九州歯会誌 47 (6) : 620 ~ 637, 1993.

Obtura System の根尖部到達度 および新しい応用法の開発に関する研究

田 原 準 郎

九州歯科大学歯科保存学第2講座 (指導: 横田 誠教授)

平成5年10月26日受理

The Study of the Obturating Length Control and Development of the New Usage of the Obtura System

Junro Tahara

Department of Periodontics and Endodontics (Director: Prof. Makoto Yokota)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

The Obtura System (Ob), one of the thermoplasticized injectable gutta-percha delivery systems, has been reported to have a good adaptation within the root canal system three-dimensionally. It has been demonstrated that the apical seal obtained with Ob was as effective as that produced by the lateral condensation method (LCM) when a sealer was used. In addition, the short chair-time is an advantage of Ob. However, one of the problems that has been reported was the lack of apical control with possible extrusion of Ob gutta-percha through the apical foramen. There were few investigations about the obturating length control of Ob gutta-percha. There were no studies of apical root canal preparation methods on the inhibition of gutta-percha extrusion.

In this study, the first purpose was to evaluate the effect of the size of the apical seat (AMF) and the insertion depth of the Applicator tip on the obturating length control of Ob gutta-percha using transparent root canal models with apical openings. The second purpose was to evaluate the effect of apical root canal preparation methods on the inhibition of gutta-percha extrusion. The third purpose was to develop an appropriate usage of Ob for the obturating length control, which was combined with Opion carrier. LCM was used as a control group. The obturation time needed for each method was also measured. The length control of gutta-percha was evaluated on X-ray film using a Color Image Processor (SPICCA, Nippon Avionics co.) by measuring from the apical portion of gutta-percha to the apical seat in a 0.1 mm interval.

The results were as following :

1. To provide the good length control with Ob, it was suggested that the insertion depth of the Applicator tip should be 3 to 5 mm forward the crown from the apical seat.
2. The apical step technique and the step back technique showed that an apical stop to prevent extrusion of Ob gutta-percha from the apical foramen was stronger than the Gross-

man technique.

3. It was suggested that the Grossman technique when it had the AMF more than #55 also provided a fair apical stop.

4. Because Ob combined with Opion carrier could actually secure the working length during root canal obturation, it might produce the best constant length control.

5. The obturation time for Ob combined with Opion carrier was only 76 seconds, which was about half of the time for LCM.

On the bases of the foregoing findings, we concluded that Ob combined with Opion carrier could be used effectively for the obturating length control.

Key words : Obtura System / Thermoplasticized injectable gutta-percha / Length control / Opion carrier / Obtura combined with Opion carrier

緒 言

歯内治療は日常臨床において頻度の高い治療行為であり、しかも繁雑で施術には多くの労力と時間を要するものである¹⁻³⁾。この歯内治療の目的は、根管清掃・滅菌・根管充填という歯内治療の三大要綱を遵守し、複雑な根管系から可能な限り刺激源をとりだし、生体親和性の高い材料を用いて3次的に封鎖することにより、根尖歯周組織に対する刺激の原因を除去することである⁴⁾。なかでも根管充填は、歯内治療における一連の処置の中で最終的な仕上げであり、その成否は予後を大きく左右する。近年の報告によると、根管治療の成功率は70～90%とされているが、その失敗の原因の約60%は根尖部の不完全な充填が占めるといわれている⁵⁾。

根管充填法は、1955年にIngleによってリーマー、ファイルとガッタパーチャ・メイン・ポイントの規格化が提唱⁶⁾されて以来、側方加圧充填法 (LCM と略記) が最も広く臨床応用されてきた⁷⁾。その LCM は常に作業長を確認しながら施術することができるという最大の長所を有しているが、LCM を達成するためにはスプレッターの先端を Apical seat より 2～3 mm の位置まで挿入して加圧操作を行わなければならない^{8,9)}。特に細い根管や湾曲根管などにおいては肝心の根尖部 1/3 の根管はメイン・ポイントとシーラーのみの単一ポイント法的な根管充填に終止していることが実際には多いのではないかと危惧される。大谷 (1982)⁷⁾ も根管が直線に近いものであるならば従来の方法でも良いが、湾曲根管、分岐根管、側枝、根尖分岐や内部吸収などに対しては、従来のポイントの形状をした固型物での充填では理論的にも実際的にも限界を感じると述べている。大津 (1989)

)¹⁰⁾ も LCM を日常臨床に応用してきたが、LCM で根管充填した抜去歯を分割し、充填状態を観察したところ、多くの死腔が存在していたと述べている。

そのため我が国においても Boston 大学の Schilder (1967)¹¹⁾ に始まる垂直加圧充填法 (VCM と略記) に関心が持たれるようになってきた。それは根管形成法とその理論的根拠が進歩したこと、およびガッタパーチャの組成改善などにより、over filling も根尖歯周組織に為害性はほとんど無いことが臨床的に示されたことも要因となっている⁷⁾。この VCM には Schilder 法 (Warm gutta-percha technique)、大津による Opion carrier 法、Yee (1977)¹²⁾ らに始まるインジェクション法などがある。Schilder 法および Opion carrier 法は細かな作業の連続で熟練を要するが、インジェクション法は比較的容易に短時間でガッタパーチャによって根管を3次的に充填することができ、術者の労力を軽減させることが可能であると考えられる^{2,3,7,10,13,14)}。このインジェクション法は高温 (160℃) で軟化したガッタパーチャを根管内に注入する Obtura System (Unitek 社製, Ob と略記, 図 1) と、低温 (70℃) で流動性の得られるガッタパーチャを用いる Ultrafil の 2 方法に大別される¹³⁾。しかし、Ultrafil は充填用ガッタパーチャが 40 数℃という低温度で軟化する特殊なものであり¹⁵⁾、注入用ノズルの先端が根管先端部まで到達しない場合には、ガッタパーチャの未注入が Ob よりも起こりやすく¹⁶⁾、また根尖孔からの充填材の溢出も生じやすいといわれている¹⁷⁾。一方、Ob は充填環境が整えば緊密な根管充填が可能であるとされる¹⁵⁾。

これまで Ob に関しては、染色液あるいはラジオアイソトープを用いた根尖部封鎖性に関する研究は数多く行

図1 Obtura System

われ、シーラーを併用すれば LCM と同等の根尖封鎖性が得られることが報告されてきた^{12, 18-24)}。また加熱したガッタパーチャを使用するため、根管充填時の歯根表面の温度上昇についても研究が行われ、病理組織学的にも、臨床的にも問題のないことが確かめられてきた²⁵⁻²⁸⁾。

しかし、インジェクション法ではガッタパーチャの流出を根尖部においてコントロールできず、根尖孔から溢出する危険性を有することが問題点の1つとされている^{21, 23, 29)}。ガッタパーチャの根尖部への到達度についての研究や、その到達度をコントロールするための研究は少ない³⁰⁻³²⁾。すなわち、Marlin ら (1984)³⁰⁾ が Applicator tip (Ob の注入用ノズル, A. Tip と略記) の先端が Apical seat より 3 ~ 5 mm 手前まで挿入することが必要であると述べ、都築ら (1988)¹³⁾ は A. Tip の挿入が深くなるほどガッタパーチャの充塞状況が向上したと述べている以外に、A. Tip の適切な挿入の深さに関する研究は見い出せない。また、根尖孔が開放している場合に、ガッタパーチャの溢出に対する抵抗形態としての根尖部根管形態について検討した研究も見い出せない。

従って、Ob によるガッタパーチャの根尖部形成限界

への到達度をより確実にする方法論が確立されれば、3 次元的な根管充填を効率良く達成することが可能な Ob によるインジェクション法を症例に応じて不安なく臨床応用することが可能となり、歯内治療の臨床における選択肢の1つとして有益ではないかと思われる。

