スケーリング後の歯面研磨装置の応用について

増 田 晴 美 荒 井 法 行 清 水 伸
江 橋 真 一 伊 藤 公 一 村 井 正 大

日本大学歯学部歯周病学教室

(主任：村井正大教授)

(昭和62年6月16日受付)

In Vitro Study of the Effectiveness of the Air-Powder
Abrasive System to the Scaled Root Surfaces

Harumi MASUDA, Noriyuki ARAI, Shin SHIMIZU,
Shin-ichi EBASHI, Koichi ITO and Seidai MURAI

Department of Periodontology, Nihon University, School of Dentistry

(Chief : Prof. Seidai MURAI)

The purpose of this study was to investigate the effectiveness of the air-powder abrasive system (Quick-jet®, YOSHIDA Co.) to the scaled root surfaces *in vitro*. Scaled surfaces were treated with the Quick-jet with different time (for 3, 5, 10 and 20 seconds) and angle (60° and 90°). After treatment, the characteristics of surfaces were observed using scanning electron microscope (SEM) and the roughness was also measured.

The results of SEM observation indicated that the surfaces treated with angle of 90° were more smoother than those with angle of 60°. When this system used more than 10 seconds, the rugged characteristics of the surfaces were disappeared and also the dentin like structure were observed. There was the same tendency in the roughness measurement.

These results suggested that this system seem to represent the effectiveness similar to root planing.

Key words : Scaling, Air-powder abrasive system, Scanning electron microscopic observation, Roughness of root surfaces

要旨 : Air-powder abrasive system を、スケーリング後の歯面研磨に応用した場合の効果について *in vitro* で検討を行った。スケーリング後の歯面に、3秒、5秒、10秒、20秒間、チップの角度を60度、90度と変え噴射した。その影響をSEMにて観察し、あわせて表面粗さを測定した。その結果、SEM観察では、噴射角度については、60度噴射処理面よりも90度噴射処理面の方が表面の凹凸が小さく、噴射時間については、10秒以上の噴射では、表面の凹凸が不鮮明になり、象牙細管様構造も認められた。表面粗さは、時間が長くなるにしたがい小さくなり、60度噴射処理よりも90度噴射処理面の方が小さかった。本実験の結果、使用条件を考慮すれば、本装置は、スケーリング後のルートプレーニング的な役割を果たすことが示唆された。

索引用語 : スケーリング、歯面研磨装置、電子顕微鏡観察、歯根面粗さ

緒 言

歯周治療において、歯面に付着するプラーク、歯石などを除去し、さらに、根面を滑沢にすることは、治療の成否を決定する重要な因子であるといわれている。歯石除去は従来から超音波スケーラー、手用スケーラーなどが頻用されているが、その歯面は粗造であるため、主にペーストを歯面に塗布しティースブラシ、ラバーカップを用いて研磨する方法がとられている。しかし、これらの操作には、時間がかかり、また歯面全体におよぶ細部までの研磨が難しい。

最近、外来性沈着物の除去に、歯面研磨装置として重炭酸ナトリウムなどの微細粉末と水をジェット噴流で歯面に噴射し、着色物を除去するという air-powder abrasive system を応用する装置が開発され、数種の装置が市販されている。これらの装置は、プラークや外来性沈着物の除去においてラバーカップ、ペースト研磨などにくらべ短時間の操作で、高い除去効果を得られることが報告されている¹⁻⁷⁾。しかしながら、それらの報告はプラークや外来性沈着物の除去に使用したものが主である。

今回、著者らは、スケーリング後この歯面研磨装置を応用した場合、ルートプレーニング面あるいはペーストによる研磨面のような面が得られるかどうか歯面研磨装置の噴射する角度、および噴射時間により検討し、興味ある知見を得たので報告する。

材料および方法

1. 材 料

1) 被験歯

日本大学歯科病院来院患者の歯周疾患罹患歯で要抜去と診断された上顎中切歯を、歯根面に損傷をなるべく与えないよう抜去したのち、流水下でプラークなどの付着物を除去し、滅菌精製水中に保存したものを被験歯とした。

