ブラッシング法およびブラッシング圧の違いが歯肉に与える影響 —剝離上皮細胞数の測定と SEM による歯肉表面の観察—

塩 野 宗 則

鶴見大学歯学部第2 歯科保存学教室

(主任：中村治郎教授)

(平成3年6月20日受付)

Effects of Different Toothbrushing Methods and Toothbrushing Pressures on Gingiva —Measurement of Exfoliated Epithelial Cells and SEM Observation of the Gingival Surface—

Munenori SHIONO

Department of Periodontics and Endodontics, Tsurumi University School of Dental Medicine

2-1-3 Tsurumi, Tsurumi-ku, Yokohama 230, Japan

(Chief : Prof. Jiro NAKAMURA)

The Purpose of this study was to determine the immediate effects of different toothbrushing methods and toothbrushing pressures on gingival soft tissue. The following two investigations were undertaken.

Experiment 1) The number of oral exfoliated cells resulting from different brushing methods was measured, and the gingival surface was observed immediately after brushing. There were 14 subjects (13 males, 1 female), each with both clinically normal dentition and gingiva. Rolling, horizontal and scrubbing methods were evaluated with respect to the following items. ① The numbers of oral exfoliated cells in rinsing solution before and after brushing (including during brushing) were counted under a microscope. ② SEM investigation of the gingival surface after brushing using a replica technique.

Experiment 2) Toothbrushings at different pressures (routine brushing pressure and high pressure) using a rolling and a scrubbing methods, were examined as in ① and ②. Ten subjects (9 males, 1

female) participated in this experiment. The results obtained were as follows.

Experiment 1) The rolling method resulted in the highest number of exfoliated cells during brushing ($26.0 \pm 6.3 \times 10^4/\text{ml}$) when compared with the horizontal ($20.5 \pm 3.2 \times 10^4/\text{ml}$) and the scrubbing methods ($12.5 \pm 2.2 \times 10^4/\text{ml}$). Statistical significance was detected among the three brushing methods ($p < 0.05$), and there was a difference in the location of gingival abrasion among the brushing methods.

Experiment 2) The number of exfoliated cells using the scrubbing method at routine pressure ($11.7 \pm 4.5 \times 10^4/\text{ml}$) was slightly lower than at high pressure ($12.1 \pm 5.2 \times 10^4/\text{ml}$). The number of oral exfoliated cells using the rolling method at routine pressure ($18.9 \pm 3.8 \times 10^4/\text{ml}$) was lower than at high pressure ($23.1 \pm 3.5 \times 10^4/\text{ml}$). Statistical significance was not observed among the numbers of exfoliated cells. There was no difference in gingival abrasion between routine pressure and high pressure.

Key words : Toothbrushing method, Toothbrushing pressure, Gingiva, Exfoliated cell, Replica

要旨 : ブラッシングが歯肉に与える影響について、ブラッシング前後の含嗽液中の剝離上皮細胞数を測定することによって評価し、ブラッシング直後の歯肉表面をシリコン印象材を用いたレプリカ法で SEM 観察を行なった。その結果以下の結論を得た。1) ブラッシング後の含嗽液中の剝離細胞数は、ローリング法で最も高く、次いで横みがき法、最も低い値を示したのはスクラッピング法であった。2) スクラッピング法およびローリング法において、ブラッシング圧の強弱は、ブラッシング後の含嗽液中の剝離細胞数に著しい影響を与えなかった。3) SEM による歯肉表面の観察では、スクラッピング法や横みがき法で、歯間乳頭頂部および歯肉辺縁に剝離所見が認められ、ローリング法では、歯間乳頭の根尖側に生じていた。また、ブラッシング圧の違いによる明らかな差は観察されなかった。

索引用語 : ブラッシング法、ブラッシング圧、歯肉、剝離上皮細胞、レプリカ

緒 言

歯周疾患や歯肉の予防、治療、再発の防止に、歯ブラシを用いたブラークコントロールの重要性は広く認められ、その効果について多くの報告がある¹⁻⁷⁾。しかし、その副作用として、歯肉退縮、歯肉の損傷^{8,9)}、硬組織の磨耗¹⁰⁾を生じることが知られている。渡辺¹¹⁾はブラッシング方法の差による炎症歯肉辺縁の根尖側移動について、著者ら¹²⁾は歯周治療後の歯肉辺縁の位置変化について報告している。これらの変化は、ブラッシングによって炎症の原因であるブラークを除去した結果、炎症が消退する shrinkage であると述べている。Hyman¹³⁾ や新井ら¹⁴⁾は、歯ブラシの誤用による歯肉の潰瘍や出血を伴う中等度から重度の外傷について肉眼的所見による臨床例を報告している。日常のブラッシングでは、臨床的不快症状を伴う歯肉損傷を生じることが稀であるにもかかわらず、長期間に歯肉退縮や硬組織の磨耗を生じることが知られている。これらの歯肉や硬組織の変化は、毎日のブラッシングの機械的刺激によると考えられる。ブラッシングが歯肉に直接与える影響を評価することは、その副作用を防止し、歯ブラシやブラッシング方法を選択するうえで意義のあることと思われる。

