原 著

歯磨動作の習慣性とくに歯磨圧と歯口 清掃効果との関係について*

島 保 幸**

EFFECTS OF TOOTHBRUSHING HABITS AND TOOTHBRUSHING FORCE ON TOOTHBRUSHING

BY

Yasuyuki SHIMA

Toothbrushing habits were studied by chronocyclograph and EMG as to the movements of upper extremity muscles. Quantitative determinations were successfully made of toothbrushing force and contact pressure of toothbrush against the teeth.

In a toothbrushing with a manual toothbrush horizontally or with a stiff bristle manual toothbrush, M. deltoideus got markedly contracted. The rolling toothbrushing method or the use of a soft bristle manual brush was accompanied by active exertion of M. flexor carpi radialis and M. flexor pollicis brevis.

Toothbrushing force changes depending upon the kind of the brush used and the locality of brushing as well as upon the stiffness or softness of bristle. It is even more influenced by individual brushing activities, that is habits in brushing.

Individuality of toothbrushing force was more marked with a manual toothbrush than with an automatic toothbrush. Individuality of contact pressure was also found with a manual toothbrush.

1) Contact pressure was generally 20-400 g, and toothbrushing force 200-1000 g, proportional relationship being not always existent between the former and the latter.

2) Toothbrushing force with a manual soft bristle toothbrush was greater than with a manual stiff bristle toothbrush.

3) Toothbrushing force with the same manual toothbrush showed no variation subject to different toothbrushing methods.

4) Toothbrushing force with a manual toothbrush on a rolling method showed variations depending upon the locality of toothbrushing, i. e., toothbrushing force was greater in anterior teeth than in lateral teeth. But no variations were observed on a horizontal method.

5) Toothbrushing force was greater in the frontal bristle portion of a manual toothbrush than in the

* この論文の要旨は、第 15 回口腔衛生学会総会（昭和 41 年 10 月 10 日，東京），第 16 回口腔衛生学会総会（昭和 42 年 10 月 8 日，神戸），日本人間工学会第 2 回関西支部大会（昭和 42 年 11 月 25 日，大阪）および第 158 回大阪歯科学会例会（昭和 42 年 12 月 9 日，大阪）で発表した。

! ** 大阪歯科大学大学院歯学研究科 生理学専攻（指導：覚道幸男教授）

Department of Physiology, Osaka Dental University (formerly, Osaka Dental College)

（昭和 42 年 10 月 18 日受付）

middle or the rear portion.

6) Toothbrushing force with an automatic toothbrush revealed slightly less individuality than with a manual toothbrush. But no relationship in toothbrushing force was observed between these two toothbrushes.

When a manual toothbrush was used a corelationship was observed between toothbrushing force and effectiveness of toothbrushing with Skinner's iodine solution, i. e., the greater the toothbrushing force the more the effectiveness of toothbrushing. Thus it is required that individuals, who perfunctly brush their teeth improve their habitual practice of brushing.

An automatic toothbrushing was not so much affected by toothbrushing habits as a manual toothbrushing. It's effectiveness, being various, was not related with toothbrushing force.

But an automatic toothbrushing, if performed with purposely varying toothbrushing force, might show more effectiveness as toothbrushing force increased.

In order to use an automatic toothbrush most effectively attention should be given to toothbrushing force or to the prolongation of brushing time. It is suggested that an automatic toothbrush be equipped with an apparatus to adjust toothbrushing force with care that too big toothbrushing force may influence upon periodontal tissues.

カリエスの発生予防の目的で、歯ブラシを用いて歯口清掃するとき、歯磨剤を用いないで素みがききしても、特殊な薬剤の混入していない普通の歯磨剤を併用して歯磨するときとは、ほとんど同じくらいのカリエスの発生抑制率を示し、また、水で洗口するときに比べて、数倍の抑制効果があるので、歯ブラシによる歯口清掃効果を左右する諸因子のうち、歯ブラシによる機械的清掃力のほうが重要で、歯磨剤中の薬剤の化学作用はむしろ補助的なものであるといわれている¹⁾。

また、カリエス予防のための歯口清掃時はもちろん、歯周組織疾患の予防あるいは治療の目的で、歯ブラシを使用するときにも、使用する歯ブラシの種類や使用目的によつていくつかの定められた歯磨方法がある^{2,3)}こともすでに周知のことである。したがつて、使用目的に適した歯ブラシで、かつ正しい歯磨方法によつて歯をみがくことは、きわめてたいせつなことである。

しかし正しい歯磨方法についての知識がないばあいはいうまでもなく、たとえ正しい歯磨方法によつて歯ブラシを使用していると思われるばあいでさえも、人の日常のあらゆる動作や行動にはその人固有の習慣あるいは癖があるために、歯磨動作にも各人の習慣や癖がついており、歯口清掃の効果の有無や程度とはまったく無関係に各人各様の歯磨方法で歯ブラシを使用しているにすぎないばあいがかなり多いのではないかと思われる。

る。ことに、歯ブラシの使用方法が間違っているばあいには、清掃効果がないばかりか、かえつて歯を磨耗させ、また歯周組織疾患を助長させることもよく知られている事実である。

そこで、著者は歯磨動作の習慣あるいは癖を、chronocyclograph、歯磨時の上肢の筋の筋電図および歯に加わる歯ブラシの圧の大きさ、とくに歯磨時の歯ブラシの圧変化によつて定量的に解明し、かつ歯ブラシの圧の変動と歯口清掃効果との関係を検討したので、その結果を報告する。

実 験 材 料

1. 被 検 者

歯列の正常な、これといった口腔疾患のない青年または成年男子および女子を被検者とした。

2. 歯ブラシ

この実験に用いた手用歯ブラシおよび電動歯ブラシは、それぞれサンスター歯刷子株式会社製および三洋電気株式会社製のもので、その種類（通称、柄の型および毛の材質）、柄の長さ、植毛部の面積、毛の長さおよび毛の硬さは、表1に示すとおりである。

なお、1)~7)は手用歯ブラシであり、8)は電動歯ブラシである。

実 験 方 法

1. 歯磨方法

1) 手用歯ブラシ

表 1 用いた歯ブラシの種類とその性状

歯 刷 刷 毛 の 種 類			柄の長さ (cm)	植毛部の面積 (幅 cm×長さ cm)	毛の長さ (mm)	毛の硬さ (硬度基準**)
通 称	柄の型*	毛の材質				
1) ソフトナイロン	直 型	ナイロン	16.5	1.0×4.15	11.8~12.0	①
2) ローリング	ローリング型	ナイロン	16.9	0.9×2.9	〃	③
3) ローリング	ローリング型	ナイロン	16.9	0.85×2.6	〃	⑤
4) ローリング	ローリング型	ブ タ 毛	16.9	0.95×2.9	〃	③
5) カラーナイロン	直 型	ナイロン	16.7	0.9×3.6	〃	③
6) ナイロン	直 型	ナイロン	16.7	0.9×3.6	〃	⑤
7) ブタ毛	直 型	ブ タ 毛	16.8	0.9×3.6	〃	③
8) サンスターカドニカ 電動ハブラシ (STB-1AA 型)	直 型	ナイロン	16.8	0.7×2.0	〃	③

