

エンドモーターテクニカヴィジョンを用いた 根管形成と根管充填の封鎖性に関する研究

藤 原 治 佐々木重夫 天 野 義 和

Study on Root Canal Preparation with Endo Motor Tecnika Vision and Sealing of Root Canal Filing

Osamu FUJIWARA, Shigeo SASAKI and Yoshikazu AMANO

Because root canal preparation in root canal treatment takes long time, various special contraangle handpiece are developed to promote efficiency of root canal preparation. Root canal are prepared with computerized micro motor handpiece. The purpose of this study is to examine the time of root canal preparation and the difference of sealing efficiency of root canal fillings between exclusive point and other point after preparation in the cases of files Endo and motor technika vision, and to find their advantage and problem.

The results obtained in the case of root canal preparation with Endo motor tecnika were as follows.

1. Time of root canal preparation was shorter than in the case of hand files.
2. Time of the preparation was almost the same irrespective of the difference in the root canal curve.
3. The tip of files tends to deviate from the root apex for root canals with great curvature.
4. Sealing efficiency was maintained without exclusive point. It is suggested that the pressure in preparation should also be taken into account and that the necessity of practices using teeth models should be taken into account.

Key words : endo motor tecnika vision, root canal preparation, root canal filling

緒 言

抜髄や感染根管治療における最終処置は根管充填であり、根管充填の良否は根管治療の予後に影響を及ぼす。その根管充填の良否の原因として根管形成時のステップ形成やアンダーカット、穿孔のほかに根尖の封鎖性が挙げられる。根管形成

後の根管充填を行うにあたっては根管の拡大・形成は避けて通れない過程である。この根管の拡大・形成は手用のリーマーやファイルを用いて行うのが一般的であるが、根管の拡大・形成を十分に行うには多大の労力と時間を費やす。さらに根管の湾曲程度が強くなるにつれて長時間を有することとなる。そのために根管形成の能率化を図る特殊

受付：平成19年12月28日，受理：平成20年1月17日
奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野
(主任：横瀬敏志教授)

Division of Endodontics, Department of Conservative
Dentistry, Ohu University School of Dentistry
(Chief : Prof. Satoshi Yokose)

コントラハンドピースが種々考案されるようになり、根管形成に使用されるファイルも湾曲根管の根管に沿って追従が可能なようにステンレス製のものから柔軟性のあるニッケルチタン製のものが出現するに至った。本研究の目的は特殊コントラハンドピースの1種である、エンドテクニカモーターヴィジョンを用いて、根管の湾曲度が異なった透明根管に対して根管形成を行い、根管形成に要した時間、根管形成後の根管形態を手用ファイルで形成したものと比較するとともにエンドテクニカモーターヴィジョンによって形成した根管に根管充填を施した際の色素浸入試験による根尖の封鎖性について検討し、エンドモーターテクニカヴィジョンの根管形成における有用点を見出すことにある。

材料および方法

1. 材 料

1) 透 明 根 管

実験には根管形成用の上顎左側中切歯エポキシ製透明根管（ニッシン）の根管湾曲度が0°, 10°, 20°および30°のもの（図1）を各5歯ずつ使用した。

2) 根管形成器具

根管形成に使用した器具は手用のものとしてニッケルチタン製（以下、Ni-Ti製と略記する）のマックファイル®（長さ25mm、太さ#8～30：NT）と特殊コントラハンドピースのものとしてエンドモーターテクニカヴィジョンのエンドモーターテクニカ®（デンツプライ メルファー）と同機種専用Ni-Ti製のプロテーパー®ファイルキット（長さ25mm、XSおよび太さ#10～30：デンツプライ メルファー）を用いた（図2）。

3) 根管充填材

根管充填における根管充填材はプロテーパー®ファイル専用の#30ガッタパーチャポイント（デンツプライ メルファー）とメインポイントとして#30ガッタパーチャポイント（ジーシーおよびジッペラー、以下、ジーシーをA社、ジッペラーをB社と略記する）の3種類を使用した。また、根管充填法によってはアクセサリーポイント（ジーシー）とスプレッター（#04L：YDM）

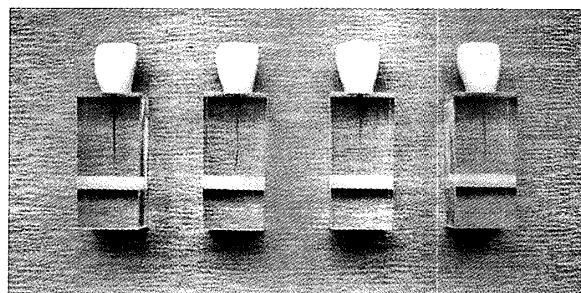
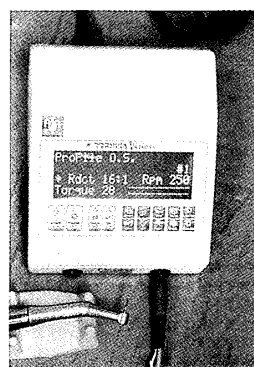
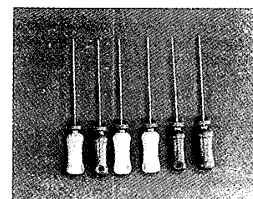


