *Dent Clin North Am* 41: 481-497, 1997.
- 9) Kim S and Kratchman S : Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod* 32: 601-623, 2006.
- 10) Velvart P : Papilla base incision: a new approach to recession-free healing of the interdental papilla after endodontic surgery. *Int Endod J* 35: 453-460, 2002.
- 11) Velvart P : Soft tissue management in endodontic surgery. *J Endo* 31: 4-16, 2005.
- 12) Reuben HL and Apotheker H : Apical surgery with the dental microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 57: 433-435, 1984.
- 13) Torabinejad M, Higa RK, et al : Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 20: 159-163, 1994.
- 14) Holland R, Filho JA, et al : Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforation. *J Endod* 27: 281-284, 2001.
- 15) Wälivaara DÅ, Abrahamsson P, et al : Periapical tissue response after use of intermediate restorative material, gutta-percha, reinforced zinc oxide cement, and mineral trioxide aggregate as retrograde root-end filling materials: a histologic study in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 70: 2041-7, 2012.
- 16) Noiri Y, Ehara A, et al : Participation of bacterial biofilms in refractory and chronic periapical periodontitis. *J Endod* 28: 679-683, 2002.
- 17) Stewart PS and Costerton JW : Antibiotic resistance of bacteria in biofilms. *Lancet* 358: 135-138, 2001.
- 18) Noiri Y, Katsumoto T, et al : Effects of Er: YAG laser irradiation on biofilm-forming bacteria associated with endodontic pathogens in vitro. *J Endod* 34: 826-829, 2008.
- 19) 野村由一郎, 川上克子, 他 : Er : YAG レーザーが根尖部の感染根管内象牙細管に及ぼす影響. *日歯保存誌* 49: 537-544, 2006.
- 20) 上田より子, 横林敏夫, 他. 歯根端切除の予後に関する臨床的検討. *口科誌* 31: 227-234, 1982.
- 21) Friedman S, Lustmann J, et al : Treatment results of apical surgery in premolar and molar teeth. *J Endod* 17: 30-33, 1991.
- 22) 長瀬麻理子 : 歯根尖切除術の治療成績に関する X 線学的研究. *口病誌* 66: 339-350, 1999.
- 23) Tsesis I, Rosen E, et al : Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique. *J Endod* 32: 412-416, 2006.
- 24) Setzer FC, Shah SB, et al : Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature-part 1: comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod* 36: 1757-1765, 2010.
- 25) Rubinstein RA and Kim S : Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of surgical operation microscope and Super-EBA as root end filling material. *J Endod* 25: 43-48, 1999.
- 26) Maddalone M and Gagliani M : Periapical endodontic surgery: a 3-year follow up study. *Int Endod J* 36: 193-198, 2003.
- 27) Rud J, Rud V, et al : Periapical healing of mandibular molars after root-end sealing with dentin-bonded composite. *Int Endod J* 34: 285-292, 2001.
- 28) Tsesis I, Faivishevsky V, et al : Outcome of surgical endodontic treatment performed by a modern technique: a meta-analysis of literature. *J Endod* 35: 1505-1511, 2009.