注 * 歯ブラシの柄の型態は、図 8 に模型図で示した

** 毛の硬さの硬度基準は、毛の太さによって分類されており、つぎのとおりである

①：やわらかい（毛の太さ： $\frac{4}{1000}$ inch）

③：普通の硬さ（毛の太さ： $\frac{8}{1000}$ inch）

⑤：硬い（毛の太さ： $\frac{12}{1000}$ inch）

歯磨方法は、手用歯ブラシでは歯ブラシの種類とまったく無関係に、つぎの各方法によって、左右側の上下顎臼歯部および上下顎前歯部を歯磨させた。

a) 自由法

各被検者が日常使っている方法で歯磨させた。

b) 水平法

c) 回転法（ローリング法）

2) 電動歯ブラシ

定められた使用方法によって歯磨させた。

なお、歯磨剤にはサンスター・サンフレッシュを、歯磨実験 1 回について約 1.2 g 用いた。

2. 歯磨動作の習慣性または癖の観察方法

歯磨動作の習慣性または癖はchronocyclograph, 歯磨動作に関与している上肢の筋群の筋電図、歯磨動作を行なう直前に歯ブラシの植毛部が歯に接触するときの圧（接触圧）および歯磨動作中歯に加わる植毛部の圧（歯磨圧）によって観察した。なお、歯磨圧はすべてその極大値で示した。

1) chronocyclograph

柄の端に豆ランプをつけた歯ブラシで、自由法によって前歯部を一定時間歯磨させ、軌跡写真

（撮影時間：1 秒間）を撮影した。

2) 筋電図

上肢の筋、すなわち、三角筋、上腕二頭筋、円回内筋、橈側手根屈筋および短拇指屈筋の活動電位を、脳波用表面電極によって筋電計（多用途監視記録装置 RM-150 M-8、日本光電株式会社製）に誘導記録した。記録はインク書きオシログラフ WI-380 TR を用いた。記録紙の搬送速度は 5 mm/秒である。

3) 歯ブラシの接触圧および歯磨圧の測定

図 1 に示すように、歯ブラシの植毛部と柄との中間にストレインゲージをはり、柄のひずみから接触圧および歯磨圧を測定した。

図 1 歯ブラシの柄にはつたストレインゲージの位置

上：ローリング歯ブラシ

下：直歯ブラシ

また、図2に示すような手用歯ブラシの植毛部を前方部、中央部および後方部の3部分に分けて、それぞれの部の歯磨圧を、各部に装置した圧 transducer によって測定した。

図2 歯磨圧測定用歯ブラシの植毛部各部の模型図（とくに圧受容部の構造を示す）

3. 歯口清掃効果の判定

歯口清掃効果の程度すなわち清掃度は、Skinnerの顕示薬法⁹⁾によって、前歯部および左右側臼歯部について判定した。

実験成績

A 歯磨動作の習慣性および癖の観察結果

1. chronocyclograph

8人の被検者に、ローリングブタ毛歯ブラシ（表1、4）の歯ブラシを用いて前歯部を自由法によって歯磨させたときの軌跡写真は、図3に示すとおりである。

図3から明らかなように、水平法あるいは水平法に近い歯磨方法で歯磨するもの、垂直法によるもの、あるいは両者の混合型のものなどがみとめられる。

このように、各人の歯磨方法および歯磨動作がまちまちであるばかりなく、歯磨動作の反覆運動の回数も各被検者によって一定していない。すなわち、歯磨動作の様式だけでなく、歯磨運動の速さにも個人差がみとめられる。

2. 筋電図

1) 筋電図の個体差

同型の歯ブラシ（ローリングブタ毛歯ブラシ、すなわち表1、4）の歯ブラシを用いて、同じ歯磨方法（水平法）で、前歯部を歯磨させても、被検

図4 歯磨動作に関与する上肢の筋群の筋電図（各被検者によって歯磨時に活動する上肢の筋群に差はある）

図3 歯磨動作の chronocyclograph による軌跡写真（各被検者によって軌跡写真が異なる）

者によつて歯磨動作に関与している上肢の筋群の種類に差がある。

たとえば、図4に示すとおり、被検者1および3のように、筋活動の著明な被検者もあれば、また被検者2および4のように、それほどでない人もある。そして、歯磨圧も前者の被検者群では後者の被検者群よりも大きい。

2) 歯磨方法による筋電図の差

直ブタ毛歯ブラシ(表1, 7)の歯ブラシを用いて同一被検者で左側臼歯部を、水平法と回転法とで歯磨させたときの上肢の筋群の筋電図には、図5に示すとおり、歯磨方法によつて差がある。

図5 歯磨方法のちがいによる上肢の筋群の筋電図の相違

すなわち、水平法では三角筋の収縮が、回転法では、上腕二頭筋、橈側手根屈筋および短拇指屈筋の活動が著明である。

この際、筋電図と同時に記録した歯磨圧にも両歯磨方法に差がみとめられている。

3) 歯ブラシの毛の硬さによる筋電図の差

同一被検者に毛の硬さの異なる同型の歯ブラシ(ローリングナイロン歯ブラシ、硬度基準: ③および⑤)を用いて、左側臼歯部を回転法によつて歯磨させたばあい、歯ブラシの毛の硬さによつて活動する上肢の筋の種類および各筋の活動状態にちがいがみとめられる。

たとえば、図6に示すとおり、軟い毛の歯ブラ

図6 歯ブラシの毛の硬さのちがいによる上肢の筋群の筋電図の相違

シを用いたときのほうが、橈側手根屈筋および短拇指屈筋の活動が著明で、かつ歯磨圧も大きい。これに対して、硬い毛の歯ブラシでは、三角筋の収縮が著明で、歯磨圧も小さい。

3. 歯に対する歯ブラシの接触圧

歯磨動作に移る前に、歯ブラシを歯に接触させるときの圧、すなわち歯に対する歯ブラシの接触圧にも個体差がみとめられる。各被検者にソフトナイロン歯ブラシ(表1, 1)の歯ブラシで、左側臼歯部を水平法によつて歯磨させたときの接触圧および歯磨圧の1例を、表2および図7に示した。

表2および図7から明らかなように、接触圧と歯磨圧との大きさは必ずしも並行しない。接触圧も歯磨圧もともに大きい被検者(被検者Aおよび

表2 各被検者の接触圧と極大歯磨圧(g)

