

歯内療法における根管拡大に伴う根管壁穿孔について

第1報 歯種別発現状況

川崎孝一 会田富士子 長谷川満男

伊東宗明 小林幸男

新潟大学歯学部歯科保存学第2教室（主任：小林幸男教授）

（昭和50年1月30日受付）

A Study on the Traumatic Perforation during Enlargement of the Root Canal

Part I. Its Frequency of the Individual Tooth

Kōichi KAWASAKI, Fujiko AIDA, Mitsuo HASEGAWA,
Muneaki ITŌ & Sachio KOBAYASHI

*The Second Department of Conservative Dentistry, Niigata University School of Dentistry,
(Director: Prof. Sachio Kobayashi)*

緒 言

歯内療法において、抜髄や根管治療を行う場合、一般にリーマーやファイルなどを使用する機械的清掃（根管拡大）が必ず要求される。その際起る偶発事項の一つとして、人工的穿孔 traumatic perforation があげられる。その好発部位としては、解剖学的に歯根の彎曲を示すことの多い根尖寄り $\frac{1}{3}$ の根管側壁や、狭窄が高度で屈曲の著明な根尖孔近くでは最も穿孔し易いことが知られている。これらはいわゆる歯根膜穿孔と呼ばれており、臨床上適切な処置が望まれる。また、その治療経過や予後の良否は死腔という問題も関係し、非常に興味深いものと考えられる。

しかしながら、穿孔が歯種により、個々の歯別、また年齢などによりどの程度の発現率を示すものであろうか。著者らが文献を渉猟した範囲では、未だ確たる報告は見当らない。そこで、その発現状況を詳細に知る目的で検索を試みたので、その結果を第1報として報告する。

研究材料ならびに方法

1. 被検歯：被検歯は新潟大学歯学部保存科において、昭和47年1月から昭和48年12月までに本学3, 4回生が実際に行った学生臨床実習での抜髄例、根管治療例からなる一般ケース、総計734歯である。

その734歯の歯種別内容は、上顎前歯297本、上顎小白歯82本、上顎大白歯66本と下顎前歯107本、下顎小白歯103本、下顎大白歯79本であった。なお、大白歯の歯根別穿孔の発現を調べる目的で、その対象に上顎は頰側2根、舌側1根の3根性分岐を示し、下顎では完全に近遠心分岐を示すもののみを扱った。

2. 根管拡大法：根管拡大は通法に従っており、リーマーを使う機械的拡大と同時に、sodium hypochlorite と hydrogen peroxide を交互に用いる化学的清掃を併用している。また術者は歯科用X線写真を参照しながら、小貫製 root canal meter でメーター目盛40のいわゆる生理学的根尖

部までを拡大の目標として行った。

リーマーは原則として和製プリンス社製手用リーマー No. 1~12 を術者 (学生) が根管拡大に必要と思われる号数, すなわち太さまで適宜使用した。なおリーマーにファイルの役目を兼ねさせた。また拡大操作時に, pH 約 7.2 の ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) の 15% 溶液からなるキレート剤を併用した症例も一部に含んでいる。

3. 研究方法: 症例を抜髄例と根管治療例とに区別し, プロトコルの記載内容を調べた。とくに, 根管別において使用した最小リーマー (主に No. 1) での根管長測定の結果と, 術前, 術中, 術後の X 線写真所見をみて, 穿孔の有無を判定した。その際, 患者の年齢, 性別のほかに, 根管治療例では術前の X 線写真を観察することにより, 術前にすでに断髄処置や抜髄, 根管治療などの施術が行われ, なんらかの根管充填が施されていると思われるもの (記号 a) と, 全くそれらの施術がなされていないもの (記号 b) の 2 項目に区別した。一方, 術前の X 線写真のないものは記号 c の項目で別途に区別した。

また根管充填後の X 線写真で, 穿孔の有無の判定が困難な場合, 穿孔の疑われる症例はできるだけリコールした。そして除外例が少くなるよう努力したが, その際, 臼歯部では X 線撮影を頬舌正常方向のほかに, 近偏心投影, 遠偏心投影の 3 枚を用意し, 判定材料とした。X 線写真の読影には, 日本歯科工業社製の 3 倍拡大鏡付きシャーカステンに適宜応用し, 穿孔判定の一助とした。

なお, 以上述べたような実際の生体での穿孔所見の観察と併行して, 学生の抜去歯を使う歯内療法学模型実習での植立石膏模型における抜髄, 根管充填後の X 線写真を参照し, 根管壁穿孔の状況をさらに詳しく, 植立模型で知る目的で, その根管の断面所見を調べ, 参考資料とした。

研究成績

1) 歯種別根管壁穿孔の発現と抜髄, 根管治療との関係

本研究の対象となった 734 歯の抜髄, 根管治療

表 1 歯種別被検歯数と根管壁穿孔例歯数との関係

症例内容 歯種	抜髄例	根管治療例				合計
		a	b	c	小計	
前歯	204 (15)	109 (19)	58 (5)	33 (4)	200 (28)	404 (43)
小白歯	105 (16)	35 (6)	17 (4)	28 (2)	80 (12)	185 (28)
大白歯	71 (43)	46 (33)	19 (10)	9 (9)	74 (52)	145 (95)
合計	380 (74)	190 (58)	94 (19)	70 (15)	354 (92)	734 (166)

() 内の数値は根管壁穿孔例歯数を示す。

a: 術前に断髄, 抜髄, 根管治療, 根管充填など施された既処置のもの

b: 全く未処置のもの

c: 術前の X 線写真のないもの

例における歯種別被検歯数と根管壁穿孔例歯数との関係を上下顎歯牙を含めて一括表示したのが表 1 である。() 内の数値は根管壁穿孔歯数を表している。すなわち, 総被検歯数 734 歯中穿孔例は 166 歯にみられ, その発現頻度は約 22.6% であった。前歯と大白歯の穿孔発現頻度の間には危険率 5% 以内で統計学的に有意な相関性が認められた ($P < 0.05$)。

また, 抜髄と根管治療例との間には, 穿孔の発現には前歯部の根管治療例で強い傾向がみられ, 抜髄例との間に統計学的に有意差が認められた ($P < 0.05$)。しかしながら, 小白歯と大白歯では抜髄と根管治療例との間にはいずれも有意差は認められなかった。

2) 歯別根管壁穿孔の発現状況

上下顎歯別での被検歯数と根管壁穿孔歯数を表 2 で示した。ここでは前歯部の根管治療例において, 下顎に比較して上顎歯牙に穿孔の発現のやや強い傾向がみられるが, とくに上顎側切歯に非常に著しい。

また同様の発現状況を抜髄例, 根管治療例を含め, 百分率で比較図示すると図 1 の通りである。

切歯部では, 上顎において中切歯 3.3%, 側切歯 21.7% に対し, 下顎では, 中切歯 0%, 側切歯 13.2% となり, 上顎と同様に側切歯に強い傾向が

