Root planing に関する研究 (I)

—とくに歯面損傷について—

上 田 雅 俊 稲 田 芳 樹 飯 田 正 人
寺 坂 章 本 城 範 典 岩 井 勝 美
深 沢 英 輔 今 井 久 夫 山 岡 昭

大阪歯科大学歯周病学講座

(主任：山岡 昭教授)

岡 田 禎 三 岡 田 啓 之 介 竜 門 聡 子
田 村 基 政 楠 憲 治 小 西 浩 二

大阪歯科大学口腔衛生学教室

(主任：小西浩二教授)

(昭和53年12月20日受付)

Roughness of the Tooth Surface after Root Planing (Part 1)

Masatoshi UEDA, Yoshiki INADA, Masato IIDA,
Akira TERASAKA, Norisuke HONJO, Katsumi IWAI,
Eisuke FUKAZAWA, Hisao IMAI and Akira YAMAOKA

Department of Periodontology, Osaka Dental University
(Director: Prof. A. YAMAOKA)

Teizo OKADA, Keinosuke OKADA, Satoko RYUMON,
Motomasa TAMURA, Kenji KUSUNOKI and Kōji KONISHI

Department of Preventive Dentistry, Osaka Dental University
(Director: Prof. K. KONISHI)

In an attempt to determine how the degree of roughness of the polished dentin planes would be affected by several factors under root planing, quantitative measurement was made statistically.

The results obtained were as follows:

- 1) On the roughness of the dentin surface under hand scaling, a statistical analysis showed that strokes proved to be the largest affecting factor, followed by applied force.
- 2) On the roughness of the tooth surface under two different types of ultrasonic scalers, it was found that ODONTOSON resulted in more rough rather than CAVITRON.

In ODONTOSON, a statistical analysis showed that strokes proved to be the largest affecting factor, followed by applied force, and the interaction of applied force and strokes.

緒 言

もともと、root planing とは、歯面に付着した歯垢、歯石あるいは他の沈着物および壊死におちいったセメント質を除去し、歯面を平滑にするという一連の操作と定義づけることができ、歯周疾患治療における initial preparation のなかで、plaque control とともに root planing はもっとも重要な役割を果たしている。

しかしながら、この操作をスクレーラーを使用して行った場合、根面に何らかの損傷を与えるのは当然のことである。今日までに、スクレーラーを使用したときの歯面損傷については、多方面にわたる多数の研究報告¹⁻¹⁹⁾があるものの、歯面損傷に与える要因との関連性を明確に追求した報告は皆無に等しい現況である。

そこで、今回、私たちは、手用スクレーラーについては使用圧、使用角度および stroke、超音波については発振周波数、使用圧および stroke などの使用条件の差が歯面損傷にどのような影響をおよぼすかについて検索を行い、二、三の興味ある知見を得たので報告する。

実 験 材 料

歯面損傷の状態を定量的に計測するために、次のような実験材料を用いて歯石除去操作を行った。

1. 試 料

歯面損傷を観察するための試料は、ヒト新鮮健全抜去歯の dentino-enamel junction および dentino-cementum junction をわずかに歯髄方向に寄った個所を curborundum point で歯の長軸方向に平行に slice し、平坦な象牙質面を作製した。ついで、slice した歯面が水平になるように平板圧接器を用いて金属製の ring に modeling compound で埋没した。さらに、埋没した試料面を自動研磨器マイクロラップ CLE-1 型（中部熱練研究所製）で #320、#600 および #1000 の polishing paper で各々60分間、そして仕上研磨としてバフと亜鉛華で60分間研磨を行った。

2. スクレーラー

実験に用いたスクレーラーは、手用スクレーラーと超音波スクレーラーである。

a. 手用スクレーラー

手用スクレーラーは、Ash 社製 BG 14 の curette type を常に鋭利な状態に研磨して使用した。

b. 超音波スクレーラー

Table 1 Observation groups

Hand Instrumentation		
Applied Force(g)	Angle	Strokes
300	25	2
600	50	5
900	85	10

Ultrasonic Instrumentation		
Applied Force(g)	Angle	Strokes
25	15	2
75	15	5
125	15	10

