

## 電動歯ブラシによるプラーク除去効果について

佐藤 悦子      高見沢      恵      奥田 一 博  
原      耕 二      新井 文 子\*      藤野      仁\*

新潟大学歯学部歯科保存学第2教室

(主任:原 耕二 教授)

\*ツインバード工業株式会社

Effectiveness of Electric Toothbrushes on Plaque Removal

Etsuko SATOH, Megumi TAKAMIZAWA, Kazuhiro OKUDA  
Kohji HARA, Humiko ARAI\*, Hitoshi FUJINO\*

*Department of Periodontology, Niigata University School of Dentistry*

*(Chief: Prof. Kohji HARA)*

*\*TWINBIRD Corporation*

**Key Words** : 電動歯ブラシ、プラーク染色、プラーク除去率

### Abstract

The purpose of this study was to compare the plaque removal efficiency of two types of toothbrushes, one with a rotary combined with horizontal movement (brush 1) and the other with a rotary movement (brush 2) on 13 volunteers. They stopped all oral hygiene procedures for 48 hours, after which the subjects were instructed to brush their teeth for two minutes with each of the respective electric toothbrushes using the split-mouth technique twice a day and continued to brush for 1 week. Plaque index, Gingival index and probing depth were assessed on Day 0 and at 1 week for the bilateral premolars and first molars of the upper and lower jaws. Plaque was stained after assessment of clinical parameters and the plaque removal rate was calculated as the difference in stained plaque surface before and after brushing as measured from photographic slides. The results were classified per tooth type and subjected to statistical analysis. As a result, Plaque removal rate showed high scores for both toothbrushes, 71.4% on the buccal side and 54.3% on the lingual side by brush 1 versus 71.0% on the buccal side and 61.2% on the lingual side by brush 2. Sites with low plaque removal rates were both of lingual side of lower premolars and molars by brush 1, and of the buccal side of upper and lower molars by brush 2. The decrease in clinical parameter scores between 0 day and 1 week was statistically significant. Our results confirmed the efficacy of electric toothbrushes in plaque-removing.

## 要 旨

電動歯ブラシによるプラーク除去効果について、毛先の運動型の異なる2種類の電動歯ブラシを用いて臨床的に観察した。歯学部学生13名にボランティアをお願いした。実験開始2日前よりブラッシングを中止し、実験開始日より1週間、電動歯ブラシによるブラッシングを1日2回行った。同一被験者の歯列を左右側に分けて、片側を水平偏心運動型、反対側を偏心運動型電動歯ブラシを用いて、それぞれ1分ずつ、計2分間のブラッシングを行った。実験開始日及び1週間後に、 $\frac{6}{4}$ 、 $\frac{4}{6}$ について、臨床的診査 (Plaque Index, Gingival Index, Probing Depth) を行い、プラーク染色後、電動歯ブラシによるブラッシングを行った。ブラッシング前後に口腔内写真撮影を行い、同一倍率の写真上で被験歯の面積及びプラーク染色面積を計測し、ブラッシング前後の、被験歯の面積に対するプラーク染色面積の比の差をもってプラーク除去率とした。

プラーク除去率については、両群間に有意な差は認められなかったものの、水平偏心運動型電動歯ブラシでは、頬側71.4%、舌側54.3%、偏心運動型電動歯ブラシでは、頬側71.0%、舌側61.2%と、両者共に良好な結果が得られた。プラーク除去率の低い部位は、水平偏心運動型では、 $\frac{4}{6}$ の舌側に、偏心運動型では、 $\frac{6}{6}$ の頬側に認められた。臨床的变化については、両群共に1w後に有意に減少が認められ、またプラーク除去率の高い部位では低い部位に比べ、改善の傾向が認められた。今回の研究により、電動歯ブラシによるブラッシングで良好なプラーク除去効果が得られる事が示唆された。

## 結 言

歯周治療において、プラークコントロールの役割は非常に大きい。プラークコントロールを行うために、様々なブラッシング法や歯ブラシが考案されている。歯ブラシについては、手用歯ブラシが主に用いられているが、1960年代より電動歯ブラシが使用され、近年多くの種類の電動歯ブラシ