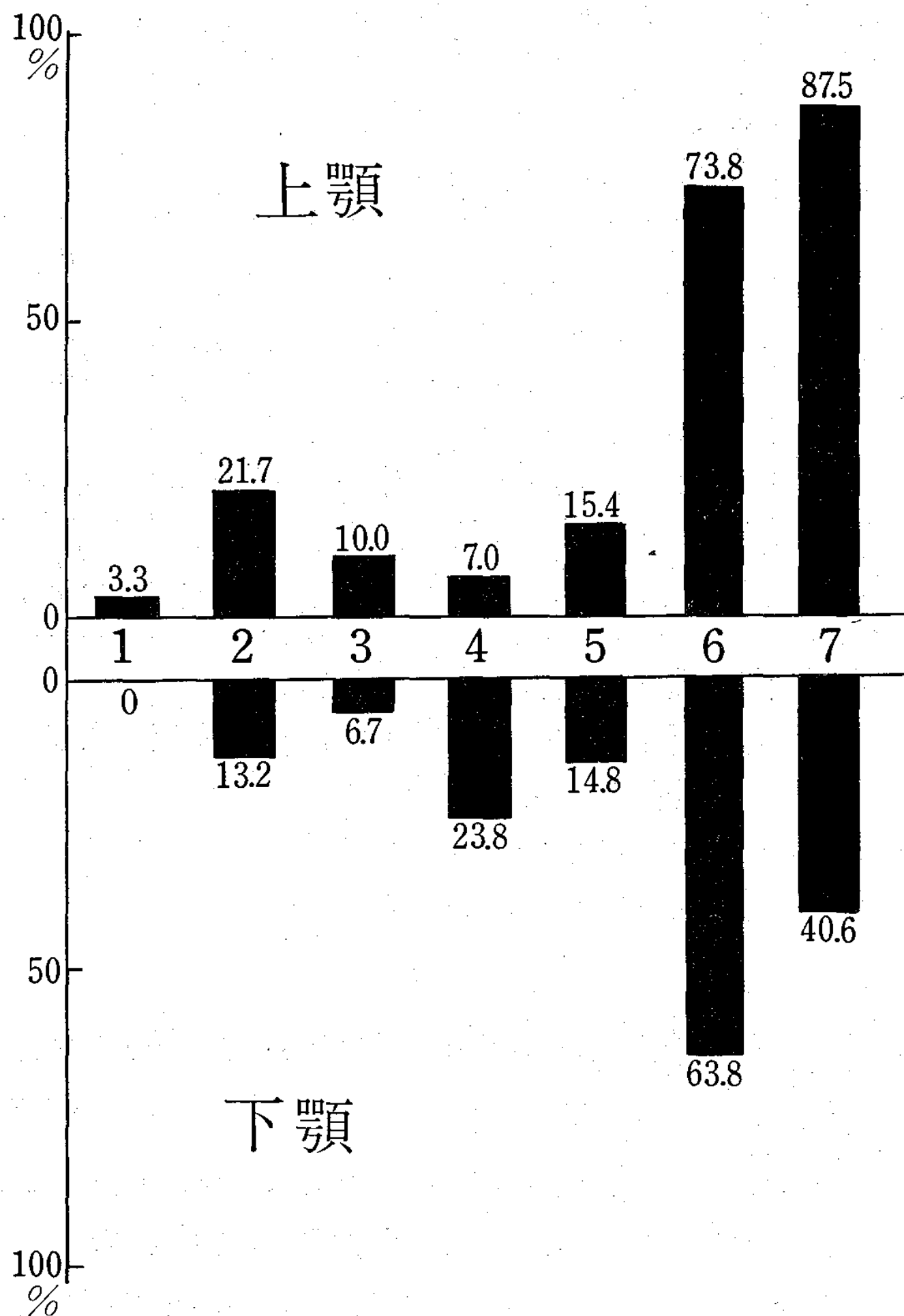


図1 歯別根管壁穿孔発現状況 (その1)
頻度を百分率で示す。

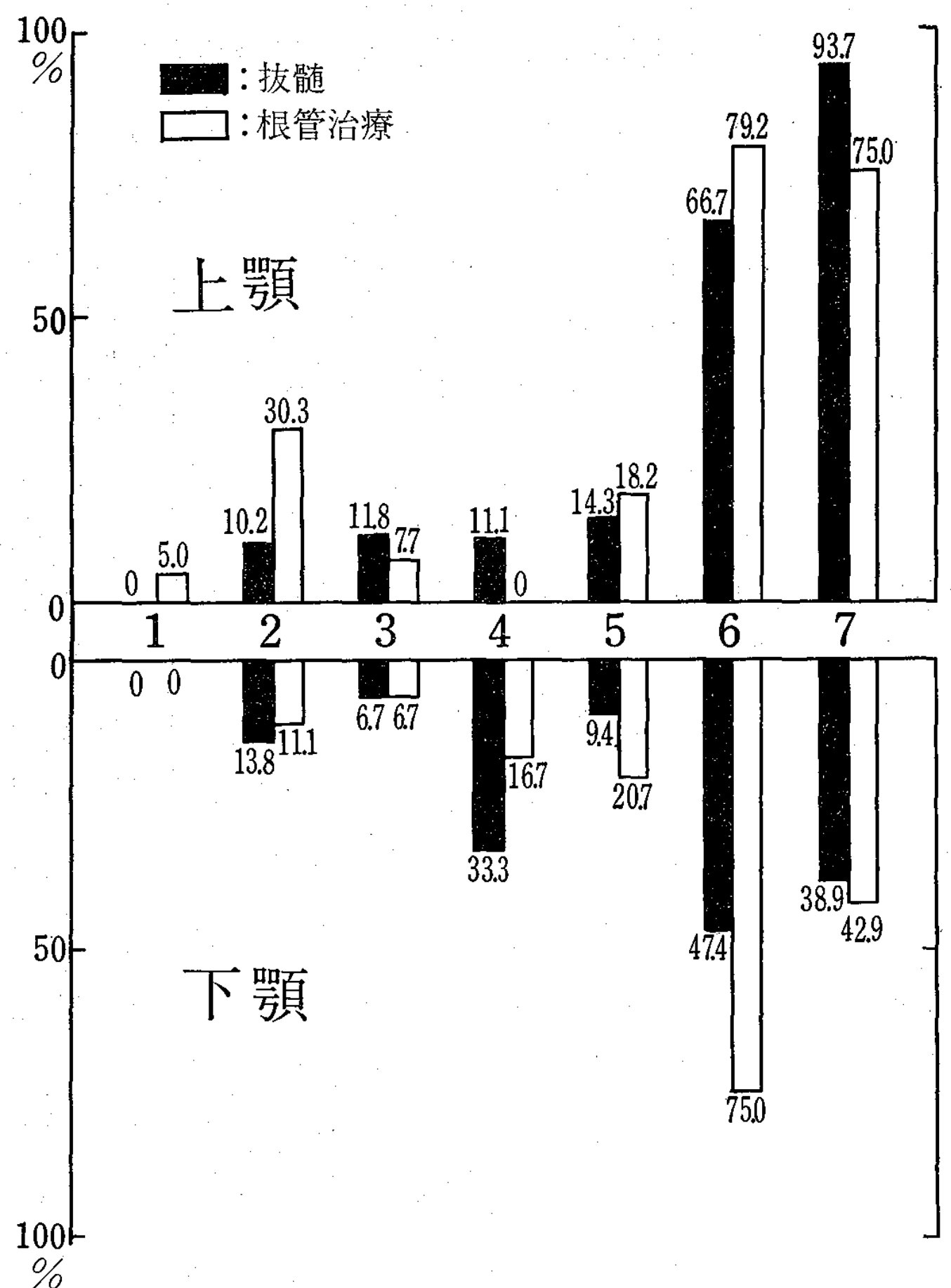


図2 歯別根管壁穿孔発現状況 (その2)
頻度を百分率で示す。

みられた。

犬歯では、上顎10.0%、下顎6.7%である。

一方小白歯では、上顎第1小白歯において7.0%を示したのに対し、下顎同名歯では23.8%とやや大きな値を示した。これに反し、第2小白歯では、上顎15.4%、下顎14.8%となり、上下顎がほぼ同じような数値を示した。

また大白歯では、最も穿孔の発現が頻発にみられ、上顎では第1大白歯で73.8%、第2大白歯87.5%と歯列の後方に向うに従って高い数値を示したが、下顎では第1大白歯63.8%、第2大白歯40.6%と、後方位に向うにつれ次第に低い傾向が認められた。

図2は、さらに歯別の根管壁穿孔の発現状況を抜髄例と根管治療例に分け、百分率で示している。すでに表2の結果でも一部記述したように、とくに上顎側切歯の根管治療例が抜髄例に比して

