

## 根管内細菌と根管拡大から消毒まで

八幡昌介

岩手医科大学歯学部歯科保存学第一講座\*

〔受付：1978年1月26日〕

### 1 根管内細菌について

根管内に細菌の感染する経路は、歯周組織や血行を介してもその可能性があるが、その多くはう蝕や外傷により口腔に露出した歯髓の感染と壊死に基因するものである。

したがって、根管内の細菌は、口腔内の細菌と一連の関係がある。

感染根管から見いだされる細菌の種類についての研究報告がこれまで多くみられるが、それらの報告によると、根管の感染は混合感染の場合と単一感染の場合があり、Burket<sup>1)</sup>は59%、Ostlander<sup>2)</sup>らは53%、Slack<sup>3)</sup>は79%にレンサ球菌の純培養をえたと報告している。

それらの細菌の各々の種類と頻度については、症例選択法、細菌検出法および培養方法などによって、報告者の成績が異なるが、グラム陽性菌が76~96%と圧倒的に多く、そのうち、レンサ球菌とブドウ球菌が大半を占める点ではまったく一致している。

開放根管と閉鎖根管に関しては、Brown<sup>4)</sup>らとCraford<sup>5)</sup>らの研究によれば、開放根管では口腔細菌に類似した結果が得られたが、閉鎖根管には開放根管にみられない数種類の細菌が存在することを明らかにした。三木<sup>6)</sup>はまた、両者を比較した結果、閉鎖根管群では開放根管群にくらべて細菌叢の種類が極めて少ないことを指摘している。

また、過去の報告にはあまりみられなかった

偏性嫌気性菌が18~30%にみられたという報告が相ついでみられるようになってきたが、最近さらに、スピロヘーターやマイコプラズマの出現を確認したBrown<sup>4)</sup>らやSerene<sup>7)</sup>らの報告も加えられるようになり、今後、今まで根管から分離ができなかった新たな種類の微生物が検出されるものと思う。

#### 1) 主根管および分岐根管の細菌

無髄歯の主根管の細菌の出現頻度については、長谷川<sup>8)</sup>は培養法により48例中32例(66.6%)に、Möller<sup>9)</sup>は口腔との交通がない歯髓の壊死した35歯の29歯(82.8%)に細菌を認めた。

また、Shovelton<sup>10)</sup>は組織細菌学的所見から97例のうち18例(18.6%)にはどこにも全く細菌を認めることができず、根管のみにみられたものは18例(18.6%)で、他の症例はすべて象牙質内に細菌の侵入を認めたことを報告している。

次に、部位別による感染の程度に関しては、長谷川<sup>8)</sup>は、根管を歯頸部、中間部、根尖部に三等分して判定した場合、根尖部、歯頸部、中間部の順に感染度が高いことを報告し、大沢も組織細菌学的所見から同様の成績をえた。

さらに、特に根尖端部の様相について詳細な検討を試みると、Shovelton<sup>10)</sup>は、根管の上方部は強度の感染をきたしていても根尖端部には、滲出細胞が充満し細菌は全く認めることができなかったことを報告し、大沢も同様の所見を認めている。

Bacterial infection in the root canal and from canal preparation to intracanal medication

Syosuke YAWATA (Department of Conservative Dentistry I, Iwate Medical University School of Dentistry, Morioka 020)

\*岩手県盛岡市中央通1丁目3-27 (〒020)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 3 : 6-12, 1978

以上から、その原因や状態にもよるが、無髄歯は必ずしも感染しているとは限らないが、たとえ根管全体が感染していても組織細胞の防衛反応の波及しやすい根尖端で細菌が生存することは非常に困難になるものと思われる。しかしながら、歯髄が壊死した場合には、早晚感染するに至ることは明らかである。

次に、側枝や分岐根管については、渡辺は分岐根管のみられた約50%に、河内<sup>12)</sup>らは90%に細菌の存在を認めていることから、主根管のみでなく、根管系全体に対しての考慮が重要と考える。