が普及してきている。電動歯ブラシには、毛先の様々な運動型があり、そのいくつかのものは、手用歯ブラシよりも良好なプラーク除去効果、歯肉の消炎効果を有するとの報告もある<sup>1)2)3)</sup>。今回、著者らは、水平偏心運動型並びに偏心運動型の2種類の振動の異なる電動歯ブラシを用いて、歯面のプラーク除去効果及び歯肉の臨床的变化を観察し、比較検討したので報告する。

## 材 料 と 方 法

### 1. 被験者

$\frac{6}{4}$ 、 $\frac{4}{6}$ にう蝕や歯冠修復物、歯列不正のない新潟大学歯学部の男子学生13名 (平均年齢23.0±1.0歳) を被験者とした。

### 2. 材料

図1に示す2種類の電動歯ブラシを使用した。

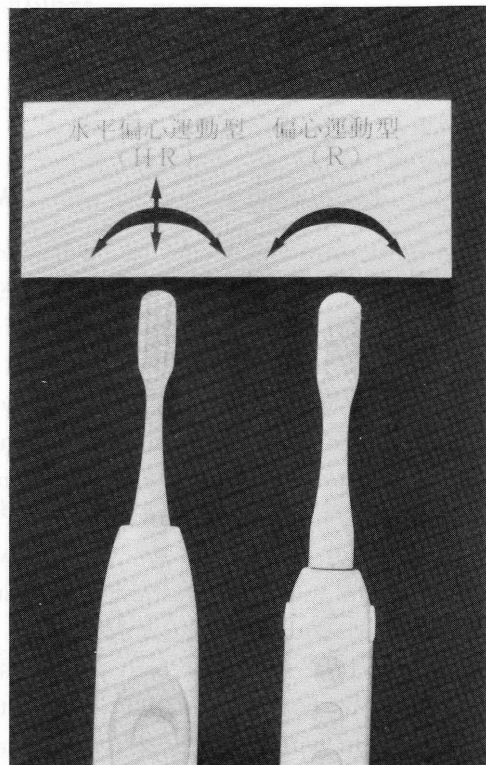


図1 使用した電動歯ブラシ  
左：水平偏心運動型電動歯ブラシ(T社製)  
右：偏心運動型電動歯ブラシ(N社製)

T社製電動歯ブラシは把持部の直径25mm、重さ117g、柄の長さ44mm、ヘッドの大きさは直径23mm×短径9.5mm、毛先の長さ15mm、毎分2500回転の水平運動及び偏心運動の混合した動き（水平偏心運動型と略す）を行うものである。また、N社製電動歯ブラシは、把持部の直径23mm、重さ103g、柄の長さ48mm、ヘッドの大きさは直径27mm×短径11mm、毛先の長さ15mm、毎分3000回転の偏心運動（偏心運動型と略す）を行うものである。

### 3. 実験方法

実験スケジュールを表1に示す。被験者は実験開始1週間前に、電動歯ブラシを用いたブラッシング指導及び被験歯のスケーリング、歯冠研磨を行い、プラークスコアを0とした。実験開始2日前に、口腔清掃を停止させた。実験開始日（0dayと略す）には、口腔内診査、プラーク染色、口腔内写真撮影後、被験者に2種類の電動歯ブラシを用いて、指定した方法でブラッシングを行わせた。ブラッシング後、再度、口腔内写真撮影を行った。0dayより、電動歯ブラシを用いて1日

2回のブラッシングを1週間続けさせた。実験開始後1週間目（1wと略す）に、口腔内診査、プラーク染色、ブラッシング、口腔内写真撮影を行った。

ブラッシング方法については、同一被験者の歯列を正中部を境にして左右に分け、被験者の利き腕を考慮しながら、片側を水平偏心運動型電動歯ブラシ、反対側を偏心運動型電動歯ブラシを使用させた。被験者は指定された電動歯ブラシを用いて、歯列の左右片側につき上顎頬側、舌側、下顎頬側、舌側15秒ずつ、計1分間のブラッシングを行い、反対側も同様な要領で1分間のブラッシングを行った。ブラシの毛先のあて方は、頬側は歯軸に対して90度、舌側45度で行った。