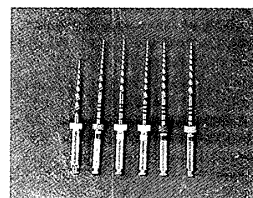
図1 エポキシ製透明根管
(左より湾曲度0°, 10°, 20°および30°)



エンドモーターテクニカヴィジョン



マックファイル®



プロテーパー®ファイルキット

図2 根管形成器具

を用いた。

なお、シーラーにはキャナルス®（粉末；Lot No.5320R，液；Lot No.5321R：昭和薬品化工）を使用した。

4) 色 素

根尖の封鎖性を観察するための色素浸入試験には2%塩基性フクシン溶液（武藤化学薬品）を用いた。

2. 方 法 (図3)

1) 根 管 形 成

根管形成に先だち、切端部を約3mm切削してから、コントラハンドピースにラウンドバーを装着し、口蓋面から天蓋を除去、#8の手用ファイルで穿通を行った。根管形成は根尖孔より1.0mm上方から行うこととし、手用ファイルのマックファイル®では#10から順次#30まで漏斗状に形成し、エンドモーターテクニカヴィジョン専用のプロテーパー®ファイルによる形成ではメーカーの指示どおりの順序で#30まで行い、マックファイル®, プロテーパー®ファイルともにアピカルシー

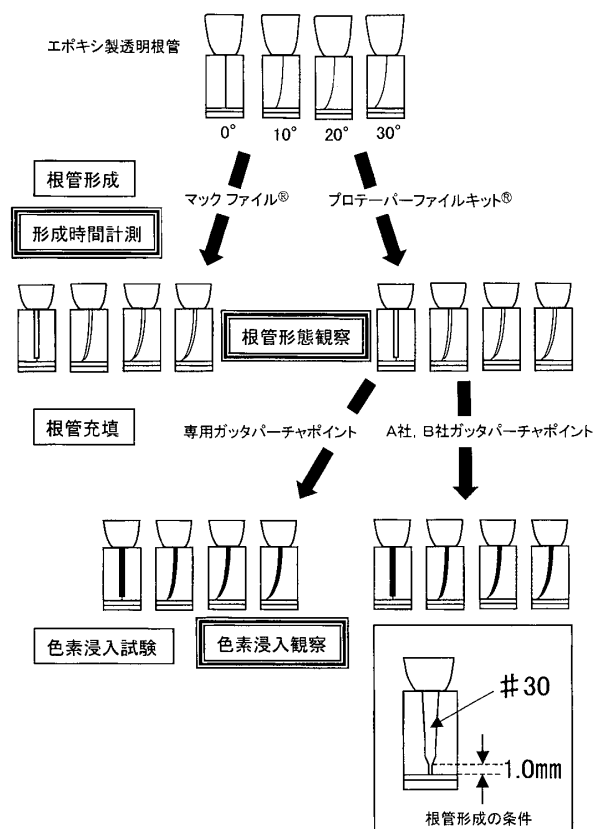


図3 方法

トを#30とした。なお、本研究における手技は同一の術者が行った。

2) 根管形成時間の測定

根管形成に要した時間の測定は手用ファイルにおいてはファイルを取り替える時間を除き、形成している時間のみをストップウォッチで測定した。また、エンドモーターテクニカヴィジョンにおいてもファイルの付け替え時間を除き、ハンドピースが根管内で作動している時間のみを測定した。なお、試料は各々5歯とし、秒単位で表記した。

3) 根管形態の観察

根管形成前と手用ファイルおよびエンドモーターテクニカヴィジョンによって形成された根管形態をDENTAL EYE II (KYOCERA) にて2/3のサイズで撮影し、外観の肉眼的観察を行った。

4) 根管充填法

根管充填はエンドモーターテクニカヴィジョンによって形成された透明根管のみに行った。根管充填に使用したプロテーパー®ファイル専用のガッタパーチャポイントではプロテーパー®ファイルと一致したテーパーが付与されているためア

