原 著

歯肉縁下用エアスケーラーチップの到達度および除去率に関する研究

— 手用スケーラーとの比較 (模型上における検討) —

荒川今日子 伊藤正満 吉成伸夫
 川瀬仁史 三谷章雄 松岡成範
 杉石 晋 尾藤 睦 野口俊英

愛知学院大学歯学部歯科保存学第三講座
 (2004 年 1 月 17 日受理)

Range and Percentage of Paint Removed by Air Scaler in Subgingival Scaling and Root Planing Using a Teaching Model vs Curettes

Kyoko Arakawa, Masamitsu Ito, Nobuo Yoshinari,
 Hitoshi Kawase, Akio Mitani, Masanori Matsuoka,
 Shin Sugiishi, Boku Bito and Toshihide Noguchi

Department of Periodontology, School of Dentistry, Aichi Gakuin University
 Accepted for publication 17 January 2004

We compared the range and percentage of paint removed by air scaler, in subgingival scaling and root planing with curettes using a teaching model.

The roots of removable teeth were uniformly coated with a paint layer and the model attached to a mannequin. Mechanical instrumentation was performed using the SONICflex® LUX 2000 L (Kavo EWL, Germany) air scaler with a SONICflex® paro tip compared to Gracy curettes (Mini-five®, Hu-Friedy, U. S.A.). Teeth examined were lower left, right central, and lateral incisors, upper left first premolar, and lower left second molar. Subjects were 20 operators equally divided into an amateur group (<1 year of periodontal practice) and a professional group (≥8 years of periodontal practice). Instrumented areas were analyzed to assess the range and percentage of paint removed by a computerized image analysis and compared for 2 types of instrumentation and 2 operator's groups.

In the amateur group, the range reached by the air scaler was deeper than that of the curette for almost all aspects of examined teeth and among professionals, deeper for all aspects. The lingual aspect of the upper left first premolar and the distal aspect of the lower left second molar was significant ($p < 0.01$).

The percentage of paint removed by curettes was the same and/or greater than that by the air scaler in both groups on lower incisors and the upper left premolar. However, on the lower left second molar, the percentage of paint removed by the air scaler was greater than that by curettes. The distal aspect in the

連絡先：荒川今日子

〒464-8651 名古屋市千種区末盛通 2-11 歯科保存学第三講座

Kyoko Arakawa

Department of Periodontology, school of Dentistry, Aichi-gakuin University

2-11, Suemori-dori, Chikusa-ku, Nagoya 464-8651, Japan

E-mail nobi@dpc.aichi-gakuin.ac.jp

professional group was significant ($p < 0.01$).

The range in the professional group was deeper than that in the amateur group for almost all aspects of teeth.

The percentage of paint removed in the professional group was greater than that in the amateur group for all aspects.

The range reached by air scalers was deeper than that by curettes. For aspects with deep intrabody defects, both the range and percentage of paint removed by air scalers were superior to those by curettes.

Air scaler technique was appeared difficult for the amateur group, suggesting the need for greater practice to achieve instrumentation effectiveness. J Jpn Soc Periodontol, 46: 20~30, 2004.

Key words : scaling and root planing, air scaler, range of paint removed, percentage of paint removed, years of practice

要旨 : エアスケーラーによる歯肉縁下のスケーリング, ルートプレーニングの有効性を知る一助として, その到達度, 除去率について模型上にて手用スケーラーと比較検討した。

人工着色剤 (ポスカ®, 三菱鉛筆株式会社, 日本) を着脱可能な人工歯の歯根面に塗布し, マネキンに装着した学生実習模型 P 15 D-AC 22 (株式会社ニッシン, 日本) を使用して, スケーリング, ルートプレーニングを施行した。エアスケーラーには歯肉縁下用エアスケーラーチップの SONICflex® paro (Kavo EWL, Germany) を装着したエアスケーラー SONICflex® LUX 2000 L (Kavo EWL, Germany) (以下, エアスケーラー) を使用し, 手用スケーラーと比較検討した。手用スケーラーはグレーシーキュレットのミニファイブ® (Hu-Friedy, U.S.A.) (以下, キュレット) を使用した。被験部位は, 下顎左右中切歯, 側切歯, 上顎左側第一小臼歯, 下顎左側第二大臼歯の 6 歯を選択した。術者は, 当講座に入局後, 臨床経験年数が 1 年未満の 10 名を初心者群, 臨床経験年数が 8 年以上の 10 名を経験者群とした。到達度および除去率は, 人工着色剤除去部分に対するコンピューター上の画像解析により算出し, 器具別, 術者の経験年数別に比較した。

器具別による到達度の比較では, 初心者群のほとんど全ての被験歯根面においてキュレットと比較して, エアスケーラーの方が到達度が深かった。経験者群では全ての被験歯根面でエアスケーラーの方が到達度が深く, 上顎左側第一小臼歯口蓋側面と下顎左側第二大臼歯遠心面においては統計学的に有意な差が認められた ($p < 0.01$)。