口腔内診査は、0day及び1wに  $\frac{6}{4} \frac{4}{6}$  について、1歯6部位のPlaque Index (pII, Silness & Loe, 1964), Gingival Index (GI, Loe & Silness, 1963), Probing Depth (PD), 歯肉の擦過傷の有無について診査を行った。その後、複合酸化還元指示薬であるMT1000によりプラークの染色を行い、 $\frac{6}{4} \frac{4}{6}$  の頬舌側面について、メディカルニコール（日本光学社製）200mm、F5.6を

表1 実験方法

-1w	電動歯ブラシを用いたブラッシング指導（スクラッピング法） 口腔内診査 スケーリング	
-2day	ブラッシング中止	
0day	口腔内診査 MT1000によるプラーク染色 ブラッシング 口腔内写真（ブラッシング前、後） ブラッシング続行	電動歯ブラシを用いて指定された方法で0dayより2回/1日のブラッシングを行う
1w	口腔内診査 MT1000による歯垢染色 ブラッシング 口腔内写真（ブラッシング前、後）	

-1w: 実験開始1週間前  
0day: 実験開始日  
1w: 実験開始1週間後

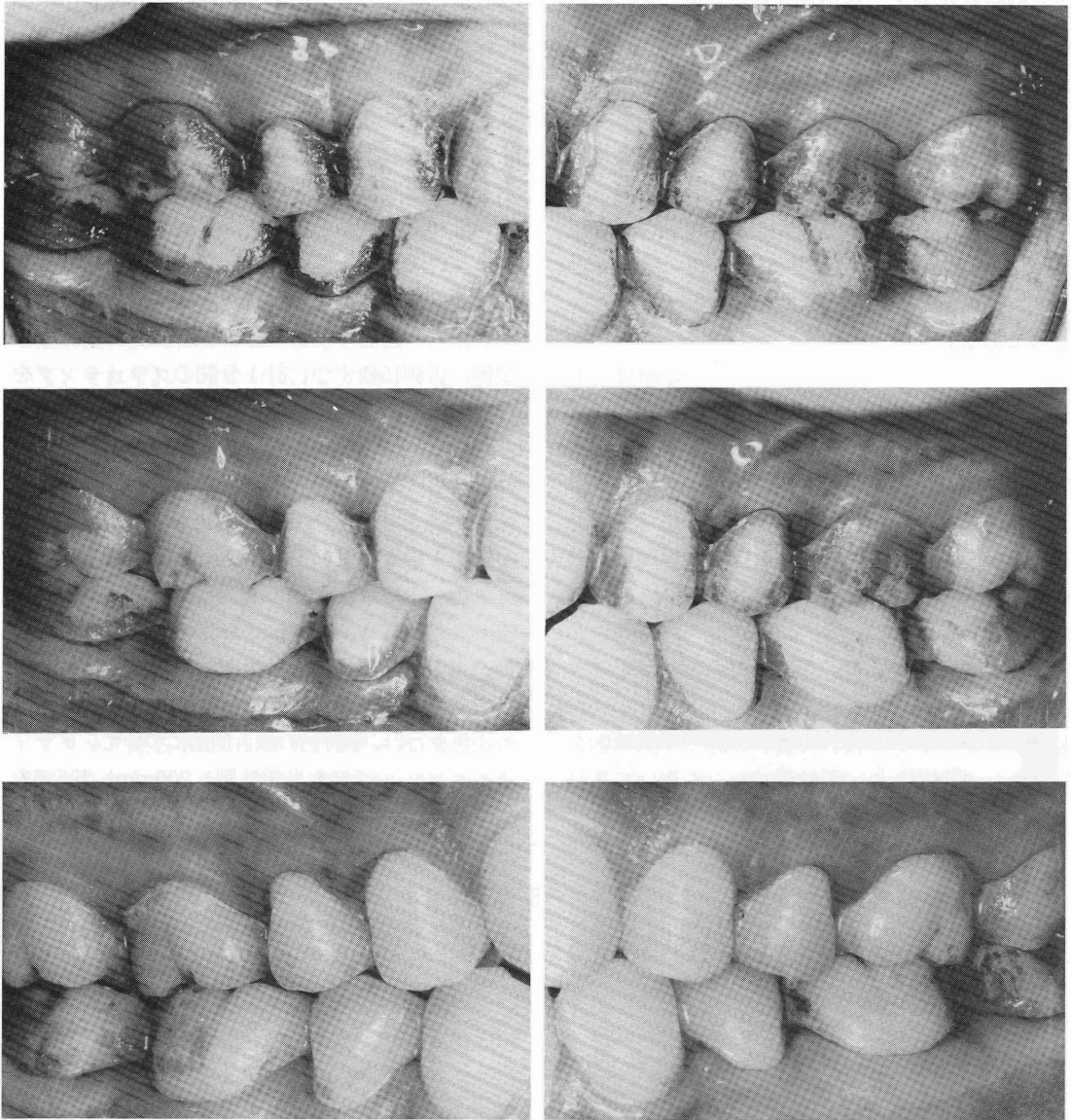


図2 ブラッシング前後の口腔内所見

写真左：水平偏心運動型 右：偏心運動型

上：0day ブラッシング前 中：0day ブラッシング後 下：1w ブラッシング後

用いて、1.2倍率でカラー写真撮影を行った。ブラッシングを行った後、再度同様な要領でカラー写真撮影を行った（図2、3）。写真撮影、口腔内診査はすべての被験者について、同一の術者が行った。

口腔内写真スライドは、写真引伸機（藤本写真

工業）で5倍に拡大投影して、被験歯及び赤色または青色に染まったプラーク部分をセクションペーパー上にトレース後、直進帰零式オーパックLプランイメーター（牛方商会）を用いて面積を測定し、被験歯の面積に対するプラーク染色面積の比を算出した。この算出は、ブラッシング前後について

