

エンジン用器具により拡大形成された直線根管における
側方加圧充填法と評価法の検討

烏帽子田 敬 勝 海 一 郎

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座
(主任：勝海一郎教授)

Lateral Condensation in Straight Canal Prepared by Engine-driven Rotary
Instruments and Its Evaluation Method

EBOSHIDA Takashi and KATSUUMI Ichiroh

Department of Endodontics and Operative Dentistry, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo
(Chief: Prof. KATSUUMI Ichiroh)

日本歯科保存学雑誌 第50巻 第5号

平成19年10月発行 別刷

Reprinted from

The Japanese Journal of Conservative Dentistry
Vol. 50, No. 5 (2007)

エンジン用器具により拡大形成された直線根管における 側方加圧充填法と評価法の検討

烏帽子田 敬 勝 海 一 郎

日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座
(主任：勝海一郎教授)

抄録：この研究の目的は、エンジン用器具で拡大形成を行ったことを前提にしたテーパーが6/100の樹脂製直線根管模型に、材質、サイズが異なる各種のスプレダーを用い側方加圧充填法による根管充填を行い、ガッタパーチャポイントの圧接状態を評価するとともに、評価方法を比較検討することにある。すなわち1種のステンレススチール製スプレダー DentalEZ の Star Dental D11T(S-D11T)と6種のニッケルチタン製スプレダー (Roeko の NiTi #15(R-15)と NiTi #25(R-25), NiTi #35(R-35)および NiTi D11T(R-D11T), Brasseler の Naviflex NT D11T(B-D11T)と Naviflex NT 4SP(B-4SP))を用い、側方加圧充填法による根管充填を同一スプレダーごとに模型3個ずつ行った。圧接状態の評価は、根尖側6mmの根管壁面に残存する厚さ5 μ m以下のシーラーの占める割合(GP圧接率)、マイクロフォーカスX線CT装置により撮影した根尖から1, 2, 3, 4, 5, 6mmの全断面におけるガッタパーチャポイントの占める割合の平均(GP/CT充塞率)、根尖から1, 2, 3, 4, 5, 6mmの全根管切断面におけるガッタパーチャポイントの占める割合の平均(GP総充塞率)、各切断位置ごとのガッタパーチャポイントの占める割合の平均(GP位置充塞率)を求め評価するとともに、評価方法の比較検討を行うことにより以下の結論を得た。

残存シーラーによるGP圧接率は、B-D11Tが92.1%と最も高く、次いでR-D11T, S-D11T, R-15とR-25, R-35の順で、B-4SPは57.9%と最も低い値を示した。マイクロフォーカスX線CT装置によるGP/CT充塞率は、S-D11Tが96.6%と最も高く、次いでB-D11T, R-D11T, R-25, R-35, R-15の順で、B-4SPは88.9%と最も低い値を示した。根管切断面によるGP総充塞率は、S-D11Tが97.9%と最も高く、次いでB-D11T, R-D11T, R-25, B-4SP, R-15の順で、R-35は90.4%と最も低い値を示した。根管切断面の切断位置によるGP位置充塞率は、S-D11Tが各切断位置で96.9%以上の高い値を示したが、B-D11TはS-D11Tよりも根管先端部での圧接がやや劣り、またR-D11T, R-25, R-15, B-4SP, R-35の順に、根管中ほどで充塞率が低下する現象がみられた。

以上の結果より、S-D11T, R-D11T, B-D11Tは良好にガッタパーチャポイントの圧接を行うことができたが、R-35, B-4SPでは十分に圧接を行えないことがわかった。またマイクロフォーカスX線CT装置によるGP/CT充塞率と切断面によるGP総充塞率の評価法については、両者に統計学的な有意差は認められず、マイクロフォーカスX線CT装置による評価の信頼性、有用性が確認できた。

キーワード：側方加圧充填、根管封鎖、マイクロフォーカスX線CT装置

著者連絡先：勝海一郎

〒102-8159 東京都千代田区富士見1-9-20 日本歯科大学生命歯学部歯科保存学講座

TEL: 03-3261-5698, FAX: 03-5216-3718, E-mail: ik-endod@tky.ndu.ac.jp

受付：平成19年7月13日/受理：平成19年8月9日

緒 言

抜髄や感染根管治療を成功させるためには、治療によって無菌的となった根管に、細菌などの刺激物が貯留することがないよう、根管を死腔なく緊密に封鎖する必要がある¹⁻⁴⁾。18世紀初頭頃より、根管充填材(剤)として多くの材料、薬物が根管の封鎖に使用されてきた⁵⁻⁷⁾。ガッタパーチャ系の根管充填材は1867年にBowmanにより紹介されたが、生体に為害性が少なく、化学的・物理的に安定で、狭小な根管内での操作性も良好なことから^{2,4,8)}、ガッタパーチャポイントや充填法に合わせた形状に加工されて、現在でも根管充填材の主流として使い続けられている^{2,4,9)}。

根管充填法も、近年ではスプレダーやプラグーによりガッタパーチャ材を圧接する加圧充填法が一般的に行われているが、側方加圧充填法は、比較的、容易に緊密な根管封鎖が得られる方法として普及している^{2,4,9)}。著者の講座では、側方加圧充填法により緊密な根管充填が行われるための各種要因について、長らく検討を行ってきた¹⁰⁻³⁴⁾。その結果、側方加圧充填法により根管を緊密に封鎖するには、根管深部までのスプレダー到達を可能にするための7/100前後のテーパーを根管に付与し、根管への挿入と圧接が良好なD₃が0.30mm、D₁₆が0.86mm前後のサイズのスプレダーを選択して充填操作を行うことが必要であることを明らかにしてきた^{10,11,13,15,16,18-20,23-34)}。

近年、根管の拡大形成の効率化を図るため、エンジン用の根管拡大形成器具の使用が盛んに試みられているが、エンジン用の回転器具では拡大形成により6/100のテーパーが根管に付与されるものが多い³⁵⁻³⁸⁾。また湾曲した根管にすなやかに追従、適合が可能なニッケルチタン製のスプレダーも多く開発、市販されている^{36,39-41)}。このため本研究は、エンジン用器具により拡大形成されたことを想定したテーパーが6/100の根管に、材質、サイズが異なる各種のスプレダーを用いて側方加圧充填法による根管充填を行い根管の封鎖性の検討を試みた。さらに同一根管充填模型に対し、従来、行われている根管壁面の残存シーラーの範囲による評価³²⁻³⁴⁾、模型を損傷することなく観察が可能なマイクロフォーカスX線CT装置による断層像による評価⁴²⁻⁴⁸⁾、模型切断面による評価^{10,11,15-19,23-29,31)}の3方法により根管の封鎖性を評価し、今後の実験方法の検討を行った。

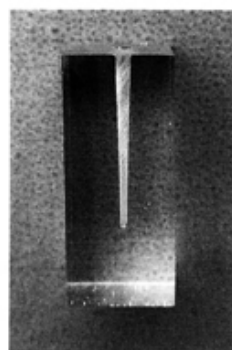


図1 実験に使用した根管模型

材料および方法

1. 材 料

1) 根管模型

実験には、長さが12mmの真っすぐな根管に対して、先端径が0.40mmでテーパーが6/100のエンジン用根管拡大形成器具を用いて、最終拡大形成を行ったことを前提にした透明樹脂製の規格化根管模型(D₀:0.40mm, D₁₂:1.12mm(D₁₆:1.36mm), テーパー:6/100)を使用した(図1)。