Fig. 1 Apparatus for measurement of scaling force

超音波スクレーラーは 25 kHz の Cavitron 700-II 型および 40 kHz の Odontoson スーパーミニタイプを使用し、また、チップは両器種ともにシックルタイプを用いた。

実 験 方 法

1. スケールスグの実験条件と操作方法

a. スケーリングの実験条件

手用スクレーラー操作時の設定条件としては、使用圧を 300、600 および 900 g、使用角度を 25、50 および 85 度、また、stroke を 2、5 および 10 strokes とした。

一方、超音波スクレーラーについては、使用角度を 15° と一定にし、使用圧を 25、75 および 125 g、また、stroke を手用スクレーラーと同様に 2、5 および 10 strokes とした (Table 1 参照)。なお、試料は、各要因ともに 3 つの被検抜去歯を用いスケーリング操作を行った。

Fig. 2 SURFCOM 30 B

Fig. 3 The diagram of measuring method on a plain polished dentin surface

Table 2 Measuring condition of profilometer

Edge of tracing stylus	: E-DT-SA Diamond 5 μ m R
Pressure of tracing	: 0.4gm
Tracing speed	: 0.3mm/sec.
Traversing length	: 2.0mm
Cut off	: 0.8mm
Magnification	: Vertical $\times 200$ Horizontal $\times 50$

b. 操作方法

スケーリング操作については、Fig. 1 に示すような装置を作製し、歯石除去圧を測定監視しながら、前述の方法で作成した被検抜去歯を研磨面に対して手用スケーラー、超音波スケーラーともに 5 mm pull 動作でスケーリングを行った。この装置は、被検抜去歯のある受圧部と固定部との間にある金属板上にストレンゲージを貼り、スケーラーが接触したときに生ずる金属板のひずみを多用途監視記録装置のインク書きオシログラフで誘導記録するものである。

2. 歯面損傷の測定

歯面損傷の測定は、東京精密社製 SURFCOM 30 B (Fig. 2 参照) を用い、Table 2 に示す測定条件で中心

平均あらさ、すなわち Ra を測定した。そして測定機の触針は、試料面の損傷と直角に横切るよう、1 mm 間隔で 5 回測定した (Fig. 3 参照)。

実験結果

1. 手用スケーラーによる歯面損傷について

a. 歯面損傷の定量的分析結果

手用スケーラーによる使用圧 300 g, 600 g および 900 g の時の各角度および各 strokes における歯面損傷の平均値すなわち Ra は Tables 3, 4, 5 に示すとおりである。歯面損傷の値は、使用圧 300 g, 使用角度 50°, 2 strokes の場合 1.33 μ m と最小で、使用圧 900 g, 使用角度 85°, 10 strokes の場合 41.67 μ m と最大であった。また、使用圧および使用角度を中心に折線グラフであらわすとそれぞれ Figs. 4, 5 に示すような結果になる。Fig. 4 より各使用角度ともに、使用圧が大きい程歯面の損傷も大きい傾向を示し、また Fig. 5 は、使用角度と歯面損傷の関連性を示したものであるが、これでは、各使用圧ともに歯面損傷は 85° が一番大きく、ついで 25°, 50° という傾向を示した。また、Figs. 4, 5 より stroke が多くなればなる程、歯面損傷も明らかに大きくなる傾向を示した。

b. 歯面損傷における分散分析結果

歯面損傷に影響を与える要因の関連性について分散分析を行った。すなわち、使用圧 (F), 使用角度 (A), stroke (St), 使用圧と使用角度の交互作用 (F $\times$ A), 使用角度と stroke の交互作用 (A $\times$ St), stroke と使用圧の交互作用 (St $\times$ F) および 3 つの要因の交互作用 (F $\times$ A $\times$ St) を Table 6 に示した。これらの要因すべ

Table 3 The depth of defect in hand instrumentation (μ m)

Applied Force(g)	Angle	Strokes	$\bar{x}$	S.D.
300	25	2	9.40	2.33
300	25	5	9.83	1.20
300	25	10	15.80	2.68
300	50	2	1.33	0.58
300	50	5	5.50	1.05
300	50	10	15.40	0.56
300	85	2	12.20	2.31
300	85	5	19.00	8.19
300	85	10	21.00	2.29

Table 4 The depth of defect in hand instrumentation (μm)