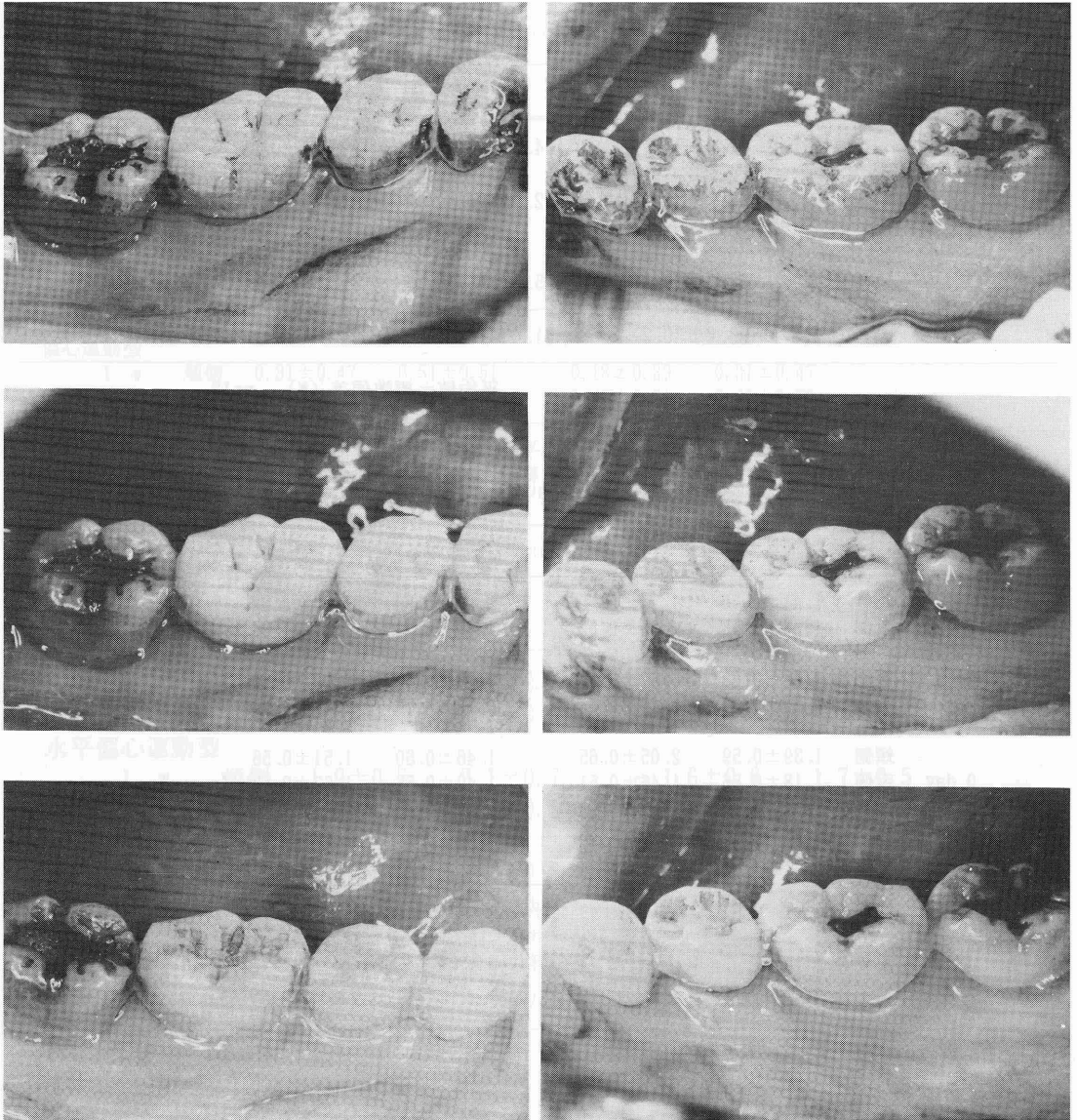


図3 ブラッシング前後の口腔内所見  
 写真左：水平偏心運動型 右：偏心運動型  
 上：0 day ブラッシング前 中：0 day ブラッシング後 下：1 w ブラッシング後

行い、下記の計算式にてプラーク除去率とした。  
 なお、トレース及び、プラーク除去率の算定は、  
 0 dayのみ行った。

$$\frac{A1/A2 - B1/B2}{A1/A2} \times 100 = \text{プラーク除去率(\%)}$$

A1：ブラッシング前 プラーク染色面積

A2：ブラッシング前 歯面総面積

B1：ブラッシング後 プラーク染色面積

B2：ブラッシング後 歯面総面積

#### 4. 統計処理

データの統計処理は、歯種別、部位別に行い、

表2 プラーク除去率

歯ブラシ		4	6	4	6
水平偏心運動型	頬側	72.0±35.1	64.5±25.8	74.3±20.5	74.6±13.5
	舌側	56.8±30.5	72.1±17.4	47.4±17.4	42.0±25.4
偏心運動型	頬側	69.7±29.6	55.6±31.3	89.2±12.4	66.7±22.8
	舌側	65.7±30.2	61.4±27.7	64.8±32.5	58.1±21.0

平均値±標準偏差 (%) n=13

\*\* : p<1%で有意差あり \* : p<5%で有意差あり

表3 Plaque Index

歯ブラシ		4	6	4	6
