根管拡大清掃後の根管内壁面の走査電顕的研究 (第3報)

九州歯科大学保存学第2講座 (主任: 山本博武教授)

宗 洋一郎・田原準郎・日高理智・山本博武

昭和61年9月11日受付

Scanning Electron Microscopic Study of Root Canal Walls after Root Canal Preparation and Irrigation (part 3)

Yohichiroh Soh, Junroh Tahara, Masatoshi Hitaka, Hakubu Yamamoto

Second Department of Conservative Dentistry (Chief: Prof. Hakubu Yamamoto)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

With use of extracted human permanent maxillary anterior teeth with the root canals untreated, after root canal irrigating solutions (10%NaOCl, 15%EDTA) were filled in root canal, reaming and preparation of the root canal were done with reamers and K-files. The root canals were then irrigated alternately with 10%NaOCl solution and 3% H_2O_2 solution and the inner wall surfaces were observed with a scanning electron microscope.

The results were as follows:

1. No specific differences about root canal enlargement were found between reamers and K-files.
2. Effects of using 10%NaOCl solution and 15%EDTA solution were observed only coronal one third of the root canal.
3. In order to increase cleaning effect of the root canals, abundant use of EDTA, NaOCl, and H_2O_2 appears to be necessary.

Key words: *Root canal preparation/Root canal walls/SEM*

結 言

歯内治療において、根管治療の原則は厳重な無菌下のもとに根管の拡大清掃、根管の消毒、根管の気密な充填である。特に、根管の拡大清掃が重要で、これが的確に行われれば次の処置も容易となり、根管治療の予後は良好となると言われている。この根管の拡大清掃の根幹をなすものが器械的根管拡大である。しかし、著者らの第1報(1985)¹⁾で報告したようにリーマー、Kファイル、Hファイルによる根管拡大と清掃は不完全であり、Gutierrezら(1968)²⁾の報告と一致していた。このような根管の状態では、次の根管の消毒、根管充填を行っ

ても根管治療の予後は良好なものとはならないだろう。根管拡大には2通りの方法があり、1つはリーマー、ファイル等による器械的拡大、他方は次亜塩素酸ナトリウム、EDTA等を使用する化学的拡大清掃である。現在の歯内治療では両者の併用による根管拡大、清掃を行っている。前回、著者ら(1986)³⁾の実験結果より、リーマー、Kファイルおよびリーマー+Kファイル+Hファイルの3者の間には特に差はなく、また、綿栓を使用して、10%次亜塩素酸ナトリウム溶液と3%過酸化水素水の交互洗浄では、根管清掃の効果は不十分であった。今回は臨床で良くもちいられる方法、即ち、リーマーおよびKファイルと根管清掃剤の併用による根管拡大、清掃

を行い、根管内壁面の状態を走査型電子顕微鏡により比較検討を行った。

材料および方法

1. 被験歯

根管未処置のヒト抜去歯16本を用いた。いずれも単根管の上顎前歯である。抜去歯は10%中性ホルマリン中で固定後、通法により髓腔開拓、根管拡大を行った。

2. 根管拡大方法

1) 第1グループ：10%次亜塩素酸ナトリウム液を根管内に満した状態で、リーマーで拡大（4本）。

2) 第2グループ：15% EDTA 液を根管内に満した状態で、リーマーで拡大（4本）。

3) 第3グループ：10%次亜塩素酸ナトリウム液を根管内に満した状態で、Kファイルで拡大（4本）。

4) 第4グループ：15% EDTA 液を根管内に満した状態で、Kファイルで拡大（4本）。

作業長は根尖孔からリーマー、Kファイルの先端が見えた所より1 mm短い値とした。また、根管拡大の基準は作業長まで達して、最初に抵抗を感じたリーマー、Kファイルよりも3サイズ上の太さとし、最低#45まで拡大した。対照群は特に作らなかった。

3. 根管清掃

第1グループ、第2グループ、第3グループ、第4グループともブローチに巻いた綿栓に10%次亜塩素酸ナトリウム液と3%過酸化水素水を浸して、交互洗浄を3回を行い、乾燥した綿栓で根管を乾燥した。