そこで今回は、形成された根管の条件を均一にするために新たに製作した根尖孔を有する透明樹脂製根管模型 (270 根管) を用いて、以下のことについて検討した。

I. Ob 単独による注入充填において、Apical seat の大きさ (AMF と略記)、A. Tip の挿入の深さ、および根尖部根管形態がガッタパーチャの根尖到達度に与える影響

II. Ob に Parallel plugger を併用する方法 (P. plugger 併用法と略記) と、新しく考案した Opion carrier を併用する方法 (O. carrier 併用法と略記) におけるガッタパーチャの根尖到達度

III. 根管充填に要した時間

材料および方法

I. 全ての実験に共通する材料・方法

A. 透明樹脂製根管模型

今回の実験では均一な条件下で比較を行うために、図 2, 3 に示す透明樹脂製の根管模型 (ニッシン社製) を作製して実験に使用した。模型根管の長さは日本人の上顎犬歯の平均的歯根長 14.8 mm とし³³⁾、生理的根尖孔に当たる根尖部根管の最狭窄部の径は約 0.15 mm に設計した。

B. 根管形成法

根管形成法は全ての根管を根管上部 2/3 と下部 1/3 に分けて行う Two stage technique を採用した。すなわち、根管上部の根管形成は電気エンジンにて No. 5 ~ No. 3 の Gates Gridden bars (Maillefer 社製、図 4) を大きな号数から順番に低速回転で使用する Crown down technique で行った。そして、根管下

図2 透明樹脂製根管模型

図3 透明樹脂製根管模型

根管長: 14.8 mm 根管口の径: 0.6 mm 根尖孔の径 0.15 mm

図4 Gates Gridden bars

上から No. 5, No. 4, No. 3

部はそれぞれの実験群の根管形成法に従い手用器具を用いて形成した。またどの根管形成においても file を交換する毎に、必ず #15 の K-file (Maillefer 社製) を用いて再帰ファイリングを行い、またミニウム・シリンジを使って 3% 過酸化水素水で根管洗浄も行った^{34, 35)}。

生理的根尖孔の直径は 18 ~ 25 歳では約 300 μm , 55 歳以上では約 270 μm という Kuttler (1955)³⁶⁾ の報告を参考にして、根管形成時に全ての模型根管の根尖部最狭窄部 (天然歯における生理的根尖孔に相当) を約 270 μm に調整して使用した。すなわち、根管形成時に #25 の K-file の先端が根尖部より約 1 mm 突き出るように形成し、また根管充填の直前にも必ず #25 の K-file を用

いて根尖が開放されていることを確認した (表 1, 2)。

C. 根管充填法

根管充填は全て臨床に近い温度条件の下で行うために、約 23°C の室温中にて保温プレート上に根管模型を置き約 37°C に保って実施した。その際、ガッタパーチャの根尖部への到達度が術者に見えないようにするために、根管模型をアルミホイルで包んで使用した。潤滑剤として、また封鎖性を高めるためにシーラー (キャナルス, 昭和薬品化学工業社製) を用い、Apical seat を形成したものより 1 号小さな K-file を逆回転させて根管壁に塗布した。Ob を用いた場合には、ガッタパーチャの冷却収縮を補償するため、および根管口付近のガッタパーチャの形態を整えるために、注入充填を終えた後にプラガー (vertical condenser No.12, Hu-Friedy 社製) を用いて垂直加圧を行った¹¹⁾。

D. 根尖到達度の計測法

全ての根管模型を 1 ブロックずつデンタル・フィルム (Ultra-speed, Kodak 社製) を用いて X 線装置 (マックス-F1R, モリタ社製) により、照射間距離 15 cm, 照射時間 0.4 秒の同一条件下で X 線撮影を行った。ガッタパーチャの Apical seat への到達度を評価するために、2 次元に投影された像である X 線写真上の長さを画像解析装置 SPICCA (日本アビオニクス社製) にて計測し、0.1 mm 単位で表わした数値をその根管におけ

表 1 Ob 単独によるインジェクション法における根管形成法・根管充填法の概要

		G 群	S 群	A 群
根管形成	根管上部	Crown down tech. Gates Gridden bars : No. 5 $\Rightarrow$ 4 $\Rightarrow$ 3		
	根管下部	Grossman tech. K-file	Step back tech. H-file	Apical step tech. K-file
Apical seat のサイズ		#35 ~ 60	#30	#35 (#80)
A. Tip の挿入レベル		7 mm...G 7 群 5 mm...G 5 群 3 mm...G 3 群	5 mm	5 mm
根管数		60 $\times$ 3 = 180 根管	小...S 1 10 根管 中...S 2 10 根管 大...S 3 10 根管	10 根管
A. Tip のサイズ		23 gauge		
生理的根尖孔の直径		270 μm		
Apical seat から根尖孔までの距離		0.5 mm		

表2 P.plugger併用法またはO.carrier併用法における根管形成法・根管充填法の概要

		Parallel plugger併用法		Opion carrier併用法	
		GP群	SP群	GO群	SO群
根管形成	根 管 上 部	Crown down tech. Gates Gridden bars : No. 5 ⇒ 4 ⇒ 3			
	根 管 下 部	Grossman tech. K-file	Step back tech. H-file	Grossman tech. K-file	Step back tech. H-file
Apical seatのサイズ		# 60	# 30	# 60	# 30
根 管 数		10根管	10根管	10根管	10根管
根充時の作業長の決定		不 可		可	
A.Tipの挿入レベル		根 尖 部 : 5 mm 残りスペース : 7 mm		7 mm	
A.Tipのサイズ		23gauge			
生理的根尖孔の直径		270 μ m			
Apical seatから根尖孔までの距離		0.5mm			

る根尖到達度とした。

under filling の場合は、ガッタパーチャの先端から Apical seat までの直線距離を測り、符号はマイナスで表示した。over filling の場合は、根尖孔からガッタパーチャの先端までの曲線の長さを計測して、符号はプラスで表示した。ただし、Apical seat から根尖孔までの距離を 0.5 mm に設定し、ガッタパーチャの先端がその間に存在している場合は flush filling と判定して、そ

の場合の根尖到達度は 0.0 mm とした (図 5)。なお SPICCA による計測の順序は被検盲検法によりデンタル・フィルムを無作為に選んで行い、各根管につき 3 回ずつ計測しその平均値をガッタパーチャの根尖到達度とした。

II. Ob 単独によるインジェクション法の根尖到達度

A. AMF および A. Tip の挿入深さの影響

Apical seat の大きさが Ob 単独によるインジェク

図5 根尖到達度の計測法

図6 G群の根管形成法

ション法の根尖到達度に与える影響を調べるために、根尖部根管を Grossman technique³⁷⁾ (G. Tech. と略記) にて形成した。根尖部根管の形成には手用の K-file を用いた。AMF は #35 ~ #60 とし、各 AMF につき 30 根管ずつ計 180 根管 (G 群) を用いた (図6, 表1)。

A. Tip の先端から Apical seat までの距離を A. Tip の挿入レベルと定義し、A. Tip の適切な挿入の深さを表す指標として用いた。それは根管口からの A. Tip の挿入の深さは、歯牙の長さに影響されるためである。そして、A. Tip の挿入レベルは Marlin ら (1984)³⁰⁾ の報告を参考にして、7 mm, 5 mm, 3 mm とした (図7)。そして 180 根管を 7 mm, 5 mm, 3 mm の3つの群 (G7 群, G5 群, G3 群) にそれぞれ 60 根管ずつ割り当てた (表1)。