2) 使用器具

歯面研磨装置(クイックジェット®、ヨシダ社製)を使用空気圧 2.0~2.2 kg/cm²、使用水圧 2.0 kg/cm²、パウダー吐出量 4~5 g/min(空気量最大時)で使用した。パウダーは、粒子の一辺が 40 μm 前後の炭酸水素ナトリウムの粉末を用いた。

2. 方 法

1) 試料の調整

被験歯の根面を、超音波スケーラー(40 K リッター トロン E, tip 10, sickle type, powder 4, Ritter 社製)で 20 回擦過し、肉眼で認められる歯石を全て除去したものをスケーリング面とした。

これらのスケーリング面に対し、根面の右側半分を鉛板で覆ったのち、左側には、歯面研磨装置のノズルを歯冠方向より 60 度の角度にし、5 mm の距離から 3 秒、5 秒、10 秒、20 秒間噴射した。さらに、右側に対しては、左側を鉛板にて覆ったのち、ノズルを歯冠方向より 90 度の角度で、左側と同様に 5 mm の距離から 3 秒、5 秒、10 秒、20 秒間噴射して観察試料とした。

2) SEM の試料

各試片を Vibroclean 200(米国 MDT 社製)にて 20 分間洗浄後、0.1 M カコジル酸ナトリウム緩衝液(pH 7.4)で 1% に調整されたグルタルアルデヒド溶液にて 2 時間浸漬固定を行ない、同緩衝液で水洗、エタノールにて脱水後、酢酸イソアミルに置換し、臨界点乾燥(HCP-1, 日立社製)後、クイックコーター(SC-701 型, サンコー電子社製)を用いて金蒸着を行ない SEM(HHS-2 R 日立社製)を用いて観察した。観察部位は、根面に歯冠寄り、中央、根尖寄りの 3 部位に分け、このうち歯冠寄り、中央部の 2 部位の観察を行なった。

3) 噴射による粗さの測定

歯面研磨装置使用前、3 秒、5 秒、10 秒、20 秒、噴射時について、試料を超音波洗浄後、表面粗さ形状解析システム Surfcom 200(東京技研社製)にて測定針の直径 5 μm、測定長さ ±0.8 mm、カットオフ値 0.25 mm、測定スピード 0.12 mm/sec にて測定を行なった。

測定パラメータは、最大粗さ(R_{max})と標準粗さ(Ra)とし、各々 7 回測定し、最大最小値を切りすて残り 5 回について平均および標準偏差を求めた。

実験成績

1. SEM 観察

スケーリング面に対して 60 度および 90 度の角度で噴射した処理面を図 1-14 に示した。なお、図 1-6 は歯冠側より歯根処理面、図 7-14 は歯根中央部処理面である。

1) 歯冠(CEJ から根尖側約 5 mm まで)より歯根処理面

3 秒間、60 度噴射処理面ではスケーリング時の条痕を認め、歯冠側から歯根側へのめくれあがりが見られ

図 1 歯冠側より 3 秒間, 60 度噴射処理面 (×350)

図 2 歯冠側より 3 秒間, 90 度噴射処理面 (×350)

図 3 歯冠側より 5 秒間, 60 度噴射処理面 (×350)

た。90 度噴射処理面では, 条痕は認められず, 平滑な面の中に象牙細管が点在している像を認めた。

5 秒間, 60 度噴射処理面では歯冠側へ向けてのめくれあがりは認められず, 全体として, 表面の凹凸は小さく

図 4 歯冠側より 5 秒間, 90 度噴射処理面 (×350)

図 5 歯冠側より 10 秒間, 60 度噴射処理面 (×350)

図 6 歯冠側より 10 秒間, 90 度噴射処理面 (×350)

規則的になり, 平滑な像が観察された。とくに 90 度噴射処理面は, 凹凸が小さく規則的な平滑な像を呈していた。

10 秒間, 噴射のそれぞれの処理面は, 5 秒間のものと

図 7 中央部 3 秒間, 60 度噴射処理面 (×350)

図 10 中央部 5 秒間, 90 度噴射処理面 (×350)