水平偏心運動型	0 day 頬側	1.41±0.75	1.74±0.79	1.39±0.59	1.44±0.64
	0 day 舌側	1.33±0.58	1.31±0.52	1.49±0.51	1.85±0.59
	1 w 頬側	0.46±0.68	0.67±0.81	0.46±0.56	0.90±0.68
	1 w 舌側	0.26±0.44	0.49±0.64	0.72±0.72	1.26±0.75
偏心運動型	0 day 頬側	1.39±0.59	2.05±0.65	1.46±0.60	1.51±0.56
	0 day 舌側	1.18±0.56	1.46±0.51	1.49±0.56	1.67±0.53
	1 w 頬側	0.41±0.68	0.90±0.85	0.44±0.60	0.64±0.63
	1 w 舌側	0.49±0.64	0.62±0.75	0.54±0.68	0.67±0.74

平均値±標準偏差 n=13

\*\* : p<1%で有意差あり \* : p<5%で有意差あり

両群共に全ての部位において、0dayから1wとの間に有意差あり

ANOVA, Wilcoxon の順位和検定を用いて行った。

## 結 果

### 1. プラーク除去率 (表2)

表2は2種類の歯ブラシ使用による、歯面のプラーク除去率を示す。

2種類の電動歯ブラシ間の比較では、同歯種、同部位で、両群間に有意な差は認められなかった。

水平偏心運動型電動歯ブラシでは、頬舌側の比較において4の頬側で74.3±20.5%、舌側で47.4±17.4%、6の頬側で74.6±13.5%、舌側で42.0±25.4%と、共に舌側でプラーク除去率が