高い頻度の穿孔を示した。

一方小白歯部では、第1小白歯において上下顎とも抜髄例の方が根管治療例より穿孔の発現に強い傾向を示したが、第2小白歯では、逆に上下顎とも根管治療例の方が抜髄の場合よりも穿孔の発現頻度がやや高い。

また、最も穿孔の多い大白歯では上顎第2大白歯が根管治療の穿孔が75.0%に対し、抜髄例において、93.7%という最高の穿孔発現率を示した。他の大白歯では上下顎とも逆に根管治療例の穿孔の発現が抜髄例よりも高い数値を示している。すなわち、上顎第1大白歯では抜髄66.7%、根管治療79.2%の割で穿孔がみられ、下顎第1大白歯47.4%、75.0%、下顎第2大白歯38.9%、42.9%と、いずれも後者の根管治療例における穿孔が高い。

3) 大白歯の歯根別穿孔の発現状況

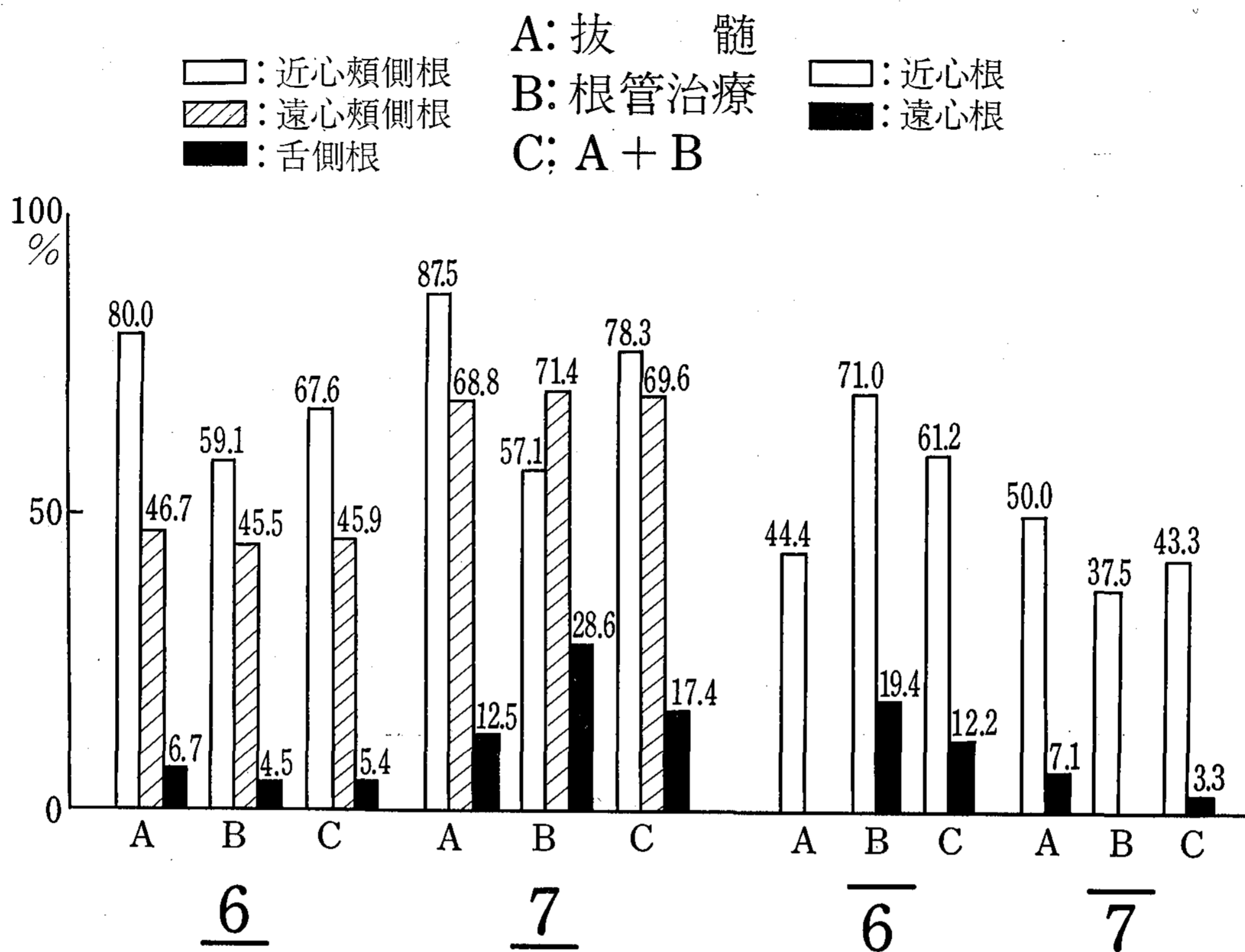


図3 大白歯の歯根別穿孔発現状況

6, 7のMB根はいわゆる頬側寄りの根管を対象としている。

歯列の前方に位置する小白歯, 前歯と比較すると, 多歯根を有する大白歯では実際の根管拡大の手技に細心の注意が要求されるが, 歯根別の穿孔状況を示したのが図3である。

すなわち, 上顎第1大白歯では抜髄例(記号A), 根管治療例(記号B)のいずれにおいても, 近心頬側根(以下MB根と略す)の穿孔が最も高く, 80.0%, 59.1%の頻度を示した。次に遠心頬側根(DB根)の穿孔が強く, 抜髄46.7%, 根管治療45.5%とほぼ同様な値を示したが, 舌側根(L根)では穿孔を起す頻度がごく僅かで, 6.7%, 4.5%であった。Cは抜髄例(A)と根管治療例(B)を含めた穿孔頻度を示している。

さて, 上顎第2大白歯の場合は(B)例において, DB根の穿孔頻度がMB根の57.1%よりも高く, 71.4%を示した。(A)例では第1大白歯同様MB根の穿孔が最も強く, 87.5%と高い。第2大白歯ではL根の穿孔が第1大白歯のそれと比較して, 12.5%, 28.6%とやや高い。

一方下顎では, 第1, 第2大白歯の(A), (B)

いずれの例においても, 近心根(M根)に穿孔の強い傾向が見られ, 遠心根(D根)における穿孔は少ないことが図3によって理解できよう。

4) 既処置根管と未処置根管の穿孔について
術前にすでになんらか根管処置が施され, 根管充填剤などによる填塞が行われている場合と, 全くそのような処置が施されていない場合を表2の統計学的検索を行うと, 危険率 $0.10 < P < 0.20$ の範囲で大白歯部でのみ有意性が認められた。

5) 年齢別, 歯種別根管壁穿孔状況
被検歯の年齢別, 歯種別穿孔状況を表3で示す。年齢は表の如く各年代に分け, 被検歯数を示し, その直下の()内の数値は穿孔歯数を表わす。

また, それらの上下顎歯牙全体の穿孔率を図4で図示している。いずれの年代においても, 程度の差こそあれ, 大白歯部の穿孔が他の歯種に比し, 断然高い頻度を示した。また被検歯数の少ない56歳以上の年代は別として, 大白歯部ではとくに増齢とともに穿孔率が高くなる傾向があった。

表2 上下顎歯牙別被検歯数と根管壁穿孔例歯数との関係

歯別	症例内容 抜髄例	根管治療例				合計	歯別	症例内容 抜髄例	根管治療例				合計
		a	b	c	小計				a	b	c	小計	
1	42 (0)	42 (3)	27 (1)	11 (0)	80 (4)	122 (4)	1	20 (0)	1 (0)		3 (0)	4 (0)	24 (0)
2	49 (5)	44 (14)	15 (4)	7 (2)	66 (20)	115 (25)	2	29 (4)	2 (0)	5 (0)	2 (1)	9 (1)	38 (5)
3	34 (4)	13 (1)	5 (0)	8 (1)	26 (2)	60 (6)	3	30 (2)	7 (1)	6 (0)	2 (0)	15 (1)	45 (3)
4	27 (3)	4 (0)	6 (0)	6 (0)	16 (0)	43 (3)	4	18 (6)	12 (1)	5 (2)	7 (1)	24 (4)	42 (10)
5	28 (4)	6 (2)	1 (0)	4 (0)	11 (2)	39 (6)	5	32 (3)	13 (3)	5 (2)	11 (1)	29 (6)	61 (9)
6	18 (12)	12 (10)	9 (6)	3 (3)	24 (19)	42 (31)	6	19 (9)	17 (14)	7 (3)	4 (4)	28 (21)	47 (30)
7	16 (15)	5 (4)	1 (0)	2 (2)	8 (6)	24 (21)	7	18 (7)	12 (5)	2 (1)		14 (6)	32 (13)