## 2) 象牙質およびセメント質内の細菌

感染根管の象牙細管への細菌の侵入頻度については、Shovelton<sup>10)</sup>は79歯中61歯(77.2%)に、河内らは、開放性の感染根管歯41歯(50根)中45根管(90%)にそれぞれ細菌の侵入していることを報告していることから、感染根管歯といえどもそのすべてが象牙質に感染をきたしているわけではないが、その大半が感染しているとみてよいだろう。

また、感染根管の象牙細管への侵入範囲に関しては、大沢<sup>13)</sup>、渡辺、Shovelton<sup>10)</sup>らの組織細菌学的研究によると、根管壁の構造によって大分趣きを異にし象牙質瘤や第2象牙質および第2セメント質などの石灰性新生物がみられる場合には、これらのみられない場合にくらべて象牙細管への細菌の侵入は著しく制限されるが、一般的には、Shoveltonは根管象牙質の全厚径の $\frac{1}{2}$ の深さまで侵入している例を認め、大沢、渡辺はさらに深く $\frac{2}{3}$ ~ $\frac{3}{4}$ の深さのものも認めているが、河内<sup>12)</sup>らはやはり組織細菌学的に侵入深度をマイクロスケールで測定した結果、最大侵入深度が1.2~1.3mmであったと報告している。これらの報告から症例によっては相当深部にまでも侵入しているものもあることがうかがえる。

さらにまた、根管の上下的な部位と細菌の侵入範囲との関係については、Shovelton<sup>10)</sup>、河内<sup>12)</sup>らは根管口部 $\frac{1}{3}$ 、中央部 $\frac{1}{3}$ 、根尖部 $\frac{1}{3}$ の3つを比較した結果、その侵入深度に差がないこ

とを認めたのに対し、大沢<sup>13)</sup>、渡辺は、根管口部や根尖部にくらべ中央部に少ない成績をえている。

なお、歯根の横断面から見た細菌の拡張様相については、その短軸方向よりも長軸方向に進展する傾向があることをShovelton<sup>10)</sup>や河内<sup>12)</sup>らが述べているが、著者<sup>14)</sup>も類似の研究から同じような所見を認めている。

また、臨床所見と細菌侵襲との関係では、Shovelton<sup>10)</sup>は慢性炎型の方が急性炎型のものよりも、強度の細菌侵襲をうける傾向があるのに対し、河内<sup>12)</sup>らは、逆に急性炎型のものに強度の細菌侵襲を受けていることを認め、病変の有無や大きさとの間には差がみられなかったことを報告している。

さらにまた、歯種別と細菌侵入深度との関係では、河内<sup>12)</sup>らは、複根歯よりも単根歯の方が侵入深度が大であることを認めている。

次に、セメント質への細菌侵入に関しては、大沢<sup>13)</sup>、北村<sup>11)</sup>はセメント小窩に細菌の侵入した例を報告しているが、Shovelton<sup>10)</sup>は、セメント質に侵入したものが全くなかったことを報告している。

著者<sup>14)</sup>の場合には、何らかの原因でセメント質に亀裂が生じた場所に細菌が侵入した例を経験している。

## 3) 根尖歯周組織の細菌

感染根管の根尖歯周組織内への細菌の伝播に関しては、Rohdenburg<sup>15)</sup>らは細菌学的方法によって検索を行ない、100例の歯根肉芽腫から64%に細菌を検出している。また、Grossman<sup>16)</sup>は根尖に透過像を有する無髄歯150例から15%に、野口<sup>17)</sup>は81例中100%に細菌の出現を認めたことを報告している。

また、Rohdenburg<sup>15)</sup>らは、組織細菌学的検索から、100例の歯根肉芽腫の中で急性炎を伴った11%に、Harndt<sup>17)</sup>、Boyle<sup>18)</sup>、Shovelton<sup>10)</sup>は急性炎を伴う肉芽腫や膿瘍には細菌を認めたが充実性の肉芽腫にはほとんど細菌を見ることができなかったとしている。しかしながら、今井<sup>19)</sup>は、抜去歯に附着した70例の慢性型の根

