

静岡県立大学短期大学部  
研究紀要 13-3 [2004年度] — 8

## 効果的な刷掃について—隣接面—

田島 睦子 中村 和美\*

### A Study on the Effective Tooth brushing—Proximal surface—

TAJIMA, Mutsuko and NAKAMURA, kazumi\*

静岡県立大学短期大学部歯科衛生学科  
\* 済生会病院

#### 1. はじめに

歯科疾患の予防の基本は、ブラッシングによる歯口清掃である。そこで著者らは、歯ブラシを使用して歯垢除去効果を上げることを中心に研究を行ってきた。中央調査社の04年の世帯インデックスリポート調査によると電動歯ブラシ保有率は、2人以上の世帯で約32%、単身世帯では約17%であり、メーカー各社によると利用者は「歯の健康が気になり始める」中年以降が多いということである。また、学生や家族の中に普段から歯ブラシの代わりに電動歯ブラシを使用している者がいること、学生の実習先での質問や、卒業生からの質問を受けることが多々あり、手用歯ブラシに次いで電動歯ブラシについての情報の収集も行ってきた。

現在、市場の電動歯ブラシには統一規格がなく、どれがよいか判断する歯科医学的な評価基準がない。電動歯ブラシ植毛部の動きも激しい動きの物やほとんど動かない物もあり使い方を誤ると歯垢除去効果でなく歯・歯肉を傷つけることもあるなど、各電動歯ブラシについての評価が定まっていないのが現状である。

電動歯ブラシは、1930年代に開発され、その後いろいろな刷掃法の研究と一緒に1960年代には、ローリング法やバス法に対応する往復運動を中心の機種が開発された。1980年代には、毛束が回転するものや円形のヘッド部が回転するものが加わり、2000年以降は音波や超音波などを利用した電動歯ブラシも開発されている。

今回は、電動歯ブラシの清掃効果として、歯周病をターゲットにした特に隣接面の歯垢除去効果を実験することとした。市販されている多くの電動歯ブラシ類の中から、電動歯ブラシで回転運動の2種類（以後電動1-1、電動1-2と略す）、電動歯ブラシで左右運動の2種類（電動2-1、電動2-2と略す）、超音波歯ブラシ2種類（超音波1-1、超音波1-2と略す）、音波歯ブラシ2種類（音波1-1、音波1-2と略す）音波歯ブラシで歯ブラシの形の違う2種類（音波2-1、音波2-2と略す）、また、隣接面の歯垢除去に効果的であると思われる手用歯ブラシ2種類（手用1-1、手用1-2と略す）の6群12種類で実験を行い、知見を得たので報告する。

#### 2. 実験計画・実験方法

## 1) 実験計画

効果的な隣接面の清掃効果の検討で、今回は株式会社ニッシン社製の正常な歯並びの模型D15Dで下顎左側第二小臼歯と第一大臼歯の隣接面を刷掃対象部位として、それぞれの電動歯ブラシでゆっくり動かす方法で10秒間清掃を行う。実験者は歯科衛生士2名で、各2回合計4回の繰り返し実験を行う。各実験の前後に人工歯垢の除去状態をデジタルカメラで撮影し、拡大コピーしたものを測定する。除去効果の評価は、各自の実験結果と、相手の実験結果を相互に評価を行うこととした。

## 2) 実験方法

実験に使用した電動歯ブラシ・手用歯ブラシは、表1に示すような仕様である

表1. 各電動歯ブラシ・手用歯ブラシの仕様

	電動歯ブラシ	動き	大きさ	総重量	備考
電動 1-1	ブラウン オラルー B フランクコントロール  Ultra D9011	回転角度：中 心角 60度 振 動 数 約 3,600回/分	本体（ブラ シヘッド含 む）直径 31 ×高さ 212 mm	本 体 120 g	ブラシの毛が白と緑色の 2 色あり、適切なブラッシング力で 4 か月位使用すると緑色の毛束が半分位まで白くなりチップの取替え時期を表示する
電動 1-2	オムロン HT-B310	回 転 数：強 Ⅱ：約 4,500 回転/分 弱Ⅰ：約 4,000 回転/分	本体（ブラ シヘッド含 む）直径 32 ×高さ 228 mm	本体 166 g	ブラシの毛の直径は、0.1mm 6本の毛束が各々個別に回転 各々の毛束が1.5回転し、次に反対方向に1.5回転する。この動きを1分間に最高1,500回繰り返す
電動 2-1	DENT.EX 電動歯ブラシ	振動数 約 3,000 回/ 分	本体太さ 24 ×長さ 166 mm	本 体 100g	毛先を爪にあて、爪が白味を帯びる程度でソフトに当てる 10~15秒したらみがく場所を動かす
電動 2-2	ガム電動歯ブラシ マルチ	振動数 約 6,000 回/ 分	本体（ブラ シ装着時） 幅 34×奥行 き 27×高さ 208mm	本 体 65 g (乾電 池 除 く)	毛先丸加工：歯と歯茎の境目など、とりにくい思考に効果を発揮する 先端ななめカット：外側の低い毛が歯茎にソフトに当たり、内側の高い毛が奥歯の噛み合わせや歯間部などの歯垢を効果的に除去する マルチアクションヘッド：毛先の動きがスムーズ
超音波 1-1	ウルティマ超音波	周波数・振動 数 1.6MHz (160万ヘルツ)	本体 34×25 ×270mm	本体約 110 g	本体の動きに加え手でも 5mm の振動で軽く本体を動かすと効果的 毛先を爪にあて、爪が白味を帯びる程度に優しい
超音波 1-2	DENT.EX systema ultrasoni	周波数・振動 数 1.6MHz (160 万ヘルツ) 17,000 ストローク/分	本体 29×27 ×245mm	本体 98 g	毛先を歯面に軽く触れる程度して1箇所5~10秒間当てておくか、小さな往復運動のみがく 超音波の発生で毛先の触れていない部分でのブラークコントロールも可能である