器具別による除去率の比較では, 初心者群, 経験者群ともにキュレットと同程度か, キュレットの方が除去率が高かった。しかしながら, 下顎左側第二大臼歯においては, ほとんど全ての歯根面においてエアスケーラーの方が除去率が高く, 経験者群の遠心面で統計学的に有意な差が認められた ($p < 0.01$)。

経験年数別による到達度の比較では, ほとんど全ての被験歯根面で経験者群の方が深かった。経験年数別による除去率の比較では, 全ての被験歯根面において経験者群が初心者群より除去率は高かった。

以上のように, 今回使用したエアスケーラーチップは到達度の深いことが確認された。さらに, 下顎左側第二大臼歯遠心面のように深い骨内欠損を有する部位においては, エアスケーラーの方がキュレットより到達度・除去率ともに高く有効であった。経験年数別による比較で, エアスケーラーが到達度・除去率ともに初心者群が経験者群より低かったことから, エアスケーラーは初心者にとって易しい手技ではなく, 充分な訓練の必要があると思われた。

索引用語 : スケーリング・ルートプレーニング, エアスケーラー, 到達度, 除去率, 臨床経験

緒 言

スケーリング・ルートプレーニング (SRP) は, 歯肉縁下の歯周ポケット内から細菌を減少させ¹⁻⁴⁾, 変性, 壊死したセメント質を除去し, 歯肉の炎症消退をはかることである。よって, 歯肉と歯根面との付着

を期待する手段として, 歯周初期基本治療の中で現在もっとも重要である⁵⁾。SRP 後に歯肉に炎症が残存している場合の多くは, 不完全な SRP の結果であり, 歯周初期基本治療におよぼす影響は大きい⁶⁾。しかし, 深い歯周ポケットにおける SRP の困難性が報告されており⁷⁻¹¹⁾, その操作に熟練を要することも知られている¹²⁾。

近年，歯肉縁下歯周ポケットに使用可能なエアスケーラーのチップが数種類開発されており，その有効性が期待されている^{30-34,43,44,46)}。歯肉縁下のSRPがエアスケーラーで可能になれば，患者，術者ともに疲労は少なく，従来より簡便に操作できると思われる。そこで本研究では，新しく開発された歯肉縁下用エアスケーラーチップの有効性を調べる一助として，愛知学院大学歯学部歯周病学基礎実習で使用している学生実習用模型を用いてエアスケーラー，キュレットによるSRPを施行し，器具別，臨床経験年数別にエアスケーラーの到達度および除去率を，手用スケーラーと比較検討した。

材料と方法

1. 実験材料

今回研究に使用した模型は，愛知学院大学歯学部歯周病学基礎実習に使用している，多様な歯槽骨欠損と歯周ポケットを有する，ラバー歯肉付きプラスチック歯牙模型 (P 15 D-AC 22, 株式会社ニッシン，日本) であった。

被験部位は，村木らの報告¹³⁾において，除去率および到達度において，器具別，経験年数別ともに統計学的に有意な差が認められ，操作難易度の高い，下顎左右中切歯，側切歯，上顎左側第一小臼歯，下顎左側第二大臼歯の6歯を選択した。模型上に付与された想定歯周ポケットの深さを表1に示す。

人工歯の歯根面（セメント-エナメル境から人工歯底部まで）に，罹患歯根面を想定して人工着色剤（ポスカ[®]，三菱鉛筆株式会社，日本）を塗布し，模型に戻した後，ファントームにセットし，ラバーマスクを装着した。術者あたり，前述の6歯にエアスケーラーとキュレットでそれぞれ2回ずつ，計12歯にSRPを行った。

エアスケーラーは，歯肉縁下用チップであるSONICflex[®] paro (Kavo EWL, Germany) を装着したエアスケーラーSONICflex[®] LUX 2000 L (Kavo EWL, Germany) (エアスケーラー) を用いた。手用スケーラーは，各部位に適したグレーシーキュレットスケーラーのミニファイブ[®] (Hu-Friedy, U.S.A.) (キュレット) を用い，被験歯の各歯面に適したスケーラーを5種類 (1/2, 5/6, 7/8, 11/12, 13/14)

表1 模型上に付与された想定歯周ポケットの深さ

舌 側												
骨内欠損	+		+	+			+		+	+		+
AL	8	7	7	7	6	8	7	6	8	6	5	7
PD	8	7	7	7	6	8	7	6	8	6	5	7
	2			1			1			2		
PD	9	8	9	8	8	8	8	7	8	9	7	6
AL	9	8	9	8	8	8	8	7	8	9	7	6
骨内欠損	+		+						+			+
唇 側												
頬 側				舌 側								
骨内欠損				骨内欠損	+	+	+					
AL	6	5	5	AL	6	6	8					
PD	6	5	5	PD	3	2	6					
	4				7							
PD	5	4	5	PD	4	4	5					
AL	5	4	5	AL	7	6	7					
骨内欠損				骨内欠損	+	+	+					
口蓋側				頬 側