図 8 中央部 3 秒間, 90 度噴射処理面 (×350)

図 11 中央部 10 秒間, 60 度噴射処理面 (×350)

図 9 中央部 5 秒間, 60 度噴射処理面 (×350)

図 12 中央部 10 秒間, 90 度噴射処理面 (×350)

同様の所見を得たが、象牙細管の開口部がより鮮明に認められた。

2) 中央部処理面

3 秒間, 60 度噴射処理面では、噴射のためと思われる

歯冠側から根尖側へ向けての大きささまざまなセメント質のめくれあがりが見られた。一方、90 度噴射処理面では、歯冠側へ向けてのめくれあがりが少なく、60 度噴射処理面に比べて表面の凹凸が小さい像が観察された。

図 13 中央部 20 秒間, 60 度噴射処理面 (×350)

5 秒間, 60 度噴射処理面では, 歯冠側から歯根側へ向けてのめくれあがりが見られたが, 3 秒間噴射処理面に比して, めくれあがりが少なく減少している像が観察された。90 度噴射処理面では, 60 度噴射処理面に比べて, めくれあがりはほとんど認められず, 3 秒間噴射処理と同様に小さな凹凸のある像が認められた。

10 秒間, 60 度噴射処理面では, 全体としてかなり平滑な像の中に象牙細管が観察された。とくに 90 度噴射処理面では, 表面の小さな凹凸の像も不鮮明になり, その凹みが浅く平滑な像を呈し, 象牙細管が認められた。

20 秒間, 60 度および 90 度の噴射処理面では 10 秒噴射処理面と同様の像を呈し, 顕著な差は認められなかった。

2. 噴射時間による表面粗さ

スケーリング面に対して 60 度および 90 度の角度で, 3 秒, 5 秒, 10 秒および 20 秒噴射した処理面の最大粗さ (R_{max}) と, 標準粗さ (R_a) の平均および標準偏差を表 1 に示した。

60 度および 90 度処理面とも, 3 秒噴射での R_{max} はそれぞれ $5.5 \pm 0.08 \mu m$, $4.2 \pm 0.10 \mu m$, R_a は $0.7 \pm 0.06 \mu m$, $0.5 \pm 0.08 \mu m$ であり, 20 秒噴射での R_{max} はそれぞれ $2.8 \pm 0.05 \mu m$, $2.0 \pm 0.14 \mu m$, R_a は $0.4 \pm 0.03 \mu m$, $0.3 \pm 0.03 \mu m$ と噴射時間が長くなるにしたがい R_{max} , R_a とともに粗さは減少した。しかしながら, 10 秒と 20 秒噴射処理面を比較すると有意な差は認められなかった。

一方, 噴射角度を比較すると, 3 秒噴射での 60 度処理面の R_{max} は $5.5 \pm 0.08 \mu m$, 90 度処理面では $4.2 \pm 0.10 \mu m$ であり, また 20 秒噴射での R_{max} も 60 度, 90 度処理面それぞれ $2.8 \pm 0.05 \mu m$, $2.0 \pm 0.14 \mu m$ と, 各時間の処理面とも, 60 度処理面に比べ, 90 度処理面の方が

図 14 中央部 20 秒間, 90 度噴射処理面 (×350)

表 1 各噴射角度および時間による表面粗さ

秒	角度 粗さ	60°	90°
3 sec	R_{max}	5.5 ± 0.08	4.2 ± 0.10
	R_a	0.7 ± 0.06	0.5 ± 0.08
5 sec	R_{max}	4.6 ± 0.14	3.1 ± 0.13
	R_a	0.6 ± 0.02	0.4 ± 0.04
10 sec	R_{max}	3.0 ± 0.08	2.4 ± 0.04
	R_a	0.4 ± 0.02	0.3 ± 0.06
20 sec	R_{max}	2.8 ± 0.05	2.0 ± 0.14
	R_a	0.4 ± 0.03	0.3 ± 0.03