音波 1-1	ソニックアー Elite 7000 シリーズ	振動数 約 31,000 スト ローク/分			スマートタイマー機能：ブラッシング時間 2 分を 経過すると自動的に停止する カドペーサー機能：30 秒ごとに短いピープ音と伴 に、ブラシの振動が一瞬止まり、口の中を均等に みがけるようにしてある スピード切り替え機能：2 通りのスピードを選べる
音波 1-2	ソニックアー Elite 4000 シリーズ	振動数 約 31,000 スト ローク/分	本体（ブラ シ セ ッ ト 時）直径 11 mm × 240mm	本体 202 g	歯と歯茎の境目に軽く（約 75～100 g）当てて、 ゆっくりと移動させる 一箇所 2 秒ブラッシングをし、全体で 2 分間ブラ ッシングする カドペーサー機能：30 秒ごとに短いピープ音と伴 に、ブラシの振動が一瞬止まり、口の中を均等に みがけるようにしてある
音波 2-1	ジーンズ プリエアー プロトブラシ	振動数 約 31,000 スト ローク/分	本体直径 26 ～ 28 × 169 mm	本体 150 g	スイッチを押すたびに「ノーマル」「ソフト」「ス ーパーソフト」「切」と動作が切り替わります。 スイッチを入れてから約 2 分ごとに動作が一時的 に停止し、みがく時間の目安になる 歯面にあわせてゆっくりと動かしてみがく
音波 2-2	ジーンズ プリエアー タフトブラシ	〃	〃	〃	歯と歯の間や歯並びの悪い部分などのカーブフロ ートブラシでは届きにくい部分や特に丁寧にみがき たい部分の歯みがきに使用する
手用 1-1	ガム テンタルブラシ # 3 C	毛先が逃げないので歯と歯茎の境目をしっかりみがける 毛の先端部のみ超極細毛なので歯茎に優しく当たり、しっかりと歯と歯茎の隙間や境目に入 る			
手用 1-2	DENT .EX systema 44M	細くしなやかな Super tapered 毛は、歯間部や歯周ポケットに届き、プラークを除去する。			

### 3) 実験条件

・刷掃時間：使用説明書によると口腔全体を 2 分～3 分で清掃する、頬・舌側を 4 分割するなどあるが、今回の実験対象部位を 3～4 歯と計算すると 2～10 秒であった。予備実験の結果、10 秒間清掃しても人工歯垢を 100%除去できた実験歯ブラシがなかったことから、刷掃時間を一番長い 10 秒と設定した。

・歯ブラシ頭部（チップ）の動かし方：使用説明書によるとチップの動かし方は、動かさない方法とゆっくり動かす方法と、手用歯ブラシと同じように動かす方法といろいろあったが、歯ブラシと同じように電動歯ブラシを動かすことは、電動歯ブラシを使用する目的として高齢者や子供が手用歯ブラシを上手に使いえない場合に勧めることから実際的ではない、また、歯ブラシを「動かす」「動かさない」は著者らの研究で「動かしたほうが歯垢除去は高かった」の結果から、今回手用歯ブラシ以外は全部ゆっくりと動かして実験を行った。

・人工歯垢：GC 友の会誌<sup>1)</sup> 17 ページの鉛筆での指導法を参考に、評価対象歯の第二小臼歯と第一大臼歯の隣接面に B の鉛筆で塗り人工歯垢とした。

## 4) 実験方法

・実験手順：1人の歯科衛生士が顎模型対象歯の両隣接面を鉛筆で塗りつぶし、実験前の状態をデジタルカメラで写真撮影をした。1人の歯科衛生士がチップを水100ccに中性洗剤を10滴滴下した溶液に浸漬し、水を切るために3回振った後、所定の刷掃時間、チップの動かし方で実験を行った。手用歯ブラシは、同様に処理を行いスクラップ法にて歯みがき力200gとして刷掃を行った。実験後最初と同じ様にデジタルカメラで刷掃後の状態を写真撮影した。