被検者	歯ブラシの接触圧	極大歯磨圧
A	380	1020
B	220	850
C	180	500
D	20	470
E	20	750
F	50	500

図 7 各被検者の接触圧と歯磨圧

左：接触圧と歯磨圧との変動範囲

右：接触圧および歯磨圧の記録図

B) およびともに小さい被検者(被検者DおよびF)もあれば、接触圧が大きいにもかかわらず歯磨圧の小さい人(被検者C),あるいは逆に、接触圧は小さいが歯磨圧の大きい(被検者E)もある。

4. 歯に対する歯ブラシの歯磨圧

- 1) 同一被検者における歯ブラシの種類の違いによる歯磨圧の差違

同一被検者に、歯ブラシの柄の形態が異なる3種類の手用歯ブラシ(ソフトナイロン、ローリングナイロンおよび直ナイロン歯ブラシ、すなわち表1, 1), 3)および6)の歯ブラシ)および電動歯ブラシを用いて、前歯部および左右側臼歯部

表 3 同一被検者における歯ブラシの種類の違いによる歯磨圧 (g)

歯ブラシの種類	水 平 法			回 転 法		
	臼歯部(左側)	前歯部	臼歯部(右側)	臼歯部(左側)	前歯部	臼歯部(右側)
ソフトナイロン	500	450	550	300	550	250
ローリングナイロン※	270	220	320	150	250	200
直ナイロン	550	500	500	550	600	450
電 動	250	220	300	220	350	400

注 ※ 硬度基準：⑤

を、水平法と回転法とによって歯磨させたときの歯磨圧は、表3および図8に示すとおりである。

表3および図8から明らかなように、

a. 歯磨方法が異なっても、この被検者では歯磨圧は200~600 gである。しかし、一般に電動歯ブラシやローリング手用歯ブラシでは、他の型のものよりも歯磨圧は小さい。

b. 柄が同型の歯ブラシでは、歯磨方法の違いによつては、歯磨圧には差違はみとめられない。

c. 同一歯ブラシを用いても、歯磨部位が異なると、回転法では歯磨圧にちがいがあつた。すなわち、前歯部を磨くときのほうが、臼歯部を磨くときよりも歯磨圧は大きい。しかも、どの型の歯ブラシを用いてもこの傾向は変わらない。

ところが、水平法では、歯磨部位による歯磨圧の差はあまりみとめられない。むしろ回転法とは逆に、前歯部の歯磨圧が臼歯部よりも小さい傾向がみとめられる。

d. 以上の結果から、同一被検者では、歯ブラシの種類あるいは歯磨方法が異なると、歯磨圧に多少の変動がみとめられるけれども、その変動も各個人で同一傾向を示している。すなわち、各個人の歯磨動作の癖が歯磨圧にあらわれていること

図 8 同一被検者における歯ブラシの種類の違いによる歯磨圧の差違

がわかる。このことは、図 7 に示した実験結果からも明らかである。

表 4 ソフトナイロン歯ブラシによる歯磨圧 (g)

被 検 者	水 平 法			回 転 法		
	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)
A	1020	1100	1200	950	900	600
B	850	800	800	500	670	850
C	500	450	550	300	550	250
D	470	400	400	250	350	250
E	750	720	700	600	550	600
F	500	450	300	200	150	200

2) 各型の歯ブラシを使用したときの 各被検者の歯磨圧の差違

a) 手用歯ブラシ

歯磨圧にあらわれるこのような各個人の歯磨動作の癖は、各型の手用歯ブラシを用いて数人の被検者に、1) のばあいと同様に水平法および回転法によって前歯部および左右側臼歯部を歯磨させ

ソフトナイロン歯ブラシ①

図 9 ソフトナイロン歯ブラシによる歯磨圧

表 5 ローリングナイロン歯ブラシ（硬度基準：③）による歯磨圧（g）

被 検 者	水 平 法			回 転 法		
	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)
A	1070	800	1000	900	900	600
B	470	350	550	400	350	350
C	520	520	650	500	750	500
D	570	370	320	550	500	400
E	970	750	670	450	550	650
F	520	370	370	350	300	500

表 6 ローリングナイロン歯ブラシ（硬度基準：⑤）による歯磨圧（g）

被 検 者	水 平 法			回 転 法		
	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)
A	870	800	750	400	320	250
B	320	450	420	320	400	420
C	270	220	320	150	250	250
D	450	470	270	400	300	350
E	400	400	550	500	550	700
F	520	450	350	300	150	300

ローリングナイロン歯ブラシ ③

図 10 ローリングナイロン歯ブラシ（硬度基準：③）による歯磨圧
ローリングナイロン歯ブラシ ⑤

図 11 ローリングナイロン歯ブラシ（硬度基準：⑤）による歯磨圧

表 7 ローリングブタ毛歯ブラシによる歯磨圧 (g)

被 検 者	水 平 法			回 転 法		
	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)
A	900	800	750	900	950	700
B	450	400	350	700	650	700
C	470	550	520	350	600	450
D	520	450	500	500	450	400
E	520	450	500	400	450	650
F	250	500	250	200	300	200

表 8 カラーナイロン歯ブラシによる歯磨圧 (g)

被 検 者	水 平 法			回 転 法		
	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)
A	1000	1100	900	1000	900	850
B	700	500	500	650	1050	600
C	900	820	680	250	700	650
D	380	520	300	800	600	500
E	1100	1000	1020	600	700	950
F	400	450	320	350	200	300

ローリング豚毛歯ブラシ③

図 12 ローリングブタ毛歯ブラシによる歯磨圧

カラーナイロン歯ブラシ③

図 13 カラーナイロン歯ブラシによる歯磨圧

表 9 直ナイロン歯ブラシによる歯磨圧 (g)

被 検 者	水 平 法			回 転 法		
	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)
A	1000	1100	820	850	800	750
B	550	500	720	700	650	700
C	550	500	500	550	600	450
D	600	420	500	500	450	400
E	700	650	700	400	450	650
F	220	300	120	200	300	200

表 10 直ブタ毛歯ブラシによる歯磨圧 (g)

被 検 者	水 平 法			回 転 法		
	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)
A	1200	1100	1000	1100	1050	750
B	850	700	720	700	900	700
C	520	520	520	500	750	350
D	470	400	400	400	400	350
E	920	700	820	450	750	650
F	220	450	120	50	150	50

直ナイロン歯ブラシ⑤

図 14 直ナイロン歯ブラシによる歯磨圧

直ブタ毛歯ブラシ③

図 15 直ブタ毛歯ブラシによる歯磨圧

表 11 電動歯ブラシによる歯磨圧 (g)