2) 根管充填材

ガッタパーチャポイントは、SybronEndo(USA)の40番マスターポイントと、サイズがFine-Fine(FF)のアクセサリーポイントを使用した。根管充填用セメント(シーラー)は、酸化亜鉛ユージノール系のキャナルス(昭和薬品化工)を用いた。デジタルマイクロスコープVHX-100(キーエンス)と画像解析ソフトWinROOF(三谷商事)により、事前に測定したマスターポイントとアクセサリーポイント各5本の平均寸法を表1に示す。

3) スプレダー

スプレダーは、ステンレススチール製のDentalEZ(USA)のStar Dental D11T(以下、S-D11Tと略)1種のほかに、ニッケルチタン製のRoeko(Germany)のNiTi #15(以下、R-15)、NiTi #25(以下、R-25)、NiTi #35(以下、R-35)およびNiTi D11T(以下、R-D11T)、Brasseler(USA)のNaviflex NT D11T(以下、B-D11T)とNaviflex NT 4SP(以下、B-4SP)の6種を使用した。ガッタパーチャポイントと同様に、事前に測定したスプレダーの寸法を表1に示す。

2. 方 法

1) 根管充填

根管充填は、7種のスプレダーをおのおの用い側方加圧充填法により行った。ガッタパーチャポイント、根管

表1 使用ガッタパーチャポイントとスプレダーの寸法

	略称	D ₁ (mm)	D ₃ (mm)	D ₁₆ (mm)	D ₁ -D ₃ 間 テーパ	D ₃ -D ₁₆ 間 テーパ
ガッタパーチャ ポイント	40番マスターポイント(SybronEndo)		0.46	0.72		2/100
	FFアクセサリポイント(SybronEndo)		0.20	0.52		2.5/100
スプレダー	Star Dental D11T(DentalEZ)	S-D11T	0.21	0.30	0.86	4.5/100
	NiTi #15(Roeko)	R-15	0.34	0.38	0.61	2/100
	NiTi #25(Roeko)	R-25	0.28	0.32	0.68	2/100
	NiTi #35(Roeko)	R-35	0.46	0.50	0.70	2/100
	NiTi D11T(Roeko)	R-D11T	0.25	0.37	0.88	6/100
	Naviflex NT D11T(Brasseler)	B-D11T	0.23	0.27	0.77	2/100
	Naviflex NT 4SP(Brasseler)	B-4SP	0.20	0.30	1.06	5/100

壁、シーラーの三者の識別が容易なように、油性の色素 Oil Black 2HB(東京化成)を添加して練和したキャナルスを根管模型の根管壁に1層塗布した。その後、先端に少量のシーラーを塗布したマスターポイントを根管内に挿入し、以後、スプレダーによる圧接とアクセサリポイントの挿入を、根管にポイントが挿入できなくなるまで繰り返した。なおキャナルスの練和は、粉末 0.30 g に対し、液剤 0.06 g、色素 0.01 g の比率で行い、スプレダーによるガッタパーチャポイントの圧接は、3kgf を最大荷重として1人の術者が一定の加圧条件を保って行った。根管充填は、各スプレダーによる同一根管充填条件ごとに模型3個を使用し行った。

2) 根管充填の評価

根管充填の評価は、根管壁面に残存する一定厚のシーラーの範囲、マイクロフォーカス X 線 CT 装置による断層像、模型切断面による評価の3方法によって行った。

(1) 根管壁面の残存シーラーによる評価

根管充填された各模型をデジタルマイクロスコープ VHX-100 にて、4方向から低倍にて撮影した。撮影した画像をコンピューターに取り込み、画像処理ソフト 3D 骨梁構造計測ソフト 3D ボーン(ラトックエンジニアリング)により、根管先端から 6mm までの部位の根管表面のシーラーの明度を画像処理し、シーラーの厚さが 5 μ m 以下の明度の全表面積に占める割合を求め、3個の模型の値を平均しガッタパーチャ圧接率(以下、GP 圧接率)を算出した。なお、シーラーの厚みによる明度は、予備実験により根管模型を切断し、シーラーの厚みと明度の関係を調べ、5 μ m 以下のシーラー層の明度をあらかじめ特定した。

(2) マイクロフォーカス X 線 CT 装置断層像による評価

残存シーラーによる評価を行った各根管充填模型は、マイクロフォーカス X 線 CT 装置によるガッタパーチャポイントの圧接、充塞状態の評価に供した。各模型に対

し、管電圧 70 kV、管電流 100 μ A、拡大率 1.5 倍の条件で、根管の先端 1mm から 6mm の位置まで 1mm 間隔で 6枚の断層撮影を行った。その後、前述の画像処理ソフト、3D 骨梁構造計測ソフト 3D ボーンを用いて、明度を画像処理することにより根管の各断層面に占めるガッタパーチャポイントの割合を求め、3個の模型の 1mm から 6mm の各断層面の値を平均し、マイクロフォーカス X 線 CT 装置によるガッタパーチャ充塞率(以下、GP/CT 充塞率)を算出した。

(3) 模型切断面による評価

マイクロフォーカス X 線 CT 装置により観察を行った各根管模型は、Isomet(Buehler, USA)により、根管の先端 1mm から 6mm までの部位を 1mm ごとに切断し 6枚の切断面を得た。各模型の切断面をデジタルマイクロスコープ VHX-100 にて撮影しコンピューターに取り込んだ後、3D 骨梁構造計測ソフト 3D ボーンにより各切断面に占めるガッタパーチャポイントの割合を求めた。なおガッタパーチャポイントの占める割合は、3個の模型の 1mm から 6mm までの各切断面の値を平均したガッタパーチャ充塞率(GP 総充塞率)のほかに、模型3個の 1mm から 6mm までの各切断位置ごとの値を平均したガッタパーチャ充塞率(GP 位置充塞率)を求めた。

(4) 統計処理

得られた GP 圧接率、マイクロフォーカス X 線 CT 装置による GP/CT 充塞率、切断面における GP 総充塞率に関し、スプレダーの要因効果を検討するため、一元配置分散分析を行った。なお分析後の各群間の比較には Bonferroni/Dunn の多重比較を採用した。さらにマイクロフォーカス X 線 CT 装置による全断層面の GP/CT 充塞率と切断模型により得られた全切断面の GP 総充塞率に関し、データの類似性を検討するため、両評価法について一元配置分散分析を行い検討した。なお、統計解析にあたっては、StatView Ver. 5.0(Abacus Concept, USA)を使