有意に低かった。4、6においては、頬舌側間でプラーク除去率に差が見られなかった。一方、偏心運動型電動歯ブラシでは、歯種間の比較で4と6の頬側で、69.7±29.6% vs 55.6±31.3%、4と6の頬側で89.2±12.4% vs 66.7±22.8%と、頬側において共に6、6のプラーク除去率が有意に低かった。

### 2. 臨床指数

#### (1) Plaque Index (表3)

表3に示すように、PIIは水平偏心運動型、偏心運動型で両群共に、すべての部位で0dayから1wとの間に有意な減少が認められた。プラーク

表4 Gingival Index

歯ブラシ		4	6	4	6
0 day	頬側	0.77±0.43	0.72±0.46	0.69±0.47	0.80±0.41
	舌側	0.80±0.41	0.85±0.37	0.82±0.39	0.82±0.39
水平偏心運動型					
1 w	頬側	0.33±0.48	0.54±0.51	0.28±0.46	0.31±0.47
	舌側	0.31±0.47	0.54±0.51	0.46±0.51	0.39±0.49
0 day	頬側	0.80±0.41	0.85±0.37	0.67±0.48	0.67±0.48
	舌側	0.77±0.43	0.90±0.31	0.87±0.34	0.74±0.44
偏心運動型					
1 w	頬側	0.31±0.47	0.51±0.51	0.18±0.39	0.31±0.47
	舌側	0.23±0.43	0.46±0.51	0.49±0.51	0.41±0.50

平均値±標準偏差 n=13  
 両群共に全ての部位において、0dayから1wの間に有意差あり

表5 Probing Depth

歯ブラシ		4	6	4	6
0 day	頬側	1.8±0.5	2.1±0.6	1.9±0.7	1.7±0.7
	舌側	1.8±0.7	2.2±0.5	1.8±0.6	2.3±0.7
水平偏心運動型					
1 w	頬側	1.9±0.5	2.1±0.7	* 1.6±0.6	1.7±0.5
	舌側	2.0±0.6	2.3±0.6	* 1.9±0.6	2.2±0.5 **
0 day	頬側	1.9±0.7	2.3±0.8	1.8±0.6	2.0±0.5
	舌側	1.9±0.7	2.2±0.8	1.7±0.6	2.2±0.7
偏心運動型					
1 w	頬側	1.9±0.5 **	2.1±0.5	1.8±0.5	1.9±0.5
	舌側	1.9±0.6	2.2±0.5	1.9±0.7	2.3±0.5

平均値±標準偏差 (mm) n=13  
 \*\*:p<1%で有意差あり \* :p<5%で有意差あり

除去率で有意差が見られた部位を比較したところ、水平偏心運動型は、1wの頬舌側の比較において、6の舌側で有意にPIIが高く、また偏心運動型では、4、6の歯種間の比較において、6の頬側で有意にPIIが高かった。しかし、電動歯ブラシ使用1週間後では、0dayに比べ、水平偏心運動型で4の頬舌側、偏心運動型で4、6の頬側に有意差は認められなくなった。

#### (2) Gingival Index (表4)

表4に示すように、0dayから1wにおける変

化では、両群共にすべての部位でGIの減少が認められた。1wにおいて、プラーク除去率で有意差が見られた部位を比較したところ、水平偏心運動型で4、6の頬側に比べ舌側に、偏心運動型で4、4に比べ6、6の頬側に、有意差は認められなかったものの、GIの高い傾向が認められた。

#### (3) Probing Depth (表5)

表5に示すように、1wにおいては、プラーク除去率で有意差が見られた部位を比較したところ、

水平偏心運動型で  $\overline{4}$ 、 $\overline{6}$  の頬側に比べ舌側で、偏心運動型では頬側において  $\underline{6}$  が  $\underline{4}$  に比べ、PDが有意に高かった。

#### (4) 歯肉の擦過傷の有無

0 day、1 wにおいて両群共に歯肉の擦過傷は認められなかった。

## 考 察

### (1) 実験方法及びプラーク除去率の算定方法について

今回の実験では、一口腔を正中部より左右側に分けて、2種類の電動歯ブラシを使用させたため、被験歯として  $\frac{64146}{41146}$  を選択し、歯ブラシの効果が重複する事が予想される前歯部を、被験歯から除外した。また、ブラッシング時間については、毛先の動きの違いによるプラーク除去効果を明確にするために、片側1分間ずつ、2種類の電動歯ブラシを用いて計2分間という短時間のブラッシングを行わせた。