作業長は 14.3 mm (14.8 mm - 0.5 mm) であるため、23

図7 Applicator tip の挿入レベル

gauge の A. Tip に先端から 7.3 mm, 9.3 mm, 11.3 mm の位置に印を付け、その位置まで A. Tip を挿入して注入充填を行った。その際、根尖方向に過剰な力を加えないように注意し、背圧 (back pressure) に従って A. Tip を根管から引き上げた^{15,30)}。各 G 群において注入充填を行う順番は、AMF の号数に関して無作為に選んで行った。

注入充填操作を完了した後、前述のとおり X 線撮影を行い、デンタル写真を SPICCA にて画像処理して

図8 注入充填された G7 群の根管模型

図9 注入充填された G7 群の X 線写真
図8 と同一の根管模型

図10 S群の根管形成法

ガッタパーチャの根尖到達度を計測した。図8, 9にG7群の根管模型とそのX線写真の例を示す。

B. Step back technique および Apical step technique の抵抗形態としての評価

この実験Ⅱ-Bでは、Step back technique (S. B. Tech. と略記) または Apical step technique (A. S. Tech. と略記) のそれぞれによって形成された根尖部根管形態が、Ob 単独による注入充填法の受け皿として、根尖到達度にどのような影響を与えるかを検討した。すなわち、Ob 単独により注入充填されたガッタパーチャが、根尖孔より溢しようとする力に対する抵抗形態としての能力を評価することを目的とした。

なお実験Ⅱ-Aより、A. Tip の挿入レベルが5 mm以下であれば、注入されたガッタパーチャが Apical seat に到達することが分かったので、以下の実験からは全て A. Tip の挿入レベルを5 mmとして行った。

S. B. Tech. では拡大の大きさにより3タイプの根管形成を行った(図10, 表1)。第1のタイプは、10根管に対し#30のH-file (Maillefer社製) を作業長(14.3 mm) いっぱいに使用し、大きな号数のH-fileに移るたびに1.0 mmずつ作業長を短くして#45のH-fileまでファイリング操作により根管拡大を行い、もう一度#15～#30の細いH-fileに戻って仕上げを行い根管形成を終了した(S1群)。第2のタイプも10根管に対し#30のH-fileから拡大を始め、大きな号数のH-fileに移るたびに0.5 mmずつ作業長を短くして#60のH-fileまで同様に根管拡大を行った(S2群)。第3のタイプも10根管に対し#30のH-fileから拡大を始め、0.5 mm作業長を短くする毎にH-fileの号数を2番手ずつ上げて太く根管

図11 A群の根管形成法

図12 Parallel plugger (No. 3)

形成を行った(S3群)。

A. S. Tech. も10根管に対して実施した(A群)。まず#35のK-fileでApical seatを形成し、次に作業長より2 mm歯冠側の位置に#80のK-fileにてステップを形成した(図11, 表1)。特にこの方法では、根尖部に削片を詰め込んでしまう恐れがあるため、fileを交換する毎に#15のK-fileによる再帰ファイリングと、ミニウム・シリンジを用いた3%過酸化水素水による根管洗浄を徹底した。

実験Ⅱ-AにおいてG5群の中で良い成績を示したAMFが#55のものと、LCM群の2つの群を対照群とした。LCM(10根管)では、ガッタパーチャのメイン・ポイントにKerr社製の#60のものをを用い、アクセ

図13 Parallel plugger 併用法

図は GP 群を示す。SP 群も同様の操作で行った。

- Ob により A. Tip の挿入レベルを 5 mm として少量のガッタパーチャを注入した。
- 作業長より 5 mm 短い位置にストッパーを付けた P. plugger (No. 3) にてわずかに抵抗を感じるまで垂直加圧を行った。
- 残りの根管スペースを再び Ob にて注入充填し (挿入レベル: 7 mm)、プラグーを用いて根管口付近で垂直加圧を行った。

サリー・ポイントも同じ Kerr 社製の FF サイズのものを 1 根管につき 4～5 本使用した。Root canal spreader D-11 (Hu-Friedy 社製) を使用し、最初の側方加圧操作時にその先端を Apical seat より 2～3 mm 歯冠側の位置まで挿入した。また実験群と同様に、シーラーを AMF より 1 号小さな K-file を逆回転させて根管壁に塗布し、保温プレート上で通法に従って根管充填を行った。

実験Ⅱ-A と同一条件で Ob 単独による注入充填を行い、X 線撮影し、SPICCA を用いて根尖到達度を被験盲検法により計測した。

Ⅲ. Parallel plugger 併用法 および Opion carrier 併用法におけるガッタパーチャの根尖到達度

根管下部を G. Tech. または S. B. Tech. によって形成された 2 種類の根管に対して、Parallel plugger 併用法 (P. plugger 併用法と略記) と Opion carrier 併用法 (O. carrier 併用法と略記) の 2 通りの方法により注入充填を行い、それぞれの根尖到達度を評価した。対照群には実験Ⅱ-B と同じ LCM 群 (AMF: #60) を用いて比較した。G. Tech. により根管形成した 20 根管に対

図14 Opion carrier

し、P. plugger 併用法にて根管充填した 10 根管を GP 群、O. carrier 併用法にて根管充填した 10 根管を GO 群とした。同様に S. B. Tech. により根管形成した 20 根管に対し、P. plugger 併用法または O. carrier 併用法にて根管充填した 10 根管をそれぞれ SP 群と SO 群とした (表 2)。

P. plugger 併用法では、Texceed 社が Ob による注入充填用に開発したニッケル・チタニウム合金製 Ultra-Flex の P. plugger (No. 3) を使用した (図 12)。K-file にて根管壁にシーラーを塗布した後、A. Tip を Apical seat から 5 mm まで挿入してわずかに Ob のトリガーを引き、ガッタパーチャを少量根尖部へ注入した。このときに注入するガッタパーチャはごく少量で、A. Tip に背圧を感じることはなかった。そして、術前に根管に試適して作業長よりも 5 mm 短い位置にストッパーを付けた No. 3 の P. plugger にて、そのストッパーを目安にしながら軽度の抵抗を感じるまで垂直加圧した。P. plugger の先端にはガッタパーチャを付着させないためにシーラーを少量塗布しておいた。

以上のように根尖部根管をまず Ob と P. plugger を用いて充填した後に、残りの根管スペースも再度 Ob を用いて注入充填し、最後にプラグーを用いて根管口付近で垂直加圧して根管充填操作を終了した (図 13)。

O. carrier 併用法では、先に根尖部根管を Opion carrier (図 14) と Kerr 社製のガッタパーチャのメイン・ポイントを用いた VCM によって根充した後、残りの根管スペースを Ob により注入充填した。すなわち、まずガッタパーチャのメイン・ポイントを根管に試適し、ポイントの先端が Apical seat よりも約 2 mm アンダーとなるものを選択した。そのメイン・ポイントのサイズは GO 群では #70、SO 群では #60 であった。それぞれのメイン・ポイントから先端 5 mm を切り取り、ストッパーを装着した Opion carrier に刺入した。そして、ポ

図15 Opion carrier 併用法

図は GO 群を示す。SO 群も同様の操作で行った。

- ガッタパーチャ・ポイントを試適して、Apical seat より 2 mm 歯冠側の位置まで挿入できるものを選択した (GO 群では #70, SO 群では #60)。
- ガッタパーチャ・ポイントの先端部 5 mm を切り取り、Opion carrier に刺入した。このガッタパーチャ・ポイントは火炎を通して熱軟化した。
- 作業長を表すストッパーが根管口より 1.0 mm の位置にくるまで、Opion carrier を根管内に挿入した。
- 残りの根管スペースを Ob にて注入充填し (A. Tip の挿入レベル: 7 mm)、プラグーを用いて根管口付近で垂直加圧を行った。