・実験者：2人の歯科衛生士が交互に2回ずつ、12種類の実験歯ブラシで刷掃実験を行った。

・評価方法：刷掃後の状態をデジタルカメラで撮影したものを所定の大きさにプリントアウトし、5mm方眼紙を使用し、第二小臼歯は14分割、第一大臼歯は20分割した。その後、各分割部位ごと人工歯垢の有・無を判定した。2人の歯科衛生士が個々に繰り返し、4回の実験の評点を行い、合計16個の評価値を得た。

歯垢除去率は夏季の式を用い手、評価対象歯である第二小臼歯と第一大臼歯の各々について算出した。

$$\text{歯垢除去率 (\%)} = \frac{\text{(残存歯垢無しの分割数)}}{\text{(歯面分割数)}} \times 100$$

この歯垢除去率を用いて分散分析を行った。

## 3-1. 実験結果

・評価者間で評価にバラツキがあるかどうか見るため2元配置分散分析(A：歯ブラシ、B：評価者)を行ったが評価者間(B)で有意の差が認められなかったため、解析は1元配置の分散分析でいった。表2に基本統計量、表3に分散分析を示した。

・分散分析の結果(表3)、実験歯ブラシ間に1%の有意差が認められた。それ故、各実験歯ブラシ間の平均値の差の検定を行い、表4に示した。

表2. 基本統計量

要因	水準	サンプル	合計	平均	標準誤差	平均+σ	平均-σ
因子 A	電動 1-1	16	375. 1	23. 44375	12. 19744	35. 64119	11. 24631
	電動 1-2	16	547. 9	34. 24375	14. 18626	48. 43001	20. 05749
	電動 2-1	16	193. 6	12. 1	7. 522051	19. 62205	4. 577949
	電動 2-2	16	486	30. 375	7. 2835	37. 6585	23. 0915
	超音波 1-1	16	63. 4	3. 9625	3. 311132	7. 273632	0. 651368
	超音波 1-2	16	341. 7	21. 35625	10. 61785	31. 9741	10. 7384
	音波 1-1	16	430. 8	26. 925	8. 595239	35. 52024	18. 32976
	音波 1-2	16	414. 3	25. 89375	9. 060386	34. 52024	16. 83336
	音波 2-1	16	237. 7	14. 85625	6. 470121	21. 32637	8. 386129
	音波 2-2	16	478. 7	29. 91875	12. 00912	41. 92787	17. 90963
	手用 1-1	16	307. 3	19. 20625	9. 271898	28. 47815	9. 934352
	手用 1-2	16	450. 3	28. 14375	15. 02539	43. 16914	13. 11836

表 3. 分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
因子 A	13458. 84	11	1223. 531	11. 12624	0. 0000	**
誤差	19794. 26	180	109. 9681			
全体	33253. 1	191				

\*\* : 1%有意、

・12種類の実験歯ブラシによる第二小臼歯と第一大臼歯の各8、合計16の歯垢除去率値の基本統計量は表3に示す通りである。

今回の実験で、隣接面の歯垢除去の平均値(表2の平均の欄)の高かった順では、表2から1. 電動1-2(34.2%)、2. 電動2-2(30.4%)、3. 音波2-2(29.9%)、4. 手用1-2(28.1%)、5. 音波1-1(26.9%)、6. 音波1-2(25.9%)、7. 電動1-1(23.4%)、8. 超音波1-2(21.4%)、9. 手用1-1(19.2%)、10. 音波2-1(14.9%)、11. 電動2-1(12.1%)、12. 超音波1-1(4.0%)であった。

電動1-2と電動2-2の歯垢除去の平均値の差は34.2%と12.1%で3倍弱の差が見られた。超音波1-1と1-2の歯垢除去の平均値の差は4.0%と21.4%と5倍強の差が見られた。音波1-1と音波1-2の歯垢除去の平均値の差は26.9%と25.9%とほとんどかわらなかった。手用1-1と手用1-2の平均値の差は19.2%と28.1%と10%近い差が見られた。

・歯垢除去率7位の電動1-1は歯垢除去11,12位の電動2-1、超音波1-1に対し1%、10位の音波2-1には5%の有意差でよい成績を示したが、一方歯垢除去率1位の電動1-2に対しては1%の有意の差で低い値であった。しかし、他の実験歯ブラシでは有意の差は認められなかった

・本実験で最も高い歯垢除去を示した電動1-2は2,3,4位の電動2-2、音波2-2、手用1-2の3実験歯ブラシのみに対し有意の差が認められなかったが、その他の実験歯ブラシに対しては5%または1%有意に高い値であった。

