いわゆる Bass technique に用いる歯ブラシの 線維先端の損耗に関する研究 (I)

—とくに歯みがき圧を考慮して—

上 田 雅 俊 稲 田 芳 樹 寺 坂 章 西 垣 満
寺 野 弘 徳 山 岡 昭 藤 田 徳 三* 大 野 栄*
覚 道 幸 男* 岡 田 禎 三** 岡 田 啓之介** 黒 木 正 克**
小 西 浩 二**

大阪歯科大学歯周病学講座 (主任: 山岡 昭教授)

*大阪歯科大学生理学教室 (主任: 覚道幸男教授)

**大阪歯科大学口腔衛生学教室 (主任: 小西浩二教授)

(昭和56年3月20日受付)

A Wear of the Toothbrush Bristles under Bass Technique with Special Reference to the Toothbrushing Force.

Masatoshi UEDA, Yoshiki INADA and Akira TERASAKA,
Mitsuru NISHIGAKI, Hironori TERANO and Akira YAMAOKA

Department of Periodontology, Osaka Dental University

(Director: Prof. A. YAMAOKA)

Tokuzo FUJITA, Sakae OHNO and Yukio KAKUDO

Department of Physiology, Osaka Dental University

(Director: Prof. Y. KAKUDO)

Teizo OKADA, Keinosuke OKADA, Masakatsu KUROKI and Kōji KONISHI

Department of Preventive Dentistry, Osaka Dental University

(Director: Prof. K. KONISHI)

The present study was made *in vivo* and weekly observed to the wear of toothbrush bristles under Bass technique reference to the toothbrushing force, and also to the pollution of the toothbrush bristles.

The results obtained were as follows:

1. Toothbrushing force in Bass technique was

218 g on average.

2. Discrepancy in the individual tooth brushing patterns which were evident from the brushing force curve was due to the individual variation in relation to grasp of the toothbrush.

3. At one week after brushing, the wear of the toothbrush bristles were a little regardless of the toothbrushing forces. At four weeks after brushing,

本論文の要旨は第19回春季日本歯周病学会総会 (1976年5月22日, 東京) で発表した。

the tip of bristles was observed to overspread above average of the brushing force.

4. At one week after brushing, coccoid microor-

ganisms were observed at the round cut off tip of the bristles. Thereafter, coccoid and rod-like microorganisms were observed around the tip of the bristles.

うと考え、この実験を行った。

緒 言

近年, sulcus cleaning が日常の臨床でも盛んに行われるようになってきた¹⁻⁴⁾。ところが、それに用いられている歯ブラシはその線維先端が round cut 処理されているにもかかわらず、それを何度も使用していると歯垢清掃効果が低下したり、歯周組織が傷害されたりすることがある。このような現象は同じ歯ブラシを長期間使用していると歯ブラシ線維に歯みがき圧が強く作用して歯ブラシ線維が変形損耗するからであると考えられる。ところが、著者らの 1 人上田ら (1977)⁵⁾ によると、加圧回転式ブラッシング⁶⁻¹⁰⁾ では、歯ブラシ線維が変形したことは肉眼でもたやすくわかるが、sulcus cleaning においては歯みがき圧がきわめて小さいので歯みがき圧による歯ブラシ線維の変形ぐあいが肉眼では確認できず、したがってその歯ブラシの有効使用限界を決定することはきわめて困難であるという。

そこで、私たちは Bass technique における歯ブラシ線維先端の経過的な損耗度と歯みがき圧の大きさとの関連性を検討し、同時に歯ブラシ線維の汚染度について観察して Bass 用歯ブラシの有効使用限界を明らかにしよ

実験材料

1. 被 検 者

日常のブラッシングにおいていつも Bass technique を用いており、したがってこの方法にとくに熟達している者 (歯科衛生士 4 名および女子医局員 1 名の計 5 名) を被検者とした。