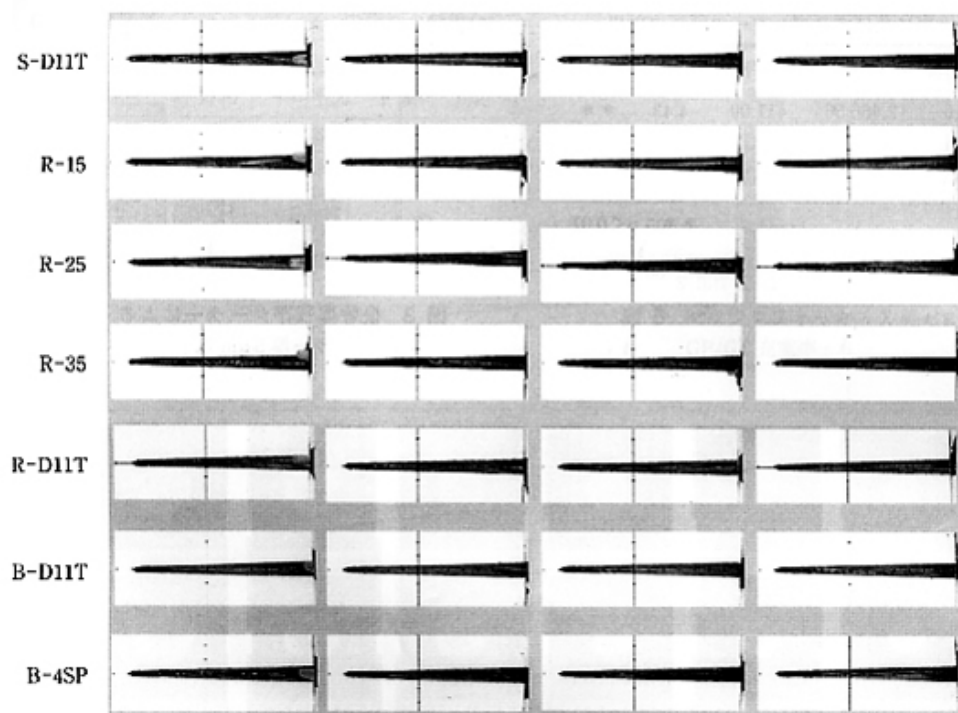


図2 各根管壁面におけるシーラーの残存所見(4方向からの撮影像)

用した。

結 果

1. 根管壁面の残存シーラーによる評価

各スプレダーにより、根管充填を行った根管模型の根管壁面におけるシーラーの分布状態の代表例を、図2に示す。根管壁にガッタパーチャポイントが強く圧接された部位では、ガッタパーチャポイントの色を反映し根管表面の色調は明るく観察された。これに対し、圧接が弱い部位ではシーラーが根管壁とガッタパーチャポイント間に厚みをもって残存するため、厚みの増加とともに根管壁面の明度は暗く変化した。また、圧接が特に不十分な部位では、ポイントの変形が起こらないため、根管壁と複数のポイントにより形成された空隙にシーラーが筋状に残存する所見や、シーラーが根管壁面に厚く広範に残存する所見がみられた。

一元配置分散分析の結果、スプレダーの種類がGP圧接率に及ぼす影響については、危険率1%で有意であることが認められた(表2)。図3に、厚さが5 μ m以下とされたシーラーの全面積に占める割合を求めたGP圧接率のグラフを示す。B-D11Tスプレダーは92.1%の高いGP圧接率を示し、次いでR-D11Tが87.2%、S-D11Tが83.7%、R-15とR-25が81.8%であったが、R-35は

68.5%、B-4SPは57.9%と低いGP圧接率を示した。なお、Bonferroni/Dunnの多重比較の結果から、R-D11TとB-4SP、B-D11TとB-4SP間では危険率1%で有意差が認められた。

2. マイクロフォーカスX線CT装置による評価

各スプレダーにより根管充填を行った根管模型を、マイクロフォーカスX線CT装置により根管の先端1mmから6mmまでの部位を1mmおきに断層した各断層像の所見を、図4に示す。根管の断層像において、シーラーが存在する部位は白く不透過性に、シーラーが存在しない死腔の部位は黒く透過像として観察された。

一元配置分散分析の結果、スプレダーの種類がGP/CT充塞率に及ぼす影響については、危険率1%で有意であることが認められた(表3)。図5に、GP/CT充塞率のグラフを示す。各断層面に占めるガッタパーチャポイントの面積を平均したGP/CT充塞率は、S-D11Tが96.6%と最も高く、次いでB-D11Tが94.4%、R-D11Tが94.2%、R-25が91.3%、R-35が89.6%、R-15が89.4%、B-4SPは88.9%と値が最も低かった。なお、Bonferroni/Dunnの多重比較の結果から、S-D11TとR-15、S-D11TとR-25、S-D11TとR-35、S-D11TとB-4SP、R-D11TとR-15、B-D11TとR-15、R-D11TとR-35、B-D11TとR-35、R-D11TとB-4SP、B-D11TとB-4SP間では、危険率1%で有意差が認められた。

表 2 GP圧接率に及ぼすスプレダーの種類の効果

	自由度	平方和	平均平方	F値	判定
スプレダー	6	2,466.56	411.09	4.43	**
誤差	14	1,299.03	92.79		
T	20	3,765.59			

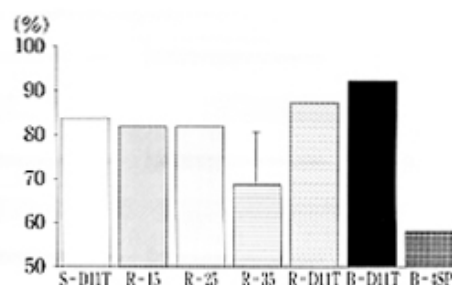
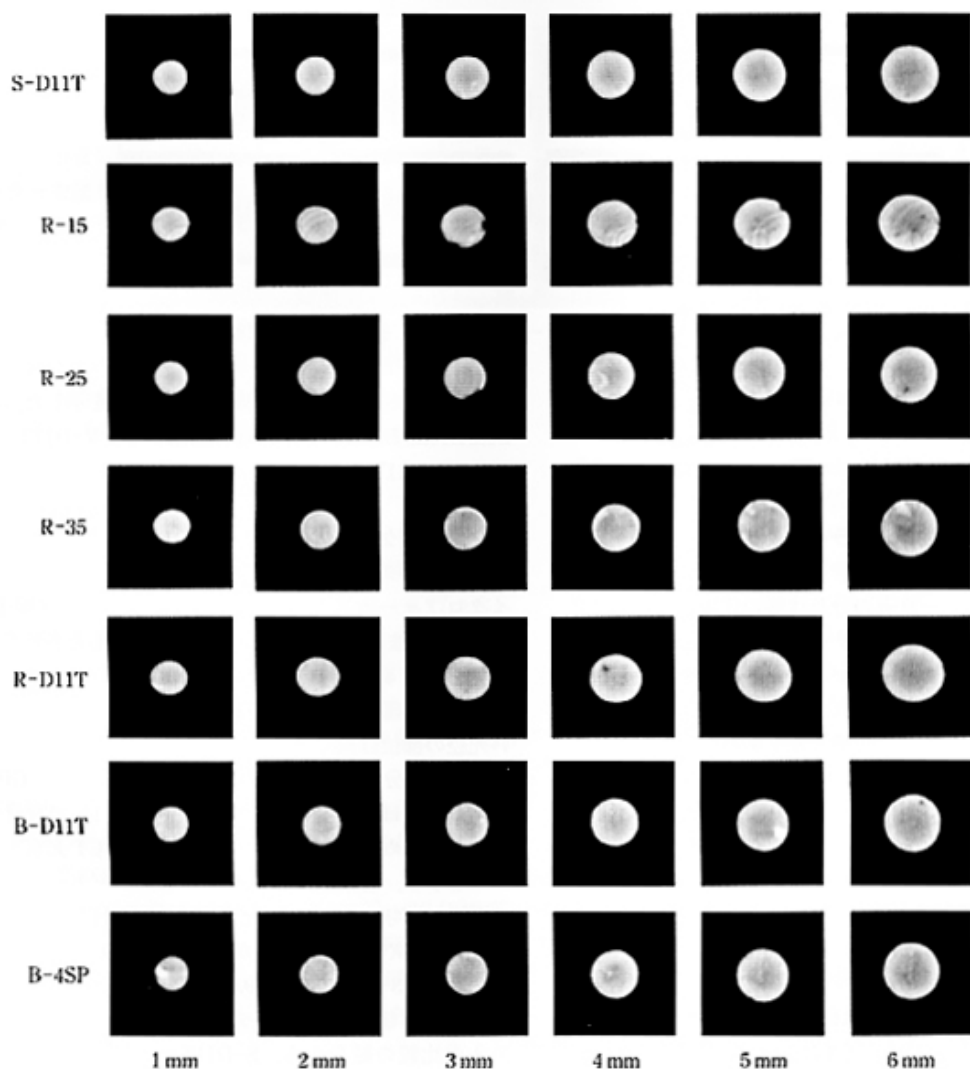
** : $p < 0.01$ 図 3 根管壁残存シーラーによる GP 圧接率 (シーラー厚 5 μ m 以下)