()内の数値は根管壁穿孔例歯数を示す
 a: 術前に断髄, 抜髄, 根管治療, 根管充填など施された既処置のもの
 b: 全く未処置のもの
 c: 術前のX線写真のないもの

表3 年齢別・歯種別上下顎被検歯数と根管壁穿孔例歯数との関係

年代	歯種 症例内容	前歯						小臼歯					大臼歯						
		抜髄例	根管治療例				合計	抜髄例	根管治療例				合計	抜髄例	根管治療例				合計
			a	b	c	小計			a	b	c	小計			a	b	c	小計	
上顎	10~20	5 (1)	17 (4)	6 (1)	4 (0)	27 (5)	32 (6)	2 (0)				2 (0)	2 (2)					2 (2)	
	21~25	13 (0)	27 (3)	12 (1)	1 (1)	40 (5)	53 (5)	7 (0)	2 (1)	2 (0)		4 (1)	11 (1)	4 (2)	3 (3)	2 (1)	1 (1)	6 (5)	10 (7)
	26~35	40 (3)	32 (5)	13 (2)	6 (1)	51 (8)	91 (11)	20 (4)	3 (0)		1 (0)	4 (0)	24 (4)	13 (11)	6 (6)	4 (2)	2 (2)	12 (10)	25 (21)
	36~45	38 (3)	13 (3)	7 (0)	6 (0)	26 (3)	64 (6)	13 (2)	2 (0)	1 (0)	7 (0)	10 (0)	23 (2)	11 (9)	2 (1)	1 (0)	1 (1)	4 (2)	15 (11)
	46~55	17 (2)	5 (1)	3 (0)	4 (1)	12 (2)	29 (4)	8 (1)	2 (1)	2 (0)	1 (0)	5 (1)	13 (2)	3 (3)	4 (3)	2 (2)	1 (1)	7 (6)	10 (9)
	56~65	11 (0)	1 (0)	4 (1)	5 (0)	10 (1)	21 (1)	3 (0)	1 (0)	2 (0)	1 (0)	4 (0)	7 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (1)		2 (1)	3 (1)
	66~	1 (0)	4 (2)	1 (0)	1 (1)	6 (3)	7 (3)	2 (0)					2 (0)		1 (1)			1 (1)	1 (1)
下顎	10~20			1 (0)		1 (0)	1 (0)			1 (0)	1 (0)	1 (0)	4 (3)	6 (0)	1 (0)			7 (0)	11 (3)
	21~25	8 (1)	1 (0)	2 (0)	1 (0)	4 (0)	12 (1)	9 (1)	1 (0)		1 (0)	2 (0)	11 (1)	11 (7)	5 (4)	2 (0)		7 (4)	18 (11)
	26~35	23 (0)		3 (0)		3 (0)	26 (0)	11 (4)	12 (2)	1 (0)	4 (1)	17 (3)	28 (7)	15 (3)	10 (7)	3 (3)	3 (3)	16 (13)	31 (16)
	36~45	25 (1)	4 (0)	1 (1)	2 (0)	7 (1)	32 (2)	10 (1)	7 (1)	3 (2)	4 (0)	14 (3)	24 (4)	2 (2)	5 (5)	2 (0)		7 (5)	9 (7)
	46~55	14 (1)	1 (0)		2 (0)	3 (0)	17 (1)	8 (2)	4 (1)	3 (1)	6 (0)	13 (2)	21 (4)	4 (1)	3 (3)			3 (3)	7 (4)
	56~65	7 (2)	3 (1)	3 (0)		6 (1)	13 (3)	10 (1)	1 (0)	2 (1)	2 (1)	5 (2)	15 (3)			1 (1)	1 (1)	2 (2)	2 (2)
	66~	2 (1)	1 (0)	2 (0)	1 (0)	4 (0)	6 (1)	2 (0)		1 (0)		1 (0)	3 (0)						

()内の数値は穿孔例歯数を示す。

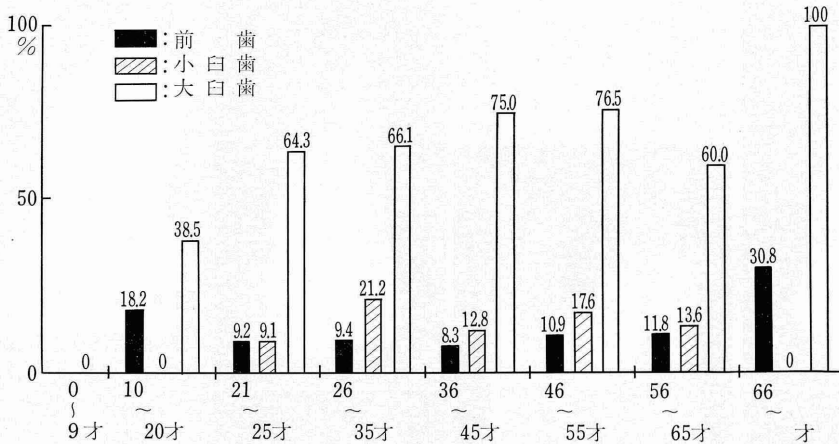


図4 年齢部, 歯種別根管壁穿孔の発現状況

しかし、前歯では10~20歳の範囲において、穿孔発現率は18.2%を示し、66歳以上を除く他の年代の約2倍前後の高い%を示した。

6) 臨床例ならびに抜去歯植立模型での穿孔所見

材料と方法の項で記述したような内容からなる実際の臨床例の3例と、抜去歯植立石膏模型を用いて学生が行った上顎歯牙でその根管壁穿孔の代表例をX線写真や断面所見などの観察結果について記述する。

図5は19歳女性の1]の根管治療例である。本学受診以前にAで示す如く、軽度のX線不透過性を示す糊剤根充剤と思われる物質が比較的強い遠心彎曲を示す根管内を、側枝を含めて填塞されている。しかしながら、根尖部近くの古い根充物を完全に除去されないまま、穿孔した例である(B)。

図6は4植立模型での穿孔例である。写真は石膏中より歯牙をとり出してあり、頬舌正常方向でのX線所見(A)では頬舌2根の根管充填は、いわゆる俗に言う「びったり根充」が施されているようにみえる。また20°の両偏心投影像(BとD)では、歯根の長い頬側根の根管充填が僅かにunderfilling ぎみの所見を示している。近遠心投影像(E)では、頬側根は根尖部附近で舌側に向って彎曲しており、その手前で頬側壁に向う穿孔がみられる。断面所見(C)でも穿孔が明らかであった。

図7は上顎第1大白歯における穿孔例であるが、A~Eは模型での所見を示し、Fは53歳女性の6]での臨床例のX-Pを示している。図7AではMB根の近心側に穿孔があり、偏心投影像(B, E)でも穿孔が十分に疑われる例である。