尖病巢中の9例(12.9%)に、Winkler<sup>20)</sup>らは、根管が強度に感染を来たした15例の歯根肉芽腫のうち、13例(86.6%)が感染していることを報告している。なおまた、Melville と Birch<sup>21)</sup>によると根尖歯周組織にみられる細菌の種類は根管にみられるものと同種のもが多く、中にはその一部が見られるにすぎない例もあると述べている。

一方、Hedeman<sup>22)</sup>は、カニウラ法によって、管内細菌と根尖歯周組織内の細菌との関係を根尖病変のある82歯について追求したところ、その中の56歯(68.3%)は管内と根尖歯周組織の両方に細菌が見られ、19例(23%)はどちらにも細菌は見られなかったが7例(8.5%)においては管内に細菌がみられるにもかかわらず根尖歯周組織には細菌を見ることができなかったという。さらにまた、Hedeman はこれらの歯に根管の機械的・化学的清掃を行なって、連続2回の陰性培養を獲得した後に、根尖歯周組織を無菌的に取り出し、細菌学的方法(培養)と組織細菌学的方法の両者により細菌の有無を検索した結果、根尖歯周組織に全く細菌が認められなかったことから、通法の根管培養試験によって連続2回の陰性培養を獲得した場合には、その根尖歯周組織の細菌はすべて消失してしまうものであることを立証したが、後にShindell<sup>23)</sup>もこれを追試して類似の成績を得た。

以上のような研究成績と、その他のこれまでの報告を概観すると、細菌学的な検査法では、出現率が比較的高いのに比べ、組織細菌学的な検査法による場合には、概して低かったという報告例が多いが、これは前者ではいかに厳重な注意を払っても、被検材料の外界からの細菌による汚染が避けがたいことに基因するものと思われる。

また、急性炎を伴うものは慢性炎型のものより、根管の感染が強いものは弱いものよりも根尖歯周組織への細菌の伝播が多くなることがわかる。

## 2 根管拡大から消毒まで

感染根管歯は、根管充填の前に、あらかじめ出来るだけ完全に根管系の滅菌、消毒を行なっておく必要がある。

根管の滅菌、消毒は根管の機械的清掃と化学的清掃を併用して根管内容物や感染歯質を除去したのち、根管消毒薬を貼薬することによりその目的を達しているが、症例によっては薬剤を根管系の深部に送入するためにイオン導入法などの補助療法を施行することもある。

過去に、消毒薬の作用を過大視して根管消毒に主眼をおいて根管の滅菌、消毒を計った時代があったが、これらの試みはすべて失敗に帰し、現在では、むしろ根管の機械的、化学的清掃に主眼がおかれるようになり、根管消毒は二次的なものになった。すなわち根管に何を入れるべきかの時代から根管から何をとり除かなければならないかの時代へと変ったのである。したがって症例によっては、根管消毒を行わずに即時根管充填を行なって成果を挙げている報告も見られる。

### 1) 根管の機械的・化学的清掃

根管の機械的拡大清掃には、二つの重要な目的がある。第一は感染源となっている根管内容物や感染歯質を除去することであり、第二は使用する根管充填材(剤)や充填法に適する形態に根管を形づくることである。これによって根尖歯周組織に生じた歯槽膿瘍や歯根嚢胞からの内容物が排出される道が拓かれるとともに薬剤の消毒効果を確実なものにすることができる。

要するに、根管を機械的に拡大し形成することは、感染根管の滅菌、消毒やその予後成績に甚大な影響を及ぼすことが必至の要件であり、それゆえに最近この方面の研究報告が続出している。

根管の機械的拡大形成は、化学的清掃剤を併用することにより、その効果を最大に発揮することができる。すなわち、管内の有機質や細菌、ならびに機械的な拡大によってできた象牙質削片などを化学的に軟化溶解するとともに物