・電動2-1の歯垢除去率は11位で最も低い成績12位の超音波1-1に対してのみ5%有意で高い値であったが、9,10位の手用1-1、音波2-1とは有意差はなかった。しかし、その他の実験歯ブラシに対しては有意な差をもって低い値であった。

・電動2-2は2位と高い歯垢除去率を示し、1~7位の実験歯ブラシに対しては有意の差が認められなかった。8位の超音波1-2とは5%、そして9位以下の実験歯ブラシに対しては1%の有意に高い値を示した。

・12位の歯垢除去率の最も値の低い超音波1-1は前述の歯垢除去率11位の電動2-1との比較でも5%有意に、他の全ての実験歯ブラシに対しては1%有意に低い値が認められた。

・超音波1-2は8位の成績で4位~10位の実験歯ブラシに対しては有意の差は認められなかった。しかし、1位~3位の実験歯ブラシに対しては1%または5%有意に低い値が認められた。また、11位、12位の実験歯ブラシに対しては5%有意に高い値であった。

・音波1-1は歯垢除去率5位で1位の電動1-1に対し5%の有意で低く、2位~8位の実験歯ブラシとは有意差がなかった。しかし9位に対して5%、10位~12位の実験歯ブラシに対しては1%有意で高い値であった。

・音波1-2は歯垢除去率6位で1位の電動1-2に対し5%の有意で低い値で、2位~8位の実験歯ブラシとは有意な差が認められなかった。しかし9位の実験歯ブラシに対し5%、10位~12位に対しては1%有意で高い値であった。

・歯垢除去率 10 位の音波 2-1 は歯垢除去率 1 位~6 位の実験歯ブラシに対し 1%の有意で値が低く、8 位~11 位とは有意の差が認められなかった。しかし 12 位の超音波 1-1 に対し 1%有意で高い値であった。

・歯垢除去率 3 位の音波 2-2 は歯垢除去 1 位~7 位の実験歯ブラシとは有意差が無く、8 位の実験歯ブラシとは 5%、9 位から 2 位の実験歯ブラシとは 1%有意尾で高い値を示した。

・手用 1-1 は歯垢除去率 9 位で 1 位~3 位の実験歯ブラシに対し 1%、4、5 位に対し 5%有意で値が低く、6 位~11 位の実験歯ブラシとは有意差が認められなかった。しかし 12 位の実験歯ブラシに対しては 1%有意で高い値であった。

・手用 1-2 は歯垢除去率 4 位で歯垢除去率 1 位~8 位の実験歯ブラシとは有意差が認められなかった。しかし 9 位の実験歯ブラシに対し 5%、10 位~12 位に対して 1%有意で高い値を示した。

表 4. 平均値の差の検定：最小有意差法

因子	水準 1	水準 2	平均値 1	平均値 2	差	P 値	判定	
因子 A	電動 1-1	電動 1-2	23. 44375	34.24375	-10.8	0.0040	**	
		電動 2-1	23. 44375	12.1	11.34375	0.0026	**	
		電動 2-2	23. 44375	30.375	-6.93125	0.0632		
		超音波 1-1	23. 44375	3.9625	19.48125	0.0000	**	
		超音波 1-2	23. 44375	21.35625	2.0875	0.5741		
		音波 1-1	23. 44375	26.925	-3.48125	0.3490		
		音波 1-2	23. 44375	25.89375	-2.45	0.5096		
		音波 2-1	23. 44375	14.85625	8.5875	0.0217	*	
		音波 2-2	23. 44375	29.91875	-6.475	0.0824		
		手用 1-1	23. 44375	19.20625	4.2375	0.2546		
		手用 1-2	23. 44375	28.14375	-4.7	0.2065		
		電動 1-2	電動 2-1	34. 24375	12. 1	22. 14375	0. 0000	**
			電動 2-2	34. 24375	30. 375	3. 86875	0. 2981	
			超音波 1-1	34. 24375	3. 9625	30. 28125	0. 0000	**
			超音波 2	34. 24375	21. 35625	12. 8875	0. 0006	**
			音波 1-1	34. 24375	26. 925	7. 31875	0. 0499	*
			音波 1-2	34. 24375	25. 89375	8. 35	0. 0255	*
			音波 2-1	34. 24375	14. 85625	19. 3875	0. 0000	**
			音波 2-2	34. 24375	29. 91875	4. 325	0. 2449	
			手用 1-1	34. 24375	19. 20625	15. 0375	0. 0001	*
			手用 1-2	34. 24375	28. 14375	6. 1	0. 1017	
		電動 2-1	電動 2-2	12. 1	30. 375	-18. 275	0. 0000	**
			超音波 1-1	12. 1	3. 9625	8. 1375	0. 0295	*
			超音波 1-2	12. 1	21. 35625	- 9.25625	0. 0134	*
		音波 1-1	12. 1	26. 925	-14. 825	0. 0001	**	
		音波 1-2	12. 1	25. 89375	-13. 7938	0. 0003	**	
		音波 2-1	12. 1	14. 85625	-2. 75625	0. 4582		
		音波 2-2	12. 1	29. 91875	-17. 8188	0. 0000	**	
		手用 1-1	12. 1	19. 20625	- 7.0625	0. 0569		