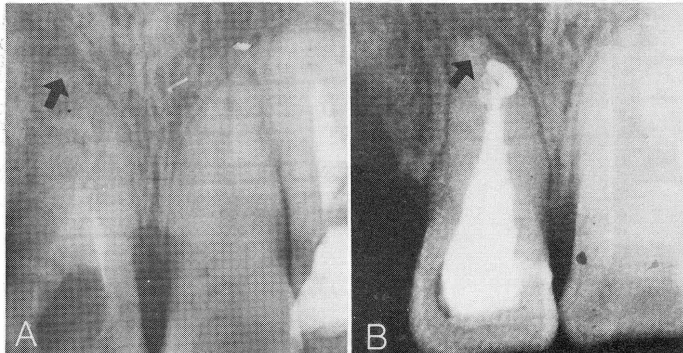


図5 1]の根管治療例での穿孔例

(19歳・女性)

- A: 術前のX線写真で根尖部まで糊剤根充が施されている。
- B: 根尖部附近で根充剤(矢印)が十分に除去されないまま、穿孔がみられる。

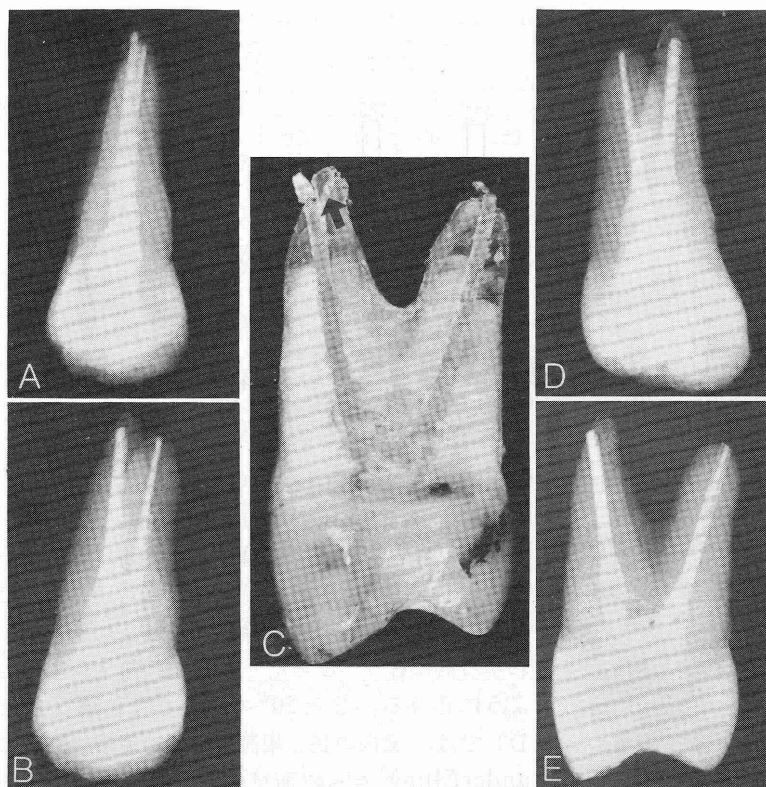


図 6 | 4 の穿孔の一例 (植立模型)

- A: 頬舌正常方向 X線像
 B, D: 20° 偏心投影像
 E: 近遠心投影像
 C: 歯根の縦断面 (矢印部は穿孔部近くの本来の根管を示す)

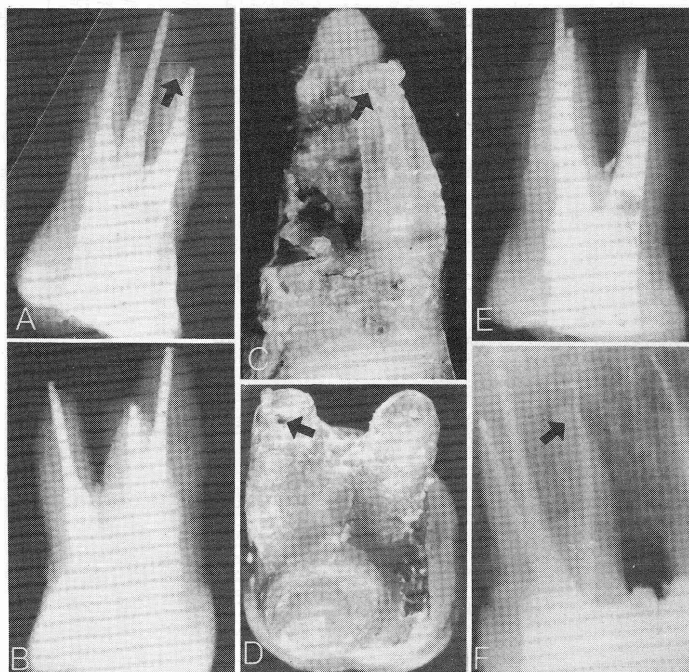


図 7 6| の MB 根の穿孔例 (植立模型)

- A: 頬舌正常方向 X線像 (矢印部は本来の根管を示す)
 B, E: 偏心 20° 投影像
 C: MB 根縦断面 (矢印部は本来の根管を示す)
 D: 歯根の根尖 (孔) 像 (矢印部は本来の根尖孔)
 F: 53歳女性の頬舌正常方向 X線像 (矢印部は本来の根管を示す)

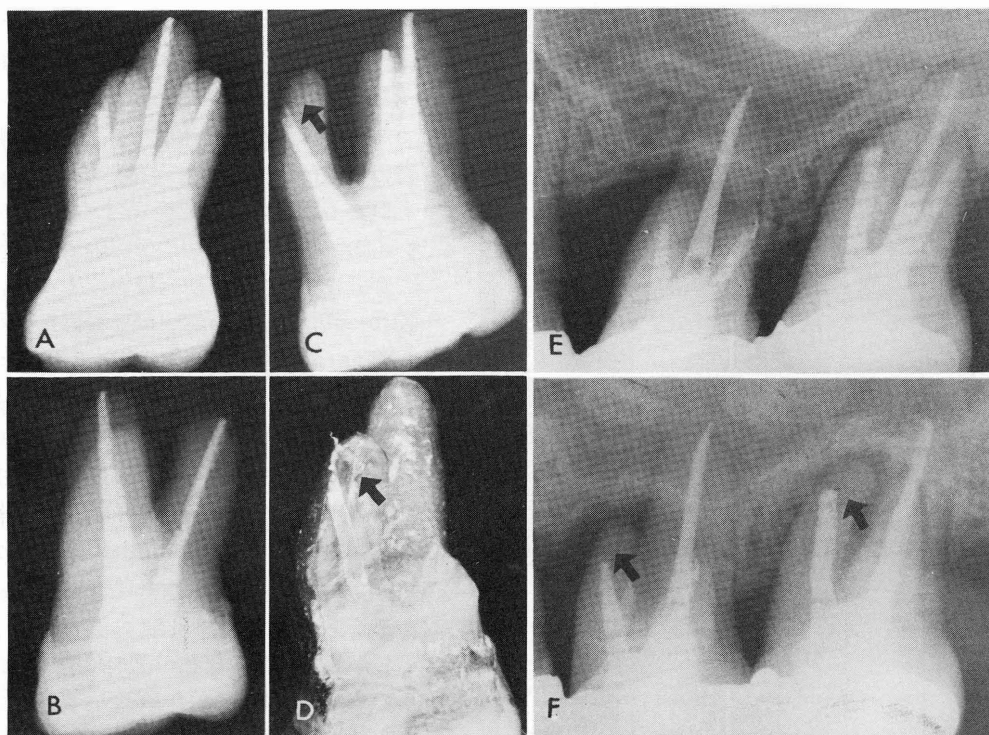


図8 上顎第1, 第2大臼歯 MB 根の穿孔と偏心投影像

- A: 頬舌正常方向X線像
- B: 偏近心20°投影像
- C: 偏遠心20°投影像
- D: MB 根縦断面
- E: 30歳女性の正常方向X線像
- F: Eの偏遠心約20°投影像(矢印部は本来の根管を示す。)

Cの断面所見やDの根尖部所見からみても、明らかに穿孔が認められた。同様に臨床例のFでは、本来の根管は矢印で示すように緩かな遠心彎曲を示すが、その近心側に穿孔している。