二見ら¹⁵⁾は、歯磨剤が口腔軟組織に及ぼす影響について評価するため含嗽液中の剝離細胞数を測定している。また Marshall ら¹⁶⁾は、歯肉切除後の治癒状態を剝離細胞診および剝離細胞数を測定し報告している。含嗽液を用いた剝離上皮細胞数の測定は簡便な方法であり、歯肉の状態を反映することからその臨床的応用範囲は広いと思われる。

見明^{17,18)}は、ラットを用いてブラッシング直後の歯肉表面の超微細構造を SEM により直接観察してい

る。しかし、日常臨床に応用するには困難な点が多い。一方 Sandholm ら¹⁹⁾は、臨床的にレプリカ法を用いてブラッシングによる歯肉の損傷を SEM にて観察している。レプリカ法は、高倍率での観察には再現性の点で問題があるが、低倍率での観察は十分可能であると考えられる。

そこで臨床に於いて、ブラッシング法の違いが含嗽液中の剝離上皮細胞数に与える影響を評価し、同時に歯肉表面の変化をレプリカ法を用い SEM にて観察した(実験1)。また、ブラッシング圧の違いが歯肉に与える影響について、実験1と同様の評価を行なった(実験2)。

材料と方法

実験1 ブラッシング法の違いが歯肉に与える影響

1) 被験者

臨床的に健康歯肉を有し、大きな補綴物を装着していない鶴見大学保存科医局員で、各ブラッシングに習熟した14名(男13名、女1名、26~36歳)を被験者とした。

2) 歯ブラシ

実験に用いた歯ブラシは、サンスター社製ペリオII® Mを用いた。歯ブラシの形態は、ナイロン毛、3列20毛束、毛の直径0.33mm、植毛部の長さ22.6mm、毛丈12mm、毛先端は先丸加工、刷掃面はストレートカットである。

3) ブラッシング法

① スクラッピング法：唇側側面は前歯2区分と臼歯4区分、舌側側面も同様に区分し、口腔を合計24区分に分けてブラッシングを行なった。3振動を1ストロークとし、1区分を10ストロークのブラッシングを行なった。

図 1 実験手順

② 横みがき法：口腔を、スクラッピング法と同様に 24 区分とし、スクラッピング法より大きなストロークを用いてブラッシングを行なった。3 振動を 1 ストロークとし、10 ストロークを 1 区分に行なった。

③ ローリング法：歯ブラシの毛先を約 2 mm 歯肉辺縁に当て、歯肉を圧迫し歯冠側方向に歯ブラシを回転、1 区分を 10 回行なった。口腔内は前者と同様に 24 区分とした。

4) 剥離上皮細胞数の測定

ブラッシング前に生理食塩水 30 ml を用いて 1 分間含嗽後、再び同様に含嗽し、これをブラッシング前の含嗽液とした。ブラッシング中の唾液はすべて回収し、ブラッシング終了後同様に 1 分間含嗽した液に加え、これをブラッシング終了後の含嗽液とした。含嗽液は 10 分間、3000 rpm で遠沈し、上清を捨てクリスタルバイオレットを滴下して剥離上皮細胞を染色した。再び生理食塩水にて 30 ml にもどし、トーマ型の血球計測板にて 1 ml 中の剥離上皮細胞を光学顕微鏡下で計測した。測定は 3 回行ない、その平均値を測定値とし、統計処理は paired-t 検定を用いた。

5) SEM による歯肉表面の観察

ブラッシング直後の歯肉表面への影響を観察するために、シリコン印象材を用いて上顎小臼歯または前歯唇側歯肉の印象を採取しレプリカを製作した。印象材は、而至歯科工業社製付加重合型ビニルシリコン印

象材エクザミックス・カートリッジを用いた。これは従来型に親水性を付与したタイプで、カートリッジを専用ディスペンサーに装着し、押し出すだけで均一に練和された気泡のない印象材が得られる。2 次レプリカ材として、エポフィックス・レジン（ストラウル社製）を用いた。2 次レプリカ材の硬化後、2×2 cm の大きさにトリミングし金パラジウム・コーティングを行い、SEM 試料とし、日本電子社製 T-300 にて観察した。

6) 実験スケジュール

実験開始 1 週間前に被験者の口腔をスケーリングおよびポリッシングを行なった（図 1）。各被験者には、指定したブラッシング法で 1 日 2 回以上ブラッシングするように指示した。測定の 1 週間前より指定した歯ブラシを使用させ、実験当日は測定の 5 時間以内の食事、ブラッシングを禁止し同じ歯ブラシを用いて実験を行なった。測定終了後、被験者には次回のブラッシング法を指示し、新しい歯ブラシを与えた。測定は次の順序で行なった。

- ① 1 回目の含嗽
- ② 2 回目の含嗽（ブラッシング前の含嗽液）
- ③ 印象採取
- ④ ブラッシング（ブラッシング中の唾液は回収）
- ⑤ 3 回目の含嗽（ブラッシング後の含嗽液、ブラッシング中の唾液を含む）