被 検 者	水 平 法			回 転 法		
	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)	臼歯部 (左側)	前歯部	臼歯部 (右側)
A	400	300	320	350	400	400
B	300	250	300	300	250	350
C	450	470	420	350	450	350
D	700	600	700	500	450	500
E	470	450	470	220	350	300

表 12 歯ブラシの毛の硬さと歯磨圧 (g) との関係

被 検 者	水 平 法		回 転 法	
	硬 毛※	軟毛※※	硬 毛※	軟毛※※
A	870	1070	400	900
B	320	470	320	400
C	270	520	150	500
D	450	570	400	550
E	400	970	500	450
F	520	520	300	350

注 ※硬度基準：⑤ ※※硬度基準：③
歯ブラシの種類はどちらもローリング
ナイロン

図 16 電動歯ブラシによる歯磨圧

図 17 同一被検者における歯ブラシの毛の硬さのちがいによる歯磨圧の差違

図 18 歯ブラシの植毛部各部の歯磨圧

ると、いつそう明瞭に知ることができる。

すなわち、表 4～10 および図 9～15 に示すとおり、歯ブラシの種類によつて多少の差違はみとめられるが、一般に歯磨圧は被検者 A、E および B において大きく、被検者 F では最小である。ことに、被検者 A ではどの歯ブラシを用いても歯磨圧は全被検者中もつとも大きく、被検者 F では全被検者中最小である。そして、被検者 C および D では歯磨圧は上記両群の中間の値をとる。

このように、歯ブラシの種類（柄の型や毛の材質）、歯磨方法、歯磨部位および歯ブラシの毛の硬さが異なつても、歯磨圧の被検者別大きさの序列には、それほど大きな変動はみとめられない。このことは、とくに歯ブラシ 1)、3)、4) および 6) において著明である。

以上の実験結果は、歯磨圧に各個人の歯磨動作の習慣あるいは癖が著明にあらわれていることを示すものである。

b) 電動歯ブラシ

ところが、電動歯ブラシでは、表 11 および図 16 に示すとおり、各被検者の歯磨圧の大きさの序列は、手用歯ブラシのばあいとはまったく異なる。

すなわち、歯磨圧は被検者 D で最高であり、被

検者 B で最低である。しかも、手用歯ブラシでは、各個人の歯磨圧の個体差、すなわち歯磨動作の癖が著明にみとめられるが、電動歯ブラシでは、歯磨圧の大きさが各個人により多少の差違はあつても、同一被検者においては歯磨方法あるいは歯磨部位による差違がみとめられなくなり、歯磨圧はほぼ一定値となる。だから、各個人の歯磨動作の癖は手用歯ブラシのときにくらべてほとんどわからなくなる。すなわち、歯磨動作は手用歯ブラシで行なうばあいは癖がみられ、機械化されると癖がみとめられにくくなる。

3) 同一被検者における歯ブラシの毛の硬さのちがいによる歯磨圧の差違

毛の硬さが異なるローリングナイロン歯ブラシ（歯ブラシ 2) および 3)) を用いて、各被検者に水平法および回転法によつて左側臼歯部を歯磨させると、表 12 および図 17 に示すとおり、歯磨方法に関係なく、一般にやわらかい毛の歯ブラシのほうが歯磨圧は大きい。

このことは、毛のやわらかい歯ブラシでは歯磨時の手ごたえが少ないために、自然と強い圧で磨くようになることを示している。

以上、歯磨時の chronocyclograph, 筋電図, 歯

図 19 電動歯ブラシおよび手用歯ブラシによる歯磨圧と歯口清掃度との関係

ブラシの接触圧および歯磨圧の測定結果から、各人の歯磨動作には、あきらかに個体差すなわち習慣あるいは癖のあることがわかる。ことに、歯磨圧は歯磨動作の習慣性または癖を定量的に表わすのにもつとも適切な測定値であるといえる。

4) 歯ブラシの植毛部各部の歯磨圧

図2に示したような直ナイロン歯ブラシ(毛の硬度:⑤)で右側臼歯部に対する歯ブラシの植毛部の前方部、中央部および後方部の歯磨圧を測定した結果(図18参照)によると、歯磨方法が水平法のばあいでもまた回転法のときでも、前方部の歯磨圧がもつとも大きく、中央部と後方部とではそれほど大きな差はみとめられなかった。

B 歯磨圧と歯口清掃効果との関係

1. 手用歯ブラシと電動歯ブラシとの歯口清掃効果の比較

同一被検者に手用歯ブラシ(直ナイロン、表1, 6)の歯ブラシ)および電動歯ブラシで前歯部および左右側臼歯部を、自由法によって歯磨させたときの歯口清掃度と左側臼歯部の歯磨圧との間には、図19に示すような関係がみとめられる。

すなわち、手用歯ブラシで歯磨するときには、歯磨圧に個体差がみとめられることはすでにのべたとおりであるが、一般に歯磨圧の大きい被検者では歯口清掃度もよい。ところが、電動歯ブラシにおいては、各被検者の歯磨圧の個体差、すなわ

ち歯磨動作の習慣や癖は手用歯ブラシのときほどはみとめられなくなり、手用歯ブラシを用いたときに大きな歯磨圧を示した被検者(被検者A, CおよびD)では、電動歯ブラシを用いると歯磨圧が小さくなり、同時に歯口清掃度もわるくなる。また、手用歯ブラシで小さい歯磨圧を有する被検者(たとえば、被検者G)では、電動歯ブラシの使用によって歯磨圧が大きくなると、歯口清掃度もよくなる。

以上の事実から、こと歯磨による歯口清掃効果に関しては、各人の歯磨動作の習慣や癖により、手用歯ブラシを用いたときのほうが効果のよい人と電動歯ブラシを用いたときのほうが効果のよい被検者とがあることがわかる。

また、手用歯ブラシでも電動歯ブラシでも、歯磨圧の大きさにそれほど差のない被検者(被検者E, HおよびI)では、両歯ブラシの歯口清掃度には差違はみとめられない。

このように、歯口清掃効果は各人の歯磨圧の大きさ、すなわち歯磨動作の習慣や癖に左右されるという事実は、電動歯ブラシを用いて意識的に歯磨圧を変えて歯磨させても同様である。

2. 電動歯ブラシで、意識せずに自然に歯磨するときと、意識して大きな歯磨圧で歯磨するときとの歯口清掃効果の比較

前と同じ条件で、電動歯ブラシを用いて意識し

図 20 電動歯ブラシで意識して歯磨圧を加えて歯磨したときおよび無意識に歯磨したときの歯磨圧と歯口清掃度との関係

て大きな歯磨圧で歯磨させると、意識せずに自然に歯磨させるときよりも、歯口清掃度はよくなる(図 20 参照)。

したがって、歯口清掃効果は、電動歯ブラシにおいても歯磨圧に関係がある。電動歯ブラシでは、意識せずに自然に(各人の習慣や癖に応じて)歯磨するときは、歯磨圧が小さすぎるために歯口清掃効果がわるくなる被検者が多い。もともと、歯磨圧が小さくなると清掃効果が低下することは、すでにのべたとおり手用歯ブラシにおいても同様であるが、電動歯ブラシでは各人の歯磨動作の習慣や癖が歯ブラシの電動化によってあらわれにくくなることが特徴である。