イントの先端からストッパーまでの距離が作業長 (14.3 mm) となるようにストッパーの位置を設定した。根管充填に先立ち、あらかじめ根管壁に K-file を逆回転させながらシーラーを塗布した。Opion carrier に刺入したガッタパーチャ・ポイントをアルコール・ランプの火炎を通して加熱軟化し、さらに極く短時間だけユーカリ油に浸して表面を溶解した。Opion carrier に装着してあるストッパーと根管口の距離が約 1 mm となる位置まで、その軟化溶解したポイントを根管内に挿入した。その後、残りの根管スペースは Ob により注入充填し、最後にプラグーを用いて根管口付近で加圧して終了した (図 15)。

実験 II と同じ条件で、X 線撮影して SPICCA にてガッタパーチャの根尖到達度を被験盲検法で計測した。

IV. 根管充填に要した時間

実験 II-A, B および実験 III にて行ったインジェクション法と、対照群の LCM に要した時間をそれぞれ測定した。

根管充填に要した時間を比較するため、シーラーを根管壁に K-file を用いて塗布する時点から、プラグーを用いて根管口付近で加圧操作を完了するまでに要した時

間を、それぞれの根管充填に要する固有の時間として比較した。

結 果

I. Ob 単独によるインジェクション法の根尖到達度

A. AMF および A. Tip の挿入レベルの影響

1. 全 G 群における根管充填の状況

G. Tech. にて根管形成を行い、Ob 単独によるインジェクション法を行った G 群では、全 180 根管のうち under filling は 4 根管 (2%), flush filling は 16 根管 (9%), そして over filling は 160 根管 (89%) であった。すなわち、Ob 単独の注入充填において、AMF の号数 (#35 ~ #60) や A. Tip の挿入レベル (7

表 3 全 G 群における AMF ごとの根管充填の状況

	#35	#40	#45	#50	#55	#60	n	%
under	1	0	1	1	1	0	4	2
flush	5	4	1	1	3	2	16	9
over	24	26	28	28	26	28	160	89
	30	30	30	30	30	30	180	100

図16 注入充填された G5 (#60) 群の根管

表4 G7群の各AMFにおける根尖到達度
(単位: mm)

AMF	Mean	S.D.	Min.	Max.	Range	n
#35	2.1	1.97	0.0	6.0	6.0	10
#40	1.9	2.96	0.0	10.1	10.1	10
#45	0.7	1.11	-0.9	3.1	4.0	10
#50	2.7	4.49	-0.7	15.0	15.7	10
#55	1.8	3.16	-0.5	10.1	10.6	10
#60	0.8	0.61	0.0	2.1	2.1	10
	1.7	2.70	-0.9	15.0	15.9	60

Kruskal-Wallis test

There was no significant difference among the AMF groups ($p < 0.05$).

～3 mm)に関わりなく、98%は根管の Apical seat に到達するか、または根尖孔を通過していた(表3)。G5群のAMFが#60の注入充填した根管を図16に示す。

2. AMF の影響

各G群におけるAMFごとの根尖到達度の平均値を表4～6に示す。G7群では全AMFにおいて根尖到達度のばらつきが大きく、各AMFの根尖到達度の間に統計的有意差は認められなかった(Kruskal-Wallis test)

(表4)。G5群ではAMFが#35, #55, #60のものが比較的良好な根尖到達度を示し、各AMFの根尖到達度の

表5 G5群の各AMFにおける根尖到達度
(単位: mm)

AMF	Mean	S.D.	Min.	Max.	Range	n
#35	0.4	0.32	0.0	0.8	0.8	10
#40	1.7	2.84	0.0	8.4	8.4	10
#45	2.0	1.37	0.6	4.5	3.9	10
#50	1.1	0.51	0.6	2.1	1.5	10
#55	0.5	0.31	0.0	1.0	1.0	10
#60	0.8	0.85	0.2	2.6	2.4	10
	1.1	1.43	0.0	8.4	8.4	60

Kruskal-Wallis test

There was significant difference among the AMF groups ($p < 0.01$).表6 G3群の各AMFにおける根尖到達度
(単位: mm)

AMF	Mean	S.D.	Min.	Max.	Range	n
#35	0.2	0.40	-0.8	0.6	1.4	10
#40	0.6	0.19	0.4	1.0	0.6	10
#45	0.8	0.56	0.2	2.0	1.8	10
#50	0.8	0.47	0.2	1.7	1.5	10
#55	1.0	0.52	0.3	2.2	1.9	10
#60	0.7	0.40	0.3	1.5	1.2	10
	0.7	0.49	-0.8	2.2	3.0	60

Kruskal-Wallis test

There was significant difference among the AMF groups ($p < 0.01$).

間には危険率1%で有意差が認められた(Kruskal-Wallis test)(表5)。また、G3群では全AMFにおいて比較的良好な根尖到達度がみられ、各AMFの根尖到達度の間には危険率1%で有意差が認められた(Kruskal-Wallis test)(表6)。

3. A. Tip の挿入レベルの影響

図17, 表7に示すように、各G群における根尖到達度は、G7群が1.7 mm, G5群が1.1 mm, そしてG3群が0.7 mmであり、それぞれ2群間において根尖到達度に関し危険率1%で有意差が認められた(Wilcoxon signed-ranks test)。

B. S. B. Tech. および A. S. Tech. の抵抗形態としての評価

注入充填したS1群とA群の根管を図18, 19に示す。図20, 表8に示すように、S. B. Tech. または A. S.

図17 A. Tipの挿入レベルと根尖到達度の関係

表7 A. Tipの挿入レベルごとの根尖到達度
(単位 : mm)

	Mean	S.D.	Min.	Max.	Range	n
G 7	1.7	2.70	-0.9	15.0	15.9	60
G 5	1.1	1.43	0.0	8.4	8.4	60
G 3	0.7	0.49	-0.8	2.2	3.0	60

Wilcoxon signed-rank test

There were significant differences between the groups ($p < 0.01$).

Tech.にて形成された根管にOb単独によるインジェクション法を行った場合、ガッタパーチャの根尖到達度は、S1群では0.3 mm、S2群は0.4 mm、S3群は0.6 mm、そしてA群は0.3 mmであった。S1群、S2群およびA群が良好な根尖到達度を示し、それぞれLCM群と比較しても統計学的に有意差は認められなかった(Mann-Whitney U test)。また、3例がunderとなったS3群はこれの中で最もばらつきが大きかった。

一方、G5群の中で良い成績を示したAMFが#55の群は、LCM群との間に危険率1%で有意差を認めた(Mann-Whitney U test)。

II. P. plugger併用法およびO. carrier併用法におけるガッタパーチャの根尖到達度

P. pluggerを併用したGP群とSP群の根尖到達度はそれぞれ1.1 mm、1.6 mmであり、両者の間に有意差は認められなかった(Mann-Whitney U test)。この両者を対照群のLCM群と比較すると、それぞれ危険率1%で有意差が認めれた(Mann-Whitney U test)(図21, 表9)。

図18 注入充填されたS1群の根管

図19 注入充填されたA群の根管

それに対し、O. carrierを併用したGO群とSO群の根尖到達度は共に0.2 mmであり、両者の間には有意差が認められず、またこの両者を対照群のLCM群と比較しても有意差は認められなかった(Mann-Whitney U test)。

III. 根管充填に要した時間

図20 S群およびA群における根尖到達度の分布図

表8 S群およびA群における根尖到達度
(単位: mm)

	Mean	S.D.	Min.	Max.	Range	n
S1	0.3	0.11	0.1	0.5	0.4	10
S2	0.4	0.66	0.0	1.9	1.9	10
S3	0.6	1.76	-0.9	3.9	4.8	10
A	0.3	0.62	0.0	2.0	2.0	10
G5 (#55)	0.5	0.31	0.0	1.0	1.0	10
LCM	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	10

Mann-Whitney U test

There was significant difference between G5 (#55) and LCM ($p < 0.01$).