図 1 各種スケーラー

から術者が最適なものを選択し使用した (図 1)。

エアスケーラーによるルートプレーニング操作は、遠心側面、近心側面、唇・頬側面、舌・口蓋側面の 4 歯面に対しそれぞれ 30 秒間行った。スケーラーの操作方法は、各 4 歯面に対し、歯軸方向に 10 ストロークずつ行った。

術者は、愛知学院大学歯学部歯科保存学第三講座の臨床経験年数 1 年未満の歯科医師 10 名 (初心者群) と、臨床経験年数 8 年以上の歯科医師 10 名 (経験者群) の計 20 名とした。

2. 計測方法

SRP 終了後、人工歯を模型から取り外し、1 歯を遠心側面、近心側面、唇・頬側面、舌・口蓋側面の 4 面に分け、下記の方法にて計測を行った。すなわち、人工歯を実体顕微鏡 (SZ-H®, OLYMPUS, 東京) のステージに固定し、その後、パーソナルコンピューター (Power-Macintosh® 7600/200, Apple, U.S.A.) に倍率 7.5 倍でデジタル画像として取り込み計測した。その際、同じ被験歯はユーティリティークラスにて同一方向、同一角度で固定した。その後、取り込んだデジタル画像を画像解析ソフト (Mac-SCOPE®, 三谷商事, 福井) により人工着色材除去部分に対する解析を行った。なお、下顎前歯部では、操作部位により遠心側面、近心側面は、患者側から向かって人工歯の右側面、左側面とし、その評価法においては、下顎左側側切歯から下顎右側側切歯の 4 歯の平均値を用いた。

3. 評価方法

1) 器具の到達度 (図 2)

各器具のポケット底方向への到達度は、図 2 に示すようにセメント-エナメル境から人工着色材除去部分の最深部への歯軸と平行な距離を測定した。

2) 人工着色材除去率 (図 3)

各歯面により歯根面の面積が異なるため、図 3 に示すように歯槽骨縁とセメント-エナメル境に囲まれた面積を 100% とし、人工着色材除去率を求めた。

4. 統計学的検定

得られた数値の統計学的検定は、repeated ANOVA の Tukey-Kramer を使用して行い、5% および 1% の危険率をもって統計学的に有意とした。すべての統計処理は、統計ソフト (SPSS®, SPSS Inc., U.S.A.) を使用して行った。

結 果

1. 器具別の結果

1) 到達度について (図 4-a, b, c)

下顎前歯部における到達度を図 4-a に示す。器具別到達度は、経験者群、初心者群とも、全歯面においてエアスケーラーの方が到達度が深く、初心者群の舌側面でキュレットと統計学的に有意な差が認められた ($p < 0.05$)。

上顎左側第一小臼歯における到達度を図 4-b に示す。経験者群、初心者群とも、初心者群の近心面と頬側面以外の歯面でキュレットよりエアスケーラーの方が到達度が深く、経験者群の口蓋側面で統計学的に有

意な差が認められた ($p<0.01$)。

下顎左側第二大臼歯における到達度を図4-cに示す。経験者群、初心者群とも全歯面において、エアスケラーの方が到達度が深く、経験者群の遠心面で統計学的に有意な差が認められた ($p<0.01$)。以上のように、ほとんどの被験歯根面でエアスケラーの方がキュレットより到達度は深かった。

2) 除去率について (図5-a, b, c)

下顎前歯部における除去率を図5-aに示す。経験者群、初心者群とも、舌側面以外の歯面においてエアスケラーよりキュレットの方が除去率が高く、初心者群の左側面で統計学的に有意な差が認められた ($p<0.01$)。

上顎左側第一小臼歯における除去率を図5-bに示す。経験者群の口蓋側面以外の歯面でキュレットの方が除去率が高く、経験者群の遠心面と初心者群の近心面で統計学的に有意な差が認められた ($p<0.05$)。

下顎左側第二大臼歯における除去率を図5-cに示す。初心者群の遠心面以外の歯面において、経験者群、初心者群とも、到達度と同様、キュレットよりエアスケラーの方が除去率が高く、経験者群の遠心面で統計学的に有意な差が認められた ($p<0.01$)。

図2 器具の到達度

2. 経験年数別の結果

1) 到達度について (図4-a, b, c)

経験年数別による下顎前歯部における到達度 (図4-a) は、全被験歯根面においてエアスケラー、キュレットとも、初心者群より経験者群の方が深く、エアスケラーの右側面と左側面で統計学的に有意な差が認められた ($p<0.05$)。