Applied Force(g)	Angle	Strokes	$\bar{x}$	S.D.
600	25	2	10.17	1.35
600	25	5	22.33	2.08
600	25	10	24.33	1.53
600	50	2	7.83	1.04
600	50	5	16.07	3.35
600	50	10	32.17	2.57
600	85	2	12.80	0.26
600	85	5	19.83	1.89
600	85	10	35.17	5.48

Table 5 The depth of defect in hand instrumentation (μm)

Applied Force(g)	Angle	Strokes	$\bar{x}$	S.D.
900	25	2	13.60	2.16
900	25	5	25.67	4.16
900	25	10	26.67	5.31
900	50	2	15.97	1.27
900	50	5	28.00	1.80
900	50	10	35.15	1.00
900	85	2	14.37	2.57
900	85	5	35.17	5.39
900	85	10	41.67	6.25

Fig. 4 The depth of defect in hand instrumentation

てに危険率 1 % で有意性が認められた。また、寄与率では stroke (St) の 41.0% がもっとも大きく、次に使用圧 (F) の 30.1% であった。

2. 超音波スケーラーによる歯面損傷について

a. 歯面損傷の定量的分析結果

Table 7 は、超音波スケーラーすなわち、Cavitron と Odontoson でスケーリングした時の Ra の平均値である。両器種を比較すると、Odontoson の方が、各使用圧、各 strokes において歯面損傷の程度が大きい傾向を示した。また、Cavitron と Odontoson の間では、

25 g 10 strokes, 75 g 10 strokes, 125 g 2 strokes, および 125 g 5 strokes において危険率 1 % で有意性が認められ、さらに、25 g 2 strokes および 25 g 5 strokes の時に危険率 5 % で有意性が認められた。

また、Table 7 をグラフにすると Fig. 6 である。これによると、stroke が多ければ多い程歯面損傷も大きく、また使用圧が大きければ大きい程歯面損傷も大きい傾向を示した。

b. 歯面損傷における分散分析結果

超音波スケーラーによる歯面損傷の分散分析結果から

Fig. 5 The depth of defect in hand instrumentation

Table 6 Analysis of variance of the mean roughness score (Ra)

Hand Instrumentation					
Factors	SS	df	V	F _s	ρ
F(Applied Force)	2677	2	1338.5	128.7**	30.1%
A(Angle)	590	2	295.0	28.4**	6.4%
St(Strokes)	3642	2	1821.0	175.1**	41.0%
F×A	276	4	69.0	6.6**	2.7%
A×St	403	4	100.8	9.7**	4.1%
St×F	535	4	133.8	12.9**	5.6%
F×A×St	147	8	18.4	1.8**	
E	559	54	10.4		
total	8829	80			

** p < 0.01

Table 7 The depth of defect in ultrasonic instrumentation

Cavitrion			
Applied Force(g)	Strokes	$\bar{x}$	S.D
25	2	5.00	0.96
25	5	9.60	0.95
25	10	15.26	1.65
75	2	12.23	2.99
75	5	12.90	1.57
75	10	12.96	3.95
125	2	12.50	3.80
125	5	19.66	3.97
125	10	35.50	2.50
Odontoson			
25	2	9.30	4.42*
25	5	12.46	2.07*
25	10	28.33	1.15**
75	2	13.43	4.06
75	5	14.23	2.40
75	10	20.00	1.80**
125	2	22.03	1.95**
125	5	23.33	3.06**
125	10	23.67	2.84

** p < 0.01 * p < 0.05

Cavitrion では、使用圧 (F)、stroke (St) および使用圧と stroke の交互作用 (F×St) ともに有意性は認められなかった (Table 8 参照)。これに対し Table 9)に示すように Odontosonにおいては、使用圧 (F)、stroke (St) および使用圧と stroke の交互作用 (F×St) ともに危険率 1 % で有意性が認められた。しかも 寄与率では、stroke (St) が一番大きく 46.7% であり、次に使用圧 (F) の 34.6% で、使用圧と stroke の交互作用 (F×St) は 6.9% であった。

Fig. 6 The depth of defect in ultrasonic instrumentation

Table 8 Analysis of variance of the mean roughness score (Ra)

