反回転式電動歯ブラシと手用歯ブラシとにおける 口腔清掃の効果について

佐藤 寿祐 佐藤 聡 鴨井 久一

日本歯科大学歯学部歯周病学教室

(主任：鴨井久一教授)

(平成4年3月17日受付)

A Study on the Effect of Oral Hygiene between Counter Rotational Action Powered and Manual Toothbrush

Toshisuke SATO, Soh SATO and Kyuichi KAMOI

Department of Periodontology, School of Dentistry at Tokyo,

The Nippon Dental University

2-3-16, Fujimi, Chiyoda-ku, Tokyo 102, Japan

(Chief : Prof. Kyuichi KAMOI)

A counter rotational action powered toothbrush was compared with a manual toothbrush with respect to their effectiveness in removing plaque. The effectiveness of the counter rotational action powered toothbrush and the manual toothbrush in removing artificial plaque from models of the jaw was studied experimentally by means of a standard photographing system, and weekly changes in plaque in clinical cases using either the counter rotational action powered toothbrush or the manual toothbrush were compared. The extent of plaque removal on the interproximal surfaces of the model jaws was 80% or higher with the counter rotational action powered toothbrush and 65% or higher with

the manual toothbrush. There were statistically significant differences between the toothbrushes on the mesiodistal surfaces of the anterior maxillary and mandibular teeth, and all the interproximal surfaces excluding the mesial surfaces of the first maxillary molar ($p < 0.01$ and $p < 0.05$, respectively). Clinically, there was no subjective improvement in the weekly cleaning effect of the electric or manual toothbrush. The rate of plaque removal with the counter rotational action powered toothbrush was higher than that with the manual toothbrush on the interproximal surfaces, and this difference was statistically significant ($p < 0.01$).

Key words : Counter rotational action powered toothbrush, Manual toothbrush, Plaque removal

要旨：本研究は、反回転式電動歯ブラシと手用歯ブラシにおけるプラーク除去効果について比較観察したものである。実験は顎模型による人工プラークの除去効果について規格撮影装置を用いたもの、さらに臨床研究では、経週のプラーク除去効果について比較観察を行ない以下の結果を得た。

顎模型での清掃効果では、隣接面のプラーク除去率において、電動歯ブラシで80%以上、手用歯ブラシで65%以上を示し、上下顎前歯部の近遠心面と上顎第一大臼歯の近心面を除いた全隣接面で統計的有意差が認められた($p < 0.01$, $p < 0.05$)。

臨床研究の清掃効果では、電動歯ブラシ、手用歯ブラシともブラッシングによる経週の清掃効果の向上は認めら

本論文の要旨は、第408回日本歯科大学歯学会例会(1992年2月20日)、第35回春季日本歯周病学会(1992年5月23日)において発表した。

れなかった。さらに隣接面では、電動歯ブラシは手用歯ブラシに比べて高いプラーク除去率を示し、隣接面において統計的有意差が認められた ($p < 0.01$)。

索引用語：反回転式電動歯ブラシ，手用歯ブラシ，プラーク除去

緒 言

歯周疾患の最大の原因であるプラークを最も効果的に除去する方法として、今日まで様々なブラッシング法が考案され、さらにその効果について研究報告されてきた^{1,2)}。また、歯ブラシについても、プラーク除去効果を左右する因子として、毛の種類^{3,4)}、毛先の形態⁵⁾、植毛部の形態⁶⁾、柄の材質⁴⁾や形態⁷⁾などについて数多く報告されてきた。

しかし、歯ブラシについては患者自身の有する様々な因子により、いまだ確立したものは見られず、個々の患者に対する的確な刷掃指導が重要となっている。

一方、電動歯ブラシは、1960年代より手用歯ブラシとのプラーク除去効果について毛束の長さ、硬さ⁸⁾など形態を含め、比較研究がされてきた。従来開発されてきた電動歯ブラシは、刷毛部の基本的運動より、偏心運動、水平運動、回転運動、振動運動などに分けられている⁹⁾。これは手用歯ブラシの動きを器械で再現させる発想より考えられたものである。これまでの報告において電動歯ブラシの清掃効果は、手用歯ブラシと同等であるとするものも多い¹⁰⁻¹²⁾。

そこで本研究では、刷毛部の運動は行わず一つ一つの毛束部が独立し、反回転運動を行う反回転式電動歯ブラシを用い、手用歯ブラシのブラッシングの中でも刷掃効果の高いといわれる、スクラッピング法^{1,2,13)}とのプラーク除去効果について比較検討をおこなった。

さらに残存プラーク量の測定では、従来、歯頸部プラーク測定法^{2,8)}、指数を用いた測定法¹⁴⁾、規格写真による面積測定法^{6,15)}などがおこなわれてきた。本研究では、反回転式電動歯ブラシの構造に着目し、模型上において隣接面を中心とした規格写真による面積測定をおこない、清掃困難とされた歯間部隣接面¹⁶⁾での両歯ブラシの毛束の到達性について比較測定をおこなった。さらに、臨床実験においては、経過的なプラーク除去率の推移について観察する目的から、ブラッシング法の知識をもたない被験者に対し刷掃指導をおこない、電動、手用歯ブラシにおけるプラーク除去効果についてプラーク指数による測定法を応用し検討を加えた。

材料と方法

1. 実験に使用した歯ブラシ

実験には、反回転運動を主体とした電動歯ブラシ、インタープラーク (INTERPLAK®, ボシロム社製, U.S.A.) を使用した。インタープラークの毛束部は、2列10毛束よりなり毛束部の形態は、毛束先端が円錐型となっており、長さ10.0 mmと9.0 mmの毛束が、交互に配列されている形態である。各毛束は毎分4200回で回転し、特徴としては隣あった毛束が、異なりあう方向へ回転する反回転運動をおこなう構造となっている (図1)。

また電動歯ブラシを用いたプラーク除去効果の対照としては、手用歯ブラシ GUM® #211 (バトラー社製, U.S.A.) を用いた。GUM #211の毛束部は、長さ20.5 mm、幅6.0 mmの形態となっている。

2. 模型実験における実験器具とその清掃効果の評価

実験には、顎模型 P 15 D-SCP.2 (ニッシン社製, 京都) を用いた。

顎模型の歯面には、人工プラークとして PROSPEC® (GC社製, 東京)、ヤマト糊® (ヤマト株

図1 反回転式電動歯ブラシと手用歯ブラシ

式会社), Poster colour(NICKER 社製, 東京), 白色ワセリン(東豊薬品, 東京)を表1の割合で配合したものを塗布し, 30 分間自然乾燥し, その後実験に供した。