2. 歯ブラシ

Bass technique 用として市販されている B 社製 Right kind (3 列) を用いた。なお製品むらによる実験誤差をなくするために歯ブラシは one lot で購入した。

実験方法

1. 歯みがき方法

被検者に 4 週間にわたって 1 日 3 回 (1 回について 3 分間) Bass technique を行わせた。

なお、使用後の歯ブラシは 1 分間水道水で水洗したのち、植毛部を下にして保管できるように作られた通風性

図 1 歯みがき圧曲線 (上の曲線: Bass 法, 下の曲線: Rolling 法)

のよいプラスチックケースの中に保存して、次のブラッシングにそなえさせた。

2. 歯みがき圧の測定

実験を始めるにあたって各被検者の Bass technique による歯みがき圧を、島 (1967)¹¹⁾ および中島 (1971)¹²⁾ の方法によって測定した (図 1 上の歯みがき圧曲線。なお、下の歯みがき圧曲線は参考として記録した Rolling 法によるものである)。

3. 歯ブラシ線維先端の損耗度および汚染度の測定

実験開始後 1, 2 および 4 週目に歯ブラシ線維先端の損耗度および汚染度を走査型電子顕微鏡で観察した (図 2)。

図 2 走査型電顕検査における試料の作成順序

実験成績

A. 歯みがき圧

1. Bass technique における歯みがき圧曲線の特徴

Bass technique による歯みがき圧曲線では Rolling 法におけるものに比べてその波形に特徴が認められる。すなわち、Bass technique は歯あるいは歯肉に持続的に強く接触する。だから、歯あるいは歯肉に対する歯ブラシの接触圧⁶⁾ が非常に大きい。また、歯みがき圧曲線

にこきざみな動揺がみられるのはいわゆるパイブレーションしながらブラッシングしていることを示している (図 1)。

2. Bass technique における歯みがき圧曲線の個人差

各被検者の歯みがき圧曲線 (図 3) には、個人差がみ

図 3 各被検者における歯みがき圧曲線

表 1 各被検者の各歯面における歯みがき圧の平均値

Subject	Facial surface						Lingual surface					
	Upper			Lower			Upper			Lower		
	R	A	L	R	A	L	R	A	L	R	A	L
A	280	185	220	320	220	360	185	160	220	135	150	240
B	125	125	115	160	115	160	120	145	125	145	115	160
C	200	230	170	215	200	255	270	170	320	240	160	280
D	225	200	270	240	110	190	210	145	270	225	110	290
E	380	270	380	270	240	360	320	160	280	380	170	400

R : Right posterior teeth A : Anterior teeth L : Left posterior teeth (g)

図 4 各被検者の上顎歯の唇（頬）面における歯みがき圧

られる。とくに、歯ブラシの grasp の相違（すなわち、被検者 A, B, D および E は pen grasp によって歯ブラシを握っているのに対して、被検者 C では shake hand grasp である）が歯みがき圧曲線に反映されている。

3. Bass technique における歯みがき圧の大きさ

Bass technique による各被検者の各歯面における歯みがき圧の大きさは 100～400 g であり、個人差が認められる（表 1, 図 4～8）。すなわち、歯みがき圧の平均値（各被検者についての全歯面の平均値）は被検者 B では他の被検者よりも小さく、被検者 E では逆に大きかった。そして、被検者 B においては、どの歯面の歯みがき圧も小さく、また、被検者 E ではどの歯面の歯みがき圧も大きかった。しかし、被検者 A, C および D においては個人差はほとんど認められなかった。

B. 歯ブラシ線維先端の損耗度

未使用実験用歯ブラシではその線維先端の像を四つの Type に分けることができる（図 9）。しかし、全体の約 80% は図 10 に示すような Type A に属する典型的な round cut のものであった。

