

# 歯肉血流におよぼすブラッシングの影響

## Effect of Mechanical Toothbrush on Gingival Blood Flow

嶋野浪江・渡部恵子・山口和美・片岡あい子・鈴木幸江・\*神部芳則・西口栄子

Namie Shimano, Keiko Watabe, Kazumi Yamaguti, Aiko Kataoka, Yukie Suzuki,

Yoshinori Jinbu, Eiko Nishiguchi,

(湘南短期大学歯科衛生学科)

\* (自治医科大学口腔外科)

### はじめに

歯周疾患は若年者から成人まで罹患率が極めて高く、特殊な場合を除き歯肉炎に始まり、自覚症状のないまま進行して骨吸収・動揺が見られ、歯の喪失を招く疾患である。その成因として、プラーク中の細菌の産生物の刺激により発生するというエビデンスが確立されている<sup>(1,2)</sup>が、疾患の発生は原因の強さと組織抵抗力の拮抗の結果であり、細菌の産生物による刺激以外にも因子が考えられる多因子性の疾患である。

歯周疾患予防には原因除去としてのプラークコントロールと同時に、歯肉の抵抗性を高める方策として血流量を増大させ、組織に栄養供給を図ることが考えられる。ブラッシングにはプラークを除去する効果の他に歯肉をマッサージする効果がある<sup>(3)</sup>。歯肉マッサージへの効果については、歯肉循環血流量の増加、歯肉組織の代謝産物除去の促進、酸素の供給、歯肉上皮の角化促進や歯肉抵抗性の向上が考えられている。内山らはサルの実験的歯肉炎に対するブラッシング効果を病理学的に分析し<sup>(4)</sup>、田中らは、イヌの実験的歯周炎歯肉へのブラッシングによる機械的刺激の臨床的効果を、プラークを除去しないよりもしたほうが<sup>(5,6)</sup>、また付着歯肉を刺激する方が辺縁歯肉を刺激するよりも微小循環刺激効果が大きい<sup>(7)</sup>と報告している。ヒト実験的歯肉炎の回復に及ぼす歯肉マッサージ効果につい

てはJ.J.Bonfilらが報告している<sup>(8)</sup>。また埴岡らは、音波振動シリコンゴムブラシおよび脈動ジェット水流による機械的刺激による歯肉ヘモグロビンの酸素飽和度の上昇を報告<sup>(9)</sup>するなど、多くの研究者により機械的刺激による歯肉血流量の増加が認められつつある。

そこで我々は、歯肉組織の抵抗性向上を促す歯肉マッサージに着目して、その科学的根拠を確認するために、歯肉マッサージ用の毛足の長い(12mm)歯ブラシの購入は困難であるため、現在市販の歯ブラシで歯肉に刺激を与えて歯ブラシの毛のかたさと歯磨き圧が歯肉の血流に与える影響を観察した。

### 対象と方法

#### 1. 対象

正常歯列で歯肉も全身的にも健康で、本研究の目的を理解し、賛同を得た某女子短期大学学生を対象とした。

#### 2. 方法

##### (1)使用歯ブラシ

歯ブラシは、GUM#211(Butler社、毛のかたさ:ふつう)と同じくGUM#233(Butler社、毛のかたさ:やわらかめ)および、電動歯ブラシ2種、CD-A<sup>®</sup>(中国製、発売元:株キャンドウ、毛の硬さ:ふつう)、とクレストスピンプラシ<sup>®</sup>(米国:Dr.Joohns社、発売元:P&G、毛

の硬さ：ふつう)の4種類を使用した。

### (2)機械的刺激の与え方

座位安静で歯ブラシの毛先を654、654、32および32の付着歯肉部に当て、1分間小さな近遠心の動きを(スクラビング)与えた。歯ブラシの把持法、振動回数、振幅の大きさは被験者の通常のブラッシング法とした。