実験に際しては, 被験部位へのブラッシング圧を統一する目的から, 図2に示す簡易荷重測定装置を用い, 250 g のブラッシング圧にて実験をおこなった(図2)。

清掃法としては, 電動歯ブラシでは歯面に対して歯ブラシを垂直とし, 1 部位 15 秒間おこなった。対照群の手用歯ブラシでは, スクラッピング法にてブラッシングをおこない, 1 部位 15 ストロークの振動とした。

測定部位は, $\frac{6}{4} \frac{1}{1} \frac{4}{6}$ とし, 実験方法は顎模型4個を用い同一の顎模型が電動歯ブラシ使用群と, 手用歯ブラシ使用群の2群で, それぞれ測定ができるようにラテン方格法を応用し, 1 群 20 回測定をおこなった。

人工プラークの除去率の算出方法としては, 実験終了後プラスチック歯を顎模型の歯槽より残存プラークを除去しないよう注意深く撤去後, あらかじめ作製しておいた保持装置に装着, 近心面, 頬側面, 遠心面, 舌側面の4方向より一定倍率にて撮影可能な, 規格写真撮影装置¹⁷⁾を用いて規格写真を撮影した。

撮影した規格写真は, プリント後それぞれの歯面に対し, 歯冠側は切縁あるいは咬合面との線角, 側面は隣接面との線角, さらに根尖側は歯肉縁と等高に定め

た線をあらかじめプラスチックプレートに複写し, これを規格面積と規格し, プリント上に重ね合わせ, さらにデジタイザーGRAPHTEC KW 4300(日本電気社製, 東京)にて残存プラークを測定し, 測定面積をもとにプラーク除去率を求めた(図3)。

統計的検索には, Wilcoxon 検定をおこなった。

3. 臨床研究による清掃効果の評価

被験者は, 日本歯科大学歯学部学生 30 名(男子 18 名, 女子 12 名, 18~25 歳, 平均年齢 20.4 歳)を対象とした。さらに被験者は利き腕が右のものに統一しおこなった。なお対象者は, 本研究の主旨をよく理解し, 協力の得られた学生を選んだ。

被験歯は, 補綴物が装着されておらず, 修復物やう蝕の認められない $\frac{6}{4} \frac{1}{1} \frac{4}{6}$ を用いた。さらに被験者の口腔状態は, 臨床的健康な歯周組織で歯の形態異常や萌出異常の認められない臨床的正常歯列の者を本研究に用いた。

ブラッシング法は, 電動歯ブラシでは, 歯面に対し

図3 デジタイザーによる面積測定

表1 人工プラークの処方

・ 歯垢染め出し液 (PROSPEC®)	1.0 ml
・ 糊 (ヤマト糊®)	1.0 g
・ ポスターカラー	1.0 ml
・ 白色ワセリン	1.0 g

図2 荷重測定装置の概要

て歯ブラシが垂直となるようにあて、1口腔3分間としおこなわせた。

さらに対照の手用歯ブラシでは、ブラッシング時間は定めず、1部位15回のストロークでブラッシングをさせた。

研究は、被験者30名を電動歯ブラシ使用群と、手用歯ブラシ使用群の2群にそれぞれ15名ずつ分けておこなった。

被験者は、プラーク測定6日前に被験歯6本をスケーリング、歯面研磨をおこないプラークスコアを0とした。その後、使用する歯ブラシを指定し、各ブラッシング方法を指導後、測定までの6日間ブラッシングをおこなわせた。なお研究期間を通じ、被験者には歯磨剤、洗口剤および補助的清掃用具の使用を禁止した。研究開始6日後、臨床パラメータとしてプラーク指数 (PII, Silness & L, 1964)¹⁸⁾ の測定を、歯垢染色出し液 PROSPEC® にておこない、その後、唇舌側それぞれ近心、中央、遠心と1歯につき6点測定をおこなった。その後、プラークを蓄積するために1日間全ての口腔清掃を中止し、研究開始7日後の測定では、同様にプラークの蓄積状態を測定し、その後、術者の監視下で指示した歯ブラシを用いてブラッシングを3分間おこなわせ、さらに同様にプラークの残存状態について測定をおこなった。また、経過的なプラークの除去効果を観察する目的から、それぞれの被験者に対し、プラークの残存状態の指摘とブラッシング法の指導をおこない同様の研究を4週間繰り返しおこなった (図4)。

なお、測定期間を通じプラークの残存状態の指摘とブラッシング法の指導をおこなう検者は別途、各々担当とし、プラーク除去率の測定では、使用する歯ブラシの種類を知らない別の検者により計測をおこなった。

電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の算出方法としては、プラーク蓄積後の測定値に対し、術者の監視下におけるブラッシング後の測定値に対する除去率について4週間にわたり経過的な測定をおこなった。

$$\text{プラーク除去率(\%)} = \frac{(\text{ブラッシング前のプラーク付着量}) - (\text{ブラッシング後のプラーク付着量})}{(\text{ブラッシング前のプラーク付着量})} \times 100$$

さらに全期間を通じ、測定部位を前歯部、小臼歯部、大臼歯部に分け、さらにそれぞれについて唇舌側面の

図4 研究期間のフローチャート

近心、中央、遠心面における各歯面別プラーク除去率について測定をおこなった。

統計的検索には、Wilcoxon 検定をおこなった。

結 果

1. 模型実験による清掃効果の結果

1) 上顎測定歯におけるプラーク除去率

(1) 上顎測定歯における全体のプラーク除去率は、電動歯ブラシでは95.4%、手用歯ブラシでは89.4%であった。

(2) 上顎右側第1大臼歯におけるプラーク除去率では、電動歯ブラシが頬側、口蓋側面において100.0%、手用歯ブラシで、頬側面99.2%、口蓋側面99.0%と99.0%以上のプラークが除去されている状態であった。また、同歯の隣接面では、電動歯ブラシが近心面で80.9%、遠心面で87.6%であったのに対し、手用歯ブラシでは、近心面で67.2%、遠心面で73.8%と電動

図 5 顎模型における上顎右側第1大臼歯の電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

図 6 顎模型における上顎左側中切歯の電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

歯ブラシの方が高いプラーク除去率を示した。さらに電動歯ブラシの遠心面では、手用歯ブラシの遠心面に比べて統計的に有意差が認められた ($p < 0.05$) (図 5)。