実験 1 週間目においては、歯ブラシ線維の断端の一部

は歯みがき圧の大きさとは関係なく多少広がってきている（図 11）。

2 週間目になると、歯みがき圧の大きい被検者（被検者 E）の歯ブラシではその線維の断端の一侧が大きく広がっている（図 12）。

歯みがき圧の大きさが中等度の被検者（被検者 A, C および D）が使用していた歯ブラシでは歯ブラシ線維はその断端から体部の一部にかけて損耗している（図 13）。

これに対して、歯みがき圧が小さい被検者（被検者 B）が用いた歯ブラシにおける所見は 1 週目の成績とほぼ同じであった（図 14）。

4 週間目になると、歯みがき圧が大きい被検者（被検者 E）および歯みがき圧が中等度の被検者（被検者 A, C および D）が使用した歯ブラシにおいては線維の断端の一侧が大きく広がっているのが認められた（図 15）。しかし、歯みがき圧が小さい被検者（被検者 B）が用いた歯ブラシでは線維の断端の一侧の広がりとはそれほど認められなかった（図 16, 17）。

C. 歯ブラシ線維先端の汚染度

使用後 1 週目ですでに歯ブラシ線維の round cut 処

図 5 各被検者の下顎歯の唇(頬)面における歯みがき圧

図 6 各被検者の上顎歯の口蓋面における歯みがき圧

↑ 図 7 各被検者の下顎歯の舌面における歯みがき圧

理部に球菌様のものが認められた (図 18)。

使用後 2 週間目になると、歯ブラシ線維の先端部に球菌あるいは杆菌と思われるものが観察される (図 19, 20)。

使用後 4 週目では、歯ブラシ線維の先端部あるいは体部への移行部に球菌様のものおよび多数の杆菌様のものが認められる (図 21, 22)。

考察ならびに総括

1. 歯みがき圧について

歯みがき時の歯ブラシのパイプレーションの程度が清掃効果に影響を与えることは自明のことである。

著者らは shake hand grasp によってブラッシングしていた被検者 C におけるよりも pen grasp で歯ブラシを把持していた被検者 A, B, D および E のほうが歯ブラシのパイプレーションが大きく、したがって歯垢清掃効果も歯ブラシの把持の仕方によって影響を受け、pen grasp によるブラッシングのほうが清掃効果がよいこと

← 図 8 各被検者における全歯面の歯みがき圧の平均値

図 9 未使用歯ブラシ線維先端の形態の分類

図 10 未使用歯ブラシ線維先端の形態
典型的な round cut を示している

図 11 使用後 1 週間目
断端が多少広がっている

を明らかにした。

ところで、従来から Bass technique を患者に指導する場合、いわゆる横みがき法では極端に横みがきをすることを防ぐ意味で歯ブラシを pen grasp で持たせるように指導すべきであると経験的にいわれてはいたが、その科学的根拠は明らかではなかった。しかし、患者に Bass technique を指導する場合においても、歯ブラシは必ず pen grasp で持つように指導すべきであることが著者らの実験によって客観的に証明できた。

歯みがき圧が Bass technique (100~400 g) と Rolling 法 (200~1,000 g)^{13,14)} とで差があることには、歯み

がき時に歯ブラシの毛束のどの部位を使用してブラッシングするか (すなわちその毛先を使用するか、脇腹を使用するか) ということのほかに、歯面のどの部位を刷掃するかということも関係していると考えられる。

事実、上顎歯と下顎歯とはその歯みがき圧にはそれほど大きな差は認められないが、前歯部と左右側白歯部とは前者の歯みがき圧のほうが小さく (このことは前歯部の刷掃では口唇がブラッシング動作の妨げとなったからである)、また各歯みがき部位における歯みがき圧の個人差は上下顎白歯部では大きい、前歯部では小さかった。