理的に洗い出す役目と潤滑的な作用をも果たしてくれる。さらにまた、根管の解剖学的形態から器械の到達が出来ない部位に残留した汚物にも効果的に作用してくれる。

これらの効果に関してのこれまでの研究報告を挙げてみると、細菌学的にその効果を判定したものでは、Ingle<sup>24)</sup>らは、感染根管65歯に滅菌水浴下に機械的清掃を行ない、培養によってその効果を判定したところ、その中の13歯(20%)だけが陰性に転化したのに対し、Auerbach<sup>25)</sup>は56歯の感染根管歯にヒポクロリットを用いて器械的清掃を行なうことにより、78%の陰性培養を獲得することができ、Stewart<sup>26)</sup>は同様の方法で50歯中76%を、Bence<sup>27)</sup>らは23歯を使用して74%を陰性培養に転化することができたことを報告している。

次に病理組織学的に清掃効果を判定したのものとして、Ulik<sup>28)</sup>の報告があるが、彼は新鮮な抜去有髄歯 200歯に種々な化学的清掃剤を使用して根管の拡大清掃を行なったのちに、横断切片標本を調製して鏡検した結果、その中で8%の有効塩素を含有する Neoantiformin と、Hypochlorit を使用した例に良好例が多くみられたとのべている。しかしながら、根管の横断面形態で凹部が見られるものや、細長い根管で拡大用器械が到達していない部分はよく清掃されずに有機物質がみられるとともに側枝や分岐根管は全く清掃されなかったことを報告している。

また、山下<sup>29)</sup>は、感染根管歯 156歯に、アンチホルミン、クロラミン、オキシドールを使用して同様の研究を行なったところ、アンチホルミン使用例はクロラミンやオキシドール使用例にくらべて優れた成績をしめたという。しかしながら Ulik と同様に側枝や分岐根管はもちろん、主根管でも器械の到達しない部分の清掃状態はよくないことを確認した。

ついで、関根<sup>30)</sup>らは、ネオクリーナー(10%次亜塩素酸ナトリウム)を使用して92歯の感染根管歯に同様の実験を行なったところ、根管の形態が複雑で器械的拡大が困難な症例でも90分

間以上拡大操作を行なえば、良好な成績をうることもできると同時に器械の全く到達不能な側枝分岐根管にも非常に優れた効果をあらわすことを報告している。

著者<sup>31)</sup>らも、54歯の感染根管歯に対し、EDTAだけ使用した場合、EDTAとネオクリーナーを併用した場合、ネオクリーナーのみ使用した場合の清掃効果を検索した結果、EDTAとネオクリーナーの併用例が比較的良好な成績をしめし、ネオクリーナー使用例はEDTAの使用例よりも良好な成績をしめた。

また、最近では Walton<sup>32)</sup>は42歯の91根管に対し5%次亜塩素酸ソーダ浴下に種々な根管の拡大形成法、すなわち、ファイリング法、リーミング法および Step-backfiling 法の3方法で根管の拡大形成を行なったのちに横断と縦断連続切片を作製してその効果を判定した結果、Step-backfiling 法が他のリーミングやファイリング法にくらべ良好な清掃効果がえられたが、どんな場合でも85%以上の主根管壁が器械的操作のみでは削去されなかったことを報告している。

以上の細菌学的および病理組織学的研究結果から、根管の器械的、化学的清掃効果は器械的な拡大形成法や化学的清掃剤の種類によっても異なるが、概して拡大用器械の到達しにくい側枝や分岐根管などの部位の清掃がいかに困難なことであるかを知ることができると同時に、主根管でも根管の形態が単純で器械の到達しやすい場所では清掃が容易であることがわかる。

## 2) 根管の消毒

根管の器械的、化学的清掃を十分に行なっても、側枝、分岐根管などの器械の到達できない場所や、象牙質の深部、根管の形態によっては主根管さえも、滅菌、消毒が完全にできない場合がある。