総 括

歯ブラシを用いて歯口清掃するばあい、各個人の歯磨動作の習慣や癖が清掃効果にどのような影響を与えているかを検討した著者の実験結果を総括すると、

1. 歯磨動作の習慣や癖は、歯ブラシの柄の端につけた豆ランプによる chronocyclograph, 歯ブラシを使用するときに働らく上肢の筋の筋電図、歯磨動作に移る直前歯ブラシが歯に接触するときの圧(接触圧)および歯磨動作中歯に加わる歯ブラシの植毛部の圧(歯磨圧)によって観察すること

ができる。とくに、接触圧および歯磨圧によって歯磨動作の習慣あるいは癖を定量的に表現することが可能である。ことに、手用歯ブラシでは、各個人の習慣や癖が歯磨圧に著明にあらわれている。

2. 同型の手用歯ブラシで、各人が日常行なっている歯磨方法によって、前歯部を歯磨させて chronocyclograph で観察すると、水平法、垂直法あるいは両者の混合型の歯磨形式がみとめられる。また、歯磨動作の反覆運動の回数も各人各様である。

3. 同型の手用歯ブラシを用いて、同じ歯磨形式(水平法)で前歯部を歯磨させても、歯磨動作に関与している上肢の筋群の活動状態に差がある。しかも、この差は歯磨圧にもあらわれる。

4. 同一被検者に手用歯ブラシで左右側臼歯部を水平法と回転法とによって歯磨させると、前者では三角筋の収縮が、後者では上腕二頭筋、橈側手根屈筋および短拇指屈筋の、活動が著明である。この際、歯磨圧にも歯磨方法による差がみとめられる。

5. 毛のやわらかい手用歯ブラシを用いるときには、橈側手根屈筋および短拇指屈筋の活動が著明であり、歯磨圧も大きい。これに対して、硬い毛の手用歯ブラシでは、三角筋のほうの収縮が著

明で、かつ歯磨圧も小さい。

6. 手用歯ブラシの接触圧にも個体差がある。ソフトナイロンでは、接触圧は一般に 20~400 g である。

7. 各人の接触圧と歯磨圧との大きさは必ずしも並行しない。

8. 手用歯ブラシによる歯磨圧は、一般に 200~1000 g で、かなり個体差がみとめられる。

9. ローリングナイロン手用歯ブラシや電動歯ブラシでは歯磨圧は他の型のものよりも小さい。

10. 柄の型が同型の手用歯ブラシでは歯磨方法による歯磨圧の差はみとめられない。

11. 手用歯ブラシの歯磨圧には、回転法では歯磨部位により差がみとめられる。そして、前歯部を磨くときのほうが、臼歯部を磨くときよりも大きい。しかし、水平法では歯磨部位による歯磨圧の差はあまりみとめられない。

12. 手用歯ブラシでは、植毛部の前方部の歯磨圧がもつとも大きく、中央部と後方部とではそれほど大差はみとめられない。

13. 手用歯ブラシの種類や性状あるいは歯磨方法または歯磨部位による歯磨圧についての変動は、各個人の個体差ほどは大きくはない。

14. 電動歯ブラシでは、歯磨圧の個人差は、手用歯ブラシのときほど著明にあらわれない。また、両歯ブラシの歯磨圧間には、相関性はみられない。

15. 歯磨圧と歯口清掃効果との関係については、手用歯ブラシでは歯磨圧が大きいほど清掃効果はよいが、電動歯ブラシでは歯磨圧の個体差がそれほどみられず、また清掃効果はまちまちである。

16. このように、歯口清掃効果は、歯磨圧の大きさ、すなわち歯磨動作の習慣や癖に関係していることは、電動歯ブラシを用いて故意に歯磨圧を増大させると清掃効果も増大することからも明らかである。

以上の結果から、歯ブラシによる歯口清掃効果は、各人の歯磨動作の習慣や癖によって影響を受ける。そして、この習慣や癖は、歯磨圧の大きさの変化として定量的に観察できる。

また、電動歯ブラシでは、手用歯ブラシにおいて固定してしまっている習慣を考慮して、手用歯ブラシのばあいよりも歯磨圧を適宜意識して大きくまたは小さくして清掃効果のよい歯磨圧で歯磨するようにするか、あるいは電動歯ブラシに振動圧を調節する装置を備えるかすることが必要であろう。しかし、電動歯ブラシで歯磨圧が大きくなると、歯の磨耗や歯周組織の損傷のような副作用が伴ってくるおそれもあるので、この点もじゅうぶん考慮しなければならない。

いずれにしても、正しい歯磨方法によって正しい歯磨動作を習慣づけなければ、清掃効果のない歯磨動作の癖がつくことになる。

考 察

歯磨動作の習慣性については、歯磨方法、歯磨時間および歯磨動作の反覆運動の回数に癖がついていることが報告されている⁵⁾。

すなわち、405 人の被検者のうち、153 人 (37 %) は回転法を、146 人 (36 %) は垂直法を、97 人 (24 %) は水平法を用いており、残りの少数は唇面や頬面以外の歯面を歯磨する習慣がついている。また、平均歯磨時間は 67 秒で、3 分間歯磨するように指示された被検者の約 $\frac{1}{3}$ は、この平均歯磨時間で歯磨しているが、歯磨時間が 15 秒から 30 秒にすぎない被検者 (26 人) もあるし、また 2 分~3 分 56 秒を要した被検者 (19 人) もみとめられている。そして、歯磨時間と歯磨動作の反覆運動の回数との間には、相関性があり、歯磨時間のもつとも短い (15 秒) 人では 75 回、もつとも長い (226 秒) 被検者においては 559 回である。そして、平均歯磨回数は 267.1 回、1 秒間あたりの平均歯磨回数は 4.7 回である。また、平均歯磨回数のうち、144.3 回は下顎の、122.8 回は上顎の歯磨に用いられている。しかも、下顎右側大臼歯の歯磨回数がもつとも多く (平均 33.1 回)、上顎右側小臼歯ではもつとも少ない (平均 17.7 回) という。

著者は、本実験において、chronocyclograph、上肢の筋の筋電図、歯磨時の歯ブラシの接触圧および歯磨圧によって、各人の歯磨動作の習慣性または癖を定量的に表現することができることを明ら