電動歯ブラシの場合は歯ブラシ本来の振動だけで人為的刺激は加えなかった。

### (3)血流量の測定およびデータ分析

血流量の測定はレーザードップラー血流計(ADVANCE LASER FLOWMETER: ALF21D)を用いコンピューターにて記録した。

プローブの接触状態による影響が示唆される<sup>(10)</sup>ことから、被験者は前述の安静座位にて被験者自らプローブを左手に持ち、23の歯間、付着歯肉部に軽く当て(HAND法<sup>(11)</sup>、中指を下

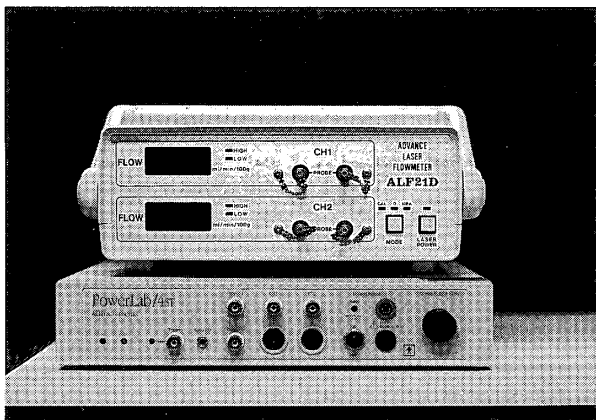


写真1 レーザードップラー血流計

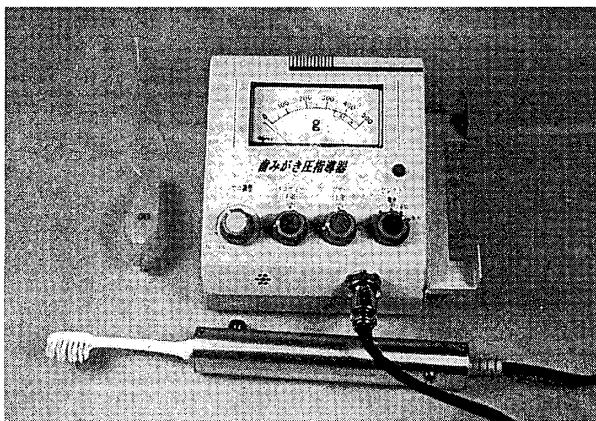


写真2 歯みがき圧指導器

顎に固定して、プローブの接触圧を一定に保つようにした。

結果については student's の t 検定を用いて判定した。

### (4)ブラッシング圧の測定

ブラッシング圧の測定は「歯みがき圧指導器」(コマツ株)を用いた。歯ブラシホルダーに歯ブラシを装着し被験者がブラッシングしているとき、検査者が指導器の数値を読み取り記録した。

## 結果

### 1. 歯ブラシの種類による歯肉血流量の変化

歯ブラシの毛の固さによる歯肉血流量の変化を654、654の2部位で、GUM#211、GUM#233、電動歯ブラシCD-Aを使用して観察した。その結果3種類の歯ブラシ共に上下顎の血流量はコントロール(歯磨きをしない時)と比較して有意( $P < 0.001$ )に増加した(表1)。

各種歯ブラシでブラッシングしたときの上下顎の歯肉血流量を比較すると、GUM#211を使用した場合、上顎の平均血流量は $36.1 \pm 10.9$ 、下顎の平均血流量は $41.8 \pm 16.6$ で、下顎が上顎に比較して高い傾向( $P < 0.3$ )にあったが有意性は認められなかった。

GUM#233を使用したときは、上顎の平均血流量は $28.5 \pm 12.1$ 、下顎の平均血流量は $35.8 \pm$

表1 歯ブラシの種類による機械的刺激時の歯肉血流量

歯ブラシの種類	部位	歯肉血流量 ml/min
コントロール	上顎	10.40 ± 5.5
GUM#211	上顎	36.14 ± 10.91
	下顎	41.87 ± 16.65
GUM#233	上顎	28.55 ± 12.16
	下顎	35.80 ± 15.13
電動ブラシ	上顎	22.59 ± 8.55
	下顎	23.91 ± 8.86