上顎左側第一小臼歯における到達度は、キュレットの近心面と口蓋側面以外の歯面で、エアスケラー、キュレットとも、初心者群より経験者群の方が深かった。

下顎左側第二大臼歯における到達度は、全歯面においてエアスケラー、キュレットとも、初心者群より経験者群の方が深かった。

2) 除去率について (図5-a, b, c)

下顎前歯部において全被験歯根面でエアスケラー、キュレットとも、初心者群より経験者群の方が除去率が高く、左側面、頬側面、舌側面におけるエアスケラーおよび右側面、頬側面におけるキュレット ($p<0.01$)、右側面におけるエアスケラー、左側面におけるキュレットで統計学的に有意な差が認められた ($p<0.05$)。

上顎左側第一小臼歯においては、エアスケラー、キュレットとも初心者群より経験者群の方が除去率が高かったが、統計学的に有意な差は認められなかった。

下顎左側第二大臼歯において、全歯面においてエアスケラー、キュレットとも、経験者群の方が除去率が高く、エアスケラーの遠心面と舌側面 ($p<0.01$)、エアスケラーの頬側面で統計学的に有意な差が認められた ($p<0.05$)。

図3 人工着色剤除去率

図 4-a 下顎前歯部到達度

図 4-b 上顎左側第一小臼歯到達度

図 4-c 下顎左側第二大臼歯到達度

考 察

歯周病の病因論は古くから議論されており、それにとともに、歯周治療の概念も変化してきた。また、歯周治療に使用される器具の効果についても数多く報告されている。すなわち、1960年代に、歯周病がプラーク中の細菌により発症することが明らかとなった¹⁴⁾。この時代から、歯肉縁上歯石およびプラークの

除去効果において、キュレットと超音波スケーラーは同等の効果が報告されている^{15,16)}。1970年代には歯肉縁下に対する概念が明確になり、エンドトキシン等の毒素が露出セメント質の奥深くまで侵入しているとしているものが多く¹⁷⁾、汚染歯根面の徹底的な除去の必要性を報告している^{18~21)}。このような時代背景において、Wilkinsonらは、徹底的な罹患歯根面の除去において、キュレットの方が超音波スケーラーより効果的であると報告している^{21~24)}。しかし、1990年代になり、歯周病罹患歯根面に浸透している細菌由来のエンドトキシンについての検出感度の上昇にともない、詳細な報告がされてきた。すなわち、小田は、エンドトキシンは露出歯根面の表層から30 μm 以内に局在していると報告しており²⁵⁾、大島はエンドトキシンに限らず、露出セメント質中の細胞増殖抑制物質は、セメント質の表層20 μm 以内にのみ存在することを報告している²⁶⁾。さらに、Smartらは、エンドトキシンは、セメント質や歯石表層のみに存在し、洗浄等によっても除去可能であると報告している^{27,28)}。さらに、Chiewらによりキュレットと超音波スケーラーが歯根面のエンドトキシン除去について同等に効果的であるという研究が報告されている²⁹⁾。以上のことから、現在ではエンドトキシンはセメント質内の深くまで浸透しておらず、エアスケーラーをはじめとする機械器具でも、キュレットと同様に、SRPの目的を果たすことは可能ではないかと考えられている。

現在、日常臨床のSRPはキュレット、エアスケーラー、超音波スケーラーなどによって行われている

図 5-a 下顎前歯部除去率

図 5-b 上顎左側第一小臼歯除去率

図 5-c 下顎左側第二大臼歯除去率

が、歯肉縁下の SRP は主としてキュレットで行われており、超音波やエスケーラーなどの機械器具は、大まかな歯肉縁上歯石や着色の除去に適応するものとして認識されている。しかし、歯肉縁下のスケリングに適応する超音波スケーラー用チップの改良が進め

られており、その応用が期待されてきている。すなわち、Kawanami らは、細くて幅の狭い超音波スケーラーのチップは、深い歯周ポケット底に到達しやすく^{30,31}、プラーク除去効果もすぐれているため、SRPのためのチェアタイムを著しく短縮できると報告している³²。また、藤川らは、人工歯を用いた模型上の実験において、マニキュア除去率、深部到達距離、水平到達距離を評価し、超音波スケーラーはキュレットとほぼ同等の結果を示し、特に根分岐部用にデザインされたチップを使用した場合、超音波スケーラーはキュレットと比較して統計学的に有意にすぐれた結果を得られたと報告している³³。さらに藤川らは、抜去歯および予後不良歯を用いた研究において、超音波スケーラーはキュレットと同様の歯石除去効果を示し、根分岐部に対しても、同様に超音波スケーラーの有効性を報告し、臨床的な立場からの検討を加えている³⁴。しかし、人工歯を用いた研究において、Otero-Cagide と Long は、キュレットの方が超音波スケーラーより、歯根面の付着物の除去効果において著しくすぐれていると報告している³⁵。以上のように機械器具における歯肉縁下 SRP に対する有効性についての見解の一致は得られておらず、また、エスケーラーチップを歯肉縁下の SRP に応用した報告はみあたらない。