Mean $\pm$ SD

n = 5

unit = μm

粗さは小さかった。

考 察

スケーリング, ルートプレーニングは, 露出セメント質の除去や, プラークの再付着の防止, 歯石の再沈着の抑制という意味で, 歯周治療において重要な位置を占めている。しかしながら, 露出セメント質の除去や根面の滑沢化を得ることは難しく O'Leary ら⁸⁾は, キュレット型スケーラーによる 50 回のストロークによる滑沢化によっても, 全てのセメント質は除去されなかったと述べている。そこで著者らは, 最近, 外来性沈着物の除去に使用されている air-powder abrasive system を応用す

る歯面研磨装置に着目し、これをスケーリング後の歯面研磨に応用した場合、ルートプレーニング面あるいはペーストによる研磨面のような面が得られるかどうか検討を試みた。

この歯面研磨装置の、外来性沈着物の除去効果については、すでに多くの報告があり¹⁻⁷⁾、ラバーカップ、ペースト研磨などにくらべ、短時間の操作で高い除去効果が得られるとされている。しかしながら、同時に本装置による歯面損傷についても示唆されており、Atkinson ら⁹⁾は、根面に30秒噴射した場合、平均 $636.6 \mu\text{m}$ の歯質の損傷があったと報告している。著者らは、歯面損傷を最小にし、かつ効率的な処置法を検討するために、噴射時間を3秒、5秒、10秒および20秒と設定し、噴射角度を60度および90度と定め、歯冠寄り1/3の歯面および歯根中央部への効果を検討した。

その結果、SEM観察においては、噴射時間が長くなるにしたがい、象牙細管が鮮明に認められる像が観察された。すなわち、60度噴射の3秒処理では、歯冠寄りおよび歯根中央部とも歯面はかなり粗造な面を呈し、表面の凹凸が顕著に認められ、セメント質がかなり残留していると思われた。5秒処理では、3秒処理にくらべ、表面の凹凸は小さくなるが、10秒処理と比較するとその凹凸は大きく、特に中央部ではその差が大きかった。10秒処理では、表面がかなり平滑になり、条痕は認められず象牙細管様の像が観察できるようになった。これは、残留セメント質がかなり除去され、象牙質面が現れてきた像を示すものと思われる。20秒処理では、10秒処理と比較して顕著な差は認められなかった。10秒処理で、残留セメント質の多くが除去されるのではないかと推測される。90度噴射面では、3秒間で5秒間60度噴射処理面に近い所見が、歯冠寄り、中央部ともに観察された。歯根の歯冠寄りと中央部を比較すると、明らかに歯冠寄りの処理面の方が、短時間で凹凸が小さく平滑な像が認められた。通常、セメント質は、エナメル-セメント境でもっとも薄く ($20 \sim 50 \mu\text{m}$)、根尖の方に向かって最も厚くなる ($150 \sim 200 \mu\text{m}$) といわれており、本結果は、セメント質の厚さの影響だと考えられ、歯冠寄りと根尖寄りとは噴射時間を変える必要があることが示唆された。

噴射角度の比較では、3秒、5秒処理ともに、60度処理面では、歯冠側から歯根側へ向けてのめくれあがりが見られ、90度処理面では、表面の凹凸が小さい像が観察された。これらの像は、噴射による影響だと思われるが、90度処理面の方が60度処理面よりも凹凸が小さく平滑であった。10秒、20秒処理面では、60度処理面のめ

くれあがりおよび90度処理面の小さな凹凸はほとんど消失し、両者の差はほとんど認められなくなった。これらのことから、角度としては90度の方がよいように思われた。

表面粗さについては、噴射時間が長くなるにしたがい、表面粗さが小さくなるという結果を得たが、10秒処理と20秒処理では有意な差は認められなかった。この結果は、SEM観察における噴射時間と平滑さの関係に一致するものである。

一方、60度処理面と90度処理面をくらべた場合、各時間ともに、90度処理面の方が、60度処理面にくらべて粗さが小さいという結果を得た。この結果も、SEM観察における所見に一致するように思われた。