(3) 上顎左側中切歯におけるプラーク除去率では、電動歯ブラシが頬側面 99.8%, 口蓋側面 100.0% であったのに対し、手用歯ブラシでは、頬側、口蓋側面ともに 100.0% と両者とも 99.0% 以上のプラークが除去されている状態であった。また、同歯の隣接面では、電動歯ブラシが近心面で 93.9%, 遠心面で 91.1% であったのに対し、手用歯ブラシでは、近心面で 91.5%, 遠心面で 85.8% と電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べて、やや高いプラーク除去率を示した。しかし、両者間に統計的に有意差は認められなかった (図 6)。

図 7 顎模型における上顎左側第1小臼歯の電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

図 8 顎模型における下顎左側第1大臼歯の電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

(4) 上顎左側第1小臼歯におけるプラーク除去率では、電動歯ブラシが頬側、口蓋側面において 100.0%, 手用歯ブラシで、頬側面 99.7%, 口蓋側面 99.8% と 99.0% 以上のプラークが除去されている状態であった。また、同歯の隣接面では、電動歯ブラシが近心面で 94.5%, 遠心面で 97.4% であったのに対し、手用歯ブラシでは、近心面で 72.7%, 遠心面で 84.1% と電動歯ブラシの方が高いプラーク除去率を示した。さらに近遠心面とも電動歯ブラシが、手用歯ブラシに比べて統計的に有意差が認められた ($p < 0.01$) (図 7)。

1) 下顎測定歯におけるプラーク除去率

(1) 下顎測定歯における全体のプラーク除去率は、電動歯ブラシでは 96.9%, 手用歯ブラシでは 92.4% であった。

(2) 下顎左側第1大臼歯におけるプラーク除去率で

図 9 顎模型における下顎右側中切歯の電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

図 10 顎模型における下顎右側第 1 小臼歯の電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

は、電動歯ブラシが頬側、舌側面において 100.0%、手用歯ブラシで、頬側面 98.9%、舌側面 97.7% と両者とも 97.0% 以上のプラークが除去されている状態であった。また、同歯の隣接面では、電動歯ブラシが近心面で 90.3%、遠心面で 94.1% であったのに対し、手用歯ブラシでは、近心面で 81.1%、遠心面で 85.1% を示していた。すなわち電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べて高いプラークの除去率を示し、近遠心面とも統計的に有意差が認められた ($p < 0.01$) (図 8)。

(3) 下顎右側中切歯におけるプラーク除去率では、電動歯ブラシが頬側、舌側面において 100.0% であったのに対し、手用歯ブラシでは、頬側面 99.1%、舌側面 99.5% と両者とも 99.0% 以上のプラークの除去されている状態であった。また、同歯の隣接面では、電動歯ブラシが近心面で 87.1%、遠心面で 98.8% で

図 11 全測定歯面における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の経時的推移

表 2 全測定歯面および頬側歯面における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の経時的推移

部位	全 体				頬側近心面				頬側中央面				頬側遠心面			
	電動歯ブラシ	手用歯ブラシ	電動歯ブラシ	手用歯ブラシ	電動歯ブラシ	手用歯ブラシ	電動歯ブラシ	手用歯ブラシ	電動歯ブラシ	手用歯ブラシ	電動歯ブラシ	手用歯ブラシ	電動歯ブラシ	手用歯ブラシ	電動歯ブラシ	手用歯ブラシ
週	平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.	平均	S.D.
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	66.1±0.2		43.8±0.2		77.3±0.2		48.5±0.4		70.3±0.3		71.8±0.4		85.3±0.2		51.4±0.3	
2	58.3±0.2		43.9±0.3		74.0±0.3		47.9±0.3		60.7±0.4		77.8±0.3		73.3±0.3		41.3±0.4	
3	68.1±0.2		44.6±0.2		77.9±0.3		53.9±0.4		70.7±0.3		59.2±0.4		79.6±0.2		60.3±0.3	
4	66.5±0.2		43.5±0.2		83.9±0.2		62.9±0.3		67.7±0.3		78.3±0.2		82.5±0.2		44.1±0.4	

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

図 12 頬側近心における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の経時的推移

図 14 頬側遠心における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の経時的推移

図 13 頬側中央における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の経時的推移

あったのに対し、手用歯ブラシでは、近心面で 82.6%、遠心面で 97.3% を示した。すなわち電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べて、やや高いプラーク除去率を示すものの、両者ともほとんどのプラークが除去されている状態であった (図 9)。

(4) 下顎右側第 1 小白歯におけるプラーク除去率では、電動歯ブラシが頬側、舌側面において 100.0%、手用歯ブラシで、頬側面 96.6%、舌側面 98.8% とプラークが除去されている状態であった。また、同歯の隣接面では、電動歯ブラシが近心面で 94.5%、遠心面で 98.0% であったのに対し、手用歯ブラシでは、近心面で 83.6%、遠心面で 88.9% を示した。すなわち電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べて高いプラーク除去率を示し、近遠心面とも統計的に有意差が認められた ($p < 0.01$) (図 10)。

2. 臨床研究における清掃効果の結果

1) 被験者における経時的なプラーク除去率

(1) 手用歯ブラシ、電動歯ブラシともに経時的なブラッシングによるプラーク除去効果は認められなかった (図 11, 表 2)。

(2) 電動歯ブラシは、測定 3 週の頬側中央部を除き全測定期間を通じ、手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を認めた。さらに全測定歯面の経時的推移のうち 1 週、3 週、4 週の各測定においては、両者間に統計的に有意差が認められた ($p < 0.01$, $p < 0.05$) (図 11, 表 2)。

(3) 頬側近心面では、経時的なプラーク除去率は手用歯ブラシ、電動歯ブラシともに減少がわずかに認められた。また、両者間における統計的な有意差は、全ての測定期間において認められた ($p < 0.01$, $p < 0.05$) (図 12, 表 2)。

(4) 頬側中央部では、手用歯ブラシ、電動歯ブラシともに経時的減少は認められず、両者間における統計的な有意差も全ての測定期間において認められなかった (図 13, 表 2)。

(5) 頬側遠心面では、手用歯ブラシ、電動歯ブラシともに経時的減少は認められなかった。しかし、両者間における統計的な有意差は、全ての測定期間において認められた ($p < 0.01$, $p < 0.05$) (図 14, 表 2)。

(6) 舌側近心面では、経時的なプラーク除去率は手用歯ブラシ、電動歯ブラシともに減少傾向は認められなかった。また、測定 1 週、3 週において両者間に統計的な有意差が認められた ($p < 0.01$) (図 15, 表 3)。