図 2 実験 2 で用いたストレングージを貼付した歯ブラシ

図 3 圧トランスデューサーを装着した上顎第 1 大臼歯

- ⑥ 同一部位の印象採取
- ⑦ ポリッシング

実験 2 ブラッシング圧の違いが歯肉に与える影響

1) 被験者

実験 1 と同様の条件を満たす鶴見大学保存科医局員 10 名 (男 9 名, 女 1 名, 26~36 歳) を被験者とした。

2) 歯ブラシ

実験 1 と同様の歯ブラシを用いた。歯ブラシの柄に加えられた力を常時記録するために、共和社製ストレングージ KFP-2 C 1-65 を歯ブラシの頸部に瞬間接着剤を用いて貼りつけた (図 2)。ゲージからリード線にてブリッジボックス JP-600 G を経て、専用増幅器 RMP-6004 M にて増幅、オシロスコープを経由して日本光電社製 8 ch ペンレコーダ WT 683 G でその波形を記録した。

3) ブラッシング法

歯ブラシの毛先を用いるブラッシング法としてスクラッピング法と、主に歯ブラシの脇腹を用いるローリング法について、通常行なっているブラッシング圧とそれより強い歯肉に痛みを感じる高いブラッシング圧で各ブラッシングを行なった。その他のブラッシング時の条件は実験 1 に準じた。

図 4 実験 2 のブロックダイアグラム

図 5 圧力測定装置

4) 剝離上皮細胞数の測定

実験 1 に準じた。

5) SEM による歯肉表面の観察

実験 1 に準じた。

6) ブラッシング圧の測定

ブラッシング中の歯面に直接加わる圧力を測定するために、牧田ら²²⁾の方法に準じ、上顎右側第 1 大臼歯暫間被覆冠頬側歯面中央部に共和社製 PS 型超小型圧力

変換器(5 kV)を用いた。感圧部は、直径 6 mm、厚さ 0.6 mm、定格容量 5 kg/cm²、非直線性は 1% 以内である(図 3)。感圧部よりブリッジボックスを経て、専用増幅器にて増幅、ペンレコーダーで記録した。本装置は、水銀柱を用いて実際に圧力を加えて校正を行なった結果十分な直線性が得られた。圧力の計測は、同一検者がノギスを用いて安定した波形の 10 ストロークを測定し、その平均値をブラッシング圧とした。この圧測定装置は、暫間被覆冠に装着した圧トランスデューサーで歯面に加わる圧力を測定し、同時に歯ブラシの柄に貼りつけたストレージで歯ブラシに加えられた力をオシロスコープにモニターおよび記録出来るシステムである。被験者は最初に上顎第 1 大臼歯頬側のブラッシングを行ない、その時と同じ圧力になるようにオシロスコープをモニターしながらブラッシングを行なった(図 4, 5)。

7) 実験スケジュール

実験 1 に準じた。

結 果

実験 1 ブラッシング法の違いが歯肉に与える影響

1) 剝離上皮細胞数

ブラッシング前後の剝離上皮細胞数を表 1 に、その平均を図 6 に示す。ブラッシング前の含嗽液中の剝離

上皮細胞の平均は、スクラッピング法で $2.3 \pm 0.9 \times 10^4/\text{ml}$ 、横みがき法で $2.4 \pm 0.8 \times 10^4/\text{ml}$ 、ローリング法では、 $2.4 \pm 1.4 \times 10^4/\text{ml}$ とほぼ同様の値を示し、有意差は認められなかった。

ブラッシング後の剝離上皮細胞数は、ローリング法が $26.0 \pm 6.3 \times 10^4/\text{ml}$ で最も高い値を示し、次に横みがき法の $20.5 \pm 3.2 \times 10^4/\text{ml}$ 、スクラッピング法は $12.5 \pm 2.2 \times 10^4/\text{ml}$ と最も小さい値を示した。各ブラッシング法間に、統計学的に有意差 ($p < 0.05$) を認めた。

2) SEM による歯肉表面の観察

① スクラッピング法

図 7 に、ブラッシング前の上顎小臼歯頬側歯間乳頭部歯肉のレプリカによる SEM 像を示す。歯肉表面は辺縁が不明瞭な細かい鱗状を呈していた。スティッピングには印象採得時に入ったと思われる気泡が認められた。歯肉溝部には、歯肉溝浸出液の影響と思われる構造物も観察された。

図 8 にブラッシング直後の同一歯肉の所見を示す。歯肉表面は辺縁の明瞭な角化層の落屑を認め、一部上皮は弁状の剝離像を示していた。

② 横みがき法

ブラッシング前後の歯間乳頭部歯肉の SEM 所見をそれぞれ図 9, 10 に示す。ブラッシング直後では、乳頭部歯肉根尖側に広範囲に及ぶ辺縁不規則な葉状の剝

表 1 ブラッシング前後の剝離上皮細胞数

Subject	Scrub		Hori		Roll	
	Before	After	Before	After	Before	After
	$1.4 \times 10^4/\text{ml}$	13.7	2.3	20.3	2.9	23.0
	1.7	11.3	3.2	22.0	1.0	30.0
	0.7	14.0	2.1	19.0	3.3	32.0
	1.7	9.0	1.1	21.7	0.9	25.0
	3.4	14.0	3.6	23.3	3.6	30.0
	2.1	15.3	2.3	24.7	3.8	40.0
	3.1	11.8	1.6	19.0	3.6	31.3
	3.0	16.7	3.0	23.0	3.0	20.3
	2.4	10.3	2.4	23.6	2.4	20.6
	1.0	10.3	3.5	12.3	0.7	23.0
	3.0	9.3	2.5	20.3	2.9	24.0
	3.6	12.7	3.3	22.7	3.2	30.5
	2.4	12.0	1.2	16.3	1.4	16.3
	2.4	14.0	1.5	18.3	0.8	18.0
Mean $\pm$ S.D.	2.3 ± 0.9	12.5 ± 2.2	2.4 ± 0.8	20.5 ± 3.2	2.4 ± 1.1	26.0 ± 6.3