それぞれの術式において根管充填に要した時間を図22, 表10に示す。Ob単独による注入充填を行ったもの(G5(#55)群, S1群, A群)が根管充填に要した平均時間は32秒であった。P. plugger併用法(GP群, SP群)では57秒で, O. carrier併用法(GO群, SO群)では76秒であった。

一方, LCM群の平均時間は159秒と際立って長く, 他のいずれの群との間にも危険率1%で有意差が認められた(Mann-Whitney U test)。

考 察

I. LCM

今日, 我が国において最も広く臨床応用されている根管充填法はLCMであると思われる⁷⁾。LCMの最大の長所はメイン・ポイントの試適に始まり, 常に作業長を確

図21 P. plugger併用群およびO. carrier併用群における根尖到達度の分布図

表9 P. plugger併用群およびO. carrier併用群における根尖到達度
(単位: mm)

	Mean	S.D.	Min.	Max.	Range	n
GP	1.1	1.06	0.0	3.5	3.5	10
SP	1.6	1.35	0.0	3.1	3.1	10
GO	0.2	0.33	0.0	0.8	0.8	10
SO	0.2	0.32	0.0	0.8	0.8	10
LCM	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	10

Mann-Whitney U test

There were significant differences between GP and GO or SO ($p < 0.05$), and between LCM and GP or SP ($p < 0.01$).

認しながら根管充填操作ができ, その結果として高い根尖部封鎖性が得られる可能性があることである。しかし, その施術には時間と労力を必要とするという短所も有している¹⁻³⁾。今回の実験ではLCMに要した時間は1模型根管あたり平均159秒であったが, Kersten (1988)³⁹⁾はLCMを臨床に用いるためには1根管あたり平均4分2秒を要すると報告している。またLCMを厳密に遂行するためには, Apical seatより2~3mm歯冠側よりの位置までスプレッターの先端を挿入しなければならず, そのような施術は臼歯部に見られるような細く湾曲した根管では一層困難となり, 実際には肝心の根尖部根管は単一ポイント法的な根管充填に終始することが多いのではないかと考えられる。しかも, 根管断面は円形ではなく, 突起や狭窄部等を有する複雑な形態をしており, 同じ根管においても部位によってその形態を異にし

図22 根管充填に要した時間

表10 根管充填に要した時間 (単位: s)

	Mean	S.D.
G 5 (#55)	26	2.8
S 1	29	2.3
A	30	3.1
GP	57	3.3
SP	57	4.7
GO	75	3.7
SO	77	6.7
LCM	159	10.4

Mann-Whitney U test

There were significant differences between LCM and GO or SO ($p<0.01$).

ている。メイン・ポイントやアクセサリ・ポイントをスプレッダーを用いて側方加圧することにより、そのように3次的に複雑な形態をした根管壁にガッタパーチャを密接させることは困難であると思われる。

II. Obによるインジェクション法

Obによるインジェクション法は複雑な根管系へ3次的にガッタパーチャを填入する能力に優れ^{13-15, 31)}、シーラーを併用することにより LCM に劣らず根尖封鎖性も高く^{12, 18, 21-23)}、しかも短時間のうちに根管充填操作を完了できる^{2, 3, 7, 15, 39)}という長所が報告されている。しかし、熱可塑性ガッタパーチャを注入充填するために、考慮しなければならないいくつかの問題点も有している^{13, 14)}。

A. 歯根表面の温度上昇

Hardie (1987)²⁵⁾ は Ob による歯根表面の温度上昇は根中央部で平均 9.57℃、根尖部で平均 5.98℃であった

と報告している。Gutmann ら (1987)^{26, 27)} は室温 36～38℃の下で Ob の A. Tip (23 gauge) より押し出された直後のガッタパーチャの温度は平均 55.3℃であり、3分後には室温まで下がったと報告している。また、彼等はイヌの歯牙に Ob による注入充填を行った際、歯根を被覆する歯槽骨表面の温度上昇は平均 0.48℃であり、24時間後と72時間後の組織標本を検索した結果、長期間の観察の必要性を認めながらも、Obによるインジェクション法は臨床的に安全であると報告している。Eriksson ら (1983)⁴⁰⁾ は歯根表面の温度上昇が 10℃を超えると支持歯槽骨は不可逆的な損傷を被ると報告しているが、前述の報告はいずれもそれを上回るものではなかった。また著者ら (1992)²⁸⁾ は Ob によるインジェクション法の歯根表面の温度上昇と、注入圧が誘発する可能性がある注入充填時の疼痛を検討するために、患者26名の32歯(抜髄処置21歯、感染根管処置11歯)に Ob による注入充填法を臨床応用し、その際の誘発痛の有無とその程度を Graphic Rating Scale を用いて評価し報告した。それによると Ob によるインジェクション法における誘発痛の発現率は約 44% で、すべて“一過性の軽度の痛み”であり、その臨床応用を妨げるものではなかった。

以上より、歯根表面の温度上昇は臨床的には問題ないと考えられる。

B. ガッタパーチャの冷却収縮

Obではローディング・チャンバー内においてガッタパーチャは約 160～204℃に加熱されるが、A. Tip より押し出された直後の温度は平均 55.3℃まで低下している²⁶⁾。従って、問題となる冷却収縮量は約 55℃から約 36℃までのおよそ 19℃温度が下がることによって生じる範囲に納まると考えられる。また、Schilder (1967)¹¹⁾ が Warm gutta-percha technique の中で述べているのと同じく、注入充填後に根管口部においてプラグで垂直加圧することにより、ガッタパーチャの冷却収縮が補正されると考えられる。Czonstkowsky ら (1985)²⁰⁾ や Kersten (1988)³⁹⁾ はインジェクション法の一つである Ultrafil は LCM に比べ根尖封鎖性に劣ると報告しているが、彼等の実験ではシーラーを併用しておらず、ガッタパーチャの性質も Ob とは異なるものであった。シーラーを併用したインジェクション法についての多くの研究によると、Ob は LCM と同等の根尖部封鎖性が得られると報告されている^{12, 18, 21-24)}。

以上より、根尖部封鎖性に与える冷却収縮の影響は臨床的には問題がないと考えられる。

C. 根尖部における気腫

気腫は偶発的に皮下または組織裂隙内に気体が貯留したものを言うが、歯科臨床においてはエアー・タービン、エアー・シリンジ、あるいは化学的根管清掃剤の使用により発生することが多く、いつ遭遇するとも限らない偶発事故といわれている。しかし、根管充填により気腫を生じたという報告は見当たらず、またインジェクション法により気腫が発生したという報告もない。これはおそらく、逃げ道を失った根管内の空気程度の体積では気腫を起こすことはなく、生体によって吸収されるためと思われる。Gutmann ら (1987)³¹⁾ はインジェクション法においてエアーの逃げ道を確保するために、一度に注入せず何度かに分けて注入充填するという方法 (The sectional technique of canal filling) を提案している。

D. インジェクション法の欠点

インジェクション法は、Apical seat に一致した flush filling であるのか、根尖部に死腔を残した under filling であるのか、あるいは生理的根尖孔から根尖部歯周組織に溢出した over filling であるのかということを、根管充填操作中には判断できないという問題点を有している。EIDeeb (1985)²¹⁾、Mann (1987)²³⁾、そして Langeland (1987)²⁹⁾ もインジェクション法ではガッタパーチャを根尖部においてコントロールできず、根尖孔から根充材 (剤) が溢出する危険性があると述べている。このようにインジェクション法は前述した優れた長所を有しているにもかかわらず、ガッタパーチャの根尖到達度が不安定であるために、臨床応用が妨げられ広く普及していないのではないかと考えられる。