4. 観察試片の製作

各被験歯の歯冠部をダイヤモンド・ディスクで除去後、根を3分割し、さらに唇舌的に縦断して根管壁面を露呈させた。各試料片をアルコール系列にて脱水、酢酸イソアミルで置換後、JCPD-5（日本電子社製）にて臨界点乾燥を行い、イオン・スプッター（日本電子社製）を用いて金蒸着を施した。

5. 観察方法

走査型電子顕微鏡（日本電子社製 JSM-T300、加速電圧20 KV）を用いて、各試料の根中央部の根管壁面を中心にそれぞれ75倍、750倍、2000倍で観察し写真撮影を行った。

結 果

根管壁面の代表的な走査電顕像は次の通りであった。

1. 第1グループ：根上部において、×75では根管壁の周囲全面に小さな塊が散在しているが、大きな歯髓組

織の残留はみられない（写真1）。×750では根管壁一面に極く小さな削片らしき粒がみられるが、象牙質の表面の幼若象牙質は溶解され、象牙細管は明瞭に観察される。また、細管内の象牙線維も溶解されている（写真2）。根中央部において、×75では根管壁一面に小さな塊が散在しているが、根上部と同様に大きな歯髓組織の残留はみられない（写真3）。×750では根管壁一面に微小な粒が散在し、また、膜状の dentin mud があり、象牙細管の開口部はみられない（写真4）。根尖部において、×75では根管の側方に歯髓組織の大きな塊が存在している。その他にも歯髓組織の小さな塊が散在している（写真5）。×750では根管壁面に削片らしき小さな粒が散在している。象牙細管は所々に観察されるが、細管の表面はふたをしたようにみえる（写真6）。

写真1 第1グループ（リーマー+10% NaOCl）
の根上部 ×75

写真2 第1グループ（リーマー+10% NaOCl）
の根上部 ×750

写真3 第1グループ (リーマー+10% NaOCl)
の根中央部 ×75

写真6 第1グループ (リーマー+10% NaOCl)
の根尖部 ×750

写真4 第一グループ (リーマー+10% NaOCl)
の根中央部 ×750

2. 第2グループ：根上部において、×75では根管壁全面に小さな塊が散在しているが、歯髄組織の残留はみられない (写真7)。×750では象牙質表面の幼若象牙質が溶解されて、根管壁は凹凸が激しい。象牙細管は明瞭に観察される (写真8)。根中央部において、×75では根上部と同様で、根管壁全面に小さな塊が散在しているが、歯髄組織の残留はみられない (写真9)。×750では削片らしき小さな不定形の粒が所々に散在しているが、象牙細管の開口が明瞭に観察される (写真10)。根尖部において、×75では根管の中央に小さな歯髄組織の塊が散在し、また、根尖に近い根管壁には少し大きな歯髄組織の塊が残留している (写真11)。×750では根管壁全面に削片を含んだ dentin mud に覆われ象牙細管の開口はみられない (写真12)。

写真5 第1グループ (リーマー+10% NaOCl)
の根尖部 ×75

写真7 第2グループ (リーマー+15% EDTA)
の根上部 ×75

写真8 第2グループ (リーマー+15% EDTA)
の根上部 ×750

写真11 第2グループ (リーマー+15% EDTA)
の部尖根 ×75

写真9 第2グループ (リーマー+15% EDTA)
の根中央部 ×75

写真12 第2グループ (リーマー+15% EDTA)
の根尖部 ×750

写真10 第2グループ (リーマー+15% EDTA)
の根中央部 ×750

3. 第3グループ：根上部において、×75では根管壁一面に大小さまざまな削片らしき粒がみられる。また、根管の中央部に側枝らしき大きな穴が観察された（写真13）。×750では根管壁一面に大小さまざまな削片を含む dentin mud が観察され、象牙細管の開口はみられない（写真14）。根中央部において、×75では根管の中央に歯髄組織の大きな塊が観察される（写真15）。×750では大小さまざまな削片らしき粒が所々に散在している。また、根管壁表面の幼若象牙質が少し溶解され、象牙細管が開口しているものとふたをされたような状態のものが観察される（写真16）。根尖部において、×75では根管壁にへばりつくように歯髄組織が少し残留し、また、大小さまざまな削片らしき粒が所々に散在している（写真17）。×750では大小さまざまな不定形の粒が所々に観察される。また、象牙細管の開口が明瞭に観察される所と閉鎖されている所がみられる（写真18）。