図 12 使用後2週間目（歯みがき圧が大きい被検者），断端の一侧が大きく広がっている

図 13 使用後2週間目（歯みがき圧が中等度の被検者），断端から体部の一部が損耗している

図 14 使用後2週間目（歯みがき圧が小さい被検者），断端の一部は多少広がっている

図 15 使用後4週間目（歯みがき圧が大きい被検者および中等度の被検者が用いた歯ブラシ），断端の一侧が大きく広がっている

図 16 使用後4週間目（歯みがき圧が小さい被検者），断端の一部が広がっている

図 17 図 16 の拡大像

なお，Bass technique においてその歯みがき圧に個人差が認められたのは，Rolling 法における場合¹⁴⁾と同様に，歯根膜や歯肉の体性感覚および手や腕の筋や関節の感覚が関与したフィードバック機構が Bass technique でブラッシングするときにも働いているからであろう。

2. 歯ブラシ線維先端の損耗について

歯みがき圧の大きい被検者の歯ブラシにおいては，歯ブラシの使用後2週間で歯ブラシ線維の断端の一侧が大きく広がり，round cut とはほど遠い像を呈していた。また，中等度の歯みがき圧の被検者の歯ブラシでも，使用後4週目になると同様の像を呈した。

歯垢清掃効果に影響を及ぼす以上のような歯ブラシの

図 18 使用後1週間目，球菌様のものが認められる

図 19 使用後 2 週間目，球菌様あるいは杆菌様のものが認められる

図 20 図 19 の拡大像

図 21 使用後 4 週間目，杆菌様のものが多数に認められる

図 22 図 21 の拡大像

線維先端の変化は，Bass technique 用 歯 ブラシでは日常の臨床では肉眼によってはほとんどわからない。だから，線維先端の形態変化だけで判断すると，どうしても歯ブラシをその有効使用限界を越えて長期間使用することになる。だから，著者らの実験結果からいえば歯ブラシは少なくとも 4 週間使用すると新しいものと取り替えるように患者に指導すべきであるといえる。もちろん，Bass technique 用 歯 ブラシの使用限界を歯ブラシ線維

の損耗度だけによって論ずることは早計であるといえなくもない。たとえば，歯ブラシの使用に伴う線維の硬さ（弾性）の変化について考察しなければならないであろう。しかし，Bass technique は，歯ブラシの毛先を利用すること，しかもその目的が sulcus cleaning であることを考えるならば，歯ブラシの使用限界の決定には歯ブラシの毛束の形態の変化が最も重要な要素である。

3. 歯ブラシ線維先端の汚染度について

歯ブラシの管理は日常の歯科臨床で一般に患者に教えている最も適切な方法によって行ったにもかかわらず、使用後1週間目ですでに round cut 処理された部位に球菌様のものが認められ、使用後2週間目では杆菌様のものが現われて、あたかも plaque 形成時の細菌叢の変化¹⁵⁾を思わせるような経過をたどる所見が得られた。

とくに、Bass technique のように歯ブラシ線維が歯肉溝あるいは歯周ポケットの中に入るようなブラッシングの場合には、歯ブラシ線維に付着した細菌を歯肉溝あるいは歯周ポケット内に押し込むおそれのあることが考えられる。したがって、このような歯ブラシ線維の汚染についてもブラッシング指導の際に考慮されなければならない。

4. まとめ

歯周疾患の発症には plaque が大きな役割を演じていることは周知の事実である。ことに歯肉辺縁あるいは歯肉溝（歯周ポケット）の歯面に付着する plaque を除去することは歯周疾患の予防および治療にはきわめて大切なことである。

したがって、この部位の清掃に最も効果的である Bass technique を患者に指導するにあたっては、用いる歯ブラシの線維先端の損耗およびそれに影響を与える歯みがき圧について *in vivo* で検討した著者らのこの実験結果を常に念頭においていなければ、せっかくの指導もその効果はきわめて小さいと思われる。

結 論

Bass technique 用歯ブラシを *in vivo* で使用したときにみられる歯ブラシ線維先端の損耗の程度と歯みがき圧との関連性ならびに線維先端の汚染度について検討し、次のような結論を得た。