しかし、インジェクション法におけるガッタパーチャの根尖到達度にどれ程のばらつきが生じるものであるのかを調べた研究は見当たらない。また、その根尖到達度をコントロールする方法についての研究もこれまでほとんど報告されていない。例えば、Marlin ら (1984)³⁰⁾ による Master gutta-percha cone を用いる方法と、Gutmann ら (1987)³¹⁾ および Olson ら (1989)³²⁾ による根尖孔を dentin plug で閉鎖するという方法が紹介されているに過ぎない。

前者は、ヒート・キャリアーを用いて Master gutta-percha cone を根尖部に残した後に、注入充填を行う方法である。しかし、この方法では根尖部の Master cone の先端まで加熱軟化されているかどうか不確かであり、ヒート・キャリアーで Master gutta-percha cone を焼き切る際に cone が付いてきたり、Apical

seat より浮いてしまうことも考えられる。

後者は、健康象牙質削片からなる plug と Apical seat によって構成される apical barrier を形成することにより、インジェクション法における over filling を防ごうとするものである。しかし、健康な象牙質削片のみによって plug が形成されたかどうかを確認することはできず、plug の形成中に削片を根尖歯周組織に押し出す危険性も高く、しかも意識的に適切な plug を形成するのは困難であり、この方法をすべての症例に応用することはできないと思われる。

III. Ob の根尖到達度および新しい応用法の開発

この研究は、術者がインジェクション法をガッタパーチャの根尖到達度に関して不安なく応用できるようにすることを目的として実施した。

A. AMF および A. Tip の挿入レベルの影響

AMF が Ob におけるガッタパーチャの根尖到達度にもどのような影響を及ぼすのかを調べるために、LCM の受け皿として一般的な根管形成法である G. Tech. により根管形成された、#35 から #60 までの Apical seat を有する模型根管に対して Ob 単独によるインジェクション法を行った (表 1)。

その結果、全 G 群 180 根管のうち 98% は Apical seat に到達するか、またはそれを通過していた (表 3)。また、A. Tip の挿入レベルが 5 mm および 3 mm の場合についてみると、under filling となったものは 120 根管中 1 根管のみであった (表 5, 6)。このことより、注入充填時のガッタパーチャに対する根尖歯周組織の抵抗を無視するならば、A. Tip の挿入レベルが 5 mm 以下の場合、Ob による注入充填法はガッタパーチャを Apical seat か根尖歯周組織にまで配送する能力を有すると考えられる。ただし、実際の臨床においては、根尖歯周組織の抵抗を受け、しかも根管内の空気が模型根管のようには抜けないと考えられる。ただし、天然歯の根管壁はガッタパーチャに加わる摩擦抵抗力は模型根管壁よりも大きいと考えられるが、ガッタパーチャと根管壁面との間にシーラーが介在している場合は両者の状況が類似してくるのではないかとと思われる。

また、この実験において under filling となったものは G 7 群の 3 根管と G 3 群の 1 根管に過ぎないことから、Ob 単独によるインジェクション法におけるガッタパーチャの Apical seat への到達性を評価するために、今回計測した根尖到達度の平均値を用いても差し支えないと考えられる。

AMF に関わりなく A. Tip の挿入レベルの違いによ

る根尖到達度の変化をみると、A. Tip の挿入レベルが小さくなる程、すなわち、A. Tip を根管口より深く挿入する程、根尖到達度は良好となる傾向がみられた（図17、表7）。

挿入レベルが大きければ、言い換えると、A. Tip を根管口より浅くしか挿入しなければ、単に under filling の頻度が増加するだけのようには予想された。しかし、実際には挿入レベルが7mmの場合でも、under filling は3例（5%）に過ぎず、残り57例（95%）は flush filling か over filling となり、その溢出の量も大きくなる傾向がみられた。

一方、挿入レベルが小さくなる程、言い換えると、A. Tip を根管口より深く挿入する程、単に over filling の頻度が増し、その溢出の量も大きくなるように予想された。しかし、実際には逆に over filling の溢出量は減少する傾向がみられた。

すなわち、A. Tip の挿入レベルが小さくなる程、ガッタパーチャの根尖到達度が良好となることが示された。この結果は Marlin ら（1984）³⁰⁾、および都築ら（1988）¹³⁾ の報告と一致している。その理由としては、挿入レベルが小さくなる程、注入充填時に A. Tip にかかる背圧を術者が感知しやすくなるためではないかと考えられた。

挿入レベルが一定の場合、G7群では#60が比較的安定した根尖到達度を示したが、その他のAMFでは根尖到達度に大きなばらつきがみられ、統計学的にも全AMF間に有意差は認められなかった（表4）。それに対して、G5群およびG3群は共に各AMFの間に根尖到達度に関して有意差が認められた。すなわち、挿入レベルが5mmまたは3mmではAMFが根尖到達度に影響することが示された（表5、6）。G3群では全AMFにおいて比較的良好な根尖到達度が得られたが、G5群では#35、#55および#60において比較的良好な根尖到達度が得られた。このことはAMFが#35のように特に小さい場合には、根尖部の細い根管そのものが流入するガッタパーチャに対する抵抗形態となり、逆にAMFが特に大きい場合には Apical seat が抵抗形態としての機能を果たすようになるのではないかと考えられた。これは根管内に流入したガッタパーチャが生理的根尖孔を通過するためには、Apical seat の直径と生理的根尖孔の直径に大きな差がある程、より大きなエネルギーを必要とすることになるという流体力学の立場からも理解することができると思われた。

B. S. B. Tech. および A. S. Tech. の抵抗形態として

の評価

表3に示す通り、今回用いた根尖部を開放した模型根管においては、全180根管のうち flush filling が得られたものはわずかに9%に過ぎず、程度の差を別にとすると89%が over filling となり、G. Tech. による根尖部根管形態では Ob 単独による根管充填の受け皿として十分な抵抗形態とはなり得ないことが示唆された。そこで、Ob による注入充填法に対する根尖部の抵抗形態として、ガッタパーチャの根尖孔よりの溢出に対してより強い抵抗形態となり得る根管形成法を検討した。

根管形成法には、強い湾曲根管の場合や垂直加圧充填法のための根管形成法として推奨されている S. B. Tech. と、歯根の根尖部の径が細い場合や LCM においてより強力な Apical seat の抵抗形態を得たい場合などに応用される A. S. Tech. の2通りを選択した。そして、S. B. Tech. および A. S. Tech. のそれぞれについて、Ob により注入充填されるガッタパーチャが生理的根尖孔より溢出しようとする力に対する抵抗形態としての能力を評価した（図10、11、18、19、表1）。

実験Ⅱ-Aにおいて良い成績を示したG5群のうちのAMFが#55のものと、LCM群（AMF：#60）を対照群として比較した。LCM群の根尖到達度は模型根管であるために10根管とも0.0mmであった。メイン・ポイントの先端は全て隙間なく Apical seat に接してはいたが、生理的根尖孔を越えてガッタパーチャが侵入している根管は観察されなかった。ただし、全ての根管においてシーラーの溢出が観察された。実際の臨床においてLCMを施術した場合には、通法どおり慎重に行ってもメイン・ポイントがわずかに over したり、under となったりすることを経験することがある。大津（1989）¹⁰⁾ も LCM においてメイン・ポイントが根尖孔部から根管口方向へと移動して死腔が生じる現象をしばしば X 線写真によって観察したと報告している。

Ob 単独による注入充填に対する根尖部の抵抗形態としては、S1群、S2群およびA群が優れた成績を示した（図20、表8）。この結果より、Opion 法や Schilder 法にとっては根尖部の根管形態が円錐形であることが適していると言われているが^{10,11)}、インジェクション法にとっても同様であることが示唆された。ただし、S3群において、under filling が3例、over filling が5例となり、根尖到達度の Range も4.8と大きくなった原因として、今回使用した23 gauge の A. Tip が太く拡大された根管径に合わなかったためと思われる。このような太い根管には Marlin ら（1984）³⁰⁾ の言うように20

gauge の A. Tip を使用する方が適しているのかもしれない。

以上より, S. B. Tech. または A. S. Tech. により形成された根尖部根管形態は, Ob による注入充填時のガッタパーチャの溢出に対して, G. Tech. よりも強い抵抗形態となることが示唆された。