このような場所の消毒と再感染の防止が本法の目的である。

消毒法として、通常一般に行なわれている根管への消毒剤の貼薬を行なう薬学的方法と、ジアテルミー法、ジュール加熱法および異種金属

通電法などによる物理的方法および、これら二者を併用する電気分解法、電気泳動法、イオン導入法などの物理化学的方法などがある。

物理的消毒法は、その効果があまり期待できないため現在ではほとんど使用されていない。

通法の根管治療では、ホルモクレゾール、パラモノクロールフェノール、クレサチン、ユージノールなどの非特異性薬剤や、特異性薬剤に属するPBSCやPBSNなどの複合抗生剤、またはそれら両者の混和剤、たとえばペニシリンとPMCPを混和して使用することによってその目的を達しているが、前者の非特異性薬剤は根尖歯周組織を刺激しやすい欠点があり、後者の特異性薬剤は組織障害が少ないが、過敏症や、細菌の耐性に問題があるので注意して使用しなければならない。

また、アンモニア銀やヨードヨウ化亜鉛溶液を使用するイオン導入法は、鈴木<sup>33)</sup>、大谷<sup>34)</sup>の研究に負うところが多く、側枝や分岐根管のある症例、根管内で器械が破折した例、および根尖近くで穿孔し本来の根管をみうしなった症例などに応用すると消毒と金属イオンの沈澱による充填の二つの効果がえられることが報告され

ているので、症例によっては補助法として使用することは意義があるものと考えられる。

しかしながら、福島<sup>35)</sup>ら、外<sup>36)</sup>の研究からも指摘されているように、根管の機械的・化学的清掃が十分遂行されたのちでないといふ効果が低いことに留意すべきである。

### 3) 治療後の根管の無菌性について

以上の根管の機械的・化学的清掃と根管消毒により、根管の無菌性が得られたかどうかを確認するには、細菌検査によらなければならない。

細菌検査法には塗抹標本を調製して鏡検する方法と培養による方法とがある。前者は後者にくらべて精度が劣るため主として培養法が行なわれているが、塗抹標本による方法は所要時間が少なくすみ、培地に生えない菌の出現も見られることがあるので捨てがたい。

しからば、このような無菌試験法によって臨床的に無菌と判定された根管および根管象牙質は果たしてどの程度にその真相を表現しているのであろうか。

この実態を究明するために従来行なわれてきた研究をまとめてみると表のようになる。

この表からわかるように細菌の検出率は0から

表. 根管内無菌試験後の根管および根管象牙質からの細菌検出率(比較成績)

実験者 (年度)	実験材料および方法	無菌試験法の種類 および使用培地	例数	陽性 例数	陽性率	使用薬例
佐野 (1932)	人間抜去歯の削片培養 (in vitro)	ブイヨンによる 培養	40	1	3%	デクロラミンT
大沢 (1953)	人間抜去歯の削片培養 (in vitro)	Thioglycollate 培 地による培養	30	27	90%	C.P. ユージノール, F.C., ペニシリン, スト レプトマイシン
三木 (1955)	人間抜去歯の削片培養 (in vitro)	0.1% 糖加肉水ブ イヨンによる培養	7	0	0%	F.C.
八幡・本谷 (1970)	人間歯の削片培養 (in vivo)	Thioglycollate 培 地による培養	67	6	8.9%	F.C.
渡辺 (1955)	人間歯の組織細菌所見 (in vivo)	Thioglycollate 培 地による培養	19	18	95%	フェノールカンファー, ユージノール, F.C., ペ ニシリン
外 (1959)	人間歯の組織細菌所見 (in vivo)	塗抹標本による 鏡検	30	19	63%	ガッタパーチャ, クロロ パーチャ及び水酸化カル シウム
北村 (1960)	成犬歯の組織細菌所見 (無菌検査行わず)	無菌試験行わず	193	52	27%	フェノールカンファー, ユージノール, ペニシリ ン, テラマイシン