プラークの付着量の測定方法として指数を用いる方法もあるが、主観に左右される可能性がある。客観的な測定法には、近遠心隅角部及び辺縁中央部に存在するプラークの高さを測定する方法<sup>4)5)</sup>、プラーク染色部の面積をプランニメーターにて測定する方法<sup>6)7)</sup>、プラーク付着面積のます目を計算する方法<sup>8)</sup>などがあげられる。本研究に用いた算定方法は、原沢らの方法<sup>7)</sup>に準じて、可能な限り規格化した口腔内写真を拡大投影しトレースを行い、プランニメーターにてトレース上のプラーク付着部の面積を測定する方法を採用した。この方法により、プラーク付着量を客観的に測定する事ができたものと考えられる。

### (2) プラーク除去率について

表2に示すように、わずか片側1分間のブラッシングにもかかわらず、2種類の電動歯ブラシは共に、非常に良好なプラーク除去効果をもたらした。本研究においては、手用歯ブラシを用いたブラッシングによるプラーク除去効果についての観察を行わなかったものの、電動歯ブラシのプラーク除去効果は、手用歯ブラシに匹敵する効果は得られたものと考えられる。

毛先の運動型に関しては、水平運動、偏心運動、振動、回転運動などのタイプがある。今回は、水平運動と偏心運動を同時に行う新しいタイプの電動歯ブラシと、従来の偏心運動型電動歯ブラシの比較を行ったところ、歯ブラシ間に有意な差は認められなかった。しかし、プラーク除去効果に関して、2種類の電動歯ブラシ間で特徴的な所見が認められ、水平偏心運動型電動歯ブラシでは、 $\overline{4}$ 、 $\overline{6}$  の舌側のプラーク除去率が頬側に比べ有意に低く、偏心運動型電動歯ブラシでは、 $\underline{4}$ 、 $\underline{4}$  に比べ、 $\underline{6}$ 、 $\underline{6}$  の頬側で有意にプラーク除去率の低いことが観察された。すなわち、水平偏心運動型電動歯ブラシは下顎臼歯の舌側が、偏心運動型電動歯ブラシは後方臼歯の頬側が磨きにくいことが示唆された。その要因については、毛先の運動型だけでなく、毛先の長さ、ヘッドの大きさ、柄の長さ、把持部の太さなど様々な因子が考えられる。今回の研究では、その要因を検討する事ができなかったが、プラーク除去率の低い部位から考えられる事は、水平偏心運動型電動歯ブラシでは毛先の振動性、柄の長さ、把持部の太さが、偏心運動型電動歯ブラシでは、毛先の振動性、柄の太さ、ヘッドの大きさが関連しているように思われる。野口らは、形、大きさ、毛の硬さなどが異なる5種類の手用歯ブラシをスクラッピング法で用いて、そのプラーク除去効果を調べているが、統計学的に有意な差は見られず、歯ブラシの形態とプラーク除去効果を検討する場合、多くの因子が関与していると述べている<sup>9)</sup>。今後、様々な因子について検討を行って行きたい。

また、今回、プラーク除去率は頬舌側で比較を行っているため、歯間部、平滑面部については検討を行っていない。西川らは<sup>10)</sup>、毛束回転式と毛束振動式電動歯ブラシを用いて、プラーク除去効果の比較を行っており、歯間部のプラーク除去においては、毛束回転式電動歯ブラシの方が優れていると報告している。今後、歯間部のプラーク除去についても検討する必要があるだろう。

### (3) 臨床的变化について

Plaque Index の1 wの結果は、0 dayのプラーク除去率のデータとほぼ同様の結果を示した。1



wにおける水平偏心運動型電動歯ブラシ使用群では、6では頬側に比べ、舌側のPIIが有意に大きい傾向を示し、偏心運動型電動歯ブラシ使用群では、6の頬側で4に比較して、PIIが有意に大きい傾向を示した。しかし、0 dayのプラーク除去率の結果と比較して、全体的に部位別による差は少なくなっており、これは、電動歯ブラシを1週間使用することにより慣れが生じたものと考えられる。