図 4 根管の先端 1 mm から 6 mm までの 1 mm ごとのマイクロフォーカス X 線 CT 装置による各根管断層像

表3 GP/CT 充塞率に及ぼすスプレダーの種類(マイクロフォーカスX線CT)

	自由度	平方和	平均平方	F 値	判定
スプレダー	6	161.65	26.94	15.05	**
誤差	14	25.07	1.79		
T	20	186.71			

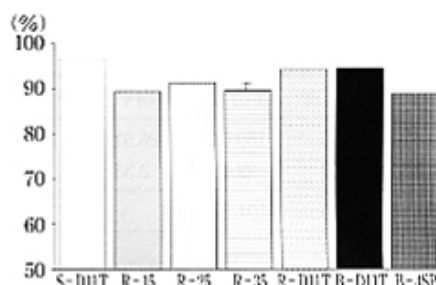
** : $p < 0.01$ 

図5 マイクロフォーカスX線CT装置によるGP/CT 充塞率

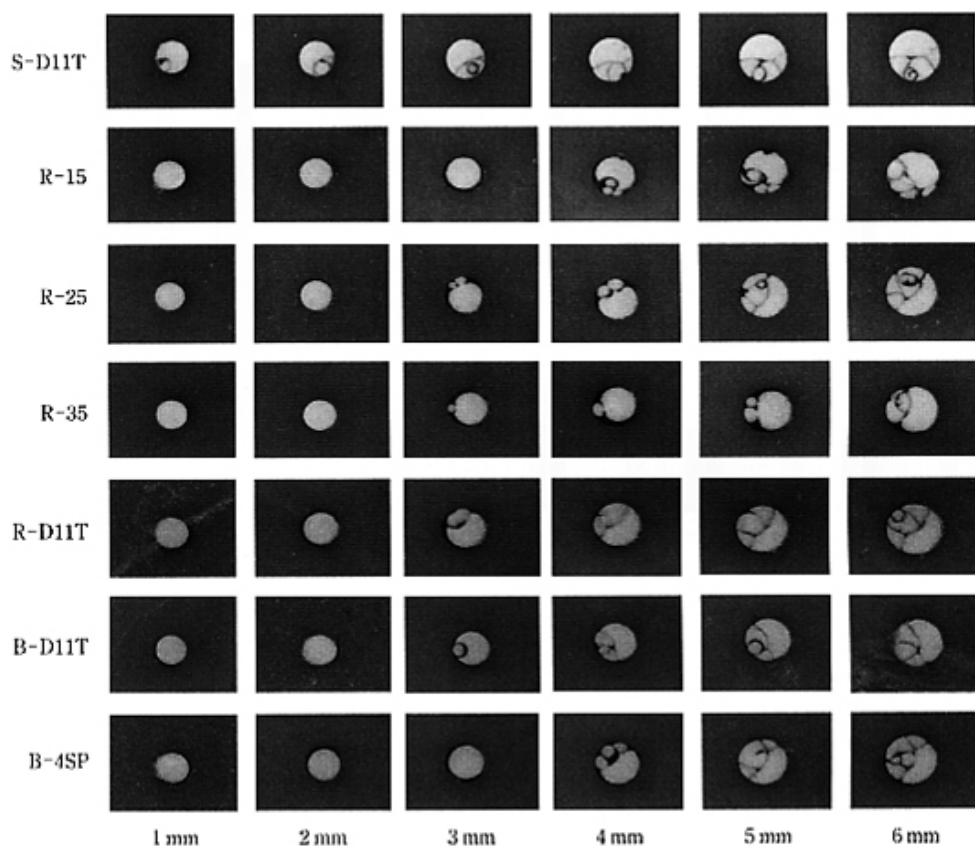


図6 根管の先端1mmから6mmまでの1mmごとの各根管切断面の所見

3. 切断模型による評価

各スプレダーにより根管充填を行った根管模型に対し、根管の先端1mmから6mmまでの部位を1mmおきに切断した各切断面の所見の代表例を、図6に示す。強く圧接された部位では、圧接によりガッタパーチャポイントが大きく変形し根管壁とポイント間に黒く着色されたシーラーはほとんど観察されず、またポイント同士が変形により強く密着するためポイント間のシーラー層も細く線

状でほとんどみられなかった。これに対し、圧接が不十分な模型では、ポイントの変形が不十分で根管壁とポイント間にはシーラーが厚く残存し、また変形が不十分なポイント間に多量のシーラーが存在する所見が観察された。

一元配置分散分析の結果、スプレダーの種類がGP総充塞率に及ぼす影響については、危険率1%で有意であることが認められた(表4)。図7に、GP総充塞率のグラ

5. マイクロフォーカス X 線 CT 装置による GP/CT 充塞率と切断面による GP 充塞率の評価法については、両者に統計学的な有意差は認められず、マイクロフォーカス X 線 CT 装置による評価の信頼性、有用性が確認できた。