		手用 1-2	12. 1	28. 14375	-16. 0438	0. 0000	**		
	電動 2-2	超音波 1-1	30. 375	3. 9625	26.4125.	0. 0000	**		
		超音波 2	30. 375	21. 35625	9. 01875	0. 0160	*		
		音波 1-1	30. 375	26. 925	3. 45	0. 3533			
	電動 2-2	音波 1-2	30. 375	25. 89375	4. 48125	0. 2284			
		音波 2-1	30. 375	14. 85625	15. 51875	0. 0000	**		
		音波 2-2	30. 375	29. 91875	0. 45625	0. 9022			
		手用 1-1	30. 375	19. 20625	11. 16875	0. 0030	**		
		手用 1-2	30. 375	28. 14375	2. 23125	0. 5481			
		超音波 1-1	超音波 1-2	3. 9625	21. 35625	-17. 3938	0. 0000	**	
			音波 1-1	3. 9625	26. 925	-22. 9625	0. 0000	**	
			音波 1-2	3. 9625	25. 89375	-21. 9313	0. 0000	**	
			音波 2-1	3. 9625	14. 85625	-10. 8938	0. 0037	**	
			音波 2-2	3. 9625	29. 91875	-25. 9563	0. 0000	**	
			手用 1-1	3. 9625	19. 20625	-15. 2438	0. 0001	**	
			手用 1-2	3. 9625	28. 14375	-24. 1813	0. 0000	**	
			超音波 1-2	音波 1-1	21. 35625	26. 925	-5. 56875	0. 1346	
				音波 1-2	21. 35625	25. 89375	-4. 5375	0. 2226	
				音波 2-1	21. 35625	14. 85625	6. 5	0. 0813	
				音波 2-2	21. 35625	29. 91875	-8. 5625	0. 0221	*
				手用 1-1	21. 35625	19. 20635	2. 15	0. 5627	
				手用 1-2	21. 35625	28. 14375	-6. 7875	0. 0688	*
			音波 1-1	音波 1-2	26. 925	25. 89375	1. 03125	0. 7812	
				音波 2-1	26. 925	14. 85625	12. 06875	0. 0014	**
				音波 2-2	26. 925	29. 91875	-2. 99375	0. 4205	
				手用 1-1	26. 925	19. 20625	7. 71875	0. 0388	*
				手用 1-2	26. 925	28. 14375	-1. 21875	0. 7427	
			音波 1-2	音波 2-1	25. 89375	14. 85625	11. 0375	0. 0033	**
				音波 2-2	25. 89375	29. 91875	-4. 025	0. 2791	
				手用 1-1	25. 89375	19. 20625	6. 6875	0. 0729	
				手用 1-2	25. 89375	28. 14375	-2. 25	0. 5447	
			音波 2-1	音波 2-2	14. 85625	29. 91875	-15. 0625	0. 0001	**
				手用 1-1	14. 85625	19. 20625	-4. 35	0. 2422	
				手用 1-2	14. 85625	28. 14375	-13. 2875	0. 0004	**
			音波 2-2	手用 1-1	29. 91875	19. 20625	-10. 7125	0. 0043	**
				手用 1-2	29. 91875	28. 14375	-1. 775	0. 6327	
			手用 1-1	手用 1-2	19. 93452	28. 14375	-8. 9375	0. 0169	*