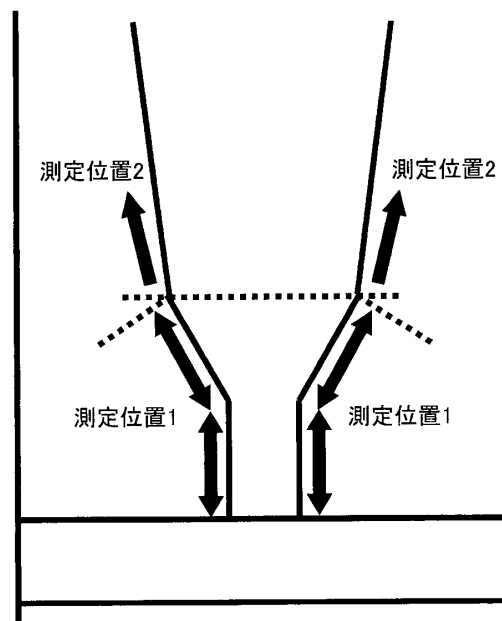


図4 色素浸入の測定位置

クセサリーポイントを填塞するスペースがないので単一ポイント法での根管充填を行ったが、メインポイントにA社およびB社を使用したものではアクセサリーポイントを併用した側方加圧根管充填法で行った。プロテーパー®ファイル専用のガッタパーチャポイントを使用した根管充填の手順はポイントを根管内に試適、根管壁に綿栓を用いてシーラーを塗布した後、ポイントの先端にも2mm程度のシーラーを付着させ、根管内に挿入した。また、メインポイントとしてA社とB社を用いた根管充填ではメインポイントを根管内に試適して、アピカルシートに合致したものを選択した後、専用のガッタパーチャポイントと同様な手順でシーラーを併用し、根管内に挿入した。その後、スプレッダーで加圧し、それによって生じた空隙に先端に2mm程度のシーラーを付着させたアクセサリーポイントを挿入、再びスプレッダーで加圧して空隙が満たされるまでこの動作を繰り返し根管充填した。なお、シーラーの練和は粘稠度が泥状となり練板上でスパチュラを垂直に持ち上げた時、練板とスパチュラ間に約2.5mmの糸を引く状態で使用した。

5) 熱サイクル負荷後の色素浸入試験

根管充填後の根尖の封鎖性を観察するために2%塩基性フクシン溶液を入れた容器中に根管充填された透明根管の根尖側2/3までを浸漬した。

容器を密閉した状態で孵卵器SPI-28 (SHIMADZU) 内に温度37℃, 湿度100%で1週間保管した後, 色素浸入の有無を観察した。色素浸入の観察位置は根尖孔からアピカルシート内部まで (測定位置1) とアピカルシート部を越えた上方 (測定位置2) とに分けて行った (図4)。なお, 色素浸入の観察にはMEASURESCOPE (NIKON) とSC-112 (NIKON) の読み取り顕微鏡を用いた。

6) 資料の比較

手用ファイルとエンドモーターテクニカヴィジョンについて根管湾曲度の違いが形成時間に及ぼす影響をJMP (SAS Institute Japan kk, 4J AD04001032) を用いて統計解析し, 比較検討した。手用ファイルとエンドモーターテクニカヴィジョンにおけるそれぞれの湾曲度別形成時間 (秒) を one-way ANOVA (一元配置分散分析) で, さらに同一方法内での各湾曲度間の平均形成時間 (秒) を多重比較 (Tukey-KramerのHSD検定) で検定した。また, 各湾曲度での2標本 (手用ファイル・エンドモーターテクニカヴィジョン) 間の比較として, 等分散性をBrown-Forsytheの検定, 平均値差をt検定で行った。

結 果

1. 根管形成時間

1) 手用ファイルにおける湾曲度別形成時間

湾曲度が0°の根管形成所要時間 (秒) の平均値, 標準偏差および変異係数は264.8±5.1秒, 1.9%であった。以下, 10°で331.6±6.2秒, 1.9%, 20°で365.8±5.4秒, 1.5%, 30°で409.6±7.9秒, 1.9%と, 湾曲度が大きくなるにつれて形成時間が長くなる傾向にあった (表1)。

湾曲度の違いによる根管形成所要時間をone-way ANOVAで検定したところ, 各湾曲度の平均形成時間に有意差が認められた ($p<0.001$ / one-way ANOVA) (図5-a)。また, 各湾曲度間の平均値差の多重比較においてもすべて有意差が認められた ($p<0.05$ / Tukey-KramerのHSD検定) (図5-b)。すなわち, 手用ファイルによる根管形成の所要時間 (秒) における同一湾曲度での繰り返し操作の形成時間のバラツキは1.5~1.9%と小さく, 一方湾曲度が増大することによってその

表1 手用ファイルによる根管形成時間

単位: 秒						
湾曲度	1	2	3	4	5	Mean±SD
0°	258	270	261	267	268	264.8±5.1
10°	324	339	327	332	336	331.6±6.2
20°	372	358	363	369	367	365.8±5.4
30°	419	400	413	403	413	409.6±7.9

N=5

表2 エンドモーターテクニカヴィジョンによる根管形成時間
単位: 秒

湾曲度	1	2	3	4	5	Mean±SD
0°	229	231	230	228	231	229.8±1.3
10°	232	233	232	232	233	232.4±0.5
20°	236	238	237	238	236	237.0±1.0
30°	242	246	243	243	246	244.0±1.9

N=5

形成時間は有意に増加する傾向を示した。なかでも形成時間が0°から10°で約67秒, 10°から20°で約34秒, 20°から30°で44秒の超過が認められた。

2) エンドモーターテクニカヴィジョンにおける湾曲度別形成時間

湾曲度が0°の根管形成所要時間 (秒) の平均値, 標準偏差および変異係数は229.8±1.3秒, 0.6%であった。以下, 10°で232.4±0.5秒, 0.2%, 20°で237.0±1.0秒, 0.2%, 30°で244.0±1.9秒, 0.8%と, 湾曲度が大きくなっても形成時間の差はわずかであった (表2)。