Cavitron

Factors	SS	df	V	F _s
F(Applied Force)	790	2	395.0	3.2
St(Strokes)	592	2	296.0	2.4
F×St	399	4	99.8	0.8
E	2243	18	124.6	
Total	4024	26		

Table 9 Analysis of variance of the mean roughness score (Ra)

Odontoson

Factors	SS	df	V	F _s	ρ
F(Applied Force)	631	2	315.5	39.0**	34.6%
St(Strokes)	847	2	423.5	52.3**	46.7%
F×St	156	4	39.0	4.8**	6.9%
E	145	18	8.1		
total	1779	26			

** p<0.01

考 察

まず、実験材料および方法について考察してみると、緒言の項でも少しふれたように、歯石除去後の歯面損傷については、定性的な形態学的な面、あるいは定量的な面より検討を加えた多数の研究報告¹⁻¹⁹⁾がある。しかしながら、術者側の手技により決定される歯面損傷に与える要因と歯面損傷との関連性について定量的に分析した研究報告²⁰⁾はきわめて少ない。

そこで、本実験では、それらのことを勘案して、試料としては、平滑に研磨したヒト新鮮健全抜去歯を用いた。もちろん、臨床の場でおこなう root planing という操作は、根面という立体的なものを対象とするのであるが、定量的に観察を加えるという観点より、今回は平滑に研磨した象牙質面を資料とした。

ところで、歯面損傷を検索するにあたっては、その試料の硬度も関わりをもつという事は当然のことである。そこで、本実験の象牙質面はもっとも硬度の安定してい

るヒト新鮮健全抜去歯の dentino-enamel junction および dentino-cementum junction をわずかに歯髄方向によった箇所を選択した。ちなみに、本実験に用いた試料を Micro Vickers 硬度計(島津製作所製)で硬度を測定した結果、平均 HV 値 (Vickers hardness number) は 60.1, S.D. 6.08 であった。

つぎに、設定条件についてであるが、まず、使用圧について述べてみると、田治米 (1976)²¹⁾ および小西ら (1976)²²⁾ によると手用スケーラーの場合は、経験のほとんどない術者では 200~650 g、また、経験の豊富な術者では 550~950 g の範囲にあり、経験の少ない術者よりも経験の豊富なものの方が歯石除去圧が大きいと報告している。

一方、超音波スケーラーの歯石除去圧は、経験のほとんどない術者は 85~165 g、また、経験の豊富な術者では 40~80 g の範囲にあり、手用スケーラーとは逆に、経験の少ない術者より経験の豊富なものの方が歯石除去圧が少ないと述べている。これらのことより、今回の実験では、使用圧は手用スケーラーの場合、300 g、600 g および 900 g とし、他方、超音波スケーラーの場合、25 g、75 g および 125 g と設定した。

つぎに、使用角度についてであるが、従来より、curette type のスケーラーを用い pull 動作でスケーリングを行う場合、スケーラーの刃部と歯面のなす角度は、45~85°で使用し、しかも、使用角度85°がもっとも歯石除去効果があるといわれている。一方、push 動作で curette type のスケーラーを使用して歯石除去を行う場合、スケーラーの刃部と歯面とのなす角度は、15~25°で使用し、しかも、使用角度25°がもっとも効果的に歯石除去ができるとされている。これらのことを考慮して使用角度を25°、50°および85°と設定した。

また超音波スケーラーについては、一般的に、スケーラーの刃部と歯面とのなす角度は15°といわれている。それゆえに、本実験では超音波スケーラーについては15°と一定にした。

一方、作業動作についてであるが、前述したように、curette type のスケーラーの場合は、pull および push 動作で歯石除去を行うことができるものの、臨床においては、pull 動作がほとんどであるため、今回の実験では手用スケーラーおよび超音波スケーラーともに pull 動作とした。

つぎに、stroke についてであるが、歯石を除去するにあたっては、1 stroke で一塊として歯石を除去するのが理想的である。しかしながら、臨床上、歯石の付着

部位あるいは付着状態などにより、一塊として歯石を除去することはなかなか困難であり、しかも、超音波スケーラーで歯石除去をする場合においては、1 stroke では、歯石を除去することはできないといっても過言ではない。したがって、本実験では2、5および10 strokes と設定した。