* $p < 0.05$

図 6 ブラッシング前後の剝離上皮細胞数

図 7 ブラッシング前の上顎小臼歯頬側歯間乳頭部

図 8 スクラッピング法でブラッシングを行なった直後の歯肉 (図 7 と同一部位を示す)

離像が観察され、スクラッピング法、ローリング法に比較して上皮の剝離した部分は深い粗造な面を呈していた。剝離所見は乳頭頂部には認められなかった。

図 9 ブラッシング前の上顎小臼歯頬側歯間乳頭部

図 10 横みがき法でブラッシングを行った直後の歯肉 (図 9 と同一部位を示す)

図 11 ブラッシング前の上顎小臼歯頬側歯肉

③ ローリング法

ブラッシング前後の歯肉表面の SEM 像をそれぞれ図 11, 12 に示す。ブラッシング直後では、歯間乳頭部根尖側に広範囲に角化層の落屑が観察された。剝離は角化層の表層に限局し、乳頭頂部付近には認められな

図 12 ローリング法でブラッシングを行なった直後の歯肉 (図 11 と同一部位を示す)

表 2 スクラッピング法におけるブラッシング圧

Subject	Normal Pressure	High Pressure
	1968.7 g/cm ²	2159.8
	1832.3	2006.2
	413.2	849.9
	1408.1	3586.6
	823.4	1761.3
	778.1	1960.2
	965.3	1741.8
	1695.8	2635.4
	1517.3	2098.9
	1058.8	1563.3
Mean±S.D.	1246.1*±513.5	2036.3*±713.5

* $p < 0.05$

表 3 スクラッピング法におけるブラッシング前後の剝離上皮細胞数

Subject	Normal Pressure		High Pressure	
	Before	After	Before	After
	3.6 ×10 ⁴ /ml	10.0	1.0	6.0
	4.9	20.7	4.1	22.3
	2.4	17.7	2.0	14.3
	2.2	8.3	4.3	16.0
	0.7	10.0	2.2	9.3
	1.2	8.0	2.2	12.3
	2.5	11.0	2.4	8.0
	2.8	12.7	2.6	16.3
	0.7	6.0	2.2	6.3
	3.0	13.0	0.6	10.3
Mean±S.D.	2.4±1.3	11.7±4.5	2.4±1.2	12.1±5.2

図 13 スクラッピング法におけるブラッシング前後の剝離上皮細胞数

かった。

実験2 ブラッシング圧の違いが歯肉に与える影響

1) スクラッピング法

① 剝離上皮細胞数

各被験者が日常用いているブラッシング圧 (通常の圧力) と歯肉に痛みを感じる通常よりも強い圧力 (高い圧力) の違った圧力でブラッシングを行なった。通常の圧力の平均は $1246.1 \pm 513.5 \text{ g/cm}^2$, 高い圧力の平均は $2036.3 \pm 713.5 \text{ g/cm}^2$ であり, 両者間に統計学的に有意差 ($p < 0.05$) を認めた (表 2)。

ブラッシング前の含嗽液中の剝離細胞数は, 通常の圧力では $2.4 \pm 1.3 \times 10^4/\text{ml}$, 高い圧力では $2.4 \pm 1.2 \times 10^4/\text{ml}$ とほぼ同じ値を示した。

ブラッシング直後 (ブラッシング中を含む) では, 通常の圧力でブラッシングを行なった場合 $11.7 \pm 4.5 \times 10^4/\text{ml}$, 高い圧力の場合 $12.1 \pm 5.2 \times 10^4/\text{ml}$ とやや高い値を示したが, 統計学的に有意差を認めなかった (表 3, 図 13)。

② SEM による歯肉表面の観察

図 14 に通常の圧力でブラッシングを行なった直後の上顎小白歯頬側歯肉のレプリカ SEM 像を示す。辺縁が不規則な広範な剝離所見を認める。

図 15 に高い圧力でブラッシングを行なった直後の小白歯部歯間乳頭の所見を示す。剝離所見は乳頭頂部に観察され, 辺縁は不規則で通常の圧力でブラッシングした所見と著しい差を認めなかった。

図 14 通常の圧力でスクラッピング法を用いてブラッシングを行なった直後の上顎小白歯頬側歯肉

図 15 高い圧力でスクラッピング法を用いてブラッシングを行なった直後の上顎小白歯頬側歯肉

2) ローリング法

① 剥離上皮細胞数

各被験者が日常用いているブラッシング圧（通常の圧力）の平均は、 $498.3 \pm 84.8 \text{ g/cm}^2$ であり、歯肉に痛みを感じる通常よりも強いブラッシング圧（高い圧力）の平均は、 $687.6 \pm 212.9 \text{ g/cm}^2$ であった。両者間には、統計学的有意差（ $p < 0.05$ ）を認めた（表 4）。