\*\* : 1%有意、\* : 5%有意

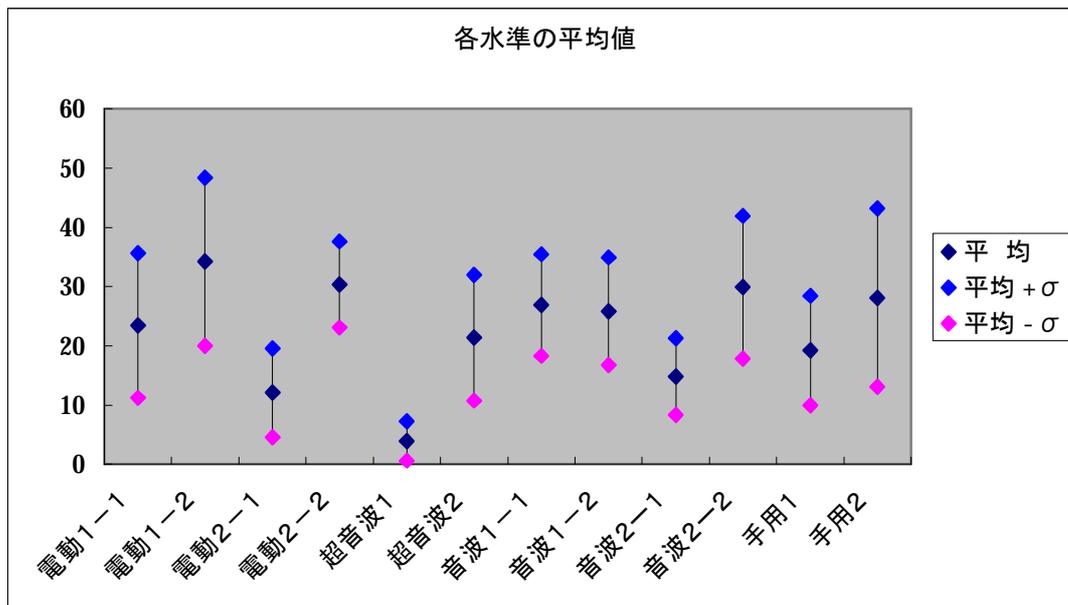


図1. 各水準（12実験歯ブラシ）の平均値

### 3-2. 歯ブラシ種群比較結果

本実験で使用した実験歯ブラシを機械的な動きまたは電気的な特徴で大きく表1のように電動で回転運動電動群1、回転のない電動群2、超音波群1、音波群1、2、と手用歯ブラシ群1と全部で6群に分けたが、音波群2はワンタフト歯ブラシ（音波2-2）であり他の実験歯ブラシとは植毛形態が大きく異なるため、群別比較から除いて5群について前述同様の分散分析をおこなった。

表5. 因子と水準

水準 \ 因子	電動1	電動2	超音波	音波	手用
サンプル数	32	32	32	32	32
合計	923	679.6	405.1	845.1	757.6
平均	28.84	21.24	12.66	26.41	23.68
標準偏差 ( $\sigma$ )	14.29	11.76	11.73	8.85	13.26
平均 + $\sigma$	43.13	33.00	24.38	35.26	36.94
平均 - $\sigma$	14.55	9.48	0.93	17.56	10.41

表6. 分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	判定
因子	4970.1659	4	1242.5415	8.1990596	0.0000	**
誤差	23489.758	155	151.54683			
全体	28459.924	159				

\*\* : 1%有意

表7. 平均値の差の検定：最小有意差法

因子	水準1	水準2	平均値1	平均値2	差	P値	判定
因子A	電動1	電動2	28.84375	21.2375	7.60625	0.0145	*

		超音波	28. 84375	12. 659375	16. 184375	0. 0000	**
		音波	28. 84375	26. 409375	2. 434375	0. 4302	
		手用	28. 84375	23. 675	5. 16875	0. 0951	
	電動 2	超音波	21. 2375	12. 659375	8. 578125	0. 0060	**
		音波	21. 2375	26. 409375	-5. 171875	0. 0949	
		手用	21. 2375	23. 675	-2. 4375	0. 4296	
	超音波	音波	12. 659375	26. 409375	-13. 75	0. 0000	**
		手用	12. 659375	23. 675	-11. 01563	0. 0005	**
	音波	手用	26. 409375	23. 675	2. 734375	0. 3757	

\*\* : 1%有意、\* : 5%有意

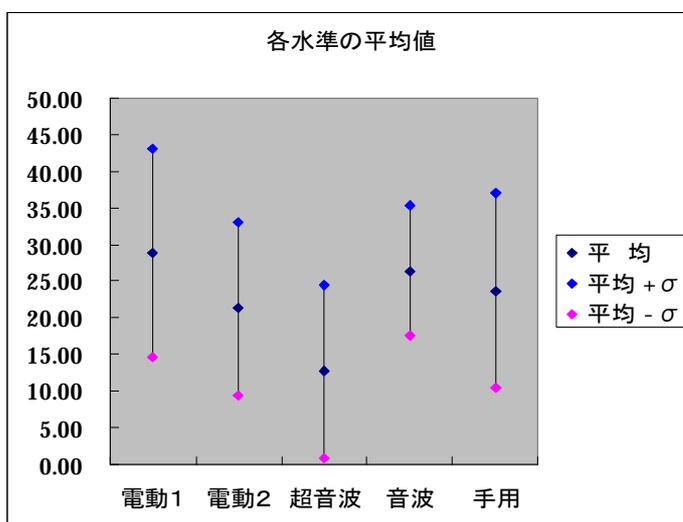


図 2. 各水準の平均値

歯ブラシ群比較の分散分析表 6 を表 7 に、またその平均歯垢除去率の値を縦軸とし、図 2 に示した。超音波群は最も低い値で、他の全ての群に対し 1%有意で低い値であった。また、電動群 1 と 2 で 5%有意の差が認められた。しかし、その他の群間において有意差は認められなかった。