C. P. plugger 併用法および O. carrier 併用法におけるガッタパーチャの根尖到達度

これまでは Ob 単独による注入充填法におけるガッタパーチャの根尖到達度をコントロールするために, AMF, A. Tip の挿入レベル, および根尖部根管形態の及ぼす影響について検討してきた。それにより, 良好な根尖到達度を得るための適切な A. Tip の挿入レベルや根尖部根管形態についての示唆は得られた。しかし, 注入充填操作が終了して X 線写真を撮影するまで, 術者はガッタパーチャの根尖到達度についてコントロールすることも, 知ることができないという問題点は解決されていない。

根管治療において重要なのは, 根管の中に何を入れるかではなく, 何を取り出すかであると Grossman (1972)³⁷⁾ が述べているように, 根管充填法が根管形成法を決定するのではなく, 歯根と根管の解剖学的形態や感染の程度が根管形成法を決定し, それに基づき適切な根管充填法が選択されるべきである。つまり, 根管形成法を決定する最大の因子は, その後の根管充填法が何であるかということではなく, その歯牙の解剖学的形態と細菌感染の状況であるため, 例えば A. S. Tech. を全ての症例に応用することは合目的的ではない。

従って, どのようなタイプの根管形成法によって形成された根管であっても, 根管充填操作中に術者がガッタパーチャの根尖到達度をコントロールできるような Ob の応用法が考案されれば, 歯内療法の臨床にとって有益であると思われる。このような理由から, 根管充填操作中に術者がガッタパーチャの根尖到達度を把握しながら Ob によるインジェクション法を施術できる新しい方法を検討した (表 2)。

その 1 つは Texceed 社が Ob 用に開発した P. plugger (図 12) を併用する P. plugger 併用法であり (図 13), 2 つめは今回新しく考案した O. carrier 併用法である (図 15)。O. carrier 併用法とは, Opion carrier (図 14) を用いて先に根尖部根管を根充した後に, 残りの根管スペースを Ob を用いて注入充填する方法である。その 2 通りの根管充填法を G. Tech. (AMF: #60) と S. B. Tech. にて根管形成した 2 種類の模型根管 10 根

管ずつに対して実施した。ここでも LCM 群 (AMF: #60) を対照群とした。

P. plugger 併用法において over filling が多くなり, しかも根尖到達度のばらつきも大きくなったのは, P. plugger を使用する前に Ob により根管内に送り込むガッタパーチャの量をコントロールできないことが原因であると考えられる。それに対し, O. carrier 併用法では, Ob による注入充填に先立ち Opion carrier を用いて根尖部に垂直加圧充填するガッタパーチャの量を, そのメイン・ポイントのサイズと長さを規定することによりコントロールすることが可能である。この長所により, O. carrier 併用法が P. plugger 併用法に比べて良好な根尖到達度を示したものと考えられる。

以上より, O. carrier 併用法は根管充填操作中において術者が作業長をコントロールすることが可能な方法であり, その根尖到達度は LCM に匹敵するものであることが示唆された。また, ガッタパーチャが根尖孔よりわずかに溢出したとしても, LCM の場合にみられる様な根尖狭窄部の象牙質壁とメイン・ポイントとの間に隙間を残す状態 (over extention) とは異なり, Schilder 法¹¹⁾の場合と同様に, 根尖狭窄部の象牙質壁とガッタパーチャとの間に隙間の無い状態 (over filling) であり, 根尖部封鎖性は高いのではないかと考えられる。VCM においてはこのような根充材のわずかな溢出を Pad または Button と呼び, 十分な根管充填の一つの目安としており, 臨床的には問題ないと言われている^{3, 11)}。

しかし, Frank ら (1983)⁹⁾ は歯内療法的な要求を全て満たすような 1 通りの根管形成法も根管充填法も在りえず, 個々の症例に応じて LCM, VCM を使い分けるべきであると述べている。また勝海ら (1993)¹⁵⁾ も LCM とインジェクション法を使い分けることにより多くの根管は緊密な根管封鎖が可能であるとしている。

結局, 症例に応じて根管形成法および根管充填法を決定すべきであり, Ob を応用したインジェクション法もその中の有益な選択肢の一つと位置づけるべきであろう。

D. 根管充填に要した時間

今回は模型根管であったが, Ob を応用した群はいずれも LCM 群に比べて半分以下の短い時間で根管充填操作を完了することができた (図 22, 表 10)。根管充填操作に要する術者の労力を時間のみで比較することはできないが, LCM はスプレッダーによる側方加圧操作と, それによって生じた隙間に応じたサイズのアクセサリー・ポイントを選択して追加を繰り返さなければなら

ない煩雑さを有している。

それに対して、Obを応用するインジェクション法はLCMに比べて短時間で施術でき、また術者の労力も軽減できると思われた。また、新しく考案したO. carrier併用法ではOb単独による方法に比べて根充操作はone step 増えるが、LCMに比較すれば施術に要する時間は半分程度で済み、根管内で行う操作も単純であるため、効果的な根管充填法ではないかと思われた。

結 論

根尖孔を開放した透明樹脂製模型根管（総計270根管）を用いて、Obによるインジェクション法にとって最適なA. Tipの挿入レベルおよび受け皿としての根尖部根管形態を検討し、加えて、根管充填操作中に術者がガッタパーチャの根尖到達度をコントロールできるようなインジェクション法の応用法を新たに考案し検討した。また、能率を表わす一つの目安として、それぞれの方法における根管充填に要した時間を計測して比較したところ、以下の結論を得た。

1. Ob単独によるインジェクション法は、A. Tipの挿入レベルが5mm以下であるならば、模型根管においてapical seatまで、あるいはそれを越えてガッタパーチャを配送できることが示された。

2. Ob単独によるインジェクション法では、A. Tipの挿入レベルが小さくなる程、すなわちA. Tipを根管口より深く挿入する程、ガッタパーチャの根尖到達度が良好となることが示された。

3. Ob単独によるインジェクション法において、根尖孔からのガッタパーチャの溢出に対する根尖部根管の抵抗形態としては、Apical step techniqueまたはStep back techniqueによる根尖部根管形態がGrossman techniqueによるものよりも優れることが示唆された。

4. Parallel plugger併用法はover fillingを起こしやすく、根尖到達度のばらつきも大きくなる傾向を示した。

5. Opion carrier併用法は、作業長を守りながら根管充填操作を行うことが可能であるため、LCMに匹敵する優れた根尖到達度が安定して得られることが示された。

6. 根管充填に要した時間は、Ob単独によるインジェクション法では平均28秒、Parallel plugger併用法では平均57秒、Opion carrier併用法では平均76秒であり、対照群のLCMでは平均159秒であった。

稿を終わるに臨み、御懇篤なる御指導を賜った恩師横田誠教授に深甚なる感謝の意を表します。また、御校閲を戴いた九州歯科大学口腔病理学講座福山宏教授、九州歯科大学歯科保存学第1講座寺下正道教授に深甚なる謝意を表します。さらに長年御協力を頂いた九州歯科大学歯科保存学第2講座宗 洋一郎助教授をはじめ各位に感謝致します。