ブラッシング前の剥離上皮細胞数は、前者で $2.3 \pm 0.9 \times 10^4/\text{ml}$ 、後者で $2.0 \pm 1.2 \times 10^4/\text{ml}$ と両者間に統計学的有意差を認めなかった。またブラッシング直後の剥離上皮細胞数は、通常の圧力で $18.9 \pm 3.8 \times 10^4/\text{ml}$ 、高い圧力で $23.1 \pm 3.5 \times 10^4/\text{ml}$ とやや高い値を示したが、統計学的有意差を認めなかった（表 5、図 16）。

表 4 ローリング法におけるブラッシング圧

Subject	Normal Pressure	High Pressure
	450.6 g/cm ²	705.0
	679.7	748.1
	500.7	536.0
	522.8	641.7
	398.1	461.2
	504.0	1238.6
	437.8	700.6
	408.2	571.8
	582.4	585.1
Mean±S.D.	498.3 ± 84.8	687.6 ± 212.9

* $p < 0.05$

表 5 ローリング法におけるブラッシング前後の剥離上皮細胞数

Subject	Normal Pressure		High Pressure	
	Before	After	Before	After
	$2.5 \times 10^4/\text{ml}$	20.3	3.3	28.0
	0.5	24.3	2.9	22.3
	2.4	22.0	2.8	24.3
	2.6	14.0	4.0	20.0
	1.5	20.0	0.6	23.0
	3.7	22.0	1.3	16.0
	2.2	13.7	1.3	22.7
	1.4	14.0	1.6	23.7
	3.6	20.0	0.8	27.7
Mean±S.D.	2.3 ± 0.9	18.9 ± 3.8	2.0 ± 1.2	23.1 ± 3.5

図 16 ローリング法におけるブラッシング前後の剥離上皮細胞数

図 17 通常の圧力でローリング法を用いてブラッシングを行なった直後の上顎

図 18 高い圧力でローリング法を用いてブラッシングを行なった直後の上顎小臼歯頬側歯肉

② SEM による歯肉表面の観察

図 17 に上顎前歯唇側歯間乳頭部を通常の圧力でブラッシングした直後の所見を示す。乳頭歯肉全体に細かな落屑が観察され、スクラッピング法で観られたような辺縁が不規則で、深い剝離像は認められなかった。

図 18 に高い圧力でブラッシングを行なった直後の上顎前歯歯肉の所見を示す。通常の圧力での所見と類似していたが、弁状の剝離も認められた。

考 察

実験 1 ブラッシング法の違いが歯肉に与える影響

1) 実験方法について

被験者とした鶴見大学保存科医局員は、各ブラッシング法に習熟し、口腔衛生に関する知識にも熟知し、

実験に容易に協力してもらえなどの理由から実験に用いた。実験誤差をなるべく少なくするために口腔内には、欠損や、多数歯にわたる補綴物の無い正常歯列で、臨床的健康歯肉を条件とした。

歯ブラシの毛先を用いるスクラッピング法では軟毛か中等度の硬さの歯ブラシ、主に歯ブラシの脇腹を用いるローリング法では比較的硬めの歯ブラシが適しているといわれている⁴⁾。歯ブラシには、スクラッピング法、ローリング法共に使用できる中等度の硬さで、歯ブラシの頸部に圧力センサーを貼り付け易い形態であるなどの理由で、ペリオ II® M を選択した。

ブラッシング法は、スクラッピング法、横みがき法、ローリング法を用いた。スクラッピング法は、新井¹⁾、渡辺¹¹⁾、によれば、パス法、ローリング法、チャーターズ法、スティルマン改良法などと比較すると、有意に歯垢除去効果が高く、ブラッシング時間も他の方法より短く、基本動作も簡単なことから広く臨床に推奨している方法である。またスクラッピング法を誤っていると、基本動作が大きくなり横みがき法になる傾向があり、歯肉退縮、硬組織の磨耗、歯肉の損傷に大きく関係していると考えられている。上記のブラッシング法は、主に歯ブラシの毛先を用いるが、毛束の脇腹を歯肉辺縁にあて加圧回転するローリング法は、歯肉表面への影響が大きいと推察される。これらのブラッシング法は、一般に広く用いられている方法でもあることから 3 種類のブラッシング法を選択した。

刷掃効果は、ストローク数によって大きく影響を受けると考えられることから、口腔内を 24 区分とし、1 区分について刷掃基本動作を 10 ストロークと規定した。ブラッシング時間については、特に規定しなかった。基本動作を正確に行なうために、被験者に手鏡を持たせ口腔内を見ながらブラッシングを行なわせた。

Sigmund ら^{23,24)}は、ブラッシングが歯肉へ与える影響について剝離細胞診を用い、上皮の角化が亢進していることを報告している。

大谷²⁵⁾は、歯周炎の程度と剝離細胞像の関係について詳細に述べている。これらは、数週間から数ヶ月の歯肉の変化を評価した報告であり、ブラッシング直後の影響を評価したものではない。