(7) 舌側中央部では、電動歯ブラシにおいて経時的減少がわずかに認められた。また、両者間において統計的な有意差は、測定 4 週において認められた ($p < 0.05$) (図 16, 表 3)。

図 15 舌側近心における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の経時的推移

図 16 舌側中央における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の経時的推移

表 3 舌側歯面における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の経時的推移

部位 週	舌側近心面		舌側中央面		舌側遠心面	
	電動歯ブラシ 平均 S.D. (%)	手用歯ブラシ 平均 S.D. (%)	電動歯ブラシ 平均 S.D. (%)	手用歯ブラシ 平均 S.D. (%)	電動歯ブラシ 平均 S.D. (%)	手用歯ブラシ 平均 S.D. (%)
1	47.3±0.3	23.7±0.2	51.7±0.3	44.0±0.4	58.1±0.4	32.3±0.3
2	44.4±0.3	26.7±0.4	41.7±0.3	38.2±0.4	47.9±0.3	31.8±0.3
3	51.7±0.3	25.8±0.2	63.1±0.2	52.3±0.3	60.3±0.3	33.7±0.2
4	45.5±0.3	32.7±0.3	60.8±0.2	32.3±0.3	56.0±0.3	24.9±0.3

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

(8) 舌側遠心面では、手用歯ブラシ、電動歯ブラシともに経時的な減少は認められなかった。また、両者間における統計的な有意差は、全ての測定期間において認められた ($p < 0.05$) (図 17, 表 3)。

2) 各歯種および歯面別プラーク除去率について

(1) 上顎測定歯の頬側面では、前歯部の近心面において手用歯ブラシが平均 48.3%, 電動歯ブラシで平均 91.9%, また、遠心面において手用歯ブラシが平均 61.1%, 電動歯ブラシで平均 95.6% と、近遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示し、両者間において統計的な有意差が認められた ($p < 0.01$) (表 4)。一方、中央では、手用歯ブラシが平均 75.7%, 電動歯ブラシで平均 73.9% と手用歯ブラシの方が電動歯ブラシに比べ高いプラーク除

図 17 舌側遠心における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率の経時的推移

表 4 上顎測定歯の頬側歯面における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

歯ブラシ	部位	前歯部			小臼歯部			大臼歯部		
		近心	中央	遠心	近心	中央	遠心	近心	中央	遠心
電動歯ブラシ使用群	平均	91.1	73.9	95.6	90.0	84.7	83.9	84.3	65.2	81.5
	S.D.	0.2**	0.4	0.1**	0.2**	0.2**	0.2**	0.2**	0.3	0.3**
手用歯ブラシ使用群	平均	48.3	75.7	61.1	53.3	87.8	49.5	39.5	64.1	38.9
	S.D.	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4

** $p < 0.01$

表 5 上顎測定歯の口蓋側歯面における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

歯ブラシ	部位	前歯部			小臼歯部			大臼歯部		
		近心	中央	遠心	近心	中央	遠心	近心	中央	遠心
電動歯ブラシ使用群	平均	61.7	63.9	57.8	30.5	72.3	57.8	49.9	38.9	53.5
	S.D.	0.3	0.4	0.2*	0.3	0.3	0.4*	0.3*	0.4	0.3*
手用歯ブラシ使用群	平均	40.5	42.2	37.2	23.3	45.5	35.0	21.1	31.7	26.0
	S.D.	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	0.3	0.2	0.4	0.3

* $p < 0.05$

去率を示した。しかし、両者間に統計的な有意差は認められなかった（表 4）。

小臼歯部のプラーク除去率は、近心面において手用歯ブラシが平均 53.3%、電動歯ブラシが平均 90.0%、さらに遠心面では、手用歯ブラシが平均 49.5%、電動歯ブラシで平均 83.9% と近遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示し、両者間において統計的な有意差が認められた（ $p < 0.01$ ）（表 4）。一方、中央では、手用歯ブラシが平均 87.8%、電動歯ブラシで平均 84.7% と手用歯ブラシの方が電動歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示し、両者間において統計的な有意差が認められた（ $p < 0.01$ ）（表 4）。

大臼歯部のプラーク除去率は、近心面において手用歯ブラシで平均 39.5%、さらに近心面では電動歯ブラシで平均 84.3%、さらに遠心面では、手用歯ブラシが平均 38.9%、電動歯ブラシで平均 81.5% と近遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示し、両者間において統計的な有意差が認められた（ $p < 0.01$ ）（表 4）。一方、中央では、手用歯ブラシが平均 64.1%、電動歯ブラシで平均 65.2% と電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示した。しかし、両者間に統計的な有意差は認められなかった（表 4）。

(2) 上顎測定歯の口蓋側面では、前歯部の近心面に

において手用歯ブラシが平均 40.5%、電動歯ブラシで平均 61.7%、中央では、手用歯ブラシが平均 42.2%、電動歯ブラシで平均 63.9% さらに遠心面では、手用歯ブラシが平均 37.2%、電動歯ブラシで平均 57.8% と、近心、中央、遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示した。また、遠心面において両者間に統計的な有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）（表 5）。

小臼歯部のプラーク除去率は、近心面において手用歯ブラシが平均 23.3%、電動歯ブラシで平均 30.5%、中央では、手用歯ブラシが平均 45.5%、電動歯ブラシで平均 72.3%、さらに遠心面では、手用歯ブラシが平均 35.0%、電動歯ブラシで平均 57.8% と、近心、中央、遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示した。また、遠心面において両者間に統計的な有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）（表 5）。

大臼歯部のプラーク除去率は、近心面において手用歯ブラシが平均 21.1%、電動歯ブラシで平均 49.9%、さらに遠心面では、手用歯ブラシが平均 26.0%、電動歯ブラシで平均 53.5% と近遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示し、両者間において統計的な有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）（表 4）。一方、中央では、手用歯ブラシが平均 31.7%、電動歯ブラシで平均 38.9% と電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示し

表 6 下顎測定歯の頬側歯面における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

歯ブラシ	部位	前歯部			小臼歯部			大臼歯部		
		近心	中央	遠心	近心	中央	遠心	近心	中央	遠心
電動歯ブラシ使用群	平均	78.9	80.0	80.6	76.7	55.5	75.6	62.2	54.7	73.9
	S.D.	0.4	0.4 *	0.3 *	0.3 *	0.3	0.3 **	0.3	0.4 **	0.3 **
手用歯ブラシ使用群	平均	64.2	69.8	57.9	49.5	74.5	47.8	46.7	76.2	43.9
	S.D.	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.2	0.4