八幡 (1972)	成犬歯の組織細菌所見	Thioglycollate 培地による培養	17	5	29%	F C.
	人間歯縦断切片の組織細菌所見	Thioglycollate 培地による培養	33	10	30%	F C.
	人間歯横断連続切片の組織細菌所見 (F C使用例)	Thioglycollate 培地による培養	20	12	60%	F C.
	人間歯横断連続切片の組織細菌所見(ヒポクロ使用例)	Thioglycollate 培地による培養	15	6	40%	ヒポクロリット

95%というように各研究者によってかなりの差異がある。しかしながら総体的にみると削片培養法では根管象牙質のすべてが培養されるわけではなく根管象牙質の一部のみが培養材料として使われているのに対し、組織細菌学的方法では歯根の表層から深層までほとんど歯根の全域を顕微鏡下に観察できるためか出現率が大きい傾向がみられる。

以上のように通法による無菌試験法で無菌と判定された根管でも、その深部の根管象牙質内にはなお細菌が残留している例があり、根管および根管象牙質はかならずしも無菌ではないことがわかる。

しかしながら著者<sup>14)</sup>の培養試験陰性後の根管および根管象牙質の組織細菌学的研究から、連続2回の陰性培養をえたのちの根管および根管象牙質の残留細菌の様相を、いわゆる感染根管の感染状態と比較するならば、検出菌数は一般に著しく少なく、一応の消毒の目的が達成されたことを知るための判定法として価値あるものと思う。

(校閲して頂いた石橋教授に深謝いたします)

### 文 献

- 1) Burket, L.W. : Recent studies relating to periapical infection including data obtained from human necropsy studies. *J. A. D. A.* 25 : 260-272, 1938.
- 2) Sommer, R.F., Ostlander, F.D., Crowley M.C. : *Clinical Endodontics, Thirded.*, W.B. Saunders Co., pp 344-366, 1970.
- 3) Slack, G.L. : The microbiobiology of the pulp and periapical tissues. "Transaction of the Second International Conference on Endodontics." Philadelphia. Univ. of Penn.,

pp 39-50, 1958.

- 4) Brown, L.R., Rudolph, C. E. , : Isolation and identification of pulp-involved teeth. *Oral Surg.* 10 : 1094-1099, 1957.
- 5) Craford, J. J., Shankle, R. J. : Application of newer methods to study the importance of root canal and oral microbiota in endodontics. *Oral Surg.* 14 : 1109-1123, 1961.
- 6) 三木 洋 : 歯根管感染症の細菌学的研究, 歯科学報, 58 : 1-19, 1958.
- 7) Serene, T.P., Auderson, D. L. : Isolation of mycoplasma from human root canals. *J. dent. Res.* 46 : 395-399, 1967.
- 8) 長谷川慶蔵 : 感染根管の細菌的検査, 大日本歯科学会誌, 57 : 20-24, 1930.
- 9) Möller, Å.T.R. : Microbiological examination of root canals and periapical tissues of human teeth. Akademiförlaget, Göteborg. pp 312-347, 1973.
- 10) Shovelton, D. S. : The presence and distribution of microorganisms with in nonvital teeth. *Brit. Dent. Jour.* 117 : 101-107, 1964.
- 11) 北村宗久 : 実験的感染根管治療に於ける根管消毒状況と根端附近組織治癒進行状態との関係に関する病理組織的並びに組織細菌学的研究, 東京歯科大学病理学教室論文集, 1 : 1-40. 1956.
- 12) 河内勝和, 北木マサ子, 東富 恵, 岡本 莫 : 感染根管内における細菌侵襲について, 日保歯誌, 15 : 109-125, 1972.
- 13) 大沢和一 : 感染根管に於ける根管消毒剤の応用効果に関する実験的研究, (第2報) 感染根管に於ける細菌の感染状態について (とくに病理組織的ならびに組織細菌的観察), 歯科学報, 53 : 710-714, 1953.
- 14) 八幡昌介 : 根管治療における無菌検査法の検討, その5, 培養試験陰性後の根管および根管象牙質の組織細菌学的検索, 日保歯誌, 16 : 79-96, 1973.
- 15) Rohdenburg, G. L., and Franken, S.W. : (cited by Grossman, L. I. *Endodontic Practice*, Fifthed., Led & Fediger. pp 86, 1960.
- 16) Grossman, L. I. : Bacteriologic status of periapical tissue in 150 cases of infected pul-