ブラッシング前の最初の含嗽液は、剝離細胞が口腔内に残留していたと思われるが、個人によるばらつきが大きいため試料として用いず、2 度目の含嗽液を用いた。

口腔粘膜表面の微細構造について、八百枝²⁶⁾、大

神²⁷⁾、松本^{28,29)}らは、SEM による観察を行なっている。また見明^{17,18)}は、ラットの歯肉を用いてブラッシング後の歯肉表面を SEM にて観察している。しかし、これらは生検を用いた報告であり、実際の臨床では困難であり、同一部位をブラッシング前後で観察することは不可能である。Hyman ら¹³⁾は、歯ブラシによる歯肉損傷について肉眼的観察を行なっているが、出血を伴うような重度の損傷のみの観察であり通常のブラッシングでみられる微細な歯肉の変化ではない。Sandolm ら¹⁹⁾は、ブラッシングによる歯肉の微細損傷をシリコン印象材を用いてレプリカを作製し、SEM による所見を報告している。レプリカ法は硬組織を観察するうえで有効な手段であるが、歯肉のような軟組織においては多くの腺組織が存在するために唾液の介在することが多く鮮明な印象を得ることが従来の印象材では困難であった。しかし、本実験では、親水性シリコン印象材を用いることで従来のものより鮮明な印象面が得られたと思われる。しかし、八百枝²⁶⁾、松本^{28,29)}の所見と比較すると高倍率での観察には不十分であり、印象材が硬化するまで防湿が比較的容易な上顎前歯または小白歯頰側歯肉の観察のみであった。今後印象材の精度、防湿法の改良が必要と思われる。

各被験者の歯肉の状態を一定にし、炎症の原因となるプラークや歯石などの沈着物の影響を少なくするため、実験開始 1 週間前に全顎のスクーリングおよびポリッシングを行なった。歯磨剤の使用によって歯肉の損傷が少ないとの報告^{18,30)}もあるが、歯ブラシの動き以外の歯肉に影響を与える因子を除外するために実験には歯磨剤を使用しなかった。

2) 実験結果について

ブラッシング前の剝離細胞数は、全てのブラッシング法でほぼ同一の値を示したことから、実験期間を通じて被験者の口腔状態を一定に保つことが出来たと思われる。

ブラッシング後では、ローリング法で最も高い値を示し、次いで横みがき法、最も低い値を示したのがスクラッピング法であった。ローリング法はその基本動作が歯肉辺縁に接触し、加圧回転することから、スクラッピング法や横みがき法のように歯面のみを刷掃するブラッシング法に比較して広範囲に歯肉を擦過する結果、剝離上皮細胞数が高い値を示したと思われる。また、スクラッピング法での毛先の動きは、数ミリ近遠心的に動き、主に歯面を磨くことから歯肉を擦過する範囲も小さいのではないかと推察される。しかし、この

点に関してはさらに検討が必要であると思われる。

本実験での SEM による観察は、35 倍で観察したが、見明^{17,18)}はラットの歯肉の生検を用いてブラッシングによる上皮細胞の microridge 構造の破壊を高倍率で観察している。これらの微細構造を観察するのに十分な再現性のある印象を得られなかった。

スクラッピング法では、歯肉辺縁頂部および歯間乳頭頂部に角化層の剝離所見が認められた。これはスクラッピング法の動きが小さく、また歯ブラシの毛先を用いたブラッシング法では比較的ブラッシング圧が高いために毛先が歯間部の奥に到達する結果、乳頭頂部に剝離が生じたと思われる。

横みがき法は、その動きがスクラッピング法より大きい為に歯肉の唇頬側、舌口蓋側へ突出した部分に毛先があたると考えられる。従って、剝離所見は歯間乳頭根尖側に観察された。牧田²²⁾によれば、ブラッシング法の相違による歯面に加わる圧力について比較した結果、横みがき法の圧力が高いことを報告している。スクラッピング法やローリング法に比べて横みがき法の損傷は深く、辺縁が不規則な葉状の剝離像を示したことから、相当大きな圧力が加わったのではないかと推察される。

ローリング法でのブラッシング直後の歯肉所見では、乳頭部根尖側に角化上皮の落屑が広範囲に観察され、横みがき法と同様に唇頬側、舌口蓋側の突出部に剝離所見が生じていたが、より根尖側方向にも剝離が広がって認められた。これはローリング法の基本動作が歯肉辺縁に毛束の脇腹を当てることによると思われる。乳頭頂部に剝離が認められなかったのは、歯ブラシの毛先が歯間乳頭頂部付近に到達しないためと考えられる。ローリング法のブラッシング圧は、比較的低いため横みがき法で観られたような深い損傷は認められなかったと思われる。

実験 2 ブラッシング圧の違いが歯肉に与える影響

1) 実験方法について

ブラッシング圧の強弱が歯肉の退縮、歯や修復物の磨耗およびプラークの除去効果などに深い関係があると言われている。渡辺³¹⁾は、ブラッシング圧とプラーク除去効果について、ブラッシング圧が高くなるにつれてプラークの除去効果も高くなる傾向があると報告している。従って、ブラッシング圧が高くなると歯肉に対する影響も大きくなると推察される。そこでブラッシング圧の違いが歯肉に与える影響について検討した。被験者、使用歯ブラシは実験 1 と比較することを

考慮し同一条件とした。

ブラッシング法は、ブラッシング後の剝離上皮細胞数が実験1で最も低い値を示したスクラッピング法と最も高い値を示したローリング法を選択した。

ブラッシング圧の測定に関しては、暫間被覆冠に装着した圧トランスデューサーと歯ブラシにつけたストレンゲージからの波形を同時に記録できるシステムを用いた。ストレンゲージは、歯ブラシの柄に加えられた力を歪みとして測定しているため、ローリング法など歯ブラシの柄の長軸方向に直角に作用しない歪みに対しても反応し、実際の歯面に加わる圧力とは異なるとの報告²²⁾がある。しかし本実験では上顎第1大臼歯以外の部位でも一定のブラッシング圧を再現するための指標として用いた。また本装置は被験者自身が歯ブラシに加えている力を肉眼的に観ることが可能で臨床に広く応用できると思われる。