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

表 7 下顎測定歯の舌側歯面における電動歯ブラシと手用歯ブラシとのプラーク除去率

歯ブラシ	部位	前歯部			小臼歯部			大臼歯部		
		近心	中央	遠心	近心	中央	遠心	近心	中央	遠心
電動歯ブラシ使用群	平均	58.9	75.0	57.2	47.7	56.2	58.9	33.8	41.7	33.9
	S.D.	0.3	0.3 *	0.3	0.3 *	0.3 **	0.3 *	0.3 *	0.3	0.3
手用歯ブラシ使用群	平均	44.4	53.3	39.9	27.8	36.1	26.1	18.3	39.5	23.9
	S.D.	0.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

た。しかし、両者間に統計的な有意差は認められなかった(表5)。

(3) 下顎測定歯の頬側面では、前歯部の近心面において手用歯ブラシが平均 64.2%、電動歯ブラシで平均 78.9%、中央では、手用歯ブラシが平均 69.8%、電動歯ブラシで平均 80.0% さらに遠心面において手用歯ブラシが平均 57.9%、電動歯ブラシで平均 80.6% と、近心、中央、遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示した。また、中央、遠心面において両者間に統計的な有意差が認められた($p < 0.01$) (表6)。

小臼歯部のプラーク除去率は、近心面において手用歯ブラシが平均 49.5%、電動歯ブラシで平均 76.7%、さらに遠心面では、手用歯ブラシが平均 47.8%、電動歯ブラシで平均 75.6% と近遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示し、両者間において統計的な有意差が認められた($p < 0.01$, $p < 0.05$) (表6)。一方、中央では、手用歯ブラシが平均 74.5%、電動歯ブラシで平均 55.5% と手用歯ブラシの方が電動歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示した。しかし、両者間に統計的な有意差は認められなかった(表6)。

大臼歯部のプラーク除去率は、近心面において手用歯ブラシが平均 46.7%、電動歯ブラシで平均 62.2%、

さらに遠心面では、手用歯ブラシが平均 43.9%、電動歯ブラシで平均 73.9% と近遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示し、遠心面において統計的な有意差が認められた($p < 0.05$) (表6)。一方、中央では、手用歯ブラシが平均 76.2%、電動歯ブラシで平均 54.7% と手用歯ブラシの方が電動歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示した。また、両者間に統計的な有意差が認められた($p < 0.05$) (表6)。

(4) 下顎測定歯の舌側面では、前歯部の近心面において手用歯ブラシが平均 44.4%、電動歯ブラシで平均 58.9%、中央では、手用歯ブラシが平均 39.9%、電動歯ブラシで平均 57.2% と、近心、中央、遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示した。また、中央において両者間に統計的な有意差が認められた($p < 0.01$) (表7)。

小臼歯部のプラーク除去率は、近心面において手用歯ブラシが平均 27.8%、電動歯ブラシで平均 47.7%、中央では、手用歯ブラシが平均 36.1%、電動歯ブラシで平均 56.2%、さらに遠心面では、手用歯ブラシが平均 26.1%、電動歯ブラシで平均 58.9% と、近心、中央、遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示し、全てにおいて両者間に統計的な有意差が認められた($p < 0.01$, $p < 0.05$) (表7)。

大臼歯部のプラーク除去率は、近心面において手用歯ブラシが平均 18.3%、電動歯ブラシで平均 33.8%、中央では、手用歯ブラシが平均 39.5%、電動歯ブラシで平均 41.7%、さらに遠心面では、手用歯ブラシが平均 23.9%、電動歯ブラシで平均 33.9% と、近心、中央、遠心面とも電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去率を示した。また、近心面において両者間に統計的な有意差が認められた ($p < 0.01$) (表 7)。

考 察

現在までにブラッシングは、歯周疾患の局所的原因であるプラークを最も効果的に除去する方法として、数多く研究報告されてきた^{1,2)}。プラーク除去効果を主体とするこれらの報告には、大きく分けてブラッシングの方法によるものと、歯ブラシ自体の構造によるものの 2 つに分けられる。さらに歯ブラシ自体の構造では、毛の種類^{3,4)}、毛先の形態⁵⁾、植毛部の形態⁶⁾、柄の材質⁴⁾や形態⁷⁾などがあげられている。しかし、患者自身が行う歯肉縁上のプラークコントロールは、患者にとって決して容易なものではなく、患者側の有する様々な因子が複雑に関与することが考えられる。Kenney ら¹⁹⁾は歯ブラシを使いこなす力は、器用さに影響されると報告し、さらに泉澤ら²⁰⁾も、歯ブラシを使いこなす力には個人差があり、それがプラーク除去効果に影響を与えると述べている。

一方、電動歯ブラシの手用歯ブラシに対するプラーク除去効果の研究は、1960 年代より多く報告されるようになった^{21~23)}。さらにプラーク除去効果は、電動歯ブラシ、手用歯ブラシとも同等であると報告されており^{10~12)}、使用に当っては、細かい運動が自動的に再現でき、使用が簡便なため小児、上肢の不自由な人、心身障害者などへの使用が有効とされてきた^{22~24)}。

電動歯ブラシの動きは、刷毛部の基本的運動より、偏心運動、水平運動、回転運動、振動運動などに分けられている⁹⁾。本実験に用いた反回転式電動歯ブラシは、刷毛部の運動はおこなわず一つ一つの毛束部が独立し、反回転運動をおこなう構造をとっており、広義には回転運動に分類されると考えられる。

本実験では、反回転式電動歯ブラシと従来用いられてきた手用歯ブラシのうち、プラーク除去効果の高いといわれるスクラッピング法^{1,2,13)}とのプラーク除去効果について、刷掃指導をともなう経過的な比較検討を行う目的でおこなった。

1. 実験方法

1.1 模型実験について

歯間隣接面部は、歯ブラシの毛束先端の到達範囲が限られるため、様々なブラッシング方法を応用しても食物残渣、プラークの残留が認められる。山本ら¹⁶⁾は、歯間隣接面のプラークはブラッシングによって 43% から 52% しか除去されないと報告しており、電動歯ブラシに関しては、Rainey と Ash²⁵⁾ が隣接面のプラーク除去効果が、手動歯ブラシと比較して差は無いと述べており、従来の手用、電動を含めた歯ブラシでは十分な刷掃効果は、得られないと考えられていた。