#### 4. 考察

最近アメリカの、「これ無しでは日常生活ができない」という発明についての調査によると、歯ブラシは自動車、パソコン、携帯電話及び電子レンジより重要に評価されたと報告されていた。<sup>2)</sup> この例のように文明社会では生活の必需品として、日本でもほとんどの人が歯ブラシを毎日使用している。歯ブラシの発明は 10 世紀に中国で発明され<sup>3)</sup>日本では明治に入ってから現在のような形態の歯ブラシが作られるようになった。現在国民 1 人当たり年間使用量は約 4 本といわれている。

最近歯科学的な研究による種々の仕様の歯ブラシが店頭で見られるが、更に近年は電動歯ブラシも見られるようになってきた。電動歯ブラシは開発当初は、高齢者、幼児や自分で歯みがきができない人、例えば、寝たきりの人や身体に障害のある人を対象とした口腔清掃用具としてであった。しかし、電動歯ブラシの開発と改良が進むにつれて、また安価な商品もあり。一般の人にも普及し現在年間約 800 万台<sup>4)</sup>の市場サイズとなっている。そして電動歯ブラシの種類も増え、また刷毛部の動きも多様になってきている、と同時に

電動歯ブラシの歯垢除去や歯肉炎の発症率の減少などについて電動と手用歯ブラシの比較研究などについて多くの発表がある。コクラングループが行った30年間以上の「電動と手用歯ブラシの4週間以上にわたる臨床データの総括的な調査報告」が昨年JADAに掲載された<sup>5)</sup>。それによると、調査比較を行った5種類の電動歯ブラシのなかで、唯一回転振動運動の電動歯ブラシが手用歯ブラシより統計的に有意なことが認められた。また、将来の研究として齶蝕と歯周病の発症と罹患率の減少することを電動歯ブラシの能力として立証することが必要と報告している。また、電動歯ブラシを用いての歯垢除去を対象とした研究発表は多く<sup>6)~9)</sup>、最近では音波・超音波電動歯ブラシによる発表も多数見られる。<sup>10)~15)</sup>。

著者らも今まで、齶蝕や歯周病の病因の一つは歯表面への歯垢堆積であることより、モデル歯垢を用いて手用および電動歯ブラシの評価を行ってきた<sup>16)</sup>。今回は歯科医院で入手できる種々の電動及び手用歯ブラシの歯垢除去効果を観察するために、特に齶蝕や歯周病の発症として頻度の高い部位である臼歯部の歯間部を対象に、所定の鉛筆により顎模型臼歯表面を塗布することで、これをモデル歯垢として実験を行った。対象歯種はブラッシングの際に歯ブラシが顎模型歯列からはみ出さない臼歯部ということで下顎左側第二小臼歯と第一大臼歯とした。歯ブラシがはみ出さないことにより、歯みがき圧をより所定の200gに保てるようにした。

急速な購買の伸びで、高齢者や子どものように手を自由に使いこなせない人や、忙しい人などに限局した使用者だけでなく、一般の健康な人も使い始めている。今回は、歯科医院を通して購入できる電動歯ブラシ4種類（回転・左右運動各2種類）超音波歯ブラシ2種類、音波歯ブラシ4種類、手用歯ブラシ2種類と12種類で実験を行った。

また、実験歯ブラシは、本体が重い物や軽い物、大きい物や小さい物、低価格品や高価格品、使いやすい物や使いにくい物、音の大きい物や小さい物など種々あったが今回はそれらの条件は一切考慮しなかった。歯ブラシは歯科関係者対象に販売されている隣接面に効果があるといわれている歯ブラシの中から2種類の手用歯ブラシを加えて表1の12種類を選定した。

実験歯ブラシの中には、超音波・音波歯ブラシもありこれらは口腔内で唾液の介在する中で使用することでより大きな効果を挙げる設計のようであるが今回は歯ブラシに水をつける程度で実施した。

以上のような条件はあるが第二小臼歯遠心と第一大臼歯近心隣接面の歯垢除去効を12の実験歯ブラシで実験した結果

①全ての実験歯ブラシの中で一番歯垢除去の平均値の高かったのは、電動1-2で毛先が回転する電動歯ブラシであった。一番歯垢除去の平均値の低かったのは超音波1-1であった。

②電動歯ブラシ4種類の中での歯垢除去の平均値の差は、34.2%と12.1%で3倍弱であった。超音波2種類では21.4%と4.0%で5倍強であった。音波4種類では、29.9%と14.9%で2倍であった。手用2種類では28.1%と19.2%で1.5倍であった。

③実験歯ブラシを機械的な動きまたは電気的な特徴で群別に比較した結果、回転運動する電動1群が一番高い値を、超音波群が一番低い歯垢除去率で、他群より有意な差をもって低い値であった。