個人差が大きいため、ブラッシング圧は通常の圧力と高い圧力に規定したのみで実際の圧力を設定しなかったが、両圧力間に統計学的に有意差($p < 0.05$)を認め、また通常のブラッシング圧は牧田ら²²⁾の報告と一致した。

2) 実験結果について

① スクラッピング法

歯肉に痛みを感じずる圧力は、通常の約2倍近い値であるにもかかわらず、1週間ブラッシングを行なった結果、ブラッシング前の剝離細胞数は、通常の圧力、高い圧力の両者間に差を認めなかった。ブラッシングによる剝離は短時間で回復するため¹⁷⁾、両者の歯肉表面に差がなかったと考えられる。これはSEMによる観察でも特にブラッシング前に、損傷像を認めなかったことから推察される。ブラッシング圧が高ければ、歯肉表面に過大な外力が加わると思われるが、ブラッシング後の剝離細胞数においても、同様に通常の圧力、高い圧力の間に差がなかった。SEMによる観察においても、剝離の生じていた部位、損傷の深さ、大きさ、形態に著しい差を認めず、実験1で観られた所見と同様の剝離像を示した。このことは、近遠心的に小さく振動させ、歯肉にはあまり触れないスクラッピング法の動きでは、ブラッシング圧の歯肉表面への影響が少ないのではないかと考えられる。

② ローリング法

ブラッシング後の剝離上皮細胞数は、通常より高い圧力で高い値を示したが統計学的に差を認めなかった。ローリング法においても剝離上皮細胞数は、毛先

が歯肉表面を擦過する範囲に大きく影響を受け、圧力の影響は少ないと考えられる。

SEM所見では、上皮細胞の落屑が歯間乳頭全体に観察され、スクラッピング法や横みがき法で認められた辺縁の不規則な葉状の剝離像は観察されなかった。ローリング法の圧力は、前者に比較して半分以下であり、歯肉に加わる圧も低いために剝離が上皮層の表層に限局していたのではないと思われる。

結 論

ブラッシングが歯肉に与える影響について、ブラッシング前後の含嗽液中の剝離上皮細胞数を測定することによって評価し、ブラッシング直後の歯肉表面をシリコン印象材を用いたレプリカ法でSEM観察を行った。その結果以下の結論を得た。

1) ブラッシング後の含嗽液中の剝離細胞数は、ローリング法で最も高く、ついで横みがき法、最も低い値を示したのはスクラッピング法であった。

2) スクラッピング法およびローリング法において、ブラッシング圧の強弱は、ブラッシング後の含嗽液中の剝離細胞数に著しい影響を与えなかった。

3) SEMによる歯肉表面の観察では、スクラッピング法や横みがき法で、歯間乳頭頂部および歯肉辺縁に剝離所見が認められ、ローリング法では、歯間乳頭の根尖側に剝離が生じていた。また、ブラッシング圧の違いによる剝離所見の明らかな差は認められなかった。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始御懇篤なるご指導と御高聞を賜りました中村治郎教授に深甚なる感謝の意を表するとともに、本論文の御校閲を賜りました本学第1歯科保存学教室河野篤教授、ならびに第1口腔外科学教室瀬戸皖一教授に衷心より感謝の意を捧げます。また本研究を行なうにあたり多大な御教示、ご指導を頂きました第2保存学教室新井高助教授、第1解剖学教室島貫芳雄助手、さらに本教室諸兄に対して心から謝意を表します。

文 献

- 1) 新井 高：歯ブラシとブラッシング方法の相違による歯垢除去についての比較。日歯周誌, 18: 13-31, 1976.
- 2) Arai T. and Kinoshita S.: A comparison of plaque removal by different toothbrushes and toothbrush-