本実験に使用した反回転式電動歯ブラシは、毛束部の形態および運動様式から、従来開発されてきた電動歯ブラシ、手用歯ブラシに比較し、歯間隣接面への毛束の到達性に優れていることが予測された。さらに刷掃指導をともなう経過的なプラーク除去効果の比較検討を行うに当り、被験者の口腔内における歯間隣接面では、従来おこなわれてきたプラーク測定法のうち、歯頸部歯垢測定法^{2,8)}、あるいは指数を用いて調べる方法¹⁴⁾が一般的であり、より誤差の少ない規格写真による面積測定法^{6,15)}の評価は部位によっては規格化困難な場合もある。

そこで本実験では、臨床実験に先立ち模型上において反回転式電動歯ブラシと手用歯ブラシにおけるプラーク除去効果について歯間隣接面を含め、規格写真により評価をおこなった。

模型実験に用いた人工プラークは、機械的な毛束の接触においてのみ除去され、流水下においては除去されないよう、口腔内のプラークの性状に類似させ作製した。さらに人工プラークを歯面全体に塗布し、ブラッシングを行った後、近心、遠心、頬側、舌側の 4 方向より規格写真を撮影し、画像処理システムにより面積測定を行っており、これからも歯間隣接面を含め、毛束の接触によるプラーク除去範囲と効果を明かにしようと考えたものである。

ブラッシング法は、今回実験に用いた反回転式電動歯ブラシの運動と構造が、従来のブラッシング方法と異なること、さらに毛束部の形態も異なることにより、手用歯ブラシのように刷掃部を動かして用いることは行わなかった。一方、手用歯ブラシでは、清掃効果が最も高いと報告されているスクラッピング法^{1,2,13)}にてブラッシングをおこなった。

プラーク除去効果の比較を行うにあたりブラッシング圧は重要な要因の一つである。Fraleigh ら²⁶⁾や島²⁷⁾

は、歯ブラシの柄や植毛部に Strain gauge を貼付し、そこに加わる力を圧力とし報告している。さらに Burgett ら²⁸⁾、牧田ら²⁹⁾および渡辺³⁰⁾は、実際に歯面が受ける圧力を測定し、ブラッシング圧によるプラーク除去効果の変化について報告している。

本実験では、電動歯ブラシの毛束先端の形態が円錐型であること、毛束の長さが 10.0 mm と 9.0 mm が交互に配列されていることなどから、歯面が受ける圧力を同一の条件で測定することが困難と考えられた。そこで模型自体に加わるブラッシング圧を一定にするため、簡易的に測定装置を作製し、250 g の一定圧にてブラッシングをおこない測定した。

ブラッシング時間については、手用歯ブラシを用い、あらかじめ模型上にて一部位 15 ストロークのブラッシングを全顎にわたりおこなった。さらに、手用歯ブラシにおけるブラッシングの平均時間を測定し、電動歯ブラシにおいて一部位 15 秒とした。

1.2 臨床研究について

被験者として、日本歯科大学歯学部学生でブラッシングに対する知識の無い低学年の学生とした。その理由としては、比較的同一レベルの被験者で、実験に対して協力が得られやすいこと、さらに刷牙指導をともなう経過的なプラーク除去効果を比較観察するため、ブラッシングに対する知識の少ない学生を対象とし選択した。

ブラッシングの効果を測定するに際し、歯列の状態、咬合状態、補綴物の有無は、ブラッシングの付着を左右させる因子として考えられる。本実験においては、これらの因子の認められないものを選択しおこなった。さらに実験一日前から歯ブラシを中止させプラークを付着させたが、過去の報告²⁾と同様、個人によってプラーク付着量の差が認められた。これは唾液の性状、食習慣によるものと考えられるが、今回の実験において特に食事制限などはおこなわなかった。

被験者におけるブラッシングでは、模型実験とは異なり、一定のブラッシング圧とすることは困難である。さらにブラッシング時の圧感覚は、口腔粘膜と手に加わる圧力がフィードバック機構としてコントロールされていると述べられている²⁹⁾。

従って本実験においては特にブラッシング時の圧については指示をおこなわなかった。

Birman と Kantorowicz³¹⁾ は、個人によってブラッシング時間は異なるため、ブラッシングのストロークの方が大切であると述べている。

今回、手用歯ブラシでは、ブラッシングの時間は定めず、一部位 15 回のストロークでブラッシングするように被験者に指示した。一方、電動歯ブラシではブラッシング時間を 3 分間とするよう指示した。

2. 実験結果

2.1 模型実験について

今回の実験では、電動歯ブラシ、手用歯ブラシのプラーク除去率が上顎で 95.4% および 89.4%、下顎で 96.9% および 92.4% と、電動歯ブラシ、手用歯ブラシとも過去の報告¹⁰⁻¹²⁾と同様に、同等の除去率を示した。

さらに部位別の結果では、上下顎とも測定歯の全てにおいて頬舌側で 95% 以上のプラーク除去率を示した。これは模型上において電動、手用歯ブラシとも的確に模型歯面では毛先を到達させることが可能なためと考えられた。

近遠心側におけるプラーク除去率では、上下顎の前歯部において、電動歯ブラシの方が高い除去率を示すものの、ほとんど同様の結果を示した。

一方、小、大臼歯における近遠心面では、電動歯ブラシの方が高いプラーク除去率を示し、各部位において有意差が認められた。さらに小臼歯に比較し大臼歯の方がプラーク除去率は低い傾向にあった。このことは、後方歯にいくにしたがい隣接面の面積が増加し、それに伴いプラーク除去率が低下するものと考えられる。Youngblood ら³²⁾は、抜去予定歯を用いプラーク除去率について同様の実験をおこなっている。その結果、隣接面において手用歯ブラシで 25.7%、同じ電動歯ブラシで 42.4% のプラーク除去率を示した。さらに歯肉縁下清掃で手用歯ブラシでは平均 0.7 mm に対し、電動歯ブラシでは平均 1.4 mm の深さまでの清掃効果について報告している。また本実験では、隣接面において前歯、小臼歯で 94% 以上、さらに大臼歯でも 80% 以上の除去率を示した。

本実験結果と Youngblood らの結果との違いとして考えられることとしては、模型を用いたものと臨床における歯ブラシの毛先の歯面への到達性と差異が最大の原因と考えられた。しかし Youngblood らの報告からも、隣接面において有意に高いプラーク除去効果が確認され、同部への毛先の到達性が従来の歯ブラシに比較し優れていることが考えられる。