湾曲度の違いによる根管形成所要時間をone-way ANOVAで検定したところ, 各湾曲度の平均所要時間に有意差が認められた ($p<0.001$ / one-way ANOVA) (図6-a)。また, 各湾曲度間の平均値差の多重比較においても全て有意差が認められた ($p<0.05$ / Tukey-KramerのHSD検定) (図6-b)。すなわち, エンドモーターテクニカヴィジョンによる根管形成の所要時間 (秒) は, 同一湾曲度での繰り返し操作の形成時間のバラツキは0.2~0.8%と極めて小さく, かつ湾曲度の増大によって形成時間も有意に増加するものの, その超過形成時間 (秒) は0°から10°で約3秒, 10°から20°で約5秒, 20°から30°で7秒の有意な増加であった。

2. 根管形態の観察

根管形成後の形態の肉眼的観察ではすべての湾曲度において手用ファイルによる根管形態に比較

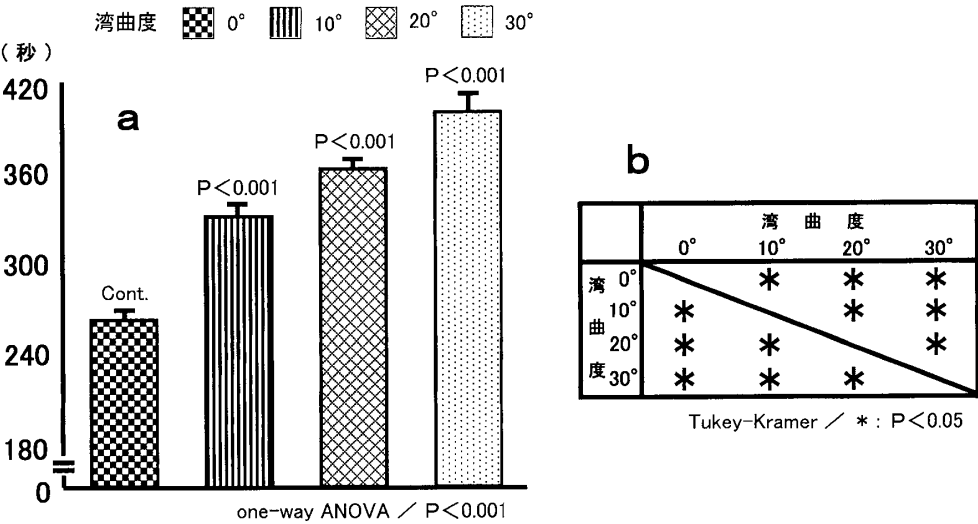


図5 湾曲度別の根管形成時間（手用ファイル）

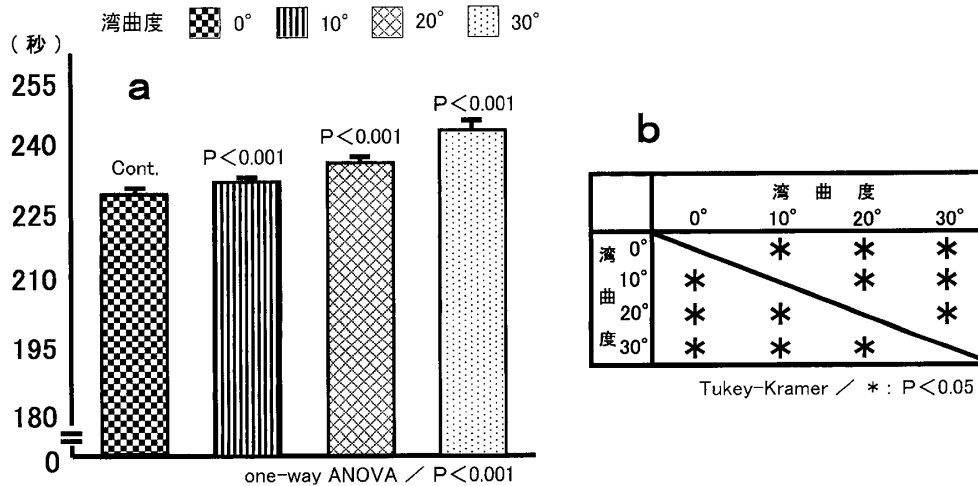


図6 湾曲度別の根管形成時間（エンドモーターテクニカヴィジョン）