- ing methods, Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., 24 : 177-188, 1977.
- 3) 福島将人, 栗原健二, 黒米譲二, 稲玉圭輔, 谷下田昭夫, 東海林良彦, 鈴木丈一郎, 渡辺一郎, 塩野宗則, 渡辺孝章, 新井 高, 中村治郎: スクラッピング法における種々の歯ブラシのブラーク除去効果とブラッシング圧に冠する研究 (第5報) —歯ブラシ頸部の長さとも毛の先端形態の異なるナイロン毛歯ブラシについて—. 日歯周誌, 31 : 1197-1206, 1989.
 - 4) 新井 高: ブラークコントロールについて (1)—ブラッシングによる口腔清掃法—. Quintessence Journal, 9 : 27-37, 1977.
 - 5) 内山純一: サルの実験的歯肉炎に対するブラッシング効果の臨床的病理組織学的分析. 日歯周誌, 23 : 249-272, 1981.
 - 6) 新井 高: 歯周疾患の改善におけるブラッシングの効果をさぐる, スクラッピング法について. Quintessence Journal of Dental Auxiliary, 9 : 31-38, 1985.
 - 7) Hiram, R.F. and Feorge R.A. : Histologic evaluation of the effects of intrasulcular toothbrushing on human sulcular epithelium. J. Periodontol., 49 : 163-173, 1978.
 - 8) Niemi, M-L., Ainamo, J. and Etemadzadeh, H. : Gingival abrasion and plaque removal with manual versus electric toothbrushing. J. Clin. Periodontol. 13 : 709-713, 1986.
 - 9) Niemi, M-L., Ainamo, J. and Etemadzadeh, H. : The effect of toothbrush grip on gingival abrasion and plaque removal during toothbrushing, J. Clin. Periodontol 14 : 19-21, 1987.
 - 10) 黒岩 勝, 小高鉄男, 東 昇平: エナメル質の自然表面における微細欠損の修復, 第1法ブラッシングの影響—特に歯磨剤の使用時と非使用時の差について—. 歯界展望, 74 : 361-379, 1989.
 - 11) 渡辺 隆: ブラッシング方法の差による炎症歯肉辺縁の根尖側移動の程度について. 日歯周誌, 18 : 468-485, 1976.
 - 12) 塩野宗則, 大場浩二, 手塚敦子, 加藤達朗, 日下部善胤, 高野好正, 新井 高, 中村治郎: 歯周治療後の歯肉辺縁の位置変化について—歯周初期治療後の変化について—. 日歯保誌, 25 : 543-550, 1982.
 - 13) Hyman, S. and Jacob, L. : The toothbrush and gingival traumatic injury. J. Periodontol., 55 : 713-719, 1984.
 - 14) 新井 高, 塩野宗則: 歯ブラシの誤用で歯肉に損傷が起きた. 歯科ジャーナル, 23 : 828-829, 1986.
 - 15) 二見高彦: 数種の歯磨成分の口腔粘膜への影響. 口腔衛生会誌, 19 : 159-169, 1969.
 - 16) Marshall. S.M. and Miles. S. : The use of oral exfoliative cytology in the evaluation of gingivectomy healing. J. Periodontol., 36 : 375-381, 1965.
 - 17) 見明 清: ブラッシングによる歯齦粘膜上皮に及ぼす影響に関する走査電顕的研究. 国際歯科学会日本部会雑誌, 20 : 35-45, 1989.
 - 18) 見明 清: 歯周組織に対するブラッシングの意義. 日本歯科評論, 571, 187-193.
 - 19) Sandholm, L., Niemi, M.L. and Ainamo, J. : Identification of soft tissue brushing lesions. A clinical and scanning electron microscopic study. J. Clin. Periodontol. 9 : 397-401, 1982.
 - 20) 的野良次, 堀江照章, 石井敏彦, 山本 泰: SEMのためのシリコン印象によるレプリカ法の検討. 日歯保誌, 18 : 222-227, 1975.
 - 21) 佐藤新也: レプリカ法による象牙質表面の観察 1. 印象圧の検討, 日歯保誌, 24 : 881-892, 1981.
 - 22) 牧田 亨, 松浦久雄, 渡辺孝章, 新井 高, 中村治郎: ブラッシング圧について—歯ブラシとブラッシング方法の相違によるブラッシング圧についての比較—. 日歯周誌, 22 : 441-456, 1980.
 - 23) Sigmund, S., Nathan, W., Carlos, D. and George, P. : The effect of toothbrushing on the keratinization of the gingiva. J. Periodontol., 24 : 20-21, 1953.
 - 24) Sigmund, S. : The use of oral exfoliative cytology in evaluating periodontal health. J. Periodontol., 38 : 736-740, 1967.
 - 25) 大谷一好: 歯周疾患における剝離細胞学的研究 炎症の程度と剝離細胞および組織像との対比. 日歯周誌, 18 : 189-206, 1976.
 - 26) 八百枝正樹: ヒト歯齦の表面構造に関する光学顕微鏡ならびに走査型電子顕微鏡的観察. 日歯周誌, 22 : 341-365, 1980.
 - 27) 大神紀代子: 正常および各種疾患における口腔粘膜の表面超微構造の形態とその分布. 鶴見歯学, 8 : 137-166, 1982.
 - 28) 松本康博, 丸谷雅晴, 内田 隆, 瀬戸暁一, 渡辺義男: 走査電子顕微鏡による口腔軟組織表面の微細構造の観察; 1. 主として正常口腔粘膜について. 日本口腔外科学会雑誌, 21 : 274-279, 1975.
 - 29) 松本康博, 瀬戸暁一, 時田 優, 丸谷雅晴, 内田隆, 渡辺義男: 走査電子顕微鏡による口腔軟組織表面の微細構造の観察; 2. 過角化病変について. 日本口腔外科学会雑誌, 22 : 324-331, 1976.
 - 30) 岩崎浩一郎, 斉藤邦男, 小沢利之, 増田光輝, 滝行雄, 岩井達明, 辻田 敏, 岡崎邦宣, 杉山真次, 小野沢勝弘, 大貝晴久, 矢野優子: 歯磨剤の安全性について. 歯界展望, 65 : 639-652, 1985.
 - 31) 渡辺孝章: テレメトリーシステムを用いたブラッシング圧測定装置によるブラッシング圧に関する研究—ブラッシング圧とブラーク除去効果との関係について—. 日歯周誌, 27 : 779-794, 1985.

連絡先:

鶴見大学歯学部第2 歯科保存学教室
〒230 横浜市鶴見区鶴見2-1-3