$M \pm S.D.$ ,  $N=14$  コントロールと比較して3種の歯ブラシによる機械的刺激により、上顎、下顎すべてにおいて有意に血流量は増加した。 $(P < 0.001)$

15.1、でやはり下顎が上顎に比較して高い傾向 ( $P < 0.2$ ) にあったが有意性はなかった。電動歯ブラシCD-Aを使用した場合は、上顎の血流量  $22.5 \pm 8.5$ 、下顎  $23.9 \pm 8.8$  となり上下顎間に有意性は認められなかった。

次に、上下顎をブラッシングしたときの血流量について各種歯ブラシ間で比較した。

上顎の平均血流量を比較すると、GUM#211を使用した場合は  $36.1 \pm 10.9$ 、GUM#233を使用した場合は  $28.5 \pm 12.1$  となり、GUM#211の方が高値 ( $P < 0.2$ ) を示した。GUM#233使用時と電動歯ブラシCD-A使用時との比較ではGUM#233は  $28.5 \pm 12.1$ 、電動歯ブラシCD-Aは  $22.5 \pm 8.5$  であり、有意性は認められなかった。しかし、GUM#211と電動歯ブラシCD-A間では電動歯ブラシに比べGUM#211の方が有意 ( $P < 0.01$ ) に高値を示した。

下顎の平均血流量を比較すると、GUM#211使用時の平均血流量は  $41.8 \pm 16.6$ 、GUM#233使用時の平均血流量は  $35.8 \pm 15.1$  で、GUM#211使用時の方が高かった ( $P < 0.3$ )。またGUM#211の平均血流量を電動歯ブラシCD-Aと比較すると、電動歯ブラシCD-A平均血流量は  $23.9 \pm 8.8$  で、GUM#211の方が有意 ( $P < 0.01$ ) の差で高値を示した。さらにGUM#233使用時の血流量は  $35.8 \pm 15.1$ 、電動歯ブラシCD-Aを使用した場合は  $23.9 \pm 8.8$  となりGUM#233を使用した場合の方が電動歯ブラシ使用より有意 ( $P < 0.05$ ) に高値を示した。

## 2. 歯肉血流量におよぼすブラッシング圧の効果

歯肉血流量におよぼすブラッシング圧の効果を観察した。

ブラッシング圧は、「歯みがき圧指導器」の歯ブラシホルダーに歯ブラシを装着してブラッシングしながら、検査者が読み取り記録した。同時に血流量測定をコンピューターに記録した。血流量測定部位は上下顎の前歯部を加えて4部位とし、ブラッシング圧70g以下の群と71g以上の群にわけ血流量の増加率で分析した。

このときの電動歯ブラシはクレストスピンプラシ®を使用した。

GUM#211使用時では、4部位すべてにおいてブラッシング圧70g以下の群の方が71g以上の群より血流量増加率は高かったが、部位別に検定した結果、上下顎臼歯部では両群の間に有意差は認められなかった。上顎前歯部ではブラッシング圧70g以下の群の血流量増加率は  $230.2 \pm 28.1$ 、ブラッシング圧71g以上の群では  $150.0 \pm 18.6$  の増加率となり、有意 ( $P < 0.05$ ) にブラッシング圧70g以下の群の方が高値を示した。下顎前歯部ではブラッシング圧70g以下の群の血流量増加率は  $269.1 \pm 41.3$ 、ブラッシング圧70g以上の群では  $181.23 \pm 22.8$  となりブラッシング圧70g以下の群の方が有意 ( $P < 0.1$ ) に高値を示した (表2)。

GUM#233使用時では、上顎臼歯部ではブラッシング圧70g以下の群の血流量の増加率は  $202.9 \pm 29.7$ 、ブラッシング圧71g以上の群の血流量の増加率は  $117.8 \pm 21.9$  の増加率となり、ブラッシング圧70g以下の群がブラッシング圧71g以上の群に比べ有意 ( $P < 0.05$ ) に高値を示した。また下顎臼歯部でもブラッシング圧70g以下の群の血流量増加率は  $261.5 \pm 41.7$ 、ブラッシング圧71g以上の群の血流量増加率は  $170.1 \pm$