Gingival Indexについては、0 dayから1 wにおける変化は両群共に減少が見られ、電動歯ブラシによる2分間、1日2回のブラッシングにより歯肉の炎症を消退させることができた。プラーク除去率の低い部位では、両群共に優位な差は認められなかったものの、GIは高い傾向にあった。Probing Depthについても、1 wにおいて、水平偏心運動型電動歯ブラシ使用群では4、6の舌側で、偏心運動型電動歯ブラシ使用群では、6の頬側でPDが有意に高かった。プラークと歯肉炎は密接に関連しており<sup>11)</sup>、今回の研究でも、プラークの除去が良好な部位では、プラークの残存している部位に比べ、歯肉の炎症の改善がみられた。今回の研究では、被験者に健常者を用い、また実験期間は1週間にとどまったが、今後、被験者の選択、実験期間に考慮が必要であろう。

歯肉の擦過傷については、今回、2種類の電動歯ブラシ共に認められなかった。Niemiらも、片側2分間のブラッシングの場合、手用歯ブラシの方が電動歯ブラシより歯肉に擦過傷を多く認めたと報告している<sup>12)</sup>。しかし、電動歯ブラシは、1分間に2000～3000回転あるいは振動を有するものであり、毛先のあて方、ブラッシング圧など、十分なブラッシング指導が必要であろう。

#### (4) 電動歯ブラシの有効性について

今回、2種類の毛先の運動性の異なる電動歯ブラシを使用し、そのプラーク除去効果及び臨床的变化について検討を行ったが、ブラッシング時間が片側1分間という短時間にもかかわらず、両者共に良好なプラーク除去効果及び歯肉の消炎効果を示した。また、電動歯ブラシの違いによる差は認められなかったものの、プラーク除去に関する

それぞれの電動歯ブラシの特徴が、今回の実験にて認められた。今後、どの歯種、どの部位についても良好なプラーク除去効果が得られるような電動歯ブラシの改良に努めたい。

## 文 献

- 1) Baab, D. A., Johnson, R. H.: The effect of a new electric toothbrush on supragingival plaque and gingivitis. *J Periodontol* **60.**, : 336-341, 1989.
- 2) Boyd, R. L., Murray, P. and Robertson, P. B.: Effect on periodontal status of rotary electric toothbrushes vs. manual toothbrushes during periodontal maintenance. 1. Clinical results. *J Periodontol* **60.**, : 390-395, 1989.
- 3) Killoy, W. J., Love, J. W., Love, J., Fedi, P. F. and Tira, D. E.: The effectiveness of a counter-rotary action powered toothbrush and conventional toothbrush on plaque removal and gingival bleeding. A short term study. *J Periodontol* **60.**, : 473-477, 1989.
- 4) 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.
- 5) 鈴木康司, 末田 武, 砦 礼子, 豊田満佐子, 木下四郎: 歯ブラシの型、硬さと口腔清掃効果との関係について. *口腔衛生会誌* **20.**, : 9-16, 1970.
- 6) Lang, N. P., Østergaard, E. and Loe, H.: A fluorescent plaque disclosing agent. *J Periodont Res* **7.**, : 59-67, 1972.
- 7) 原沢正昭, 神谷洋行, 浦田淑子, 丸山栄子, 神田敬子, 原 耕二: プラーク付着の歯肉組織への影響に関する臨床的研究. *日歯周誌* **23.**, : 327-338, 1981.
- 8) 野口俊英: デキストラナーゼの歯垢沈着に及ぼす影響について—アカゲザルにおける観察—. *口病誌* **39.**, : 787-799, 1972.

- 9) 木下四郎, 泉沢勝憲, 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.
- 10) 西川真理子, 森田 学, 黒木理恵, 石川 昭, 渡辺達夫, 稲田芳樹, 護邦忠弘, 今井久夫, 山岡 昭, 林 宗明, 宮下 元, 長谷川紘司: 毛束回転式電動歯ブラシと毛束振動式電動歯ブラシのプラーク除去効果について. 歯界展望 **80.**, : 245—251, 1992.
- 11) Loe, H., Theilade, E. and Jensen, S. B.: Experimental gingivitis in man. J Periodontol **39.**, : 177—187, 1965.
- 12) 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.