本実験で得られた表面粗さを、スケーリング後、ラバーカップ、浮石末にて20秒間研磨した郷家ら³⁾の報告による歯面の粗さと比較してみると、ラバーカップ後の歯面の最大粗さ (R_{max}) は $3.40 \mu\text{m}$ 、標準粗さ (R_a) は $0.55 \mu\text{m}$ であり、著者らの、5秒間、90度の噴射処理面 ($R_{\text{max}} = 3.1 \pm 0.13 \mu\text{m}$, $R_a = 0.4 \pm 0.04 \mu\text{m}$) および10秒、60度の噴射処理面 ($R_{\text{max}} = 3.0 \pm 0.08 \mu\text{m}$, $R_a = 0.4 \pm 0.02 \mu\text{m}$) とほぼ同様の値であった。

このような結果から、使用部位における噴射時間、噴射角度を考慮して用いるならば、本装置はスケーリング後のルートプレーニング的な役割を果たすと考えられる。

結 論

著者らは、歯面研磨装置を用いてスケーリング後の歯面に3秒、5秒、10秒および20秒と、チップの角度を60度および90度と変え噴射し、その影響をSEMにより観察し、併せて各表面粗さを測定し、以下の結論を得た。

1. 歯冠寄りの60度、90度処理面では、3秒処理においてはスケーリング時の条痕や60度処理面のめくれあがり、90度処理面の小凹凸が認められ粗造であったが、5秒以上の処理面では条痕や、表面の凹凸が不鮮明になり、象牙細管様構造も認められた。
2. 中央部の60度、90度処理面では、3秒、5秒処理においてスケーリング時の条痕や、60度処理面のめくれあがり、90度処理面の小凹凸が認められたが、10秒以上の処理面ではそれらが不鮮明となり、象牙細管様構造も認められた。
3. 表面粗さは、噴射時間が長くなるにしたがい小さくなった。また、90度処理面は、60度処理面にくらべ、

表面粗さは小さかった。

文 献

- 1) Weaks, L.M., Lescher, N.B., Barnes, C.M. and Holroyd, S.V. : Clinical evaluation of the Prophy-jet as an instrument for routine removal of tooth stain and plaque. J. Periodontol., 55 : 486-488, 1984.
- 2) 永目誠吾, 中井孝佳, 竜門睦正, 森 孝, 上村参生, 白石雅照, 小西浩二 : Prophy-jet による歯面沈着物の除去効果. 歯界展望, 63 : 541-548, 1984.
- 3) 郷家英二, 田中憲二, 村井正大 : 歯面研磨装置について—クイック・ジェットの使用例と表面粗さの評価—. 紫耀, 38 : 583-593, 1985.
- 4) 久保田稔, 遠藤 修, 安藤良彦, 佐藤 保, 中嶋和郎, 菊池由紀子, 熊谷敦史 : 歯面研磨器の歯質および修復材におよぼす影響—表面性状の変化に関する基礎的研究—. 日歯保誌, 28 : 681-689, 1985.
- 5) 上田雅俊, 稲田芳樹, 高津兆雄, 吉田誠規, 山岡昭, 岩井広茂, 中村喜昭, 楠 憲治, 小西浩二 : 歯面沈着物の除去に関する研究 (第1報). 日歯周誌, 27 : 588-595, 1985.
- 6) 上田雅俊, 稲田芳樹, 高津兆雄, 沢田好章, 山岡昭, 加藤成樹, 加藤直樹, 楠 憲治, 小西浩二 : 歯面着色物の除去に関する研究 (第2報). 日歯周誌, 28 : 340-346, 1986.
- 7) 河村英世 : 歯面研磨装置クイックジェットに関する研究—特に噴射時間が歯根面におよぼす形態学的影響について—. 日大歯学, 61 : 296-301, 1987.
- 8) O'Leary, T.J. and Kafrawy, A.H. : Total cementum removal ; A realistic objectives ? J. Periodontol., 54 : 221-226, 1983.
- 9) Atkinson, D.R., Cobb, C.M. and Ki loy, W.J. : The effect of an air-powder abrasive system on *in vitro* root surfaces. J. Periodontol., 55 : 13-18, 1984.