つぎに実験結果について考察を加えてみると、まず、使用圧についてであるが、手用スケーラーおよび超音波スケーラーともに使用圧が大きい程、歯面損傷も大きくなる傾向を示した。条件設定の考察の項で述べたように、手用スケーラーを使用して歯石除去を行った場合、熟練した術者ほど、歯石除去圧が大きい、このことは、歯石の歯面への付着力が関係し、経験豊富な術者ほど、歯石がいかに強固に歯面に付着しているかをよく認識しているからであろう。これらのことより、歯石除去効果と歯面損傷の関連性については、今後の研究にまたねばならない。

一方、超音波スケーラーについては、超音波スケーラーの歯石除去の原理、すなわち、cavitation および超音波微振動により、歯石が除去できるということと歯面損傷を考えあわせると、超音波スケーラーで歯石除去を行うにあたっては、ソフトタッチで tip を操作するという従来の定説を本実験により、より客観的に証明できたといえる。

他方、手用スケーラーの使用角度についてであるが、各使用圧および各 strokes とともに歯面損傷は、85°が一番大きく、ついで25°、50°という傾向を示した。この事実は、前述した使用圧と同様に、歯石除去効果と歯面損傷との関わり合いを今後追求していかなくてはならないと考える。

つぎに、stroke についてであるが、手用スケーラーおよび超音波スケーラーともに stroke が多くなればなる程、歯面損傷も明らかに大きくなる傾向を示した。このことは、実際に、歯石除去を行うにあたっては、できるかぎり歯石をより少ない stroke で除去するよう努めるべきであり、歯石の付着部位を色々な方法を駆使し、よく診査したうえで歯石除去という操作を行うべきである。

一方、実験に供した二器種の超音波スケーラーについて述べてみると、Cavitron と Odontoson との間には、統計学的には、すべてに有意性は認められなかったが、各使用圧および各 strokes とともに Cavitron に比較して、Odontoson の方が歯面損傷が大きい傾向を示した。この事実は、発振周波数によるものと考えられ、Odon-

toson のような発振周波数の大きい器種を使用して、歯石除去をする場合、細心の注意を払って操作を行うべきであると考えられる。事実、分散分析結果より Cavitron においては、使用圧 (F), stroke (St) および使用圧と stroke の交互作用 ($F \times St$) とともに有意性が認められなかったのに対して、Odontoson では、使用圧 (F), stroke (St) および使用圧と stroke の交互作用 ($F \times St$) とともに危険率 1% で有意性が認められたことから理解できるであろう。

以上、種々考察を加えてきたが、root planing を行うにあたって歯面損傷というものは避けられない事実である。そこで、本実験で得られた歯面損傷に与える要因と歯面損傷の関連性ということは、root planing を行う術者にとって、常に念頭に置くべき要諦であることは疑う余地もない。

結 論

今回、平滑に研磨したヒト新鮮健全抜去歯を用いて、定量的に、歯面損傷に与える要因と歯面損傷との関連性について検討した結果、つぎのような結論を得た。

1. 手用スケーラーによりスケーリングした時の歯面損傷については、

a. 使用圧 (F), 使用角度 (A), stroke (St) および三つの要因の交互作用 ($F \times A \times St$) とともに危険率 1% で有意率があった。また、寄与率では stroke (St) が 41.0%, 使用圧 (F) が 30.1% と高いパーセンテージを示した。

b. 使用圧と使用角度の交互作用 ($F \times A$), 使用角度と stroke の交互作用 ($A \times St$) および stroke と使用圧の交互作用 ($St \times F$) においても危険率 1% で有意差が認められた。

2. 超音波スケーラーでスケーリングした時の歯面損傷については、

a. Cavitron と Odontoson の間には、統計的には、すべてに有意性があったわけではないが、Cavitron に比較して Odontoson の方が歯面損傷が大きい傾向が認められた。

b. 分散分析結果より、Cavitron では、使用圧 (F), stroke (St) および使用圧と stroke の交互作用 ($F \times St$) とともに有意性は認められなかった。

c. Odontoson では、使用圧 (F), stroke (St) および使用圧と stroke の交互作用 ($F \times St$) とともに危険率 1% で有意性が認められ、また、寄与率では、stroke