表2 GUM#211使用時のブラッシング圧の違いによる歯肉血流量増加率

ブラッシング圧	上顎右側臼歯	下顎右側臼歯	上顎前歯	下顎前歯
20~70 N=15	$200.94 \pm 26.57$	$251.36 \pm 34.27$	$230.22 \pm 28.14$	$269.16 \pm 41.35$
71~120 N=14	$187.85 \pm 34.75$	$184.86 \pm 34.13$	$150.01 \pm 18.66$	$181.23 \pm 22.81$

\* ( $P < 0.05$ ) \*\* ( $P < 0.1$ ) M  $\pm$  S.E

表3 GUM#233使用時のブラッシング圧の違いによる歯肉血流量増加率

ブラッシング圧	上顎右側臼歯	下顎右側臼歯	上顎前歯	下顎前歯
20~70 N=15	202.95 ± 29.72*	261.55 ± 41.78**	150.22 ± 24.56	195.36 ± 27.64
71~120 N=14	117.89 ± 21.93	170.16 ± 30.66	128.93 ± 16.96	146.95 ± 21.19

\* (P<0.05) \*\* (P<0.1) M ± S.E

表4 クレストスピンプラシ使用時のブラッシング圧の違いによる歯肉血流量増加率

ブラッシング圧	上顎右側臼歯	下顎右側臼歯	上顎前歯	下顎前歯
20~70 N=13	112.92 ± 19.81	72.37 ± 8.64	153.9 ± 27.09	173.43 ± 37.06
71~120 N=11	87.26 ± 16.40	101.84 ± 20.78	175.2 ± 32.82	105.66 ± 20.03

M ± S.E

30.6となり、有意P<0.1)にブラッシング圧70g以下の群に高値を示した。上顎前歯部ではブラッシング圧70g以下の群の血流量増加率は150.2±24.5、ブラッシング圧71g以上の群の血流量増加率は128.9±16.9、となり、両群の血流量増加率に有意の差は認められなかった。下顎前歯部におけるブラッシング圧70g以下の群の血流量増加率は195.3±27.6、ブラッシング圧71g以上の群の血流量増加率は146.9±21.1となり両群の間に有意差は認められなかった(表3)。

クレストスピンプラシ®使用時には、上顎右側臼歯部ではブラッシング圧が70g以下の群の血流量増加率は112.9±19.8、ブラッシング圧71g以上の群の血流量増加率は87.26±16.4、下顎臼歯部ではブラッシング圧70g以下の群の血流量増加率は72.3±8.6、ブラッシング圧71g以上の群の血流量増加率は101.8±20.7となり、上下顎臼歯部においては、両群の間に有意差は認められなかった。同じく前歯部においては、上顎の血流量増加率はブラッシング圧70g以下の群では153.9±27.0、ブラッシング圧71g以上の群では175.2±32.8で、両群の間に有意な差は認められなかった。下顎前歯部ではブラッシング圧70g以下の群の血流量増加率は173.4±37.0、ブラッシング圧71g以上の群の血流量増加率は105.6

±20.03となり両群の間に有意差は認められなかった(表4)。

### 考察

歯周疾患の予防および初期治療では、EBMの確立によって次第にマッサージ効果よりも原因除去に主力がおかれるようになってきた。しかし、歯周疾患は多因子性の疾患であり、ホストとパラサイトとのバランスの上に成り立つ疾患であるという観点<sup>4)</sup>からみれば、歯肉に対しマッサージによって血流量増加を計り組織に栄養を供給し代謝を促進し、抵抗性を向上させることも、歯周疾患予防に大きく役立つ手段である。