かにした。すなわち、chronocyclograph によつて各被検者の歯磨動作を観察すると、図3に示すように、各人各様の歯磨運動が観察される。また、歯磨動作の反覆運動の回数もまちまちである。このことは Robinson (1946)⁵⁾ の成績と同一知見である。

歯磨時に働らく上肢の筋群の筋電図を観察すると、同様に個体差がみとめられ、また歯磨方法や歯ブラシの毛の硬さによる筋電図の差違が観察できる。

しかし、chronocyclograph や筋電図よりも歯磨時の歯ブラシの接触圧や歯磨圧のほうが、歯磨動作の個体差をより定量的にあらわすことができる。そして、手用歯ブラシを用いるときには、歯磨圧に個体差が著明にあらわれる。すなわち、歯ブラシの種類(柄の型や毛の材質)、歯磨方法、歯磨部位および歯ブラシの毛の硬さなどのちがひによつて各被検者の歯磨圧に差違がみとめられる。しかし、歯磨圧におよぼす影響は、以上の各要因よりもむしろ各人が長年行なつてきた歯磨動作の習慣や癖によるほうが大きい。

だから、各人の歯磨圧の大きさは、手用歯ブラシの種類、歯磨方法、歯磨部位および歯ブラシの毛の硬さなどによつて多少の変動はみとめられても、各人の歯磨圧の個体差ほどは大きく変動することはない。たとえば、ある型の歯ブラシを用いて、ある歯磨方法で歯磨するとき、大きいあるいはまた小さい歯磨圧を有する被検者が、別の型の歯ブラシで別の歯磨方法によつて歯磨しても、歯磨圧がそれぞれ極端に小さくあるいはまた大きく変化することがあれば、それはその人についている歯磨動作の習慣によつては歯磨できないような歯ブラシを用いて歯磨したか、あるいは馴れていない歯磨方法で歯磨した結果であろう。

電動歯ブラシでは、手用歯ブラシのときほどは歯磨圧の個体差が著明ではない。このことは、手用歯ブラシでは長年使いなれていないために、各人がその習慣によつて歯磨することができるが、電動歯ブラシではその使用経験がないことおよび歯ブラシの植毛部をただ歯に接触させているだけで

歯磨できると考えがちであることのために、歯磨圧の大きさが各人でほぼ一定になり、各人の歯磨圧の固有性がそれほどあらわれなくなるからである。

ところで、歯磨時の歯磨圧に関しては、著者以外にも多くの報告⁶⁻¹²⁾があり、また、歯磨による清掃効果¹³⁻²⁹⁾あるいは歯³⁰⁻³⁷⁾および歯周組織³⁸⁻⁴³⁾におよぼす影響や歯周組織炎に対する効果⁴⁴⁻⁵⁰⁾についての報告もきわめて多い。

しかし、歯磨圧によつて各人の歯磨動作の習慣性または癖を定量的に観察した報告はないし、また歯磨圧と歯口清掃効果との関係を定量的に検討した研究はみとめられない。

手用歯ブラシの歯磨圧については、453~1359 g⁶⁾、198.4~396.8 g⁷⁾および318 g⁸⁾、900~1150 g (ローリング法、スティルマン法、チャーターズ法)⁹⁾、300~490 g (水平法、垂直法、描円法、咬合面清掃法)⁹⁾、300~800 g¹¹⁾、64~320 g/cm^{2,12)}、電動歯ブラシでは、106 g⁸⁾、300~400 g (ローリング法、スティルマン法、チャーターズ法)⁹⁾、150~270 g (水平法、垂直法、描円法、咬合面清掃法)⁹⁾であるという報告があり、また歯磨圧による歯の磨耗実験においては、100 g³⁰⁾、64~76 g³¹⁾、237 g^{32,34,35)}、500~1500 g³³⁾および75 g^{36,37)}の負荷、すなわち歯磨圧が用いられている。

しかし、これらの報告は単にある実験条件における歯磨圧を測定した値にすぎず、種々の手用および電動歯ブラシの歯磨圧に関する詳細な研究については、Fraleigh, McElhaney and Heiser (1967)¹⁰⁾の報告がみとめられるだけである。すなわち、ナイロン製手用歯ブラシでは平均301.1 g (毛の太さ: 0.012 inch) および471.4 g (0.008 inch)、電動歯ブラシではナイロン製回転式で、331.7 g (0.011 inch)、217.6 g (0.008 inch)、144.0 g および163.6 g、プラスチック製回転式で122.0 g (0.008 inch) および92.7 g (0.006 inch) であるという。そして、歯磨圧には、用いた歯ブラシの種類に関係なく、きわめて変動の大きい個体差がみられるが、歯ブラシの毛の材質や形にも関係があるので、歯磨圧は歯ブラシの種類によつても差違があり、電動歯ブラシよりも手用歯ブラシのほ

うが歯磨圧は大きく、歯ブラシの毛の太さ、配列および長さが歯磨圧を左右するもつとも重要な要因であるといっている。

著者の実験に用いた歯ブラシは、Fraleighら(1967)¹⁰⁾の実験において使用したものとその種類が異なるので、歯磨圧の値には、両者間に差がみとめられるけれども、硬毛の手用歯ブラシよりも軟毛のほうが、また電動歯ブラシよりも手用歯ブラシのほうが歯磨圧が大きい点に関しては、その成績は一致している。三好および河村(1967)¹¹⁾は水平法および回転法では垂直法に比べ、歯磨圧は高いといっている。

歯磨効果に関しては、硬い自然の毛の歯ブラシのほうがナイロン毛の歯ブラシよりも清掃効果はよく¹³⁾、手用歯ブラシよりも電動歯ブラシのほうが歯垢や食物残渣を除去する能力^{17-19, 22, 23)}や歯石形成量を減少させる効果²¹⁾がすぐれているという。しかし、ブタ毛の歯ブラシとナイロン毛の歯ブラシとで¹⁶⁾、また電動歯ブラシと手用歯ブラシとで^{20, 24-28)}、それぞれの清掃効果にはみとめるべき差はないという報告もある。

歯磨回数も、1日1回では、清掃効果は少なく^{14, 15)}、また手用歯ブラシでは使用法とくに腕の筋の使い方の訓練を必要とするが、電動歯ブラシでは使用法を教えるのは簡単で、使用者の器用さは無関係であることなどの特徴があるといわれている¹⁷⁾。また、電動歯ブラシは手用歯ブラシを使用できない身体障害児童にとつては、その口腔の衛生状態を改善する効果のあることがみとめられている⁴⁹⁾。