人工歯を用いたスケーラーの有効性の検討について、我々は以前、代表的なキュレットである 3 種のグレースーキュレット (オリジナル, アフターファイ

ブ、ミニファイブ)を比較検討した結果、ミニファイブが有効であることを報告した¹³⁾。今回はその実験系を用い、エアスケーラーの歯肉縁下での有効性を評価するための研究として、深い歯周ポケットや根分岐部への到達性を考慮し新しく開発された、歯肉縁下用エアスケーラーチップを使用し、その到達度と除去率について手用スケーラーの中で有効性の高い、ミニファイブと比較検討することにした。

本研究では、SRPの有効性に関する評価方法として、現在までの研究と比較を容易にするために、到達度と除去率を評価方法として用い、機械器具にはエアスケーラーを用いた。今後、超音波スケーラーなどの各種機械器具の基礎データが集まり次第、Chanらの行ったような抜去予定歯を用いた、より臨床的な評価³⁶⁾も行っていく予定である。

また、エアスケーラーの施行時間に関しては以下のように設定した。すなわち、マネキンに装着した人工歯の歯根面に対し、エアスケーラーで30秒、60秒、90秒間SRPを行い、人工着色剤の除去程度、歯根面損傷程度をそれぞれ観察した。その中で、30秒間エアスケーラーによるSRPを施行した歯根面は、キュレット10ストロークに要する時間および人工着色剤の除去程度と同程度であった。60秒、90秒間エアスケーラーにてSRPを施行した歯根面は人工着色剤の除去程度は良いが、肉眼的な歯根面損傷程度がかなり大きく歯根面に深い溝を形成するものもあり臨床的に問題があると思われた。そこで、今回はエアスケーラーの施行時間を30秒間に設定した。

今回の実験で得られたエアスケーラーとキュレットの差異について、到達度はエアスケーラーが深く、その逆に除去率はキュレットの方が高かった。これは、エアスケーラーのチップの先端の幅が、キュレットの刃部よりも細く、かつ形態が直線的なため、キュレットよりも深い歯周ポケット底部まで挿入しやすかったためと思われた。しかし、スケーラー刃部の歯根面への適合を考えると、エアスケーラーよりキュレットの方がすぐれており、除去率はキュレットの方が高かったと思われる。

上顎左側第一小臼歯の除去率においても、経験者群の口蓋側面以外において、キュレットの方が除去率が高かった。その中で、経験者群は遠心面において、また初心者群は近心面において、エアスケーラーに比べキュレットの方が有意に除去率が高かった(図5-b)。この部位は横断面で近心側面、遠心側面が陥凹しているため、スケーラーの刃部と歯根面との十分な適合が困難と考えられ、他部位に比べ、キュレットによる到達度、除去率ともに低いことが知られている。

村木ら¹³⁾は、上顎第一小臼歯と第二小臼歯の遠心面の除去率において、経験者群、初心者群とも、後者が前者よりも低かったと報告している。

歯の解剖学的形態がSRPに及ぼす影響について、臼歯の根分岐部ではSRPの効果が低いことが多く報告されている³⁷⁻³⁹⁾。また宮下¹⁰⁾は頬側面では大臼歯歯根中央部の凹みの部分とポケット底に近い部分での取り残しが認められると報告している。

今回我々はこのようなキュレットによるSRP効果が低い部位に対して、エアスケーラーの効果を期待していたが、そのような結果は得られなかった。これは、今回使用した模型の解剖学的歯間部の幅が狭く、さらにエアスケーラーのチップの形態が直線的で、歯根の陥凹部に適合させるのが困難であったことも原因の一つとして考えられた。

しかし、下顎前歯部舌側面においては、キュレットよりエアスケーラーの方が除去率が高かった。これは下顎前歯部の歯根の幅径が非常に細く、また今回の研究で使用した模型歯肉のラバーのテンションが強かったため、幅の広いキュレットの刃部を挿入しにくく、適合も困難であったことが今回の結果の要因の一つとして考えられた。宮下¹⁰⁾は器具の到達度を知る目的で、顎模型に3mmと5mmの深さの歯周ポケットを形成してグレイシー型キュレットを用いてルートブレーニングを行った。結果、舌側面や遠心側面では、唇側面や近心側面に比べて、またポケットの深さが深い程、同一時間内では器具の操作性、到達性が悪かったと報告している。また、村木らは下顎前歯部舌側面においては他の面に比べて除去率が低い値であったと報告しており¹³⁾、舌側面で除去率が低い点で本研究と一致している。