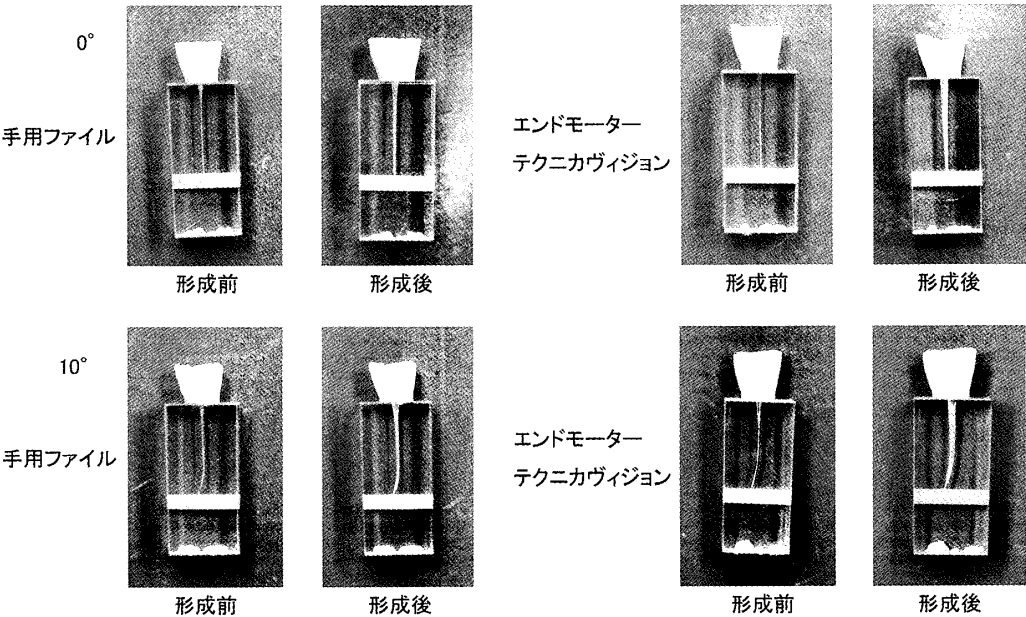


図7 手用ファイルおよびエンドモーターテクニカヴィジョンによる根管形態の比較（湾曲度0°および10°）

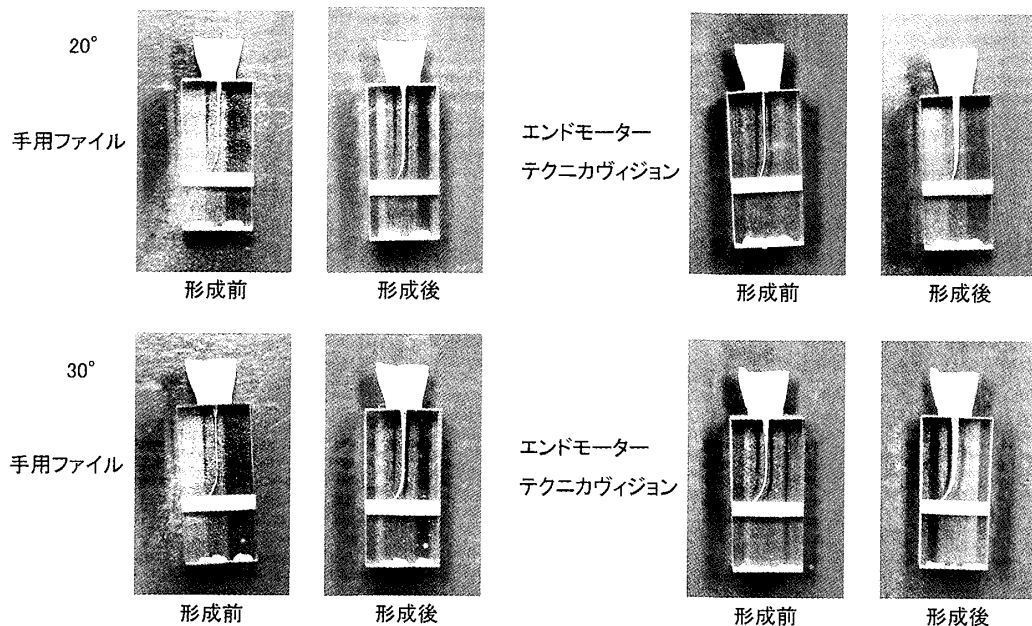


図8 手用ファイルおよびエンドモーターテクニカヴィジョンによる根管形態の比較（湾曲度20°および30°）

表3 熱サイクル負荷後の色素浸入

		単位： μm					
湾曲度	ガッタパーチャポイントの種類	専用ガッタパーチャポイント		A 社		B 社	
	測定位置	1	2	1	2	1	2
		Min.-Max. (Ave.)					
0°		0.69-1.12 (0.89)	0	0.82-1.01 (0.91)	0	1.02-1.26 (1.13)	0
10°		0.12-1.61 (0.67)	0	0.89-2.03 (1.13)	0	0.24-0.63 (0.43)	0
20°		0.01-0.10 (0.05)	0	0.53-0.99 (0.70)	0	0.00-0.83 (0.36)	0
30°		0.53-1.05 (0.77)	0	0.74-0.85 (0.79)	0	0.01-0.46 (0.21)	0