写真13 第3グループ (Kファイル+10% NaOCl)
の根上部 ×75

写真16 第3グループ (Kファイル+10% NaOCl)
の根中央部 ×750

写真14 第3グループ (Kファイル+10% NaOCl)
の根上部 ×750

写真17 第3グループ (Kファイル+10% NaOCl)
の根尖部 ×75

写真15 第3グループ (Kファイル+10% NaOCl)
の根中央部 ×75

写真18 第3グループ (Kファイル+10% NaOCl)
の根尖部 ×750

4. 第4グループ：根上部において、 $\times 75$ では大小さまざまな不定形の粒が根管壁一面に散在している（写真19）。 $\times 750$ では種々の形の象牙細管の開口が観察される。また、所々に象牙細管から象牙線維が出ている状態がみられる（写真20）。根中央部において、 $\times 75$ では所々に大小さまざまな不定形の粒と歯髄組織の塊らしきものが観察される（写真21）。 $\times 750$ では種々の形の象牙細管の開口部が観察される。また、所々に象牙線維がみられる（写真22）。根尖部において、 $\times 75$ では根管の側壁に大きな歯髄組織の塊が残留しており、また、根管壁全体が膜状のもので覆われているように見える（写真23）。 $\times 750$ では大小さまざまな不定形の粒を含む膜状の dentin mud に覆われて、象牙細管の開口部はみられない（写真24）。

写真21 第4グループ（Kファイル+15% EDTA）
の根中央部 $\times 75$

写真19 第4グループ（Kファイル+15% EDTA）
の根上部 $\times 75$

写真22 第4グループ（Kファイル+15% EDTA）
の根中央部 $\times 750$

写真20 第4グループ（Kファイル+15% EDTA）
の根上部 $\times 750$

写真23 第4グループ（Kファイル+15% EDTA）
の根尖部 $\times 75$

写真24 第4グループ (Kファイル+15% EDTA)
の根尖部 ×750

考 察

根管の拡大、清掃は根管治療の原則の1つであり、これをおろそかにすると次の根管充填に大きな影響を与え、予後は悪くなるといわれている。

著者らは根管の拡大、清掃について、一連の研究を行っている。著者らの第1報 (1985)¹⁾では、リーマー、Kファイル、Hファイルによる根管拡大、形成後の根管内壁面がどのような状態になっているか、根管充填の成否について SEM により観察を行った。その結果、器械的拡大だけでは根管内の清掃は不完全で、化学的拡大 (清掃) も必要であると結論を下した。著者らの第2報 (1986)³⁾では、根管拡大用の器具であるリーマー、Kファイル、Hファイルで、リーマーとKファイルおよびリーマー+Kファイル+Hファイルの3者の間には根管拡大、清掃に関して特に差はなく、ブローチに巻いた綿栓で、10%次亜塩素酸ナトリウム液と3%過酸化水素水の交互洗浄では、根管清掃効果は不十分であった。

今回、著者らは前回と少し異なった方法、即ち、根管内に10%次亜塩素酸ナトリウム液と15% EDTA 液を満した状態で、リーマーとKファイルで根管拡大を行い、その後ブローチ綿栓で10%次亜塩素酸ナトリウム液と3%過酸化水素水の交互洗浄を行った。その結果と著者らの第1報、第2報およびその他の同様な報告と比較検討を行う。

第1グループ、第2グループ、第3グループ、第4グループ共、著者らの第1報、第2報よりも根管内の軟組織は減少し、根管の清掃効果は良くなっていた。しかし、各グループ共根中央部から根尖部にかけて、かなり大きな歯髄組織の残留が観察されたことについて、奥田