また、下顎左側第二大臼歯遠心面においては、経験者群でキュレットに比べ、エアスケーラーの到達度、除去率ともに高かった(図4-c, 5-c)。これは、深い骨縁下ポケットを有し、スケーラーの挿入角度や、歯肉縁下ポケット内に露出した歯根面形態を予想するのが非常に困難な部位に対して、経験者群はそれらを十分理解し、エアスケーラーチップの特性を有利に使用できたためと思われた。しかし、初心者群においては、エアスケーラーとキュレットに有意な差は認められず、経験者群に比べると両操作において有効に操作できていなかったと思われた。以上のことから、下顎前歯部の右側面、左側面、頬側面のような単純で平面的な歯根形態を有し、器具を挿入し易い部位においてはキュレットが有効であることが分かった。MoskowとBressmanはキュレットの方が効果的であると報告している⁴⁰⁾。一方、近年では、エアスケーラーを歯

図6 下顎左側第二大臼歯遠心面における骨縁下ポケットに対する各器具の到達度

図7 下顎左側第二大臼歯遠心面における各器具のルートプレーニング効果

肉縁下に適応させるために、新しいチップの形態、シャンクの長さなどが開発されており、根分岐部や歯根陥凹部、深い歯周ポケット底まで到達できるよう、様々な配慮がなされている。しかし、歯根の陥凹部などでも、スケーラー刃部が適合するような、チップの形態のさらなる改良が今後、必要であると考えられた。さらに、下顎左側第二大臼歯遠心面のような深い骨縁下欠損を有し、キュレットによる到達性が非常に困難と思われる部位に対しては、エアスケーラーのSRP効果が期待できると思われた(図6, 7)。しかし、初心者においては、有意な差は認められなかったことより、エアスケーラーは初心者にとって容易に操作できる器具ではないと考えられた。また、術者は、歯肉縁下SRP時に、歯根の隅角部、發育溝、根分岐部など膨隆部や陥凹部を予測することが重要であり^{10,37-39,41)}、歯根面の解剖学的形態を十分理解する必要があるが、初心者においては十分に予測できなかったと考えられた。よって、骨欠損の状態、施術部位を考慮し、器具をより有効に使用できるよう、初心者は、熟練と経験が必要であることも示唆された。

超音波スケーラーを使用した場合の歯根面損傷程度について多く報告されている。超音波スケーラーを使用しても歯根面に対する損傷は少ないという報告もあるが^{42,43)}、一般的に、超音波スケーラーは歯根面に対し粗造な面をつくりやすいと報告しているものが多い。DragooやBusslingerらは、超音波スケーラーはキュレットと比較して、同等の歯石除去効果を有し、超音波スケーラーを使用した方が滑沢な歯根面がえられたと報告している^{44,45)}。一方で、Wilkinsonらはキュレットの方が超音波スケーラーより歯根面が滑沢になると報告しており²²⁻²⁴⁾、超音波スケーラーを使用した場合、陥凹部や粗造な歯根面を形成しやすく、それによって細菌性プラークの付着を容易にするという報告している。

しかし、臨床的には超音波スケーリングによって作り出された歯根面の粗造は、プラーク指数や歯肉の炎

症とは関係がないとRosenbergとAshは報告しており⁴⁶⁾、Jacobsonらは器具の圧、接触時間、器具先端の形態や角度、歯根面に対する角度、作業端の鋭利度、ストローク回数等の多くの因子を併せて考えると、中等度のパワーで超音波スケーラーを使用した場合、キュレットより損傷が少ないと報告している⁴⁷⁾。

今回の研究では人工歯の歯根面の損傷度については考慮しなかったが、上述の超音波スケーラーとは異なり、今回使用したエアスケーラーは振動数が少ないため、歯根面の損傷度は軽度であると思われた。しかしながら、スケーリング後の人工歯の歯根面を観察すると、術者間、また歯面の違いにより損傷度は様々であった。なかでもエアスケーラーによる下顎前歯部の近、遠心面においてはチップの挿入が困難であったと思われ、肉眼的な損傷が多く認められた。これらのことについては、模型上の人工歯肉のテンションや歯周ポケットの深さを変化させ、他の機械器具との比較、チップの形状による差異など、より臨床的な研究を検討していく予定である。

さらに、基礎データが集まり次第、抜去予定歯と他の超音波スケーラーも加えて使用するなどし、臨床データも合わせて収集分析していく予定である。

本論文の要旨は、第46回春季日本歯周病学会学術大会(2003年4月26日、東京)において発表した。

文 献

- 1) Listgarten MA, Lindhe J, Hellden L: Effect of tetracycline and/or scaling on human periodontal disease. Clinical, microbiological, and histological observations. J Clin Periodontol, 5: 246-271, 1978.
- 2) Mousques T, Listgarten MA, Phillips RW: Effect of scaling and root planing on the composition of the human subgingival microbial flora. J Periodont Res, 15: 144-151, 1980.