- pless. International Asso, for Dent, Research. 37 : 67, 1958.
- 17) Harndt, E. : Histo-bakteriologische studie bei Periodontitis chronika grannomatosa. korresp. f. Zahnarzte. 50 : 330-335, 1926.
  - 18) Boyle, P.E. : Intracellular bacteria in a dental granuloma. *J. Dent. Res.* 14 : 297, 1934.
  - 19) 今井良雄 : 歯根尖病巣の研究, 口腔外科学会雑誌, 6 : 63-82, 1960.
  - 20) Winkler, T. F., Mitchell, D. F., Healey, H. J. : A bacterial study of human periapical pathosis employing a modified gram tissue stain. *Oral Surg.* 34 : 109-116, 1972.
  - 21) Melville, T. H., Birch, R. H. : Root canal and periapical floras of infected. *Oral Surg.* 23 : 93-98, 1967.
  - 22) Hedeman, W. J. : An investigation into residual periapical infection after pulp canal therapy. *Oral Surg.* 4 : 1173-1179, 1951.
  - 23) Shindell, E. : A study of some periapical roentgenolucencies and their significance. *Oral Surg.* 14 : 1057-1065, 1961.
  - 24) Ingle, J. I., Zeldow, B. J. : An evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy. *T. A. D. A.* 57 : 471-476, 1958.
  - 25) Auerback, M. B. : Antibiotics vs, instrumentation in endodontics. *New York state Dent. Jour.* 19 : 225-265, 1953.
  - 26) Stewert, G.G. : The importance of chemo-mechanical preparation of the root canal. *Oral Surg.* 8 : 993-997, 1955.
  - 27) Bence R., Wis, M., Modonia, J. V., Weine, F.S., Smulson, M.H. : A microbiologic evaluation of endodontic instrumentation in pulpless teeth. *Oral Surg.* 35:676-682, 1973.
  - 28) Ulik, R. : Die histologische kontrolle von verschidenen Methoden der Wurzelkanal-neinigung. *Zeit, f, stom.* 11 : 6, 1926.
  - 29) 山下又次郎 : 根管清掃に関する実験的研究, 歯科学報 56 : No. 1~12, 1956, 57 : No. 1~3, 1957.
  - 30) 関根, 西条, 北野, 森本, 松山 : ネオクリナーに関する実験的研究, 日保歯誌, 1 : 30, 1958.
  - 31) 八幡昌介, 石橋真澄 : 根管の拡大及び清掃に対するEDTAの応用効果, 日保歯誌, 6 : 124-131, 1964.
  - 32) Walton, R. E. : Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *Jour. of Endodontics.* 2 : 304-311, 1976.
  - 33) 鈴木賢策 : 根管治療に於けるイオン導入法, 口病誌, 19 : 9-14, 1952.
  - 34) 大谷 満 : イオン導入法による感染根管治療について (特にその術式の改良に関して), 口病誌, 25 : 454-474, 1958.
  - 35) 福島秀策, 高田 恬, 吉木周作, 外三千介, 村田茂, 堀 泰昌, 大村林木 : 実験的感染根管治療に於けるヨードイオン導入法の効果に関する病理組織的並びに組織細菌的研究, 歯科学報, 57 : 335-338, 430-435, 1957.
  - 36) 外三千介 : 感染根管治療におけるイオン導入効果に関する細菌学的ならびに病理組織学的研究, 歯科学報, 59 : 440-463, 1959.