Toto, Sawinski and Evans (1967)²⁹⁾によると、子供に、電動歯ブラシでも手用歯ブラシでも、とにかく歯ブラシの本来の使用法をよく教えて歯磨させると、両歯ブラシによる歯垢清掃効果およびDMFの減少効果は同じであるが、手用歯ブラシでその使用法を教えずに歯磨した群よりも歯垢の清掃効果がよく、またDMFも有意に減少するので、歯ブラシの正しい使用方法を教えることが歯口清掃効果をあげるうえに、きわめて重要であることを指適している。ことに、正しい使用方法によつて電動歯ブラシで歯磨するときには、使用方

法を教えられずに手用歯ブラシを用いるときよりも、DMFの減少効果が10%大きいことをみとめている。

しかし、著者の実験結果では、歯口清掃効果は歯磨動作の習慣あるいは癖、すなわち歯磨圧の大きさによつて左右されるので、手用歯ブラシで大きな歯磨圧によつて歯口清掃する習慣がついている人では、電動歯ブラシを用いるとかえつて清掃効果が低下することをみとめている。しかし、このようなばあいでも、歯に電動歯ブラシを意識して強く圧接して歯磨圧を増加させると、清掃効果も上昇する。

だから、手用歯ブラシを用いるばあいでも電動歯ブラシを用いるときでも、清掃効果のある正しい歯磨動作の習慣をつけるために、正しい歯磨方法の訓練を必要とする。

結 論

著者は、歯ブラシによる歯磨動作の習慣性あるいは癖を、chronocyclograph、歯磨動作に関与する上肢の筋群の筋電図および歯磨時の歯に対する接触圧ならびに歯磨圧、とくに接触圧あるいは歯磨圧によつて定量的に観察できることを明らかにした。

手用歯ブラシを用いて水平法で歯磨するときや硬い毛の手用歯ブラシを用いるときには三角筋の収縮が、回転法で歯磨するときあるいはやわらかい毛の歯ブラシを使用するときには上腕二頭筋、橈側手根屈筋および短拇指屈筋の活動が著明である。

歯磨圧は、用いる歯ブラシの種類、歯磨方法、歯磨部位および歯ブラシの毛の硬さなどによつて変動がみられるが、それよりも各個人の固有の歯磨動作、すなわち習慣や癖のほうが歯磨圧の大きさを左右する重要な因子である。そして、各個人の歯磨圧の変動すなわち歯磨動作の癖は、電動歯ブラシによる歯磨圧よりも、手用歯ブラシによる歯磨圧のほうに著明にあらわれる。また、手用歯ブラシの接触圧にも個体差がみとめられる。すなわち、

1. 一般に、接触圧は20~400 g、歯磨圧は200

～1000 g である。

しかし、接触圧と歯磨圧との大きさは必ずしも並行しない。

2. 歯磨圧はやわらかい毛の手用歯ブラシのほうが、硬い毛のものよりも大きい。

3. 手用歯ブラシによる歯磨圧は、同型の歯ブラシについては、歯磨方法による差はみとめられない。

4. 手用歯ブラシの歯磨圧は、回転法では歯磨部位により差がみとめられる。そして、前歯部を歯磨するときのほうが臼歯部を磨くときよりも大きい。

しかし、水平法では歯磨部位による差はみられない。

5. 手用歯ブラシでは、植毛部の前方部の歯磨圧は、中央部および後方部におけるよりも大きい。

6. 電動歯ブラシでは、歯磨圧の個体差は手用歯ブラシほど著明ではないが、両歯ブラシ間には歯磨圧の大きさに相関性はみとめられない。

また、手用歯ブラシでは、とくに歯磨圧と Skinner の顕示薬法による歯口清掃度との間には相関性がみとめられる。歯磨圧が大きいほど清掃度はよい。だから、歯口清掃効果を考慮せずに、効果のあがらないような弱い歯磨圧で、ただ習慣だけに頼って歯磨動作を行なっているにすぎない被検者では、長年身についた悪い歯磨動作の癖を改良する必要がある。電動歯ブラシでは各個人の歯磨動作の癖が手用歯ブラシほどみとめられなくなる。そして、清掃効果は歯磨圧とは関係なくまちまちである。しかし、電動歯ブラシでも故意に歯磨圧を変化させて歯磨すると、やはり歯磨圧が大きいほど清掃効果はよくなる。だから、電動歯ブラシを使用するときでも、とくにその歯磨圧に留意するかあるいは歯磨時間を長くするかしなければ、電動歯ブラシ特有の効果をじゅうぶんに発揮させることができないことも起こってくる。この点については、電動歯ブラシに歯磨圧を自由に調節できる装置があればよいとも考えられるが、しかし歯磨圧が大きくなると歯を磨耗させたり、歯周組織を損傷させることにもなるので、そのほうの注意も必要であろう。

引用文献

- 1) 柳生嘉雄：歯口清掃の口腔衛生学的意義，日本歯科医師会雑誌，10；153-158，昭32。
- 2) Wilkins, E. M. and McCullough, P. A. : Clinical practice of the dental hygienist, Lea & Febiger, Philadelphia, First Ed., 1959, 215-241.
- 3) 小野 巖，日本歯科衛生士会，石川 純：歯ブラシの使い方指導の手びき，医歯薬出版，東京，第5版(第1回改訂版)，昭42，95-104。
- 4) Wilkins, E. M. and McCullough, P. A. : Clinical practice of the dental hygienist, Lea & Febiger, Philadelphia, First Ed., 1959, 183.
- 5) Robinson, H. B. G. : Toothbrushing habits of 405 persons, J. Amer. dent. Ass., 33 ; 1112-1117, 1946.
- 6) McCauley, H. B. : Toothbrushes, toothbrush materials and design, J. Amer. dent. Ass., 32 ; 283-293, 1946.
- 7) Kimmelman, B. B., Tarin, B., Paschkis, A. E. and Condax, J. : Research in toothbrush design, Penn. dent. J., 25 ; 24-29, 1958.
- 8) Phaneuf, E. A., Harrington, J. H., Dale, P. P. and Shklar, G. : Automatic toothbrush : A new reciprocating action, J. Amer. dent. Ass., 65 ; 12-25, 1962.
- 9) 石川 純，川崎 仁，大河原伸治，松江一郎，浜田征雄：各種の歯ブラシを使ったときの歯や歯周組織に加わる圧力について，口腔衛生学会雑誌，16；216-217，昭41(学会抄録)。
- 10) Fraleigh, C. M., McElhaney, J. H. and Heiser, R. A. : Toothbrushing force study, J. dent. Res., 46 ; 209-214, 1967.
- 11) 三好清勝，河村洋二郎：人間工学的に見た歯ブラシの研究，日本口腔科学会雑誌，16；166，昭42(学会抄録)。
- 12) 河村洋二郎，三好清勝：歯ブラシの人間工学的研究，人間工学，3；258，昭42(学会抄録)。
- 13) Hine, M. K., Wachtl, C. and Fosdick, L. S. : Some observations on the cleansing effect of nylon and bristle tooth brushes, J. Periodont., 25 ; 183-188, 1954.
- 14) Morch, T. and Waerhaug, J. : Quantitative evaluation of the effect of toothbrushing and toothpicking, J. Periodont., 27 ; 183-190, 1956.
- 15) Goldman, H. M. : The effect of single and multiple toothbrushing in the cleansing of the normal and periodontally involved dentition, Oral Surg. oral Med. oral Path., 9 ; 203-204, 1956.
- 16) 正慶健夫：食品の停留と刷掃効果に関する研究，口腔衛生学会雑誌，9；248-256，昭34。
- 17) Lefkowitz, W. and Robinson, H. B. G. : Effectiveness of automatic and hand brushes in