- 3) Slots J, Mashimo P, Levine MJ, Genco RJ : Periodontal therapy in humans. I. Microbiological and clinical effects of a single course of periodontal scaling and root planing, and of adjunctive tetracycline therapy. *J Periodontol*, 50 : 495-509, 1979.
- 4) Syed SA, Morrison EC, Loesch WJ, Ramfjord SP : The bacterial flora of treated periodontal pockets. *J Dent Res*, 59(special issue B) : Abstract no 76, 1980.
- 5) Syed SA, Morrison EC, Lang NP : Effect of repeated scaling and root planing and/or controlled oral hygiene on the periodontal attachment level and pocket depths in beagle dogs. II. Bacteriological findings. *J Periodont Res*, 17 : 219-225, 1982.
- 6) Caffesse RG : 山岡 昭 (監訳) : 歯周治療この10年のあゆみ, 書林, 1980, 873-891.
- 7) Waerhaug J : Healing of the dento-epithelial junction following subgingival plaque control. II : As observed on extracted teeth. *J Periodontol*, 49 : 119-134, 1978.
- 8) Stambaugh RV, Dragoo M, Smith DM, Carasali L : The limits of subgingival scaling. *Int J Periodont Rest Dent*, 1 : 30-41, 1981.
- 9) Rabbani GM, Ash MM, Caffesse RG : The effectiveness of subgingival scaling and root planing in calculus removal. *J Periodontol*, 52 : 119-123, 1981.
- 10) 宮下 元 : ルート・プレーニングと器具の到達性. 歯界展望, 60 : 1085-1096, 1982.
- 11) 松尾良平 : スケーリング, ルートプレーニングの歯肉縁下歯根面における器具操作の効果について. 日歯周誌, 25 : 80-97, 1983.
- 12) 山之内文彦, 穂積香子, 高田 剛, 田原 清, 星野康, 松江美代子, 松江一郎 : キュレット型スケーラーによる部位別の器具の到達性. 日歯周誌, 40(秋季特別号) : 89, 1998.
- 13) 村木 緑, 伊藤正満, 近藤富貴子, 向井順子, 松岡成範, 大口祐子, 吉成伸夫, 稲垣幸司, 加藤一夫, 中垣晴男, 野口俊英 : 3種のグレーシートタイプキュレットスケーラーの歯肉縁下スケーリングルートプレーニング時における有効性に対する模型上での検討. 日歯周誌, 43 : 361-373, 2001.
- 14) Löe H, Theilade E, Jensen SB : Experimental gingivitis in man. *J Periodontol*, 36 : 177-187, 1965.
- 15) Macdonald JB, Gibbons RJ, Socransky SS : Bacterial mechanisms in periodontal disease. *Ann NY Acad Sci*, 85 : 467-478, 1960.
- 16) Sweeney WT : Characteristics of ultrasonic vibrations. *J A D A*, 55 : 819-822, 1957.
- 17) Stende GW, Shaffer EM : A comparison of ultrasonic and hand scaling. *J Periodontol*, 32 : 312-314, 1961.
- 18) Aleo JJ, De Renzis FA, Farber PA, Varboncoeur AP : The presence and biologic activity of cementum-bound endotoxin. *J Periodontol*, 45 : 672-675, 1974.
- 19) Aleo JJ, De Renzis FA, Farber PA : In vitro attachment of human gingival fibroblasts to root surface. *J Periodontol*, 46 : 639-645, 1975.
- 20) Jones WA, O'Leary TJ : The effectiveness of in vivo root planing in removing bacterial endotoxin from the roots of periodontally involved teeth. *J Periodontol*, 49 : 337-342, 1978.
- 21) Nishimine D, O'Leary TJ : Hand instrumentation versus ultrasonics in the removal of endotoxins from root surfaces. *J Periodontol*, 50 : 345-349, 1979.
- 22) Wilkinson RF, Maybury JE : Scanning electron microscopy of the root surface following instrumentation. *J Periodontol*, 44 : 559-563, 1973.
- 23) Rosenberg RM, Ash MM Jr : The effect of root roughness on plaque accumulation and gingival inflammation. *J Periodontol*, 45 : 146-150, 1974.
- 24) Meyer K, Lie T : Root surface roughness in response to periodontal instrumentation studied by combined use of microroughness measurements and scanning electron microscopy. *J Clin Periodontol*, 4 : 77-91, 1977.
- 25) 小田 茂 : 歯周炎罹患歯における endotoxin の浸透程度について. 日歯周誌, 34 : 46-59, 1992.
- 26) 大島光宏 : 細胞培養法を用いたスケーリング・ルートプレーニングの効果に関する研究. 日歯周誌, 29 : 65-75, 1987.
- 27) Smart GJ, Wilson M, Davies EH, Kieser JB : The assessment of ultrasonic root surface debridement by determination of residual endotoxin levels. *J Clin Periodontol*, 17 : 174-178, 1990.
- 28) Hughes FJ, Smales FC : Immunohistochemical investigations of the presence and distribution of cementum-associated lipopolysaccharides in periodontal disease. *J Periodont Res*, 21 : 660-667, 1986.
- 29) Chiew SY, Wilson M, Davies EH, Kieser JB : Assessment of ultrasonic debridement of calculus-associated periodontally-involved root surfaces by the limulus amoebocyte lysate assay. An in vitro study. *J Clin Periodontol*, 18 : 240-244, 1991.
- 30) Kawanami M, Sugaya T, Kato S, Inuma K, Tate T, Hannan MA, Kato H : Efficacy of an ultrasonic scaler with a periodontal probe-type tip in