図8は67での穿孔例で、A~Dは6模型、E, Fは30歳女性の67部X-Pを示す。頬舌正常方向のX線像(A)では、MB根の根尖寄り1/2の根管は消失しているように見え、偏近心20°投影像(B)でも、MB根の根管の走向はAと同様に認められず、一見 underfilling のようにみえる。

しかしながら、偏遠心20°投影(C)を行なうと、はじめて今まで不明だった根管の走向が矢印で示すように明らかとなってきた。DはMB根の

断面を示し、比較的太い本来の根管が緩かな遠心彎曲を示すのに対し、その手前で近心側に向って穿孔が認められる。Eは67の抜髄例の根管充填直後のX線写真であり、これも根管の走行が認められず、いわゆる underfilling のようにみえる。しかし、その偏遠心約20°投影のFで判るように、根管は明らかに遠心に向って走行しており、2歯とも穿孔例であった。

図9は6の模型で、L根に穿孔のみられた例であるが、さらに頬側2根も穿孔が疑われる。頬舌正常方向X線像(A)と偏遠心20°投影像(B)においても、L根は一見 underfilling のようにみえるが、近遠心投影像(C)で明らかのようにL根は緩かな頬側へ向う彎曲を根尖近くで示し、

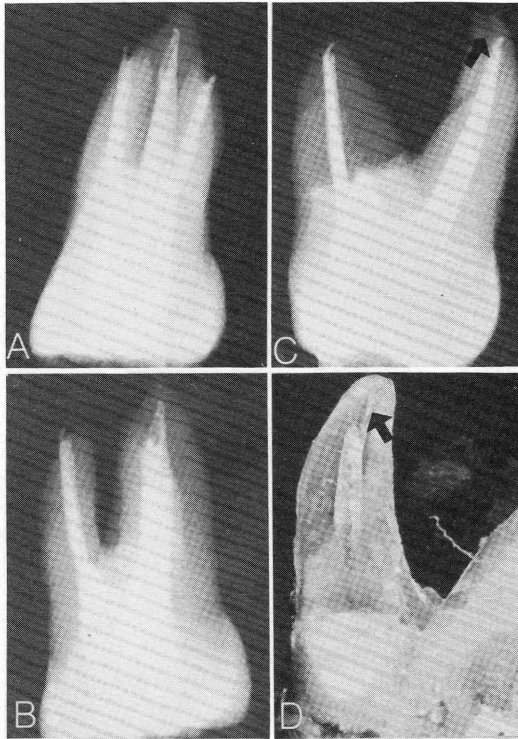


図9 |6 L根の穿孔例(模型)

- A: 頬舌正常方向X線像
- B: 偏遠心20°投影像
- C: 近遠心投影像
- D: L根の縦断面

舌側に向って ledge formation が認められる。Dはその断面所見である。

以上の結果からして、穿孔の有無を判定する場合は色々な方向の撮影を行う必要性も考えられ、偏心投影の応用がきわめて有効であることが判った。

考 察

根管壁の穿孔の中で、とくに根尖部近くで起る穿孔はリーマーなどの挿入を本来の根管へ戻そうと努力したり、その根管の修復を試みても仲々困難なことが多い。その場合、真の意味での根の消毒や気密な根管充填を施そうとしても、目的を達し得ぬことも多い。Ingle¹⁾は穿孔の前段階としての根管壁に作ってしまったステップを“ledge

formation”という用語で現した。そのほかには“shoulder”²⁾や、“step formation”³⁾などとも呼ばれることがある。

根管拡大は複雑な根管形態を考えた場合、ある時は神技的に高度な技術を要求される。従って穿孔がある程度の頻度で発現することも止むを得ないものと思われる。

穿孔に関連した研究報告としては、Euler⁴⁾、Kübler⁵⁾、Ruchlenstein⁶⁾、松宮ら⁷⁾、Kaufmann⁸⁾、Taatzら⁹⁾、Lantzら¹⁰⁾¹¹⁾、Seltzerら¹²⁾の犬、猿、人の歯の歯根穿孔における歯周組織反応などを調べた業績がある。また穿孔に対する処置法などを記述したものとして、日本では桧垣¹³⁾、鈴木ら¹⁴⁾のほかに多くの著書¹⁵⁾¹⁶⁾、や症例報告¹⁷⁾があり、一方欧米ではNicholls¹⁸⁾、Luebkeら¹⁹⁾、Sommerら²⁾、Grossman²⁰⁾、その他多くの報告がある。

しかしながら、穿孔がどの程度に起るかは今まで2, 3の報告はあるが³⁾¹⁵⁾、詳細にわたっては論究されていない。

そこで著者らは、学生の扱った患者の症例734歯を対象として調べた結果、約22.6%の高頻度で発現することを知ったのである。また前歯と大白歯の穿孔発現率の間には有意の相関性が認められたが、多根性を示す大白歯は歯列弓の後方位にあり、しかも根管はきわめて細く、歯根の彎曲も強い傾向があるので、穿孔の発現が前歯、小白歯に比し、高い頻度を示したことは当然であろう。また、とくに狭小根管には和製リーマーの挿入困難なものがかかなり多し、はじめからもっと細かい舶来リーマーを使う方が有利であることが小林²¹⁾、川崎²³⁾らによって指摘されている。穿孔の予防と関連するが、最初に使用するリーマーの太さが、細小であればある程、もっと穿孔の発現頻度を減少させるものと考えられる。本成績は初心者か和製リーマーを使った場合の発現状況であると理解すべきである。しかもきわめて厳格な基準で、真の穿孔の有無が判定されておることを強調したい。

一方、前歯部に限り、表2の如く、根管治療において穿孔の強い発現傾向があり、抜髄との間に

統計学的有意差を認めたが, その理由として考えられる一因子には, 根管治療例において上顎歯数が下顎よりも圧倒的に多いのに対し, 抜髄例では上下の歯数差が少ないことなども挙げられる。

一般に歯髄腔内の石灰化は歯髄が壊疽に陥るまでの間は起りうるものと考えられる。すなわち, 歯髄は生理的な状態でも, あるいは慢性歯髄炎が存在する場合でも石灰化が起りうる。歯髄炎がさらに進んで, 歯髄壊死, 歯髄壊疽に至るまでの期間に石灰化による根管狭窄はさらに高度になっても不思議はない。従って根管治療例では, 抜髄例よりも一層根管内狭窄が予想される場合もあるが, 不明な点が種々あるので, 根管の穿孔に関する有意差の問題は今後さらに追究されねばならない。

図1, 2から明らかなように, 前歯部では上下顎とも側切歯の穿孔が最も多く, 次は犬歯が続く, 中切歯の穿孔は僅かの頻度で認められたが, 比較的根管も太く, 単根管性の前歯部でも容易に穿孔を起すことを知った。

歯の形態と穿孔とはいかなる関係があるだろうか。張ら³⁾は 1, 6 の抜去歯を使って歯根の彎曲と拡大や根管充填の状況との相関性を調べているが, とくに 6 では歯根の彎曲が拡大に相当な影響を与えることを報告した。著者らも歯根の彎曲徴と穿孔とは密接な関係があるものと考えた。表4で歯別歯根彎曲徴を Ingle の記載を整理し, 一括表示した。数値は発現率 (%) を示す。

高い穿孔頻度を示した 2 は歯根の遠心彎曲が特徴の一つである。また 2 と 3 にはしばしば bayonet curve (double curve) が現れる。前歯部に共通する歯根徴として, 根尖の唇側または舌側彎曲などの形態学上の変異 (variations) があり, これらは穿孔の発現と関連する。一方下顎前歯でも, 特徴として遠心彎曲, 唇側彎曲などの歯根走向は無視できないものと推察される。