N=5

してエンドモーターテクニカヴィジョンによる形態は明らかに太い根管を示し、根管口付近ではさらに太くなる傾向が観察された（図7, 8）。

3. 熱サイクル負荷後の色素浸入試験

専用ガッタパーチャポイント、A社およびBのガッタパーチャポイントの使用において根尖孔からアピカルシート内部までの色素の浸入は0°で0.69 μm から1.26 μm 、10°で0.12 μm から1.61 μm 、20°で0.00 μm から0.99 μm 、30°で0.01 μm から1.05 μm と各ポイント間でバラツキが認められた。それに対し、すべての湾曲度でアピカルシート部を超えて上方まで色素が浸入していたものは認められなかった（表3）。

考 察

1. 根管形成時間

1) 手用ファイルとエンドモーターテクニカヴィジョンの根管形成の特徴

手用ファイルとエンドモーターテクニカヴィジョンを比較すると手用ファイルの方が長い形成時間を必要とし、根管の湾曲度が大きくなるにしたがい形成時間の差も大きくなる傾向を示した。

この原因として考えられることは根管が湾曲するにつれてファイルの尖端の側面が根管壁に接触することが、根尖方向に進む抵抗となるためと考えられる。これは手用器具による形成だけでなく、根管形成用の各種特殊コントラハンドピースに関しても同様であり、尖端方向へ向かう力が根管壁方向に分散し、尖端方向へ進む力が減じられることによって切削時間を多く要することが報告¹⁻³⁾されている。今回使用したエンドモーターテクニカヴィジョンによる根管形成では0°、10°、20°および30°の根管の湾曲度に関わらず形成時間が近似した結果を示した。これはファイルがステンレス製ではなく柔軟性のあるNi-Ti製であり、湾曲根管に対する追従性が良いためにファイル尖端の側面が根管壁に接触しても抵抗を受けることが少なく、また、根尖方向へ進む力を分散せずに根

尖方向へ進んだためと考えられる。さらには湾曲根管の基本的形成法の1つであるステップダウン法であることやコンピューター制御による回転数、トルクおよびクラッチが作動して逆回転の運動も可能なために能率的な根管形成を行うことが可能であったと考えられる。橋本ら³⁾は特殊コントラハンドピースのライトスピード®を用いてNi-Ti製ファイルとスチールファイルによる根管の形成時間を比較しているが、この場合もNi-Ti製ファイルを用いたステップダウン法式のライトスピード®の方が短い操作時間であったが、本機種はコンピューター制御によるものではなかったため湾曲度における差が多少認められたと報告している。また、根管充填を行うに際し、手用ファイルとエンドモーターテクニカヴィジョンを比較すると、エンドモーターテクニカヴィジョンはプロテーパー®ファイルと専用ガッタパーチャポイントのテーパーが同規格であるため根管を余計に拡大する必要はないが、手用ファイルでの形成はアピカルシートが同じサイズであってもテーパーが異なるためにそのままの形態ではメインポイントを根管内に挿入することが困難であり、メインポイントを挿入可能にするための根管形成としてのフレアー形成に対してさらに時間を費やすこととなるためと考えられる。したがって、手用ファイルでは湾曲の有無と湾曲度の大きさが形成時間に影響を及ぼすが、エンドモーターテクニカヴィジョンの湾曲度による形成時間の増加は手用ファイルのそれに比べると極めて小さな負荷を及ぼすに過ぎないことが推察される。

2) 手用ファイルとエンドモーターテクニカヴィジョンによる根管形成所要時間の比較

手用ファイルおよびエンドモーターテクニカヴィジョンにおける形成時間はすべての湾曲度間において有意な差が認められた。また、手用ファイルとエンドモーターテクニカヴィジョンの湾曲度別形成時間についてもすべての湾曲度においてエンドモーターテクニカヴィジョンの形成時間が有意に短い結果を示したので、同一湾曲度での両者による根管形成所要時間を比較した。

湾曲度が0°の手用ファイルとエンドモーターテクニカヴィジョンの平均形成時間の差は35秒

であったが、湾曲度が10°で約99秒、20°で約129秒、そして30°で約166秒にと直線回帰 ($Y = 4.2X + 43.9$, ただしXは湾曲度, Yは形成時間の差・秒) 的な増加傾向を示した。すなわち、エンドモーターテクニカヴィジョンを用いた根管形成では、湾曲度の増大に伴ってその形成時間も有意に増加するものの、0°に対する30°の超過時間は約14秒とわずかの増加程度で、本装置の形成時間への負荷は極めて小さいことが推察された。一方、手用ファイルを用いた根管形成では、湾曲度の増大に伴ってその所要時間も急激に増大し、0°に対する30°の超過時間は約145秒となりエンドモーターテクニカヴィジョンの10倍を示し、手用ファイルは所要時間への負荷が極めて大きいことが併せて推察された。