文 献

- Walton RE, Rivera EM: Cleaning and shaping, Walton RE, Torabinejad M: Principles and practice of endodontics; 2nd ed, WB Saunders Co, Philadelphia, 201-233, 1996.
- Walton RE, Johnson WT: Obturation, Walton RE, Torabinejad M: Principles and practice of endodontics; 2nd ed, WB Saunders Co, Philadelphia, 234-259, 1996.
- Ruddle CJ: Cleaning and shaping the root canal system, Cohen S, Burns RC: Pathways of the pulp; 8th ed, Mosby, St. Louis, 231-292, 2002.
- Gutmann JL, Witherspoon DE: Obturation of the cleaned and shaped root canal system, Cohen S, Burns RC: Pathways of the pulp; 8th ed, Mosby, St. Louis, 293-364, 2002.
- Grossman LI: Endodontics, 1776-1976, a bicentennial history against the background of general dentistry; J Am Dent Assoc 93, 78-87, 1974.
- Cruse WP: A historic review of endodontics, 1689-1963, Part 1; J Endod 6, 495-499, 1980.
- Gutmann JL: History, Cohen S, Burns RC: Pathways of the pulp; 4th ed, Mosby, St. Louis, 765-782, 1987.
- Miserendino LJ: Instruments, materials and devices, Cohen S, Burns RC: Pathways of the pulp; 6th ed, Mosby, St. Louis, 377-413, 1994.
- ミニ特集・各大学で行われている歯内療法術式; 東京歯医師会誌 48, 171-218, 2000.
- 勝海一郎, 田部美幸, 鈴木多恵子, 中村秀己, 山崎孝子, 後藤 浩, 都築民幸, 中村恭政: ラテラル・コンデンセーション法による根管の充塞性に関する研究(その1) テーパーの少ない根管について; 日歯保存誌 31, 146-164, 1988.
- 勝海一郎, 都築民幸, 後藤 浩, 中村秀己, 鈴木多恵子, 阿部 茂, 中村恭政: ラテラル・コンデンセーション法による根管の充塞性に関する研究(その2) ISO 規格 No. 25 サイズ相当根管テーパー変化模型群; 日歯保存誌 33, 187-196, 1990.
- 中村秀己, 勝海一郎, 都築民幸, 後藤 浩, 木村秀樹, 平賀茂子, 中村恭政: ガッタパーチャ・ポイントの寸法精度について; 日歯保存誌 33, 593-600, 1990.
- 中村秀己, 勝海一郎, 都築民幸, 後藤 浩, 山崎孝子, 木村秀樹, 中村恭政: スプレダーの寸法性に関する研究; 日歯保存誌 33, 846-850, 1990.
- 中村秀己, 勝海一郎, 都築民幸, 山崎孝子, 木村秀樹, 中村恭政, 藤江義三: スプレダーの強度に関する研究; 日歯保存誌 34, 1692-1698, 1991.
- 鈴木多恵子, 勝海一郎, 中村恭政: 扁平根管におけるラテラル・コンデンセーション法による根管充填の研究; 日歯保存誌 35, 533-553, 1992.
- 勝海一郎, 都築民幸, 後藤 浩, 中村秀己, 石川 泰, 中村恭政: ラテラル・コンデンセーション法による根管の充塞性に関する研究(その3) ISO 規格 No. 40 サイズ相当根管テーパー変化模型群; 日歯保存誌 37, 285-296, 1994.
- 秋山明彦, 勝海一郎, 中村恭政: ラテラル・コンデンセーション法による根管充填に関する研究, ガッタパーチャ・ポイントのサイズ, 硬さが充塞性に及ぼす影響; 歯学 81, 1186-1201, 1994.
- 勝海一郎, 都築民幸, 後藤 浩, 中村秀己, 木村秀樹, 好士連太郎, 鈴木雄一郎, 黒木正孝, 中村恭政: ラテラル・コンデンセーション法による根管の充塞性に関する研究(その4) ISO 規格 No. 55 サイズ相当根管テーパー変化模型群; 日歯保存誌 37, 1878-1884, 1994.
- 勝海一郎, 都築民幸, 後藤 浩, 中村秀己, 石井隆資, 阿川透久, 小川久生, 山田俊二, 中村恭政: ラテラル・コンデンセーション法による根管の充塞性に関する研究(その5) ISO 規格 No. 70 サイズ相当根管テーパー変化模型群; 日歯保存誌 37, 1885-1892, 1994.
- 山崎孝子, 勝海一郎, 中村恭政: スプレダーのサイズ, 形態に関する研究; 日歯保存誌 38, 775-791, 1995.
- 石川 泰, 勝海一郎, 中村恭政: 歯根未完成歯におけるアベキシフィケーション後の根管充填に関する研究; 日歯保存誌 38, 807-824, 1995.
- 船木 毅, 勝海一郎, 中村恭政: 根管充填用ガッタパーチャの劣化に関する研究; 日歯保存誌 38, 825-833, 1995.
- 勝海一郎, 都築民幸, 前田宗宏, 北村和夫, 石井隆資, 後藤 浩, 中村秀己, 平賀茂子, 石川 泰: 根管の保持形態が側方加圧充填時のポイント圧接に及ぼす影響に関する研究; 日歯保存誌 39, 16-23, 1996.
- 勝海一郎, 都築民幸, 前田宗宏, 北村和夫, 石井多恵子, 西宮秀子, 内山誠也, 石塚克巳, 堀谷和則: 側方加圧充填法におけるポイント逸出とタグ・バックに関する研究(第1報); 日歯保存誌 40, 138-145, 1997.
- 都築民幸, 勝海一郎, 山崎孝子, 北村和夫, 石井隆資, 黒木正孝, 後藤 浩, 中村秀己, 石川 泰: 異種サイズ, スプレダー併用による側方加圧充填法の研究; 日歯保存誌 40, 146-152, 1997.
- 鈴木雄一郎, 石井隆資, 都築民幸, 石川千佳子, 勝海一郎, 好士連太郎, 阿久津 重, 船木 毅, 高橋千明: マスター・ポイントのテーパーがスプレダーの根管挿入とポイント圧接に及ぼす影響に関する研究(第1報)-55番, 根管拡大形成模型群-; 日歯保存誌 41, 140-147, 1998.
- 石井隆資, 鈴木雄一郎, 都築民幸, 阿川透久, 勝海一郎, 黒木正孝, 石川 泰, 堀江宏紀, 安藤 誠: マスター・ポイントのテーパーがスプレダーの根管挿入とポイント圧接に及ぼす影響に関する研究(第2報)-40番,

表4 GP総充塞率に及ぼすスプレダーの種類(切断面)