引用文献

- 1) 深田邦雄：ヴァーティカル・コンデンセーション・テクニックについて—A君への返信の手紙にかえて—。歯界展望 51(6)：1299-1311, 1978.
- 2) 広瀬哲三, 中村順三, 金山美博, 土肥英成, 山本泰史：Vertical Condensation (1)—Obturation法の術式。北海道歯科医師会誌 36：111-115, 1981.
- 3) 中村順三, 広瀬哲三, 山本泰史, 土肥英成, 金山美博：Vertical Condensation (2)—Obturation法の臨床。北海道歯科医師会誌 36：116-121, 1981.
- 4) 塚田典功：Warm Gutta-percha Techniqueに関する研究。日歯保誌 30(3)：932-955, 1987.
- 5) Ingle, J. I. and Beveridge, E. E.：Endodontics. 2nd ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1976, 40-44, 559.
- 6) Ingle, J. I.：The need for endodontics instrument standardization. Oral Surg. 8(11)：1211, 1955.
- 7) 大谷 満：垂直圧による根管充填法について—特にシリンジを用いたObturation Systemについて—。Quintessence 1(3)：54-59, 1982.
- 8) Weine, F. S. (鈴木賢策, 堀内博ら訳)：ワイン エンドドンティック セラピー, 医歯薬出版, 東京, 1985, 288.
- 9) Frank, A. L., Simon, J. H. S., Abou-Rass, M. and Glick, D. H. (斎藤 毅訳)：臨床歯内療法アトラス, 西村書店, 新潟, 1991, 65-66, 75.
- 10) 大津晴弘：オピアン キャリア法。クインテッセンス出版, 東京, 1989, 93, 105-111.
- 11) Schilder, H.：Filling root canals in three dimensions. Dental Clinics of North America. 723-744, 1967.
- 12) Yee, F. S., Marlin, J., Krakow, A. A. and Gron, P.：Three-dimensional obturation of the root canal using injection-molded thermoplasticized dental gutta-percha. J Endodon. 3(5)：168-174, 1977.
- 13) 都築民幸, 平賀茂子, 石井隆資, 鈴木多恵子, 中村秀己, 後藤 浩, 勝海一郎, 中村恭政：ガッタパーチャ・インジェクション法による根管の充塞性に関する研究, 第1報 Obtura Heated Gutta-percha Delivery Systemについて。日歯保誌 31(6)：1773-1781, 1988.
- 14) 都築民幸, 勝海一郎, 後藤 浩, 中村秀己, 鈴木多恵子, 西宮秀子, 船木 毅, 中村恭政：ガッタパーチャ・インジェクション法による根管の充塞性に関する研究, 第2報 Obtura Heated Gutta-percha Delivery System, 根尖孔と充塞状況。日歯保誌 32(6)：1736-1744, 1989.
- 15) 勝海一郎, 都築民幸, 山崎孝子, 石川 泰, 木村秀樹, 小

- 川久生, 中村恭政: 根管充填の科学 (6・完) —各種根管充填法の特徴と注意点—. 日本歯科評論 607: 163-179, 1993.
- 16) 都築民幸, 勝海一郎, 後藤 浩, 中村秀己, 鈴木多恵子, 石井隆資, 中村恭政: ガッタパーチャ・インジェクション法による根管の充塞性に関する研究, 第3報 Ultrafil について. 日歯保誌 33 (3): 838-845, 1990.
- 17) 後藤 浩, 西宮秀子, 安藤 誠, 餌取秀人, 中村秀己, 都築民幸, 勝海一郎, 中村恭政: ガッタパーチャ・インジェクション法による根管の充塞性, 第4報 Ultrafil, 根尖孔所持模型群. 日歯保誌 32 (秋季特別号): 121, 1989.
- 18) Torabinejad, M., Skobe, Z., Trombly, P. L., Krakow, A. A., Gron, P. and Marlin, J.: Scanning electron microscopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta-percha. J Endodon. 4 (8): 245-250, 1978.
- 19) Michanowicz, A. and Czonstkowsky, M.: Sealing properties of an injection-thermoplasticized low-temperature (70°C) gutta-percha: a preliminary study. J Endodon. 10 (12): 563-566, 1984.
- 20) Czonstkowsky, M. and Michanowicz, A.: Evaluation of an injection of thermoplasticized low-temperature gutta-percha using radioactive isotopes. J Endodon. 11 (2): 71-74, 1985.
- 21) ElDeeb, M. E.: The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha. J Endodon. 11 (2): 84-86, 1985.
- 22) Evans, J. and Simon, J.: Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. J Endodon. 12 (3): 101-107, 1986.
- 23) Mann, S. R. and McWalter, G. M.: Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha. J Endodon. 13 (1): 10-17, 1987.
- 24) LaCombe, J. S., Campbell, A. D., Hicks, M. L. and Pelleu, G. B.: A comparison of the apical seal produced by two thermoplasticized injectable gutta-percha techniques. J Endodon. 14 (9): 445-450, 1988.
- 25) Hardie, E. M.: Further studies on heat generation during obturation technique involving thermally softened gutta-percha. Int. Endodon. J. 20: 122-127, 1987.
- 26) Gutmann, J. L., Creel, D. C. and Bowles, W. H.: Evaluation of heat transfer during root canal obturation with thermoplasticized gutta-percha. Part I. In vitro heat levels during extrusion. J Endodon. 13 (8): 378-383, 1987.
- 27) Gutmann, J. L., Rakusin, H., Powe, R. and Bowles, W. H.: Evaluation of heat transfer during root canal obturation with thermoplasticized gutta-percha. Part II. In vivo response to heat levels generated. J Endodon. 13 (9): 441-448, 1987.
- 28) 田原準郎, 横田 誠: Obtura System の臨床応用に関する研究. 日歯保誌 35 (秋季特別号): 59, 1992.
- 29) Langeland, K., Liao, K., Costa, N. and Pascon, E. A.: Efficacy of Obtura and Ultrafil root filling devices. Presented at the annual meeting of the American Association of Endodontists, San Antonio, TX, April 1987.
- 30) Marlin, J. and Desilets, R. P.: Technique manual for the Obtura Heated Gutta-percha Delivery System. Unitek Corporation, California, 1984.
- 31) Gutmann, J. L. and Rakusin, H.: Perspectives on root canal obturation with thermoplasticized injectable gutta-percha. Int. Endod. J. 20: 261-270, 1987.
- 32) Olson, A. K., Hartwell, G. R., and Weller, R. N.: Evaluation of the controlled placement of injected thermoplasticized gutta-percha. J Endodon. 15 (7): 306-309, 1989.
- 33) 赤井三千男, 尾崎 公, 織田正豊, 久米川正好, 栗栖浩二郎, 東 義景, 前田憲彦, 六反田 篤, 和田 薫: 歯の解剖学入門. 医歯薬出版, 東京, 1990, 158.
- 34) Cohen, S. and Burns, R. C. (斎藤 毅, 浅井康宏, 石川達也訳): コーエン & バーンズ 最新歯内療法. 医歯薬出版, 東京, 1987, 103-105.
- 35) 宗 洋一郎, 田原準郎, 南 信之, 日高理智, 久保田浩三, 山本博武, 黒木賀代子, 大住伴子: 根管清掃剤の濃度と効果に関する走査電顕的研究, 第1報 規格洗浄針を用いた場合の清掃効果. 九州歯会誌 42 (3): 425-431, 1988.
- 36) Kuttler, Y.: Microscopic investigation of root apices. J. Am. Dent. Associ. 50: 544-552, 1955.
- 37) Grossman, L. I.: Endodontic practice. 7th ed. Lea & Febiger Co., Philadelphia, 1972. 176.
- 38) 大谷 満, 小宮徳次郎: エンドドンティックスの実際. クインテッセンス出版, 東京, 1983, 171-172.
- 39) Kersten, H. W.: Evaluation of three thermoplasticized gutta-percha filling techniques using a leakage model in vitro. Int. Endod. J. 21: 353-360, 1988.
- 40) Eriksson, A. R. and Albrektsson, T.: Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital microscopic study in the rabbit. J. Prosthet. Dent. 50: 101-107, 1983.