- removing dental plaque and debris, J. Amer. dent. Ass., 65 ; 351-361, 1962.
- 18) Savastano, G.P. M. : Evaluation of an automatic action toothbrush in children, Dent. Digest, 68 ; 19-21, 1962.
 - 19) Cross, W. G., Forrest, J. O. and Wade, A. B. : A comparative study of tooth cleansing using conventional and electrically operated toothbrushes, Brit. dent. J., 113 ; 19-22, 1962.
 - 20) Chilton, N. W., DiDio, A. and Rothner, J. T. : Comparison of the clinical effectiveness of an electric and a standard toothbrush in normal individuals, J. Amer. dent. Ass., 64 ; 777-782, 1962.
 - 21) Sanders, W. E. and Robinson, H. B. G. : Effect of tooth brushing on deposition of calculus, J. Periodont., 33 ; 386-390, 1962.
 - 22) Quigley, G. A. and Hein, J. W. : Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing, J. Amer. dent. Ass., 65 ; 26-29, 1962.
 - 23) Kelner, M. : Comparative analysis of the effects of automatic and conventional toothbrushing in mental retardates, Penn. dent. J., 30 ; 102-108, 1963.
 - 24) Birch, R. H. and Mumford, J. M. : Electric toothbrushing, Dent. Pract., 13 ; 182-186, 1963.
 - 25) Elliott, J.R. : A comparison of the effectiveness of a standard and an electric toothbrush, J. Periodont., 34 ; 375-379, 1963.
 - 26) Rainey, B. L. and Ash, M. M. : Comparative effectiveness of an electric toothbrush and a manually operated toothbrush, J. dent. Res., 43 ; 801, 1964 (Abst.).
 - 27) Kanouse, M. C. and Ash, M. M. : Clinical evaluation of an electric toothbrush, J. dent. Res., 43 ; 801, 1964 (Abst.).
 - 28) Ash, M. M. : A review of the problems and results of studies on manual and power toothbrushes, J. Periodont., 35 ; 202-213, 1964.
 - 29) Toto, P. D., Sawinski, V. J. and Evans, C. : The effects of instructed toothbrushing on the cleanliness of teeth and DMF: An eighteen-month study, J. oral Therap. Pharmacol., 3 ; 354-358, 1967.
 - 30) Wright, H. N. and Fenske, E. L. : Relative abrasive properties of the more commonly used dentifrice abrasives, J. Amer. dent. Ass. & dent. Cosmos, 24 ; 1889-1895, 1937.
 - 31) Manly, R. S. : The abrasion of cementum and dentin by modern dentifrices, J. dent. Res., 20 ; 583-595, 1941.
 - 32) Tainter, M. L. and Epstein, S. : A standard procedure for determining abrasion by dentifrices, J. Amer. Coll. Dent., 9 ; 353-379, 1942.
 - 33) Epstein, S. and Tainter, M. L. : Glass slide procedure for detecting undue abrasion of dentifrices, J. Amer. dent. Ass., 30 ; 1590-1594, 1943.
 - 34) Epstein, S. and Tainter, M. L. : The relationship of particle size and other properties of dentifrice ingredients to toothbrush-abrasion of enamel, J. dent. Res., 22 ; 335-344, 1943.
 - 35) Epstein, S. : Practical significance of abrasives in dentifrices, J. Amer. dent. Ass., 31 ; 400-404, 1944.
 - 36) Manly, R. S. : Factors influencing tests on the abrasion of dentin by brushing with dentifrices, J. dent. Res., 23 ; 59-72, 1944.
 - 37) Manly, R. S. and Brudevold, F. : Relative abrasiveness of natural and synthetic toothbrush bristles on cementum and dentin, J. Amer. dent. Ass., 55 ; 779-780, 1957.
 - 38) Cabot, J. : Toothbrushing : Its effect on gingival tissues, J. Dent. Child., 13 ; 113-116, 1946.
 - 39) Robinson, H. B. G. and Kitchin, P. C. : The effect of massage with the toothbrush on keratinization of the gingivae, Oral Surg. oral Med. oral Path., 1 ; 1042-1046, 1948.
 - 40) Stahl, S. S., Wachtel, N., DeCastro, C. and Pelletier, G. : The effect of toothbrushing on the keratinization of the gingiva, J. Periodont., 24 ; 20-21, 1953.
 - 41) Hiniker, J. J. and Forscher, B. K. : The effect of toothbrush type on gingival health, J. Periodont., 25 ; 40-46, 1954.
 - 42) Stanmeyer, W. R. : A measure of tissue response to frequency of toothbrushing, J. Periodont., 28 ; 17-22, 1957.
 - 43) Fraleigh, C. M. : Tissue changes with manual and electric brushes, J. Amer. dent. Ass., 70 ; 380-387, 1965.
 - 44) Castenfelt, T. : Toothbrushing and massage in periodontal disease, N. Y. State dent. J., 19 ; 338-347, 1953.
 - 45) Kelner, M. : The use of an electrically powered toothbrush in the home dental care of handicapped children, Penn. Dent. J., 28 ; 3-8, 1961.
 - 46) Toto, P. D. and Farchione, A. : Clinical evaluation of an electrically powered toothbrush in home periodontal therapy, J. Periodont., 32 ; 249-254, 1961.
 - 47) Hoover, D. R. and Robinson, H. B. G. : Effect of automatic and hand toothbrushing on gingivitis, J. Amer. dent. Ass., 65 ; 361-367, 1962.
 - 48) Berman, C. L., Hosiosky, E. N., Kutscher, A. H. and Kelly, A. : Observations of the

- effects of an electric toothbrush, Preliminary report, J. Periodont., 33 ; 195-198, 1962.
- 49) Green, A., Rosenstein, S. N., Parks, A. and Kutscher, A. H. : The electric toothbrush as an adjunct in maintaining oral hygiene in handicapped patients, J. Dent. Child., 29 ; 169-171, 1962.
- 50) Hoover, D. R. and Lefkowitz, W. : Reduction of gingivitis by toothbrushing, J. Periodont., 36 ; 193-197, 1965.