	自由度	平方和	平均平方	F値	判定
スプレダー	6	159.04	26.51	11.40	**
誤差	14	32.55	2.33		
T	20	191.59			

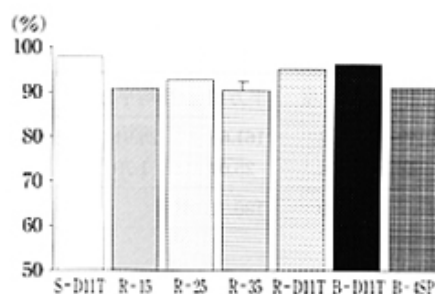
*: $p < 0.01$ 

図7 切断模型によるGP総充塞率

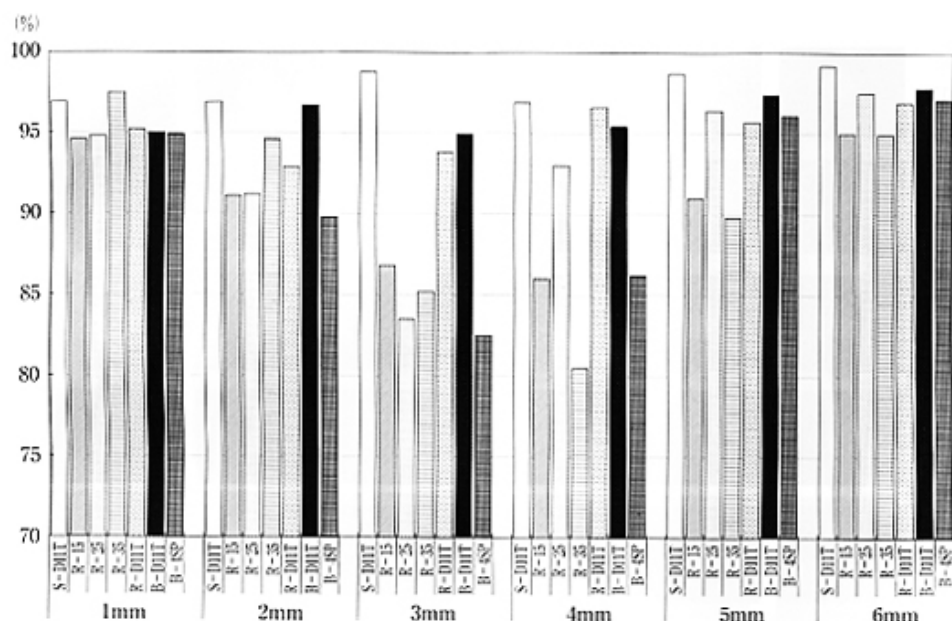


図8 切断模型によるGP位置充塞率

フを示す。1mm から6mm の各切断面に占めるガッタパーチャポイントの面積の割合を平均したGP総充塞率は、S-D11Tが97.9%と最も高く、次いでB-D11Tが96.2%、R-D11Tが95.2%、R-25が92.7%、B-4SPが91.1%、R-15が90.8%、R-35は90.4%と最も低かった。なお、Bonferroni/Dunnの多重比較の結果から、S-D11TとR-15、S-D11TとR-25、S-D11TとR-35、S-D11TとB-4SP、B-D11TとR-15、R-D11TとR-35、B-D11TとR-35、B-D11TとB-4SP間では、危険率1%で有意差が認められた。

1mm から6mm の各切断位置におけるGP位置充塞率を、図8に示す。S-D11Tは各切断位置で96.9%以上の高い充塞率を示し、根管全体でガッタパーチャポイントを良好に圧接しているが、B-D11Tは根管先端部でS-D11Tよりも圧接がやや劣ることが認められた。R-D11T

は切断位置2mmと3mmの位置でGP充塞率が低下する船底型の落ち込み現象がみられ、R-25、R-15、B-4SP、R-35の順に根管中ほどで充塞率が低下する落ち込み現象がより顕著となった。

4. マイクロフォーカスX線CT装置と模型切断による評価の比較

マイクロフォーカスX線CT装置による根管断層像から得られたGP/CT充塞率(図5)と、模型の切断面から得たGP総充塞率(図7)を比較検討した結果、各スプレダーの充塞率の傾向は、ほぼ近似していた。そこで両者に関し統計的に差異があるか否かを検討するため、評価法の違いに関して一元配置分散分析を行ったところ、両者に有意差は認められず(表5、図9)、両評価法には違いがないことが確認できた。

察しガッタパーチャポイントの断面に占める割合を求めるため正能で信頼性があるが、手問のかかる実験法でもある。このため石井ら³⁹⁾、鈴木ら³⁹⁾、北村ら³⁹⁾は、透明な根管模型の表層に残存する一定厚のシーラー層の根管壁面に占める割合(GP 圧接率)を求め、根管の封鎖性の評価を行ったが、この GP 圧接率はどの程度の厚さのシーラーを基準にするかで圧接率の値は変動する。また、近年、マイクロフォーカス X 線 CT 装置が考案され、切断などの加工操作を必要とせず現状のまま狭小な根管内の充塞状態を容易に正確に評価することができるようになった⁴²⁻⁴⁸⁾。この装置により根管充填歯の観察を行う場合、酸化亜鉛ユージオール系のシーラーを使用しないほうが、根管内のガッタパーチャポイントを正確に捉えることができる^{47,48)}。酸化亜鉛ユージオールセメントはガッタパーチャ材よりも不透過性が大きいため識別は可能である^{42,43)}。

これら評価法を検討したところ、根管壁面に占める残存シーラーの割合を求める評価法では、スプレダーの種類が GP 圧接率に及ぼす影響については危険率 1% で有意であることが認められたが、各スプレダーごとの多重比較では 2 種のスプレダー間のみでしか有意差は認められなかった。これに対し、マイクロフォーカス X 線 CT 装置による断層面と、根管模型の切断面による評価法では、両者とも、残存シーラーによる評価法と同様に危険率 1% で有意であることが認められ、さらに各種のスプレダー間で有意差が認められるなど評価法の信頼性が高いことがわかった。またマイクロフォーカス X 線 CT 装置による断層面と、根管模型の切断面による評価法を比較すると、両者間に統計学的な差異はなく、マイクロフォーカス X 線 CT 装置による評価法は切断面による評価法と同様にデータの信頼性が高く、また容易で簡便なため、今後、推奨すべき根管充填の評価法であることがわかった。

マイクロフォーカス X 線 CT 装置による断層像と、模型切断面による評価法により、各種スプレダーの根管封鎖状態をみてみると、S-D11T が最もガッタパーチャポイントの充塞率が高く、次いで B-D11T、R-D11T、R-25 の順で充塞率は低下した。S-D11T は、テーパーが 7/100 の根管で最も緊密な根管充填が行えたスプレダーであるが、今回のテーパーが 6/100 の根管でも各切断位置で 96.9% 以上の良好なガッタパーチャポイントの圧接を示しており、優れたスプレダーであることがわかった。また B-D11T も良好にポイントを押接していたが、切断位置の分析では根管先端部で S-D11T よりもやや充塞率が劣った。これは、B-D11T は S-D11T よりも径が細く、またニッケルチタン製であるため、しなやかすぎて根管への挿入、圧接に若干の難があったほか、テーパーが S-D11T よりもやや小さいため根管から抜去しにくいなど

操作性が劣ったためと考えられた。また R-D11T は、S-D11T よりも先端径が太くテーパーも小さいため、根管への挿入性と抜去性に難があったためと思われる。さらに R-25 は、先端径が S-D11T よりもやや太くテーパーが小さいことが、R-35 と R-15 は先端径が太くテーパーが小さいことが、B-4SP は柄側の径が太く根管への挿入性に難点があったことが、ガッタパーチャポイントの圧接に影響を及ぼしたものと考えられた。根管の中ほどが船底型に落ち込む現象は、スプレダーが到達した位置まではガッタパーチャポイントの緊密な圧接が起こるが、根管とマスターポイントのテーパーの大きさの違いで根管の空隙の大きい部分が圧接されずに残る現象で、この現象が起こること自体がスプレダーの挿入性に問題があったことを裏付けている。

ニッケルチタン製スプレダーは直線根管よりも湾曲根管での使用を意図したものであるが、今回のデータを基に湾曲根管での分析が行われることが望まれる。

結 論

エンジン用器具で拡大形成を行ったことを前提にしたテーパーが 6/100 の直線根管に、7 種のスプレダーを用い側方加圧充填法による根管充填を行った。根管壁面に残存する厚さ 5 μ m 以下のシーラーの占める割合(GP 圧接率)、マイクロフォーカス X 線 CT 装置による断層面に占めるガッタパーチャポイントの割合(GP/CT 充塞率)、根管切断面におけるガッタパーチャポイントの占める割合(GP 総充塞率と GP 位置充塞率)を求め、ガッタパーチャポイントの圧接状態の評価を行い、以下の結論を得た。

1. 残存シーラーによる GP 圧接率は、B-D11T が 92.1% と最も高く、次いで R-D11T、S-D11T、R-15 と R-25、R-35 の順で、B-4SP は 57.9% と最も低い値を示した。

2. マイクロフォーカス X 線 CT 装置による GP/CT 充塞率は、S-D11T が 96.6% と最も高く、次いで B-D11T、R-D11T、R-25、R-35、R-15 の順で、B-4SP は 88.9% と最も低い値を示した。

3. 根管切断面による GP 総充塞率は、S-D11T が 97.9% と最も高く、次いで B-D11T、R-D11T、R-25、B-4SP、R-15 の順で、R-35 は 90.4% と最も低い値を示した。