(1973)⁴⁾はリーマーで根管拡大し、肉眼的および光顕的観察で、根上部、根中央部に残存歯髄がみられると報告し、三木ら (1978)⁵⁾も SEM で観察し、根中央部に残存歯髄がみられると報告、真方ら (1985)⁶⁾、宗ら (1986)³⁾も同様な報告をしている。また、Gutierrezら (1968)²⁾はリーマー、ファイルを使用して根管拡大を行い、リーマー、ファイルは根管壁の微小部だけを切削し、根管の中心を通過していたにすぎないと報告し、Stephenら (1972)⁷⁾はファイルによる根管拡大後、silicone impression material で根管模型を製作して、拡大、形成不十分なところが多く認められたと報告、三木ら (1978)⁵⁾はリーマーでは根尖部に残存歯髄はみられないが、Kファイルでは根尖部に残存歯髄を認めている。このようにリーマー、Kファイルによる根管拡大に拡大効果が不十分になる恐れがあるので、根管拡大の目安である白い象牙質の削りかすがでて、さらに大きく拡大する必要があると思われる。

また、今回の実験では著者らの第2報と少し異なり根管清掃剤を根管に満した状態でリーマーとKファイルで根管拡大を行ったが、期待したほどの効果はなかった。

根管清掃剤である次亜塩素酸ナトリウムは消毒作用と有機質溶解作用が秀れていることから臨床で多く使用されている。浅井ら (1978)⁸⁾は抜去歯 (上顎中、側切歯) に10%次亜塩素酸ナトリウム溶液と抜髄針とを併用して根管洗滌を1分間行い、歯髄組織残遺物と思われる有機質は全く存在しなかったと報告し、小澤ら (1984)⁹⁾は細い規格洗浄針を根尖近くまで挿入して根管洗浄を行った場合、アンチホルミン (2.5%NaOCl 含有) とオキシドール (3% N_2O_2) による交互洗浄の残渣除去効果に優れた効果が認められたと報告、菅井 (1985)¹⁰⁾は各種の濃度の次亜塩素酸ナトリウムで有機質の溶解性を観察し、沢田 (1973)¹¹⁾は Hypochlorite は脱灰作用を有しないが、有機質溶解作用が認められたと述べ、河合 (1983)¹²⁾は抜髄根管、感染根管とも象牙前質が溶解されたと報告し、その他の報告¹³⁻¹⁵⁾も次亜塩素酸ナトリウム溶液の有機質溶解の効果を認めている。しかし、10%次亜塩素酸ナトリウム液を根管に満した状態で根管拡大を行い、ブローチ綿栓で10%次亜塩素酸ナトリウム液と3%過酸化水素水の交互洗浄を行ったにもかかわらず、根中央部より根尖部にかけて歯髄組織の残存が認められ、清掃効果は不十分であった。

また、根管内壁面に薄い膜状の dentin mud が認められた部位が存在した。小澤ら (1982)¹⁶⁾は機械的拡大に伴って生じた dentin mud には為害性物質の含有が

懸念され、特に感染根管においてその除去は重要である。また、根管内貼薬剤の根管壁および側枝への浸透の意味からも、根尖部に至るまで dentin mud の除去が必要であると思われると述べ、その dentin mud または smeared layer の除去法としては、Goldman ら (1981)¹⁷⁾ は根管洗浄用針を使用し根管形成後の最終洗浄を行い、多量 (20ml) 洗浄の結果を SEM で観察して、根管拡大中にできる smeared layer は TEGO や NaOCl では除去できず、REDTA で除去でき、恐らく smeared layer はファイリングの際の象牙質の切削粉に水分が混って泥状になった物であると述べ、White ら (1984)¹⁸⁾ は根管形成後、17% EDTA 10ml で洗浄し、次に5.25%の NaOCl 10ml の洗浄により、表面的な削片と smeared layer が効果的に除去されたと述べ、Yamada ら (1983)¹⁹⁾ も同様な報告をしている。また、草野ら (1985)²⁰⁾ は超音波振動による根管拡大が有用であると報告している。しかし、15% EDTA 液を根管に満した状態で根管拡大を行い、ブローチ線栓で10%次亜塩素酸ナトリウム液と3%過酸化水素水の交互洗浄を行ったにもかかわらず、根中央部から根尖部にかけ dentin mud が存在し、清掃効果は不十分であった。