2.2 臨床研究について

刷牙指導を伴う経過的なプラーク除去効果は、全期間を通じ電動歯ブラシが手用歯ブラシに比較し、高い

値を示した。しかし両歯ブラシとも経過的なプラーク除去効果の改善は、認められなかった。さらに部位別による経過的なプラーク除去効果についてみると、頬舌側においては、近心、中央、遠心面とも舌側の方が頬側に比較し、低いプラーク除去効果を示した。このことは、手用歯ブラシ、電動歯ブラシとも舌側歯面では、毛先の歯面への到達が困難であると考えられ、手用歯ブラシ電動歯ブラシとも十分な指導が必要と考えられた。

また、頬舌側の中央では、全期間を通じ両歯ブラシともほとんど同様の変化を示した。しかし、近遠心面では、ほとんどの期間を通じ電動歯ブラシが手用歯ブラシに比べ高いプラーク除去効果を示した。このことは模型における実験と同様、隣接面への毛先の到達性が従来の歯ブラシに比較し優れているためと考えられる。

歯種別および歯面別によるプラーク除去率の Plaque index による評価においても、前歯、小臼歯、大臼歯とも頬舌側の中央面で、電動歯ブラシ、手用歯ブラシとも差は認められなかった。一方、隣接面においては前歯、小臼歯、大臼歯とも手用歯ブラシに比べ、電動歯ブラシの高いプラーク除去効果が認められた。

今回の実験において、手用歯ブラシによるブラッシングの中でも清掃効果の高い、スクラッピング法^{1,2,13)}に対する反回転式電動歯ブラシのプラーク除去効果、特に歯間隣接面における高いプラーク除去効果が示唆された。しかし手用歯ブラシに対し、プラーク除去効果が高いものの、隣接面とくに後方臼歯において100%の除去効果ということではなく、補助的清掃用具の併用についても否定できない。一方、反回転式電動歯ブラシは、手用歯ブラシと異なり毎分4200回という回転運動を行っている。さらに手用歯ブラシと比較し、象牙質面への摩耗の報告も²³⁾もあり、これによる歯面への影響についても考慮する必要があると考えられる。歯周疾患に罹患している患者の場合、そのほとんどは歯根面の露出が認められる。今後さらにその適応と適切な使用法の指導が必要と考えられる。

結 論

反回転式電動歯ブラシと手用歯ブラシのスクラッピング法において、プラーク除去効果について比較測定をおこなった。測定は、模型上での規格撮影装置による面積測定と、臨床研究における経過的なプラーク除

去率の推移について Plaque index を用い検討をおこなった。

その結果、以下の結論を得た。

1. 模型実験による清掃効果の結果

(1) 全体のプラーク除去率では、電動歯ブラシ、手用歯ブラシそれぞれ上顎では、95.4%、89.4%、下顎では、96.9%、92.4%であった。

(2) 全測定歯の頬、舌側面においてプラーク除去率は、95%以上を示した。

(3) 近遠心面を含めた隣接面のプラーク除去率は、電動歯ブラシにおいて80%以上に対し、手用歯ブラシでは、65%以上であり、電動歯ブラシが全隣接面において、手用歯ブラシに比較し高いプラーク除去率を示した。さらに、上下顎前歯部の近遠心面と上顎第一大臼歯の近心面を除く全隣接面において統計的有意差が認められた ($p < 0.01$, $p < 0.05$)。

2. 臨床研究による清掃効果の結果

1) 被験歯における経過的なプラーク除去率

(1) 被験歯における全体の経過的なプラーク除去率は、手用歯ブラシ、電動歯ブラシともにブラッシングによるプラークの減少傾向は認められなかった。

(2) 1週、3週、4週の、全期間を通じ手用歯ブラシに比べ電動歯ブラシの方が高いプラーク除去率を示し両者間に統計的に有意差が認められた ($p < 0.01$, $p < 0.05$)。

(3) 頬側、舌側とも中央面は、手用歯ブラシに比べ電動歯ブラシの方が高いプラーク除去率を示した。さらに経過的減少は認められず、両者間における統計的な有意差は、舌側の4週においてのみ認められた ($p < 0.05$)。

(4) 頬側近、遠心面でプラーク除去率は手用歯ブラシに比べ、電動歯ブラシの方が高い値を示し、両者間における統計的有意差は全ての測定期間において認められた ($p < 0.01$, $p < 0.05$)。

(5) 舌側近心面でプラーク除去率は手用歯ブラシに比べ、電動歯ブラシの方が高い値を示し、両者間において1週と3週に統計的有意差が認められた ($p < 0.01$)。

舌側遠心面においても手用歯ブラシに比べ、電動歯ブラシの方が高いプラーク除去率を示し、両者間において統計的有意差が全ての測定期間において、また中央部では4週において各々認められた ($p < 0.05$)。

2) 各歯種および歯面別プラーク除去率の結果

(1) 前歯部 ($\frac{-}{1} + \frac{1}{-}$) のプラーク除去率は手用歯ブ

ラシの近, 遠心面で平均 49.4%, 49.0%, 電動歯ブラシの近, 遠心面で平均 72.6%, 72.8% で両者間においては各々統計的に有意差が認められた ($p < 0.01$)。

中央部では手用歯ブラシで平均 60.4%, 電動歯ブラシ 73.2% で両者間には統計的有意差が認められなかった。

(2) 小白歯部 ($\frac{4}{4}$) のプラーク除去率は, 手用歯ブラシの近, 遠心面で平均 38.5%, 39.6%, 電動歯ブラシの近, 遠心面で平均 61.2%, 69.1% で両者間においては各々統計的に有意差が認められた ($p < 0.01$)。

中央部では手用歯ブラシで平均 61.0%, 電動歯ブラシで平均 67.2% で両者間において統計的有意差が認められなかった。

(3) 大白歯部 ($\frac{6}{6}$) のプラーク除去率は手用歯ブラシの近, 遠心面で平均 31.4%, 33.2%, 電動歯ブラシの近, 遠心面で 57.6%, 60.7% で両者間においては各々統計的に有意差が認められた ($p < 0.01$)。