4. 根管切断面の切断位置による GP 位置充塞率は、S-D11T が各切断位置で 96.9% 以上の高い値を示したが、B-D11T は S-D11T よりも根管先端部で圧接がやや劣り、また R-D11T、R-25、R-15、B-4SP、R-35 の順に、根管中ほどで充塞率が低下する落ち込み現象がみられた。

察しガッタパーチャポイントの断面に占める割合を求めるため正確に信頼性があるが、手間のかかる実験法でもある。このため石井ら³⁹⁾、鈴木ら³⁹⁾、北村ら³⁹⁾は、透明な根管模型の表層に残存する一定厚のシーラー層の根管壁面に占める割合(GP圧接率)を求め、根管の封鎖性の評価を行ったが、このGP圧接率はどの程度の厚さのシーラーを基準にするかで圧接率の値は変動する。また、近年、マイクロフォーカスX線CT装置が考案され、切断などの加工操作を必要とせず現状のまま狭小な根管内の充塞状態を容易に正確に評価することができるようになった⁴²⁻⁴⁴⁾。この装置により根管充填歯の観察を行う場合、酸化亜鉛ユージオール系のシーラーを使用しないほうが、根管内のガッタパーチャポイントを正確に捉えることができる^{47,48)}。酸化亜鉛ユージオールセメントはガッタパーチャ材よりも不透過性が大きいと識別は可能である^{42,43)}。

これら評価法を検討したところ、根管壁面に占める残存シーラーの割合を求める評価法では、スプレダーの種類がGP圧接率に及ぼす影響については危険率1%で有意であることが認められたが、各スプレダーごとの多重比較では2種のスプレダー間のみでしか有意差は認められなかった。これに対し、マイクロフォーカスX線CT装置による断面と、根管模型の切断面による評価法では、両者とも、残存シーラーによる評価法と同様に危険率1%で有意であることが認められ、さらに各種のスプレダー間で有意差が認められるなど評価法の信頼性が高いことがわかった。またマイクロフォーカスX線CT装置による断面と、根管模型の切断面による評価法を比較すると、両者間に統計学的な差異はなく、マイクロフォーカスX線CT装置による評価法は切断面による評価法と同様にデータの信頼性が高く、また容易で簡便なため、今後、推奨すべき根管充填の評価法であることがわかった。

マイクロフォーカスX線CT装置による断面像と、模型切断面による評価法により、各種スプレダーの根管封鎖状態をみると、S-D11Tが最もガッタパーチャポイントの充塞率が高く、次いでB-D11T、R-D11T、R-25の順で充塞率は低下した。S-D11Tは、テーパーが7/100の根管で最も緊密な根管充填が行えたスプレダーであるが、今回のテーパーが6/100の根管でも各切断位置で96.9%以上の良好なガッタパーチャポイントの圧接を示しており、優れたスプレダーであることがわかった。またB-D11Tも良好にポイントを圧接していたが、切断位置の分析では根管先端部でS-D11Tよりもやや充塞率が劣った。これは、B-D11TはS-D11Tよりも径が細く、またニッケルチタン製であるため、しなやかすぎて根管への挿入、圧接に若干の難があったほか、テーパーがS-D11Tよりもやや小さいため根管から抜去しにくいなど

操作性が劣ったためと考えられた。またR-D11Tは、S-D11Tよりも先端径が太くテーパーも小さいため、根管への挿入性と抜去性に難があったためと思われる。さらにR-25は、先端径がS-D11Tよりもやや太くテーパーが小さいことが、R-35とR-15は先端径が太くテーパーが小さいことが、B-4SPは柄側の径が太く根管への挿入性に難点があったことが、ガッタパーチャポイントの圧接に影響を及ぼしたものと考えられた。根管の中ほどが船底型に落ち込む現象は、スプレダーが到達した位置まではガッタパーチャポイントの緊密な圧接が起こるが、根管とマスターポイントのテーパーの大きさの違いで根管の空隙の大きい部分が圧接されずに残る現象で、この現象が起こること自体がスプレダーの挿入性に問題があったことを裏付けている。

ニッケルチタン製スプレダーは直線根管よりも湾曲根管での使用を意図したものであるが、今回のデータを基に湾曲根管での分析が行われることが望まれる。

結 論

エンジン用器具で拡大形成を行ったことを前提にしたテーパーが6/100の直線根管に、7種のスプレダーを用い側方加圧充填法による根管充填を行った。根管壁面に残存する厚さ5 μ m以下のシーラーの占める割合(GP圧接率)、マイクロフォーカスX線CT装置による断面に占めるガッタパーチャポイントの割合(GP/CT充塞率)、根管切断面におけるガッタパーチャポイントの占める割合(GP総充塞率とGP位置充塞率)を求め、ガッタパーチャポイントの圧接状態の評価を行い、以下の結論を得た。

1. 残存シーラーによるGP圧接率は、B-D11Tが92.1%と最も高く、次いでR-D11T、S-D11T、R-15とR-25、R-35の順で、B-4SPは57.9%と最も低い値を示した。

2. マイクロフォーカスX線CT装置によるGP/CT充塞率は、S-D11Tが96.6%と最も高く、次いでB-D11T、R-D11T、R-25、R-35、R-15の順で、B-4SPは88.9%と最も低い値を示した。

3. 根管切断面によるGP総充塞率は、S-D11Tが97.9%と最も高く、次いでB-D11T、R-D11T、R-25、B-4SP、R-15の順で、R-35は90.4%と最も低い値を示した。

4. 根管切断面の切断位置によるGP位置充塞率は、S-D11Tが各切断位置で96.9%以上の高い値を示したが、B-D11TはS-D11Tよりも根管先端部で圧接がやや劣り、またR-D11T、R-25、R-15、B-4SP、R-35の順に、根管中ほどで充塞率が低下する落ち込み現象がみられた。