これらの検討結果から、エンドモーターテクニカヴィジョンは手用ファイルに比較して湾曲度に影響を受けず、短時間で根管形成が可能であることが示唆される。

2. 根管形態

根管形成後の根管形態は手用ファイルを用いて形成した場合、ファイルの形態にもよるが、湾曲の角度が大きくなるにつれてファイルを上方へ牽引する時に湾曲内湾部の根管壁がファイルに接触するため根管壁の切削量は多くなることとなる⁴⁻⁷⁾。しかし、Ni-Ti製手用ファイルを使用した場合では牽引時逆時計方向にゆっくりと回転させながら操作することによって湾曲内湾部の根管壁が余剰に切削されることを防ぐ方法⁸⁾も報告されている。本研究に使用したエンドモーターテクニカヴィジョンもNi-Ti製ファイルを用いて、コンピューター制御による回転数と逆回転の同様な作業様式をとっている。柔軟性のあるNi-Ti製ファイルは根管の湾曲に対する追従性が高く、根管形成後の形態も原型のサイズを太くした形態を呈するためガッタパーチャポイントを用いた根管充填操作は容易であると考えられる。それに対して手用ファイルでの根管形成後の根管形態が細い形態を呈するのは手用ファイルの刃部の横断面は径が細く、ファイリングしても#30だけではフレアー形成が十分ではないことが考えられる。また、プロファイル®はテーパーが大きく付与されている

ため、手用ファイルで根管形成したものに比較して根管形成後の根管形態がわずかに太い形態を呈するものと考えられる。しかし、エンドモーターテクニカヴィジョンを用いて根管形成を行った湾曲度の大きい透明根管の中には形成後の根管形態において根尖から少し逸脱したものも認められた。この原因としては操作時に圧が強く加わったことも考えられ、临床上で使用するに先だって模型上で十分に形成法を熟知することが望まれる。

3. 色素浸入試験

根尖の封鎖性を観察する方法として色素浸入試験が多く行われており⁹⁻²¹⁾、浸入試験に用いられる色素にはゲンチアナ紫¹³⁾、メチレンブルー^{11,15)}、墨汁吸引法^{9,10,12,17)}、フクシン溶液^{14,20,21)}などが挙げられるが、今回は2%塩基性フクシン溶液を用いた。色素の浸入は根管壁と根管充填材の間にシーラーの収縮あるいは根管充填時の加圧不足による空隙が生じた場合や根管充填材のメインポイントのサイズがアピカルシートのサイズと一致しない場合などに観察される。アピカルシートは根管充填材を根尖孔から溢出させないための抵抗形態だけでなく、アピカルシートとメインポイントが合致していれば色素の浸入は認められないという重要性を磯田⁹⁾は報告している。根管充填についてエンドモーターテクニカヴィジョンで形成した根管に使用する専用のガッタパーチャポイントのテーパーはプロファイル[®]のテーパーと一致しており、アピカルシート部も専用ガッタパーチャポイントの先端と一致しているためガッタパーチャポイント単独の根管充填、いわゆる単一ポイント法を行うことで十分といえる。しかし、A社およびB社のガッタパーチャポイントはエンドモーターテクニカヴィジョンで形成したアピカルシート部との一致性が不確実であることが考えられ、根管充填に際してもアクセサリーポイントが必要とするが、今回はいずれのポイントを用いた場合においても色素の浸入が認められなかった。したがって、すべての試料においても緊密な根管充填が行われたことになる。また、アピカルシートとメインポイントが合致した場合には色素が浸入しないという理由のほかに色素の浸入が認められない原因の1つとして考えられることがある。

それは根管壁と根管充填材の間に介在したシーラーの疎水性あるいは油性など、シーラーの性質に関することが考えられるが、佐々木らの研究²¹⁾ではチャンネルス[®]など数種のシーラーについてアピカルシートを有さないガラス管に填塞して色素浸入試験を行ったところいずれも色素の浸入が認められたと報告している。このことより今回の実験においてアピカルシートとメインポイントが一致すると色素の浸入が認められないという結果に合致している。

結 論

湾曲度の異なった透明根管に対して手用ファイルとエンドモーターテクニカヴィジョンにより根管形成を行った結果、以下の結論を得た。

1. エンドモーターテクニカヴィジョンによる根管形成は手用ファイルに比較して短時間に行うことが可能である。

2. エンドモーターテクニカヴィジョンは根管の湾曲度に影響されることなく、同様な所要時間での根管形成が可能である。

3. エンドモーターテクニカヴィジョンでの根管形成は手用ファイルよりもわずかに太い根管形態を呈する。

4. エンドモーターテクニカヴィジョンを用いての根管形成における根管充填は専用ガッタパーチャポイントを使用せずとも根尖封鎖性が保持される。

以上のことからエンドモーターテクニカヴィジョンを使用しての根管形成は手用ファイルを用いた場合に比較して、根管の湾曲度に影響を受けることなく短時間に根管形成を終了することが可能であり、形成後の根管形態はわずかに太くなるが、ガッタパーチャポイントを使用した根管充填において根尖部の閉鎖性も良好であることが示唆された。よって、エンドモーターテクニカヴィジョンは有用性が高い根管形成器具といえる。