- deep periodontal pockets. *Adv Dent Res*, 2 : 405-410, 1988.
- 31) Copulos TA, Low SB, Walker CB, Trebilcock YY, Hefti AF : Comparative analysis between a modified ultrasonic tip and hand instruments on clinical parameters of periodontal disease. *J Periodontol*, 64 : 694-700, 1993.
- 32) Clifford LR, Needleman IG, Chan YK : Comparison of periodontal pocket penetration by conventional and microultrasonic inserts. *J Clin Periodontol*, 26 : 124-130, 1999.
- 33) 藤川謙次, 菅野直之, 戸村真一, 西方純一, 氏家久, 高橋健作 : 超音波スケーラーによる歯根面沈着物の除去に関する基礎的研究. *日歯周誌*, 32 : 792-799, 1990.
- 34) 藤川謙次, 荒井法行, 東風 功, 高野研一, 木村道孝, 鶴見義信, 小嶋太郎, 斎藤祐一, 村井正大 : 抜去歯, 予後不良歯の歯根面に対する手用および超音波スケーラーによるスケーリング操作の検討. *日歯周誌*, 33 : 129-137, 1991.
- 35) Otero-Cagide FJ, Long BA : Comparative in vitro effectiveness of closed root debridement with fine instruments on specific areas of mandibular first molar furcations. I. Root trunk and furcation entrance. *J Periodontol*, 68 : 1093-1097, 1997.
- 36) Chan YK, Needleman IG, Clifford LR : Comparison of four methods of assessing root surface debridement. *J Periodontol*, 71 : 385-393, 2000.
- 37) Nordland P, Garrett S, Kiger R, Vanooteghem R, Hutchens LH, Egelberg J : The effect of plaque control and root debridement in molar teeth. *J Clin Periodontol*, 14 : 231-236, 1987.
- 38) Kalkwarf KL, Kaldahl WB, Patil KD : Evaluation of furcation region response to periodontal therapy. *J Periodontol*, 59 : 794-804, 1988.
- 39) Loos B, Nylund K, Claffey N, Egelberg J : Clinical effects of root debridement in molar and non-molar teeth. A 2-year follow-up. *J Clin Periodontol*, 16 : 498-504, 1989.
- 40) Moskow BS, Bressman E : Cemental response to ultrasonic and hand instrumentation. *J Am Dent Assoc*, 68 : 698-703, 1964.
- 41) Lindhe J, Socransky SS, Nyman S, Haffajee A, Westfelt E : "Critical probing depths" in periodontal therapy. *J Clin Periodontol*, 9 : 323-336, 1982.
- 42) Garnick JJ, Dent J : A scanning Electron Micrographical Study of Root Surfaces and Subgingival Bacteria After Hand and Ultrasonic Instrumentation. *J Periodontol*, 60 : 441-447, 1989.
- 43) Jones SJ, Lozdan J, Boyde A : Tooth surfaces treated in situ with periodontal instruments. *Brit Dent J*, 32 : 57-64, 1972.
- 44) Dragoo MR : A clinical evaluation of hand and ultrasonic instruments on subgingival debridement. Part 1. With unmodified and modified ultrasonic inserts. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 12 : 310-323, 1992.
- 45) Busslinger A, Lampe K, Beuchat M, Lehmann : A comparative in vitro study of a magnetostrictive and a piezoelectric ultrasonic scaling instrument. *J Clin Periodontol*, 28 : 642-649, 2001.
- 46) Rosenberg RM, Ash MM Jr : The effect of root roughness on plaque accumulation and gingival inflammation. *J Periodontol*, 45 : 146-150, 1974.
- 47) Jacobson L, Blomlof J, Lindskog S : Root surface texture after different scaling modalities. *Scand J Dent Res*, 102 : 156-160, 1994.
-