- 根管拡大形成模型群一：日歯保存誌 41, 148-155, 1998.
- 28) 北村和夫, 前田宗宏, 都築民幸, 好士連太郎, 勝海一郎, 濱田康弘, 石井多恵子, 佐藤洋一, 飯取秀人：側方加圧充填法におけるポイント逸出とタグ・バックに関する研究(第2報)-55番, 根管拡大形成模型群一：日歯保存誌 41, 156-163, 1998.
- 29) 前田宗宏, 北村和夫, 都築民幸, 阿川透久, 勝海一郎, 内山誠也, 石塚克巳, 西宮秀子, 箕浦孝昭：側方加圧充填法におけるポイント逸出とタグ・バックに関する研究(第3報)-70番, 根管拡大形成模型群一：日歯保存誌 41, 164-172, 1998.
- 30) 大井田茂子, 都築民幸, 山崎孝子, 中村秀己, 勝海一郎：スプレダーの形態, 強度に関する研究：日歯保存誌 41, 183-194, 1998.
- 31) 北村和夫, 好士連太郎, 濱田康弘, 都築民幸, 勝海一郎, 鈴木多恵子, 黒木正孝, 郷田英臣, 横田 純：側方加圧充填法におけるスプレダーとアクセサリ・ポイントの関係：日歯保存誌 42, 193-202, 1999.
- 32) 石井隆資, 鈴木雄一朗, 都築民幸, 北村和夫, 勝海一郎, 呉 佳枝, 小島芳之, 鶴井雅隆, 大村明己, 内山英樹：側方加圧充填法におけるシーラー層と色素浸透に関する研究：日歯保存誌 42, 213-219, 1999.
- 33) 鈴木雄一朗, 石井隆資, 都築民幸, 北村和夫, 前田宗宏, 勝海一郎, 静間景和, 山元 猛, 石井博之：湾曲根管における側方加圧充填法に関する研究：日歯保存誌 42, 634-639, 1999.
- 34) 北村和夫, 都築民幸, 石井隆資, 濱田康弘, 勝海一郎, 宮里尚幸：湾曲根管の根管壁切削痕に対するガックバーチャ・ポイントの圧接に関する研究：日歯保存誌 43, 1-9, 2000.
- 35) 勝海一郎, 高瀬敏之：エンジン用 RT ファイルによる直線根管の拡大形成：日歯保存誌 44(秋季特別号), 82, B-27, 2001.
- 36) Spångberg L: Instruments, materials and devices, Cohen S, Burns RC: Pathways of the pulp; 8th ed, Mosby, St. Louis, 521-572, 2002.
- 37) 大村明己, 阿川透久, 宮里尚幸, 関口晃弘, 勝海一郎：直線根管用のエンジン用 RT ファイルによる根管拡大形成：日歯保存誌 46(秋季特別号), 123, P-72, 2003.
- 38) 勝海一郎, 北村和夫：Root canal preparation today エンジン用 RT ファイル：日歯内療誌 25, 174-177, 2004.
- 39) 都築民幸, 石井隆資, 前田宗宏, 北村和夫, 山崎孝子, 阿川透久, 関口晃弘, 勝海一郎：根管の太さ, テーパー, 湾曲度が側方加圧充填に与える影響(第2報), チタン合金製スプレダーの使用：日歯保存誌 44(春季特別号), 99, P-28, 2001.
- 40) 山崎孝子, 阿川透久, 石井隆資, 北村和夫, 都築民幸, 大村明己, 佐藤説子, 勝海一郎：各種チタン合金製スプレダーの寸法と機械的特性：日歯保存誌 45(秋季特別号), 188, P-116, 2002.
- 41) 山崎孝子, 都築民幸, 北村和夫, 石井隆資, 好士連太郎, 阿川透久, 宮里尚幸, 大村明己, 丸山博吉, 大島克郎, 勝海一郎：D11T 型チタン合金製スプレダーの寸法と機械的特性：日歯保存誌 47(秋季特別号), 128, P-53, 2004.
- 42) 静間景和, 関口晃弘, 前田宗宏, 山元 猛, 宮里尚幸, 勝海一郎：マイクロフォーカス X 線 CT 装置による根管充填歯の観察：日歯保存誌 44(秋季特別号), 198, P-113, 2001.
- 43) 関口晃弘, 勝海一郎：マイクロフォーカス X 線 CT 装置による根管充填歯の観察・評価：歯材器 22, 426, P-62, 2003.
- 44) 関口晃弘, 勝海一郎：マイクロフォーカス X 線 CT 装置による根管充填歯の観察, 2. 根尖病変と根管充填状態との関係：日歯保存誌 46(秋季特別号), 146, P-95, 2003.
- 45) 関口晃弘, 勝海一郎：マイクロフォーカス X 線 CT 装置による根管充填歯の観察, 3. 根尖病変と根管充填状態との関係(その2)：日歯保存誌 46(秋季特別号), 126, P-51, 2004.
- 46) 石井博之, 小倉陽子, 前田宗宏, 鈴木 毅, 飯取秀人, 箕浦孝明, 久保田智也, 鳥帽子田 敬, 齋藤次雄, 小山征哉, 遠藤春江, 勝海一郎：根管充填用ポイント類の圧接性：日歯保存誌 48(春季特別号), 177, P-110, 2005.
- 47) 木津喜美香, 関口晃弘, 小倉陽子, 前田宗宏, 伊藤克江, 高橋千明, 都築民幸, 勝海一郎：マイクロフォーカス X 線 CT 装置による根管充填に関する研究 1. エンジン用器具により拡大形成された根管：日歯保存誌 48(春季特別号), 178, P-111, 2005.
- 48) 木津喜美香, 関口晃弘, 小倉陽子, 前田宗宏, 伊藤克江, 都築民幸, 勝海一郎：マイクロフォーカス X 線 CT 装置による根管充填に関する研究 2. エンドウエーブにより拡大形成された根管：日歯保存誌 48(秋季特別号), 121, P-46, 2005.

Lateral Condensation in Straight Canal Prepared by Engine-driven Rotary Instruments and Its Evaluation Method

EBOSHIDA Takashi and KATSUUMI Ichiroh

Department of Endodontics and Operative Dentistry, The Nippon Dental University, School of Life Dentistry at Tokyo
(Chief: Prof. KATSUUMI Ichiroh)

Abstract: Root canal obturation was performed by the lateral condensation method on straight root canal models with taper of 6/100 under the pre-condition that preparation had been conducted by using an engine-driven rotary instrument. The spreaders used included: a type of stainless steel spreader (DentalEZ: Star Dental D11T (S-D11T)), and 6 types of Ni-Ti spreader (Rocko: NiTi #15 (R-15), NiTi #25 (R-25), NiTi #35 (R-35), NiTi D11T (R-D11T)); and Brasseler: Naviflex NT D11T (B-D11T) and Naviflex NT 4SP (B-4SP). Hermetic seal was evaluated according to 3 evaluation methods, i.e. the percentage of canal wall area coated with sealers of $<5\mu\text{m}$ in thickness (GP pressure welding ratio), the percentage of gutta-percha-obtured canal area determined on micro focus X-ray CT images (GP/CT condensing ratio), and the mean percentage of gutta-percha-obtured canal area in all canal cross-sections and each position from the apex (GP total condensing ratio and GP local condensing ratio, respectively).

The following conclusions were obtained:

1. GP pressure welding ratio by the remaining sealer was the highest in B-D11T, being 92.1%, followed by R-D11T, S-D11T, R-15, R-25 and R-35 in this order. B-4SP showed the lowest value of 57.9%.
2. In GP/CT condensing ratio by the micro focus X-ray CT device, S-D11T showed the highest value of 96.6%, followed by B-D11T, R-D11T, R-25, R-35 and R-15 in this order. B-4SP showed the lowest value of 88.9%.
3. In GP total condensing ratio on the cutting surface of the model, S-D11T showed the highest value of 97.9%, followed by B-D11T, R-D11T, R-25, B-4SP and R-15 in this order. R-35 showed the lowest value of 90.4%.
4. In GP local condensing ratio at the cutting position on the cutting surface of the models, S-D11T exhibited a value as high as 96.9% or more at each cutting position. On the other hand, B-D11T showed a lower condition in pressure welding compared with S-D11T. A tendency was noticed that the condensing ratio decreased at the root canal tip. Also, the condensing ratio tended to decrease at the middle of the root canal in R-D11T, R-25, R-15, B-4SP and R-35 in this order.
5. Statistical analysis was performed on the difference of the evaluation methods on GP/CT condensing ratio and GP total condensing ratio on the cutting surface by using the micro focus X-ray CT device. As a result, no statistically significant difference was noted between the two. These results reveal that the evaluation method by using the micro focus X-ray CT device has high reliability and usefulness.

Key words: Lateral condensation method, Root canal seal, Micro focus X-ray CT device