そこで、日常的に特殊な器具を用いずに、セルフケア器材である歯ブラシにより歯肉に適切な血流の増加ができればと考え、歯肉血流量の変動を確認するために、3種類の歯ブラシを使用して歯肉に機械的刺激を与え、レーザードップラー血流計を用いて観察した。

その結果、3種いずれの歯ブラシを用いた場合でも機械的刺激を与えたときには、刺激を与えない時と比較し有意(P<0.001)に血流量が増加することを確認した。我々は日常的に、手足が冷たいときに摩って血行をよくし温めるこ

とを行っているが、ブラッシング刺激が歯肉の血行を良好にしていることの裏づけとも考えられる。

そこで、各種歯ブラシによる機械的刺激の効果を考察した。

各種歯ブラシによりブラッシングしたときの顎と下顎の血流量の平均値をみると、GUM #211では上顎に対し下顎では1.2倍、GUM #233を使用した場合には1.3倍となり、2種の歯ブラシ共に上顎に比べ下顎の方が血流量の増加が多かった。それは、上顎の操作では被験者の上腕が体から離れるのに対し、下顎のブラッシングでは上腕が体に軽く接触し安定性がよく、マッサージしやすいことが考えられる。電動歯ブラシCD-Aおよびクレストスピンプラシ使用時には上下顎間に有意差が見られなかったのは、電動歯ブラシを付着歯肉部に静置させ被験者により動かす操作が加わっていないので、操作の安定性は関係しなかったと考えられる。

次に、歯ブラシ間の比較では、GUM #211使用時とGUM #233使用時において上顎間では約1.4倍、下顎間では1.2倍となり、GUM #211の方が有意差は認められないものの血流量が高くなる傾向にあった。この結果は血流増加反応は刺激強度の増加に比例する<sup>(12)</sup>という報告と一致した。また、毛のかたさ「ふつう」と表示された電動歯ブラシCD-AがGUM #211との比較において血流量の増加が下顎で1.7倍、上顎で1.6倍、GUM #211が有意に高植を示したのは、電動歯ブラシCD-Aの方が刺激が弱いためではないかと考えられる。GUM #233使用時と電動歯ブラシCD-A間では上顎で $P < 0.2$ 、下顎で $P < 0.05$ の有意差がみられたのは、毛の固さがやわらかめであるが、GUM #211の時と同様に、電動歯ブラシCD-Aの方が機械的刺激が弱いためと考えられる。ブラッシング圧の違いによる比較では、GUM #211およびGUM #233を使用したときには4部位すべてにおいて、またクレストスピンプラシ使用時の上顎右側白歯

部および下顎右側前歯部において、有意性は認められないがブラッシング圧が低い群が高い群より、血流量増加率は高めであった。この結果は、埴岡らの結果と一致した。本実験においてはその理由を検討する実験を行なっていないため、理由は明らかではないが、埴岡らは、機械的刺激に対して血流量は刺激直後に有為に減少し3分後にブラッシング前の値に回復した、その理由として急激な圧迫により血流量を減少させたとしている<sup>(13)</sup>。

ブラッシング圧の低い群と高い群の間に血流量増加率に有意差が認められたのは、GUM #211使用時の前歯部およびGUM #233使用時の臼歯部のみであったが、前歯部、臼歯部ともに下顎に血流量増加率がやや高かったのは、前述のように右腕の安定性によるのではないかと考えられる。

イヌやネコで観察された口腔軟組織の反射性血流増加<sup>(16)</sup>も、ヒト皮膚で観察された反射性血流増加<sup>(17)</sup>、そしてヒト歯や歯肉への血流増加も刺激側と反対側への刺激に比べ同側で大きな反応が誘発<sup>(12)</sup>されている。また、3段階の速度でブラッシングを行った時の歯面に加わる圧力は、スタンダードの時の圧力が有意に高かったとする報告<sup>(18)</sup>もある。