以上の実験結果より、同じ群の電動歯ブラシや超音波歯ブラシや音波歯ブラシ同士で見ると歯垢除去の平均値に違いが見られたのにより、使用前、また指導前によくその歯ブラシの特徴を捉え特徴を引き出すような使用方法を考慮する必要がある。

また、隣接面という特殊な場所（歯ブラが届きにくい）であることから、音波歯ブラシや超音波歯ブラシの音波振動や超音波の働きによって歯垢除去効果を期待していたのであるが、超音波 1-1 が今回実験した歯ブラシの中で最低の歯垢除去率であった。この理由の一つとしては、使用説明で 5mm の振動で軽く本体を動かすとあり、超音波の発生により毛先の触れないところの歯垢除去も可能と唱えており、実験者は他の実験歯ブラシよりも本超音波歯ブラシの機械的動作が少なかったとも思われる。一般に音波や超音波歯ブラシは毛先の届かないところの歯垢・バイオフィルムの除去が可能であることの報告がある。しかし、これらの報告ではモデルバイオフィルムの厚さの減少を確認しているのものであって、100%除去しているわけではない。それ故、今回は鉛筆を塗って人工歯垢の有・無の評価であることより、音波・超音波歯ブラシの評価が低いことも考えられる。

口腔外でのモデル実験において見える形にするには、人工歯垢の使用は不可欠であるがどれを使用するかが大きな課題である。今回は GC の友の会誌の中での鉛筆による指導を参考にし、実験に使用した。10 回位歯ブラシが当たり効果に差が出るように塗り方を試行錯誤し同一の歯科衛生士が実験歯全て実施し、公正さを期した。今回実験に使用した音波、超音波歯ブラシは実験に口中で使用する際は唾液など十分ある状態での使用で、その際に歯ブラシ本体から発せられる音波、超音波エネルギーで歯垢除去の効果を高めるとすると、今回の実験はもう少し口中に近い形での実験、あるいは水中での実験を取り入れても良かったかと思われる。しかし、このような実験系での問題なのは、水中での適切な付着力のある人工歯垢が見当たらないことである。本当に使い易い人工歯垢の研究が進むことを期待している。筆者らは、今後も多くの清掃用具の効果的な使用方法を調査し歯科疾患予防役立つ研究を追及していきたい。

今回の研究では、ライオン歯科衛生研究所の武者様、植松様にご協力いただきました。稿を終わるに当たり心から感謝申し上げます。

#### 引用文献

1. GC CIRCLE, 2004.5 Vol.109. 16
2. Lemelson-MIT Invention Index Survey (Jan;21,2003). Available at "mit.edu/invent/n-pressreleases/n-press-03index.html" Accessed Nov.12, 2004.
3. Zhou,ZhongQi: Study of Toothbrushes Found in a Liao Dynasty Tomb" J. Chinese Stomatology, 1956,4. 159-160(Chinese).
4. 富士経済；橘川氏
5. R. Niederman；Manual versus powered toothbrushes. JADA, 2003 Vol. 134; 1240-1244.
6. 鈴木丈一郎 他：電動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、日歯周誌、1992、4号 929-937
7. 佐藤 香 他：電動歯ブラシの効果と適用に関する研究、第一報：病態模型と正常模型における比較、日歯周誌、1992、4号 939-948
8. UP Saxer, SL Yankell: A Review of Laboratory Methods to Determine Toothbrush Safety and Efficacy. J Clin Dent 1997. 8(4) 114-119.
9. A.R.Biesbrock et al: The relative Effectiveness of Six Powered Toothbrushes for Dental Plaque Removal. J Clin Dent 2002.13(5). 198-202.
10. Yankel SL, Emling RC, Shi X: Interproximal access efficacy of Sonicare Plus and

Braun Oral-B Ultra compared to a manual toothbrush. 1997 J Clin Dent 8(1 Spec No) 26-29.

11. Zimmer S, Fosca M, Roulet JF.: Clinical study of the effectiveness of two sonic toothbrushes. 2000 J Clin Dent 11(1) 24-27.
12. Zimm S. Nezhat V, et al ; Clinical efficacy of a new sonic/ ultrasonic toothbrush. 2002. Jun;29(6) 496-500.
13. Moritis K. et al: Comparison of the Sonicare Elite and a manual toothbrush in the evaluation of plaque reduction. 2002. Am J Dent. Nov;15 Spec No:23B-25B.
- 14 Ojima M et al: Comparative clinical study in plaque removal efficacy of a new sonic tooth brush(Float-Brush)with floating bristle action. 2003.14(2)42-44.
15. Vandana KL, Penumatsa GS.: A comparative evaluation of an ultrasonic and a manual toothbrush on the oral hygiene status and stain removing efficacy. 2004. Mar、22(1)、33-35.
16. 村上邦子 他：電動歯ブラシと手用歯ブラシの歯垢除去効果の比較、日本歯科衛生士会学術雑誌、Vol.21、No.2、11-19、1992

(平成17年3月15日受理)