このことについて、使用した根管清掃剤の量と作用時間の関係が大きいのではないと思われる。即ち、柴田 (1981)²¹⁾ は家兎の腹膜を使用した実験で、5%、10%次亜塩素酸ナトリウムは20～30分で試片を溶解したと報告し、二本ら (1980)²²⁾ は10%次亜塩素酸ナトリウム溶液と1.5%過酸化水素水を使用し、それぞれ10分間ずつ応用して根管清掃効果において優れた成績を示し、不良例は見出されなかったと述べ、仲松 (1984)²³⁾ は家兎の腹壁の皮下組織を使用した実験で、5%次亜塩素酸ナトリウム溶液50ml 中に浸漬した試片は5分後すでに43.

8%溶解し、30分値では更に87.5%と減少し、試料原形はほとんど認められなかったと報告している。

著者らの実験に使用した線栓に含まれる根管清掃剤の量は、宗ら (1980)²⁴⁾ によれば約7～15 μ l で、根管の内容積は Stewart (1948)²⁵⁾ によれば約9～41 μ l である。根管消毒剤を綿栓に貼布して根管内に挿入するには、綿栓に含まれる量が約7～15 μ l で適当な量と思われるが、根管の清掃に関しては、綿栓に含まれる量および根管内に満された量では不十分と思われる。また、根管内に挿入している綿栓の時間は5～10秒間であり、直ちに3%過酸化水素水をつけた綿栓で交互洗浄するので、次亜塩素酸ナトリウム溶液が根管内にとどまる時間は非常に少ない。その結果、根管の清掃が不十分となったと考えられる。それ故、次回より器械的拡大と化学的拡大 (清掃) を併用して、根管拡大、清掃がより完全になるように実験を進めていく考えである。

結 論

根管未処置のヒト永久上顎前歯の抜去歯を使用し、根管内に根管清掃剤 (10%次亜塩素酸ナトリウム液、15% EDTA 液) を満した状態で、リーマーおよびKファイルによる根管拡大、形成を行った。その後、綿栓を使用して10%次亜塩素酸ナトリウム液と3%過酸化水素水の交互洗浄を行った後の根管内壁面を SEM により観察を行い、次の結論を得た。

1. リーマーとKファイルの2者の間には根管拡大効果に差はなかった。
2. 10%次亜塩素酸ナトリウム液と15% EDTA 液を使用した効果は根管の歯冠側 $\frac{1}{3}$ だけにあった。
3. 根管清掃効果を高めるには EDTA、次亜塩素酸ナトリウム、過酸化水素水の多量使用が必要と考えられる。

引 用 文 献

- 1) 宗 洋一郎・田原準郎・日高理智・久保田浩三・安元和雄・山本博武：根管拡大清掃後の根管内壁面の走査電顕的研究 (第1報)。九州歯会誌 39 (6)：847—852, 1985。
- 2) Gutierrez, J.H. and Garcia, J.: Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg.* 25:108—116, 1968.
- 3) 宗 洋一郎・田原準郎・日高理智・久保田浩三・山本博武：根管拡大清掃後の根管内壁面の走査電顕的研究 (第2報)。九州歯会誌 40 (3)：677—685, 1986。
- 4) 奥田教武：根管の器械的拡大に関する実験的研究。歯科医学 36 (3)：291—316, 1973。
- 5) 三木慶彦・瀧口喜郎・尾本儀一・梶原孝彦・矢追雅浩・上村正彦：根管形成による根管内壁面の走査型電子顕微鏡的観察。日歯保誌 21 (2)：161—171, 1978。