歯肉は副交感神経の優位な領域であり、ブラッシングによる適度な刺激が感覚神経を介して血管を拡張させる<sup>(15)</sup>ため、機械的刺激の与え方として、歯ブラシ使用者への心的配慮を考えると、ブラッシング圧の調整指導あるいは歯ブラシの毛先を使うという方法そのものに検討を加えることが課題となるが、測定部位側と反対側に刺激を与えた今回の実験でも、コントロールに比べ2倍から4倍の血流増加を観察したことは、同側にはもっと大きく血流量を増大させたと考えられるので、歯ブラシによる機械的刺激による歯肉血流量増加が期待できる十分な根拠になり得た。

## 結論

歯肉に対する3種の歯ブラシ毛先の機械的刺激による血流量を測定し、以下のような結果を得た。

1. いずれの歯ブラシによる機械的刺激も歯肉血流量を有意に増加させた。
2. 歯ブラシの毛が固い方が軟らかいものより血流量を増加させた。
3. 上顎より下顎の方が有意に増加した。
4. ブラッシング圧が低い人の方が高い人より歯肉血流量を増加させた。

## 文献

- (1) Dzink, J.L. Socransky, S.S. and Haffajee, A.D. : The predominant cultivable microbiota of active and inactive lesions of destructive periodontal diseases. *J.Clin. Periodontology*. 15(5) : 316-323, 1988.
- (2) Jon B. Suzuki : Diagnosis and classification of periodontal diseases. *Dental Clinics of North America*, 32(2) : April 1988.
- (3) 石川 純 : 人はなぜ歯を磨くか、P.157~160 医歯薬出版、東京、1986.
- (4) 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(2) : 249-272, 1981.
- (5) 田中宗雄、埴岡隆、高谷桂子、雫石聡 : イヌの実験的歯周炎歯肉へのブラッシングによる機械的刺激の臨床効果、*口衛誌*、48:143-145, 1998.
- (6) Tanaka M, Hanioka T, Kishimoto M, Shizukuishi S : Effect of mechanical toothbrush stimulation on gingival microcirculatory functions in inflamed gingiva of dogs. *J.Clin. Periodontology*, 25:561-565, 1998.
- (7) Tanaka M, Hanioka T, Kishimoto M, Shizukuishi S : Comparisons of modalities of mechanical stimulation with a toothbrush on improvement of oxygen sufficiency in dog gingiva. *J. Clin. Periodontology*. 24 : 632-635, 1997.
- (8) Bonfil, J.J. Fourel, J. and Falabregues, R. : The influence of gingival stimulation on recovery from human experimental gingivitis. *J. Clin. Periodontology*, 12 : 828-836, 1985.
- (9) 埴岡隆、小島美樹、戎井直子、雫石聡 : 音波振動シリコンゴムブラシおよび脈動ジェット水流による歯肉機械的刺激の歯肉微小循環機能に及ぼす効果、*口腔衛生学会誌*、52 : 482-483、2002.
- (10) 山本あかね : 歯肉血流動態の評価に関する基礎的研究、*口病誌*、64(2) : 316-325, 1997
- (11) 高須賀三郎 : Laser Doppler 血流計による前歯部歯肉毛細血管血流量測定に関する基礎的研究、62:20-28, 1988.
- (12) 小野和宏 : ヒト歯および歯肉への機械的刺激による歯肉の反射性血流増加について、*口科誌*、39(2) : 89-404, 1990.
- (13) 埴岡隆、田中宗雄、岸本美香子、高谷桂子、雫石聡 : レーザードップラー血流計による歯肉血流量の層別測定、*口衛学誌*、47、739-741, 1997.
- (14) 浜田徹 : 口腔軟組織の温度上昇反応に関する研究、*阪大歯学誌*、10:81-94, 1965.
- (15) Blumberg, H. and Wallin, B.G. : Direct evidence of neurally mediated vasodilatation in hairy skin of the human foot. *J. Physiol* 382: 105-121, 1987.
- (16) 渡辺孝章、牧田 亨、松浦久雄、新井 高、中村治郎 : ブラッシング圧について—ブラッシング速度とブラッシング圧との関係—、*日歯周誌*、23(3)、499-508, 1981.