Grossman²⁰⁾ は穿孔発現の最も高い歯種として下顎小臼歯を挙げている。本研究の成績でも, 小臼歯部で最も頻りに穿孔のみられた 4 は遠心彎曲のほかに, 5 が唇側彎曲を示す傾向とは逆に舌側彎曲を示す場合もある。さらに bayonet curve

表4 Curvature of Root

	straight	distal curve	mesial curve	labial curve	lingual curve	bayonet curve
<u>1</u>	75	8	4	9	4	
<u>2</u>	30	53	3	4	4	6
<u>3</u>	39	32		13	7	7
<u>4</u>						
Double roots	B 28 P 45	14 14		14 28	36 8	8
Single root		38	37	15	3	
<u>5</u>		37	34	16		13
<u>6</u>	P 40 M 21 D 54	1 78 17	4 19	55		1 10
<u>7</u>	P 63 M 22 D 54	54	17	37		9
<u>1</u>		60	20	13		
<u>2 3</u>		68	20	7		2
<u>4</u>		48	35	2	7	7
<u>5</u>		39	40	10	3	7
<u>6</u>	M 16 D 74	84 21	5			
<u>7</u>						
Double roots	M 27 D 58	61 18	10	4 4		7 6
Single root		53	26		2	19

Ingle より引用, %を示す

などの出現することもあり, 穿孔を起し易いのであろう。

4 は一般に2根性・2根管か1根性・2根管を示すことが多いが, 穿孔と関係する解剖学的因子を2根性を例にして考えると, 頰側根の舌側彎曲(図6), 舌側根の頰側彎曲などがかなり出現することや, 歯根の強い近遠心的圧平などが挙げられる。

さて, 今回の成績では大臼歯部で最も高頻度に穿孔がみられた。すなわち, 7 87.5%, 6 73.8%, 6 63.8%, 7 40.6% の順に現れ, 上顎が下顎よりも根管拡大が難しいことを物語っている。上顎では 6 より 7 の方が, 下顎では 7 より 6 の方が穿孔の高い頻度を示した。歯根別では, MB 根に続き, DB 根に穿孔の強い傾向がみられ, L 根の穿孔は僅かであった。MB 根の強い遠心彎曲,

DB 根の近心彎曲, L 根の頰側彎曲が穿孔発現の誘因をなすことが多い。また6より7において, 3根ともに穿孔頻度の増加傾向がみられたが, 7の歯根の癒合傾向の出現と関連するものと考えられる。すなわち, 両頰側根の走向はV字型から平行型へ, さらに癒合型などの形態の単純化傾向は舌側根も関係して, 根管拡大をむしろ困難にし, 穿孔を起し易いものとする。一方下顎では7に槌状根と呼ばれる癒合根が発現するが, 逆に単純化傾向は上顎程拡大操作を障害しないものと考えられる。下顎では一般に近心根に穿孔が頻発し, その遠心彎曲と関係すると考えられ, 遠心根の穿孔はその近心彎曲や遠心彎曲などと関係する場合が多い。

いずれにしても, 下顎歯は術者の窩洞の直視とリーマーなど器具の根尖への直達を上顎より一層容易であることなどが多分影響しているものと思われる。

術前にすでに存在する古い根充物などの有無と穿孔の関係は, 大臼歯部では根充物の存在するケースに高い穿孔傾向を示し, 有意差を認めたと, 古い根充物の除去は拡大操作を一層難しいものとしていることになる。またその根充剤にしても, 多種類が現在広く使用されている。しかも肉眼的, X線的に, あるいは他の手段で適確に種類を判別し, 機械的以外の方法で除去することは仲々難しい。

さて歯種別, 年齢別の根管壁穿孔状況の観察結果では, 区分した各年代において, 大臼歯の穿孔が最も高く, 例数の少ない56歳以上は別として, 穿孔の経年的増大傾向がみられたが, 10~20歳で最も低い発現率を示した。松垣¹³⁾は人の歯は25歳を過ぎたら根管の石灰化による狭窄が起っていると考えるべきと記述しているが, その年代より若い層に前歯部の穿孔も起っており, 10~20歳の前歯の穿孔が21~25歳の約2倍も発現していた。その要因に関する明快な説明は困難であるが, 例え前歯でも不注意な操作によって穿孔は容易に起りうることを示唆している。

次に根管拡大法について考察する。根管拡大はリーマーとファイルを交互に使う方法が一般的であるが, リーマーにファイルの役目 (pull stroke)

を兼ねさせる簡便法が日常の臨床に広く応用されている。本研究では国産手用リーマー (Prince社製) を使用し, ファイルの役目を兼ねさせたが, 拡大は手用リーマーで丹念に努力するのが最良であるという人もあり, 一方それを能率的に行うための方法も近年色々研究されて来た。いわゆるエンジン用リーマーの使用はその高速回転により ledge formation や perforation を起し易いということは一般に知られており, Grossman²⁰⁾ は最後の切り札として使用すべきで, 使用の安易な風潮を戒めている。永沢²⁴⁾ は1回転毎に上下運動を加味したコントラアングルと先の丸い特殊エンジンリーマーを使って435, 725rpm回転などの低速で拡大を行う術式を発表しており, 抜去歯60本を使った成績では, 穿孔が大臼歯と下顎小臼歯の2例3.3%, リーマー破折5%, 穿通不能が6.7%みられ, 手用リーマーとほとんど差がないことを報告した。併せて barbed broach が $\frac{1}{4}$ 回転 (90°) の往復運動を行う仏 MM 社の Giromatic の使用経験を報告し, 手用リーマーによる拡大よりも穿孔の危険は少ないが, 十分な根管拡大は不可能であり, 規定の 3000~5000rpm では破折が起り, 低速で使うべきであると指摘した。Giromatic に関する報告としては, ほかに藤岡²⁵⁾ らの追試研究もあり, 彎曲根管の拡大にはリーマーより優っていたとの報告と, また100本の抜去歯で根尖 $\frac{1}{4}$ 寄りの拡大が不可能な19歯の病理解剖的観察を行ない, その一部にリーマーの先端が根管から外れ, 側枝中に迷入しているもの, まだ狭窄根管中にあるものなど興味ある所見を尾形²⁶⁾ は紹介している。また Grossman²⁰⁾ の記述によると, Tübingen は大臼歯の細い根管の70%は Giromatic では拡大不能と報告し, その効果の表現は一定していない。

近時, さらに根管拡大を能率的に行う有効な手段として, K型ファイルとヘッドストレーム型ファイルの併用システムを推奨し, とくに彎曲 (屈曲) 根管には有効で, 穿孔も予防できるという東海林²⁷⁾ その他の臨床家の発表もある。ファイルだけの使用を推奨する人々は, リーマーの欠点としてその回転運動を挙げ, ファイルの上下運動が拡

大を有効に能率的に働くことを強調している。また、上下運動を強調する者として、リーマーを使った上下運動を主体にする拡大法を推奨する小林ら²⁸⁾²⁹⁾がある。

また穿孔と関係して、拡大操作時に比較的軽視されがちなことは拡大清掃に対する sodium hypochlorite と hydrogen peroxide などの化学的清掃剤と EDTA の応用効果³⁰⁾³¹⁾²⁰⁾であろう。しかし、狭窄根管や彎曲根管の EDTA の使用は十分な注意を必要とし、使用に対する安易な風潮は慎むべきものとする。すなわち、EDTA 使用に際しては、必要な場合はリーマーなどを根管に挿入した、偏心投影を行い、よく方向をたしかめてから拡大を進めることが大切である。またその前段階の髓室開拓においては、歯質の削除を最小限に止めようとする Ingle の開拓法に反対であることはすでにのべておいた²³⁾²⁸⁾。あくまでも、十分な開拓を行い、根管口を探ることが大切である。彎曲根管には根管口部根管壁の一部削除が正確に行われ、リーマーはその先端を彎曲に沿って曲げ、挿入させるなど細かい注意が要求される。今回の調査では、ほとんどが使用の細小リーマーの No.1 ですでに穿孔しておることが判ったが、実際の拡大操作には細小リーマーの選択とその使用法がきわめて正確であるべきことを示唆している。