が一番大きく 46.7% であり、ついで使用圧の 34.6%, 使用圧と stroke の交互作用の 6.9% であった。

引 用 文 献

- 1) Björn, H. and Lindhe, J.: The Influence of Periodontal Instruments on the Tooth Surface: Odont. Revy, 13, 355, 1962.
- 2) Allen, E.F. and Rhoades, R.H.: Effect of High Speed Periodontal Instruments on Tooth surface: J. Periodont., 34, 352, 1963.
- 3) 小西浩二, 浅井和夫, 柴田耕次郎ほか: 歯石除去時にみられる歯周組織の損傷に関する研究, (1) Cavitron によるセメント質表層の損傷について: 日歯槽膿漏会誌, 5, 81, 1963.
- 4) Belting, C.M. and Spjut, P.J.: Effect of High Speed Periodontal Instruments on the Root Surface during Subgingival Calculus Removal: J. Amer. dent. Ass., 69, 578, 1964.
- 5) Moskow, B.S. and Bressman, E.: Cemental Response to Ultrasonic and Hand Instrumentation: J. Amer. dent. Ass., 68, 698, 1964.
- 6) Ewen, S.J.: A Photomicrographic Study of Root Scaling: Periodontics, 4, 273, 1966.
- 7) Green, E. and Ramfjord, S.P.: Tooth Roughness after Subgingival Root Planing: J. Periodont., 37, 396, 1966.
- 8) 松江一郎: 歯石除去の研究, (1) 歯石除去直後の歯周組織の状態: 口病誌, 34, 444, 1967.
- 9) Kerry, G.J.: Roughness of Root Surfaces after Use of Ultrasonic Instruments and Hand Curette: J. Periodont., 38, 340, 1967.
- 10) Clark, S.M., Grupe, H.E. and Mahler, D.B.: The Effects of Ultrasonic Instrumentation on Root Surfaces: J. Periodont., 39, 135, 1968.
- 11) Stewart, J.L., Briggs, R.L., Drisko, R.R. et al.: Relative Calculus and Tooth Structure Loss with Use of Power-driven Scaling Instruments: J. Amer. dent. Ass., 83, 840, 1971.
- 12) 山岡昭, 西村茂宏, 上田雅俊ほか: 歯石, 歯根

- 面ならびに歯石除去後の歯根面の走査型電子顕微鏡による観察, その2 歯石除去後の表面像について: 歯科医学, 34, 516, 1971.
- 13) Boyde, A., Lozdan, J. and Jones, S.J.: Tooth Surfaces Treated in Situ with Periodontal Instruments. Scanning Electron Microscopic Studies: Brit. dent. J., 132, 57, 1972.
 - 14) Pameijer, C.H., Stallard, R.E. and Hiepl, N.: Surface Characteristics of Teeth following Periodontal Instrumentation: J. Periodont., 43, 628, 1972.
 - 15) 広川満: Ultrasonic Scaler を用いた歯石除去についての検討: 口腔衛生会誌, 22, 46, 1972.
 - 16) Wilkinson, R.F. and Maybury, J.E.: Scanning Electron Microscopy of the Root Surface following Instrumentation: J. Periodont., 44, 558, 1973.
 - 17) 小西浩二: 歯周病の基礎・臨床・予防: 270, ライオン歯科衛生研究所, 東京, 1973.
 - 18) Woodruff, H.C., Levin, M.P. and Brady, J. M.: The Effects of Two Ultrasonic Instruments on Root Surfaces: J. Periodot., 46, 119, 1975.
 - 19) Diedrich, P., Vahl, J., Bomfleur, W. et al.: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Wurzeloberfläche nach Anwendung verschiedener Hand und Ultraschallinstrumente: Dtsch, zahnärztl. Z., 30, 396, 1975.
 - 20) 脇 勉: 歯石除去に関する研究, とくに 歯石除去による歯面損傷について: 歯科医学, 40, 657, 1977.
 - 21) 田治米保夫: 歯石除去に関する研究 —とくに 歯石除去圧について—, 歯科医学, 40, 414, 1977.
 - 22) 小西浩二, 楠 憲治, 脇 勉ほか: 歯石除去の人間工学: 歯界展望, 50, 43, 1977.