謝 辞

稿を終えるに臨み、終始御懇篤なる御指導、御校閲を賜りました奥羽大学歯学部歯科保存学歯内療法学分野天野義和教授に深甚なる感謝の意を表します。また、本研究を遂

行するにあたり、多大なる御協力をいただきました佐々木重夫准教授を始めとする同講座の諸兄姉に心より感謝いたします。

本研究の要旨は、第42回奥羽大学歯学会（平成18年11月4日 郡山）にて発表した。

文 献

- 1) 滝澤 久, 山崎孝志, 梁 浜淵, 長田玲子ほか：狭窄彎曲根管におけるMACファイル及びNTファイルの根管追従性に関する実験的検討. 日歯保存誌 **40** ; 1140-1146 1997.
- 2) 小野隆樹, 森下浩江, 角田良子, 佐藤穂子ほか：各種の根管拡大器具における切削効率の比較－操作時間と根管形態－. 日歯保存誌 **41** ; 554-559 1998.
- 3) 橋本幸扶, 小野隆樹, 森下浩江, 角田良子ほか：ライトスピードによる根管形成－湾曲度の異なった透明根管模型について－. 日歯保存誌 **41** ; 1165-1170 1998.
- 4) 山崎達見, 相馬英人, 山田 智, 野中修一ほか：リーマー, ファイルが根管形成に与える影響についての実験的研究－試作Kファイルの彎曲根管に関する切削性と偏位について－. 日歯保存誌 **26** ; 934-943 1983.
- 5) 天野義和, 高地豊文, 山田眞義, 佐藤 克ほか：Sファイルの切削に関する研究. 日歯保存誌 **36** ; 1432-1440 1993.
- 6) 好川正孝, 尾本儀一, 白神正夫, 馬場忠彦ほか：根管治療の拡大・形成における作業長の変化に関する実験的研究. 日歯保存誌 **20** ; 462-471 1977.
- 7) 柿沼 亨：左利きリーマー, ファイルの根管形成に関する研究－左利き術者による根管形成－. 日歯保存誌 **40** ; 1165-1180 1997.
- 8) 山田眞義：ファイル操作の違いによる彎曲根管の根管形態. 奥羽大歯学誌 **31** ; 135-142 2004.
- 9) 磯田欣二：根管形成にともなうapical seatの意義についての実験的研究. 歯科医学 **38** ; 509-524 1976.
- 10) 白神正夫, 堀 恒夫：根管充填用シーラーとしての酸化亜鉛・ノン・ユージノールセメントに関する研究. 日歯保存誌 **22** ; 317-330 1979.
- 11) 赤峰昭文, 鄭 有仁, 甲斐田英俊, 原 宜興ほか：新しいroot canal sealer (K-20) による根管充填の臨床成績について. 日歯保存誌 **27** ; 181-189 1984.
- 12) 松本秀治, 谷 信之, 芽場美治, 田中勇人ほか：垂直加圧根管充填の一種による遠隔成績. 日歯保存誌 **28** ; 1034-1043 1984.
- 13) Curson, M. and Kilk, E. : An assessment of root canal-sealing cements. Oral Surg **26** ; 229 1986.
- 14) Amano, Y. : Study on dye penetration after root canal filling with gutta-percha point and various sealers. Bull Josai Dent Univ **15** ; 551-556 1986.
- 15) 辻本恭久, 松島 潔, 喜多詰規雄, 鴉梶 明ほか：歯内療法外科における各種逆根法の色素漏洩試験ならびにSEM所見. 日歯保存誌 **30** ; 1619-1625 1987.
- 16) Amano, Y., Yamaguchi, N., Kobayashi, K., Sato, M. *et al.* : Study on dye penetration after root canal filling. Comparison between gutta-percha point and various pastes. J Meikai Univ Sch Dent. **17** ; 30-36 1988.
- 17) 佐藤 克, 天野義和：ガッタパーチャポイントによる根管充填の封鎖性に関する研究－手用リーマーおよびファイルの組み合わせによる差異について－. 明海歯学誌 **18** ; 390-410 1989.
- 18) Kouchi, T., Sato, M. and Amano, T. : Study on the sealing after root canal filling with gutta-percha point.－Observation on the replica and dye penetration－. Ohu Univ Dent J **18** ; 46-55 1991.
- 19) 天野義和, 橋本幸扶, 富塚敏之, 李 利里ほか：各種ガッタパーチャポイントを用いた垂直加圧根管充填の封鎖性について. 日歯保存誌 **37** ; 1893-1898 1994.
- 20) 佐藤穂子, 橋本幸扶, 森下浩江, 佐々木重夫ほか：フレックスポイント®「ネオ」の彎曲根管に対する適合性. 日歯保存誌 **45** ; 330-334 2002.
- 21) 佐々木重夫, 佐藤穂子, 天野義和, 長山克也：根管充填用シーラーの諸性質－第2報－. 日歯保存誌 **46** ; 15-20 2003.

著者への連絡先：藤原 治, (〒963-8611)郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野

Reprint requests : Osamu FUJIWARA, Division of Endodontics, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry
31-1 Misumido, Tomota, Koriyama, 963-8611, Japan