また今回は全て水平位診療での成績であるが、術者が立位で行う場合と穿孔発生率に対しいかなる違いがあるかは全くここでは論究できない。歯内療法は一般に直視直達が原則とされているが、最近では歯鏡を用いての操作が多くなされようとしている。患者の頭位、治療椅子の高さ、術者の位置なども操作に微妙な影響を与えるものと推測される。歯内療法では、術者の位置は歯種、歯別によっても、また使用する治療椅子によっても適宜決定されるべきものとする。

要 約

1) 初心者が行った歯内療法において、和製リーマーを使った根管拡大で根管壁の穿孔がどの程度に起るかを、患者の年齢群に分け、歯種別に調

べた。被検歯は総計 734 歯、その他に抜去歯植立模型での穿孔 X-P と歯の断面所見とで観察した。

2) 穿孔は全体で約 22.6% の高頻度で発現し、前歯でも比較的容易に穿孔を起すことを知った(例: $\bar{2}$ 21.7%, $\bar{2}$ 13.2%)。

3) 前歯の根管治療例に穿孔の発現に強い傾向がみられ、抜髄例との間に統計学的に有意差がみられた。

4) 小臼歯では $\bar{4}$ 23.8%, $\bar{5}$ 15.4%, $\bar{5}$ 14.8%, $\bar{4}$ 7.0% の順であった。

5) 大臼歯では穿孔が頻発し、 $\bar{6}$ 73.8%, $\bar{7}$ 87.5%, $\bar{6}$ 63.8%, $\bar{7}$ 40.6% であった。

6) 大臼歯の歯根別穿孔状況では、上顎は MB 根の穿孔が最も高く、DB 根が続き、L 根の穿孔はごく僅かであった。一方下顎では M 根の強い穿孔傾向がみられた。

7) 術前の根管充填剤などの存在と穿孔との関係は大臼歯部において、穿孔の発現に有意性が認められた。

8) 歯種別、年齢別穿孔の発現状況では、各年代で大臼歯部の穿孔が最も高く、すべての歯種は増齢とともに穿孔の増大を認めた。

9) 穿孔の発現は各歯根の彎曲徴と密接な関係があり、解剖学的特徴とその変異を十分に理解しておくことが大切である。

10) 穿孔の有無の判定や予防のためにも、偏心投影の応用が有効であることが推察された。

11) 拡大を行う際の方法論上の点を挙げ、臨床的考察を加えた。

終りに、種々御助言を下さった本学予防歯科学教室堀井欣一教授に心より感謝し、併せて、御協力いただいた第 2 保存学教室員に謝意を表します。

文 献

- 1) Ingle, J. I.: Endodontics. P. 188-189, Lea & Febiger, Philadelphia, 1970.
- 2) Sommer, R. F., Ostrander, F. D., Crowley, M. C.: Clinical Endodontics. A Manual of Scientific Endodontics. 3rd. Ed., P. 503, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1966.

- 3) 張 善経, 吉田征子, 若野洋一, 岡本莫: 抜去歯牙に対する根管拡大と根管充填について. 日保歯誌, **14**:260-265, 1972.
- 4) Euler, H.: Perforation und Parodontium. Dtsch. Mschr. Zahnheilk., **43**: 801-811, 1925.
- 5) Kübler, A.: Heilungsvorgänge nach Wurzelperforationen. Schweiz. Mschr. Zahnheilk., **44**: 413-453, 1934.
- 6) Ruchenstein, H.: Les perforations radiculaires traitées au Calxyl. Schweiz. Mschr. Zahnheilk., **51**: 685-719, 1941.
- 7) 松宮 誠一, 光永 友紀, 山本 義茂, 山崎 安三: 歯髄竝に根管治療に関する実験的研究 (第16回報告). 歯髄竝に根管処置時の偶発事故に関する附近組織の変化に就いて. 歯科学報, **49**(3): 119-133, **49**(4): 194-203, 1944.
- 8) Kaufmann, J.: Untersuchungen am Parodontium der traumatisch Perforierten Zahnwurzel. Schweiz. Mschr. Zahnheilk., **54**: 387-447, 1944.
- 9) Taatz, H., and Stiefel, A.: Zur Therapie von Zahnperforationen. Zahnärztl. Welt. **22**: 66-69, 1965.
- 10) Lantz, B., and Persson, P.-A.: Experimental root perforation in dogs' teeth. A roentgen study. Odont. Rev., **16**: 238-257, 1965.
- 11) Lantz, B., and Persson, P.-A.: Periodontal tissue reactions after root perforations in dogs' teeth. A histologic study. Odont. T., **75**: 209-220, 1967.
- 12) Seltzer, S., Sinai, I., and August, D.: Periodontal Effects of Root Perforations Before and During Endodontic Procedures. J. Dent. Res., **49**: 332-339, 1970.
- 13) 桧垣麟三: 口腔治療学. 中巻, 492-497頁, 医歯薬出版, 東京, 1956.
- 14) 鈴木賢策, 石原伊和男: 最新歯内療法アトラス. 355-357頁. 医歯薬出版, 東京, 1972.
- 15) 永沢 恒: 最新根管治療指針. 151-154頁, 歯界広報社, 東京, 1972.
- 16) 吉田光雄: 口腔治療学. 120-124頁, 永末書店, 京都, 1965.
- 17) 滝内春雄, 祐野周三, 湖崎武敬, 井上時雄: 偶発的な人工的根管穿孔例10例について. 日保歯誌, **9**: 319-327, 1967.
- 18) Nickolls, E.: Treatment of traumatic perforations of the pulp cavity. O.S. O.M. O.P., **15**: 603-612, 1962.
- 19) Leubke, R. G. and Dow, P. R.: Correction of an endodontic root perforation. O.S. O.M. O.P., **17**: 98-101, 1964.
- 20) Grossman, L. I.: Endodontic Practice. 7th. Ed., P. 219-221, Lea & Febiger, Philadelphia, 1972.
- 21) 小林幸男: 抜髄. 73頁, 医歯薬出版, 東京, 1963.
- 22) 小林幸男: 根管治療 (5.完) — 小手技とその応用 —. 歯界展望. **33**: 865-870, 1969.
- 23) 川崎孝一, 近藤道夫, 小林幸男: 上顎大臼歯歯根の形態と歯内療法に関する基礎的考察. 第1報 第一大臼歯について. 新潟歯学会誌, **2**(1): 43-67, 1972.
- 24) 永沢 恒: エンジン用リーマーによる根管拡大の術式の改良について. 口病誌, **26**:38-50, 1959.
- 25) 藤岡勝人, 中村芳文, 内田 篤, 渡部咲人, 東海林芳郎, 尾形利二: 根管拡大器 (Giromatic) に関する研究. 日保歯誌, **10**: 284, 1968.
- 26) 尾形利二: 日大歯科病院における歯内療法の歩み (その2). 日大歯学, **4**: 543-556, 1968.
- 27) 東海林芳郎: 根管治療用器材. デンタルミラー, **12**(3): 33-36, 1972.
- 28) 小林幸男, 川崎孝一: 歯内療法を中心とした歯髄腔の臨床解剖 (上・中・下). 歯界展望, **41**: 407-418, 605-609, 785-793, 1974.
- 29) 小林幸男, 伊東宗明: リーマーの上下運動を主体とする力学的研究. 日保歯誌, **17**: 374, 1974.
- 30) Stewart, G.: Importance of chemomechanical of the Root Canal. O.S. O.M. O.P., **8**: 993-997, 1955.
- 31) 八幡昌介, 石橋真澄: 根管拡大及び清掃に対する EDTA の応用効果. 日保歯誌. **6**: 124-131, 1964.