- 6) 真方貴生・岡本 明・子田晃一・岩久正明：根管拡大および形成状態を連続的に観察するための根管内レプリカ法. 日歯保誌 28 (3) : 1016—1025, 1985.
- 7) Stephen, R.D., Stephan, M.B. and Goldman, M. : The morphology of the prepared root canal : A study utilizing injectable silicone. *Oral Surg.* 34 : 642—648, 1972.
- 8) 浅井康宏・伊藤彰人・岡田 孝・島 秀一・秋葉貢司・近藤祥弘・羽田 亮・前川成男・見明 清：根管処置に関する実験的研究，特に走査型電子顕微鏡による 根管清掃状態の 基礎的検討 (第1報). 日歯保誌 21 (3) : 244—252, 1978.
- 9) 小澤寿子・松浦 均・細矢哲康・橋本慶太・榊原謙一・滝沢 久・中村治郎：根管拡大清掃後の根尖部根管内壁面の走査電顕的観察—各種根管清掃方法による検討—. 日歯保誌 27 (1) : 173—180, 1984.
- 10) 菅井利行：根管清掃剤の有機質溶解効果に関する研究—特に次亜塩素酸ナトリウムの濃度の減少と髓腔各部の溶解効果について—. 日歯保誌 28 (1) : 60—68, 1985.
- 11) 沢田 昭：根管の化学的拡大，清掃にたいする 2, 3 の薬剤についての 実験的研究. 歯科医学 36 (2) : 169—186, 1973.
- 12) 河合良計：根管清掃剤の有機質溶解効果に関する研究 2. とくに感染根管壁および抜髄根管壁の走査電顕的観察. 日歯保誌 26 (1) : 156—165, 1983.
- 13) 浅井勝久・佐橋永吉・藤田豪俊・中里博泰・堀場直樹・山口正孝・中村 洋：次亜塩素酸ナトリウムの有機質溶解に関する研究 2. 牛歯髓，牛歯肉および象牙細粉. 日歯保誌 28 (2) : 784—790, 1985.
- 14) 小森規雄：根管清掃剤の有機質溶解効果に関する研究 1. とくに歯髓腔壁の走査電顕的観察. 日歯保誌 24 (1) : 132—143, 1981.
- 15) Rubin, L.M., Skobe, Z., Krakow, A.A. and Gron, P. : The effect of instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy: a scanning electron microscope study. *J.Endo.* 5 : 328—335, 1979.
- 16) 小澤寿子・東野あさみ・今村俊彦・金井克樹・楠 雅博・新井 高・中村治郎：根管拡大清掃後の根管内壁面の走査電顕的研究—根中央部と根尖部との比較—. 日歯保誌 25 (1) : 148—157, 1982.
- 17) Goldman, L.B., Goldman, M., Kronman, J.H. and Lin, P.S. : The efficacy of several irrigating solutions for endodontics : A scanning electron microscopic study. *Oral Surg.* 52 : 197—204, 1981.
- 18) White, R.R., Goldman, M. and Lin, P.S. : The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J.Endo.* 10 : 558—562, 1984.
- 19) Yamada, R.S., Armas, A., Goldman, M. and Lin, P.S. : A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions : part 3. *J. Endo.* 9 : 137—142, 1983.
- 20) 草野保之・斉藤裕志・村上直美・鈴木哲男・石橋真澄：超音波振動による根管の拡大・清掃に関する研究. 日歯保誌 28 (3) : 973—979, 1985.
- 21) 柴田芳樹：根管清掃拡大剤の有機質溶解効果に関する研究. 日歯保誌 24 (2) : 124—131, 1981.
- 22) 二木昇人・黒田政俊・神田 茂・富田義浩・河村敏子・中村靖夫・浅井康宏：各種根管処置剤の効果の比較に関する実験的研究. 歯科学報 80 (3) : 487—495, 1980.
- 23) 仲松政美：根管清掃剤の有機質溶解効果に関する研究—とくにクロラミンTの濃度と溶解時間の影響について—. 日歯保誌 27 (1) : 50—59, 1984.
- 24) 宗 洋一郎・吉田美穂子：根管治療用綿栓およびペーパーポイントに含まれる薬液量について. 村上研究所報 5 : 6—8, 1980.
- 25) Stewart, G.G. : Determination of the approximate volumes of medication used in endodontic treatment. *J.D. Res.* 27 (1) : 24—26, 1948.