中央部では手用歯ブラシで平均 52.9%, 電動歯ブラシ平均 50.1% で両者間において統計的有意差は認められなかった。

文 献

- 1) Rodda, J.C.: A comparison of four methods of toothbrushing, New Zeal. Dent. J., 64: 162-167, 1968.
- 2) 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.
- 3) 新井 高, 鈴木 賢, 旗生 隆, 横田 誠, 長谷川 紘司, 木下四郎: 天然毛歯ブラシと人工毛歯ブラシのよる歯垢除去効果について, 日歯周誌, 19: 170-176, 1977.
- 4) 東海林良彦, 谷下田昭夫, 福島将人, 鈴木丈一郎, 渡辺一郎, 渡辺孝章, 權 寧赫, 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プラーク除去効果とブラッシング圧に関する研究(第4報)一柄の弾力性と毛の直径の異なるナイロン毛歯ブラシについて一, 日歯周誌, 30: 566-575, 1988.
- 5) 土沢一美, 渡辺孝章, 渡辺一郎, 山本和子, 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歯垢除去効果とブラッシング圧に関する研究(第1報)一毛の先端形態と直径の異なるナイロン毛の歯ブラシについて一, 日歯周誌, 28: 1120-1130, 1986.
- 6) 木下四郎, 泉澤勝憲, 立花智子, 宮川みほ, 山田 晶, 野口俊英: 小型歯ブラシの歯垢除去効果について, 日歯周誌, 25: 562-574, 1983.
- 7) 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プラーク除去効果とブラッシング圧に関する研究(第5報)一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一, 日歯周誌, 31: 1197-1206, 1989.
- 8) 新井 高, 石川 烈, 木下四郎: 電動歯ブラシの毛束の長さ硬さと口腔清掃効果との関係について, 日歯周誌, 14(2): 33-40, 1972.
- 9) 木下四郎: 歯科臨床技術講座, 口腔清掃法, 1083-1098, 医歯薬出版, 東京, 1967.
- 10) Toto, P.D. and Farchione: A clinical evaluation of an electrically powered toothbrush in home periodontal therapy, J. Periodont., 32: 249-257, 1961.
- 11) Ash, M.M., Rainey, B.L. and Smith, W.A.: Evaluation of manual and motordriven toothbrushes, J.A.D.A., 69: 321-325, 1964.
- 12) Conroy, C.W.: Comparison of automatic and hand toothbrushes, J.A.D.A., 70: 921-929, 1965.
- 13) McClure, D.B.: A comparison of toothbrushing technics for the preschool child., J. Dent. Child., 33: 205-210, 1966.
- 14) Scopp, I.W., Cohen, G., Cancro, L.P. and Bolton, S.: Clinical evaluation of a newly designed contoured toothbrush, J. periodontol., 47: 87-90, 1976.
- 15) 佐藤 聡, 岡部俊秀, 司 英理, 兼坂ゆきの, 阿部裕子, 北谷修一, 佐藤寿祐, 扇 正一, 鴨井久一: 電動歯ブラシと手用歯ブラシとにおける口腔清掃効果の比較について, 歯学, 79: 1187-1198, 1992.
- 16) 山本 昇, 末田 武, 木下四郎: 歯間空隙の清掃について, 日歯周誌, 14: 41-47, 1972.
- 17) 小林則之, 佐藤寿祐, 杉田裕一, 小高 博, 吉永英司, 保母良基, 鴨井久一: 口腔内規格撮影法に関する研究一撮影装置の作製と臨床応用一, 日歯周誌, 27: 931-938, 1985.
- 18) Silness, J. and Løe, H.: Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition, Acta Odont Scand., 22: 121-135, 1964.
- 19) Kenney, E.B., Saxe, S.R., Lenox, J.A., Cooper, T. M., Caudill, J.S., Collins, A.R. and Kaplan, A.: The relationship of manual dexterity and knowledge to performance of oral hygiene, J. Periodontal Res., 11: 67-73, 1976.
- 20) 泉澤勝憲, 立花智子, 宮川みほ, 小林 誠, 福田光男, 野口俊英, 木下四郎: ブラッシング時の個人差が歯垢除去効果に及ぼす影響について, 日歯周誌, 25: 817-822, 1983.
- 21) Lefkowitz, W. and Robinson, H.B.G.: Effectiveness of automatic and hand burushes in removing dental plaque and debris, J. Amer. Dent. Ass., 65: 351-361, 1962.
- 22) Gertenrich, R.L. and Lewis, M.J.: A study of

- automatic and hand toothbrushing as used on retarded or handicapped patients, *J. Dent. Child.*, 34 : 145-164, 1967.
- 23) Doykos, J.D., Sweeney, E.A. and Glass, R.L. : Oral hygiene maintenance in handicapped children, *J. Dent. Child.*, 34 : 511-514, 1967.
 - 24) 鈴木祐平, 佐々木俊明, 米田栄吉, 鈴木理恵子, 堀内 博 : 重症心身障害者に対する口腔清掃とその結果, *日歯周誌*, 28 : 1093-1101, 1986.
 - 25) Rainey, B.C. and Ash, M.M. Jr. : A clinical study of a short stroke reciprocating action electric tooth brush, *J. Periodont.*, 36 : 455-460, 1964.
 - 26) Fraleigh, C.M., Elhaney, J.H. and Heiser, R.A. : Toothbrushing force study, *J. Dent. Res.*, 46 : 209-214, 1967.
 - 27) 島 保幸 : 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, *口腔衛生会誌*, 17 : 119-138, 1967.
 - 28) Burgett, F.G. and Ash, M.M. Jr : Comparative study of the pressure of brushing with three types of toothbrushes, *J. Periodontol.*, 45 : 410-413, 1974.
 - 29) 牧田 享, 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一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一, *日歯周誌*, 22 : 441-456, 1980.
 - 30) 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—ブラッシング圧とプラーク除去効果との関係について—, *日歯周誌*, 27 : 779-794, 1985.
 - 31) Birman, O. and Kantorowicz, B. : An investigation of the use of toothbrushes in the Netherlands, *Dent. Abs.*, 1 : 366-367, 1956.
 - 32) Youngblood, J.J., Killoy, W.J., Love, J.W. and Drisko, C. : Effectiveness of a new home plaque-removal instrument in removing subgingival and interproximal plaque—A preliminary in vivo Report—, *Compend Contin Educ Dent (Suppl 6)* : S128-S141, 1985.
 - 33) Stookey, G.K., Schemehorn, B.R. and Choi, K.L. : In vitro studies of the hard-tissue abrasivity of a new home plaque-removal instrument, *Compend Contin Educ Dent (Suppl 6)* : S152-S155, 1985.

連絡先 :

日本歯科大学歯学部歯周病教室

〒102 東京都千代田区富士見2-3-16