1. Bass technique における歯みがき圧の平均値は 218 g である。

2. Bass technique の清掃効果に影響を与えると考えられている歯みがき時の歯ブラシのバイブレーション動作が歯ブラシ把持方法によって異なることが、歯みがき圧曲線によって確認することができた。

3. 歯ブラシ線維先端の損耗は、歯ブラシの使用後1週間では歯みがき圧の大きさは関係なくわずかしき認められなかった。しかし、4週間経過すると、中等度の大きさ以上の歯みがき圧を有する被検者が使用した歯ブ

ラシではその断端が大きく広がっている像が観察できた。

4. 歯ブラシ線維の汚染度は歯ブラシ使用後1週間ですでに始まっており、round cut 処理された線維の部分に球菌様のものが付着しているのが観察された。その後歯ブラシの使用日数が増すにつれて、損耗した歯ブラシ線維の先端部および先端部から体部への移行部が球菌様あるいは杆菌様のものによって徐々に汚染されていることが認められた。

なお、以上の結果をもとにして、今後、歯ブラシ線維先端の損耗と刷掃効果との関連性ならびに歯ブラシ線維先端の損耗が歯みがき圧にどのようにフィードバックされるかについて、さらに詳細に検討を加える予定である。

文 献

- 1) Bass, C.C. : An Effective Method of Personal Oral Hygiene Part II, J. Louisiana St. Med. Soc., 106 ; 100-112, 1954.
- 2) Glickman, I. : Clinical Periodontology, Philadelphia, 1979 (5th ed.), W.B. Saunders Co., 729-735.
- 3) Goldman, H.M. and Cohen, D.W. : Periodontal Therapy, Saint Louis, 1973 (5th ed.), C.V. Mosby Co., 429-432.
- 4) 田治米保夫ほか：ブラーク・コントロールのなかのブラッシング，一特に Bass 法について，歯界展望，42 (6) ; 243-249, 1973.
- 5) 上田雅俊ほか：未使用歯ブラシ線維先端の形態学的研究，日歯周誌，19 (1) ; 53-61, 1977.
- 6) Charters, W.J. : Immunizing Both Hard and Soft Mouth Tissue to Infection by Correct Stimulation with the Toothbrush, J. Amer. dent. Ass., 15 (1) ; 87-92, 1928.
- 7) Charters, W.J. : Bureau of Dental Health Education. Immunizing Mouth Tissue to Infection by Correct Stimulation with the Toothbrush, J. Amer. dent. Ass., 15 (8) ; 1592-1594, 1928.
- 8) Stillman, P.R. : A Philosophy of the Treatment of Periodontal Disease, Dent. Digest, 38 (9) ; 315-319, 1932.
- 9) Robinson, H.B.G. et al. : The Effect of Massage with the Toothbrush on Keratinization of the

- Gingiva, Oral Surg. oral Med. oral Path., 1 (11); 1042-1046, 1948.
- 10) Hine, M.K. : The Use of the Toothbrush in the Treatment of Periodontitis, J. Amer. dent. Ass., 41 (2); 158-168, 1950.
 - 11) 島 保幸 : 歯磨動作の習慣性とくに歯磨圧と歯口清掃との関係について, 口腔衛生学会雑誌, 17(3); 119-138, 1967.
 - 12) 中島康則 : 成人における手用歯ブラシによる歯みがき圧および歯みがき動作の回数と歯垢清掃効果との関係について, 口腔衛生学会雑誌, 21 (3); 193-215, 1971.
 - 13) 松沢 栄ほか : 成人における手用歯ブラシによる歯みがき圧について, 歯科医学, 34 (3); 494-496, 1971.
 - 14) 松沢 栄 : 手用歯ブラシによる歯みがき圧の大きさを決定する生理的因子について, 口腔衛生学会雑誌, 24 (2); 105-111, 1974.
 - 15) Ritz, H.L. : Microbial Population Shifts in Developing Human Dental Plaque, Arch. oral Biol., 12 (12); 1561-1568, 1967.
-